سی و دومین گردهمائی و نخستین کنگره بین المللی، تخصصی علوم زمین

علوم زمین و توسعه پایدار

۲۸ و ۲۹ بهمن ماه ۱۳۹۲، ساری

17-18 February 2014 , Sari

32nd National and the1st International Geosciences & Congress Geoscience Sustainable Development

وزارت کشور | سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور | وزارت صنعت، معدن و تجارت | شهرداری ساری | وزارت نفت، استانداری مازندران | سازمان مدیریت بحران کشور

Topics	مباحث
Engineering Geology	زمین‌شناسی مهندسی
Geomechanics	ژئومکانیک
Geotechnical Engineering	مهندسی ژئوتکنیک
Geomathematics	زمین ریاضی
Urban Geology	زمین شناسی شهری
Landfill	دفن زباله
Site Selection	انتخاب ساختگاه
Geohazards	مخاطرات زمین شناختی
Volcano	آتشفشان
Flood	سیل
Landslide	زمین لغزش
Land Subsidence	فرونشست

مکان برگزاری همایش: ساری، جاده فرح آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری

آدرس دبیرخانه: ساری، بلوار امیر مازندرانی، مرکز زمین شناسی و اکتشافات معدنی منطقه کاسپین خاوری

تلفن: ۰۱۵۱-۳۲۵۵۰۴۲ | **دورنگار:** ۰۱۵۱-۳۲۶۸۳۵۱ | **صندوق پستی:** ۹۴۸

http://hazard.conference.gsi.ir

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی اثر زمینلرزه برروی ساختمانهای آموزش و پرورش تنکابن

فریده سعیدی، دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئوفیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس
زهره سادات ریاضی راد، استادیار گروه ژئوفیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، zohrehriazi@iauc.ac.ir

چکیده :

پارامترهای مهم برای طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله از قبیل شتاب افقی بیشینه زمین، سرعت، حرکت و میزان جابجایی زمین، فرکانس امواج زلزله و مدت نوسانات باید از طریق بررسی‌های دقیق زمین‌شناسی، زمین‌ساختی و مکانیک خاک مورد ارزیابی قرار گیرد. آنچه که مبنی بررسی‌ها قرار می‌گیرد تعیین بیشترین شتاب حرکت افقی زمین میباشد. با استفاده از داده های شرکت مهندسین مشاور کپاساحل، ژئوفراز پارسیان و گیل، لایه بندی خاک در ۱۳ نقطه شهر تنکابن بررسی گردید. بیشتر گمانه های حفاری شده در بخش مرکزی و ساحل دریای خزر قرار داشتند. خاکهای بررسی شده در این نقاط بیشتر درشت دانه بودند. در این مطالعه از ۱۸ حالت ساختگاهی استفاده شد و تحلیلها بصورت معادل خطی با تغییرات در مدل برشی و میرایی انجام گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که اثر بزرگی زلزله ایجاد شده به شدت از ضخامت لایه ها و موقعیت آنها تأثیر می‌پذیرد.

کلید واژه ها: شتاب، خاک، ساختمان آموزش و پرورش

Abstract:

Investigation of earthquake effect on education building in Tonkabon region

Importance parameter for resistant building design to earthquake type of horizontal acceleration ground, velocity, displacement, earthquake wave frequency and oscillation duration had been rated to geological investigation, soil mechanic and tectonic. In order to maximum horizontal acceleration is the most important. Data of Kopasahel, Geofaraz Parsian and Gil Engineering Company had been use in the 13 point of soil tonkabon region. The most of logs were in the central region and near Caspian Sea. The soil had been investigated, that were coarse grained. This study has been used 18 type of building and analysis set with shear module and attenuation. Result of this study has been shown that earthquake happened impressionable of layer thickness and location.

Keywords: acceleration, soil, education building

مقدمه :

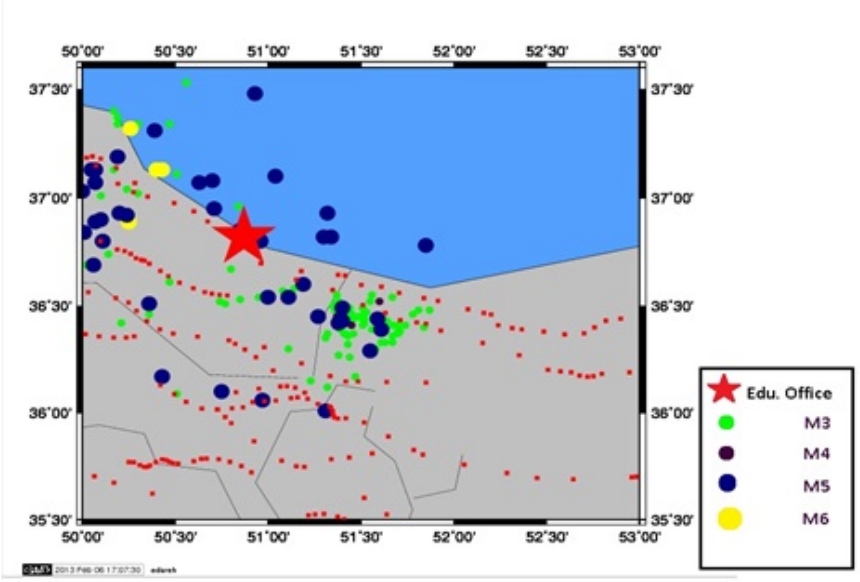
در تنکابن ۱۸۱ باب مدرسه وجود دارد و حدود ۲۲۲٦٦ نفر دانش‌آموز و کادر آموزشی در ساعاتی از روز در این مدارس حضور دارند و علاوه بر این، مدارس ویژگیهای دیگری نیز دارند که در زیر به چند مورد از آنها اشاره می‌شود:
۱-محیط عمومی و نسبتاً بزرگی هستند.

۲-با تراکم دانش‌آموزی مواجه هستند.
۳-برخلاف بعضی از مکانهای عمومی مثل ورزشگاهها و مساجد اتاقهای مستقل دارند و قابل تبدیل به درمانگاه و غیره هستند.
٤-دارای سرویسهای بهداشتی و وسایلی نظیر آب سردکن و یخچال و غیره هستند.
٥-دارای کادر مدیریتی ثابت، با قدرت و توان بالای مدیریتی هستند در نتیجه می‌توانند مدارس را با سرعت به مراکز مدیریت بحران یا جمع‌آوری و توزیع کمکها و سایر موارد کنند.
٦-بر خلاف بیشتر اداره‌ها و سازمانها که بلند و چندطبقه هستند، مدارس ساختمانهای کوتاه و وسیعی دارند و نیازی به بالابر ندارند و در نتیجه از ازدحام جمعیت جلوگیری می‌شود.
۷-در سطح شهر پراکنده هستند.
۸-مکانهایی هستند که در شرایط بحرانی تعطیل می‌شوند و بهترین مکان برای اسکان آوارگان هستند.
به همین دلیل در این مطالعه به بررسی اثر زمینلرزه بر روی مدارس شهرستان تنکابن پرداخته شد. شهر تنکابن که در مجاورت جنوب دریاچه مازندران واقع است، در حوزه آبریزی که از آبرفت جوان پر شده بنا گردیده است. این حوزه از جنوب و غرب به بلندی‌های کوه‌های البرز و از شمال به دریاچه مازندران محدود می‌شود. کوههای البرز که در جنوب این حوزه قرار گرفته‌اند، از رسوبات و سنگ‌های آتشفشانی ژوراسیک و ترشیاری فوقانی تشکیل شده‌اند. این رسوبات در دوره مزوزوئیک چین‌خوردگی پیدا کرده و ساختمان‌های آلپی را به وجود آورده‌اند. تصور می‌شود که در دوره‌های بعدی، پس از نفوذ سنگ‌های آتشفشانی گسلهایی ایجاد شده و حرکاتی رو به بالا انجام گرفته و ساختمان آلپی را که قبلا به وجود آمده بود، پیچیده‌تر ساخته است.
از مهمترین واحدهای سنگی ارتفاعات جنوبی تنکابن که سنگ مادر بخش عظیمی از رسوبات آبرفتی تنکابن است، سازند کرج می‌باشد که شامل سنگ‌هایی از نوع توف‌های داسیتی سبزرنگ، آندزیت‌های تیره رنگ وشیل و سنگ‌های آهکی مارنی و گچ است که بین آنها توف‌های سبز حجم بالایی را تشکیل می‌دهند. ویژگی‌های رسوب‌شناختی رسوبات آبرفتی تنکابن بیانگر آن است که این رسوبات گسترده، حاصل فعالیت رودخانه و سیلاب‌های فصلی هستند که از زمان پلیوسن پسین تاکنون از دامنه‌های شمالی ارتفاعات البرز منشا گرفته‌اند. اختصاصات چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی و ریخت‌شناسی و سن رسوبات آبرفتی سبب می‌گردد که بتوان این رسوبات را به بخش‌های جداگانه‌ای تقسیم نمود. رسوبات آبرفتی گستره تنکابن و پیرامون را بیشتر می‌توان به دو قسمت نهشته‌های دریایی (منطقه ساحلی) و آبرفت‌های دلتایی تفکیک نشده (منطقه دلتایی) تقسیم نمود (آقانباتی، ۱۳۸۳).

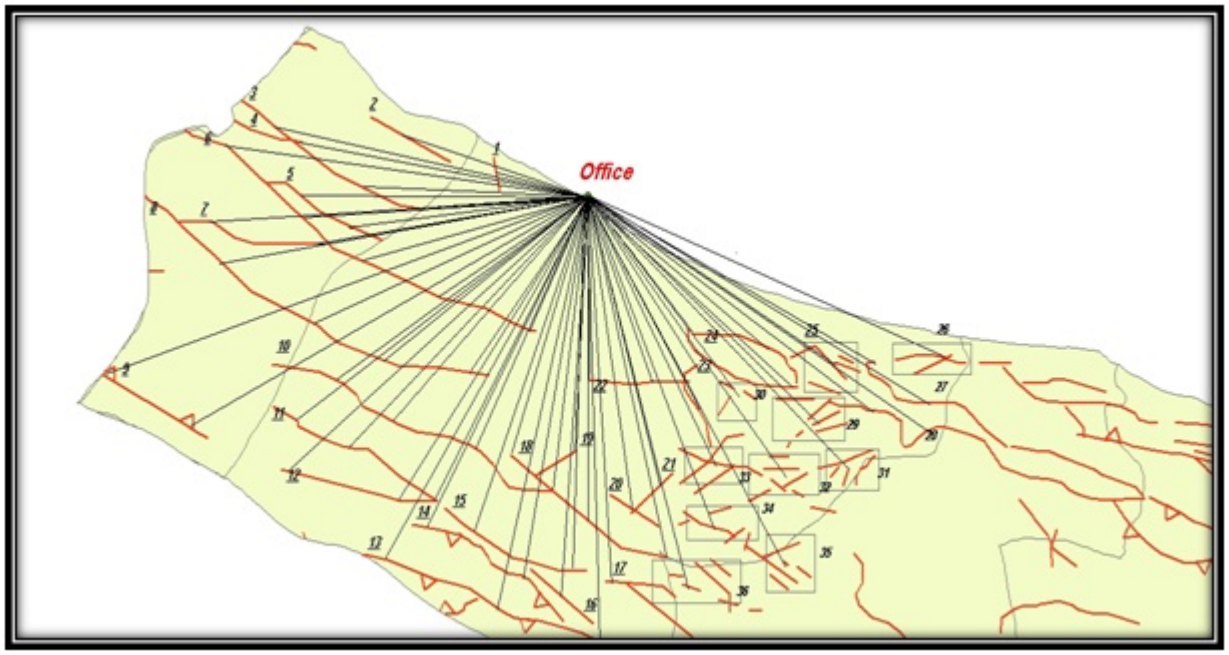
◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

موقعیت مورد مطالعه به همراه زمینلرزه های به وقوع پیوسته و گسلهای طرح در شکل (۱) نشان داده شده است. فاصله موقعیت مشخص شده با کلیه گسلهای اطراف در شکل (۲) نشان داده شده است. براین اساس ۳٦ گسل در منطقه شناسایی گردید که گسل شماره ٦ با طول ٤۰ کیلومتر و به فاصله ۱۳ کیلومتری از ساختگاه، بیشترین شتاب 0.5g را در ساختگاه ایجاد میکند.



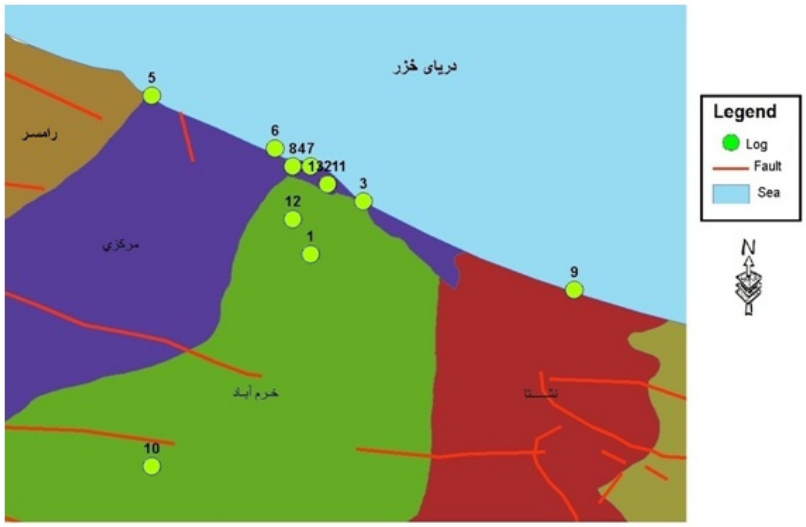
شکل ۱: نقشه گسلها و زمینلرزه های به وقوع پیوسته در محدوده تنکابن (ستاره)



شکل ۲: گسلهای منطقه به همراه فاصله تا ساختگاه

رسوبات کواترنری گستره تنکابن دشت کرانه‌ای خزر و حدفاصل کوه و در راستای رودخانه‌های منطقه گسترش قابل توجهی دارند از دیدگاه محیط رسوبی، طیفی از شرایط کاملا قاره‌ای تا شرایط ساحلی و حتی دریایی همراه با محیطهای حدواسط دلتایی در آنها قابل تشخیص است.ضخامت نهشته‌های آبرفتی برپایه اطلاعات ژئوفیزیک موجود که در منطقه خرم آباد و ولی‌آباد تا ۳۳۰ متر اندازه‌گیری شده است و این رسوبات به پلیستوسن نسبت داده شده است بخش زیادی از دشت ساحلی منطقه را شامل می‌شود. شکل (۳) موقعیت مدارسی که اطلاعات ژئوتکنیک آنها مورد بررسی قرار گرفته است را نشان میدهد. ۱۳ مدرسه در شهر تنکابن مورد بررسی قرار گرفت.جهت شناسایی لایه‌های خاک در محل اقدام به حفر ۱ گمانه شناسایی توسط دستگاه حفاری دورانی تا عمق ۱۲m گردیده است. در هنگام حفاری به منظور تعیین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک اقدام به نمونه‌برداری دست‌خورده و دست‌نخورده از لایه‌های مختلف و انجام آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) در اعماق مختلف گردیده است. نمونه‌های دست نخورده

بوسیله نمونه‌گیری مخصوص یوفر اخذ و بلافاصله موماندود گردیده و به منظور حفظ ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک در انتقال و نگهداری از نمونه‌های مذکور شرایط استاندارد رعایت و لحاظ گردیده است. به عنوان نمونه به بررسی پروژه شماره ۸ واقع در مازندران، تنکابن، بلوار شهید شیرودی، ساختمان ۱۵ طبقه میپردازیم.



شکل ۳: موقعیت مکانی گمانه ها و گسل های منطقه مورد مطالعه

عملیات صحرایی:

با توجه به سطح اشغال فونداسیون، شرایط زمین‌شناسی منطقه، تعداد طبقات و ...، بنا به درخواست، سه گمانه به ترتیب در عمق ۲۵ و ۲۵ و ۵۰ متر به روش دورانی ماشینی جهت انجام مطالعات زیرسطحی در زمین مورد مطالعه حفاری گردیده است.

تشریح لایه‌های شناسایی شده:

با توجه به نتایج آزمایش‌های صحرایی ملاحظه می‌گردد که خاک ساختگاه از یک لایه اصلی تشکیل شده است. نیم متر ابتدایی ساختگاه خاک دستی می‌باشد.

لایه اول (L_1):

این لایه که خاک ساختگاه را از سطح طمین تا عمق حدود ۲۵m تشکیل می‌دهد از رس کم‌مایه ماسه‌دار و ماسه رس‌دار گاهی همراه با لای، تشکیل شده است.
این لایه به لحاظ سیستم متحد (U.S.C.S) غالباً در رده (SC) , (ML) , (CL) , (SM) طبقه‌بندی می‌گردد.

خصوصیات فیزیکی لایه‌های خاک:

خصوصیات فیزیکی خاک ساختگاه با استفاده از نتایج آزمایشهای دانه‌بندی ذرات، حدود روانی و خمیری و درصد رطوبت طبیعی تعیین شده‌اند. لازم به ذکر است که در فراسنجیهایی که مقدار آنها به صورت بازه ارائه خواهد گردید، مقادیر حداقل و حداکثر میانگین فراسنج با توجه به تعداد داده‌های آزمایشگاهی فراسنج مورد نظر و با ۹۵% اطمینان در میزان متوسط فراسنج محاسبه گردیده و ارائه شده است.لایه‌ها یک و دو با علت وجود زیر زمین از محاسبات حذف شده و فقط خصوصیات مربوط به لایه‌های سه تا پنج در ذیل ارائه می‌گردد.

خصوصیات فیزیکی لایه (L_1):

جنس لایه: رس کم مایه ماسه‌دار و ماسه رس‌دار گاهی همراه با لای (ML) , (CL) , (SM) , (SC)

<۸۰	درصد ماسه (sand)	<٤۰
<٦۰	(Pass#۲۰۰) گذشته از الک نمره	<۰۲۰۰
<۲۸	(W%) درصد رطوبت طبیعی	<۲۰
<۱٦/۵	وزن مخصوصی خشک (γ_d)	<۱۵/۵

تعیین عمق سطح آب زیرزمینی:

یکی از مواردی که در حین عملیات حفاری مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته است تعیین سطح آب زیرزمینی بوده که در حین عملیات حفاری روزانه اندازه‌گیری شده و در جدول ۱ نتیجه نهایی آن ارائه گردیده است.

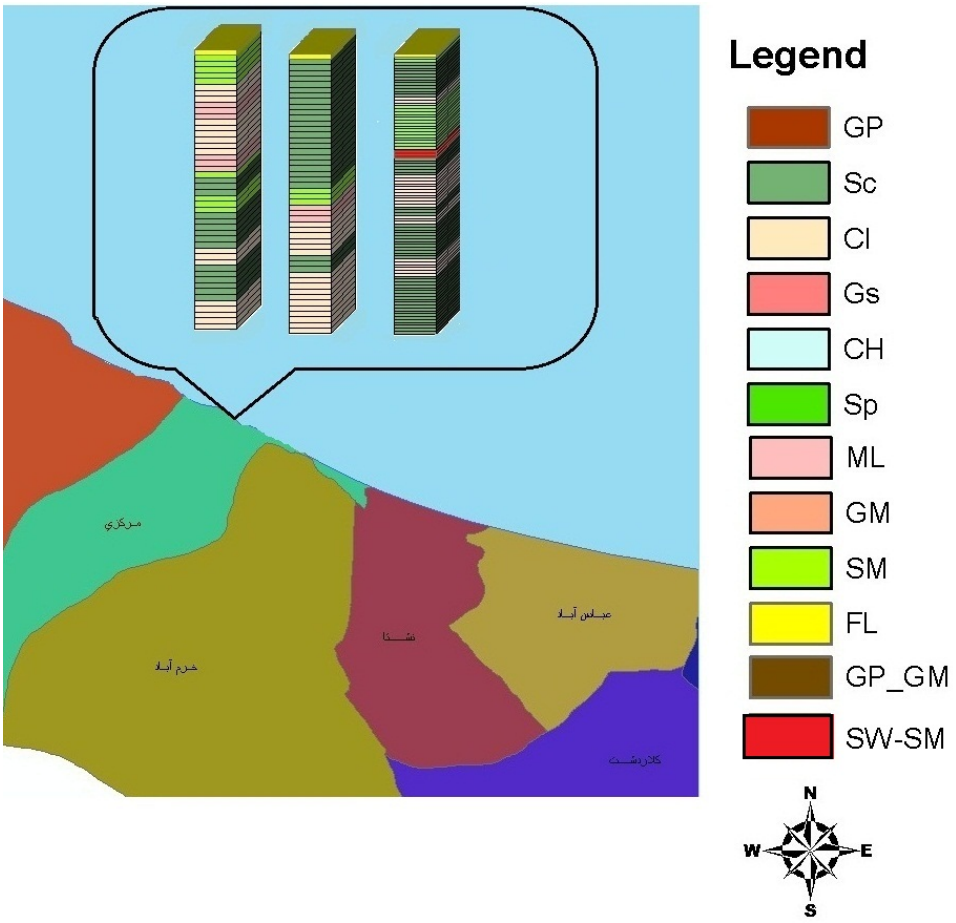
جدول۱: گزارش سطح آب زیرزمینی در گمانه اکتشافی

نام گمانه‌ها	تراز آب زیرزمینی (متر)
BH1	۱,۰ -۱,۲۰
BH2	۱,۰ -۱,۳۰
BH3	۱,۵ -۱,۸

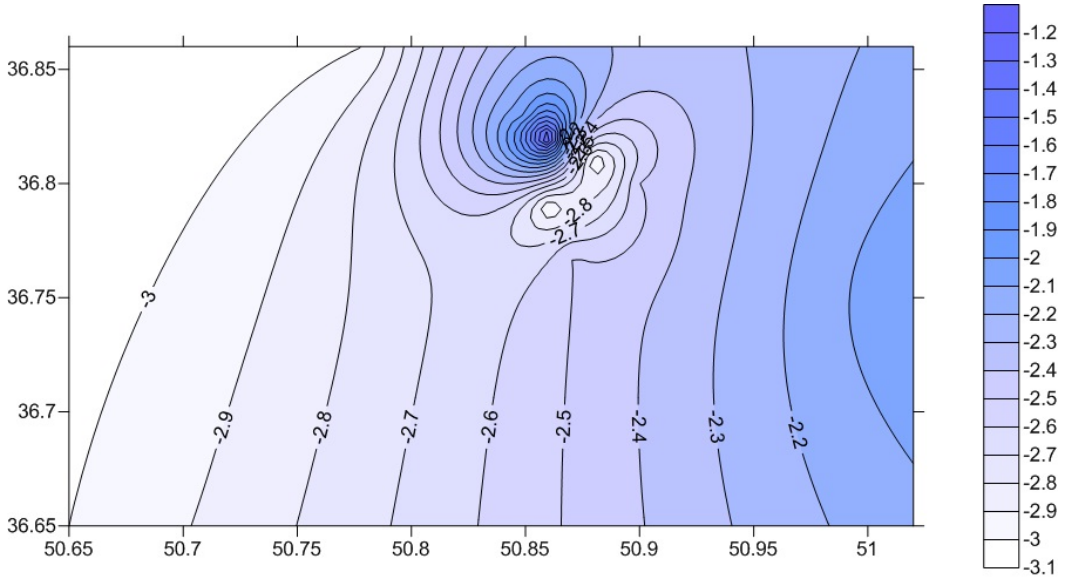
در شکل ٤ پروژه شماره ۸ در بخش مرکزی تنکابن واقع شده است را نشان میدهد. در این شکل مشاهده می شود که نوع خاکهای موجود در گمانه اول FL, SM, CL, ML, SC ، گمانه دوم FL, SC, SM, ML, CL و گمانه سوم FL, SM, SC, CL, SW-SMمی باشند.

کلیه مطالعات فوق برای ۱۳ نقطه مشخص شده انجام گردید و نقشه سطح آب زیرزمینی برای منطقه مورد مطالعه رسم گردید که در شکل ٥ نشان داده شده است. همانطور که شکل نشان میدهد بیشترین تغییرات در نزدیکی ساحل میباشد.

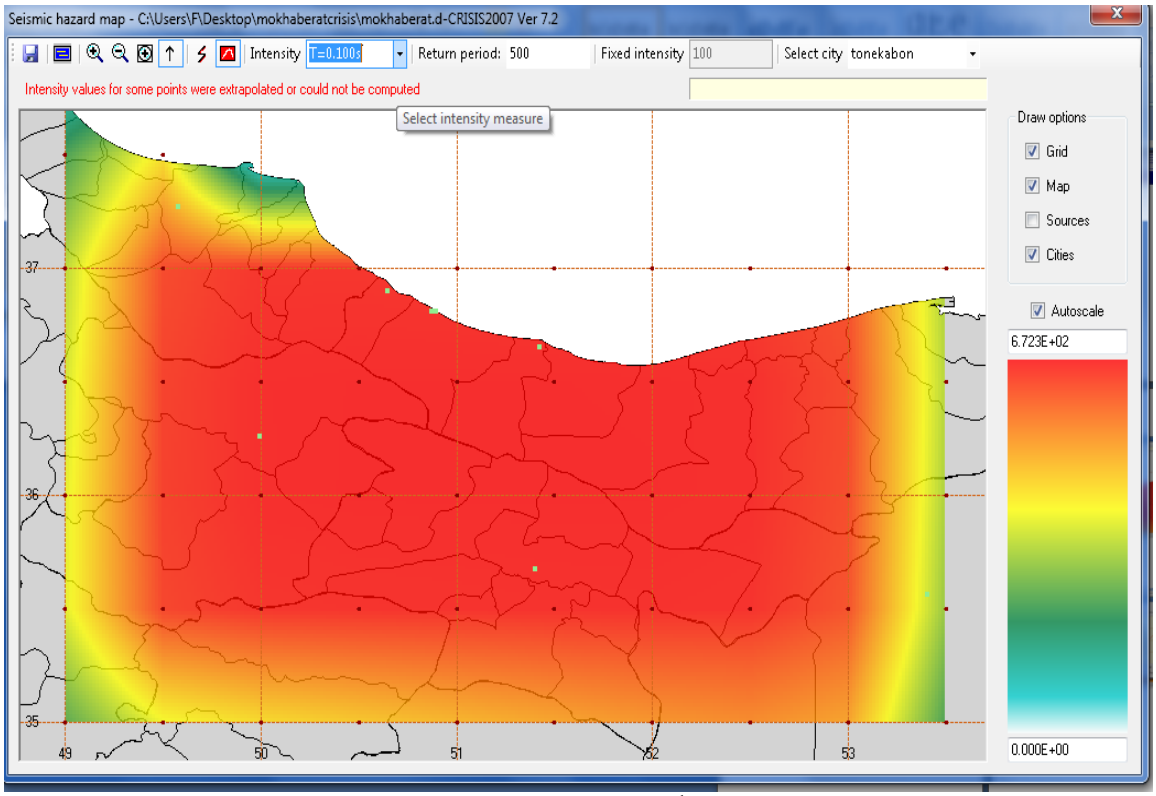
با توجه به داده های لرزه ای منطقه، نقشه خطر لرزه ای برای دوره بازگشت ٤٧٥ ساله و پریود ۰/۱ ثانیه محاسبه گردید که در شکل ٦ نشان داده شده است. همانطور که شکل نشان میدهد منطقه مورد مطالعه در خطر بالا میباشد که نیاز به بازنگری و مقاوم سازی بعضی از مدارس میباشد.



شکل ٤ : موقعیت جغرافیایی پروژه شماره ۸ و طبقه بندی خاک



شکل۵: نقشه کنتور آب زیر زمینی منطقه مورد مطالعه



شکل ٦: نقشه خطر زمینلرزه برای دوره بازگشت ۵۰۰ ساله و پریود T=0.1 ثانیه در منطقه تنکابن

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

بر اساس آئین‌نامه، ساختگاههای موجود در منطقه با خطر نسبی بالا با شتاب مبنای طرح ۰/۳g قرار دارند. همچنین با توجه به نوع خاک استخراج شده از گمانه و با توجه به بند ۲-۳-۵ آیین‌نامه ۲۸۰۰ نوع زمین تمام پروژه ها از نوع III می‌باشد. در این بررسی با رسم نقشه هم شتاب و با درنظر گرفتن پریودهای زمانی مختلف و شتابهای مربوط به آن، ساختگاه شماره ۱۰ به علت قرار گیری در منطقه آبرفتی و پرخطر، بیشترین آسیب را در اثر وقوع زمینلرزه خواهد دید. این سازه به جهت نزدیک بودن به رودخانه چشمه کیله و بحث نفوذ آبهای زیرزمینی و با در نظر گرفتن اینکه طول عمر مفید سازه حدود ۵۰ سال می باشد و سازه مورد نظر در سال ۱۳۵۲ ساخته شده است، احتمال تخریب آن وجود دارد. بنابراین باید برای مقاوم سازی سازه مورد نظر اقدامات لازم انجام پذیرد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

محاسبات نشان می دهد که بزرگترین گسل منطقه به طول 40 km است. نزدیکترین گسل به ساختگاه مورد نظر به طول 3km و با فاصله 9 km که شتاب 0.31g را در ساختگاه ایجاد میکند. دورترین گسل به ساختگاه به طول 12km و فاصله 48kکیلومتری می باشد که شتاب 0.1 را در ساختگاه ایجاد میکند.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

از شرکتهای مهندسین مشاور کپا ساحل،ژئوفراز پارسیان و گیل که نویسندگان را در انجام این مطالعه همراهی کردند تشکر و قدردانی میگردد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسی :

آقانباتی، ع.،۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
حسامی آذر،خ. و همکاران(۱۳۸۲): نقشه گسلهای فعال ایران، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Wells, D., and Coppersmit, K., 1994. *"Relationship between Surface rupture lengths, Maximum displacement, Rupture area, subsurface rupture width with Magnitude, of Iran"*, report No12 p.15-25.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

ارزیابی و محاسبه تنش ها و مقاومت کششی با استفاده از روش شکست هیدرولیکی

عرفان صادقی*، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس تهران
محمد رضا نیکودل، استادیار گروه زمین شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس تهران
بدیل پهلوان، دکترا زمین شناسی مهندسی، مدیرعامل شرکت گمانه‌کاو
Erfan.sadeghi@modares.ac.ir

چکیده :

امروزه به دلیل برداشت و مصرف زیاد منابع نفت و گاز، مخازن زیادی وجود دارند که به دلیل افت فشار و کاسته شدن از حجم ذخیره آن‌ها، امکانات کنونی قادر به استحصال بهینه از این منابع نمی‌باشد، به همین جهت روش‌های مختلفی جهت استخراج و استحصال حداکثر ذخیره به کار برده شده است. از جمله این روش‌ها که تا حد زیادی عملکرد رضایت بخشی داشته است روش شکست هیدرولیکی می-باشد. عوامل و پارامترهای مختلفی بر روی پیشروی شکست هیدرولیکی در داخل مخازن کاربرد دارند که از آن جمله می‌توان به ناپیوستگی‌های قرار گرفته در مسیر ترک، ویژگی‌های مکانیکی این ناپیوستگی‌ها و شرایط تنش‌های حاکم بر منطقه اشاره‌ای داشت. با استفاده از روش آزمایشگاهی شکست هیدرولیکی می‌توان مقاومت سنگ را در برابر سیال تزریق شده به دست آورد که می‌توان آن را به عنوان مقاومت کششی سنگ در نظر گرفت. با استفاده از این فاکتور و تنش های محیطی، روش صحرایی آزمایش شکست هیدرولیکی را می‌توان با کمترین هزینه و خطری انجام داد. با نتایج به دست آمده از آزمایشات انجام شده بر روی مخازن نفتی سریلانکا مشخص شد که مقاومت حاصل از نتایج صحرایی ۲/۹۵ با نتایج مقاومت آزمایشگاهی ۲/۸۸ همبستگی بسیارخوبی را نشان می‌دهد.

کلید واژه ها: شکست هیدرولیکی، مقاومت کششی سنگ، تنش محیطی

Abstract:

Evaluation and calculation of stresses and tensile strength using hydraulic fracturing method

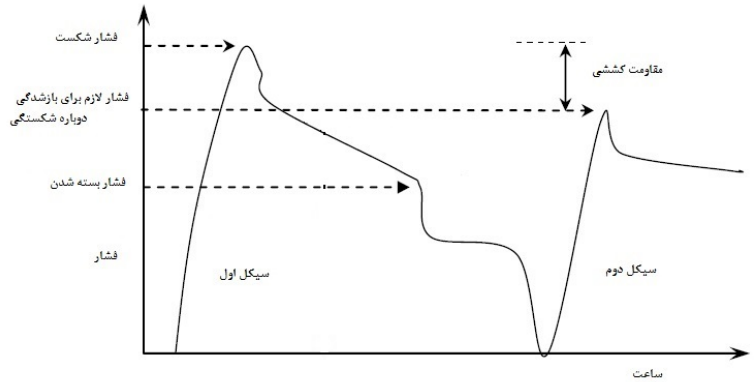
Recently, there are several reservoirs due to over extracting and consumption the sources of oil and gas which our equipments would not be able to optimum extracting from these reservoirs due to decreasing of pressure and reducing of their supply volume. Thus, variant methods are used for exploiting and extracting of maximum supply. Hydraulic fracturing technique is one of these methods which has remarkable function. Different agents and parameters influence on advancing hydraulic fracturing within reservoirs which discontinuities located in crack path, mechanical parameter in discontinuity and predominant condition stress in the region are some of these parameters. By using experimental method of hydraulic fracturing rock, strength against injected fluid can be achieved that can be considered as rock tensile strength. By using of this factor and far-field stress, field method of hydraulic fracturing tests can be carried out with minimum cost and danger. The results of experiments conducted on reservoirs of Sri Lanka became clear that strength obtained from field results is 2.95 has best regression with strength obtained from laboratory results that is 2.88.

Keywords :hydraulic fracturing, rock tensile strength, far-field stress

مقدمه :

پس از اثبات کارایی روش شکست هیدرولیکی به صورت صنعتی توسط شرکت هالیبرتون، این روش برای اولین بار در سال ۱۹٤۷ متداول شد و از آن زمان، تحقیقات و مطالعات زیادی جهت بهبود عملیات و کنترل آن روش انجام شده است. از سال ۱۹۷۰ به صورت بزرگ مقیاس این روش توسعه یافته است. پایین بودن نفوذپذیری سنگ مخزن محدودیتی طبیعی است که در جریان سیال وجود دارد به این معنی که سیال نمی‌تواند به سرعت در داخل مخازن به سمت چاه حرکت کند. روش‌های مختلفی برای انگیزش چاه (Well stimulation) وجود دارد که متداول‌ترین آن‌ها شامل تزریق اسید و انواع حلال‌ها(روش شیمیایی)، انفجار در ته چاه، روش شکافت حرارتی و شکست هیدرولیکی هستند که برای افزایش تراوایی در سازندهای کم‌تراوا استفاده می‌گردند. شکست هیدرولیکی از فرایندهای مهم و پرکاربردی است که امروزه در اکثر نقاط دنیا برای بهره‌برداری از منابع هیدروکربنی و دفن مواد خطرناک مورد استفاده قرار می-گیرد. شکست هیدرولیکی عبارت است از تحت فشار قرار دادن یک قسمت محصور گمانه توسط یک سیستم دوتایی از پکرها، بوسیله تزریق سیال تا اینکه شکستگی در دیواره گمانه شروع و گسترش یابد. این روش را معمولا برای تداوم مخازن مورد استفاده قرار می‌دهند که در آن‌ها سنگ مخزن متراکم بوده و منافذ سنگ تنگ یا مسدود شده باشند و در مقابل جریان نفت مقاومت کنند(Zoback et al, 1977). بواسطه هزینه زیادی که صرف انجام آن می‌گردد، قبل از انجام این فرایند باید مطالعات کافی صورت پذیرد تا از شکست خوردن احتمالی در مرحله اجرا جلوگیری به عمل آید.

از کاربردهای مهم روش شکست هیدرولیکی، علاوه بر استفاده در مخازن نفت، برای چشمه‌های آب گرم، بدست آوردن فشار بحرانی آب در تونل‌ها، اندازه‌گیری تنش‌های برجا، فعال سازی مجدد گسل‌ها در معدن کاری و افزایش تراوایی در زمان تزریق پرده آب‌بند سدها اشاره کرد. از مهم‌ترین پارامترهای که روی شکست هیدرولیکی تاثیر می‌گذارند تنش برجای محیط و مقاومت کششی سنگ‌ها می‌باشد.



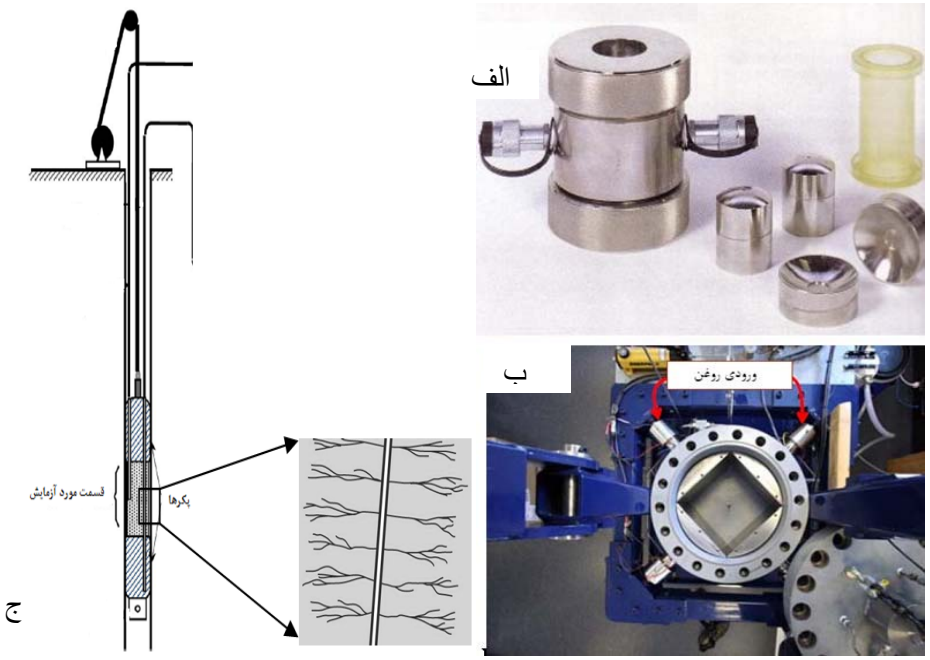
شکل ۱- منحنی تیپیک آزمایش شکست هیدرولیکی

◇◇◇◇◇◇◇

روش انجام آزمایش

در روش صحرایی قسمتی از گمانه که به عنوان مخزن نفت در نظر گرفته می‌شود حفر گشته و پس از انجام بررسی‌های لازم روی سازند مورد نظر، با محصور کردن قسمت مورد نظر توسط دو پکر در بالا و پایین، سیالی با ویسکوزیته کم به صورت پیش تزریق و به جهت ایجاد ترک و گسترش آن به داخل چاه با فشار تزریق می‌شود. پس از تزریق این سیال، سیال اصلی که ویسکوزیته آن به مراتب بیشتر از ویسکوزیته سیال پیش تزریق به همراه عناصر نگهدارنده به داخل چاه تزریق می‌شود. سیال اصلی باعث افزایش ترک و گسترش آن می‌شود . علاوه بر این، عناصر نگهدارنده موجود در آن از بسته شدن ترک جلوگیری می‌کنند. پس از تزریق تمامی سیالات و اتمام پمپاژ، مواد شکننده موجود در سیال، باعث کاهش ویسکوزیته می‌شود و به این وسیله کانالی با قابلیت هدایت هیدرولیکی بالا جهت جریان نفت باقی می ماند (Mack and Warpinski, 2000). در استفاده از روش شکست هیدرولیکی به طریق آزمایشگاهی، مقاومت سنگ از تزریق یک سیال با نرخ ثابت(معمولا کمتر از ml/s ۱) به درون گمانه‌ای که در مرکز نمونه مورد آزمایش ایجاد شده است بدست می‌آید. دستگاه مورد استفاده برای آزمایش، دستگاه سه محوری می‌باشد که با قرار دادن نمونه تحت فشار محصور کننده و افزودن نسبت بیشتری تنش

محوری(σ_1)، تنش‌ها بر روی نمونه ثابت نگه داشته می‌شوند سپس همزمان تزریق سیال با نرخ ثابت شروع می‌گردد و این روند تا رسیدن به حداکثر فشار شکست (Breakdown pressure) ادامه می‌یابد. بعد از آن تزریق سیال متوقف می‌گردد که به موجب آن قسمت پایین رونده گراف شکل می‌گیرد. این مراحل را به عنوان یک سیکل از آزمایش در نظر می‌گیرند. تکرار همین مراحل منجر به شکل گیری سیکل دوم می‌شود. از اختلاف گراف‌های ترسیم شده برای دو سیکل آزمایش پارامتر مقاومتی سنگ که آن را به عنوان مقاومت کششی سنگ در نظر می‌گیرند به دست می‌آید. دستگاه سه محوری مورد استفاده در این روش هوک سل (Hock cell) یا دستگاه سه محوری واقعی (True tri axial) می‌باشد.



شکل ۲- الف)دستگاه هوک سل (Hock cell)، ب)دستگاه سه محوری واقعی (True triaxial) و ج)نحوه نصب پکرها در روش شکست هیدرولیکی

◇◇◇◇◇◇◇

پارامترهای مهم در شکست هیدرولیکی

فشار شکست (*Breakdown pressure*): فشار شکست عبارت است از حداکثر فشار مورد نیاز برای غلبه بر مجموع تنش‌های وارده روی سنگ و مقاومت سنگ جهت ایجاد شکستگی و ترک در سنگ که این فشار توسط تزریق سیال به داخل سوراخ ایجاد شده در نمونه بدست می‌آید.

فشار بسته شدن (*Shut-in pressure*): مقدار فشاری است که بر اثر قطع و افت فشار سیال در نمونه بر اثر القای فشارهای محیطی و تنش‌های حاکم بر نمونه بدست می‌آید.
فشار لازم برای بازشدگی دوباره شکستگی (*Reopening fracture pressure*): با تزریق مجدد سیال در داخل سوراخ ایجاد شده در گمانه و ایجاد ترک جدید در دیواره سوراخ یا گمانه حفر شده بدست می‌آید که معمولا مقدار آن از حداکثر فشار بدست آمده در سیکل اول کمتر است.

◇◇◇◇◇◇◇

معادلات مورد استفاده

با استفاده از آزمایش شکست هیدرولیکی می‌توان دو فاکتور شرایط تنش برجای محیط (حاکم بر چاه) و مقاومت کششی را بدست آورد. با انجام آزمایش شکست هیدرولیکی و ترسیم نمودارهای بدست آمده که نمونه تیپیک آن در شکل ۱ نشان داده شد و همچنین با استفاده از پارامترهای فشار شکست، فشار لازم برای بازشدگی دوباره شکستگی، فشار بسته شدن و معادلات زیر می‌توان شرایط تنش‌های اصلی حاکم بر محیط، تنش‌های میدانی (Far-Field) و مقاومت کششی به دست آورد. از اختلاف پیک دو سیکل اول بر روی نمودار حاصل یعنی از اختلاف فشار شکست و فشار لازم برای بازشدگی دوباره شکستگی، مقاومت کششی قابل اندازه‌گیری می‌باشد. فشار ایجاد شده توسط تزریق سیال باید به حدی برسد که علاوه بر غلبه روی تنش‌های حاکم توانایی غلبه بر مقاومت سنگ مورد نظر که معمولا آن را به عنوان مقاومت کششی سنگ در نظر می‌گیرند داشته باشد.

بر اساس نمودار نشان داده شده در شکل ۱ و با فرض اینکه تنش قائم موثر σ_z و دو تنش موثر افقی σ_y و σ_x باشند به طوری که $\sigma_x \geq \sigma_y$ بر اساس تئوری الاستیسیته، پارامترهای آزمایش شکست هیدرولیکی عبارتند از (Jing, 2011):

$$P_c = 3\sigma_x - \sigma_y + T \qquad (۱)$$

$$P_r = 3\sigma_x - \sigma_y \qquad (۲)$$

با در نظر گرفتن نظر Cheung and Haimson(1989) و با در نظر گرفتن فشار سیال منفذی (P_o)، فشار شکست (P_c) و فشار لازم برای بازشدگی دوباره شکستگی(P_r) را می‌توان بر اساس روابط زیر بدست آورد:

$$P_c - P_o = T + 3(S_h - P_o) - (S_H - P_o) \qquad (۳)$$

اگر در سیکل اول مقاومت کششی را نادیده بگیریم:

$$P_r - P_o = 3(S_h - P_o) - (S_H - P_o) \qquad (٤)$$

در روش صحرایی شکست هیدرولیکی، علاوه بر مقاومت کششی می‌توان تنش‌های برجای محیط را بدست آورد. به همین منظور معادلات زیر جهت بدست آوردن این فاکتورها با استفاده از پارامترهای شکست هیدرولیکی معرفی گشته و کاربرد زیادی دارند. با در نظر تنش قائم (σ_v) و تنش افقی حداکثر (σ_H) و حداقل (σ_h)، می‌توان تنش قائم محیط را به طور مستقیم از فشار بسته شدن زمانی که شکاف-های ایجاد شده افقی می‌باشند به دست آورد(Haimson et al, 2003).

$$\sigma_v = P_s \qquad (۵)$$

اگر شکاف های ایجاد شده به صورت عمودی و نیمه عمودی (sub-vrtical) باشد تنش قائم محیط را از حاصل ضرب وزن واحد حجم روباره در عمق بدست می‌آید. تنش افقی حداقل نیز به طور مستقیم از فشار بسته شدن(P_s) بدست می‌آید.

$$\sigma_v = \gamma * D \qquad (٦)$$

$$\sigma_h = P_s \qquad (۷)$$

محاسبه حداکثر تنش افقی اصلی (σ_H) بر اساس معادله Kirsch برای تنش‌های اطراف گمانه‌ای مدور در مواد الاستیک خطی به صورت زیر بدست می‌آید (Haimson, 1978).

$$\sigma_H = T_{hf} + 3\sigma_h - P_c - P_o \qquad (۸)$$

T_{hf}= مقاومت کششی شکست هیدرولیکی P_c=فشار شکست P_o= فشار سیال منفذی

فشار لازم برای باز کردن مجدد شکاف برابر است با : $P_r = P_o - T_{hf}$ (۹)

پس از شکست گمانه و صفر شدن مقاومت کششی، حداکثر تنش افقی از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$\sigma_H = 3\sigma_h - P_r - P_o \qquad (۱۰)$$

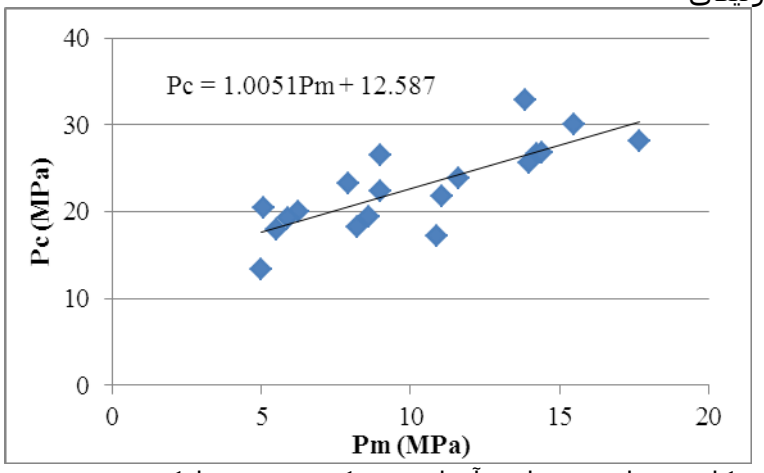
◇◇◇◇◇◇◇

اندازه‌گیری تنش‌ها و مقاومت کششی

مقاومت کششی به اضافه تنش‌های محیطی، فاکتورهای مقاوم در برابر ایجاد شکاف و شکست سنگ مخزن می‌باشند. مقاومت کششی سنگ که یکی از فاکتورهای مقاومت در برابر فشار سیال تزریقی و گسیختگی دیواره گمانه (چاه) می‌باشد، را می‌توان با ترسیم نمودارهای بر اساس فشار شکست (P_c) و تنش افقی (σ_3)، بدست آورد. بر اساس تئوری حال حاضر شکست هیدرولیکی برای اندازه گیری تنش‌ها، فشار شکست زمانی اتفاق می‌افتد که تنش موثر حداقل روی دیواره یک چاه به مقاومت کششی سنگ برسد. حداقل تنش موثر روی دیوار چاه به طور تقریبی برابر است با $3\sigma_h - \sigma_{hmax}$ (Guo et al, 1993). نتایج آزمایشاتی که در سریلانکا بر روی مخازنی با جنس مرمر و گنیس انجام گردیده است ذکر شده و مقاومت کششی از هر دو روش آزمایشگاهی و صحرایی بدست آمده است.

جدول ۱- نتایج آزمایشگاهی شکست هیدرولیکی

Depth(m)	P_c(Mpa)	P_r(Mpa)	T_{hf}
199	6.7	5.32	1.38
218	13.8	10	3.8
269	11.8	7.4	4.4
290	7.75	5.6	2.15
412.2	13.25	11	2.25
619	11.3	7.5	3.8
657	12.76	9.6	3.16
674	12.4	10.2	2.2
687.9	14.2	11.8	2.4
698	12.3	10	2.3
710	17.9	14	3.9
Mean			2.88



شکل ۳- نتایج صحرایی آزمایش شکست هیدرولیکی

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج و بحث

مطابق جدول ۱ مقاومت کششی برجای هیدرولیکی (T_{hf}) ۲/۸۸ مگاپاسکال بدست آمده است و با توجه به شکل ۳ مقاومت کششی آزمایشگاهی ۱۲/۵۸ مگاپاسکال محاسبه گردیده که اختلاف این دو بر اساس رابطه مکانیک شکست Rummel (1987) قابل شرح می‌باشد. این رابطه ($T_{hf}= T_{hf}(r/R)^{1/2}$) ارتباط بین شعاع متفاوت گمانه صحرایی و سوراخ ایجاد شده در نمونه آزمایشگاهی و مقاومت کششی را برقرار می‌کند. با توجه به این که شعاع گمانه صحرایی ۳۸ mm و شعاع سوراخ نمونه ۲/۱mm مقدار مقاومت کششی ۲/۹۵ بدست می‌آید که با میانگین به دست آمده از نتایج آزمایشگاهی شکست هیدرولیکی ۲/۸۸ همبستگی بسیار خوبی دارد.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Cheung, L.S., Haimson, B.C., 1989. Laboratory study of hydraulic fracturing pressure data-how valid is their conventional interpretation?, journal of rock mechanics and mining sciences & geomechanic, 6, pp. 595-604.

Haimson, B.C., 1978. The hydrofracturing stress measuring method and recent field results. Int J Rock Mech Min Sci Geomech Abstr, 15, pp:167–78.

Haimson, B.C., Lee, M.Y., Song, I., 2003. Shallowhydraulic fracturing measurements in Korea support tectonic and seismic indicators of regional stress, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, 40, pp. 1243–1256.

Jing, X., 2011. An experimental method on hydraulic fracturing of coalbed reservoir, 2011 Xi an international conference on fine geological exploration and groundwater & gas hazards control in coal mines, 3, pp. 422-428.

Mack, M.G., Warpinski N.R., 2000. Reservoir Stimulation, Chapter 6, Mechanics of Hydraulic Fracturing, p.807

Rummel, f., 1987. Fracture mechanics approach to hydraulic fracturing stress measurments in fracture mechanics of rock (ed. Atkinson), Acad. Press London, 217-239.

Zoback, M.D., Rummel, F., Jung, R., Raleigh, C.B., 1977. Laboratory Hydraulic Fracturing Experimental in Intact and Pre-fractured Rock, journal of rock mechanics and mining sciences, 14, pp. 49-58.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

افت سطح آب زیرزمینی و شواهد نشست زمین در دشت خرم آباد

حجت اله میرزاوند، کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال
ایمان انتظام سلطانی، دکتری زمین شناسی مهندسی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
سید محمد حسین میرزینعلی یزدی، دکتری زمین شناسی، هیئت علمی دانشگاه مالک اشتر
احد اله فاضلی اولادی، کارشناس ارشد زمین شناسی، مدیر سازمان زمین شناسی و اکتشافات مرکز لرستان
محمد رحمتی، کارشناس ارشد زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

چکیده :

دشت خرم آباد به دلیل اهمیت استراتژیك و نزدیک بودن دشت به مرکز استان لرستان از مهمترین دشت های کشور می باشد. رشد سریع جمعیت همراه با توسعه کشاورزی در دهه های اخیر سبب برداشت بی رویه و فشار بر منابع آبی این دشت گردیده است. استفاده بی رویه از منابع آب زیرزمینی و عدم تغذیه مناسب آبخوان دشت باعث افت تراز سطح آب از سال ۱۳۷۵ تا کنون شده است. به دلیل افزایش روز افزون حفر چاه های مجاز و غیر مجاز جهت توسعه طرح های کشاورزی، شاهد افزایش سیر نزولی تراز سطح آبخوان در دشت بوده ایم.

با جمع بندی شواهد موجود در دشت درخصوص بروز پدیده فرونشست و چاه های برداشتی که روزانه میزان تخلیه چشمگیری از سفره را دارند، در کنار تهیه نقشه سطح آب زیر زميني ، تغییرات آن در سالهاي مختلف و جهت جریان حرکت آب زیر زميني، مشاهده شده در نقاطی که افت سطح آبخوان وزن بیشتری را به خود اختصاص داده شواهد و نشانه های بیشتری از پدیده فرونشست نیز مشاهده گردیده است. در مرکز، شمال غرب و غرب و قسمت شمالی دشت (بیمارستان تامین اجتمائی) افت سطح آب زیرزمینی ترک ها و شکاف هایی را در سطح زمین و ساختمان ها ایجاد کرده است. تمامي اين شواهد پتانسيل بالا وقوع فرونشست زمين در اين ناحيه را، علارغم ميان كوهي بودن اين دشت نشان مي دهند.

کلید واژه ها: نشست زمین، افت سطح آب، دشت خرم آباد

water table level and evidence of the Land subsidence in Khorramabad Plain

Hojat o. Mirzavand

Abstract:

The khoram-Abad plain for its location and close distance to capital of province is one of the important plain of country. Growth in population and agriculture activities put a lot of pressure on groundwater system in the area. Over exploitation of groundwater sources and lack of any proper artificial recharge program, have caused draw down of water table in the area since 1996 till present. Increasing in number of wells, which have been established in recent years, caused even more falling of the groundwater level in the area.

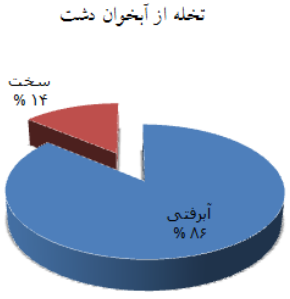
With review of evidences from plain about subsidence occurrences (mainly cracks and separation) and data collection from observation wells, beside determining the extent and position of groundwater system and its flow direction, some evidence of subsidence have been found specially in parts with the most decrease in water table level.

These places include Center, North West parts and some section in Northern part of Plain (near Tamin-Ejtemei Hospital). The occurrence of fissure and cracks in buildings, also have been observed in these parts. All these may be evidences of a regional subsidence in this inter mountain plain.

Keywords: Land subsidence, water table level, khoram-Abad plain

مقدمه:

یکی از مشکلات مهم در ارتباط با برداشت بی رویه آب از سفره های آب زیرزمینی افت سطح آب و متراکم شدن لایه های و رسوبات است. این پدیده باعث نشست سطح زمین به صورت ناگهانی (در سفره های ماسه ای) و یا بطور تدریجی (در سفره های رسی) می گردد. این امر به صورت بالقوه می تواند باعث مشکلاتی مانند ایجاد درزه و شکاف در سطح زمین، تخریب ابنیه و رشد لوله چاه ها،تغییر شیب رودخانه ها و جاده ها، ریزش جداره چاه ها تغییر شیب زمین و افزایش سیل خیزی منطقه گردد (لشکر۱۳۸۴).
پدیده نشست معمولا بلافاصله با خروج سیال رخ نمی دهد بلکه در زمان طولانی تر، از برداشت اتفاق می افتد (Scott, 1979). مقدار نشست زمین برای هر ده متر افت سطح آب بین ۱ تا ۵۰ سانتیمتر متغیر است که دامنه این تغییرات به ضخامت و تراکم پذیری لایه ها، طول زمان بارگذاری، درجه و نوع استرس بستگی دارد (Lofgren, 1969).
در دشت هایی که به علت افت سطح آب زمین نشست می کنند معمولا در حاشیه دشت شکاف های طولی در امتداد سراشیبی های تند که در مجاور ارتفاعات محدود کننده حوضه آبریز قرار دارند به وجود می آید. این سراشیبی های تند میتوانند سطوح گسلی قديمي مخفی باشند که در حال حاضر به وسیله رسوبات پوشیده شده اند (Schaumann & Poland, 1969) و یا در نتیجه تغییرات توپوگرافي سنگ بستر باشند. این شکاف های کششی در رابطه با افزایش خطی پدیده نشست از حاشیه ارتفاعات به سمت مرکز دشت مي توانند گسترش یابند (Hermen, 1978) (شمشكي و انتظام، ۱۳۸۴) .
گزارشات متعددی از نشست زمین خصوصا از نقاط خشک و کم باران از سراسر جهان ارائه گردیده است (Hua et al., 1993, Bell & de Brugn, 1999, Larson et al., 2001, Stiros, 2001). به عنوان مثال شهر لس بانوس- کتلمن (Los Banos Kettleman City) در دره سن ژوآکوین (Valley San Joaquin) در کالیفرنیای آمریکا قرار دارد. این منطقه از مهمترین مناطق کشاورزی جهان بحساب می آید. نشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی خسارات زیادی را به این منطقه وارد نموده است. بطوریکه حتی در یک نقطه مقدار نشست ۸/۸ متر تا سال ۱۹۶۹ گزارش گردیده (Poland,1981). پس از انتقال آب سطحی از حوضه های مجاور به این منطقه تقاضا برای آب های زیرزمینی کاهش یافت. این امر سبب گردید تا حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد از میزان نشست زمین کاسته شود. اما در خشکسالی های سال های ۱۹۷۶ تا ۱۹۷۷ و ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۴ بدلیل برداشت زیاد دوباره از آب های زیرزمینی منطقه میزان نشست در این سال ها افزایش یافت و به میزان قبل از پایان دهه ۱۹۶۰ رسید (Larson et al., 2001).
در مقیاس جهانی خطر نشست ناشی از افت سطح آب در سال های بین ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ که زمان رشد شهر نشینی و صنعتی شدن است به اوج خود رسید (Waltham, 1989). نشست در توکیو و اوزاکا در گذشته ۲۰ سانتیمتر در سال و در نیاگاتا ۵۰ سانتیمتر در سال گزارش شده است (رحمانیان ۱۳۶۵).
نشست زمین در برخی از استان های ایران خصوصا در سال های اخیر همراه با افت سطح آب های زیرزمینی در تعدادی از آبخوان ها گزارش گردیده است (رحمانیان، ۱۳۶۵؛ عباس نژاد، ۱۳۷۷؛ فاطمی عقدا و همکاران، ۱۳۸۰؛ رهنما راد و فیروزان، ۱۳۸۱؛ عالمی، ۱۳۸۱؛ لشکر پور و همکاران ۱۳۸۱؛ لشکرپور و همکاران ۱۳۸۲). از مهمترین نمونه های نشست می توان به نشست در برخی دشت های استان کرمان اشاره نمود. به عنوان مثال در سال های اخیر به ازای هر ده متر افت سطح آب زیرزمینی رفسنجان ۴۲ سانتیمتر و در منطقه سیرجان ۲۷ سانتیمتر نشست گزارش شده است (گروه مطالعات آبهای زیرزمینی شرکت سهامی آب منطقه ای کرمان ۱۳۸۱). در اثر بهره برداری های بی رویه و غیر مجاز ازمنابع آب زیرزمینی دشت مشهد سطح آب زیرزمینی بتدریج پایین رفته و با کسری مخزن مواجه شده است؛ بطوری که از سال ۱۳۷۴ به بعد وزارت نیرو این محدوده را جزء دشت های ممنوعه اعلام نموده است.
دشت خرم آباد یکی از مهمترین دشت های استان لرستان یکی از دشت هایی است که در اثر بهره برداری های بی رویه و حفر چاه های غیر مجاز، سطح آب های زیرزمینی بتدریج پایین رفته که موجب شده بیلان آبخوان با عدد منفی مواجه شود؛ که به پیرو این افت سطح آبخوان با مقوله رخداد پدیده فرونشست زمین مواجه شده است. در دشت خرم‌آباد برداشت از مخازن آبرفتي برابر با ۳۸/۷۵ میلیون‌مترمکعب و سازند آهکی در ارتفاعات حوزه دشت خرم‌آباد برابر با ۶/۲۰ میلیون‌مترمکعب در سال ۹۰بوده است (سازمان آب منطقه ای استان لرستان) (شکل ۱).

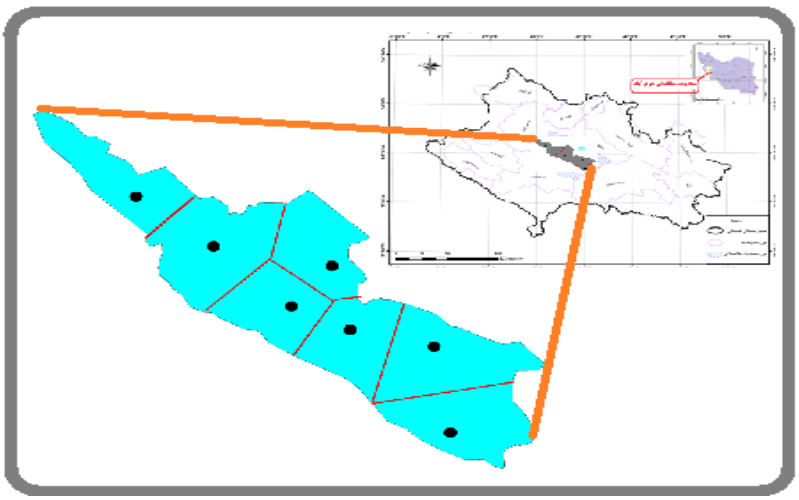


شکل ۱- نمودار درصد برداشت از آبخوان آبرفتی و کارستی
در دشت خرم آباد، (سال ۱۳۹۰ سازمان آب منطقه ای)

◇◇◇◇◇◇◇

موقعیت منطقه:

دشت خرم آباد به تبعیت ازامتداد دشتهای زون زاگرس یک دشت میانکوهی طولی بامساحت حدود ۱۴۴Km^2 می باشد. دشت خرم آباد در زون ۳۹ مختصات جغرافیایی X: 250442 و Y: 3701991 واقع شده است. دشت از طریق جاده آسفالته خرمآباد- بروجرد، خرمآباد - پل‌دختر، خرمآباد - چگنی و خرم آباد- نورآباد به مراکز شهرستان هاي مجاور ارتباط دارد (شکل ۲).



شکل ۲- محدوده موقعیت محدوده مطالعاتي در استان لرستان

◇◇◇◇◇◇◇

زمین شناسی منطقه ای:

دشت مورد مطالعه بخشی از واحد ساختمانی زاگرس می‌باشد که قدیمی ترین واحد سنگی موجود در این قسمت مربوط به دوران کرتاسه می‌باشد؛ دشت خرم آباد با آبرفت های کواترنر پوشیده شده است. رسوبات آبرفتی کواترنر ایران دارای بافت سست و فرسایش پذیر هستند. این سازند کوهزایی را تحمل نکرده، بنابراین لایه های آن افقی و سست هستند. رسوبات دوران چهارم این ناحیه رسوباتي است که اکثراً در اثر فرسایش ارتفاعات دیده مي شود.

منشاء رسوبات دوران چهارم دشت خرم آباد به صورت ذیل تقسیم می شود (شرکت بانی آب باهه، ۱۳۸۲):

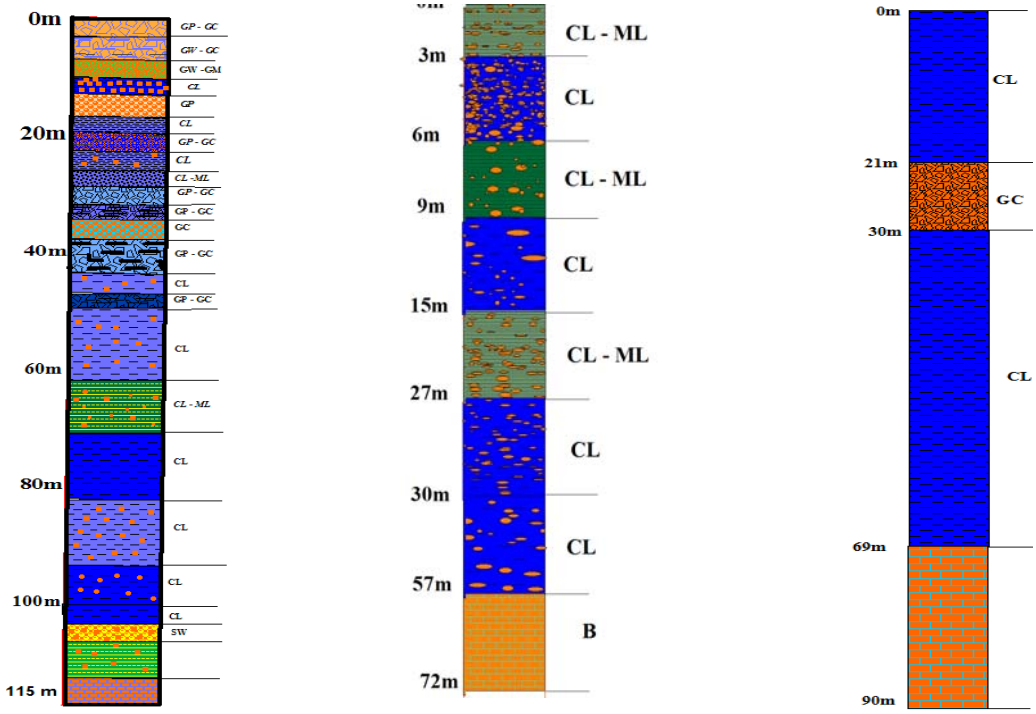
۱- آبرفتهاي قديمي (Qt1)؛ ضخیمترین لایه آبرفت منطقه مي باشد و به صورت مخروط افکنه است
۲- آبرفتهاي جديد و دامنه اي (Qt2)؛ در منطقه به صورت مخلوطي از قلوه سنگ، قطعات آهك، ماسه، رس و مواد راديولاريتي و عناصر تبخيري كه ضخامت اين آبرفت ها زياد نبوده.
۳- واریزه هاي دامنه اي و مخروط افکنه (QSC)؛ در جنوب و جنوب شرق مشاهده مي شوند
۴- تراسها و آبرفتهاي رودخانه اي (al)؛ رسوبات بستر و اطراف رودخانه هاي خرم آباد، آبستان، کاکاشرف، راتشکیل مي دهد. (موسسه آ ب شناسی ایران، ۱۳۴۷).

مطالعه و بررسی تشکیلات زمین شناسی منطقه حاکی از آن است که بیش از ۷۰ درصد جنس تشکیلات منطقه آهکی می باشد و وجود تشکیلات رسی- مارنی ریزدانه کشکان که قلمرو آن مرز جنوبی دشت مورد مطالعه است، یکی از دلایل برای بررسی پدیده فرونشست در این منطقه را تشکیل می دهد و آبرفت منطقه نیز حاصل از همین تشکیلات هایی است که در منطقه رخنمون دارند.

◇◇◇◇◇◇◇

مطالعات تحت العرض آبرفت دشت:

مطالعات ژئوفيزيكي دشت كه به روش ژئوالكتريك انجام شده حداكثر ضخامت آبرفت را ۲۵۰ متر نشان می دهد که بطور میانگین ضخامت آبرفت ۱۰۰متر اعلام شده است. با تطبیق لاگ های به دست آمده از چاه های حفر شده و داده های ژئوالکتریکی آبرفت دشت خرم آباد نشان مي دهد لایه های تشکیل دهنده آبرفت دشت خرم آباد از شن - ماسه و سیلت و رس تشکیل شده است؛ لایه بندی آبرفت دشت خرم آباد بیشتر از رسوبات ریزدانه (سیلت و رس ادخال دار) تشکیل شده است (شکل ۳).



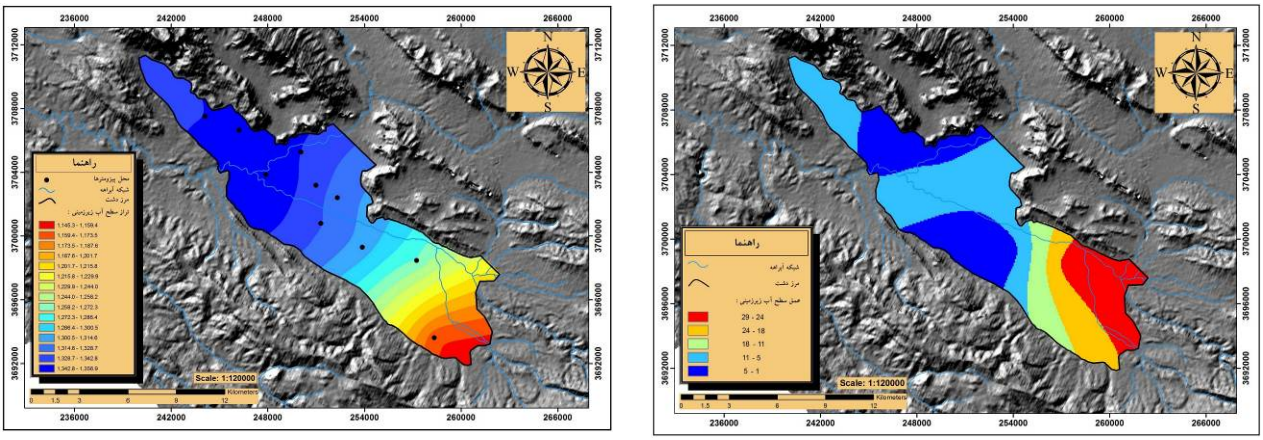
چاه شماره (۲) ۴۸ **چاه شماره ۳۸** **چاه شماره ۲۰**

شکل ۳- مقاطع استرگرافی چاه های حفر شده در آبرفت آبخوان دشت خرم آباد

◇◇◇◇◇◇◇

وضعیت هیدرولیکی و افت سطح آبخوان دشت:

جریان آب زیرزمینی از شیب سنگ کف آبخوان و هم جهت جریان سطحی (جریان ثقلی) تبعیت می کند. برهمین اساس جهت جریان آب زیرزمینی در دشت خرم آباد از حاشیه های دشت به سمت خروجی که در مرز جنوب غرب دشت می باشد (شکل ۴).



آبان ماه اردیبهشت ماه

شکل ۴- نقشه جهت جریان دوماه تر و خشک در دشت خرم آباد

ضخامت لایه آبدار در محدوده دشت خرم آباد متغییر بوده و دامنه تغییرات از ۲۵۰ متر در مرکز دشت تا اعماق کم در حاشیه های دشت تغییر می کند. تعداد چاه های موجود در دشت ۵۰۰ حلقه می باشد، که بیانگر تخلیه آب آبخوان توسط چاه های برداشتی است. (شرکت آب منطقه ای لرستان ۱۳۹۰).

۱- چاههاي اكتشافي و مشاهده‌اي (پيزومتر)

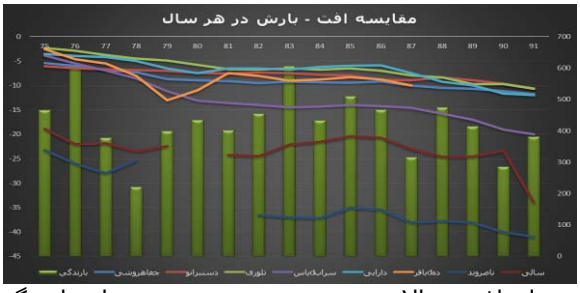
در سال ۱۳۷۴ تعداد ۱۶ حلقه پيزومتر در دشت خرم‌آباد حفاري شد. با توجه به عدم اندازه‌گيري سطح آب و يا خشک شدن برخي از اين چاه‌ها، تعداد اين چاه ها کاهش و در سال ۸۹-۱۳۸۸ به ۱۰ حلقه و نهايتا در سال ۱۳۹۲ به ۷ حلقه رسيد.

براساس موقعيت پيزومترها که داراي اطلاعات شبکه تيسن در طي دوره آماري ۷۵- ۷۴ تا ۹۰-۸۹ ترسيم گرديد و ميزان اختلاف افت هر پيزومتر در طول اين چند سال ترسيم شده است.

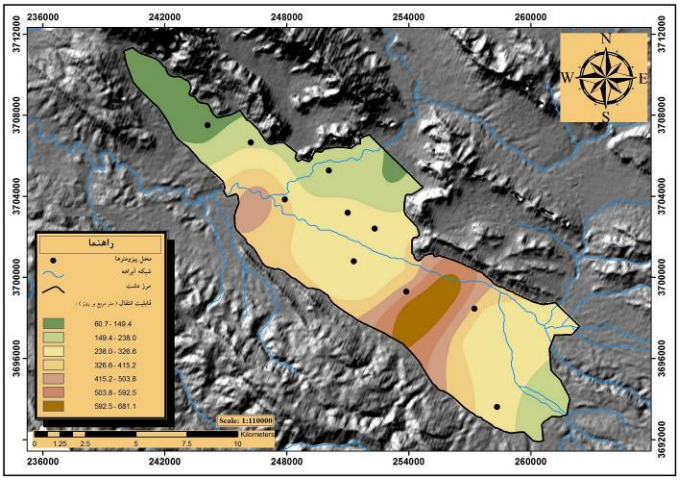
در بازه زمانی ۱۵ ساله (از سال ۹۰ - ۷۵) افت سطح آب زیرزمینی دشت خرم آباد روند افزایشی داشته، بطور میانگین افت سالانه ۰/۵۲ متر محاسبه شده؛ و در طی این چند سال حداقل و حداکثر افت سطح ایستابی در نقاط مختلف دشت بین ۶ تا ۲۰ متر افت داشته است. در شکل ۴ نمودار تطابق میزان افت سالانه سطح ایستابی هرپیزومتر نسبت به میزان بارندگی سالانه ثبت شده در دشت خرم آباد می باشد.

مقدار متوسط ضریب قابلیت انتقال با استفاده از نقشه قابلیت انتقال آبخوان محاسبه شد. بر اساس محاسبات انجام شده در مقدار حجم ورودي از مقطع جنوب شرقي ۵/۵۸، شمال شرق ۲/۹۲ و مقاطع کوچک جنوبي ۳/۵۰ ميليون متر مکعب برآورد شده است.

مقدار ضریب ذخیره در محدوده مطالعاتی دشت خرم آباد بین ۰,۴۱ تا ۴ درصد در نوسان است (مهندسی مشاورسنگاب زاگرس؛ ۱۳۹۰)؛ که با استفاده از محاسبات میانگین هندسی ضریب ذخیره زون های مختلف موجود در دشت ضریب ذخیره آبخوان دشت خرم آباد بطور متوسط ۱,۰۲ درصد می باشد (شکل ۵).



شکل *5*- نمودار تطابق میزان افت سالانه هر پیزومتر نسبت به میزان بارندگی سالانه (۷۵ – ۱۳۹۰)

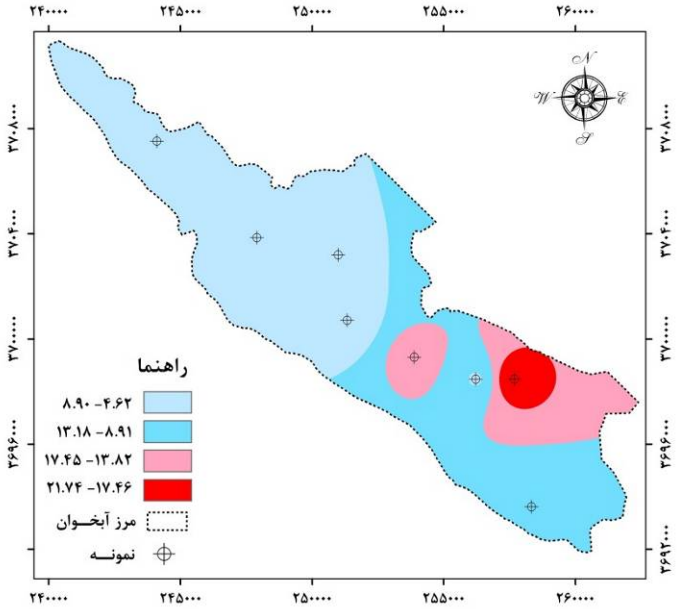


شکل ۵- نقشه خطوط هم قابليت انتقال در محدوده مطالعاتي

۲- افت سطح آب زیرزمینی

تغييرات عمق سطح آب زيرزميني يا به عبارتی افت سطح آبخوان را مي توان به عنوان شاهدی بر وجود پتانسيل نشست در دشت خرم آباد دانست. طيف تغييرات افت آبخوان دشت خرم آباد در غرب دشت با کمترين ميزان افت به سمت شرق دشت با بيشترين ميزان افت افزايش می يابد.

در حد فاصل سالهای ۹۰ – ۱۳۷۵ تغييرات افت سطح آبخوان در بيشتر نقاط دشت ديده می شود بيشترين محدوده افت در قسمت شرقی و شمال شرقی دشت و کمترين افت در قسمت غربی دشت رخ داده است (شکل ۵). بر اساس اطلاعات نوسانات سطح آب، نمودار تغييرات تراز آب سفره و نقشه تراز آب زيرزميني ترسيم گرديد. مطابق هيدروگراف ترسيمي، در اين قسمت آبخوان آبرفتي تراز سطح آب کاهش يافته و افتي معادل ۵۲ سانتيمتر در سال صورت گرفته است (شکل ۶).



شکل ۶- نقشه افت سطح آبخوان دشت خرم آباد حد واسط سال های ۷۵ – ۱۳۹۰

◇◇◇◇◇◇◇

نشست زمین در دشت خرم آباد:

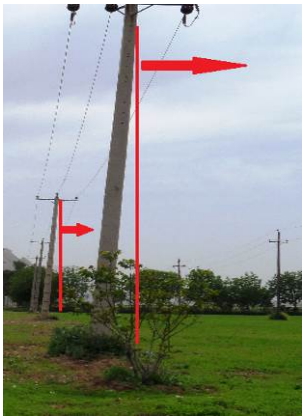
این دشت از جمله دشت هایی است که بر اثر افت شدید سطح آب زیرزمینی با بروز پدیده فرونشست زمین مواجه شده که با اشکال مختلفی خود را در سطح دشت نشان میدهد که به شرح ذیل به آنها اشاره می شود:

- بروز شکافهای سطحی در زمین بطول بیش از ۶۰۰متر در راستای طولی دشت با همپوشانی بالا
- بروز ترک و شکاف در دیوار ی ساختمان ها و سازه های عمرانی ازقبیل شهرک های صنعتی و جاده ها
- تخریب، رشد لوله و کورشدن لوله در چاه های برداشتی
- کج شدگی در تیرهای حمال انتقال کابل برق هم مرکز در نقطه ی ثقلی به شکل ۷
- رشد لوله جدار در چاه های موجود در دشت

که در تصاویر شکل ۷ نشان داده شده است

الف) چاه برداشتی کور شده (ماسور مرکز دشت)

ب) چاه بیمارستان تامین اجتماعی شمال مرکزی دشت



پ) تیرهای حمال کابل برق و تعیین جهت کج شدگی

ج) شکاف های کششی (شمال غربی دشت پتروشیمی)

ح) ترک های به وجود آمده در دیواره ساختمان های اطراف چاه های برداشتی (مرکز دشت روستای ماسور)

د) شکاف های کششی موجود در مزعه گندم مرکز دشت(چاه های پارسیلون، ماسور دید به شرق)

شکل ۷- رشد لوله چاه، کج شدگی تیرهای برق، ترک و شکاف های ایجاد شده در ساختمان ها وسطح دشت بر اثر افت سطح آبخوان

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری:

یکی از دلایل نشست و ترک خوردگی زمین مربوط به عکس العمل طبیعی آن در مقابل بهره برداری بیش از اندازه از منابع آبهای زیرزمینی و افزایش تنش موثر آبخوان در اثر کاهش فشار منفذی آبخوان است. این پدیده به عوامل متعددی از جمله مشخصات و شرایط منطقه بهره برداری که گاهی کاملا پیچیده است وابسته می باشد.

در محدوده دشت خرم آباد در نیمه شرقی دشت بیشینه افت به میزان ۲۱ متر و در نیمه غربی دشت با کمینه ۷ متر در طول ۱۵ سال آمار برداری سبب نشست زمین در این محدوده گردیده است.

برای جلوگیری از افت سطح آبهای زیرزمینی و نشست ناشی از آن در دشت، مدیریت برداشت از آبخوان از الزامات مهم است و استفاده از الگوهای کشت مناسب ضروری است. از دیگر راهکارهای جلوگیری از افزایش رخداد افت سطح تراز آبخوان و به تبع نشست زمین استفاده از تغذیه مصنوعی آبخوان با نزولات جوی را که به صورت روان آب از دشت خارج می شوند را مي توان نام برد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع:

۱. شمشكي ا.، انتظام ، ا. ۱۳۸۴، سازوكار و علل تشكيل شكافهاي زمين در منطقه معين آباد ورامين، چهارمين همايش زمين شناسي مهندسي و زيست محيطي ايران

۲. طاحونی، ش. ۱۳۹۰، اصول مهندسی ژئوتکنیک (جلد اول) مکانیک خاک ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۳- لشکری پور، غ. ۱۳۸۶ ، نشست زمین در اثر افت سطح آبهاي زيرزميني در دشت نيشابور پنجمين همايش زمين شناسي مهندسي و محيط زيست ايران

۴- مطالعات ژئوتکنیک دشت خرم آباد، ۱۳۹۰، شرکت مشاور موج گستر کرج به سفارش شرکت آب منطقه ای استان لرستان

۵- میرزاوند، ح. ۱۳۹۲، پتانسیل سنجی وپهنه بندی فرونشست دشت خرم اباد در غالب مدل اماری AHP ، تز کارشناسي ارشد زمين شناسي مهندسي، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۶- میراوند، ح. ۱۳۹۲ پتانسیل سنجی فرونشست زمین با استفاده از داده های ژئوالکتریک در آبخوانهای آبرفتی (مطالعه موردی دشت خرم آباد) ، هفتمین همایش ملی تخصصی زمین شناسی دانشگاه پیام نور

6- Gambolati G. , Finite element analysis of land subsidence above depleted reservoirs with pore pressure gradient and total stress formulations, International Jouranl For Numerical and Analytical Methods in Geomechanics

◇◇◇◇◇◇◇

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

اندرکنش زمین لغزش های جناحین سد گرمی چای میانه

۱- حجت اله کریمی منفرد، کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، فارغ التحصیل دانشگاه آزاد اهر، کارشناس زمین شناسی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی شمال غرب، ۰۹۱٤۳۰٦٦۰۳۷ ، karimi@gsi.ir، karimimonfared@yahoo.com
۲- فیروز برادر رضی زاده، دکترای زمین شناسی مهندسی(استاد راهنما) ، گروه زمین شناسی ، دانشگاه آزاد اسلامی ، اهر ۰۰۰۹۱٤۱۱٥۸۹۰۲، fbrazizadeh@yahoo.com
۳- ایمان انتظام سلطانی، دکتری زمین شناسی کاربردی (استاد مشاور)، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۰۹۱۲۲۰٦۷۹۴۱،entezam44@yahoo.com

چکیده :

ریخت شناسی ساختگاه سد نشانگر پویایی و لرزه زمین ساخت فعال منطقه را حکایت می کند که وجود ساختار های خطی و قطع شدگی و راندگی واحدهای جوان منطقه موید این موضوع است. وقوع زمین لغزش های متعدد در منطقه و دامنه های مشرف به مخزن سد و ترک های کششی موجود، دال بر فعال بودن این زمین لغزش ها می باشد. زمین لغزش در دامنه شمالی ارتفاعات چهل نور(جناح چپ سد) مجموعه ای مرکب از زمین لغزش های متعدد و بزرگ است که در محل پنجه وجبهه خود حدود ٥ کیلومتر از رودخانه گرمه چای شمالی را در بر گرفته و تحت تاثیر قرار داده است، و پرتگاه اصلی آن (قله های چهل نور) حدود ۲۰۰ متر افتادگی در دامنه شمال غربی این کوه ها را نشان می دهد. جناح راست سد در خود تاریخچه ای از زمین لغزش از سوی دامنه کوههای چهل نور و دامنه کوههای بزقوش(سونگون آباد-سوین) را ثبت کرده است، و پنجه زمین لغزش سونقورآباد- سوین تکیه گاه و جناح راست، سد در حال احداث گرمه چای خواهد بود، و در این دیواره راست دره رودخانه شواهدی از روی هم قرار گیری پنجه های دو زمین لغزش مشاهده می شود.بر همزدن تعادل نیروهای عمل کننده در منطقه به افزایش سرعت و نرخ حرکتی اینها خواهد افزود و می تواند عواقب بسیار خطرناکی برای منطقه تولید کنند. سد گرمی چای در این محل در حال ساخت می باشد و با توجه به حجم و گنجایش سد در صورت آبگیری می تواند زمین لغزش های قدیمی منطقه که در تکیه گاه چپ و راست سد و مشرف به مخزن را فعال نمایند که می بایست تجزیه و تحلیل کافی و داده های مناسب و لازم از ابعاد زمین لغزش های منطقه و زون های گسیخته و ضخامت مواد سنگی و خاکی انباشته در پاشنه را بررسی نمود

کلید واژه ها: (تکیه گاه ، سدگرمی چای ،گسل گرمی چای ، زمین لغزش)

Abstract:

The Morphology of Garmy Chay Dam site point out to dynamicity and active tectonic of the area, also the liniments and disturbed ,thrust geological unites are the proofs to this conclusion. Occurrence of many landslides in the area, adjacent to dam site, with the tension cracks evidence show the instability nature of the slopes in this part. Compound landslide at the NW slope of the Chehelnoor mountain (left abutment of the Garmi chay dam site) Consist of several, large deep-seated landslides which extended from Chehelnoor peak downward across the germi chay river. A length of 5 Km of the Germichay river channel deformed by the toe of the landslide. The downward displacement of the main crown scarp, at the NW face of the mount Chehelnoor, is of about 200 meter. the large and deep- seated Germichay landslide may extended more than hade red meters in depth including altered crystalline bedrock. The opposite side of the river valley which contains right abutment of the dam construction site, recorded a complex history of superimposition of multiple landslides. Toe of the younger songurabad – sevin landslide superoosed on the frontal thrusts of the relatively elder Chehelnoor landslide. With taking notice that, Garmy chay Dam construction work is on progress and in near future water will store in Dam site, consequently we may witness further instability in left and right sides, and adjacent area of Dam. In this regard a detailed study on factors that can have effect on instability of slopes in dam area, such as study of rupture zone, thickness and nature of soil and weathered rock zones should be done to avoid casualty

Keyword: Abutment, GermyChay Dam, GermyChay Fault, Landslide.

مقدمه :

شناخت مخاطرات ناشی از ناپایدار ی شیب ها و حرکات توده ای زمین و اجتناب از مخاطرات آن همواره مدنظر محققان و مهندسان علوم زمین بوده است. فرایند وقوع زمین لغزشها بسیار پیچیده بوده و عوامل مختلفی در رخداد آنها نقش دارند، از این رو پیش بینی وقوع زمین لغزشها نیز مشکل است. هر نوع زمین لغزش از قبل موجود که ممکن است بر پی یا تکیه گاه سد تاثیر بگذارد، باید مورد بررسی دقیق قرار گیرد. اگر زمین لغزشی در پی یا تکیه گاه سدی شناسایی شود، معمولا" رسوبات آن از ساختگاه سد بر طرف شده و یا طی رویه برداری از پی و تکیه گاه سد، برداشت می شود، یا در صورت عدم پایداری از ساخت سد در آن محل جلوگیری به عمل می آید. ادر بعضی موارد به دلیل مقبولیت اقتصادی و یا عدم مطالعه دقیق سدها بر زمین لغزش های شناخته شده و یا بقایای آنها ساخته می شوند. در این گونه موارد از معیار ها و ابزار های پیشگیرانه و چاره ساز برای اطمینان از پایداری آنها استفاده می شود، تا خسارات به سطحی قابل قبول کاهش یابد. این مقاله به شناسایی ناپایداری های جناحین ساختگاه سد گرمی چای میانه پرداخته و تاثیر آنها را بر یکدیگر در جهت بهبود پایداری دامنه مورد بررسی قرار میدهد.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

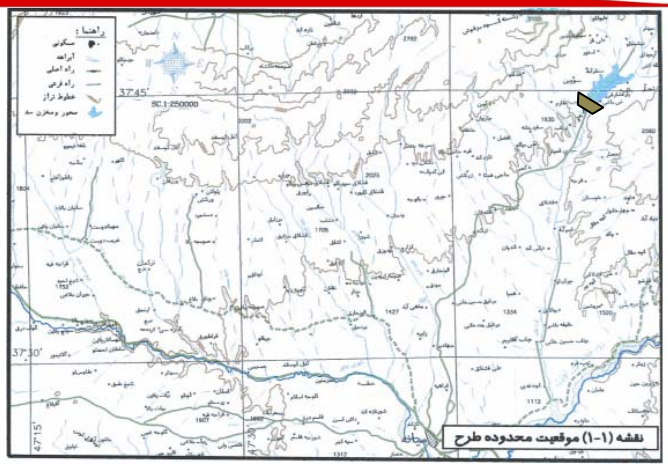
در این فصل مواد پژوهش شامل نقشه‌هاي توپوگرافي، نقشه‌هاي زمين‌شناسي، گمانه‌ها و مغزه‌هاي بدست آمده از آنها و داده‌هاي بدست آمده از انجام آزمايش‌هاي مختلف در مورد نفوذپذيري مواد آبرفتي و سنگها درصحرا، آزمايشهاي دانه‌بندي، هيدرومتري وتعيين حدود اتربرگ و...گزارشهاي زمين‌شناسي مهندسي و ژئوتكنيك و نرم افزارهاي تخصصي استفاده شده براي تجزيه داده‌ها و همچنين روشهاي پژوهش شامل روشهاي بررسي ويژگيهاي جغرافيائي و زمين‌شناسي منطقة سد گرمي چاي ميانه، روشهاي حفاري و بررسي مغزه‌هاي حفاري، روشهاي نمونه برداري از مصالح آبرفتي و سنگي، روشهاي اندازه‌گيري مشخصات هندسي و روشهاي انجام آزمايشات نفوذپذيري و... مورد بحث قرار مي‌گيرد.

◇◇◇◇◇◇◇

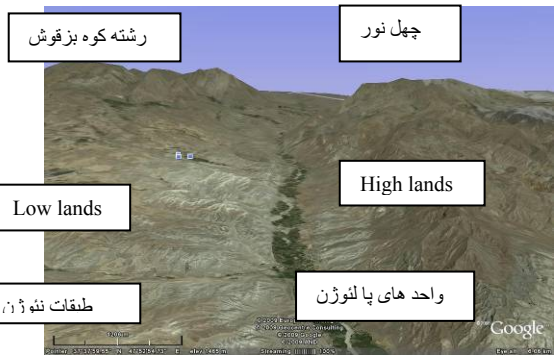
نتایج :

جغرافیا و ژئومورفولوژی:

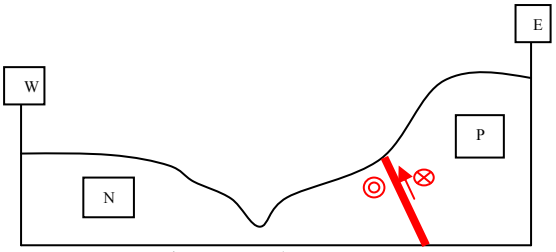
محل سد گرمي چاي در استان اذربايجان شرقي و در فاصله ۵۳ كيلومتري شمال خاوري شهر میانه قرار گرفته است.(شکل۱) گرمه چای رودخانه ای است با راستای تقریبآ شمالی – جنوبی که از شرقی ترین دامنه های جنوبی رشته کوه بزقوش و ارتفاعات چهل نور سرچشمه گرفته و پس از طی حدود سی کیلومتر به سوی جنوب در محل روستای مامان درشرق میانه به رودخانه قزل اوزن می پیوندد. . روستا های ساری قمیش، قشلاق، امیر آباد، چیرکینلی، دیوانلق، خلفه باغی، چتاب و گوندوغدی از مهمترین آبادی های مسیر رودخانه هستند که در دره رود خانه و کنار کانال آن ساخته شده اند. ارتفاع نابرابر دیواره های طرفین دره رودخانه نسبت به خط مسیر رودخانه شکل نامتقارنی از نیمرخ دره را به نمایش گذاشته است طوری که همواره دیواره شرقی دره مرتفع تر از دیواره غربی است، (شکل۲و۳). واین اختلاف ارتفاع از جنوب به شمال بیشتر شده تا به بیش از ۸۵۰ متر میرسد (قله های چهل نور با ارتفاع ۲٤۵۰ متر نسبت به زمین های غرب ساری قمیش با ارتفاع کمتر از۱٦۰۰ متر). ناتقارنی پروفیل توپوگرافی دره و شکل خطی آن سیما های نو زمین ساختی و مرفوتکتونیکی این منطقه هستند و زمین ساخت فعال در این منطقه مهمترین نقش را در بوجود آوردن لندفرم ها ایفا می کند. در(شکل۲) تفاوت رنگ و ارتفاع دیواره های دو طرف دره رودخانه که انعکاسی از تفاوت سنگهای تشکیل دهنده دیواره ها است و خود ناشی ازهمبری گسله واحد های سنگی با سن های متفاوت و بالا آمدگی آنها بر روی گسلهای معکوسمی می باشدرا نشان می دهد. و(شکل۳) برشی عرضی با مقیاس قائم اغراق آمیز ازتوپوگرافی دره رودخانه در ناحیه چتاب، که نشانگر اختلاف ارتفاع بارز در دیواره های دره رودخانه است را نشان می دهد.



شکل(۱): موقعیت جغرافیائي محدوده طرح، محل احداث سد با علامت مثلث نشان داده شده است.

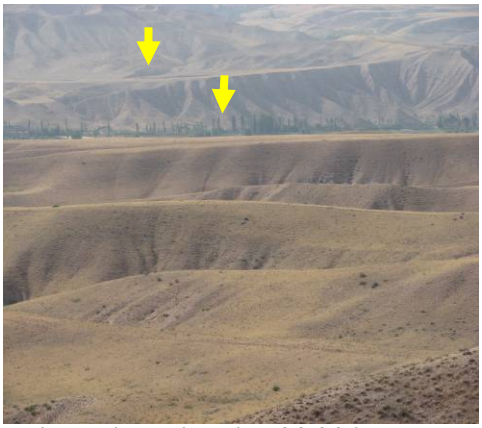


شکل(۲): برشی عرضی با مقیاس قائم اغراق امیز ازتوپوگرافی



شکل(۳): تصویر ماهواره‌اي از رودخانه گرمه چای (نگاه به شمال)

در شمال روستای چتاب تا خلیفه باغی تراس های آبرفتی و رسوبات مخروط افکنه ای را میتوان دید که به سبب تکتونیک فعال دچار آپلیفت و برپایی شده اند و امروزه عوامل فرسایشی با انجام زهکشی رویه آنها را مخطط و کانالیزه کرده اند. (شکل٤و٥) و در دامنه های جنوبی بزقوش و کوههای چهل نور اثر تکتونیک فعال شدیدتر بوده و برپائی (uplift) سریع زمین و ایجاد سراشیبی های تند و ناپایدار سبب فرسایش شدید زمین های بالا آمده و ایجاد زمین لغزش در مقیاس های مختلف (تا ابعاد چند کیلومتر) شده است. در (شکل٦) نیز سطوح لغزش ثقلی (gravitational sliding) درجنوب شرق روستای سوطی (شمال شرق ساختگاه سد)، نشان داده شده است.

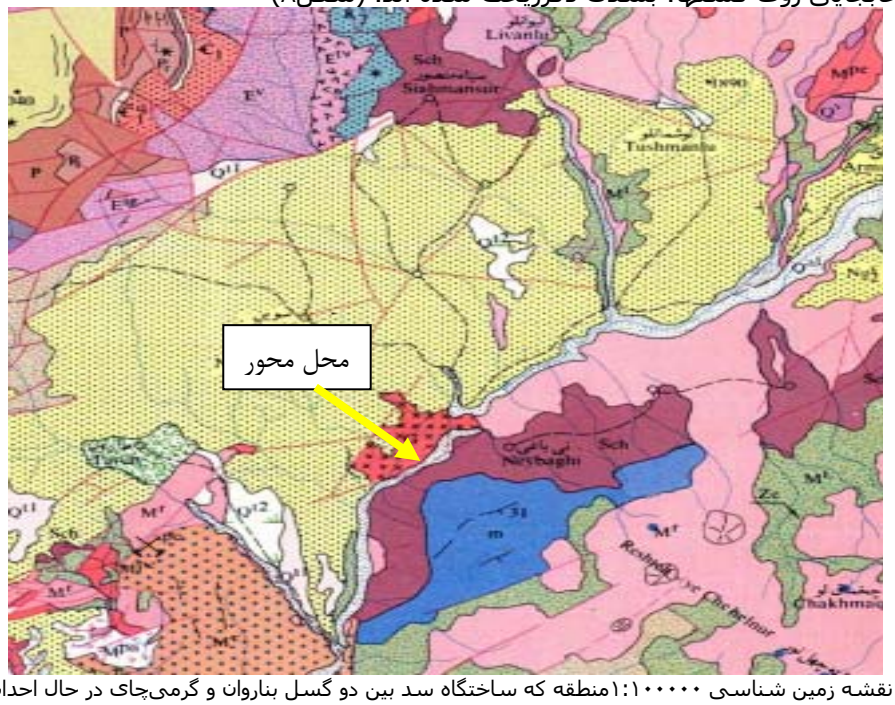


شکل(٤)و(٥): تصاویری از زمین لغزش های فعال در مقیاسهای مختلف در دامنه های ناپایدار بزقوش و چهل نور.

شکل(۶): سطوح لغزش ثقلی درجنوب شرق روستای سوطی(شمال شرق ساختگاه)

زمین شناسی منطقه :

واحد های سنگی دوران سوم زمین شناسی (پالئوژن، نئوژن و کواترنری) بیشترین پهنه ناحیه مورد بررسی را به خود اختصاص داده اند. سنگهای اتش فشانی پالئوژن (ائوسین و الیگوسین)، که دردامنه های بزقوش وارتفاعات شرق گرمه چا ی از شمال (چهل نور) تا پیوستگاه گرمه چای با قزل اوزن دیده میشوند، دربردارنده گدازه های با ترکیب اسید تا حدواسط (ریولیتی، داسیتی تا اندزیتی) هستند که در لابلای آنها لایه های آذرآواری، توف های اسیدی، برش و کنگلومرای ولکانوکلستیک به فراوانی دیده میشود. (شکل۷) این سنگها توپوگرافی خشن و صخره سازی را به نمایش گذاشته اند و به سبب چین خوردگی وجابجایی روی گسلها، بشدت دگریخت شده اند. (شکل۸)



شکل (۷): نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰منطقه که ساختگاه سد بین دو گسل بناروان و گرمی‌چای در حال احداث می‌باشد

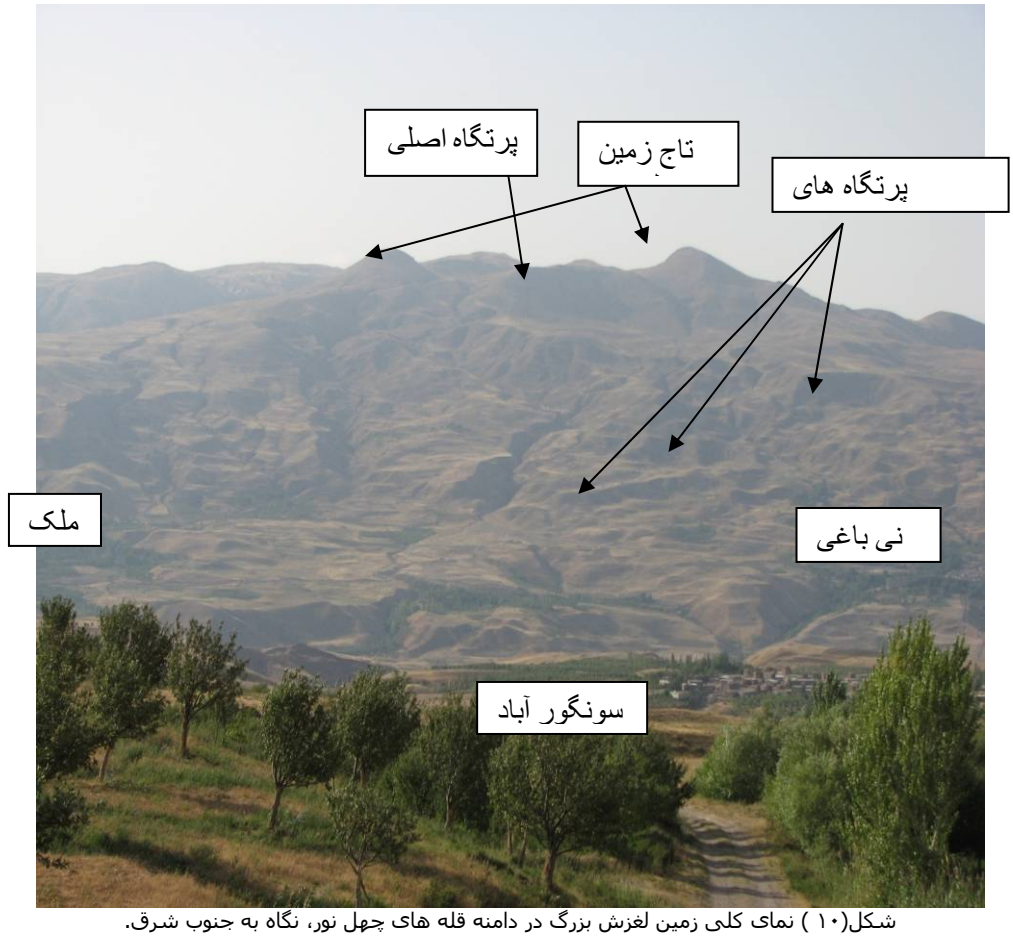
افزون بر واحدهای سنگی یادشده، یک واحد سنگی دگرگونی(شامل میکا شیست و آندالوزیت شیست) همراه با سنگ مرمردیده میشوند. سنگ های دگرگونی یادشده در کوههای بزقوش در شمال روستای سیاه منصور بطور ناهمساز در توسط سنگهای کربناته و تخریبی به سن کرتاسه پسین پوشیده میشوند. آنچه از رخنمون های این واحد سنگی دگرگونی در دامنه های کوه چهل نور دیده میشوند، به سبب زمین لغزش یک مجموعه آشفته درهم، نامنظم، قطعه قطعه شده نابرجا را به نمایش گذاشته است. (شکل۹) توده نفوذی با ترکیب گرانیت تا گرانودیوریت در شمالی ترین بخش بستر رودخانه رخنمون دارد که سنگهای دگرگونی فوق الذکر را قطع کرده است کانیهای تشکیل دهنده توده گرانیتی یاد شده در برخی رخنمون ها نوعی جهت یافتگی نشان میدهند این آنیزوتروپی بافتی خود انعکاسی از جایگیری توده در شرایط تکتونیکی فعال و بگفته دیگر syn-tectonic است.

شکل (۸): مجموعه آتش فشانی به سن الیگوسن

شکل (۹): قطعات سنگهای دگرگونی نابرجا

زمین لغزش مرکب دردامنه شمالی قله های چهل نور:

زمین لغزش در دامنه شمالی ارتفاعات چهل نور مجموعه ای مرکب از زمین لغزش های متعدد و بزرگ است که در محل پنجه وجبهه خود حدود ۵ کیلومتر از رودخانه گرمه چای شمالی را در بر گرفته و تحت تاثیر قرار داده است. (شکل۱۰) چندین روستا ازجمله نی باغی درغرب و آبادی های ملک و یار قشلاغی در شرق بر روی سنگ های نابرجا و کولوویوم این زمین لغزش بزرگ بنا شده اند. دراین دامنه پرشیب و نامتعادل که بر اثر عملکرد گسلهای معکوس ایجاد شده، باحتمال زیاد این زمین لغزش همزمان با رخداد زمین لرزه ای بزرگ، منطبق با یکی از زمین لرزه های تاریخی این منطقه ، بوقوع پیوسته است. دیواره پرتگاه اصلی آن در خط الرآس کوه چهل نور افتادگی بطور میانگین ۲۰۰ متر را سبب شده است و نهایتآ با زمین لغزش های نسبتآ کوچکتر بعدی، شیب دامنه تقلیل یافته و وضعیت نسبتآ پایدار تری را نسبت به زمان قبل از لغزش کسب کرده است.

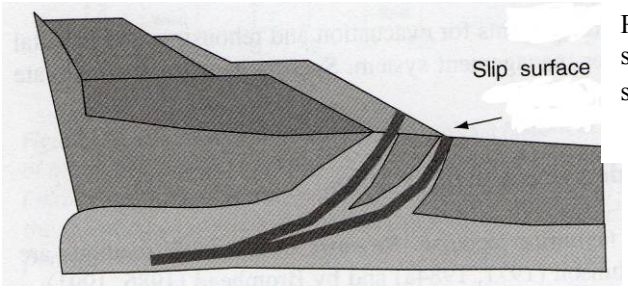


شکل(۱۰) نمای کلی زمین لغزش بزرگ در دامنه قله های چهل نور، نگاه به جنوب شرق.

ویژگیهای ژئوتکنیکی(از جمله بد تا متوسط بودن شاخص کیفیت توده) سنگهای گرانیتی بدست آمده از مغزه گمانه ها ی حفاری شده در رودخانه گرمه چای در محل ساختگاه سد، خرد شدگی گسترده و مرتبط با زمین لغزش در رخنمون کف رودخانه بویژه در محل جناح چپ سد و مهمتر اینکه جهت شیب معکوس سطوح گسیختگی (به سوی تاج زمین لغزش) ، حدود ۳۰ درجه SE، دلایلی است که میتوان به استناد آنها گفت که این زمین لغزش بزرگ بر روی سطوح گسیختگی عمیق (deep seated failure) رخداده است. شکل (۱۱ و ۱۲)

Rising segment of slip surfaces

شکل(۱۱): سطوح متعدد گسیختگی در محل جناح چپ سد ، این مجموعه بر اثر زمینلغزش متعدد وتجمع گوه هایی از مواد سنگی نابرجا در محل پنجه این زمینلغزش ایجاد شده است. نگاه به جنوب شرق



Rising segment of slip surface

شکل(۱۲): سطوح گسیختگی رخنمون در جناحین سد که جهت شیب مخالف دامنه دارند، قسمت بالارونده سطح لغزش عمیق در محل پنجه آن هستند

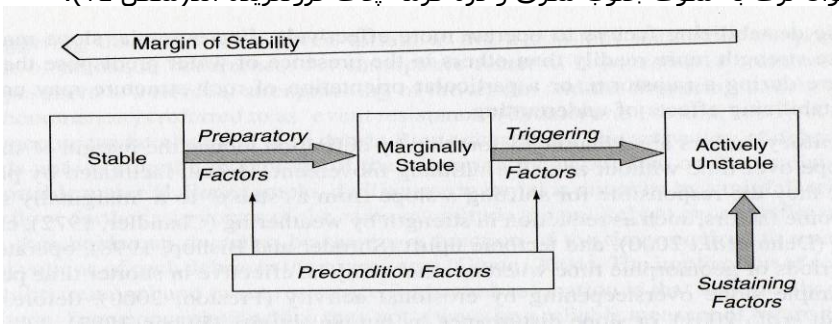
رخنمون های سنگی منطقه اثرات خردشدگی شدیدی را نشان می دهند . ترانشه های ایجاد شده در حاشیه سد همچنین رخنمون های طبیعی سنگ های منطقه حکایت از بالا بودن میزان گسیختگی سنگها ،فراوانی درزه های منطقه و برشی شدن را نشان می دهند . محور سد بر روی گرانیت خردشده و سنگهای دگرگونی قرار گرفته است که این سنگها علاوه بر متحمل شدن فازهای تکتونیکی و عملکرد گسل های عمل کننده منطقه متاثر از زمین لغزش نیز شده است که بر پیچیدگی و تشدید پدیده خردشدگی سنگها را افزون ساخته است که مطالعات ژئوتکنیکی منطقه برصحت این ادعا می افزاید و جنبه های نگرانی را از احداث این سد مضاعف تر می سازد .مقدار RQD در اعماق مختلف کمتر از ۳۰ درصد می باشد در تکیه گاه چپ سد گمانه هاي حفاري شده تا عمق ۸۰ متر مقدار RQD را صفر نشان مي دهد که حکایت از پایین بودن شاخص کیفیت سنگ در منطقه و میزان خرد شدگي را نشان مي دهند .با توجه به حفاری های مختلف صورت گرفته در منطقه که در محور سد و همچنین در تکیه گاه راست و چپ سد صورت گرفته است لاگ های بدست آمده خردشدگی شدید این سنگ ها را نشان می دهند و با توجه به اینکه حداکثر حفاری صورت گرفته در منطقه تا عمق ۸۰ متری بعمل آمده است نشانگر این واقعیت است عمق گسیختگی و زونهای برشی زمین لغزش قدیمی منطقه در اعماق بیشتری قرار دارد

که می بایست تا رسیدن به سنگ بکر و سالم منطقه حفاری کرد تا راهکارهای لازم جهت مهار زمین لغزش های قدیمی منطقه را برآن اساس طراحی کرد . سطوح ناپیوستگی های متعدد با تجمع و انباشتگی مواد گسیخته شده در اثر زمین لغزش در پنجه سد که دقیقا در محل محور سد مشاهده می شود نشانگر این واقعیت است که زمین لغزش قدیمی منطقه بسیار کارساز بوده است که توانسته است تا عمق قابل توجهی ، سنگهای منطقه را خرد کنند.تمام لوگ های بدست آمده و RQD گمانه های منطقه مورد بازدید قرار گرفت که RQD سنگ ها بسیار ضعیف می باشند و گوز گسلی و زون های برشی متعددی در این لوگ ها قابل مشاهده می باشند . جناح چپ سد درحال احداث گرمه چای، به پنجه سطوح گسیختگی این زمینلغزش(Toe of rupture surfaces) اتکا خواهد داشت. در این تکیه گاه سطوح گسیختگی متعددی دیده میشوند که جهت شیب آنها به سوی جنوب شرق است. مشاهدات روی زمین و بررسی لاگینگ گمانه ها نشانگر عمیق بودن دایره گسیختگی (failure deep seated) است لذا خرد شدگی گرانیت رخنمون در کف رودخانه در ارتباط با گسیختگی، حمل و بالا آمدن آن درروی سطح گسیختگی اصلی(قاعده ای) زمین لغزش است.(شکل ۱۵) جناح راست سد درخود تاریخچه ای اززمین لغزش ازسوی دامنه کوههای چهل نور و دامنه کوههای بزقوش(سونقورآباد-سوین) را ثبت کرده است و دراین دیواره راست دره رودخانه شواهدی ازروی هم قرارگیری(superimpose) پنجه های دو زمینلغزش مشاهده میشود.

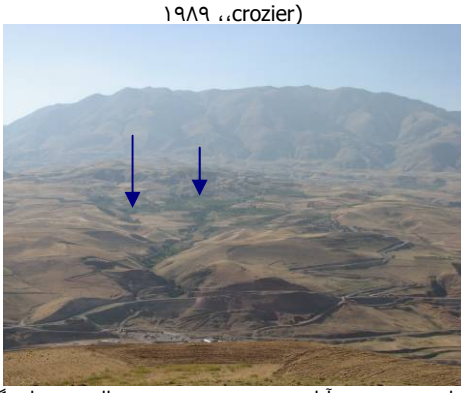
زمین لغزش در دامنه های جنوب شرقی رشته کوه بزقوش :

فاکتورهای هوازدگی سنگها، تغییرات آب وهوایی و اپلیفت تکتونیکی و عملکرد انسان که همگی از عوامل آماده کننده زمینلغزش(preparatory factors) هستند،(شکل۱۳) طی زمان طولانی سبب کاهش مقاومت برشی سنگ ها شده و توسط عوامل شروع کننده (triggering factors) همانند زمین لرزه، باران شدید و ذوب سریع برفها ناپایداری و گسیختگی در دامنه را سبب میشوند. دامنه های جنوب شرقی بزقوش به سبب برپایی تکتونیکی و لیتولوژی مستعد لغزش، فعال و ناپایدارند actively unstable slopes). امروزه زمینلغزشهای این منطقه، هم توسط زمین لرزه ها و هم به سبب نزولات جوی زیاد، فعالانه در حال تغییر لندفرمهای این منطقه هستند. زمین لغزشها تقریبآ تمامی آبادی های و زمینهای کشاورزی این منطقه را تحت تأثیر خود قرار داده اند (شکلهای ٤، ٥ و٦).

پنجه زمین لغزش سونقورآباد- سوین تکیه گاه و جناح راست سد در حال احداث گرمه چای خواهد بود. این زمینلغزش نیز یک زمین لغزش مرکب است که پرتگاه اصلی آن تقریبآ در مرز کوه های بزقوش با دشت های جنوبی آن واقع است، زمین های ناپایدار جنوب شرق سونقور آباد و سوین بر روی سطوح گسیختگی جوان تری به سوی جنوب شرق و دره گرمه چای فرولغزیده اند(شکل ١٤).

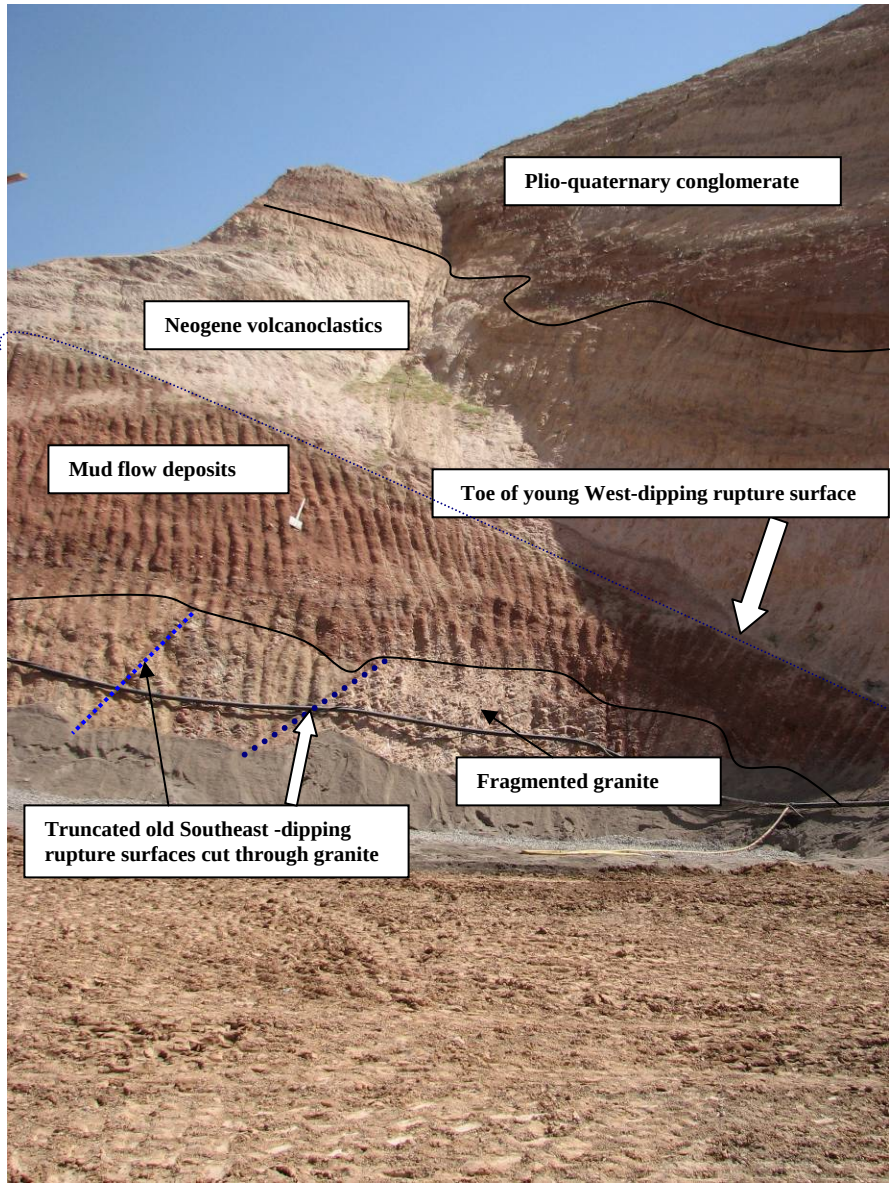


شکل(۱۳): حالتهای پایداری یک دامنه و عوامل ناپایدار کننده
(crozier،، ۱۹۸۹)



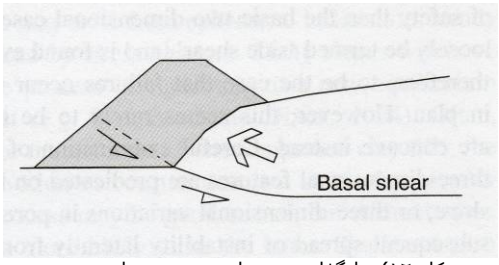
شکل(١٤) : زمین لغزش سونقورآباد- سوین در غرب - شمالغرب ساختگاه سد گرمه چای

سطح لغزشی اصلی که در دیواره دره گرمه چای و در محل جناح راست سد(شکل۱۵) دیده میشود سطح گسیختگی است که حدود ۲۰ درجه به سویWNW شیب دارد(شیب خلاف دامنه) و بر روی این سطح لغزش، مواد آذرآواری نئوژن و کنگلومرای پلیوکواترنری با واسطه زبانه ای از نهشته های مربوط به جریان گلی روی قطعات گرانیت (شدیدآ خرد شده) انتقال یافته است . در این دیواره در زیر سطح لغزش یاد شده درون گرانیت های خرد شده، سطوح لغزشی دیده میشوند که قدیمی ترند زیرا این سطوح گسیختگی که باحتمال زیاد مربوط به زمین لغزش دامنه چهل نورهستند توسط سطح لغزش اصلی جوان، قطع(truncate) و پوشیده شده اند. بر اساس مشاهدات روی زمین، زمین لغزش های دامنه بزقوش امروزه فعال هستند و قطع شدن پنجه گسیختگی (toe of rupture surface) زمین لغزش نسبتآ کهن تر چهل نور توسط زمین لغزش سونقور آباد- سوین مطابق با آنچه که در دیواره راست رودخانه دیده میشود و با توجه به تقدم وتآخر آنها و سوی حرکت متضاد آنها(از دو یال به سوی گرمه چای به عنوان common accumulation zone) امری دور از انتظار نخواهد بود.



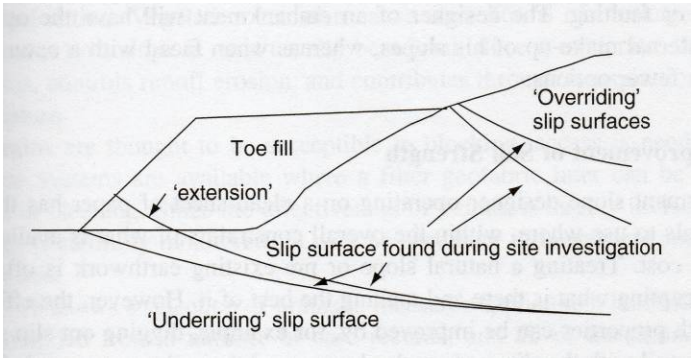
شکل۱۵): لیتولوژی و سطوح لغزش قابل مشاهده در جناح راست ، (نگاه به جنوب غرب).

بنا براین میتوان گفت زمین لغزش سونقور آباد- سوین یک toe-fill طبیعی برای زمین لغزش چهل نورمهیا کرده است وپنجه آن بر روی قسمت بالارونده گسیختگی لغزشی،(toe-fill on rising section of slip rupture)، زمین لغزش چهل نور جایگرفته است(شکل۱۶) و کم وبیش سبب تثبیت زمین لغزش و برگشت آن از حالت ناپایداری فعال(actively unstable) به محدوده پایداری حدی(marginally stable) شده است(شکل۱۳).



شکل ۱۶): بارگذای در محل پنجه زمین لغزش روی قسمت بالا رونده سطح گسیختگی لغزشی.

اما آنچه که به اعتبار این تحلیل در رابطه با پایداری نسبی دردامنه چهل نور می افزاید تعدد و توالی سطوح گسیختگی دراین زمین لغزش مرکب(compound) چهل نور میباشد ومهمتر از همه سطوح گسیختگی مشاهده شده در تکیه گاه چپ سد است که در موقعیت روراندگی (overriding) نسبت به این toe fill طبیعی قراردارند(شکل۱۱،۱۲ و۱۷) و از انجا که toe fill طبیعی فقط بر روی سطوح لغزش زیرین(under ridding) جایگرفته است، لذا در حالت ناپایداری و درصورت فعال شدن دوباره دامنه چهل نور، حرکت دامنه ترجیحآ از طریق سطوح overriding جبران شده و بر روی این toe-fill طبیعی روراندە خواهد شد.



شکل(۱۷): نشانگر یک حالت خاص ،سطوح لغزش بالایی توسط Toe fill تثبیت نشده اندو پیشروی سطوح زیرین پنجه را تحدید می کند.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

تغییرات میدان نیرو در ساختگاه سد و شیب ها می تواند منجر به بر هم خوردن تعادل نیروهای عمل کننده در منطقه بشود . آب گیری سد ، زمین لرزه و خاکبرداری و خاکریزی می توان سبب فعال سازی زمین لغزش های قدیمی منطقه شوند . با توجه به تجمع مواد خرد شده در پنجه زمین لغزش های قدیمی منطقه ، واریزه های سنگی ، رسوبات آبرفتی و کوهرفت در دشت سیلابی و حاشیه مخزن سد ، منجر به نفوذ آب به داخل این مواد خواهد شد ، که باعث افزایش فشار هیدروستاتیک در دامنه تپه خواهد شد . فشار سیال در پایداری شیب زمین بسیار مهم است . با توجه موفولوزی ساختگاه سد و وقوع زمین لغزش های قدیمی در این منطقه ، هر گونه بر هم زدن تعادل نیروهای عمل کننده در منطقه و ساختگاه سد موجب تحریک و فعال سازی زمین لغزش مجدد و جدید در منطقه خواهد شد . بنابراین میتوان گفت

زمین لغزش سونقور آباد- سوین یک toe-fill طبیعی برای زمین لغزش چهل نورمهیا کرده است وپنجه آن بر روی قسمت بالارونده گسیختگی لغزشی، زمین لغزش چهل نور جایگرفته است و کم وبیش سبب تثبیت زمین لغزش و برگشت آن از حالت ناپایداری فعال به محدوده پایداری حدی شده است.

◇◇◇◇◇◇◇

پیشنهادات :

۱- در انتخاب موقعیت مصالح دپو و مواد زائد دقت کافی صورت گرفته و از تخلیه‌های غیر ضروری پای دامنه-ها اجتناب شود. ضمناً خاکریزی بدنه سد به صورت افقی و از ترازهای پایین انجام شود.
۲- جهت انجام محاسبات دقیق‌تر و تعیین موقعیت دقیق صفحه لغزش پیشنهاد می‌شود، پس از پایداری کامل توده حداقل ۳ حلقه گمانه ماشینی به روش خشک در روی توده حفاری شده و تعیین تعدادی نقاط ثابت در این قبیل دامنه‌ها مد نظر قرار گیرد.
۳- در حال حاضر تا زمانی که شرایط پروژه اجازه دهد از دستکاری و خاکبرداری توده خودداری شود تا توده لغزش یافته در شرایط طبیعی به پایداری حداکثر برسد. در غیر این صورت توصیه می‌شود وزن توده توسط ماشین آلات در قسمتهای جناحین آن پخش و سطح توده یکنواخت شود.
٤- به خاطر وجود میکاشیستها که خاصیت لغزندگی داشته و دارای صفحات ضعیف می‌باشند بایستی موقعیت صفحات S از طریق نمونه‌برداری جهت دار در گمانه‌ها بررسی شود.
٥- ایجاد زهکش‌هاي مناسب داخل توده و پائین‌تر از آن و عمل تزریق در داخل توده و اتصال به سنگ کف.
٦- ضمناً با بهره گیری از روشهای مختلف رفتارسنجی، دامنه‌های ناپایدار کنترل شود. این بررسی‌ها شامل مطالعه دقیق وضعیت دامنه، اندازه گیری آبدهی چشمه‌ها، تعیین محل‌های جدید نشت آب، ثبت آثار حرکات دامنه‌ای، نقشه برداری و تراز یابی نقاط مشخص برروی دامنه‌ها و همچنین استفاده از ابزارهای نشست سنجی، پیزومترها، تنش سنجها باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

۱: فریدی، م، ۱۳۸۸، زمین شناسی ناحیه گرمه چای (شمال شرق میانه)
۲: سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سراب
۲:: سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ میانه
۴: مهندسین مشاور آشناب، مجموعه گزارشات مطالعات مرحله اول سد گرمي چاي ، جلد دوم ، بخش زمین شناسي و ژئوتکنيك
۵- کریمی منفرد، ح، (۱۳۹۱)، " ارزيابي پتانسيل فعاليت مجدد زمين لغزش ها در محدودة سد گرمی چاي ميانه" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر

◇◇◇◇◇◇◇

References:

1. Glade, T., Anderson, M., Crozier, M. J.,(2007). Landslid hazard and risk, John Wiley& Sons publication,802 P.

2.Berberian, M., (1997). Seismic sources of the Transcaucasian historical earthquakes. Historical and Prehistorical Earthquakes in the Caucasus, In: D. Giardini and S. Balassanian (eds.), NATO Asi Series, 2. Environment, Vol. 28, Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, 233-311.

3. CRZIER, J, Edmonton, 1973, **Techniques for the morphometric analysis of landslip**, berlin, Stuttgart,pp.87-101.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

برآورد تغييرات كاربري اراضي با استفاده تكنيك‌هاي RS & GIS (مطالعه موردي: منطقه كياسر- ساري)

*رمضان راعي[۱]، زينب جعفريان[۲]، جمشيد قرباني [۳]
۱-دانشجوي ارشد مرتعداري، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي ساري
نويسنده مسئول: r.raei2020@gmail.com
۲ -استاد گروه مرتعداري، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي ساري
۳ -استاديار گروه مرتعداري ، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي ساري

چكيده:
ارزيابي‌هاي جهاني و منطقه‌اي از پوشش اراضي و تغييرات و وضعيت كاربري اراضي براي مطالعات تغييرات زيست محيطي و اقليمي، اهميت دارند. اين مطالعه تعيين قابليت داده‌هاي سنجش از دور در تعيين تغييرات كاربري اراضي منطقه كياسر ساري به مساحت ۱۸٤۸۰ هكتار در دو دوره زماني ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۲ با استفاده تصاوير ماهواره‌اي لندست سنجنده TM و تصاوير ماهواره‌اي IRS سنجنده LISS III مورد ارزيابي قرار مي‌دهد. ابتدا پيش‌پردازش و پردازش‌هاي لازم نظير تصحيح هندسي، اتمسفريک و ايجاد شاخص‌هاي طيفي و نسبت‌گيري بر روي باندها انجام شد. در مرحله اول كاربري‌هاي فعلي منطقه مشخص گرديد و با استفاده از GPS از هر كاربري نمونه تعليمي تهيه گرديد. در مرحله بعد تفكيک‌پذيري نمونه‌هاي تعليـــمي با شاخص‌هاي واگرايي انجام گرديد. براي انجام طبقه‌بندي نظارت شده از الگوريتم-هاي حداكثراحتمال و حداقل فاصله و متوازي السطوح استفاده شد. منظور كشف تغييرات از روش مقايسه پس از طبقه‌بندي با الگوريتم حداكثر احتمال استفاده گرديد. نتايج طبقه‌بندي نشان داد كه روش حداكثر احتمال با صحت كلي ۹۱/۰٤% و ضريب كاپا برابر با ۰/۸۷ نسبت به روش طبقه‌بندي حداقل فاصله از ميانگين با صحت كلي ۸۸/۸٤% و ضريب كاپا ۰/۸۳ روش طبقه‌بندي متوازي‌السطوح با صحت كلي ۳۰/٤۱% و ضريب كاپاي ۰/۲۲ داراي نتايج بهتري مي‌باشد. نتايج بدست آمده نشان داد كه در طي ۲۵ سال اراضي ديمزار رها شده منطقه معادل ۲۷/۱۹ درصد به اراضي كشاورزي، مرتع تبديل شده است. مساحت ۱۸۳۹ هكتار معادل ۱/۵۸ درصد در دوره زماني فوق از سطح جنگل كاهش يافته است. در مجموع نتايج نشان داد RS و GIS داراي قابليت بالايي در تعيين كاربري اراضي مي‌باشند.

كلمات كليدي: كاربري اراضي، كياسر، طبقه‌بندي، مقايسه پس از طبقه‌بندي

Estimate land use changes using RS & GIS techniques (Case Study: Region Kiasar – Sari)

Ramzan raei*[1], zaineb jaferin[2],Jemshid Ghorbani[3]
1- Msc student of rangeland management, Department of rangeland management, sari agricultural sciences and Natural Resources University.
2- Assistance Professor, Department of rangeland management, sari agricultural sciences and Natural Resources University
3- Assistance Professor, Department of rangeland management, sari agricultural sciences and Natural Resources University

Abstrac:
Global and regional assessment of land cover and land use changes are important for environmental and climate changes studies. This study have been done to determine the capability of remote sensing in assessing the land use changes in Kiasar, Sari in Iran. This was done for an area of 18480 ha and in two time periods from 1966 to 2012 using TM satellite images and IRS satellite images of LISS III sensor. First, necessary pre-processing and processing such as geometric correction, atmospheric, spectral index creation and proportion were done on the bands. In the first step the current land use in the area was determined and then didactic samples were collected from each land use by GPS. Thereafter, the didactic segregation was performed by divergence index. To accomplish controlled classification maximum likelihood, minimum distance and parallelepiped algorithms have been used. In order to detect changes the comparative method was used after classification by maximum likelihood algorithm. The result of classification showed that the maximum likelihood method with total accuracy of 91.04% and Kappa coefficient 0.87 was better than the minimum distance from mean method with total accuracy of 88.84% and Kappa coefficient 0.83, and parallelepiped classification method with total accuracy of 30.41% and Kappa coefficient 0.22. The results showed that during the 25 years abandoned dryland land area

equivalent to 27/19% of the agricultural land, rangeland has become. In general, the result indicated that RS and GIS had high potential in determining land use.

Keywords: land use, Kiasar, classification, Post Classfication comparsion

مقدمه:

اهميت شناسايي، تعيين محدوده وپايش اين تغييرات از طريق سنجش از دور و داده‌هاي جغرافيايي به عنوان يک مولفه کليدي از علم تغيير اراضي، به طور گسترده با مطالعات تغييرات زيست محيطي و جهاني مشخص شده بود (تورنر[1] و همکاران، ۲۰۰۷). هدف اوليه برنامه‌هاي کاربردي سنجش از دور[2] در بررسي تغيير کاربري اراضي، تهيه نقشه کاربري اراضي و پوشش، و تعيين اينکه در يک بازه زماني تغييرات چقدر در حال گسترش يا در حال کاهش بوده يا منطقه مقاوم به تغيير مشخص است (هنسن[3] و همکاران، ۲۰۰۸). به طورمشخص تغييرات ناشي از تغييرات کاربري شامل توسعه شهري و تبديل اراضي کشاورزي به کاربري‌هاي مسکوني و صنعتي و تبديل مراتع به اراضي کشاورزي صورت مي‌باشند (منندهر[4] و همکاران، ۲۰۰۹). در اين رابطه محققين مختلف تحقيقاتي را انجام دادندبه شرح زير مي‌باشد ربيعي(۱۳۸۳) به منظور کشف و بازيابي تغييرات کاربري و پوشش اراضي شهر اصفهان از تکنيک مقايسه پس از طبقه‌بندي استفاده کرد. دو تصوير با الگوريتم حداکثر احتمال طبقه‌بندي شدند. تصاوير با استفاده از CROSSTAB تطابق داده شدند. نتايج نشان داد که در اين دوره ۲۲۰۰ هکتار از اراضي کشاورزي اطراف شهر اصفهان به مناطق مسکوني تبديل شده است. موريوکي و همکاران (۲۰۱۱) با بررسي تغيير کاربري اراضي در شهرک چيوليو در کنيا با استفاده از تصاوير لندست SPOT XS سال ۱۹۹۹ و لندست ETM+ سال ۲۰۰۱ نشان دادند که تغييرات کاربري اراضي و پوشش در اثر افزايش جمعيت اتفاق افتاده است.
جمع‌بندي پيشينه تحقيق نشان مي‌دهد که تصاوير سنجش از دور از قابليت بالاي براي استخراج نقشه-هاي کاربري اراضي و پوشش برخوردارند.

روش تحقيق:

در اين پژوهش نقشه کاربري اراضي/پوشش اراضي براي هر مقطع زماني تهيه و سپس با روش مقايسه پس از طبقه‌بندي با هم مقايسه شدند.

تهيه نقشه گستره سال ۲۰۱۲ و سال ۱۹۸۷

بررسي کيفيت راديومتري و هندسي داده‌ها

تصحيح هندسي: در اين تحقيق تصحيح هندسي با روش غيرپارامتري چند جمله‌اي با استفاده از نقاط کنترل زميني با پراکنش مناسب از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوري گرديده بود و در محيط نرم افزار PCI Gomatica انجام شد. تصوير سنجنده LISS III با تعداد ۲۸ نقطه کنترل زميني (نقاط کنترل زميني جمع‌آوري شده از طريق GPS) با RMSE برابر با ۰/٤٨ در جهت X برابر با ۰/۳٦ در جهت Y برابر با ۰/۳۳ تصاوير سنجنده TM به وسيله نقاط کنترل زميني با ۳۵ نقطه و با RMSE برابر با ۰/٤۳ در جهت X برابر با ۰/۳۳ در جهت Y برابر با ۰/۳۳ تصحيح هندسي شد.
تصحيح اتمسفري: در اين تحقيق با استفاده از نرم افزار ENVI 4.5 از روش تفريق ارزش عددي پيکسل تيره تصحيحات اتمسفري انجام شد.
پردازش تصاوير ماهواره‌اي: در اين مطالعه براي تفکيک‌پذيري بهترکلاسه‌هاي کاربري از روش‌هاي مختلف پردازش شامل آناليز مولفه اصلي و همچنين براي آشکارسازي و تشديد تفاوت انعکاس طيفي بين پديده-ها و نيز کاهش اثر توپوگرافي بر روي تابندگي طيفي آنها در اين منطقه، بعضي شاخص‌هاي معروف گياهي مانند NDVI، CTVI، NRVI، TTVI، TVI، Ratio، RVI از طريق عمل نسبت‌گيري باندهاي قرمز و مادون قرمز نزديک ايجاد شدند و در فرآيند انتخاب بهترين باندها جهت طبقه‌بندي مورد تجزيه و تحليل قرار گرفتند.
تهيه نقشه واقعيت زميني و نمونه تعليمي: در اين مطالعه براي تهيه نمونه تعليمي پس از بازيد از منطقه با استفاده از GPS نمونه‌هاي تعليمي تهيه سپس نقشه واقعيت زميني براي کنترل صحت طبقه‌بندي تهيه گرديد.

1-Turner
2-Remote Sensing
3-Hansen
4- Manandhar

انتخاب مناسب‌ترين تركيب باندي: براي انتخاب مناسب‌ترين باندها براي طبقه‌بندي براي سنجنده TM باندهاي greenness، Brithness تسلدكپ، ۷، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱ و براي سنجنده LISS III باندهاي تجزيه مولفه اصلي (PCA)، ۴، ۳، ۲، ۱ به عنوان بهترين باندها براي طبقه‌بندي با استفاده از شاخص OIF انتخاب شدند.

طبقه‌بندي تصاوير و تهيه نقشه كاربري‌ها:

به منظور طبقه‌بندي تصاوير، در ابتدا تفكيك‌پذيري بين باندها بررسي گرديد. در بررسي تفكيك‌پذيري بين باندها، از معيار واگرايي استفاده شد. حداقل تفكيك‌پذيري با استفاده از اين معيار صفر و حداكثر آن، ۲ مي‌باشد. طبقه‌بندي تصاوير به روش نظارت شده با الگوريتم‌هاي حداكثر احتمال، حداقل فاصله از ميانگين، متوازي‌السطوح انجام گرديد.

نتايج:

پس از قرار لايه‌هاي جاده و مرز منطقه بر روي تصوير تصحيح هندسي شده نتايج نشان داد كه اين لايه‌ها كاملا بر تصوير منطبق است. كه نشان از دقت بسيار بالاي تصحيح هندسي دارد. و از نظر راديومتري داراي كيفيت خوبي مي‌باشند.

روش مقايسه پس از طبقه‌بندي

نتايج حاصل نشان داد كه بين كلاسه‌ها كاربري تفكيك‌پذيري مناسبي وجود دارد و اين طبقات مي‌توانند از يكديگر شناسايي شوند كه نتايج در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱- ميزان تفكيك‌پذيري بين كلاسه‌هاي كاربري در تصوير LISS III و TM

ميزان تفكيك‌پذيري	متوسط تفكيك‌پذيري	حداقل تفكيك‌پذيري	حداكثر تفكيك‌پذيري
سنجنده LISS III	۱/۹۹۷۲۵۶	۱/۹۹۶۶۶۷	۲/۰۰۰۰۰۰
سنجنده TM	۱/۹۸۶۹۱۶	۱/۹۳۱۶۷۴	۲/۰۰۰۰۰۰

مقايسه نقشه‌ها

نتايج حاصل از طبقه‌بندي ها با نقشه واقعيت زميني تهيه شده مقايسه شدند. نتايج نشان داد كه نقشه حاصل از طبقه‌بندي نظارت شده تصاوير IRS با الگوريتم حداكثر احتمال با صحت كلي و ضريب كاپاي، به ترتيب ۹۱/۰۴ درصد، ۰/۸۷ و تصاوير TM با صحت كلي و ضريب كاپا به ترتيب ۹۶/۶۸ درصد، ۰/۹۵ توليد شدند. نتايج نشان داد كه نقشه حاصل از طبقه‌بندي نظارت شده تصاوير IRS با الگوريتم حداقل فاصله از ميانگين با صحت كلي و ضريب كاپاي، به ترتيب ۸۸/۸٤ درصد، ۰/۸۳ و تصاوير TM با صحت كلي و ضريب كاپا به ترتيب ۸٤/۹۸ درصد، ۰/۷۹ توليد شدند (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲- نتايج حاصل از ارزيابي صحت نتايج طبقه‌بندي كننده‌ها سنجنده LISS III

سنجنده LISS III	صحت كلي (%)	ضريب كاپا	صحت توليدكننده (%)	صحت كاربر (%)
روش حداكثر احتمال	۹۱/۰٤	۰/۸۷	۷۹/٦٤	۹٦/۲٦
روش حداقل فاصله از ميانگين	۸۸/۸٤	۰/۸۳	۹۷/۱٦	۸٤/۹٤
روش متوازي‌السطوح	۳۰/٤۱	۰/۲۲	۳۹/۹٥	٦۸/۹۷

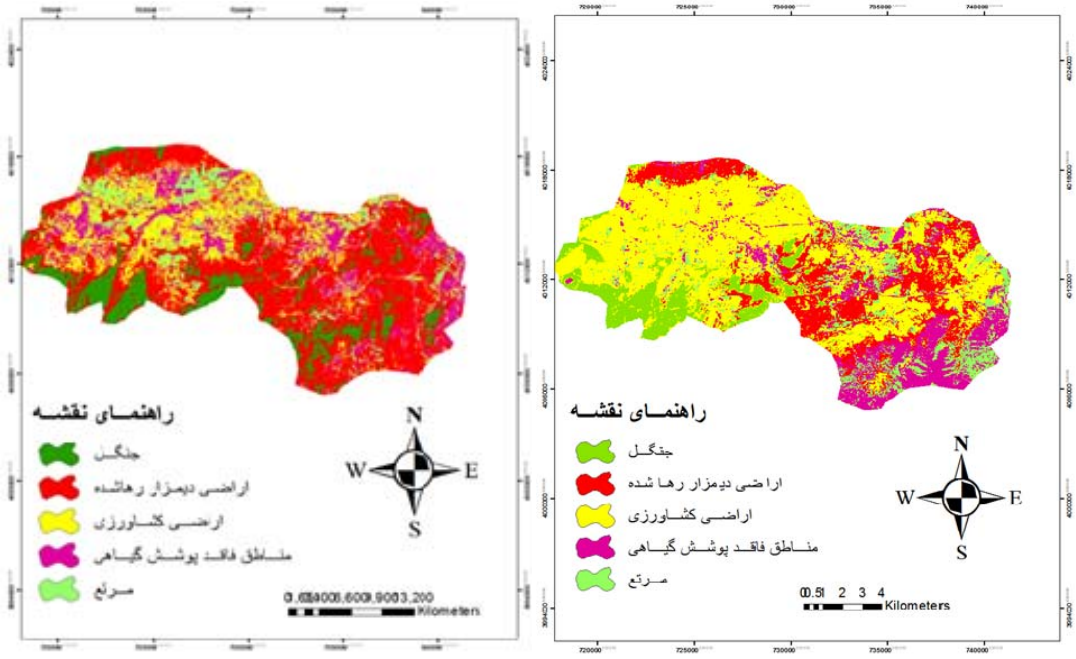
جدول ۳- نتايج حاصل از ارزيابي صحت نتايج طبقه‌بندي كننده‌ها سنجنده TM

سنجنده TM	صحت كلي (%)	ضريب كاپا	صحت توليدكننده (%)	صحت كاربر (%)
روش حداكثر احتمال	۹٦/٦۸	۰/۹٥	۹۱/٦٦	۹٦/۰٤
روش حداقل فاصله از ميانگين	۸٤/۹۸	۰/۷۹	۹۸/٥۱	۷٤/۹۷
روش متوازي‌السطوح	۳۰/۰۸	۰/۲٥	٥۷/۰۹	۷٥/٦٦

نتايج نشان داد كه اراضي ديمزار رها شده در دوره زماني كاهش داشته و سطح اراضي كشاورزي افزايش يافته است (جدول ٤).

جدول ٤- مساحت انواع كاربري اراضي/پوشش نقشه طبقه‌بندي شده سال‌هاي ١٩٨٧ و ٢٠١٢

كلاس كاربري	١٩٨٧		٢٠١٢	
	كيلومتر مربع	درصد	كيلومتر مربع	درصد
جنگل	٢١/٣١	١١/٥٣	١٨/٣٩	٩/٩٥
اراضي ديمزار رها شده	٨٤/١	٤٥/٥	٣٣/٨٣	١٨/٣١
اراضي كشاورزي	٣٣/١٧	١٩/٩٥	٨٥/٦٦	٤٦/٣٥
مناطق فاقد پوشش گياهي	٣٠/٠٦	١٦/٢٧	٢٦/٩٤	١٤/٥٨
مرتع	١٦/١٦	٨/٧٤	١٩/٩٨	١٠/٨١
جمع كل	١٨٤/٨	-	١٨٤/٨	-



(ب) (الف)

الف)شكل٢-نقشه طبقه‌بندي نظارت شده تصوير IRS سال ٢٠١٢ با الگوريتم حداكثر احتمال
ب) شكل٣-نقشه طبقه‌بندي نظارت شده تصوير TM سال ١٩٨٧ با الگوريتم حداكثر احتمال

آمار پايش تغيير

با توجه به نتايج مقايسه پس از طبقه‌بندي مشاهده گرديد كه بيشترين تغييرات مثبت (افزايش) طي سال‌هاي ١٩٨٧ تا سال ٢٠١٢ در اراضي كشاورزي به ميزان ٥٢/٤٩+ كيلومترمربع يا ٢٦/٤ درصد بوده و بيشترين تغييرات منفي (كاهش) بر اراضي ديمزار رها شده به ميزان ٥٠/٢٧- كيلومترمربع يا ٢٧/١٩ درصد بوده است. همچنين با توجه به نتايج بدست آمده مشاهده مي‌گردد كه سطح جنگل سال ٢٠١٢ نسبت به سال ١٩٨٧ به ميزان ٢/٩٢- و يا ١/٥٨ درصد كاهش داشته است (جدول ٥).

جدول ٥- نتايج آمار بررسي تغييرات در كلاس‌هاي كاربري اراضي بر پوشش طي سال‌هاي ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۲

كلاس كاربري	۱۹۸۷		۲۰۱۲		تفاوت نقشه
	كيلومترمربع	درصد	كيلومترمربع	درصد	
جنگل	۲۱/۳۱	۱۱/٥۳	۱۸/۳۹	۹/۹٥	-۲/۹۲
اراضي ديمزار رها شده	۸٤/۱	٤٥/٥	۳۳/۸۳	۱۸/۳۱	-٥۰/۲۷
اراضي كشاورزي	۳۳/۱۷	۱۹/۹٥	۸٥/٦٦	٤٦/۳٥	+٥۲/٤۹
مناطق فاقد پوشش گياهي	۳۰/۰٦	۱٦/۲۷	۲٦/۹٤	۱٤/٥۸	-۳/۱۲
مرتع	۱٦/۱٦	۸/۷٤	۱۹/۹۸	۱۰/۸۱	+۳/۸۲

نقشه تغييرات كاربري‌ها

نقشه تغييرات كاربري اراضي در منطقه مورد مطالعه با استفاده از نتايج تقابل (CROSSTAB) تهيه شد. جدول نتايج آمار بررسي تغييرات كاربري‌ها و نوع تغييرات و مساحت تغييرات تهيه گرديد. شكل ٤ نقشه حاصل از قطع دادن دو نقشه طبقه‌بندي شده سال‌هايي ۱۹۸۷ و ۲۰۱۲ نمايش داده شده است. در طي سال‌هاي ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۲ (۲٥ سال) بيشترين تغييرات در منطقه تغيير كاربري اراضي ديمزار رها شده به اراضي كشاورزي و مناطق فاقد پوشش گياهي، تغيير مناطق فاقد پوشش و مرتع به اراضي كشاورزي بوده است. (جدول ٦ و جدول ۷).

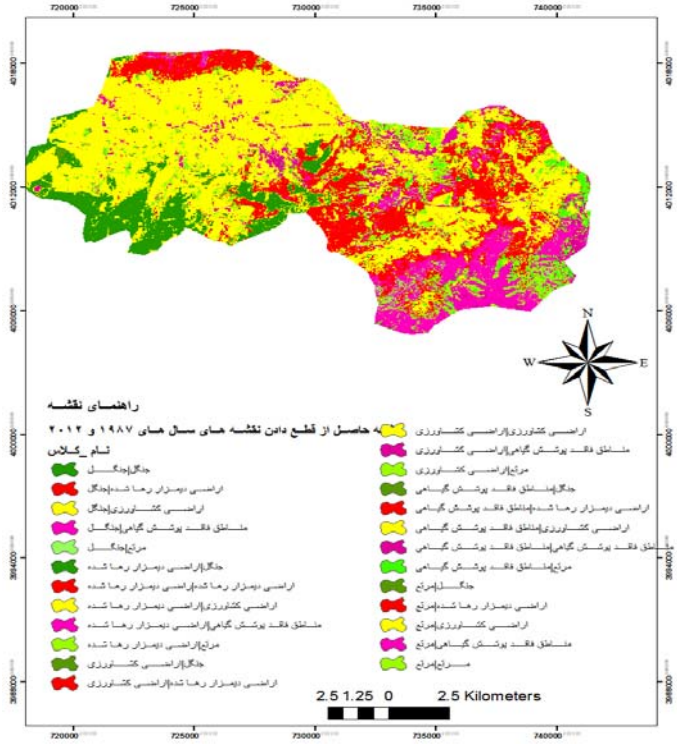
جدول ٦- نتايج آمار بررسي تغييرات در مساحت كلاس‌هاي كاربري اراضي/پوشش اراضي در طي سال‌هاي ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۲ به كيلومتر مربع (۲٥ سال)

كلاس كاربري	جنگل	اراضي ديمزار رها شده	اراضي كشاورزي	مناطق فاقد پوشش گياهي	مرتع	كل مساحت
جنگل	۱۰/۳٤	۷/۳۰	۰/۳۸	۰/۲٦	۰/۱۱	۱۸/۳۹
اراضي ديمزار رها شده	۳/۰٦	۲۸/۸٤	۰/۹۱	۰/٦۷	۰/۳٥	۳۳/۸۳
اراضي كشاورزي	۲/۳٥	۲٦/۸۰	۲٤/٤۹	۱۹/۲٥	۱۲/۷۷	۸٥/٦٦
مناطق فاقد پوشش گياهي	٤/۸۹	۱۲/۳۳	۳/۰۷	٥/٥۷	۱/۰۹	۲٦/۹٤
مرتع	۰/٦۷	۸/۸٤	٤/۳۲	٤/۳۲	۱/۸٤	۱۹/۹۸

جدول ۷- نتايج آمار بررسي تغييرات در مساحت كلاس‌هاي كاربري اراضي/پوشش اراضي در طي سال‌هاي ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۲ (برحسب درصد)

كلاس كاربري	جنگل	اراضي ديمزار رها شده	اراضي كشاورزي	مناطق فاقد پوشش گياهي	مرتع	كل كلاس	تغييرات كلاس
جنگل	٥٦/۲۲	۳۹/۷	۲/۰۷	۱/٤۱	۰/٦	۱۰۰	٤۳/۷۸
اراضي ديمزار رها شده	۹/۰٥	۸٥/۲٥	۲/٦۹	۱/۹۸	۱/۰۳	۱۰۰	۱٤/۷٥
اراضي كشاورزي	۲/۷٤	۳۱/۲۹	۲۸/٥۹	۲۲/٤۷	۱٤/۹۱	۱۰۰	۷۱/٤۱
مناطق فاقد پوشش گياهي	۱۸/۱٥	٤٥/۷٥	۱۱/۳۹	۲۰/٦۷	٤/۰٤	۱۰۰	۷۹/۳۳
مرتع	۳/۳٤	٤٤/۲٤	۲۱/٦۱	۲۱/٦۱	۹/۲۰	۱۰۰	۹۰/۸

در جدول (۷) ستون مربوط به كاربري‌هاي سال ۱۹۸۷ و سطر مربوط به كاربري‌هاي سال ۲۰۱۲ مي‌باشد.
مربع كاى: ٥۳٦۸۰۷/۸۱
درجه آزادى: ۱٦
ضريب كاپا: ۰/٥٤۱۸



شكل٤- نقشه حاصل از قطع دادن نقشه‌هاي طبقه‌بندي سال‌هاي ۱۹۸۷ و ۲۰۱۲

نتيجه گيري:

آگاهي از نوع و ميزان تغييرات كاربري هاي اراضي در مناطق مختلف به عنوان يک پارامتر مهم مديريت مي‌تواند برنامه‌ريزان بخش‌هاي مختلف اجرايي را در مديريت بهينه و توسعه همه‌جانبه ياري نمايد. كه در اين مطالعه به منظور تعيين نوع و ميزان تغييرات كاربري‌هاي مختلف در منطقه كياسر مازندران-ساري از تصاوير ماهواره‌اي IRS-6P سنجنده LISS III و لندست سنجنده TM استفاده شد. ازلازمه‌هاي پيش-پردازش تصويرجهت تعيين كاربري‌ها و پايش تغييرات، تصحيح هندسي، اتمسفري و راديومتري دقيق تصاوير چندزمانه مي‌باشد كه اگر بطور صحيح تصحيح نشوند، نتايج نادرستي از آن بدست خواهد آمد. كه به تحقيقات لو[1] و همكارن (۲۰۰٤)، بربروگلو[2] و آكين[3] (۲۰۰۹)، مي‌توان اشاره نمود. . نتايج طبقه‌بندي نشان داد كه روش حداكثر احتمال با صحت كلي ۹۱/۰٤% و ضريب كاپا برابر با ۰/۸۷ نسبت به روش‌هاي ديگر مورداستفاده شده، داراي نتايج بهتري مي‌باشد. در اين زمينه به مطالعات شتايي و عبدي(۱۳۸٦) مي‌توان اشاره نمود كه الگوريتم‌هاي حداكثر احتمال، حداقل فاصله از ميانگين، متوازي‌السطوح را با هم مقايسه نشان دادند كه روش حداكثر احتمال نتيجه بهتري دارد. نتايج بدست آمده نشان داد كه بيشترين تغييرات مربوط به اراضي ديمزار رها شده مي‌باشد كه در دوره زماني مورد مطالعه (۲۵ سال)، ۲۷/۱۹ درصد كاهش داشته و تبديل به ديگر كاربري منطقه (اراضي كشاورزي، و مرتع) گرديد.

منابع فارسي:

ربيعي، ح. ۱۳۸۳. كشف و بازيابي تغييرات كاربري و پوشش اراضي شهر اصفهان به كمک سنجش از دور و سيستم اطلاعات جغرافيايي، مقاله كارشناسي ارشد، فصلنامه مدرس علوم انساني، دوره ۹ شماره٤، ص ٤١-٥٤.

شتايي، ش.، و عبدي، ا. ۱۳۸٦. تهيه نقشه كاربري اراضي در مناطق كوهستاني زاگرس با استفاده از داده‌هاي سنجنده ETM+ (منطقه مورد مطالعه: حوزه سرخاب خرم آباد لرستان). مجله علم كشاورزي و منابع طبيعي. جلد ۱۴. شماره ۱. ۹۵-۱۰۵ ص ص.

1- Lu
2- Berberoglu
3- Akin

References:

Berberoglu, S., Akin, A. 2009. Assessing different remote sensing techniques to detect land use/coverchanges in eastern Mediterranean. International Journal of Applied Earth Obsevation and Geoinformation 11: 46-53 pp.

Hansen, M, C., Shimabukuro, Y. E., Potapov, P and Pittman, K. 2008. Comparing amual MODIS and PRODES forest cover change for an advancing monitoring of Brazilian forest cover. Remote Sensing of Environment v112: 3784 – 3793 PP

Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., and Moran. E. 2004. Change detection techniques. INT. J. Remote Sensing 25(12): 2365-2407 pp.

Manandhar, R., Odeh, I. O. A and Ancev, T. 2009. Improving the accuracy of land use and land cover classification of land sat data using post – classification. Enhancement Remote Sensing v1: 330-344 PP.

Turner, B. L., II, Lambin, E., & Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104, 20666-20671.

Muriuki, G., Seabrook, L., McAlpin, C., Jacobson, C., Price, B and Baxter, G. 2011. Land cover change under unplanned human settlements: A study of the chyulu hills squatters, Kenya. Landscape and Urban Planning v99: 154 – 165 PP.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی اثر زمینلرزه برروی ساختمانهای آموزش و پرورش تنکابن

فریده سعیدی، دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئوفیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس
زهره سادات ریاضی راد، استادیار گروه ژئوفیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، zohrehriazi@iauc.ac.ir

چکیده :

پارامترهای مهم برای طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله از قبیل شتاب افقی بیشینه زمین، سرعت، حرکت و میزان جابجایی زمین، فرکانس امواج زلزله و مدت نوسانات باید از طریق بررسی‌های دقیق زمین‌شناسی، زمین‌ساختی و مکانیک خاک مورد ارزیابی قرار گیرد. آنچه که مبنی بررسی‌ها قرار می‌گیرد تعیین بیشترین شتاب حرکت افقی زمین میباشد. با استفاده از داده های شرکت مهندسین مشاور کپاساحل، ژئوفراز پارسیان و گیل، لایه بندی خاک در ۱۳ نقطه شهر تنکابن بررسی گردید. بیشتر گمانه های حفاری شده در بخش مرکزی و ساحل دریای خزر قرار داشتند. خاکهای بررسی شده در این نقاط بیشتر درشت دانه بودند. در این مطالعه از ۱۸ حالت ساختگاهی استفاده شد و تحلیلها بصورت معادل خطی با تغییرات در مدل برشی و میرایی انجام گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آن است که اثر بزرگی زلزله ایجاد شده به شدت از ضخامت لایه ها و موقعیت آنها تأثیر می‌پذیرد.

کلید واژه ها: شتاب، خاک، ساختمان آموزش و پرورش

Abstract:

Investigation of earthquake effect on education building in Tonkabon region

Importance parameter for resistant building design to earthquake type of horizontal acceleration ground, velocity, displacement, earthquake wave frequency and oscillation duration had been rated to geological investigation, soil mechanic and tectonic. In order to maximum horizontal acceleration is the most important. Data of Kopasahel, Geofaraz Parsian and Gil Engineering Company had been use in the 13 point of soil tonkabon region. The most of logs were in the central region and near Caspian Sea. The soil had been investigated, that were coarse grained. This study has been used 18 type of building and analysis set with shear module and attenuation. Result of this study has been shown that earthquake happened impressionable of layer thickness and location.

Keywords: acceleration, soil, education building

مقدمه :

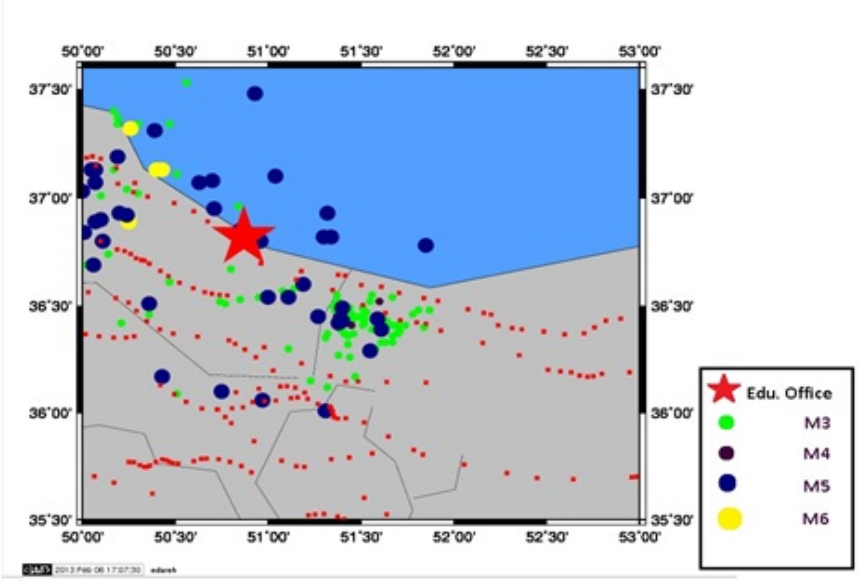
در تنکابن ۱۸۱ باب مدرسه وجود دارد و حدود ۲۲۲٦٦ نفر دانش‌آموز و کادر آموزشی در ساعاتی از روز در این مدارس حضور دارند و علاوه بر این، مدارس ویژگیهای دیگری نیز دارند که در زیر به چند مورد از آنها اشاره می‌شود:
۱-محیط عمومی و نسبتاً بزرگی هستند.

۲-با تراکم دانش‌آموزی مواجه هستند.
۳-برخلاف بعضی از مکانهای عمومی مثل ورزشگاهها و مساجد اتاقهای مستقل دارند و قابل تبدیل به درمانگاه و غیره هستند.
٤-دارای سرویسهای بهداشتی و وسایلی نظیر آب سردکن و یخچال و غیره هستند.
٥-دارای کادر مدیریتی ثابت، با قدرت و توان بالای مدیریتی هستند در نتیجه می‌توانند مدارس را با سرعت به مراکز مدیریت بحران یا جمع‌آوری و توزیع کمکها و سایر موارد کنند.
٦-بر خلاف بیشتر اداره‌ها و سازمانها که بلند و چندطبقه هستند، مدارس ساختمانهای کوتاه و وسیعی دارند و نیازی به بالابر ندارند و در نتیجه از ازدحام جمعیت جلوگیری می‌شود.
۷-در سطح شهر پراکنده هستند.
۸-مکانهایی هستند که در شرایط بحرانی تعطیل می‌شوند و بهترین مکان برای اسکان آوارگان هستند.
به همین دلیل در این مطالعه به بررسی اثر زمینلرزه بر روی مدارس شهرستان تنکابن پرداخته شد. شهر تنکابن که در مجاورت جنوب دریاچه مازندران واقع است، در حوزه آبریزی که از آبرفت جوان پر شده بنا گردیده است. این حوزه از جنوب و غرب به بلندی‌های کوه‌های البرز و از شمال به دریاچه مازندران محدود می‌شود. کوههای البرز که در جنوب این حوزه قرار گرفته‌اند، از رسوبات و سنگ‌های آتشفشانی ژوراسیک و ترشیاری فوقانی تشکیل شده‌اند. این رسوبات در دوره مزوزوئیک چین‌خوردگی پیدا کرده و ساختمان‌های آلپی را به وجود آورده‌اند. تصور می‌شود که در دوره‌های بعدی، پس از نفوذ سنگ‌های آتشفشانی گسلهایی ایجاد شده و حرکاتی رو به بالا انجام گرفته و ساختمان آلپی را که قبلا به وجود آمده بود، پیچیده‌تر ساخته است.
از مهمترین واحدهای سنگی ارتفاعات جنوبی تنکابن که سنگ مادر بخش عظیمی از رسوبات آبرفتی تنکابن است، سازند کرج می‌باشد که شامل سنگ‌هایی از نوع توف‌های داسیتی سبزرنگ، آندزیت‌های تیره رنگ وشیل و سنگ‌های آهکی مارنی و گچ است که بین آنها توف‌های سبز حجم بالایی را تشکیل می‌دهند. ویژگی‌های رسوب‌شناختی رسوبات آبرفتی تنکابن بیانگر آن است که این رسوبات گسترده، حاصل فعالیت رودخانه و سیلاب‌های فصلی هستند که از زمان پلیوسن پسین تاکنون از دامنه‌های شمالی ارتفاعات البرز منشا گرفته‌اند. اختصاصات چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی و ریخت‌شناسی و سن رسوبات آبرفتی سبب می‌گردد که بتوان این رسوبات را به بخش‌های جداگانه‌ای تقسیم نمود. رسوبات آبرفتی گستره تنکابن و پیرامون را بیشتر می‌توان به دو قسمت نهشته‌های دریایی (منطقه ساحلی) و آبرفت‌های دلتایی تفکیک نشده (منطقه دلتایی) تقسیم نمود (آقانباتی، ۱۳۸۳).

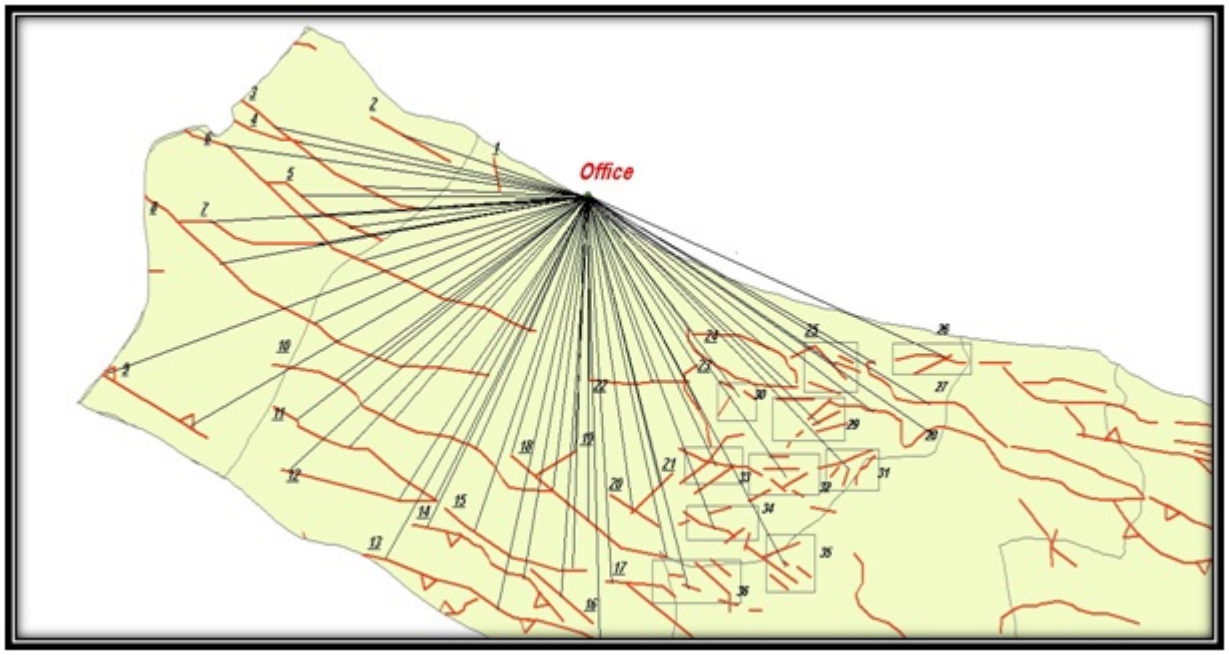
◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

موقعیت مورد مطالعه به همراه زمینلرزه های به وقوع پیوسته و گسلهای طرح در شکل (۱) نشان داده شده است. فاصله موقعیت مشخص شده با کلیه گسلهای اطراف در شکل (۲) نشان داده شده است. براین اساس ۳٦ گسل در منطقه شناسایی گردید که گسل شماره ٦ با طول ٤۰ کیلومتر و به فاصله ۱۳ کیلومتری از ساختگاه، بیشترین شتاب 0.5g را در ساختگاه ایجاد میکند.



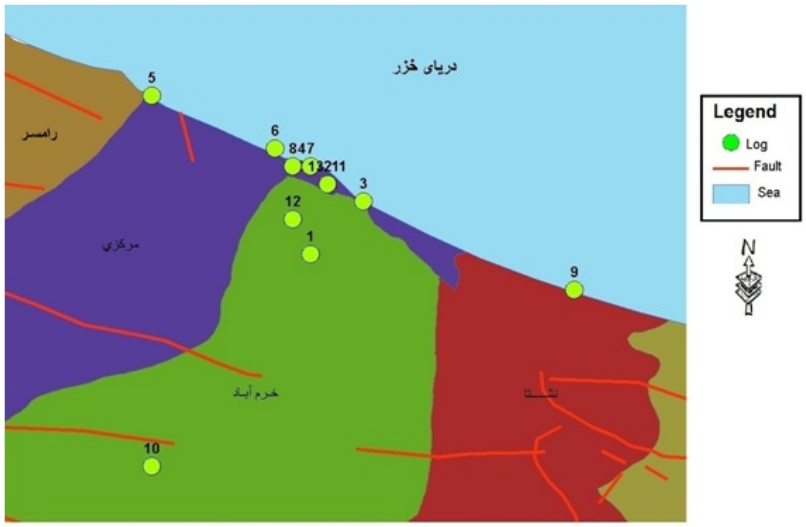
شکل ۱: نقشه گسلها و زمینلرزه های به وقوع پیوسته در محدوده تنکابن (ستاره)



شکل ۲: گسلهای منطقه به همراه فاصله تا ساختگاه

رسوبات کواترنری گستره تنکابن دشت کرانه‌ای خزر و حدفاصل کوه و در راستای رودخانه‌های منطقه گسترش قابل توجهی دارند از دیدگاه محیط رسوبی، طیفی از شرایط کاملا قاره‌ای تا شرایط ساحلی و حتی دریایی همراه با محیطهای حدواسط دلتایی در آنها قابل تشخیص است.ضخامت نهشته‌های آبرفتی برپایه اطلاعات ژئوفیزیک موجود که در منطقه خرم آباد و ولی‌آباد تا ۳۳۰ متر اندازه‌گیری شده است و این رسوبات به پلیستوسن نسبت داده شده است بخش زیادی از دشت ساحلی منطقه را شامل می‌شود. شکل (۳) موقعیت مدارسی که اطلاعات ژئوتکنیک آنها مورد بررسی قرار گرفته است را نشان میدهد. ۱۳ مدرسه در شهر تنکابن مورد بررسی قرار گرفت.جهت شناسایی لایه‌های خاک در محل اقدام به حفر ۱ گمانه شناسایی توسط دستگاه حفاری دورانی تا عمق ۱۲m گردیده است. در هنگام حفاری به منظور تعیین پارامترهای فیزیکی و مکانیکی خاک اقدام به نمونه‌برداری دست‌خورده و دست‌نخورده از لایه‌های مختلف و انجام آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) در اعماق مختلف گردیده است. نمونه‌های دست نخورده

بوسیله نمونه‌گیری مخصوص یوفر اخذ و بلافاصله موماندود گردیده و به منظور حفظ ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک در انتقال و نگهداری از نمونه‌های مذکور شرایط استاندارد رعایت و لحاظ گردیده است. به عنوان نمونه به بررسی پروژه شماره ۸ واقع در مازندران، تنکابن، بلوار شهید شیرودی، ساختمان ۱۵ طبقه میپردازیم.



شکل ۳: موقعیت مکانی گمانه ها و گسل های منطقه مورد مطالعه

عملیات صحرایی:

با توجه به سطح اشغال فونداسیون، شرایط زمین‌شناسی منطقه، تعداد طبقات و ...، بنا به درخواست، سه گمانه به ترتیب در عمق ۲۵ و ۲۵ و ۵۰ متر به روش دورانی ماشینی جهت انجام مطالعات زیرسطحی در زمین مورد مطالعه حفاری گردیده است.

تشریح لایه‌های شناسایی شده:

با توجه به نتایج آزمایش‌های صحرایی ملاحظه می‌گردد که خاک ساختگاه از یک لایه اصلی تشکیل شده است. نیم متر ابتدایی ساختگاه خاک دستی می‌باشد.

لایه اول (L_1):

این لایه که خاک ساختگاه را از سطح طمین تا عمق حدود ۲۵m تشکیل می‌دهد از رس کم‌مایه ماسه‌دار و ماسه رس‌دار گاهی همراه با لای، تشکیل شده است.
این لایه به لحاظ سیستم متحد (U.S.C.S) غالباً در رده (SC) , (ML) , (CL) , (SM) طبقه‌بندی می‌گردد.

خصوصیات فیزیکی لایه‌های خاک:

خصوصیات فیزیکی خاک ساختگاه با استفاده از نتایج آزمایشهای دانه‌بندی ذرات، حدود روانی و خمیری و درصد رطوبت طبیعی تعیین شده‌اند. لازم به ذکر است که در فراسنجیهایی که مقدار آنها به صورت بازه ارائه خواهد گردید، مقادیر حداقل و حداکثر میانگین فراسنج با توجه به تعداد داده‌های آزمایشگاهی فراسنج مورد نظر و با ۹۵% اطمینان در میزان متوسط فراسنج محاسبه گردیده و ارائه شده است.لایه‌ها یک و دو با علت وجود زیر زمین از محاسبات حذف شده و فقط خصوصیات مربوط به لایه‌های سه تا پنج در ذیل ارائه می‌گردد.

خصوصیات فیزیکی لایه (L_1):

جنس لایه: رس کم مایه ماسه‌دار و ماسه رس‌دار گاهی همراه با لای (ML) , (CL) , (SM) , (SC)

<۸۰	درصد ماسه (sand)	<٤۰
<٦۰	(Pass#۲۰۰) گذشته از الک نمره	<۰۲۰۰
<۲۸	(W%) درصد رطوبت طبیعی	<۲۰
<۱٦/۵	وزن مخصوصی خشک (γ_d)	<۱۵/۵

تعیین عمق سطح آب زیرزمینی:

یکی از مواردی که در حین عملیات حفاری مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته است تعیین سطح آب زیرزمینی بوده که در حین عملیات حفاری روزانه اندازه‌گیری شده و در جدول ۱ نتیجه نهایی آن ارائه گردیده است.

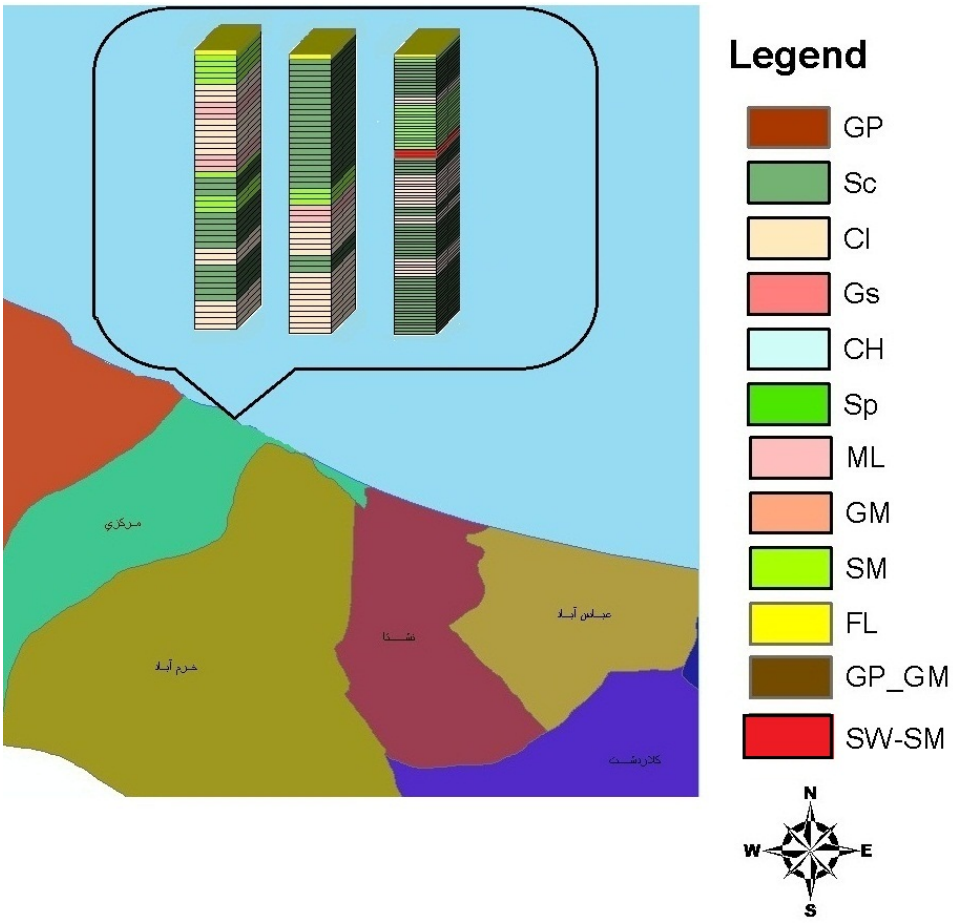
جدول۱: گزارش سطح آب زیرزمینی در گمانه اکتشافی

نام گمانه‌ها	تراز آب زیرزمینی (متر)
BH1	۱,۰ -۱,۲۰
BH2	۱,۰ -۱,۳۰
BH3	۱,۵ -۱,۸

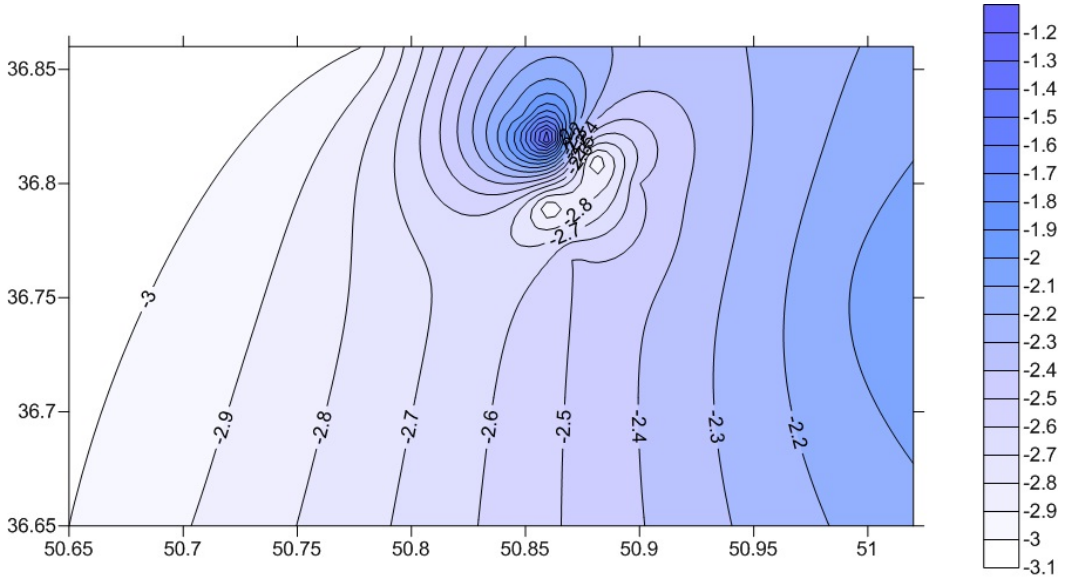
در شکل ٤ پروژه شماره ۸ در بخش مرکزی تنکابن واقع شده است را نشان میدهد. در این شکل مشاهده می شود که نوع خاکهای موجود در گمانه اول FL, SM, CL, ML, SC ، گمانه دوم FL, SC, SM, ML, CL و گمانه سوم FL, SM, SC, CL, SW-SMمی باشند.

کلیه مطالعات فوق برای ۱۳ نقطه مشخص شده انجام گردید و نقشه سطح آب زیرزمینی برای منطقه مورد مطالعه رسم گردید که در شکل ٥ نشان داده شده است. همانطور که شکل نشان میدهد بیشترین تغییرات در نزدیکی ساحل میباشد.

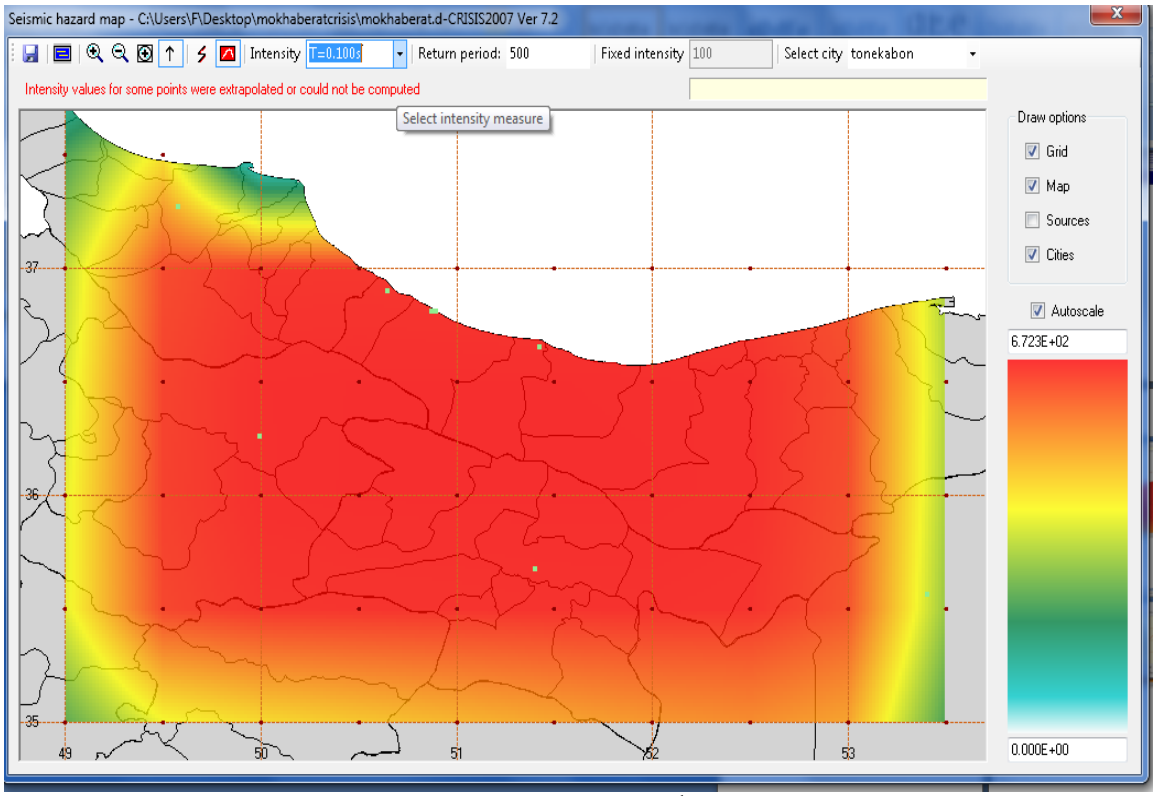
با توجه به داده های لرزه ای منطقه، نقشه خطر لرزه ای برای دوره بازگشت ٤٧٥ ساله و پریود ۰/۱ ثانیه محاسبه گردید که در شکل ٦ نشان داده شده است. همانطور که شکل نشان میدهد منطقه مورد مطالعه در خطر بالا میباشد که نیاز به بازنگری و مقاوم سازی بعضی از مدارس میباشد.



شکل ٤ : موقعیت جغرافیایی پروژه شماره ۸ و طبقه بندی خاک



شکل۵: نقشه کنتور آب زیر زمینی منطقه مورد مطالعه



شکل ٦: نقشه خطر زمینلرزه برای دوره بازگشت ۵۰۰ ساله و پریود T=0.1 ثانیه در منطقه تنکابن

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

بر اساس آئین‌نامه، ساختگاههای موجود در منطقه با خطر نسبی بالا با شتاب مبنای طرح ۰/۳g قرار دارند. همچنین با توجه به نوع خاک استخراج شده از گمانه و با توجه به بند ۲-۳-۵ آیین‌نامه ۲۸۰۰ نوع زمین تمام پروژه ها از نوع III می‌باشد. در این بررسی با رسم نقشه هم شتاب و با درنظر گرفتن پریودهای زمانی مختلف و شتابهای مربوط به آن، ساختگاه شماره ۱۰ به علت قرار گیری در منطقه آبرفتی و پرخطر، بیشترین آسیب را در اثر وقوع زمینلرزه خواهد دید. این سازه به جهت نزدیک بودن به رودخانه چشمه کیله و بحث نفوذ آبهای زیرزمینی و با در نظر گرفتن اینکه طول عمر مفید سازه حدود ۵۰ سال می باشد و سازه مورد نظر در سال ۱۳۵۲ ساخته شده است، احتمال تخریب آن وجود دارد. بنابراین باید برای مقاوم سازی سازه مورد نظر اقدامات لازم انجام پذیرد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

محاسبات نشان می دهد که بزرگترین گسل منطقه به طول 40 km است. نزدیکترین گسل به ساختگاه مورد نظر به طول 3km و با فاصله 9 km که شتاب 0.31g را در ساختگاه ایجاد میکند. دورترین گسل به ساختگاه به طول 12km و فاصله 48kکیلومتری می باشد که شتاب 0.1 را در ساختگاه ایجاد میکند.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

از شرکتهای مهندسین مشاور کپا ساحل،ژئوفراز پارسیان و گیل که نویسندگان را در انجام این مطالعه همراهی کردند تشکر و قدردانی میگردد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسی :

آقانباتی، ع.،۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
حسامی آذر،خ. و همکاران(۱۳۸۲): نقشه گسلهای فعال ایران، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Wells, D., and Coppersmit, K., 1994. *"Relationship between Surface rupture lengths, Maximum displacement, Rupture area, subsurface rupture width with Magnitude, of Iran"*, report No12 p.15-25.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی تأثیر حفر تونل روی نشست های تونل و ساختمان و روش کنترل نشست

◇◇◇◇◇◇◇

جواد صادقی ، دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و پی ، مؤسسه آموزش عالی روزبهان ساری ، ۰۹۱۱۱۵۵۸۱۹۹ ، javadsadeghi88@gmail.com
سید عبدالله کمالی ، دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و پی ، مؤسسه آموزش عالی روزبهان ساری ، ۰۹۳۵۲۶۰۲۵۳۱، kamali_a66@yahoo.com
هادی حمیدیان ، دکتری مهندسی معدن ، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر ، گروه مهندسی معدن ، ۰۹۱۱۳۵۱۰۸۰۴، hhamidian@yahoo.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

نیاز به احداث شبکه حمل و نقل عمومي، حفظ محیط زیست و هزینه زیاد تأمین زمین در مناطق شهري تقاضا براي استفاده از تونل را براي حمل ونقل در مناطق شهري پرجمعیت افزایش داده است . در چنین مناطقي نشست ناشي از احداث فضاي زیرزميني مي تواند آسیب جدي به سازه هاي مجاور آن وارد آورد.با توجه به احداث فضاهاي زیرزميني، روش هاي حفاري و اجرا بایستي طوري انتخاب و انجام گیرد تا نشست هاي ایجاد شده محدود و پایداري فضاهاي زیرزميني تأمین گردد.یکي از روش هایي که مي تواند در ایستگاه هاي مترو استفاده کرد روش احداث فضاهاي عریض با اجراي ستون میاني مي باشد .روشي که در این مقاله بررسي خواهد شد، افزایش صلبیت سازه ي تونل با استفاده از ستون میاني پیش از حفر تمام مقطع تونل است . در این مقاله اهمیت این روش در کنترل نشست سطحي نهایي و همچنین تأثیر وزن ساختمان و شیب سطح زمین روی نشست های تونل و ساختمان بررسی شده است .

کلید واژه ها: تونل در زمین های خاکی، نشست تونل، نشست ساختمان، نرم افزار Plaxis 3D، بار سطحی و سطح شیب دار، روش نگهدارنده ستون در تونل

Abstract:

The Influence of Tunnel Excavation on Tunnel and Buildings Settlement and Control Settlement Methods

The need to build public transportation networks , environmental protection and high cost of land in urban areas to meet the demand for the use of tunnels for carrying Transport in densely populated urban areas has increased . Meeting in such areas due to the construction of underground space can cause serious damage to structures Adjacent inflicted . Due to the construction of underground spaces , the drilling method must be selected and should be done as sattlement are created Limited stability of underground spaces be provided. One method that can be used in subway stations constructed using the wide spaces The middle column is performing . The method in this paper will be to increase the structural rigidity of the middle column before the digging of the tunnel for all Section of the tunnel . In this paper, the importance of this method to the final surface settlement control also The influence of construction weights and earth surface gradient on tunnel settlement and construction settlement have been studied.

Keywords: Tunnel In Earthly Lands , Tunnel Settlement , Building Settlement , Plaxis 3D Software , Surface Load and Sloped Surface , Pillar Supporting Method In Tunnel

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

حفر تونل در زمينهاي خاكي می تواند منجر به ايجاد جابجايی هاي افقي و عمودي در اطراف تونل شود . اين جابجايي ها مي توانند به سطح زمين رسيده و موجب آسيب رساندن به سازه هاي موجود در سطح زمين شوند، بنابراين تخمين ميزان نشست زمين در اثر حفاری، بخصوص درمحيط هاي شهري از اهميت بسياري برخوردار است .هدف از اين مطالعه در واقع يک نوع پيش بينی از وضعيت نشست های سطحی حاصل از حفر تونل های مترو واقع در مناطق شهری است(کاتبی ه. ۱۳۸۹،سعدين م. ۱۳۸۹).
معمولاً محيط هاي خاكي داراي خواص بسيار متفاوت و تنوع رفتار هستند .مدلهاي رفتاري بسياري براي رفتار خاكها تعريف شده است كه از جمله مي توان مدلهاي الاستيك، الاستو پلاستيك و الاستوويسكوپلاستيك را نام برد .مدلهاي الاستيك مي توانند خطي يا غير خطي باشند .خاكها در مدلهاي الاستو پلاستيك در تنشهاي پايين به صورت الاستيك عمل می كنند و در تنشهاي بالاتر شروع به گسيخته شدن می كنند و اصطلاحا پلاستيك می شوند(کاتبی ه. ۱۳۸۹،سعدين م. ۱۳۸۹).
در مناطق شهري حفاظت از ساختمانها و تأسيسات سطحی و زيرسطحی در حين تونل سازي ضروري است .بدين منظور مهندسين مسئول طراحی و ساخت تونل نيازمند ابزار و روشهايی هستند که به کمک آنها ميزان نشست زمين را تخمين زده و مشخص کنند که آيا ساختمانها تحت تأثير اين جابجايی ها آسيب خواهند ديد يا خير. طراحی تونل نيازمند برآورد مناسبی از تغيير شكلهاي زمين است . بسته به روش حفاري ونگهداري، تونل سازي می تواند باعث نشست هايی با مقادير مختلف شود (حوائج م. و همکاران۱۳۹۱).
تحليل نشست های ظاهری تونل از اهميت بالايی در ساخت و سازهای تونل به خصوص در نواحی شهری برخوردار می باشد . نشست های بيش از حد می تواند ماشهٔ خطرات بالقوهٔ ساختمان های مجاور را بچكاند(Moldovan,A.2013, Popa,A.2013).
نشست ها و تغيير شكل هاي ايجاد شده ناشي از حفر تونل مي تواند آسيب هاي جدي به سازه هاي اطراف وارد آورد. استفاده از ماشين هاي حفاري مثل EPBوTBM ها در كنترل نشست سطحي بسيار موثر بوده اند .اين ماشين ها با پوشش موقتي كه براي ناحيه حفاري ايجاد مي كنند، باعث كاهش ترخيص تنش و نشست مي شود .اما اين ماشين ها در تونل هاي با طول كم توجيه اقتصادي نداشته و نسبت به شكل هندسي و انحنا خط حفاري انعطاف پذيري كمتري دارند، هر چند اين مسايل را مي توان با طراحي مناسب برطرف كرد، اما اين مسئله اي نيست كه در تمام نقاط دردسترس و قابل تقبل باشد.
در اين مقاله آناليز عددي با روش اجزا محدود براي شبيه سازي كامل مراحل حفاري NATM استفاده شده است و كنترل نشست سطحي با استفاده از روش ستون مياني بررسي شده و اهميت هر يك بر اساس نتايج آناليز عددي ارائه شده است (وليزاده كيوی ا. و همكاران ۱۳۸۹).

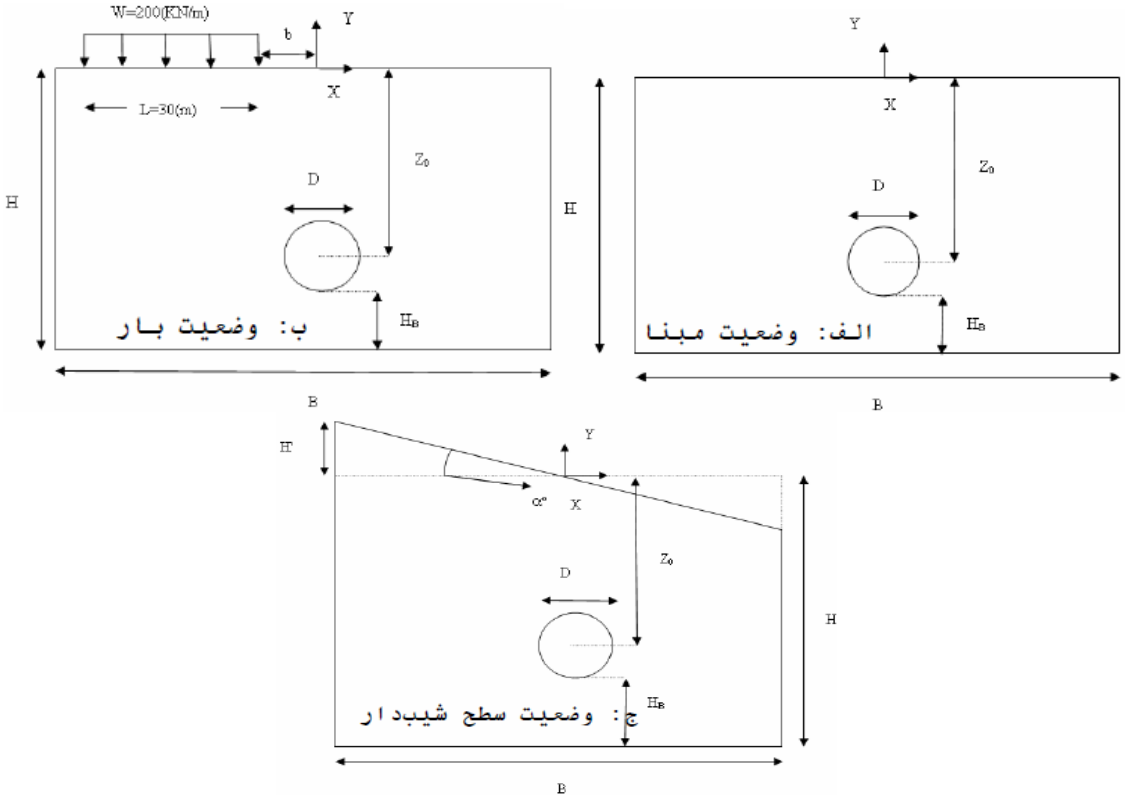
◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

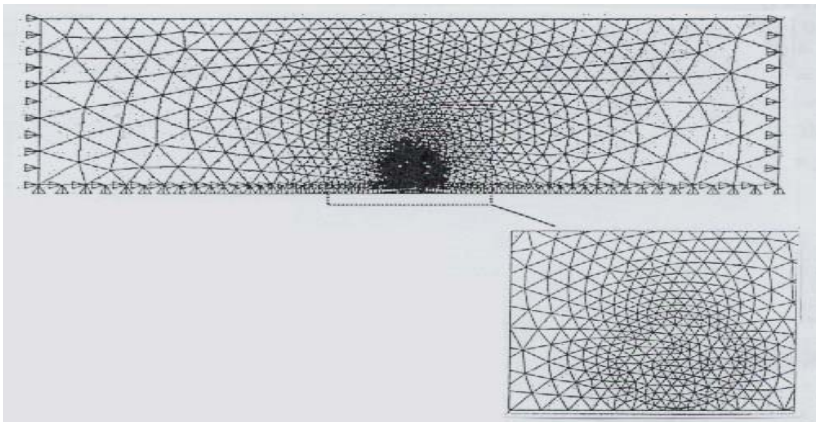
روش مورد استفاده در مطالعهٔ حاضر، روش محاسباتی مبتنی بر کاربرد نرم افزار اجزای محدود است که در شرايط فرض رفتاری الاستيک برای محيط خاکی به کار گرفته شده است .بنابراين مشخصات مورد نياز در تحليل وضعيت های مختلف مورد بحث، ابعاد هندسی مقطع تونل (قطر تونل يا اضلاع مقطع مستطيلی در وضعيت های مختلف)، عمق تونل و فاصلهٔ شرايط مرزی تا محل تونل و نيز مشخصات فيزيکی مکانيکی خاک، يعنی وزن واحد حجم، مدول الاستيسيته و ضريب پواسون است .هر چند ممکن است در شرايط بسيار خاصی بخشی از دهانه تونل به وضعيت پلاستيک نزديک شود و به همين علت، بعضی از محققان علاقه مندند که شرايط پلاستيک را نيز در تحليل اين گونه مسائل در نظر بگيرند ولی در اين مطالعه، از ورود به شرايط پلاستيک و تحليل های مبتنی بر آن به دلايل زير صر فنظر شده است:
اولاً مطالعات و محاسبات نشان می دهند که در صورتی که مقاومت خاک و شرايط تونل چنان باشد که وضعيت خاک از شرايط الاستيک خارج شده و به شرايط پلاستيک برسد آنگاه اين پلاستيک شدگی از دهانه تونل شروع می شود و مفهوم اين پديده اين است که دهانه تونل ريزش می کند.
در چنين شرايطی قاعدتاً بايد تمهيداتی به کار برده شود (مثل شيلد) که از ريزش خاک جلوگيری شود و از توسعه پلاستيک شدگی ممانعت گردد و به عبارت ديگر، تغيير شکل ها در دهانه تونل محدود گردد.

ثانیاً مقایسه نتایج اندازه گیری انجام شده در پروژه های اجرایی با نتایج محاسبات حاصل از فرض محیط الاستیک از دیدگاه های مختلف نشان می دهد که در شرایط متعارف (در تقریباً تمامی موارد معمول اجرایی)، رفتار خاک با مدل الاستیک مطابقت دارد.

با توجه به اینکه در تونل های سنگی تأثیر شکل مقطع تونل و مخصوصاً وجود گوشه ها در باز توزیع تنش ها و تمرکز آنها در گوشه ها نقش مهمی دارد و نیز به این علت که بعضی از مقاطع حفاری شده در تونل های مناطق شهری الزاماً دایره ای نیستند (مثل ایستگاه ها)، لذا بررسی اولیه تأثیر شکل مقطع قابل توجیه می شود .تأثیر توپوگرافی سطح زمین و مخصوصاً وجود بارهای خارجی واقع بر سطح زمین مسأله بسیار متداول و با سابقه بحث های مفصل است. که در این مقاله می خواهیم اثر هر یک را روی نشست سطح زمین و دیوارهٔ تونل بررسی کنیم (حیدری م. و همکاران ۱۳۸۲).

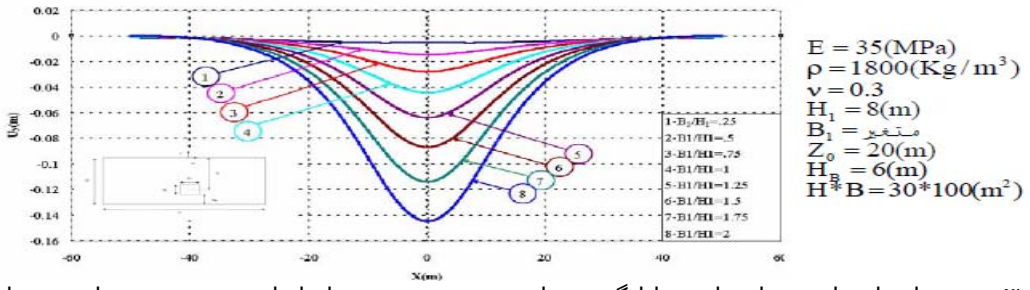


شکل۱- مشخصات هندسی مقطع تونل و محدوده مدل محاسباتی

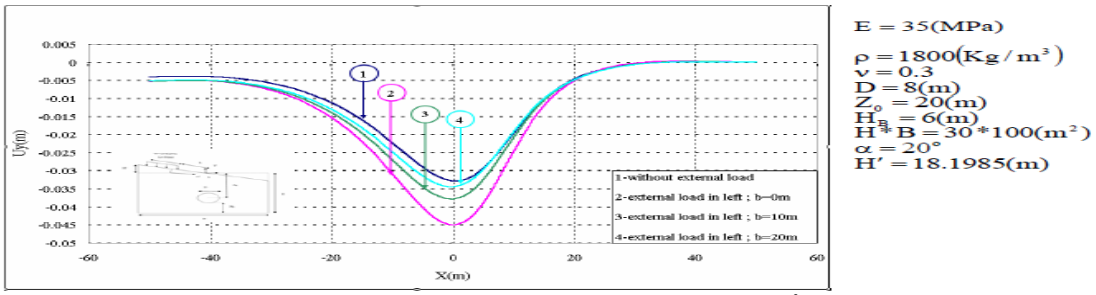


شکل ۲- شبکه اجزای محدود و وضعیت آن در مقطع تونل.

مشخصات هندسی و فیزیکی مسأله مورد بحث به صورت فهرست وار به شرح زیر است:
شکل مقطع تونل ها و اندازه آنها،تونل دایر های معمولاً با قطر 8 متر،تونل مربعی، مستطیلی با ابعاد مختلف ولی با مساحت مقطع مساوی با تونلی به قطر 8 متر و توجیه فضایی قائم و افقی .کلیهٔ محاسبات براساس فرض تونل حفاری شده و فاقد پوشش داخلی است و عمق تونل معمولاً 20 متر در نظر گرفته شد.دانسیته خاک ۱۸۰۰ Kg/m3، مدول الاستیسیته ۳۵ Mpa و ضریب پوآسون ۰/۳ . شیب سطح زمین از صفر تا سی درجه در مقطع عرضی. بار خارجی و فرض شده بر سطح زمین معادل ۲۰۰ Kpa در عرض سی متر در مقطع عرضی و به فاصله های مختلف.
محاسبات اولیه نشان داد که فاصله نقاط مرزی مدل حداقل باید 3 برابر عمق تونل باشد .از کمیت های به دست آمده از این محاسبات، آنچه که غالباً مورد نیاز درطراحی ها و مورد استفاده در رفتارشناسی خاک است عبارت است از:
Sc، (نشست سقف تونل) ؛ Smax (حداکثر نشست سطح زمین)؛ λ، نسبت نشست سطح زمین به نشست در تاج تونل، چگونگی و توزیع نشست در سطح زمین. نمونه ای از نمودارهای حاصل از نتایج محاسبات در شکل 3 نشان داده شده است؛ در شکل4 تأثیر وجود بار خارجی واقع بر سطح زمین شیب دار در موقعیت های مختلف بار نشان داده شده است (حیدری م. و همکاران ۱۳۸۲).

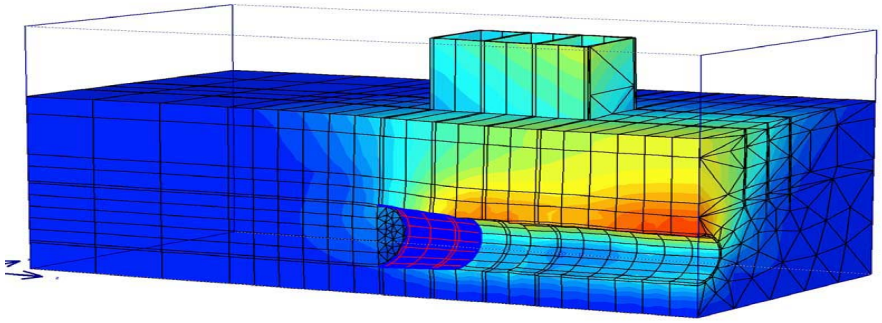


شکل۳- نمونه ای از نتایج محاسبات نمایانگر تغییرات نشست زمین حاصل از تغییر عرض تونل مستطیلی.



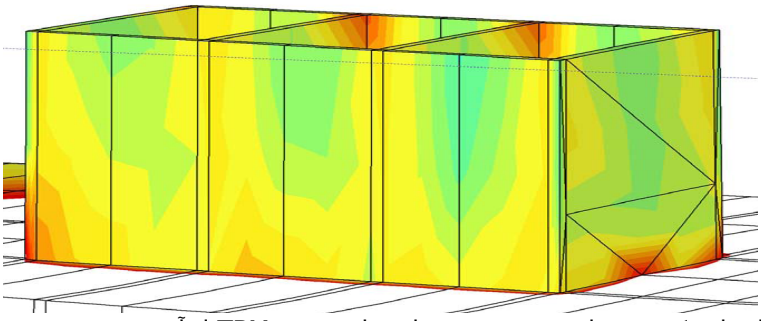
شکل ۴-تأثیر وجود بار سطحی و زمین شیب دار بر توزیع نشست سطح زمین.

همانطور که در مقدمه اشاره شد استفاده از ماشین های حفار تونل مثل EPB,TBM می تواند نقش بسزایی در کنترل نشست های دیوارهٔ تونل و ساختمان هایی که در سطح زمین وجود دارد، داشته باشد. اما با توجه به مدلسازی هایی که به کمک نرم افزار PLAXIS 3D انجام دادیم به این نتیجهٔ مهم رسیدیم که عبور ماشین های حفاری در زمین هایی که دارای خاک نرم می باشند، نمی توانند نقش مهمی در کنترل نشست ها داشته باشند (Broer,w.2002 , Brinkgreve,R.B.J.2002).



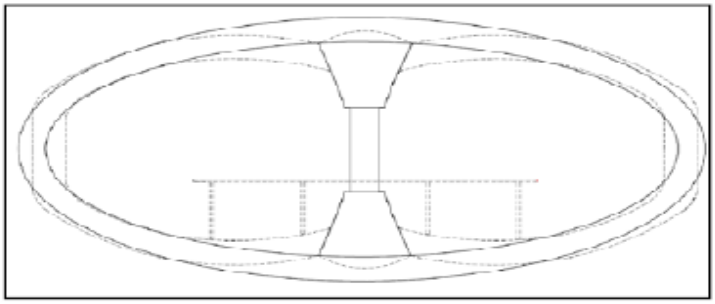
شکل ۵- نمای سایه ای از تغییر مکانهای کل در پایان مرحله ۱۵(تغییر مکانها ۵۰ بار بزرگنمایی شده اند).

نقطه ای در گوشهٔ ساختمان ۱۰ میلیمتر جابجا شده است، این جابجایی ها می تواند سبب ایجاد کرنش های برشی در ساختمان شود که در نتیجه باعث پیچش در ساختمان و نهایتاً موجب تخریب سازه خواهد شد.(Broer,w.2002 , Brinkgreve,R.B.J.2002)

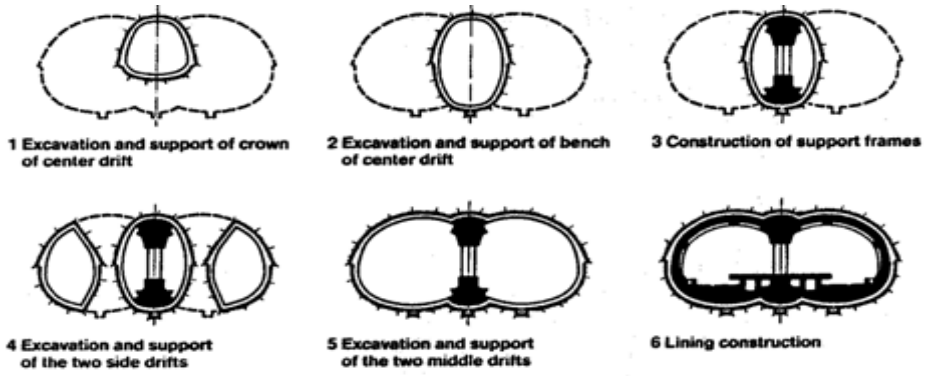


شکل۶- نمای سایه ای کرنش های برشی در ساختمان وقتی TBM از آخرین ردیف شمع ها عبور کند (تغییر مکان ها ۵۰ بار بزرگنمایی شده اند).

يكي از روش هاي ديگري كه به پايداري مقطع كمك مي كند و نشست سطحي را تا حد زيادي كاهش مي دهد روش جديد ستون مياني در تونل است که به صورت ترکیبی با روش NATM استفاده می شود. اساس اين روش افزايش صلبيت سازه تونل پيش از حفر تمام مقطع تونل است. در اين روش افزايش صلبيت باعث كاهش ترخيص تنش و به تبع آن نشست مي شود.
در اين روش در چند گام جلوتر از جبهه حفاري در روش NATM، با استفاده از تونل پيشرو، ستوني در وسط دهانه ساخته مي شود و بين اين ستون ها نيز تير هايي قرار مي گيرد كه بار جدار و پوشش تونل روي اين تير ها قرار مي گيرد و به ستون منتقل مي شود. البته بايستي در نظر داشت كه استفاده از اين رديف تير و ستون محدود به ايستگاه هاي مترو جزيره اي و يا تونل هايي است كه هندسه آنها امكان استفاده از اين سيستم را ممكن مي سازد(وليزاده كيوی،ا. و همكاران ۱۳۸۹).

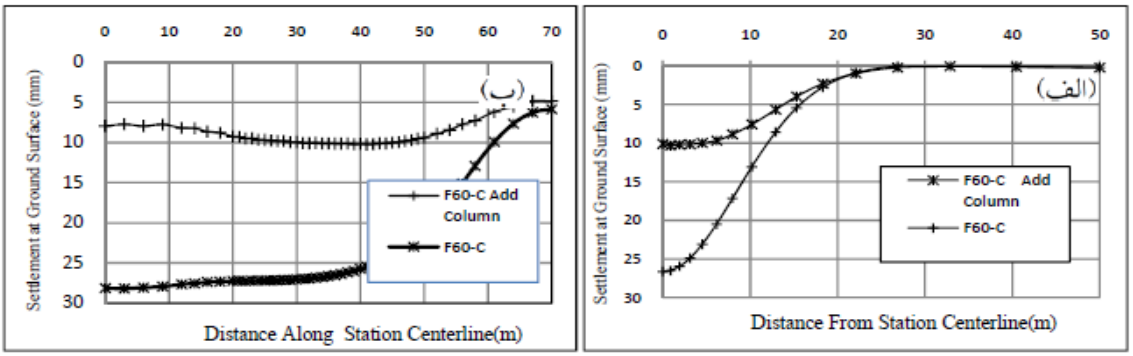


شکل ۷- هندسه کامل ایستگاه(خط چین) و هندسهٔ بیضی مدل شده در نرم افزار(خط توپر)



شکل ۸- مراحل حفاری و اجرای ستون میانی جهت کنترل نشست سطحی

در اين مرحله اثر استفاده از نگهدارنده ستون مياني را بررسي مي كنيم .ستوني كه در اينجا مورد بررسي قرار مي گيرد الاستيك بوده و مدول الاستيك آن۳۰ گيگا پاسكال مي باشد. ابعاد ستون 1.2 متر در امتداد عرضي در 1.5 متر در امتداد طولي مي باشد .فاصله ي مركز به مركز ستون ها 10 متر مي باشد كه در صورت استفاده، فضاي كافي براي آمد و شد مسافرين فراهم مي كند. مرحله F60-C با توجه به اين كه كل طول حفاري 60 متر است،مرحله ي پاياني حفاري را نشان مي دهد.همان طور كه انتظار مي رفت اضافه كردن سيستم نگهدارنده ستون مياني در تونل تاثير بسيار زيادي در كاهش نشست و افزايش پايداري دارد(وليزاده كيوی،ا. و همكاران ۱۳۸۹).



شكل9 - تاثير استفاده از ستون مياني– (الف) پروفيل نشست عرضي و (ب)پروفيل نشست طولي

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

از آنجا که تعداد محاسبات،نمودارها و نتیجه گیری ها بسیار متعدد است و تعداد صفحات این مقاله تکافوی حتی چند مورد از آنها را ندارد،در اینجا به ذکر ارقام مربوط به چند مورد خاص پرداخته می شود، ضمن اینکه لازم به یادآوری است که تأیید صحت عملکرد محاسبات به وسیلهٔ آزمایش کاربرد همین برنامه بر چند مورد واقعی (مثل تونل هیث رو، بارسلنا و ...) مورد تأیید قرار گرفت.
به منظور بررسی تأثیر عوامل مختلف، مناسب است حالت های مشخص محاسبه شد ه ای در اینجا مورد بحث و مقایسه قرار گیرد. برای سهولت، شرایط مبنا به شرح زیر در نظر گرفته شده است:
الف- تونلی به قطر ۸ متر، در عمق ۲۰ متری (Z0/D=2.5) و در شرایط خاک با سطح افقی و بدون بار خارجی و با مشخصات خاک υ=0.3 ،E=35 MPa و ρ=1.8 t/m3 .
ب- شرایط وضعیت الف به انضمام وجود بار سطحی گسترده انعطاف پذیر به عرض 30 متر و شدت 200Kpa (معادل مجموعه ای بیش از 25 طبقه) که محور آن بر محور قائم تونل منطبق باشد.
پ- شرایط وضعیت ب، ولی موضع قرار گرفتن بار گسترده در یک سمت محور تونل(b=0 m)
ت- شرایط وضعیت ب ، ولی موضع قرار گرفتن بار گسترده در یک سمت به فاصله 10 متر از محور تونل.
ث- شرایط وضعیت ب ، ولی موضع قرار گرفتن بار گسترده در یک سمت به فاصله 20 متر از محور تونل.
ج - سطح شیب دار بدون وجود بار خارجی با شیب تا 20 درصد.
چ - سطح شیب دار با شیب تا 20 درصد با وجود بار خارجی.
جدول زیر مقدار نشست حداکثر را در سطح زمین برای شرایط ذکر شده و برای تونل های با مقطع دایره، مربع و مستطیل افقی و مستطیل قائم نشان می دهد.

جدول 1 مقادیر نشست حداکثر در سطح زمین در وضعیت های مختلف تصور شده در شرایط الف تا چ

نشست حداکثر برحسب میلیمتر							
نوع مقطع	الف	ب	پ	ت	ث	ج	چ
دایره	۳۱/۸	۵۲/۵	۴۴/۱	۳۵/۶	۳۲	۳۲	۵۳/۵
مربع	۳۵/۳	۵۷/۱	۴۸/۵	۳۹/۸	۳۵/۸	۳۵/۴	۵۸
مستطیل قائم	۲۹/۶	۴۸/۷	۴۱/۲	۳۳/۴	۳۰	۳۰	۴۹/۴
مستطیل افقی	۴۲/۳	۶۷/۳	۵۷/۳	۴۷/۴	۴۲/۹	۴۲/۵	۶۸/۶

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

پارامترهای مؤثر عبارتند از : وزن Trailer،طول TBM،وزن TBM، زاويه اصطكاک خاک، درجه بيش تحكيم يافتگی خاك، نفوذپذيري خاك، ويژگی هاي هيدراسيون سيمان، فشار سينه كار، فشار تزريق، پارامتر همگرايی، مدول الاستيک خاك و عمق تونل كه پارامترهاي فشار سينه كار، فشار تزريق، همگرايی، مدول الاستيک خاك و عمق تونل بيشترين تأثير را بر نشست دارند.
تأثير وجود بارهای خارجی، اگر در فاصله ای حدود عمق تونل قرار داشته باشد تقريباً ناچيز است و شكل مقطع تونل از داير ه ای به مربعی و به مستطيلی با همان سطح مقطع، ممكن است نشست سطح زمين را تا 30 درصد يا بيشتر افزايش دهد. سطح شيبدار تأثير قابل توجهی بر نشست حداكثر(نسبت به سطح افقی)ندارد ولی وضعيت تقارن منحنی و گود نشست در سطح زمين را تغيير می دهد بطوری كه نشست در بخش با لادست شيب تا چند ميليمتر نسبت به سطح افقی بيشتر می گردد و درهمين حال در بخش پايين دست شيب، اندكی تورم به وجود می آيد كه برای ساختمان های مهم يا آثار تاريخی ممكن است قابل ملاحظه باشد.
مشاهده شد كه استفاده از روش ستون مياني در كنترل نشست از اهميت ويژه اي برخوردار است و در صورتي كه هندسه ايستگاه امكان استفاده از اين روش را بدهد، اين روش به خوبي كمك به كاهش نشست و افزايش پايداري مي كند.در هندسه اي كه در اين مقاله استفاده شد، روش ستون مياني در تونل كمك به كاهش 62 درصدي نشست كرد و ميزان نشست سطحي را به حد قابل قبولي براي ساخت ايستگاه رساند .مزيت ديگر اين روش علاوه بر كاهش نشست افزايش پايداري مقطع با نصف كردن دهانه بازشدگي است كه مي تواند كمك به كاهش هزينه ي پايدار سازي مقطع كند.
روش استفاده از تزريق در سقف تونل نيز كمك به كاهش نشست سطحي، هر چند نه به اندازه روش ستون مياني مي كند .در عمل چسبندگي خاك در ناحيه تزريق در حدود 120 كيلو پاسكال است كه با اين ميزان، با هندسه ي اين تحقيق كاهش نشست 38 درصدي را شاهد هستيم.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدير و تشكر:

از مؤسسهٔ آموزش عالی روزبهان ساری و دانشکده فنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر که در این زمینه ما را یاری نمودند، کمال تقدیر و تشکر را داریم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

حوائج، م. و همكاران،۱۳۹۱، "بررسی نشست سطح زمين ناشی از حفر تونل هاي مترو با استفاده از TBM ، EPB به روش های عددی و آماری"،نشريه علمی- پژوهشی مهندسی معدن،شماره پانزدهم، (صفحه ۶۷ –صفحه ۷۶)
حيدری، م. و همكاران، ۱۳۸۲ ،" تأثير شيب سطح زمين، بار خارجی و شكل مقطع تونل بر مقدار نشست زمين حاصل از حفر تونل های خاكی" ، كنفرانس تونل ، ششمين
كاتبی، ه. ، سعدين، م. ،۱۳۸۹ ، "تحليل و پيش بيني نشست سطحي زمين ناشي از تونل سازي، مجله مهندسی حمل و نقل"،چهارم، (صفحه ٦٧-صفحه ٨٥)
وليزاده كيوی، ا. و همكاران ، ۱۳۸۹ ،" آناليز عددي سه بعدي حفر زير زميني ايستگاه هاي مترو با استفاده از روش ستون مياني در تونل" ، كنگره ملی مهندسی عمران،پنجمين

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Moldovan, A., Popa, A. , 2013, *"The influence of different tunnel cross sections on surface settlement"*, Civil Engineering & Architecture, 56, p.7-14.

Broer, W., Brinkgreve, R.B.J., 2002, *"Phased simulation of a tunnel boring process in soft soil"*, Numerical Methods in Geotechnical Engineering, p.529-536.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی تاثیر سازند زمین‌شناسي و شیب در وقوع زمین‌لغزش در منطقه‌ی دوراهان، استان چهارمحال‌وبختياري

آزاده خدابخشی ، دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری ، دانشگاه شهرکرد ، ۰۹۱۳٦۷٤۲۹۳۷،
Azadehkhodabakhshi801@yahoo.com
علیرضا داوودیان ، دکترای زمین شناسی ، دانشیار ، دانشگاه شهرکرد ، ۰۹۱۳۱۸۱۲۸۰۸،Alireza.davoudian@gmail.com
مهدی پژوهش ، دکترای فرسایش خاک و رسوب ، استادیار ، دانشگاه شهرکرد ، ۰۹۱۳۲۸٤۰۵۸۲، Drpajoohesh@gmail.com

چکیده :

استان چهارمحال و بختياري به دليل ارتفاع زياد، وجود لايه‌هاي مارني و رسي، فعاليت لرزه‌خيزي بسيار زياد، با توپوگرافي به طور عمده کوهستاني و بارندگي زياد، شرايط مناسبی را براي زمين‌لغزش فراهم مي‌آورد. منطقه‌ي دوراهان بخشي از اين استان است که در جنوب شهرستان بروجن قراردارد. در پژوهش حاضر پس از تهیه‌ی نقشه سازندهاي زمين شناسی و شیب منطقه در محیط GIS نتایج نشان داد که سازند رازک مستعدترین سازند در منطقه نسبت به زمین‌لغزش است، اما با توجه به اینکه بخش عمده‌اي از سازند رازك داراي شيب کمتر از ۱۰ درجه هستند به همین جهت مناطق کوچکي از منطقه مستعد زمين‌لغزش مي‌باشد.

کلید واژه ها:منطقه‌ی دوراهان، زمین‌لغزش، سازند زمین‌شناسی، شیب

Investigation of the effect of geological formation and slope on occurrence of landslide in Dorahan area, Chahrmahal and Bakhtiary Province

Abstract:

In Chaharmahal and Bakhtiari province conditions for landslides are provided due to high elevation and special formation including marly and clay formations, high seismic activity, mountainous topography and high precipitation. Dorahan area is part of the province which is located in south of Boroujen Division. In the present study, after providing of geological formations and slope area maps in GIS environment, results have showed that Razak formation, most susceptible formation in the region to the landslide. However, since the area of Razak formation mostly has the slope less than 10 degrees, so that small areas of the region have potential to landslides.

Keywords :Dorahan area, Landslide, Geological formation, slope

مقدمه :

هرگونه حرکت در امتداد شیب با سرعت کم تا زیاد که در آن مواد مختلف از جمله خاک، واریزه و حتی نهشته‌های مصنوعی به سمت پایین شیب حرکت نمایند را زمین‌لغزش می‌گویند (پارسایی، علیمحمدی، ۱۳۹۱). در بیان انواع زمین‌لغزش معیارهای متفاوتی توسط محققین به کار رفته است. هانت(۱۹۸٤)، بر اساس نوع حرکت،شکل گسیختگی،چسبندگی مصالح و علت گسیختگی شش نوع حرکت را توصیف نمود که شامل ریزش، لغزش، بهمن، جریان، خزش و خاک سره می باشد (اجل‌لوئیان و همکاران، ۱۳۹۲).

براي شناخت عوامل مؤثردر حركت‌هاي توده‌اي، مطالعات زيادي به وسيله ژئومرفولوژيست‌ها صورت گرفته ولي به دليل پيچيدگي اين گونه حركت‌ها و تأثير عوامل متعدد در آن، هنوز نتيجه قطعي و كافي در اين زمينه حاصل نگرديده است ليكن مي‌توان گفت عوامل مؤثر در حركت‌هاي توده‌اي عبارتند از: نوع سازند، ضخامت سازند، نوع مواد سطحي، شرايط توپوگرافي (شيب، جهت، ارتفاع)، مقدار املاح موجود در سازند ، دانه‌بندي سازند، ميزان رطوبت موجود در خاك يا سازند، نيروي ثقل، وضعيت تكتونيكي و زمين‌ساخت، شرايط آب و هوايي، نوع استفاده از زمين (احمدي، ١٣٨٦).

ایران به دلیل شرایط خاص زمین‌شناسی،توپوگرافی و آب و هوایی از کشورهای مهم لغزش‌خیز است و سالانه خسارات قابل توجهی بر اثر بروز زمین‌لغزش گزارش می‌شود. اثرات مخرب و جدی این پدیده در مناطق فعال تکتونیکی، لرزه‌خیز، سیل‌خیز و دارای سازندهای رسوبی-تبخیری حساس به فرسایش و دیگر سازندهای مستعد، به وضوح قابل مشاهده است(شریعت‌جعفري، ١٣٧٥). از جمله خسارات انساني اين پديده در ايران مي‌توان به مدفون شدن روستاي آبيكار چهارمحال و بختياري درزير حجم عظيمي از خاك و سنگ را نام برد (علیمحمدی،١٣٨٨).

نادری و کریمی (١٣٩٢)، در حوزه‌ی آبخیز تلخاب ایلام به ارزیابی کارایی دو روش ارزش‌اطلاعاتی و گوپتا و جوشی در پهنه‌بندی خطر زمین لغزش پرداختند و به این نتیجه رسیدند که روش ارزش‌اطلاعاتی کارایی بهتری دارد و از بین عوامل نَه‌گانه مؤثر، عامل زمین‌شناسی بیشترین تأثیر را در وقوع زمین‌لغزش‌ها داشته است. حائري و سميعي (١٣٧٥)، در استان مازندران و گيلان اقدام به پهنه‌بندي خطر زمين‌لغزش كردند. آنها پنج عامل سنگ‌شناسي، شيب، گسل، راه، رودخانه و ميزان بارندگي را به عنوان عامل‌هاي مؤثر در استعداد گسيختگي دامنه در مدل خود مورد استفاده قراردادند. آنها همچنين دو عامل زمين‌لرزه و شدت بارندگي را به عنوان عامل محرك در نظر گرفته و در پايان هفت كلاس خطر زمين‌لغزش، نقشه پهنه‌بندي خطر زمين‌لغزش را تهيه كردند. عنایتی‌مقدم و همکاران (١٣٩٠)، به ارزيابي عوامل و ارائه‌ي راهكار جهت تثبيت زمين‌لغزش در منطقه‌ی پاداب‌سمیرم پرداختند. پس از تهيه نقشه پراكندگي زمين‌لغزش ها، عوامل مؤثر در وقوع زمين‌لغزش‌هاي منطقه شامل ليتولوژي، فاصله از آبراهه‌ها، شيب، ميزان بارش سالیانه، فاصله از جاده، پوشش‌گياهي و فاصله از گسل شناسايي و در نهايت نقشه‌ی پهنه بندي خطر زمين لغزش را ايجادكردند.
Yalkin (٢٠٠٨)، بر مبناي سامانه اطلاعات جغرافيايي و با استفاده از روش‌هاي تحليل‌سلسله مراتبي و آماري دومتغيره، نقشه‌هاي حساسيت زمين‌لغزش براي منطقه Ardesen تركيه تهيه كرد. و روش تحليل سلسله‌مراتبي به عنوان مناسب‌ترين مدل معرفي شد و عوامل، سنگ‌شناسي، هوازدگي، پوشش‌زمين و شيب به عنوان مهم‌ترين عامل‌هاي مؤثر در محدوده مورد بررسي تعيين شدند. Ayalew و همكاران (٢٠٠٥)، زمين‌لغزش‌هاي جزيره Sadou در ژاپن را بررسي كردند. ارتفاع، سنگ‌شناسي، شيب و توپوگرافی به عنوان عوامل مؤثر در رخداد زمين‌لغزش شناخته شدند و با استفاده از دو روش تحليل سلسله مراتبي و رگرسيون منطقي، نقشه حساسيت زمين‌لغزش در محدوه مورد نظر را به دست آوردند، بر اساس نتايج به دست آمده و كلاس‌هاي حساسيت مشخص شده، روش تحليل سلسله مراتبي به عنوان مناسب‌ترين مدل انتخاب شد. Komac. (٢٠٠٦)، در منطقه مركزي اسلونيا با استفاده از AHP و آمار چندمتغيره، مناطق مستعد زمين‌لغزش را شناسايي كرد او براي اين كار از فاكتورهايي چون كاربري، پوشش‌گياهي، شيب و ليتولوژي بهره گرفت و به اين نتيجه رسيد كه وزن فاكتورها با استفاده از AHP نتايج بهتري نيز به دست مي‌دهند.

یکی از مهمترین اقدامات درمطالعات زمین‌لغزش تعیین عوامل تأثیرگذار، بر زمین‌لغزش است که انتخاب درست این عوامل رابطه مستقیم با دقت نقشه‌های پهنه‌بندی خطر دارد(مرادی و همکاران،١٣٨٨).هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر سازند زمین‌شناسی و شیب در وقوع زمین‌لغزش در منطقه‌ی دوراهان است.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

منطقه‌ی دوراهان بخشي از استان چهارمحال و بختياري است که در جنوب شهرستان بروجن قرار دارد. منطقه دوراهان با مساحت ۲۷۰ کیلومترمربع، در حدفاصل ′۵۸ ″۲۸ ۳۱° تا′۸ ″۴۲ ۳۱° عرض شمالی و′۲۱ ″۰۹ ۵۱° تا ′ ۲۱ ″۱۶ ۵۱° طول شرقی واقع شده است.ارتفاع متوسط ۲۱۷۵متر دارد و از نظر زمین‌شناسي در اين منطقه سازندهاي دوران سوم از ائوسن تا دوره کواترنري مشاهده مي‌شود. اين منطقه بخشي از زون ساختاري زاگرس بوده و در تقسيمات زمين‌شناسي زاگرس، بخشي از زاگرس مرتفع محسوب مي‌شود.در شکل ۱ منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

.

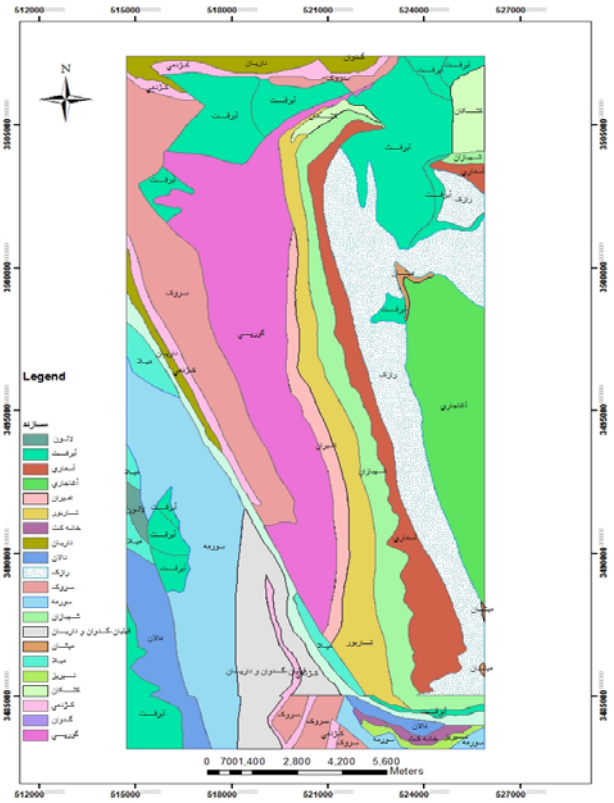
شکل۱- موقعیت منطقه موردمطالعه در کشور و استان چهارمحال و بختياري

در پژوهش حاضرنقش دو عامل تأثیرگذار؛ سازند زمین‌شناسی و شیب در پهنه‌بندی زمین‌لغزش بررسی شده است. ابتدا نقشه‌ی زمین‌شناسی را از سازمان زمین‌شناسي کشور تهیه گردید منطقه در نقشه زمین‌شناسي بروجن به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ قرار مي‌گیرد و از روی آن نقشه‌ِی سازندهای زمین‌شناسی در محیط نرم افزار GIS تهیه و ایجاد شد. در شکل ۲ نقشه‌ی سازند زمین‌شناسی آورده شده است.با استفاده از خطوط منحنی میزان و نقاط ارتفاعی نقشه‌ی DEM منطقه تهیه گردید و نقشه شیب از DEM، در محیط GIS استخراج گردید.در شکل ۳ نقشه‌ی شیب منطقه آورده شده است.

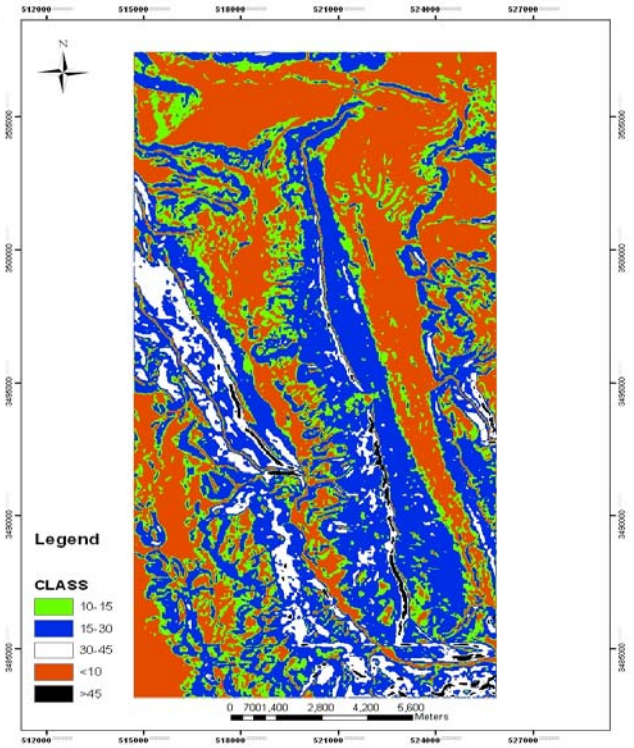
شیب به پنج کلاس تقسیم بندی شد. در جدول۱کلاس‌های شیب آورده شده است.

جدول۱- کلاس‌های شیب

شیب	کلاس شیب
<۱۰	۱
۱۰-۱۵	۲
۱۵-۳۰	۳
۳۰-٤٥	۴
>٤٥	۵



شکل۲-نقشه سازندهای زمین شناسی منطقه



شکل۳- نقشه شیب منطقه موردمطالعه

◇◇◇◇◇◇◇

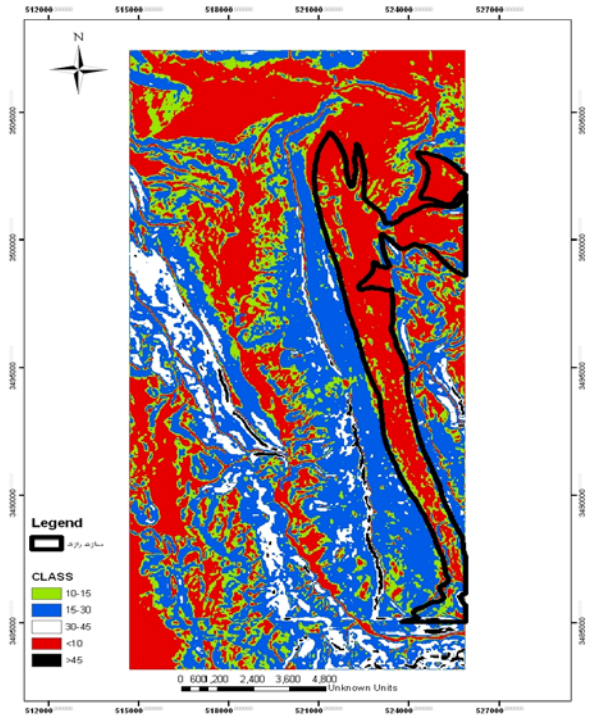
نتایج :

سازند زمین‌شناسی از مهم‌ترین لایه‌هاي مورد ارزیابي در اکثر روش‌هاي پهنه‌بندي براي تعیین مناطق مستعد زمین‌لغزش و حرکت‌هاي توده‌اي مي‌باشد.سازندهایی مانند مارن‌شیل و یا تناوبی از این دو،رسوبات کواترنری،خاک‌های واریزه‌ای ولس‌ها مستعد حرکات توده‌ای می‌باشند. همچنین هرچه نمک های کلرورسدیم زیادتر باشند سازند حساس‌تر به فرسایش است (پارسایی، علیمحمدی، ۱۳۹۱).

نقشه سازندهاي زمین‌شناسی نشان داد که منطقه مورد مطالعه شامل سازندهای ؛ لالون، آبرفت، آسماری، آغاجاری، امیران، میلا، تاربور، خانه‌کت، داریان،دالان، رازک، سروک، سورمه، شهبازان، (فهلیان گدوان‌داریان)، میشان، نیریز، کشکان، کژدمی، گدوان، گورپی می‌باشد.که از این میان سازندهاي رازك، شهبازان، آسماري و آغاجاري مهم‌ترین سازندهاي زمین‌شناسي در منطقه هستند . در بین سازندهای موجود در منطقه سازند رازك به علت ویژگي‌هاي لیتولوژي آن که مارني مي‌باشد از استعداد بالاتری براي حرکت توده‌اي برخوردار مي‌باشد و مستعدترین سازند به پدیده‌ی زمین‌لغزش شناخته شد. سازند رازک متشکل از مارن سیلتی قرمز تا سبز و خاکستری همراه با لایه های فرعی آهک سیلتی بوده،دارای فسیل فراوان و متعلق به میوسن زیرین می‌باشد(احمدی و فیض نیا،۱۳۹۱)، در این منطقه مورد مطالعه ترکیب آن شامل مارن، ماسه سنگ و انیدریت مي‌باشد حضور مواد داراي قابلیت انحلال نظیر انیدریت در این سازند عمدتاً با ترکیب مارن حساسیت آن را نسبت به حرکت‌هاي توده‌اي بمراتب افزایش مي‌دهد. در این منطقه سازند رازک مساحتی حدود۲۹,۷۰ هکتار را به خود اختصاص داده است.
شیب یکی از عوامل عمده مؤثر در بروز زمین‌لغزش است. در شیب‌های بسیار کم، به علت کم بودن میزان شیب،خاک از پایداری بیشتری برخوردار بوده و در طول شیب حرکت کمتری از خود نشان می‌دهد. استقرار کامل و کافی پوشش‌گیاهی در این محدوده نیز دلیل کاهش زمین‌لغزش می‌باشد. در شب‌های بسیار زیاد، اگرچه انتظار می‌رود که با افزایش شیب میزان ناپایداری در خاک افزایش یابد اما میزان لغزش کاهش می‌یابد (پارسایی، علیمحمدی، ۱۳۹۱).
بانک اطلاعاتی زمین‌لغزش‌ها، آنالیز اولیه ای از ارتباط شیب دامنه‌ها با تعداد زمین‌لغزش‌ها انجام گرفته انجام داده است بر این اساس بیشترین تعداد زمین‌لغزش‌ها در محدوده‌ی شیب ۱۰ تا ٤٥ درجه (۸۲,۷۷) رخ داده است و در شیب‌های کمتر از ٥ و بیشتر از ٤٥ درجه کمترین تعداد زمین‌لغزش (۱٦,۲۹درصد) به وقوع پیوسته است(اجل لوئیان، همکاران، ۱۳۹۲).
طبق نتایج به دست آمده درجدول ۲، شیب‌های کمتر از ده درجه، هفتاد درصد از مساحت سازند رازک را به خود اختصاص داده‌اند که نشان می‌دهد این سازند از لحاظ شیب مستعد زمین‌لغزش نمی‌باشد. شکل ٤ موقعیت سازند رازک در نقشه شیب آورده شده است.

جدول۲-مساحت سازند رازک در هر کلاس شیب

مقدار شیب	مساحت سازند رازک (هکتار)	درصد مساحت
<۱۰	۲۰,۸۲	۷۰,۱
۱۰-۱٥	٥,۱۰	۱۷,۱۷
۱٥-۳۰	۳,٤۲	۱۱,٥۱
۳۰-٤٥	۰,۳۳	۱,۱
>٤٥	۰,۰٥	۰,۱۶



شکل٤- موقعیت سازند رازک در نقشه شیب

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

سازند زمين‌شناسی از مهم‌ترين لايه‌هاي مورد ارزيابي در اكثر روش‌هاي پهنه‌بندي است. در بين سازندهای موجود در منطقه سازند رازك به علت ويژگي‌هاي ليتولوژي آن كه مارني مي‌باشد از استعداد بالاتری براي حركت توده‌اي برخوردار مي‌باشد و مستعدترين سازند به پديده زمين‌لغزش شناخته شد. سازند رازک متشکل از مارن، ماسه سنگ و انیدریت می‌باشد. و شیب‌های کمتر از ده درجه بیشترین مساحت سازند رازک را به خود اختصاص داده‌اند که نشان می‌دهد این سازند از لحاظ شیب مستعد زمین‌لغزش نمی‌باشد بنابراین علاوه بر سازند عامل اصلي و تاثير گذار بر پديده زمين‌لغزش در اين منطقه ، در واقع درجه شيب مي‌باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

احمدی، ح.، فیض‌نیا، س.، (۱۳۹۱)، "سازندهای دوره ی کواترنر(مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی)"، چاپ سوم، (٦٠٧)، مؤسسه‌ی انتشارات دانشگاه تهران،تهران
احمدی، ح.، (۱۳۸۶)،" ژئومرفولوژی کاربردی (جلد اول)"، چاپ پنجم، (۶۸۷)، مؤسسه‌ی انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران
اجل‌لوئیان،ر.، میرصانعی، ر.، فاتحی، ل.، (۱۳۹۲) ، "شناخت و تحلیل کاربردی زمین لغزش همراه با اطلس زمین‌لغزش‌های ایران"، چاپ اول، (۳۶۱)، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان، اصفهان
عليمحمدي، ص.، پاشايي اول، ع.،شتايي‌جويباري، ش.، (۱۳۸۸) " ارزيابي كارايي مدلهاي پهنه بندي خطر زمين‌لغزش در حوضه آبخيز سيد كلاته راميان"، مجله پژوهشهاي حفاظت آب، ۲۱، (۷۸-۵۹)

عنایتی‌مقدم، ع.، قاضی‌فرد، ا.،صفایی، ه.، شیرانی، ک.، ۱۳۹۰، "ارزیابي عوامل و ارائه‌ي راهکار جهت تثبیت زمین‌لغزش در منطقه پاداناي سمیرم"، فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، ۱، (۵۲-۴۱)
نادری، ف.، کریمی، ح.، (۱۳۹۰)، "ارزیابی کارایی دو روش ارزش‌اطلاعاتی و گویتا و جوشی در پهنه-بندی خطر زمین‌لغزش در حوزه آبخیز تلخاب ایلام"،پژوهش‌های آبخیزداری،۹۲، (۹۵-۱۰۳)
پارسایی، ل.، علیمحمدی، ص.، (۱۳۹۱)، "زمین‌لغزش در ایران"، چاپ اول، (۲۲۷)، انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران
شریعت‌جعفری، م.، (۱۳۷۵)، "زمین‌لغزش (مبانی و اصول پایداری شیب‌های طبیعی)"، اول، (۲۱۸)، سازه،تهران
حائری، م.، سمیعی،ا.، (۱۳۷۵)، "روش جدید پهنه‌بندی مناطق شیب‌دار در برابر خطر زمین‌لغزش با تکیه بر بررسی‌های پهنه‌بندی استان مازندران"، علوم زمین، ۲۳، (۱۵-۱)

References:

Yalcin, A., 2008, " *GIS-based Landslide Susceptibility Mapping using Analytical Hierarchy Process and Bivariate Statistics in Ardesen (Turkey)*", Comparisons of Results and Confirmations, Catena,72,p. 1-12

Ayalew, L., Yamagishi, H., Marui, H., Kanno, T.,2005, " Landslides in Sado Island of Japan: Part II. *GIS-based susceptibility mapping with comparisons of results from two methods and verifications*", Engineering Geology,65,p. 432–445.

Komac, M., 2006, "*Landslide Susceptibility Model using the Analytical Hierarchy Process Method and Multivariate Statistics in Perialpine Slovenia*", Geomorphology, 74,p. 17–28.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی تاثیر نانوآلومینیم بر مقاومت فشاری محدود نشده خاک لس

◇◇◇◇◇◇◇

محمود هاشمی [۱]، آرمان به‌روز ساروکلائی [۲]

۱- استادیار گروه عمران، دانشکده فنی مهندسی دانشگاه اصفهان، m.hashemi@ui.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، دانشگاه اصفهان، a.behrouz@ui.ac.ir

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

خاک‌های لس از جمله مصالح طبیعی می‌باشد که در محدوده وسیعی از ایران گسترده شده‌اند. شناخت و تعیین دقیق خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به‌ویژه خصوصیات مهندسی و ژئوتکنیکی آن برای بسیاری مطالعات مثل پی سدها، بدنه سدها و استفاده از آن به عنوان منبع قرضه حائز اهمیت است. لس نیز مانند سایر خاک‌ها برای بهبود عملکرد و کارایی بیشتر نیازمند اصلاح و بهسازی می‌باشد. در این تحقیق از نانوآلومینیم برای بهبود خواص مقاومتی خاک لس منطقه گرگان استفاده شده است و آزمایش مقاومت تک محوری محصور نشده بر روی نمونه‌های خاک لس تثبیت شده با این نانوذرات انجام گرفته است و در ضمن یافتن درصد بهینه اختلاط، افزایش مقاومت تک محوری نمونه‌های خاک مشاهده شده است.

کلید واژه ها: تثبیت خاک، خاک لس، نانوآلومینیم، مقاومت تک محوری

◇◇◇◇◇◇◇

Abstract:

Investigation of the effect of Nanoaluminum on unconfined compressive strength of Loess

Loess is one of the natural materials that has covered many parts of Iran. To identify and determine their physical and chemical properties particularly engineering and geotechnical properties, is very important for study phase of development project such as dam foundation and body and its use as borrow materials. Loess like other collapsible soils needs stabilization and improvement for more performance and efficiency. In the current research paper, Nano-aluminum has been used to improve the strength properties of Gorgan Loess. The unconfined uniaxial strength tests have been performed on loess samples stabilized by nanoparticles. While finding the optimal percentage, the unconfined uniaxial strength has been increase by using the additive.

Keywords : Soil improvement, Loess, Nanoaluminum, Unconfined uniaxial strength

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

لس‌ها مناطق وسیعی از جهان را پوشانده‌اند که سطحی معادل ۹% توده‌های قاره‌ای می‌باشند. این مناطق شامل قسمت‌هایی از آمریکای شمالی و جنوبی، آسیای مرکزی، اروپا و استرالیا می‌باشد و در کشورهای آمریکا، چین، بلغارستان، ایران، عربستان سعودی و ... مناطق پوشیده از این خاک‌ها شناسایی شده‌اند [٤]. نهشته‌های لسی عموماً یکنواخت، بدون چینه‌بندی، متخلخل، شکننده، کمی چسبنده، شامل سیلت با مقدار کمی از رس تا ماسه دانه ریز می‌باشد [١]. این رسوبات به علت چسبندگی می‌توانند در سطوح شیبدار قائم پایدار مانده و تا مدت زیادی پایداری خود را حفظ کنند [٣]. این خاک‌ها دانسیته کم و فضای خالی زیادی دارند و با اشباع شدن تخلخل آنها کاهش یافته و خاک تحت وزن خود و بدون اعمال بار، یا تحت بار کم، نشست زیادی از خود نشان می‌دهد. از آنجا که این نوع خاکها در کشورمان، در استان‌هاي گلستان، مرکزي، کرمان ، فارس، خوزستان و ... مشاهده شده است و با توجه به افزايش جمعيت و توسعهٔ شهرها و به دنبال آن احداث سازه‌هاي مختلف روي اين‌گونه خاك‌ها و البته تغيير رطوبت آنها، اهميت تحقيقات بيشتر در زمينهٔ شناخت و مقاوم‌سازي آن‌ها بسيار ضروري است.[٢]

در این تحقیق از نانوذرات آلومینیوم به عنوان یک نانوذره پرکاربرد برای بهبود خواص مقاومتی لس استفاده شده است. به دليل بسيار بزرگ بودن مساحت سطح ويژه، بارهاي سطحي و گاهي اوقات نانوحفرات اين ذرات، حتي وجود مقادير كوچك آنها، ممكن است تأثيرات اساسي روي رفتار فيزيكي، شيميايي و خواص مهندسي خاك‌ها بگذارند. خاك‌هايي كه شامل نانوذرات يا حفرات درون ذره‌اي در مقياس نانو مي‌باشند معمولاً حدود رواني و خميري بالاتري را نشان مي‌دهند، كه معمولاً با خشك شدن نيز اين تغييرات برگشت ناپذير مي‌باشند. وجود نانوذرات در خاک معمولاً خاصيت تيكسوتروپيک را بيشتر كرده و مقاومت برشي آن را افزايش مي‌دهد. همچنين اين خاک‌ها به دليل وجود نانو حفره‌ها دانسيته بالک بسيار كمتري دارند[٨].

در این پژوهش به منظور یافتن درصد بهینه اختلاط نانوآلومینیم در خاک، آزمایش مقاومت تک محوری بر روی نمونه‌های ٤ روزه حاوی ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی نانوآلومینیم انجام گرفته است و سپس به منظور بررسی تاثیر این نانوذرات بر روی خواص مقاومتی، آزمایش مقاومت تک محوری بر روی نمونه‌های ۲، ۷، ١٤ و ۲۵ روزه حاوی درصد بهینه نانوآلومینیم مخلوط در خاک انجام گرفته است. در این جا به بعضی از تحقیقات سایر محققین بر روی لس و روش‌های رایج برای تثبیت لس اشاره می‌شود.

گیبس و بارا (١٩٦٧)[٧] تحقیقاتی در زمینه استفاده از دوغاب رس و تزریق آن به توده لس متراکم انجام دادند. . ایوانز و بل[٥] در سال ۱۹۸۱خبر استفاده از اسید فسفریک برای تثبیت لس در نیوزلند دادند. متعاقبا در سال ۱۹۸۸ اوستاتیف[٥] استفاده از روش جایگزینی لایه های متراکم خاکی یا مخلوطی از خاک و سیمان را به جای لس تا عمق ۱,۵ متری مورد بررسی قرار داد. بل (١٩٩٣)[٦] استفاده از مخلوط های شیر آبه‌ای سیمان، آهک و قیر را برای تثبیت لس‌ها به ویژه در ارتباط با احداث جاده‌ها پیشنهاد کرد در ایران نیز علیزاده (۲۰۰۹) مشاهده کرد که تزریق با آهک حدود ۷۰ % باعث کاهش پتانسیل رمبندگی خاک‌های لس منطقه سمنان شده است [٥].

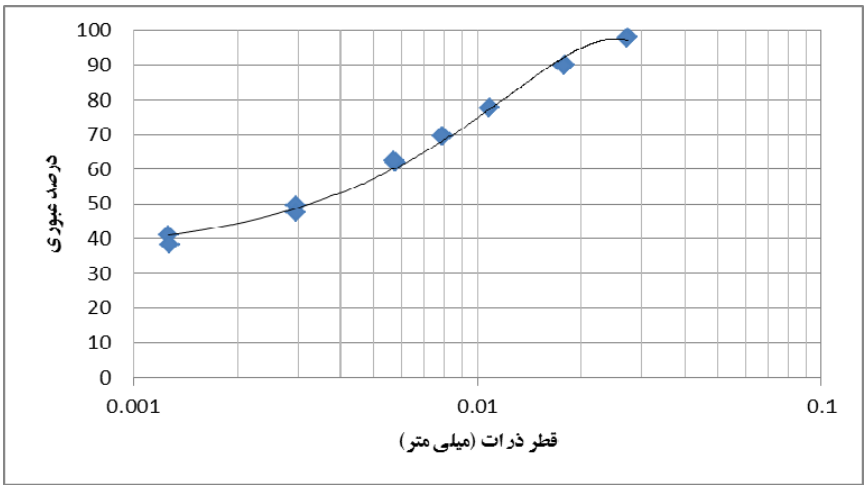
◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

- مصالح مورد استفاده

- خاک لس

خاک مورد استفاده در این پژوهش از تپه لسی هزار پیچ گرگان تهیه شده است. نمودار دانه‌بندی حاصل از انجام دو آزمایش هیدرومتری بر روی این خاک در شکل ۱ نشان داده شده است. همچنین نتایج آزمایش XRD بر روی این خاک در جدول ۱ و نتایج آزمایشات فیزیکی در جدول ۲ آمده است. این خاک از لحاظ دانه‌بندی در طبقه بندی متحد جزء خاک CL به حساب می‌آید.



شکل ۱: نمودار دانه بندی خاک مورد مطالعه

جدول ۱: نتایج آزمایش XRD

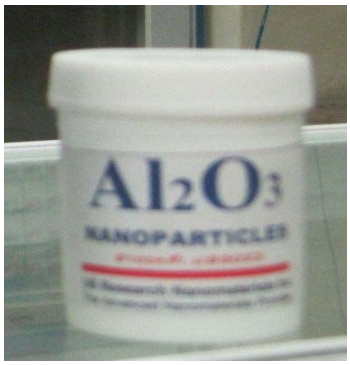
Compound Name	**Formula**	**%**
Quartz, syn	SiO2	36.7
Calcite, syn	CaCO3	20.4
Clinochlore	(Mg,Fe,Al)6(Si,Cr)4O10(OH)8	15.3
Dolomite	CaMg(CO3)2	14.5
Illite	KAl2Si3AlO10(OH)2	13.1

جدول ۲: مشخصات فیزیکی خاک مورد مطالعه

رنگ ظاهری	رده خاک	Gs	دامنه خمیری	حد روانی	حد خمیری	رطوبت بهینه
زرد	CL	۲/۷٤	۱۱/۸۲	۳۰/۱۷	۱۸/۳۵	۱۷/۳

- نانوآلومینیم

نانوآلومینیم مورد استفاده در این پژوهش (شکل ۲) از شرکت سینانو شیمی اصفهان خریداری شده است که مورد تایید گروه نانو دانشگاه اصفهان قرار گرفته است. مشخصات نانوآلومینیم در جدول ۳ آمده است.



شکل ۲: نانوآلومینیم مورد استفاده

جدول ۳: مشخصات فیزیکی نانوآلومینیم

درجه خلوص	+%۹۹
اندازه ذرات	۲۰ نانومتر
شرکت سازنده	US Research Nanomaterials, Inc
مساحت سطح ویژه	۱۳۸ مترمربع بر گرم

- آب

آب مورد استفاده در این آزمایش از نوع مقطر می‌باشد که از آزمایشگاه نانو دانشگاه اصفهان تهیه گردیده است.

- روش ساخت نمونه‌ها

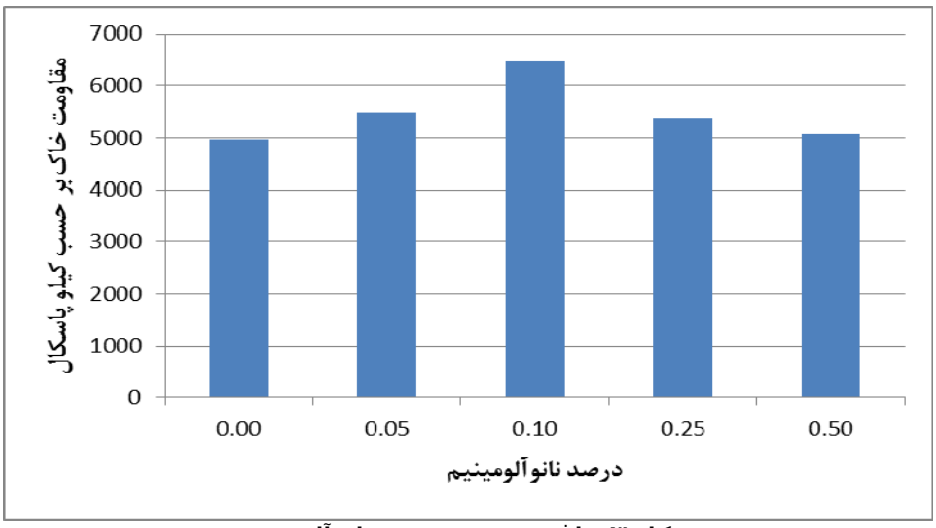
برای آماده سازی نمونه‌ها ابتدا درصد وزنی مورد نظر نانوآلومینیم را با مقدار آب متناظر با درصد رطوبت بهینه خاک مورد مطالعه درون بشر ریخته و به مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه اولتراسونیک قرار داده تا نانو آلومینیم به طور همگن در آب حل شود. سپس محلول به دست آمده را به همراه خاک درون همزن ریخته و به مدت ۱۵ دقیقه مخلوط کرده تا در پایان مخلوط همگن و عاری از کلوخه به دست آید. در پایان از مخلوط به دست آمده نمونه‌هایی در قالب‌های به قطر ۳/۸ سانتیمتر و ارتفاع ۷/۶ سانتیمتر و با درصد تراکم بالای ۹۸ درصد تهیه می‌شود. سپس نمونه‌ها برای حفظ رطوبت در مدت زمان مورد نظر درون محفظه عایق قرار داده می‌شوند و پس از آن برای انجام آزمایش مقاومت تک محوری به مدت ۲-۳ روز در دمای اتاق نگه‌داری می‌گردد تا رطوبت نمونه خشک گردد و برای آزمایش آماده شود.

در ابتدا به منظور یافتن درصد بهینه اختلاط برای هر یک از درصدهای وزنی نانوآلومینیم سه نمونه ۴ روزه ساخته شده است. پس از یافتن درصد بهینه، به منظور بررسی تاثیر حفظ رطوبت، سه نمونه ۴ روزه با حفظ رطوبت ۱ روزه از درصد بهینه نانو آلومینیم تهیه شده است. در پایان برای بررسی تاثیر زمان بر روی افزایش مقاومت، نمونه‌های ۱۰ روزه با حفظ رطوبت ۷ روزه و ۲۸ روزه با حفظ رطوبت ۲، ۱۴ و ۲۵ روزه تهیه شده است.

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

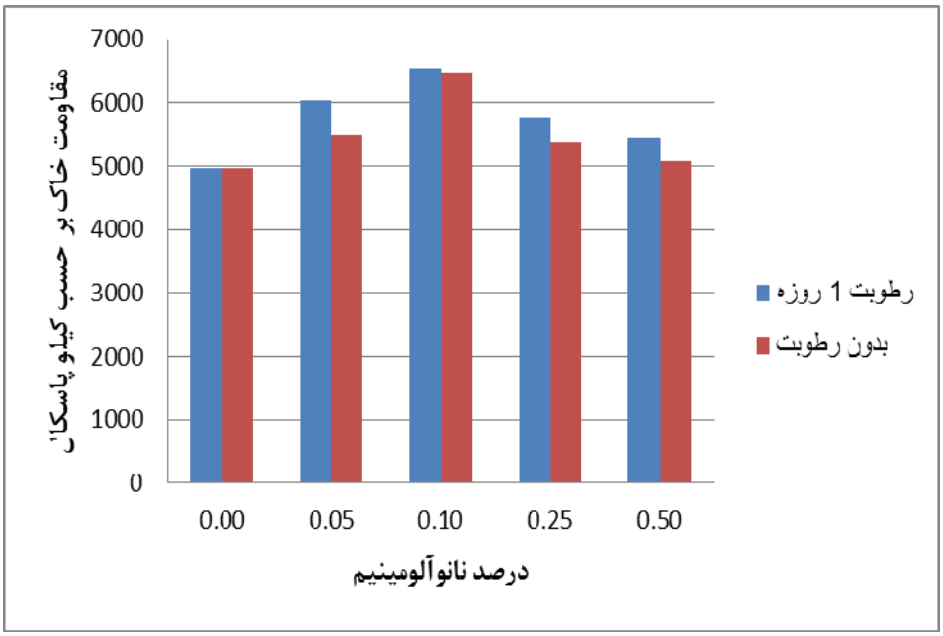
در شکل ۳ تغییرات مقاومت فشاری محدود نشده بر حسب درصد نانوآلومینیم برای نمونه‌های ۴ روزه آورده شده است.



شکل ۳: یافتن درصد بهینه نانوآلومینیم

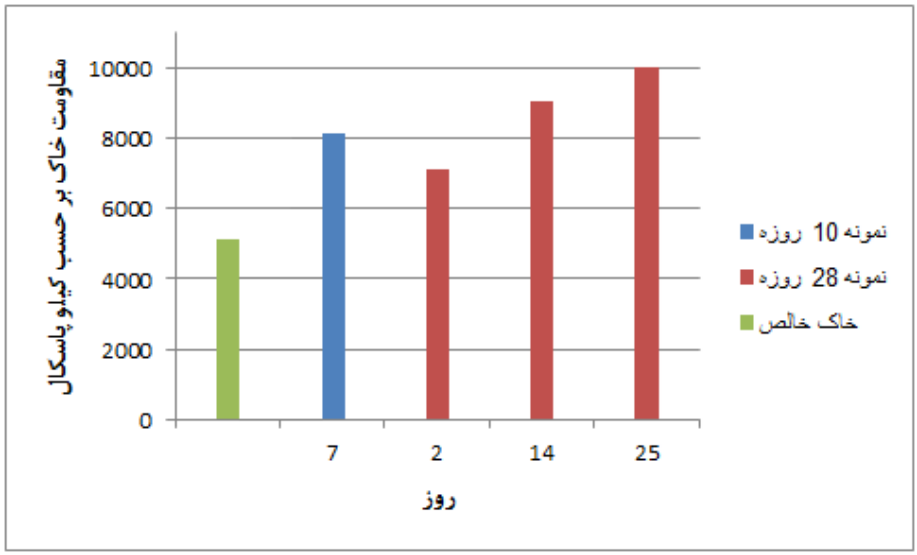
در نمودار بالا مشاهده می‌شود که با افزودن درصدهای مختلف نانوآلومینیم تا مقدار ۰/۱ درصد وزنی خاک خشک، افزایش مقاومت و سپس کاهش مقاومت ۴ روزه خاک مشاهده می‌شود. اما همواره خاک حاوی نانوآلومینیم مقاومتی بیشتر از خاک خالص دارا می‌باشد. لذا مشاهده می‌شود که درصد وزنی بهینه اختلاط نانوآلومینیم با خاک خشک ۰/۱ درصد می‌باشد.

در شکل ۴ تاثیر حفظ رطوبت بر روی تغییرات مقاومت فشاری محدود نشده برای خاک حاوی نانوآلومینیم به ازای ۱ روز حفظ رطوبت در نمونه‌های ۴ روزه مشاهده می‌شود.



شکل ۴: تاثیر حفظ رطوبت بر مقاومت

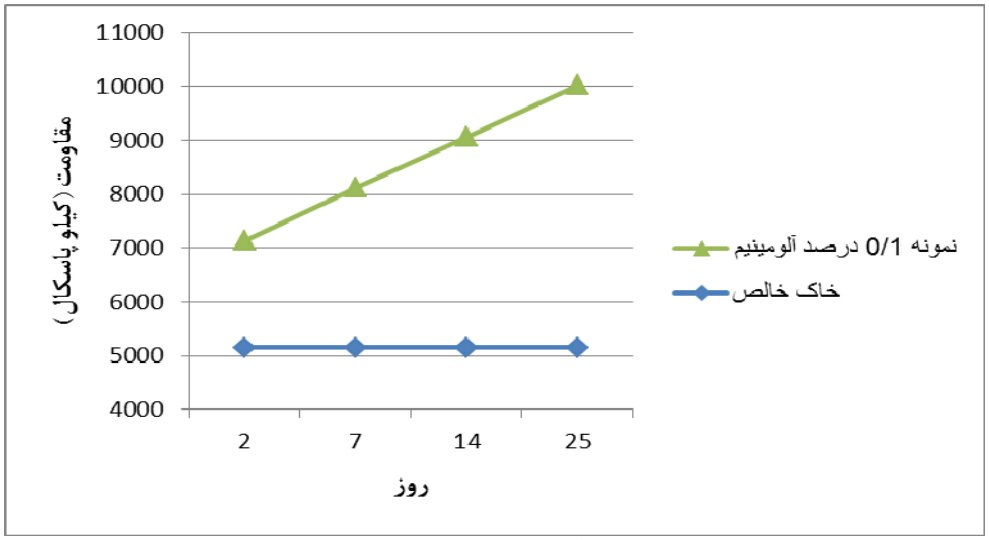
نمودار بالا نشان می‌دهد که حفظ رطوبت برای تمام درصدهای نانوآلومینیم باعث افزایش مقاومت خاک می‌گردد و همچنان درصد بهینه برابر ۰/۱ درصد می‌باشد. شکل ۵ تاثیر بلند مدت حفظ رطوبت را بر روی نمونه‌های ۲۸ روزه با حفظ رطوبت‌های ۲، ۱۴ و ۲۵ روزه نشان می‌دهد. همچنین مقاومت نمونه ۱۰ روزه با حفظ رطوبت ۷ روزه نیز در شکل دیده می‌شود.



شکل ۵: تاثیر بلند مدت حفظ رطوبت

همانطور که در نمودار بالا دیده می‌شود برای نمونه‌های ۲۸ روزه با افزایش تعداد روزهای حفظ رطوبت نمونه، افزایش مقاومت تک محوری محدود نشده مشاهده می‌شود به طوری که برای نمونه ۲۵ روز حفظ رطوبت، افزایش تقریبا ۹۵ درصدی مقاومت نسبت به خاک خالص مشاهده شده است. برای بررسی تاثیر گذشت زمان بر روی نمونه‌های خشک، نمونه ۲۸ روزه با حفظ رطوبت ۲ روزه را با نمونه ۴ روزه با حفظ رطوبت ۲ روزه مقایسه شده که یکسان بودن مقاومت نمونه‌ها نشان از بی تاثیر بودن زمان ۲۴ روزه نگه‌داری نمونه در دمای اتاق و خارج از عایق رطوبتی می‌باشد. لذا در این پژوهش عامل تاثیر گذار بر روی مقاومت میزان حفظ رطوبت نمونه معین گردید. برای اطمینان از نتیجه، نمونه ۱۰ روزه با حفظ رطوبت ۷ روزه تهیه گردید که پس از انجام آزمایش مشخص شد مطابق انتظار مقاومت این نمونه از نمونه ۲۸ روزه با حفظ رطوبت ۲ روزه بیشتر گردیده است.

از نتایج بالا می‌توان نامگذاری نمونه‌ها را به نمونه‌های ۲، ۷، ۱۴ و ۲۵ روزه که نمایانگر تعداد روزهای حفظ رطوبتشان می‌باشد تغییر داد. در شکل ۶ تاثیر گذشت زمان بر روی نمونه‌ها قابل مشاهده می‌باشد.



شکل۶: تاثیر گذشت زمان بر مقاومت

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

- با توجه به آزمایش‌های انجام شده مشخص گردید که درصد بهینه نانوآلومینیم در مقایسه با خاک خشک ۰/۱ درصد وزنی می‌باشد.
- حضور نانوآلومینیم در خاک بدون حضور رطوبت باعث افزایش اولیه مقاومت نمونه‌ها در همان ابتدا شده است که با افزایش تعداد روزها ثابت مانده است.
- در این پژوهش عامل اصلی در افزایش مقاومت نمونه‌ها با گذشت زمان حضور رطوبت و میزان حفظ رطوبت نمونه‌ها بوده است به طوری که افزایش تعداد روزها باعث افزایش مقاومت تک محوری محدود نشده گردیده است.
- با افزودن ۰/۱ درصد وزنی نانوآلومینیم و گذشت ۲۵ روز مقاومت خاک در حدود ۹۵ درصد افزایش نشان داده است.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع :

[۱] بهرامی ، ب.، نیکودل ، م.ر، حافظی مقدس، ن.، ۱۳۸۹، بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی خاکهای لسی شمال کلاله در استان گلستان، چهاردهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه ارومیه
[۲] خسروي ف، وکیل پور ج، صادقی ح، 1381 ،" خاکهاي با پتانسیل رمبندگی با نگرشی بر روي مناطقی از ایران "مجموعه مقالات سومین همایش بین المللی مهندسی ژئوتکنیک و مکانیک خاك ایران، تهران، ایران.
[۳] رحیمی، ح، ۱۳۷۱ ، مکانیک خاک(چاپ اول) ، انتشارات قائم
[۴] عالمی، ا.، ۱۳۷۷ . بررسی علل نشست زمین در دشت یزد اردکان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس

◇◇◇◇◇◇◇

References:

[5] Alizadeh Rafie B.M, Feb 2009. "Stabilization of Collapsible Soil using Grouting Technology-Case study Semnan-Damghan Railway" Thesis Presented for Master of Science, Imam Khomeini International University
[6] Bell F.G, 2002. "Engineering Properties of Soil and Rocks" (3rd Edn). Oxford, U.K. Butter worth-Heinemann, pp.۳٤٥
[7] Gibbs H.J, Bara J.P, 1967. "Stability problems of collapsing soil. Proceeding American Society for Civil Engineers" Journal of Soil Mechanics Foundation Division, ۹۳, pp: ٥۹٤-٥۷۲
[8] Zhang, G., Member, Geo-Institute, 2007. "Soil nanoparticles and their influence on Engineering properties of soils".

◇◇◇◇◇◇◇

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی تاثیر نانوسیلیس بر مقاومت فشاری محدود نشده خاک رسی

محمود هاشمی [۱]، آرمان به‌روز ساروکلائی [۲]

۱- استادیار گروه عمران، دانشکده فنی مهندسی دانشگاه اصفهان، m.hashemi@ui.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران، دانشگاه اصفهان، a.behrouz@ui.ac.ir

چکیده :

بهسازی و بهبود خواص مکانیکی خاک که موجب تقویت مشخصه‌های آن می‌گردد از دیرباز مورد توجه بشر بوده است که با اصول علمی و استفاده از تکنولوژی‌های جدید، مواد و مصالح مناسب را در تقویت خاک به کار گرفته، مشخصات مهندسی و خواص مکانیکی از جمله مقاومت آن را بهبود می‌بخشد. ذرات نانومقیاس با اندازه‌اي به طورمعمول بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر یکی از این مواد می‌باشد که به خاطر اندازه بسیار کوچکشان، مساحت سطح ویژه بسیار بالائي را دارا مي‌باشند. ازاین رو به طور بسیار فعالي با دیگر ذرات خاك واکنش مي‌دهند و حل مي‌شوند. در این تحقیق از نانو سیلیس برای بهبود خواص مقاومتی خاک رس منطقه گرگان استفاده شده است و آزمایش مقاومت تک محوری محصور نشده بر روی نمونه‌های خاک رس تثبیت شده با این نانوذرات انجام گرفته است و در ضمن یافتن درصد بهینه اختلاط، افزایش مقاومت تک محوری نمونه‌های خاک مشاهده گردیده است.

کلید واژه ها: تثبیت خاک، خاک رس، نانوسیلیس، مقاومت تک محوری

Abstract:

Investigation of the effect of Nanosilica on unconfined compressive strength of clay

Retrofitting and improvement of mechanical soil properties that enhances soil characteristics have Longley been considered by geotechnical engineers. Maintaining scientific basics and using new technologies has led to utilizing proper materials for soil strengthening to improve it's engineering and mechanical properties including its strength. Nanoscale particles with typical diameteres between 1 and 100 nanometers are one of these materials showing very high specific surface area due to their extremely small size. Hence, they are very active in reacting with other soil particles and may easily solved. In the current research paper, Nanosilica has been used to improve the strength properties of Gorgan clay. The unconfined uniaxial strength tests have been conducted on the clay samples stabilized by nanoparticles. Together by finding the optimal percentage, the increase in unconfined uniaxial strength has been observed.

Keywords : Soil improvement, Clay, Nanosilica, Unconfined uniaxial strength

مقدمه :

در ژئوتکنیک به دلایل مختلف از جمله پیچیدگی‌هاي آن و نگاه ماکروسکوپی اکثر مهندسین و محققین ژئوتکنیک به خاك، متأسفانه تأثیر شگفت‌انگیز نانوتکنولوژي و عملکرد معجزه آساي آن در این رشته بیشتر پنهان مانده است، و همچنین با توجه به آنکه تحقیقات در نانوفناوري بین رشته‌اي است و گستره موضوعات مختلفی را از شیمی کاتالیز کردن نانوذرات تا فیزیک لیزر نقطه کوانتومی شامل می‌شود، در نتیجه، محققان در هر موضوع خاص نیازمند دانشی فراتر از تخصصشان هستند، چرا که باید ملزومات گسترده نانوفناوري را درك کنند و فرا بگیرند که چگونه می‌توانند در این رشته مهیج و جدید سهیم باشند. با این وجود در سال‌هاي اخیر قدم‌هایی در جهت شکوفا کردن این فناوري در مهندسی ژئوتکنیک برداشته شده است و با توجه به نتایج امیدوار کننده این تحقیقات، امید آن می‌رود که در آینده‌اي نه چندان دور با تلاشی مضاعف و تحقیقاتی دقیق‌تر و عملی‌تر شاهد انقلابی در مهندسی ژئوتکنیک باشیم.

در این تحقیق از نانوذرات سیلیس به عنوان یک نانوذره پرکاربرد استفاده شده است که در تحقیقات سایر محققین در سال های اخیر نیز به عنوان نماینده‌ای از علم نانوتکنولوژی بیش از سایر نانوذرات مورد استفاده قرار گرفته است.

به دلیل بسیار بزرگ بودن مساحت سطح ویژه، بارهاي سطحی و گاهی اوقات نانوحفرات این ذرات، حتی وجود مقادیر کوچک آنها، ممکن است تأثیرات اساسی روي رفتار فیزیکی، شیمیایی و خواص مهندسی خاك‌ها بگذارند. خاك‌هایی که شامل نانوذرات با حفرات درون ذره‌اي در مقیاس نانو می‌باشند معمولاً حدود روانی و خمیري بالاتري را نشان می‌دهند، که معمولاً با خشک شدن نیز این تغییرات برگشت ناپذیر می‌باشند. وجود نانوذرات در خاک معمولاً خاصیت تیکسوتروپیک را بیشتر کرده و مقاومت برشی آن را افزایش مي‌دهد. همچنین این خاک‌ها به دلیل وجود نانو حفره‌ها دانسیته بالک بسیار کمتری دارند[۷].

در این پژوهش به منظور یافتن درصد بهینه اختلاط نانوسیلیس در خاک، آزمایش مقاومت تک محوری بر روی نمونه‌های ٤ روزه حاوی ۰/۰۵، 0/1، 0/25، 0/5، ۱ و ۲ درصد وزنی نانوسیلیس انجام گرفته است و سپس به منظور تاثیر این نانوذرات بر روی خواص مقاومتی، آزمایش مقاومت تک محوری بر روی نمونه‌های ۲، ۷، ١٤ و ۲۵ روزه حاوی درصد بهینه نانوسیلیس مخلوط در خاک انجام گرفته است. در ادامه به تحقیقات انجام شده در بررسی اثر نانوذرات در خاک توسط سایر محققین پرداخته شده است.

در سال ۱۹۹۲ Yonekura and Miwa [٦] از نانوذرات سیلیکا براي افزایش مقاومت فشاري ماسه بهره گرفتند. همچنین Noll et al [۵] در سال 1992 استفاده از نانوذرات سیلیکا را براي ارتقاء مقاومت خاك در مقابل تحکیم و نفوذپذیري را مورد بررسی قرار دادند. در سال 2005 نانوذرات سیلیکا توسط Gallagher [٤] براي افزایش چسبندگی و همبستگی بین ذرات خاك و کاهش ویسکوزیته آن به کار گرفته شد و رفتار ماسه را با استفاده از نانو مواد در بررسی آزمایشگاهی و در شرایط بارگذاري سیکلی بهبود بخشید در نتیجه نشان داده شد که چسبندگی و همبستگی بین ذرات بسته به درصد نانوذرات افزایش می‌یابد .در سال ۲۰۰۷ Patricia et al [۳] در ایالات متحده با استفاده از نانومواد عملا در محلی که خاکش از نوع ماسه با ویسکوزیته بالا بود، بهبود 40 درصدي نشست را با اعمال زلزله مصنوعی و ارزیابی نشست اعمال شده در آن را گزارش کردند. براي بررسی اثر نانوذرات سیلیکا در محدوده ابعاد 5 تا 100 نانومتر Butron et al [۲] آزمایش تحکیم، آزمایش سه محوري و آزمایش مقاومت فشاري را انجام دادند و نشان دادند که خاك حاوي نانو ذرات در مراحل اولیه شکل پذیر بوده و متعاقباً الاستوپلاستیک می‌شوند .در سال 2004 Zhang [۸] نشان داد که وجود نانو ساختار در خاك باعث افزایش حدود اتربرگ می‌شود.

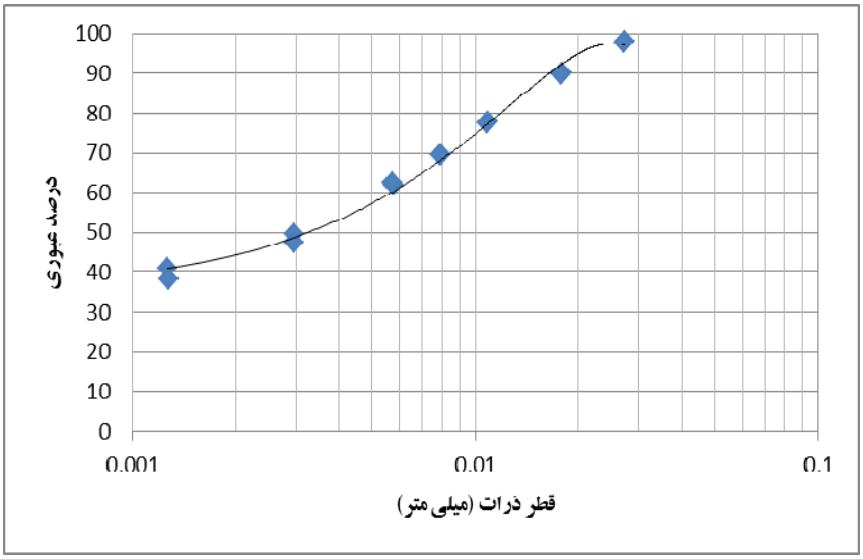
قاضی [۱] گزارش کرده است که نانورس مونتموریلونیت اصلاح شده (MMN)، حد روانی را به طور قابل ملاحظه‌اي افزایش داده است؛ لذا افزودن نانورس مونتموریلونیت اصلاح شده موجب افزایش دامنه‌ي خمیري خاك شده است. همچنین افزودن 8 درصد وزنی MMN به خاك رسی دامنه خمیري خاك را حدود 68درصد افزایش داده است که می‌تواند در سدهاي خاکی با هسته رسی بسیار مفید باشد. ایشان همچنین مقادیر مختلف MMN بر مقاومت فشاري تک محوره‌ي خاك رسی را مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان دهنده افزایش معنادار این پارامتر است. با افزایش MMN مقاومت فشاري محدود نشده افزایش یافته و در بیشترین مقدار خود 34/2 درصد نسبت به حالت بدون افزودنی بهبود یافته است. همچنین اثر افزودن نانوسیلیس بر مقاومت فشاري نمونه‌هاي مکعبی خاك رس که با سیمان تثبیت شده‌اند مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج بیانگر افزایش چشمگیر در مقاومت نمونه‌هاي مکعبی با مقادیر0/5 ، 1و 2 درصد نانوسیلیس می‌باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

- مصالح مورد استفاده
- خاک رس

خاک مورد استفاده در این پژوهش از تپه لسی هزار پیچ گرگان تهیه شده است که به دلیل دست خوردگی به عنوان خاک رس مورد استفاده قرار گرفته است. نمودار دانه بندی حاصل از انجام دو آزمایش هیدرومتری بر روی این خاک در شکل ۱ نشان داده شده است. همچنین نتایج آزمایش XRD بر روی این خاک در جدول ۱ و نتایج آزمایشات فیزیکی در جدول ۲ آمده است. این خاک در طبقه بندی متحد جزء خاک CL به حساب می‌آید.



شکل ۱: نمودار دانه بندی خاک مورد مطالعه

جدول ۱: نتایج آزمایش XRD

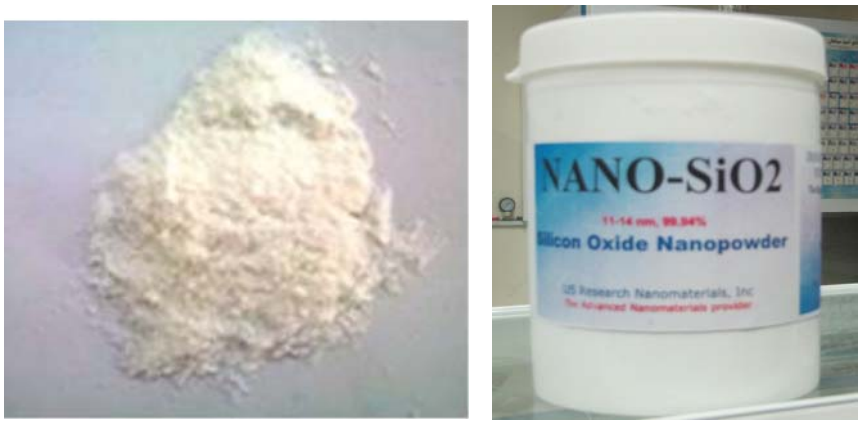
Compound Name	**Formula**	**%**
Quartz, syn	SiO2	36.7
Calcite, syn	CaCO3	20.4
Clinochlore	(Mg,Fe,Al)6(Si,Cr)4O10(OH)8	15.3
Dolomite	CaMg(CO3)2	14.5
Illite	KAl2Si3AlO10(OH)2	13.1

جدول ۲: مشخصات فیزیکی خاک مورد مطالعه

رطوبت بهینه	حد خمیری	حد روانی	دامنه خمیری	Gs	رده خاک	رنگ ظاهری
۱۷/۳	۱۸/۳۵	۳۰/۱۷	۱۱/۸۲	۲/۷٤	CL	زرد

- نانوسیلیس

نانو سیلیس مورد استفاده در این پژوهش (شکل ۲) از شرکت سینانو شیمی اصفهان خریداری شده است که مورد تایید گروه نانو دانشگاه اصفهان قرار گرفته است. مشخصات نانو سیلیس در جدول ۳ آمده است.



شکل ۲: نانو سیلیس مورد استفاده

جدول ۳: مشخصات فیزیکی نانوسیلیس

درجه خلوص	%۹۹/۹۴
اندازه ذرات	۱۱-۱۴ نانومتر
شرکت سازنده	US Research Nanomaterials, Inc

- آب

آب مورد استفاده در این آزمایش از نوع مقطر می‌باشد که از آزمایشگاه نانو دانشگاه اصفهان تهیه گردیده است.

- روش ساخت نمونه‌ها

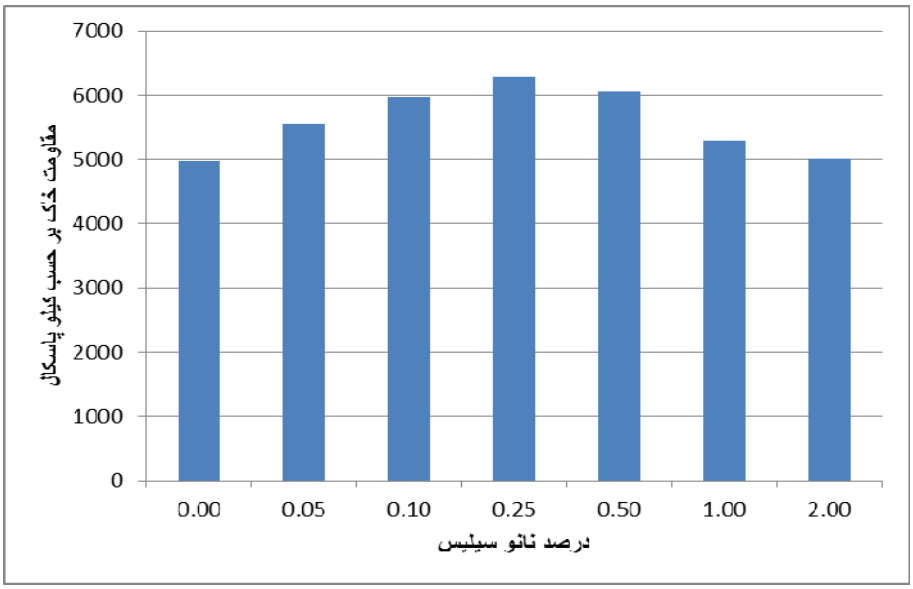
برای آماده سازی نمونه‌ها ابتدا درصد وزنی مورد نظر نانوسیلیس را با مقدار آب متناظر با درصد رطوبت بهینه خاک مورد مطالعه درون بشر ریخته و به مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه اولتراسونیک قرار داده تا نانو سیلیس به طور همگن در آب حل شود. سپس محلول به دست آمده را به همراه خاک درون همزن ریخته و به مدت ۱۵ دقیقه مخلوط کرده تا در پایان مخلوط همگن و عاری از کلوخه به دست آید. در پایان از مخلوط به دست آمده نمونه‌هایی در قالب‌های به قطر ۳/۸ سانتیمتر و ارتفاع ۷/۶ سانتیمتر و با درصد تراکم بالای ۹۸ درصد تهیه می‌شود. سپس نمونه‌ها برای حفظ رطوبت در مدت زمان مورد نظر درون محفظه عایق قرار داده می‌شوند و پس از آن برای انجام آزمایش مقاومت تک محوری به مدت ۲-۳ روز در دمای اتاق نگه‌داری می‌شود تا رطوبت نمونه خشک گردد و برای آزمایش آماده شود.

در ابتدا به منظور یافتن درصد بهینه اختلاط برای هر یک از درصدهای وزنی نانوسیلیس سه نمونه ٤ روزه و با حفظ رطوبت ۱ روزه ساخته شده است. پس از یافتن درصد بهینه، به منظور بررسی تاثیر حفظ رطوبت، سه نمونه ٤ روزه با حفظ رطوبت ۲ روزه از درصد بهینه نانو سیلیس تهیه شده است. در پایان برای بررسی تاثیر زمان بر روی افزایش مقاومت، نمونه‌های ۱۰ روزه با حفظ رطوبت ۷ روزه و ۲۸ روزه با حفظ رطوبت ۲، ١٤ و ۲۵ روزه تهیه شده است.

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

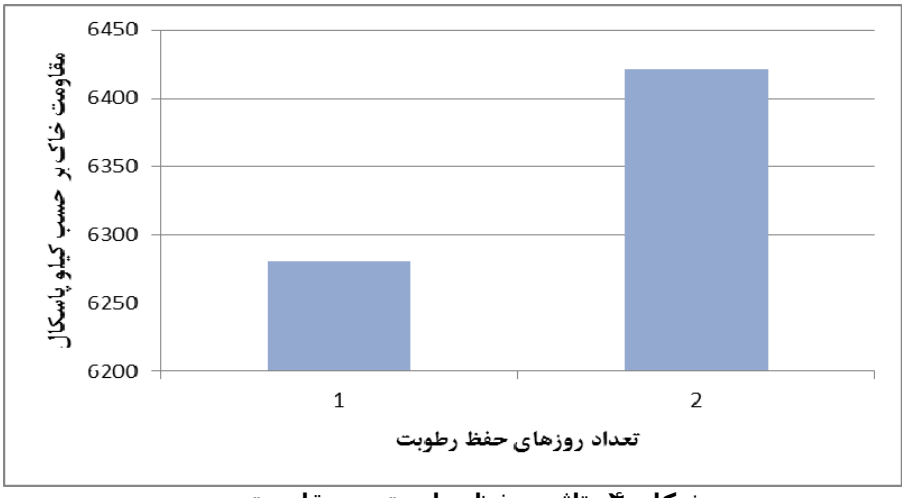
در شکل ۳ تغییرات مقاومت فشاری محدود نشده بر حسب درصد نانوسیلیس برای نمونه‌های ۴ روزه با حفظ رطوبت ۱ روزه آورده شده است.



شکل ۳: یافتن درصد بهینه نانوسیلیس

در نمودار بالا مشاهده می‌شود که با افزودن درصدهای مختلف نانوسیلیس تا مقدار ۰/۲۵ درصد وزنی خاک خشک، افزایش مقاومت و سپس کاهش مقاومت ۴ روزه خاک مشاهده می‌شود. اما همواره خاک حاوی نانوسیلیس مقاومتی بیشتر از خاک خالص دارا می‌باشد. لذا مشاهده می‌شود که درصد وزنی بهینه اختلاط نانوسیلیس با خاک خشک ۰/۲۵ درصد می‌باشد.

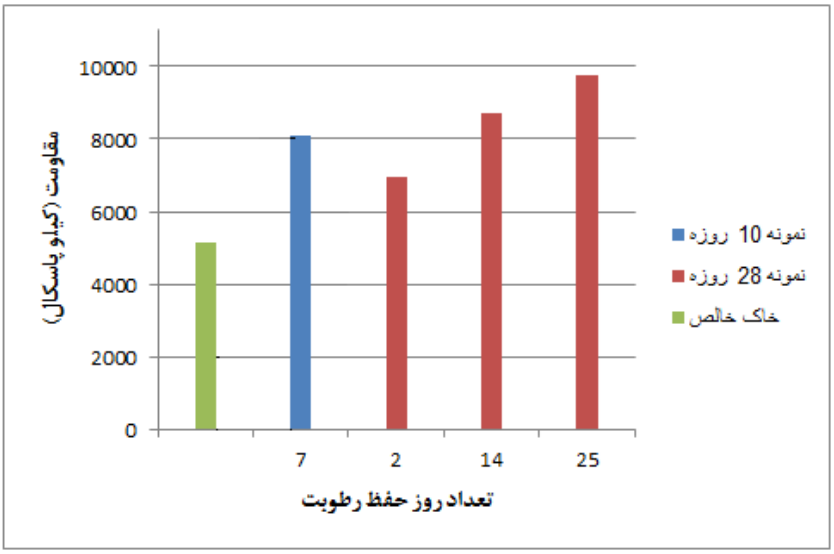
در شکل ۴ تاثیر زمان حفظ رطوبت بر روی تغییرات مقاومت فشاری محدود نشده برای خاک حاوی ۰/۲۵ درصد نانوسیلیس به ازای ۱ و ۲ روز حفظ رطوبت در نمونه‌های ۴ روزه مشاهده می‌شود.



شکل ۴: تاثیر حفظ رطوبت بر مقاومت

نمودار بالا نشان می‌دهد که افزایش تعداد روزهای حفظ رطوبت باعث افزایش مقاومت خاک می‌گردد.

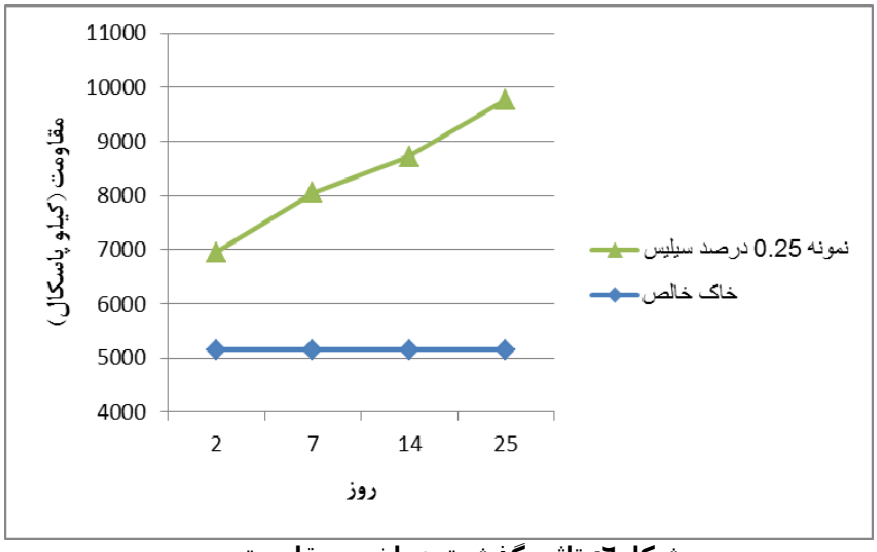
شکل ۵ تاثیر بلند مدت حفظ رطوبت را بر روی نمونه‌های ۲۸ روزه با حفظ رطوبت‌های ۲، ۱۴ و ۲۵ روزه نشان می‌دهد. همچنین مقاومت نمونه ۱۰ روزه با حفظ رطوبت ۷ روزه نیز در شکل دیده می‌شود.



شکل ۵: تاثیر بلند مدت حفظ رطوبت

همانطور که در نمودار بالا دیده می‌شود برای نمونه‌های ۲۸ روزه با افزایش تعداد روزهای حفظ رطوبت نمونه، افزایش مقاومت تک محوری محدود نشده مشاهده می‌شود به طوری که برای نمونه ۲۵ روز حفظ رطوبت، افزایش ۹۰ درصدی مقاومت نسبت به خاک خالص مشاهده شده است. برای بررسی تاثیر گذشت زمان بر روی نمونه‌های خشک، می‌توان نمونه ۲۸ روزه با حفظ رطوبت ۲ روزه را با نمونه‌های قبلی ۴ روزه با حفظ رطوبت ۲ روزه مقایسه کرد که یکسان بودن مقاومت نمونه‌ها نشان از بی تاثیر بودن زمان ۲۴ روزه نگه داری نمونه در دمای اتاق و خارج از عایق رطوبتی می‌باشد. لذا در این پژوهش عامل تاثیر گذار بر روی مقاومت میزان حفظ رطوبت نمونه معین گردید. برای اطمینان از نتیجه، نمونه ۱۰ روزه با حفظ رطوبت ۷ روزه تهیه شده است که پس از انجام آزمایش مشخص گردید مطابق انتظار مقاومت این نمونه از نمونه ۲۸ روزه با حفظ رطوبت ۲ روزه بیشتر گردیده است.

از نتایج بالا می‌توان نام گذاری نمونه‌ها را به نمونه‌های ۲، ۷، ۱۴ و ۲۵ روزه که نمایانگر تعداد روزهای حفظ رطوبتشان می‌باشد تغییر داد. در شکل ۶ تاثیر گذشت زمان بر روی نمونه‌ها قابل مشاهده می‌باشد.



شکل٦: تاثیر گذشت زمان بر مقاومت

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

- با توجه به آزمایش‌های انجام شده مشخص گردید که درصد بهینه نانوسیلیس در مقایسه با خاک خشک ۰/۲۵ درصد وزنی می‌باشد.
- در این پژوهش عامل اصلی در افزایش مقاومت نمونه‌ها با گذشت زمان حضور رطوبت و میزان حفظ رطوبت نمونه‌ها بوده است به طوری که افزایش تعداد روزها باعث افزایش مقاومت تک محوری محدود نشده گردیده است.
- حضور نانوسیلیس در خاک بدون حضور رطوبت تاثیری چندانی بر افزایش مقاومت نمونه‌ها نداشته است.
- با افزودن ۰/۲۵ درصد وزنی نانوسیلیس و گذشت ۲۵ روز مقاومت خاک در حدود ۹۰ درصد افزایش نشان داده است.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع :

[1] قاضی، ح. میرکاظمی،س.م. بازیار، م.ح.، (۱۳۸۹)، " بررسی تاثیر افزودنی نانورس بر خواص پایه‌ای مهندسی- ژئوتکنیکی خاک،" چهارمین کنفرانس بین المللی مهندسی ژئوتکنیک، تهران

◇◇◇◇◇◇◇

References:

[2] Butrón, C., 2009. "Laboratory testing of strength, fracture behavior and hydraulic conductivity", Tunnelling and Underground Space Technology, Pages ; 603-607.

[3] Gallagher, P.M., Conlee, C.T., Rollins, K.M., 2007. "Full-Scale Field Testing of Colloidal Silica Grouting for Mitigation of Liquefaction Risk", ASCE; 1090-0241, 133:2_186.

[4] Lin, Y., 2005. "Column Testing to Determine Colloid Silica Transport Mechanisms", Sessions of the Geo-Frontiers Congress.

[5] Noll, M.R., Bartlett, C., Dochat, TM., 1992. "In Situ Permeability Reduction and Chemical Fixation Using Colloidal Silica", National Outdoor ActionConference, Las Vegas, NV, p57-443.

[6] Yonekura, R., Miwa, R., 1993. "Fundamental Properties of Sodium Silicate Based Grout", Geotechnical Conference, Singapore, p44-439.

[7] Zhang, G., Member, Geo-Institute, 2007. "Soil nanoparticles and their influence on engineering properties of soils".

[8] Zhang, J.G., Germaine, T., Whittle, A.J., Ladd, C., 2004. "Index properties of a highly weathered old alluvium "Geotechnique 54, No. 7, 441-451.

◇◇◇◇◇◇◇

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی تاثیر ناهمسانگردی در تعیین ارتباط مقاومت تک محوری و شاخص بار نقطه ای در سنگ‌های شیستی

شهرام مقامی ، کارشناسی ارشد ، دانشگاه تربیت مدرس ، ۰۹۳۰۲۱۹۳۸٤٤، Shahram.Maghami@gmail.com
علی ارومیه‌ای ، دانشیار دانشگاه تربیت مدرس ، Uromeiea@modares.ac.ir
رضا زاهدی ، کارشناسی ارشد ، دانشگاه تربیت مدرس ، Rezahedi@gmail.com
صدرالله قیاسوند ، کارشناسی ارشد ، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده :

ارزیابی مقاومت تک محوری با استفاده از نتایج آزمون بار نقطه ای از رایج‌ترین روش‌های محاسبه مقاومت سنگ‌هاست. استفاده از آزمون بار نقطه‌ای بدین منظور باعث صرفه جویی در زمان و هزینه، عدم نیاز به آماده‌سازی نمونه و امکان انجام آزمایش در محل انجام پروژه می‌شود. روابط مختلفی بین σc و Is ارائه شده است .در این پژوهش که بر روی سه نمونه سنگ ناهمسانگرد گارنت شیست، استارولیت شیست و آندالوزیت شیست صورت گرفته، کارایی این روابط در زوایای مختلف ناهمسانگردی سنگ بررسی شد. نتایج نشان داد نسبت σc / Is در زوایای مختلف ناهمسانگردی بسیار متغیر بوده و مقادیر حداقل می‌تواند در بازه ای بین ۰,۲ تا ۰.۶ مقدار حداکثر تغییر کند. اگرچه معیار $UCS = 24\ I_{s(50)}$ ارائه شده توسط Broch and Franklin برای بارگزاری عمود بر محور ناهمسانی مقادیر نزدیک‌تری نسبت به واقعیت ارائه می‌کند لیکن در بقیه زوایا کاملا ناکارآمد است ، همچنین می‌توان گفت هیچ یک از دیگر روابط ارائه شده قبلی کارایی مناسبی برای بررسی مقاومت تک محوری با استفاده از نتایج بارگزاری نقطه ای در سنگ‌های ناهمسانگرد مورد مطالعه را ندارند. در این پژوهش سعی شده رابطه ای تجربی برای تخمین مقادیر نسبت σc / Is در زوایای مختلف ناهمسانگردی سنگ ارائه شود.

کلید واژه ها:ناهمسانگردی، شاخص بار نقطه ای، مقاومت تک محوری، سنگ‌های شیستی

Evaluation the anisotropy impact on relationship between uniaxial compressive strength and by point load index in schist rocks.

Abstract:

The Point load testing is used to determine rock strength indexes in scientific researches and geotechnical practices. Point load testing procedure enables economical testing of rock samples in either a field or laboratory set up. In order to estimate uniaxial compressive strength some relationships are presented. In this investigation on three rock types included Garnet schist, Starulite schist, Andalusite Schist, it tried to evaluate the sufficiency of this relationships for anisotropic rocks. The results shows that the ratio between σ_c and $I_{S(50)}$ is very different and depend on anisotropic angle. The minimum quantity of this ratio in same sample can place in an interval between 0.2 to 0.6 of maximum quantity. Although the Broch and Franklin criteria, $UCS = 24\ I_{S(50)}$ have rather good estimation for UCS in perpendicular sate of loading against anisotropic surface but it has no efficiency for other status of anisotropy. Also it can be said that other proposed relationships are not applicable for any types of rocks in any conditions. Finally an empirical equation for estimation the proportion of σc / Is depend on anisotropy angle in tested rocks proposed.

Keywords :Anisotropy, Point load index, Uniaxial Compression Strength, Schist

مقدمه :

بررسی مقاومت سنگ‌ها در برابر بارگزاری از مسائل حائز اهمیت در پروژه های مهندسی است. اگرچه یکی از بهترین روش‌های ارزیابی مقاومت سنگ آزمون تک محوری است، ولی مشکلات آماده سازی نمونه، وابستگی شدید به شیوه بارگزاری و همچنین زمان بر و پر هزینه بودن باعث شده استفاده از

آزمون بار نقطه‌ای در بسیاری موارد ترجیح داده شود. از مزایای این روش عدم نیاز به آماده سازی نمونه و امکان انجام در محل پروژه با صرف هزینه و زمان اندک است. تلاش های زیادی توسط محققان مختلف برای تعیین رابطه ریاضی بین شاخص بار نقطه ای و مقاومت تراکمی تک محوری صورت گرفته است. به عنوان مثال D'Andrea et al (1964) رابطه زیر را ارائه دادند.

1) $qu = 16.3 + 15.3\ Is(50)$

q_u = مقاومت تراکمی تک محوری
$I_{s(50)}$ = شاخص بار نقطه ای برای مغزه‌ای با قطر ۵۰ میلی متر.

همچنین Broch and Franklin (1972) پیشنهاد دادند که مقدار مقاومت تراکمی تک محوره ٢٤ برابر شاخص بار نقطه ای در نظر گرفته شود. این معیار به طور گسترده مورد پذیرش واقع شده و مورد استفاده قرار میگیرد.

2) $UCS = 24\ I_{s(50)}$

Bieniawski (1975) برای مغزه‌ای به قطر D رابطه زیر را پیشنهاد نمود.

3) $UCS = (14 + 0.175\ D)\ I_{s(50)}$

رابطه دیگری توسط Cargill and Shakoor.,(1990) به صورت زیر ارائه شده است.

4) $q_u = 13 + 23\ I_{s(50)}$

Rusnak and Mark.(2000) ارتباط مقاومت تک‌محوری و شاخص بار نقطه‌ای را در سنگ‌های زغال سنگی طبق رابطه ۵ و در سایر سنگ‌ها طبق رابطه ۶ مطرح نمودند.

5) $qu = 23.62\ I_{s(50)} - 2.69$
6) $qu = 8.41\ I_{s(50)} + 9.51$

Fener et al.(2005) نیز رابطه ساده‌ای را برای پیش‌بینی مقاومت تراکمی تک‌محوری ارائه داده‌اند.

7) $qu = 9.08\ Is + 39.32$

در بارگذاری نقطه‌ای شکست ماهیت کششی دارد. کمترین مقاومت کششی سنگ در حالتی به دست می‌آید که امتداد ناهمسانی سنگ موازی با جهت بارگذاری باشد. به همین دلیل تغییرات شاخص بار نقطه ای با β (زاویه محور مغزه و جهت ناهمسانگردی) حالت خطی دارد. در حالی که مقاومت تراکمی سنگ روندی غیر خطی داشته و در β=30 درجه کمترین مقدار را از خود نشان می‌دهد.
بنابراین ارتباط مقاومت تک محوری سنگ‌های ناهمسانگرد با نتایج آزمون بارگزاری محوری غیر مستقیم بوده و وابسته به زوایه ناهمسانگردی است.

سنگ‌های شیستی به دلیل وجود ناهمسانگردی قابل توجه نمونه‌های خوبی برای تعیین این ارتباط هستند. در این پژوهش که بر روی سنگ‌های گارنت شیست، استارولیت شیست و آندالوزیت شیست ناحیه همدان انجام شده، سعی شده است بر پایه آزمون‌های بارگزاری نقطه‌ای و تک محوری به ارزیابی کارایی روابط موجود برای ارزیابی مقاومت تک محوری با استفاده از نتایج بارگزاری نقطه ای در سنگ‌های ناهمسانگرد مورد مطالعه پرداخته شود.

◇◇◇◇◇◇◇

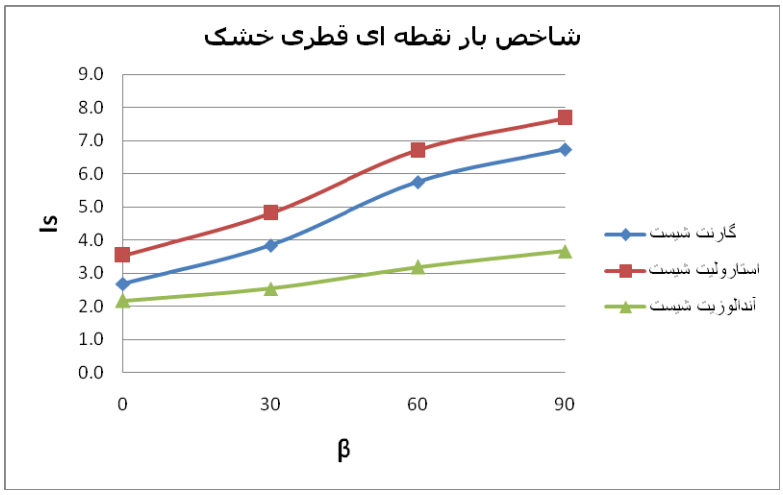
روش تحقیق:

در این پژوهش ابتدا مغزه‌هایی از سنگ‌های مورد مطالعه به گونه ای تهیه شده که امتداد ناهمسانگردی سنگ با محور مغزه زوایای ۰ ، ۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ درجه بسازد. بارگزاری نقطه‌ای در حالت قطری انجام شده و نتایج شاخص بار نقطه‌ای استاندارد (Is_{50}) ثبت شد. همچنین مقاومت نهایی (UCS) با استفاده از آزمون بارگذاری تک محوری مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین شاخص بار نقطه ای ۳ آزمایش در هر زاویه گرفته شده و به منظور ارزیابی تاثیر زوایای ناپیوستگی در تحلیل نتایج شاخص بار نقطه ای، نسبت بین مقاومت تک محوری هریک از نمونه ها و شاخص بار نقطه ای میانگین تعیین شد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

تغییرات شاخص بار نقطه‌ای در تمام نمونه‌ها با زاویه نسبت مستقیم داشته و به صورت تقریبا خطی افزایش می‌یابند. در کلیه نمونه‌ها کمترین مقدار شاخص بار نقطه‌ای در بارگذاری موازی سطوح ضعف و بیشترین شاخص در جهت بارگزاری عمود بر سطوح ضعف به دست آمد(شکل ۱).

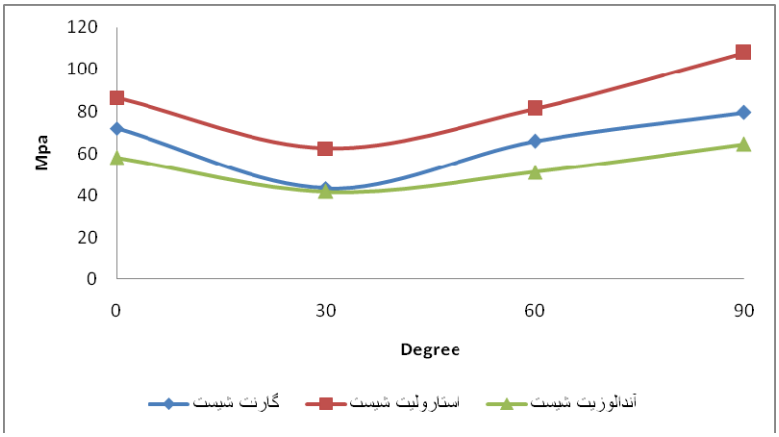


شکل۱) بارگزاری نقطه‌ای در حالت خشک

در تمام نمونه ها اختلاف مقادیر شاخص بار نقطه ای در حالت‌های خشک و اشباع با افزایش زاویه نسبت به محور بارگزاری افزایش می یابد.

شاخص بار نقطه ای در حالت اشباع در کلیه نمونه ها و در کلیه زوایا کمتر از حالت خشک است. بازه‌ی تغییرات این کاهش در نمونه های مورد آزمایش عموما بین ۱۰ تا ۳۰ درصدِ شاخص بار نقطه ای خشک است.

نتایج بارگزاری تک محوری نمونه های مورد آزمایش در شکل ۲ آمده است.



شکل ۲) نتایج آزمون بارگزاری تک محوری در زوایای مختلف ناهمسانگردی.

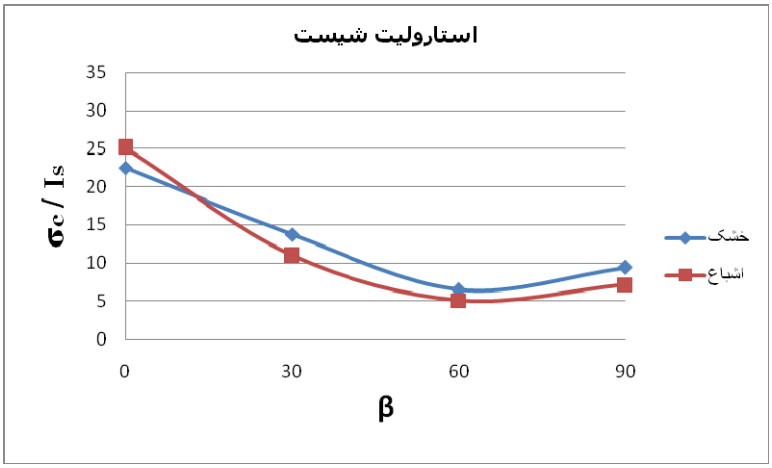
بنا بر انتظار مقاومت تک محوره سنگ در زاویه ۳۰ درجه کمترین مقدار را در تمام نمونه‌ها نشان می‌دهد. به منظور ارزیابی تاثیر زاویه ناهمسانگردی در تخمین مقدار مقاومت تک محوری با داده‌های آزمون بارگزاری نقطه‌ای، نسبت بین مقادیر مقاومت نهایی تک محوری در زوایای مختلف ناهمسانگردی و نتایج آزمون بار نقطه ای در هر زاویه محاسبه شد. جدول ۱ نشان دهنده این نسبت می‌باشد.

	خشک				اشباع			
β Degree	**0**	**30**	**60**	**90**	**0**	**30**	**60**	**90**
گارنت شیست	10.69	7.53	17.18	29.63	8.22	5.74	12.74	30.68
استارولیت شیست	9.38	6.46	13.72	22.49	7.15	5.08	10.98	25.14
آندالوزیت شیست	19.65	13.62	26.01	36.70	15.55	11.19	23.53	33.32

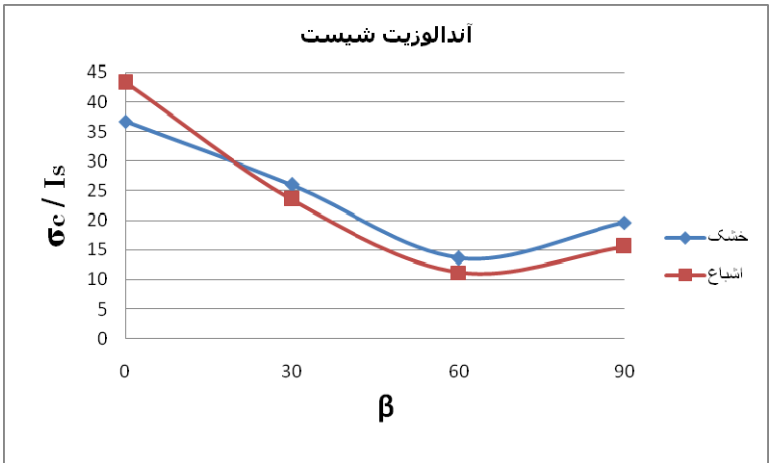
جدول ۲) نسبت مقاومت تک محوره و نتایج بارگزاری نقطه ای در زوایای مختلف ناهمسانگردی

تغییرات نسبت فوق در سنگ‌های مورد آزمایش در نمودارهای شکل ۳ برای حالت های خشک و اشباع آمده است.

الف



ب



ج

شکل ۳) تغییرات نسبت σc / Is در الف) گارنت شیست، ب) استارولیت شیست، ج) آندالوزیت شیست

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

همان گونه که از جدول ۱ و نمودارهای شکل ۳ مشخص است، مقادیر نسبت‌های به دست آمده، در زوایای مختلف بسیار ناهمسان است. این مطلب بیان می‌دارد که استفاده از یک رابطه واحد برای تمام زوایا در سنگ‌های ناهمسان عملی نیست.

این پژوهش نشان می‌دهد برای حالت عمود بر بارگذاری در سنگ‌های خشک که رفتار سنگ به رفتار سنگ‌های همسانگرد نزدیک‌تر است، مقادیر پیش بینی شده توسط رابطه Broch and Franklin نزدیکی بیشتری نسبت به مقدار واقعی مقاومت تک محوری نشان می‌دهد. اما در سایر زوایا استفاده از این رابطه کارساز نخواهد بود. همچنین سایر روابط ارائه شده در تمام زوایا مقادیری دور از واقعیت را ارائه می دهد.

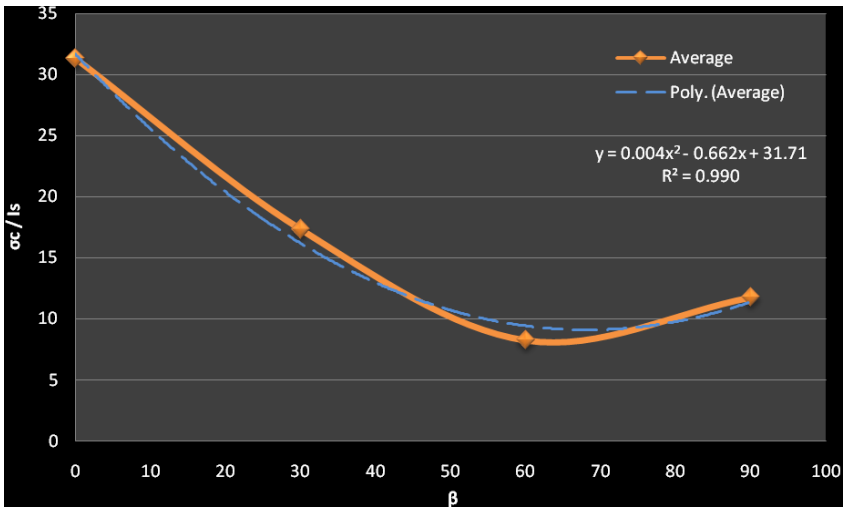
سنگ‌هایی که به صورت قطری بارگزاری شده اند در β=60 کمترین مقدار σc / Is به دست می‌آید که اختلاف فاحشی با بقیه زوایا دارد. در این سنگ‌ها بیشترین نسبت متعلق به β=0 درجه است.

در نمونه‌های مورد آزمایش نسبت $\sigma c / Is$ در $\beta=0$ بر خلاف بقیه زوایا، در هر سه نوع سنگ در حالت اشباع بیش از حالت خشک است.

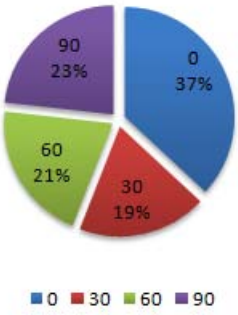
از نمودارهای شکل ۳ با میانگین گیری، بهترین نمودار برای نشان دادن رابطه کلی بین $\sigma c / Is$ و β که همبستگی خوبی با هریک از نمودارهای ارائه شده قبلی دارد ترسیم شد. نمودار به دست آمده که در شکل ٤ آمده است.
با استفاده از این نمودار می‌توان به رابطه ریاضیاتی تغییرات نسبت مقاومت تراکمی تک‌محوری و شاخص بار نقطه ای در زوایای مختلف ناهمسانگردی پی برد(رابطه ۸).

$$\Lambda) \ \sigma c / Is = 0.004 \beta^2 - 0.662 \beta + 31.71$$

این رابطه دارای ضریب همبستگی بالای $R^2=0.99$ با داده های مورد بررسی می‌باشد.



نمودار شکل ٥ نشان دهنده پراکندگی مقادیر $\sigma c / Is$ در سنگ‌های مختلف در هر زاویه است. به نظر می‌رسد پراکندگی داده‌ها با میزان مقاومت سنگ در هر زاویه نسبت مستقیم داشته باشد. دلیل این امر رامی‌توان این گونه بیان کرد که در زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه نقاط ضعف عامل تعیین کننده در مقاومت نهایی سنگ هستند ولی در زوایای ۰ و ۹۰ درجه ماهیت سنگ بکر عامل تعیین کننده می‌باشد.



شکل ۵) پراکندگی مقادیر $\sigma c / Is$ در سنگ‌های مختلف در هر زاویه

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

از جناب آقای صدرالله قیاسوند به دلیل زحمات ستودنی اشان در انجام آزمون‌هایی که نتایج آن‌ها در قالب پایان نامه ایشان در اختیار نویسندگان قرار گرفت قدردانی می‌کنم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

قیاسوند، ص.، ۱۳۷۸، "ناهمسانی رفتار مکانیکی در سنگ‌های شیستی با نگرشی بر سنگ‌های شیستی ناحیه همدان"، کارشناسی ارشد، تربیت مدرس، تهران

باغبانیان، ع.، ۱۳۸۰، "تاثیر ناهمسانگردی بر رفتار مهندسی سنگ‌های دگرگونی درجه حرارت پایین با نگرشی بر اسلیت‌های ناحیه گلپایگان"، کارشناسی ارشد، تربیت مدرس، تهران

D'Andrea, D.V., Fischer, R.L., Fogelson, D.E., 1964. *"Report of Investigations", US Department of the Interior,Bureau of Mines.* 6702, p. 1-23.

Broch, E., Franklin,J., . *Rock Mech. Min.Sci.* 9(6)(1972) 669-697.

Bieniawski, Z. T., *Bulletin of Eng. Geol.*, 9(1)(1975) 1-11.

Cargill, J. S., Shakoor, A., I*nt. J. Rock Mech. Min. Sci & Geomech*, (1990) 495-503.

Rusnak, J., Mark,C., *19th Ground Control Conference in Mining*, West Virginia University, (2000) 362-371.

Fener, M., Kahraman,S., Bilgil,A., Gunaydin,O., *Rock Mechanics and Rock Engineering Austria*, (2005) 1-15.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی در محدوده طرح نوسازی اراضی عباس آباد تهران

◇◇◇◇◇◇◇

علی ارومیه ای، دکتری زمین شناسی مهندسی، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس
نازنین اسلامی رضائی، کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی، nazanin.eslami@gmail.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

شناخت خصوصیات زمین شناسی مهندسی در محل اجرایی طرح های عمرانی از ضروریات طراحی و اجرای هر پروژه عمرانی است. هدف از این مطالعه بررسی مطالعات مجزای انجام شده در اراضی عباس آباد تهران و تهیه نقشه های زمین شناسی مهندسی منطقه با دیدگاه های گوناگون جهت بیان خصوصیات زمین شناسی مهندسی همانند پراکندگی خاکهای منطقه از نظر جنس و مقاومت، ارزیابی شاخص های مقاومت برشی در نقاط مختلف طرح نوسازی اراضی عباس آباد تهران و همچنین بررسی آبهای زیر زمینی و سطحی و تاثیر مجموع این عوامل بر فعالیت های عمرانی منطقه میباشد. در تحقیق حاضر کلیه گزارشات مجزای کار شده در منطقه مطالعه شد و پارامترهای مورد نیاز استخراج گردید. نتایج آزمایشات مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و اطلاعات به کمک نرم افزار اکسل دسته بندی و با استفاده از نرم افزار های آرک جی ای اس لایه های اطلاعاتی رقومی با دیدگاه های متفاوت تهیه گردید. با توجه به نقشه های تهیه شده و مشاهده پراکندگی داده ها و بررسی های انجام شده یک دید کلی و یکپارچه زمین شناسی مهندسی برای منطقه به دست آمد. به طور مثال نتیجه میشود که خاکهای دستی در منطقه از سمت شمال شرق به سمت جنوب غربی اراضی ، تمرکز زیادتری دارند . مطالعه نقشه های تهیه شده برای نمایش پراکندگی داده های عدد مقاومت نفوذ استاندارد ، روند کاهش عدد مقاومت نفوذ استاندارد از شمال شرق به سمت جنوب غربی اراضی را نشان میدهد که با نقشه های تهیه شده برای نمایش پراکندگی خاکهای دستی منطقه تطابق دارد. در نتیجه نقشه های ترسیم شده با شرایط واقعی منطقه و گزارشات ژئوتکنیک تهیه شده قبلی مطابقت دارد. و در انتها شایان ذکر است که با به کارگیری این روش در مناطقی که چندین پروژه در یک منطقه شهری در حال اجرا است میتوان با هم پوشانی و تلفیق داده های تک تک پروژه ها به دید زمین شناسی مهندسی کلی و یکپارچه از محدوده مورد نظر دست یافت و خصوصیات مناطقی که مطالعات و آزمایشات زمین شناسی برای آنها صورت نگرفته را تخمین زد که بدین صورت میتوان هزینه های مطالعاتی را تا حدودی کاهش داد.

کلید واژه ها: خصوصیات زمین شناسی مهندسی، اراضی عباس آباد تهران، نرم افزار آرک جی ای اس، جنس خاک، خاک دستی، مقاومت برشی

Abstract:

The study of engineering geological characteristics of the Abbas abad site, Tehran

Engineering geological characteristics in the place of development projects is essential in designing and implementing development projects. Abbas Abad Tehran renovation project lands and surface and groundwater , as well as review the impact of all these factors on the development activities of the region. In the present research has separate reports and so required a whole research for this site therefore index parameters were extracted.The results of experiments and data analysis categories and was performed using Excel software and Arc GIS software, digital data layers were prepared with different perspectives. According to the maps and the observed scattering data and studies in and integrated view of engineering geology for

the region were obtained. For example, it is concluded that the soils of the North- East region has more focus than in the southwest area.

Key words : engineering geological characteristics, Abbas abad site, Arc Gis software, soil, shear strength.

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

انجام مطالعات زمین شناسی مهندسی قبل از احداث هر سازه ای جهت شناخت منطقه و جلوگیری از خطرات احتمالی، ضروری است. اراضی عباس آباد با مساحتی بالغ بر ٥٦٥ هکتار بعنوان پهنه سبز، تفریحی، فرهنگی و گردشگری کلانشهر تهران و با محوریت مصلی تثبیت گردیده که در میان اتوبان های همت، مدرس، حقانی و آفریقا قرار دارد و در حال حاضر طراحی و ساخت برخی شریانهای درونی اصلی ارتباطی و فضاهای باز شهری با مدیریت شرکت نوسازی اراضی عباس آباد که زیر نظر شهرداری تهران است، در حال اجرا می باشد. مطالعات زمین شناسی نیز بصورت جداگانه برای هریک از پروژه های واقع در این اراضی توسط مشاورین مختلف صورت گرفته است. لذا انجام یک مطالعه کلی زمین شناسی مهندسی برای کل این اراضی و با دیدی وسیع تر ضروری است که در این تحقیق به آن پرداخته شده است.
هدف تحقیق حاضر بررسی مطالعات انجام شده در منطقه اراضی عباس آباد تهران، تلفیق اطلاعات موجود در منطقه و ارائه یک گزارش زمین شناسی مهندسی کلی و یکپارچه از اراضی به کمک ابزارهایی مانند نرم افزارهای آرک جی ای اس می باشد. با توجه به وجود پروژه های متنوع و ساختمان های گوناگون در این اراضی مشاوران گوناگون همانند مهندسین مشاور پارس پیاب و ماندرو پروژهای مختلف واقع در اراضی عباس آباد همانند پل طبیعت، پل ابریشم، پارک آب و آتش، ...را بصورت جداگانه مورد بررسی قرار داده اند. با توجه به نتایج آزمایشات انجام شده توسط مهندسین مشاور نامبرده و بر اساس حفاری گمانه های اکتشافی نخست به بررسی نتایج حاصل از آزمایشات مبادرت ورزیده و سپس بواسطه تلفیق اطلاعات بر اساس یک الگوی عمومی به ارائه نتیجه گیری کلی و یکپارچه برای کل منطقه پرداخته شده است. مطالعات انجام شده در اراضی عباس آباد توسط شرکت های مهندسین مشاور در منطقه فقط به صورت اجرایی و بدون دید تحقیقاتی انجام شده است لذا لزوم مطالعات با دید تحقیقاتی با توجه به اهمیت منطقه مورد مطالعه در پایتخت احساس شده و تحقیق حاضر گامی در جهت شناسایی بیش از پیش منطقه و ارائه نظریات و راهکارهای گوناگون با دید علمی زمین شناسی مهندسی میباشد.

◇◇◇◇◇◇◇

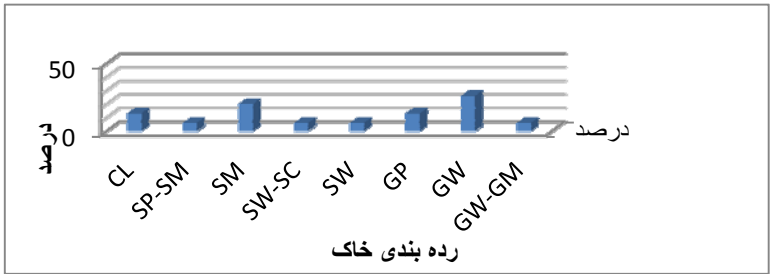
روش تحقیق:

از آن رو که در این منطقه مطالعات گوناگونی صورت گرفته لازم است نحوه خلاصه سازی اطلاعات با مثال شرح داده شود. به منظور کاهش حجم مطالب، جهت نشان دادن نحوه مطالعه، خلاصه سازی و دسته بندی مطالعات صورت گرفته قبلی در این منطقه به منظور استفاده در این تحقیق و تهیه نقشه های یکپارچه برای این اراضی و رسیدن به یک دید کلی زمین شناسی مهندسی، دو مورد از پروژه هایی که در اراضی شاخص ترند و نیز مطالعات ژئوتکنیک جدیدتری برای آنها صورت گرفته آورده شده است. به منظور جمع آوری و خلاصه سازی اطلاعات و وارد کردن آنها در نرم افزار آرک جی ای اس برای پروژهای واقع در منطقه مورد مطالعه جدول هایی حاوی مقادیر پارامترهای شاخص زمین شناسی مهندسی همچون مقادیر مقاومت برشی، عدد نفوذ استاندارد، سطح آب زیرزمینی و... اندازه گیری شده در منطقه آماده شد و به کمک نرم افزار آرک جی ای اس و با روش درون یابی نقشه های نمایش دهنده خصوصیات زمین شناسی مهندسی در اراضی عباس آباد تهران تهیه گردید. به عنوان مثال مطالعات انجام شده توسط *شرکت مهندسین مشاورپارس پیاب در زمستان سال ۱۳۸۷* در محدوده پروژه منظومه شمسی شامل حفر ۲ حلقه گمانه اکتشافی تا ژرفای ۲۵ متر میباشد. نتایج حاصل از آزمایشات بروی نمونه های به دست آمده در جدول ۱ و ۲ و همچنین شکل ۱ ارائه شده در زیر خلاصه شده است. با توجه به آزمایشات انجام شده خاک محل مورد مطالعه از لایه های درشت دانه شنی و ماسه ای به همراه سیلت و رس (GW,GP,SW,SC) با میان لایه های رسی (CL) تا ضخامت ۱ متر تشکیل شده است .خاک گستره در رده خاکهای بسیار متراکم (Very Dense) قرار دارد. مشخصات فنی معرف رفتار خاک برای لایه های مصالح شنی و ماسه ای محدوده

مورد مطالعه با توجه به نتایج حاصل از کاوشهای صحرایی، آزمایشهای آزمایشگاهی و دیدگاه کارشناسی تعیین گردیده و به شرح زیر برای این پروژه ارائه شده است. سطح آب زیرزمینی در تراز **۱۸/۵** متری مشاهده گردید.

جدول ۱ – نتایج حاصل از مطالعات خاک پروژه منظومه شمسی

رده بندی خاکها	CL	SP-SM	SM	SW-SC	SW	GP	GW	GW-GM
تعداد	۲	۱	٤	۱	۱	۲	٤	۱
درصد	۱۳	٦	۲۰	٦	٦	۱۳	۲٦	٦



شکل۱- نمودار نتایج حاصل از مطالعات خاک پروژه منظومه شمسی

جدول ۲- مشخصات فنی معرف رفتار خاک ساختمان منظومه شمسی

ویژگی	مقادیر اندازه گیری شده	مقادیر توصیه شده
تعداد ضربات SPT	۵۰<	۵۰
زاویه اصطکاک داخلی	Φ =۳۳-۳۹	۵
مقاومت چسبندگی	c= ۰/۱۸-۰/۰٦	۰/۰۸
درصد رطوبت بهینه	w= ۹/۸-۱۱/۸	%۱۰

مورد بعدی مطالعه انجام شده توسط *مهندسین مشاور پارس پیاب در تابستان سال ۱۳۸۷* محدوده باغ گل در اراضی عباس آباد که شامل حفر ۲ حلقه گمانه اکتشافی میباشد. بر اساس داده های به دست آمده از مشاهدات صحرایی برروی نمونه های خاک لایه های مختلف خاک در عمق به شرح زیر در جدول ۳ و ۴ ارائه میشود. نتایج نشان میدهد که در گستره مورد مطالعه خاک درشت دانه (شنی _ ماسه ای) هستند و فقط به صورت بین لایه ای از خاک های ریزدانه رسی (حداکثر به ضخامت ۰/۵ متر) تشکیل شده اند. سطح آب در محدوده مورد مطالعه در گمانه های اکتشافی ۹/۳۰ و ۴/۳۰ اندازه گیری شده است.

جدول ۳- نتایج مطالعات خاک در باغ گل

رده بندی خاک	CL	SP-SM	SM	GP	GW	GW-GM	GP-GM
تعداد	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲
درصد	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵	۱۲/۵	۲۵

مشخصات فنی معرف رفتار خاک برای لایه های مصالح محدوده مورد مطالعه با توجه به نتایج حاصل از کاوشهای صحرایی، آزمایشهای آزمایشگاهی و دیدگاه کارشناسی تعیین گردیده و به شرح زیر (جدول ۴)برای این پروژه ارائه شده است.

جدول ۴- مشخصات فنی معرف رفتار خاک در پروژه باغ گل

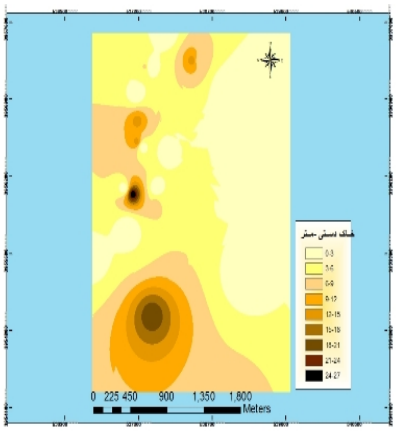
ویژگی	مقادیر اندازه گیری شده	مقادیر توصیه شده
تعداد ضربات SPT	۵۰>	۵۰
زاویه اصطکاک داخلی	Φ =۳۲-۳۶	۳۳
مقاومت چسبندگی	C=۰/۰۰-۰/۰۶	۰/۰۴
درصد رطوبت بهینه	W = %۱۰	%۱۰

به همین صورت برای سایر پروژه های کار شده در طرح نوسازی اراضی عباس آباد تهران جداول اطلاعاتی تهیه گردید، خصوصیات پروژه های متفاوت با همدیگر مقایسه شد و با استفاده و انتقال این جداول در نرم افزار آرک جی ای اس و با وزن دهی به پارامترهای گوناگون(وزن بالا برای شرایط مساعد زمین شناسی از دید مهندسی و وزن پایین برای شرایط نامساعد) مبادرت به تهیه نقشه با دیدگاه های گوناگون جهت رسیدن به یک دید یکپارچه و کلی نسبت به خصوصیات زمین شناسی مهندسی اراضی عباس آباد تهران گردید.

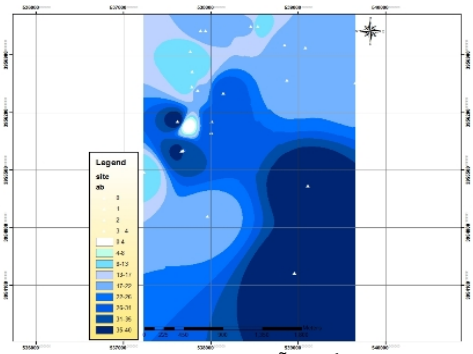
◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

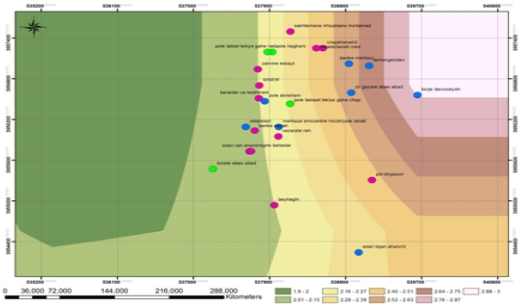
در این قسمت لایه های رقومی اطلاعاتی نشان دهنده پراکندگی داده های موجود بصورت نقشه های تهیه شده در نرم افزار آرک جی ای اس به عنوان نتیجه حاصل از خلاصه سازی اطلاعات برای تفسیر و رسیدن به دید زمین شناسی مهندسی کلی از منطقه ارائه میشود. در زیر نقشه های تهیه شده برای پراکندگی خاک دستی در شکل ۲، وضعیت آب زیرزمینی اراضی را در شکل ۳، وضعیت جنس خاک در اراضی را در شکل ٤، تغییرات مقاومت برشی در شکل ٥، تغییرات عدد مقاومت نفوذ استاندارد در شکل ٦، ، نشان داده شده است. شایان ذکر است که تعداد نقشه های تهیه شده برای این منطقه بسیار بیشتر از موارد ارائه شده در این مقاله میباشد.



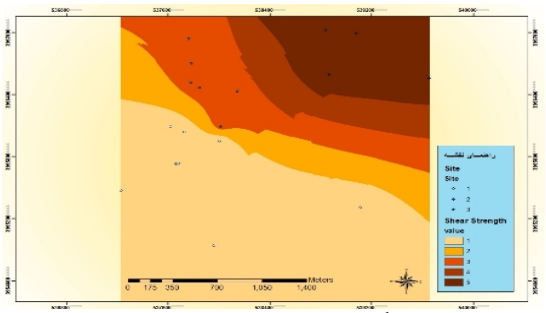
شکل ۲- تصویر نقشه پراکندگی خاک دستی در اراضی عباس آباد تهران



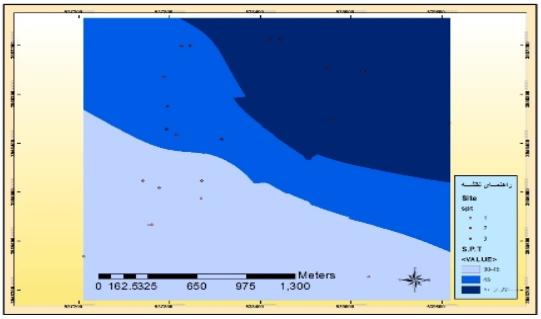
شکل۳- تصویر نقشه پراکندگی آب زیرزمینی در اراضی عباس آباد تهران



شکل٤- تصویر نقشه پراکندگی خاک از نظر جنس در اراضی عباس آباد تهران



شکل۵- تصویر نقشه پراکندگی مقاومت برشی در اراضی عباس آباد تهران



شکل٦- تصویر نقشه پراکندگی مقدار عدد مقاومت نفوذ استاندارد در اراضی عباس آباد تهران

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

با توجه به نقشه های تهیه شده و مشاهده پراکندگی داده ها و بررسی های انجام شده امکان تخمین اندازه پارامترهای گوناگون زمین شناسی مهندسی حتی در نقاطی که گمانه زنی و آزمایش انجام نشده نیز وجود دارد و از مشاهده نقشه های حاصله نتیجه میشود که خاکهای دستی در منطقه از سمت شمال شرق به سمت جنوب غربی اراضی، تمرکز زیادتری دارند که این موضوع احتمالا بدلیل بیشتر بودن فعالیت های عمرانی در این محدوده از اراضی و استفاده از خاکهای دستی به منظور هموارسازی سطح زمین میباشد. بررسی داده های حاصل از آزمایش مقاومت نفوذ استاندارد و همچنین مطالعه نقشه های تهیه شده برای نمایش پراکندگی داده ها، روند کاهش عدد مقاومت نفوذ استاندارد از شمال شرق به سمت جنوب غربی اراضی را نشان میدهد که با نقشه های تهیه شده برای نمایش پراکندگی خاکهای دستی منطقه تطابق دارد. نقشه تمرکز آبهای زیرزمینی در منطقه نشان میدهد پراکندگی حضور آب روند خاصی را دنبال نمیکند که این امر با مرفولوژی منطقه هماهنگ است. مطالعه نقشه های تهیه شده نمایش دهنده پراکندگی جنس خاک در اراضی، نشان میدهد میزان دانه بندی از شمال شرق به سمت جنوب غرب ریزتر میشود که این داده ها با نقشه پراکندگی خاکهای دستی در منطقه تطابق دارد. در مناطق شمال شرقی دست نخوردگی بیشتر و شرایط طبیعی خاک محفوظ مانده، در صورتی که در مناطق غربی و جنوب غربی خاک دچار دستخوردگی شده و از نظر خصوصیات مهندسی در موقعیت پایین تری قرار میگیرد. از نظر پارامترهای مقاومت برشی در منطقه روند کاهش مقاومت برشی از شمال شرق به سمت جنوب غرب بیشتر شده و در مناطق شمال شرقی از نظر خصوصیات زمین شناسی مهندسی شرایط مناسب تری فراهم میباشد. نقشه تهیه شده برای شیب و توپوگرافی منطقه، شیب ملایمی از شمال به سمت جنوب منطقه وجود دارد و کاهش شیب در مسیر آبراهه ها و اتوبانها و بزرگراه ها به خصوص در نقشه توپوگرافی

منطقه قابل مشاهده است. از نظر لرزه خیزی به دلیل کوچک بودن منطقه نسبت به مقیاس های زمین شناسی کل منطقه دارای خصوصیات یکسان است. بکارگیری نرم افزار های جی ای اس برای بررسی

خصوصیات زمین شناسی مهندسی مناطق کم وسعت شهری و برای مناطقی که اطلاعات کم و پراکنده میباشد، نمی تواند به خوبی جوابگو باشد به همین دلیل تلاش زیادی برای نمایش اطلاعات بصورت دقیق انجام گرفت و در نتیجه نقشه های ترسیم شده با شرایط واقعی منطقه و گزارشات ژئوتکنیک تهیه شده مطابقت دارد. و در انتها شایان ذکر است که با به کارگیری این روش در مناطقی که چندین پروژه در یک منطقه شهری در حال اجرا است میتوان با هم پوشانی و تلفیق داده های تک تک پروژه ها به دید زمین شناسی مهندسی کلی و یکپارچه از محدوده مورد نظر دست یافت و خصوصیات مناطقی که مطالعات زمین شناسی برای آنها صورت نگرفته را تخمین زد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

ام داس، ب، ۱۳۸۷، " اصول مهندسی ژئوتکنیک ، جلد اول مکانیک خاک ،ترجمه شاپور طاحونی "، فصل هشتم ، موسسه انتشاراتی پارس آیین.
سربی، ع.، ۱۳۸۷، " بررسی توان حرکتی گسل های کواترنری اصلی در گستره چهارگوش تهران "، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی تهران.
خانلری ،غ، ۱۳۸۸،"زمین شناسی مهندسی برای دانشجویان عمران"،انتشارات دانشگاه بوعلی، فصل هشتم.
رجبی،ع،۱۳۹۰،"ترسیم نقشه های زمین شناسی با استفاده از نرم افزار ARC GIS"،انتشارات آینده سازان، فصل ۲.
مهندسین مشاور پارس پیاب،آبان ۱۳۸۷،"گزارش مطالعات ژئوتکنیک طرح پل ابریشم و ساختمان منظومه شمسی از مجموعه گلستان دیدار".
مهندسین مشاور ماندرو،آبان۱۳۷۴،"گزارش مطالعات ژئوتکنیک فرهنگستانهای جمهوری اسلامی ایران".
مهندسین مشاور پارس پیاب، تابستان ۱۳۸۷،"گزارش مطالعات ژئوتکنیک ساختمان منظومه شمسی و پل های ابریشم مطالعات باغ گل".

◇◇◇◇◇◇◇

References:

D.Duffy.John and R.Keaton Jeffrey , MIRONOV.OLEC,2006, GIS , technologies for geological environment studies in urban territories , Institue of environmental Geoscience ,LAEG 2006 paper number 253.
C.J. van Westen ,T.W.J van Asch , R.Soeters . 2006 .Landslide hazard and risk zonation _ why is it still so difficult ? Springer ,Bull Eng geol Env(2006)65: 167-184.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی و طبقه‌بندی توده‌سنگ مخزن بالادست نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای سد آزاد

هوشنگ گلباغی[۱]، علی مرادزاده[۲]، محمد اسماعیل نیا عمران[۳]، محمد رضا شاهوردیلو[۴]
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معدن دانشگاه صنعتی شاهرود
استاد دانشکده مهندسی معدن دانشگاه صنعتی شاهرود
استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه کردستان
مدیر پروژه مطالعات مرحله دوم نیروگاه تلمبه ذخیره ای آزاد شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس
Houshang.golbaghi@gmail.com

چکیده :

مخزن بالادست نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای سد آزاد با ظرفیتی بالغ بر ۲/۷ میلیون متر مکعب در استان کردستان در ۷۵ کیلومتری سنندج در دست احداث می‌باشد. این مخزن با طولی پیرامون ۲۱۰۰ متر، عرضی در حدود ۱۰۰ متر و ارتفاع ۲۵ متر در توده‌سنگ از جنس متاسندستون حفر شده‌است. با توجه به شیب و جهت شیب دیواره در نواحی مختلف مخزن و همچنین وجود دسته درزه‌های متعدد (شش دسته درزه)، مخزن مذکور به شش بلوک به نامهای B_1 الی B_6 تقسیم گردید. همچنین با استفاده از میانگین گیری از نتایج آزمایش‌هایی از قبیل آزمایش تک محوره، بار نقطه‌ای و چکش اشمیت، مقاومت فشاری سنگ بکر در نواحی مختلف مخزن محاسبه گردید. سپس پارامترهای توده‌سنگ از قبیل مدول تغییر شکل، مقاومت فشاری و کششی، چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی و... به و سیله طبقه‌بندی توده‌سنگ با استفاده از روش GSI در نواحی شش گانه مخزن بدست آمده است.

کلید واژه ها: زمین‌شناسی مهندسی، طبقه‌بندی توده‌سنگ، GSI، مخزن بالادست نیروگاه سد آزاد

Abstract:

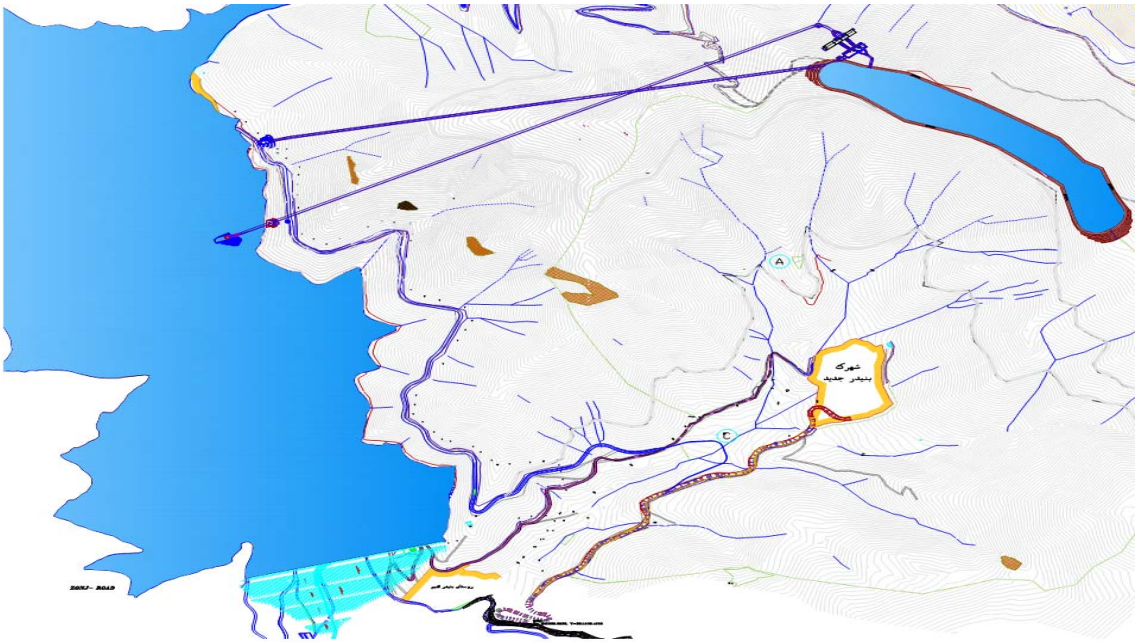
Engineering geological characterization and rock mass classification upper reservoir pumped storage power of Azad dam

Upper reservoir pumped storage power of Azad dam with a capacity of over 2.7 million cubic meters in 75 kilometers from Sanandaj in Kurdistan Province is under construction. The tank length about 2100 m, width of 100 m and a height of 25 m in kind of meta sandstone rock mass has been drilled. Given the dip and dip direction and in different areas of the tank wall and the presence of multiple joint sets (six joint sets), six blocks to the tank, B1 to B6 were divided. It also uses the test results averaged such as uniaxial tests, the load point and Schmidt Hammer Compressive Strength rocks in various parts of the reservoir was calculated. By rock mass classification and using GSI method in six areas, rock mass parameter such as deformation module, tensile and Compressive strength, cohesion, friction angle and etc, were found in reservoir.

Keywords: Engineering Geology, Rock mass classification, GSI, upper reservoir power of Azad dam

مقدمه :

سد مخزني آزاد، از نوع سنگريزه اي با هسته رسی با ظرفیتی در حدود ۳۰۰ میلیون متر مکعب به منظور کنترل سیلاب‌ها و تنظیم آبهای جاری، تأمین آب شرب وکشاورزی در استان کردستان بر روي رودخانه کوماسي از سرشاخه‌هاي مهم رودخانه سیروان و در مجاورت روستاي بنیدر دردست احداث است. در گذشته جهت تأمین منابع قرضه مورد نیاز سد از مخزن بالادست نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای سد آزاد استفاده شده است(گزارش زمین شناسی مهندسی،۱۳۸۸). در ادامه با مطرح شدن طرح نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای و نیاز به یک مخزن دیگر، جهت اجرای این امر با بهره‌گیری از مهندسی ارزش و بررسی گزینه‌های متعدد به منظور انتخاب مخزن بالادست، در نهایت منبع قرضه ذکرشده (خانقاه جوجو) به عنوان مخزن بالادست نیروگاه تلمبه‌ذخیره‌ای انتخاب گردید(شاهوردیلو و همکاران، ۱۳۹۱). نمایی از موقعیت قرارگیری مخزن بالادست و پایین دست سد آزاد در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل۱: موقعیت قرارگیری مخزن بالادست و پایین دست

از نظر تئوری، انجام آزمایشات متعدد صحرایی بر روی بلوک‌هایی از توده سنگ درزه‌دار با اندازه‌های متفاوت امکان‌پذیر است. اما در عمل این مهم نیازمند صرف وقت و هزینه بسیار است به همین دلیل در این راستا می‌توان جهت تخمین پارامترهای توده‌سنگ از نتایج آزمایشگاهی که از مغزه‌ها به دست آمده و روش‌های طبقه‌بندی توده سنگ از قبیل GSI، به منظور تخمین پارامترهای توده سنگ از قبیل مدول تغییر شکل، چسبندگی و زاویه اصطکاک استفاده کرد(Marinos, et al., 2000). طبقه‌بندی توده‌سنگ‌ها، یکی از روش‌های مرسوم برای شناسایی کیفیت آن‌ها بوده که به طور گسترده در مهندسی سنگ ودر مرحله طراحی مقدماتی استفاده می‌شود و ابزاری مناسب برای برآورد پایداری توده‌ای در هر سنگ و پیش‌بینی خصوصیات رفتاری توده‌سنگ می‌باشد (صفری، ۱۳۹۱).

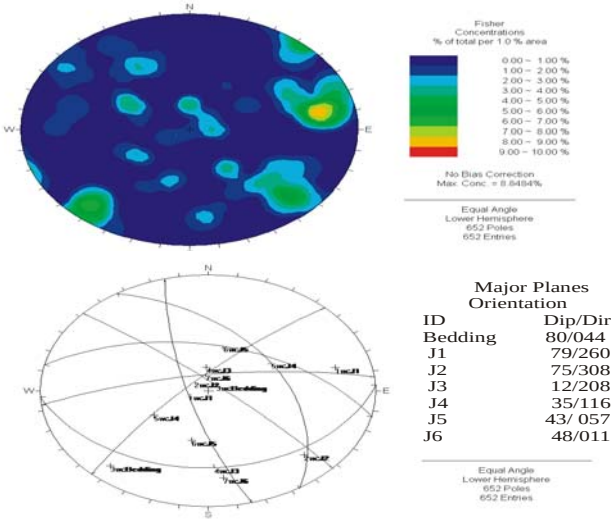
زمین شناسی

محدوده مورد نظر در زون سنندج- سیرجان واقع شده است. این پهنه با خصوصیات ویژه‌ای مشخص می‌شود. به صورت یک نوار دگرگون شده در امتداد و به موازات روراندگی زاگرس از ارومیه و سنندج در شمال غربی تا سیرجان و اسفندقه در جنوب شرقی کشیده شده‌است. مشخصات رسوبگذاري در این پهنه

مانند پهنه ايران مركزي است ولي جهت و امتداد كلي آن از امتداد كلي زاگرس پيروي مي كند. زون سنندج – سيرجان را مي توان از ناحيه گلپايگان به دو بخش شمالي و جنوبي تقسيم بندي نمود. كه منطقه مورد مطالعه در واحد شمالي اين پهنه واقع شده است. به طور كلي پهنه سنندج- سيرجان جزو ناآرام ترين پهنه هاي ايران شناخته شده است. سنگهاي چين خورده و دگرگون شده ناشي از كوهزايي سيمرين پيشين، بوسيله ماسه سنگ و شيل رسين- لياس به طور دگرشيب پوشيده شده است. در اين پهنه، دگرشيبي اصلي دوران مزوزوئيك و ترسير، نظير آنچه كه در ايران مركزي و البرز شناخته شده است، ديده مي شود. سيستم شكستگي ها و گسل هاي آن كه به حركات كوهزايي كاتانگايي و سيمرين نسبت داده مي شود، مانند ايران مركزي بوده و جهت زاگرس را قطع مي نمايدو دگرگوني شديد سيمرين پسين در اواخر ژوراسيك، به ويژه در بخش شمالي پهنه سنندج- سيرجان مشاهده شده است(درويش زاده، ۱۳۸۹).

زمین شناسی مهندسی

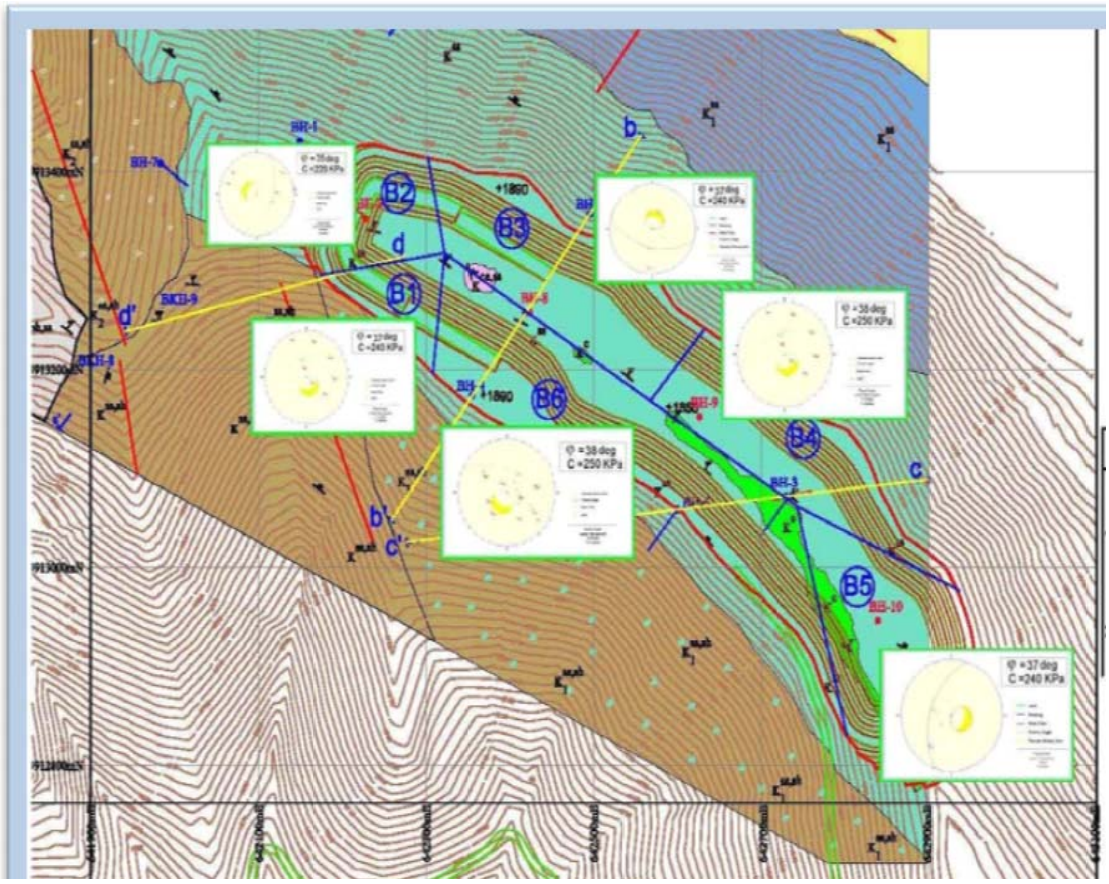
از نقطه نظر گسلش و شرايط تكتونيكي منطقه، گسلهاي كرگينه و ساتيله به ترتيب از ٤/٥ و٣٢ كيلومتري شرق و شمال شرقی محدوده مخزن نيروگاه تلمبه ذخيره‌اي آزاد و گسل سرو آباد از ٢٣ كيلومتري جنوب مخزن نيروگاه تلمبه ذخيره‌اي آزاد مي گذرند . محدوده مخزن نيروگاه تلمبه ذخيره‌اي آزاد تحت تاثير فازهاي كوهزايي و عملكرد تكتونيكي منطقه، دچار گسلش هايي شده است كه شاخه هايي از آنها در محدوده مخزن عبور مي نمايند، در مجموع ١٠ گسل درمحدوده مورد مطالعه(مخزن بالادست) شناسايي شده است. برخي از گسلها در بررسي هاي صحرايي جزء گسلهاي فرعي شناسايي شده اند كه تاثيري در اجراي سازه مخزن نخواهند داشت، و از اين رو از توصيف آنها صرف‌نظر شده است(گزارش زمين شناسی مهندسی، ١٣٨٨). در راستاي بررسي وضعيت شكستگيهاي سطحي توده هاي سنگي در محل مخزن اطلاعات مربوط به سيستم درزه ، سطوح لايه بندي و سطوح شيستوزيته، مشخصات سطح صفحات ناپيوستگي، مقدار باز شدگي ، فاصله داري ، طول، مواد پركننده و نيز كيفيت آب در درزه ها در ايستگاههاي مختلفي در سطح زمين نيز قرائت و ثبت و سپس مورد تحليل و بررسي قرار گرفتند. ناپيوستگي هاي موجود در توده سنگ معمولا عامل اصلي تعيين كننده رفتار آن مي باشند. توده سنگ هاي تشكيل دهنده مخزن نيروگاه داراي شكستگي هاي متعددي با ويژگي هاي متفاوت می باشند. به منظور بررسی ويژگی هندسی ناپيوستگی ها، برداشت سيستم ناپيوستگی در سطح زمين و گمانه های اكتشافی به روش تصادفی و برداشت خطی انجام شده است . تحليل داده ها نشان مي‌دهد علاوه بر سطوح لايه بندی، ٦دسته درزه اصلی در ساختگاه مخزن وجود دارد كه مختصات هركدام از آنها در شكل٢ آورده شده است.



شكل٢: كانتور دياگرام و نمايش تصوير استريوگرافيك سطوح ناپيوستگي و لايه‌بندی در محدوده مخزن

بلوک‌بندی مخزن بالادست

در خلال مطالعات ميداني، بخشهاي مختلف توده سنگ در رخنمونهاي موجود بر حسب شرايط قرارگيري آنها نسبت به ديواره معدن و نوع ليتولوژي تفكيك گرديده و بلوك بندي شده است. براي هر يك از بلوكها به طور سيستماتيك عمليات پيمايش و برداشت درزه صورت گرفته و آناليز شده است. بررسي هاي ميداني نشان مي‌دهد كه محدوده پيت معدن را مي توان بر اساس امتداد اصلي و جهت شيب هر بخش از ديواره معدن ، به ٦ بلوك(B_1 الی B_6) مختلف تقسيم كرد، كه در شكل ٣ آورده شده است.



شکل۳: بلوک‌بندی مخزن

آزمایش‌های آزمایشگاهی

به منظور تعيين خصوصيات فيزيكي و مكانيكي سنگ و نيز پارامترهاي ژئومكانيكي توده سنگها، آزمايش-هاي مكانيك سنگ روي نمونه‌هاي اخذ شده از گمانه‌هاي اكتشافي انجام گرديد. و همچنين جهت تعيين پارامتر مقاومت فشاری سنگ بکر از آزمایش هایی از قبیل مقاومت فشاری تک محوره، بار نقطه‌ای و چکش اشمیت استفاده شده است. و در نهایت به منظور تخمین دقیق این پارامتر، از مقادیر بدست آمده از آزمایش‌های مختلف میانگین‌گیری شده است. که مقادیر این پارامتر در جدول ۱ آورده شده است.

جدول۱: مقاومت فشاری در بلوک‌های مختلف مخزن

بلوک / آزمایش	۱	۲	۳	٤	٥	٦
تک محوره	٧٥	٨٠	٧٥	٧٠	٧٥	٧٥
بار نقطه‌ای	٦٠	٦٥	٦٠	٥٠	٥٥	٧٠
چکش اشمیت	٨٠	٧٥	٨٠	٦٠	٨٠	٨٠
میانگین	٧١	٧٣	٧١	٦٠	٧٠	٧٥

تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده‌سنگ

به منظور تعيين پارامترهاي ژئومكانيكي توده سنگ محدوده مورد مطالعه، از نرم افزار Roclab1.0 استفاده شده است كه بر مبناى شاخص مقاومت زمين شناسى و آخرين معيار ارائه شده هوك و براون، پارامتر-هاى ژئومكانيكي توده سنگ را محاسبه مي كند. بطور كلي كاربرد معيار شكست هوك و براون در مورد سنگهاي بكر و يا توده هاي سنگي خيلي درزه داري توصيه شده است كه بتوان آنها را متجانس وهمسان گرد فرض كرد. به بيان ديگر اين معيار وقتي كاربرد دارد كه خواص توده سنگ در قسمتهاي مختلف و نيز در امتدادهاي متفاوت، كمابيش يكسان باشد. در چنين توده سنگهايي معيار هوك و براون را فقط در مورد بخشهاي سالم و بكر مي توان استفاده نمود، در عين حال مقاومت ناپيوستگيهاي سنگ را نيز مي بايست مد نظر قرارداد(Singh, Rao, 2005). در نرم افزار Roclab می‌توان مقدار GSI را بر مبنای بازدید صحرایی انجام گرفته و مشخص نمودن شرایط سطوح ناپیوستگی‌ها تعیین نمود. با توجه به شرایط ناپیوستگی و وضعیت ساختار توده سنگ، مقدار میانگین اندیس مقاومت (GSI) از روی کنتورهای موجود ارزیابی می‌شود. اندیس مقاومت زمین شناسی برای توده سنگ های بلوک های مختلف مخزن در جدول ۲ آمده است.

جدول۲: mi و GSI توده سنگ در نواحی مختلف مخزن

بلوک	۱	۲	۳	٤	٥	٦
GSI	٤٠	٣٥	٤٠	٣٠	٣٥	٤٤
m_i	١٧	١٧	١٧	١٧	١٧	٢١

طبقه‌بندی مهندسی توده‌سنگ:

از ديرباز روشهاي تجربي طبقه بندي توده سنگ از ديدگاه مهندسي در مسائل كاربردي مورد توجه قرار گرفته است. كه شناخته شده ترين اين روش ها عبارتند از :

- روش پيشنهادي بنياوسكي در سال ۱۹۷٤ (RMR) و اصلاح شده آن در سال ۱۹۸۴
- روش بارتون و همکاران در سال ۱۹۷٤
- روش شاخص مقاومت زمين شناسي توده سنگ (GSI)

مواردی که در طبقه بندی Q جمع آوري و تحليل شده اند اغلب ساز ههاي زيرزميني (تونل ها و فضاهاي زيرزمينی) در سنگ هاي كم درزه و يا يكپارچه كه در اعماق زياد هستند را در برمي گيرند. در اين موارد، شرايط ساختاري كمتر بر توده سنگ تأثير گذار بوده و بيشتر شرايط تنش توده سنگ را تحت تأثير قرار مي دهد. در روش طبقه بندي RMR سازه هايي كه بيشتر در اعماق متوسط قرار داشته و سنگهاي دربرگيرنده بطورميانگين سه دسته درزه هستند، مدنظر بوده اند. در اين روش تنش در سنگ كمتر مورد توجه بوده و بيشتر شرايط ساختماني بر رفتار توده سنگ حاكم می باشد. شاخص مقاومت زمين شناسي توده سنگ (GSI) كه امروزه بيش از ساير رو شها مورد توجه قرار مي‌گيرد و در سازه‌هاي سطحي نيز قابل استفاده است(Marions, et al., 2000).

تعیین پارامترهای ژئومکانیکی با استفاده از معیار هوک و براون:

نرم‌افزار Roclab به منظور استفاده سریع و آسان از این معیار شکست ارائه شده است و به کاربر اجازه می دهد تا به راحتی تخمینی از خصوصیات توده سنگ را بدست آورد و می‌توان تأثیر تغییر این خصوصیات را بر پوش های شکست بصورت گرافیکی مشاهده کرد. لذا برای ارزیابی مقاومت برشی توده های سنگ ساختگاه و تعیین عوامل مقاومت برشی هوک و براون و موهر-کلمب معادل، از نرم افزار Roclab استفاده به عمل آمده است(Wines, Lilly, 2001). جهت تعیین پارامترهای مقاومتی توده سنگ از قبیل چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی، مقاومت فشاری و کششی و مدول تغییرشکل پذیری ، نیاز به پارامترهایی شامل مقاومت فشاری سنگ بکر، اندیس مقاومت زمین شناسی (GSI) ، پارامتر mi برای سنگ بکر و ضریب آشفتگی (D) می‌باشد (Labuz, et al., 2012).که این مقادیر از (جدول های ۱ و ۲) ذکر شده است. در این بخش با استفاده از معیار شکست هوک و براون پارامترهای مقاومتی توده سنگ، پارامترهای معیار هوک و براون و پارامترهای مقاومتی معیار موهر- کولمب برای بلوک‌های مختلف مخزن محاسبه می گردد. که نتایج حاصل در جدول۳ آمده است.

جدول۳: تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده سنگ بلوک‌های شش گانه مخزن، با استفاده از روابط مربوط به معیار گسیختگی هوک- براون و موهر – کولمب

بلوک	پارامترهای مقاومت برشی		معیار هوک و براون		σ_t (Mpa)	E (Gpa)	σ_c (Mpa)
	C(Mpa)	Φ(degree)	s_r	m_r			
۱	۰,۱۷٦	٤۲,۱۰	-oe٤,o٤	۰,۲۳٤	-۰,۰۱٤	۲,۳۷	٤,۳
۲	۰,۱٤۷	۳۸,۹٦	-oe۱,۹۷	۰,۱٦٤	-۰,۰۰۹	۱,۸	۳,o۷
۳	۰,۱۷٦	٤۲,۱۰	-oe٤,o٤	۰,۲۳٤	-۰,۰۱٤	۲,۳۷	٤,۳
٤	۰,۱۱۱	۳۳,۸۹	-oe۸,o۷	۰,۱۱o	-۰,۰۰٤	۱,۲۲	۰,۱۳o
o	۰,۱٤o	۳۸,٦o	-oe۱,۹۷	۰,۱٦٤	-۰,۰۰۸	۱,۷٦	۰,۲٦۲
٦	۰,۲۲	٤٦,۷۷	-oe۱۰	۰,۳۸o	-۰,۰۱۷	۳,۰٦	o,۹٤

نتیجه گیری:

با توجه به بلوک‌بندی مخزن به نواحی شش گانه، هدف اصلی این تحقیق، تخمین پارامترهای ژئومکانیکی توده‌سنگ در نواحی مختلف مخزن می‌باشد. که این امر با استفاده از تحلیل توسط نرم افزار Roclab 1.0 انجام گرفته است. با توجه به نتایج بدست آمده از تحلیل مذکور، بلوک ۴ (B_4) ضعیف‌ترین ناحیه در مخزن بالادست نیروگاه تلمبه‌ذخیره‌ای سد آزاد می‌باشد، که ویژگی‌های ژئومکانیکی آن عبارتند از چسبندگی ۱۱۱کیلوپاسکال، زاویه اصطکاک داخلی ۳۳/۸۹درجه، مدول الاستیسیته ۱/۲۲ گیگاپاسکال و مقاومت

فشاری ۱۳۵ کیلو پاسکال می‌باشد. پیشنهاد می‌شوداز نتایج بدست آمده این تحقیق جهت تحلیل‌های بعدی از قبیل پایداری مخزن مذکور استفاده گردد.

منابع فارسي :

درویش زاده، ع.، ۱۳۸۹، "زمین شناسی ایران"، چاپ چهارم، (۱۱۸ – ۱۲۰)، مؤسسه انتشارات امیرکبیر، تهران
شاهوردیلو، م.، عباس زاده مطلق، م.، قربانخانی، ح.، فرنو، م.، ۱۳۹۱، "بهره گیری از مهندسی ارزش در بازنگری زیربخش‌های طرح سد و نیروگاه آزاد"، کنفرانس و نمایشگاه سد و تونل، دانشگاه تهران
صفری، ع.، ۱۳۹۱، " کاربرد تصاویر استریوگرافي در انتخاب زاویه بهینه گمانه های پرده تزریق سد چمشیر"
گزارشات و مطالعات زمین شناس مهندسی ساختگاه مخزن بالادست نیروگاه تلمبه‌ذخیره‌ای سد آزاد شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس، ۱۳۸۸

References:

Marinos, P., Hoek, E., 2000. "*GSI – A geologically friendly tool for rock mass strength estimation*", Proc. Geo. Eng. 2000 Conference
Singh, M., Rao, K., 2005." *Empirical methods to estimate the strength of jointed rock masses*", Engineering Geology, 77, p. 127–137.
Labuz, F., Zang, A., 2012. "*Statistical analysis of rock mass fracturing*", Rock Mech Rock Eng, 45(6), p. 975-979
Wines, R., Lilly, D., 2001. "A Comparative Analysis Of Rock Mass Classification Schemes In Part Of The Fimiston Open Pit Operation In Kalgoorlie, Western Australia", Australian Geomechanics.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی ساختگاه سد دوستی

حامد اسدیان، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه دامغان، asadian.hmd@gmail.com
ابراهیم رحیمی، استادیار دانشگاه دامغان، rahimi_e@yahoo.com
محمد غفوری، استاد دانشگاه فردوسی مشهد، ghafoori@um.ac.ir

۱- چکیده :

سد دوستي بر روي رودخانه هريررود در شمال شرقي ايران در حدود ۱۸۰ كيلومتري شرق مشهد و ۷۵ كيلومتري جنوب سرخس واقع شده است. سد دوستي از نوع خاكي‌سنگريزه‌اي با هسته سيلتي است. ارتفاع سد از پي ۷۸ متر و حجم آن ۱۲۵۰ ميليون متر مكعب می‌باشد. طراحي و ساخت سد مستلزم شناخت شرايط زمين‌شناسي و ژئوتكنيكي توده سنگ‌هاي ساختگاه سد مي‌باشد. براي اين منظور آزمايشات صحرايي و آزمايشگاهي الزامي است. مطالعات صحرايي در اين سد شامل عمليات درزه نگاري، حفر گمانه‌هاي اكتشافي و مغزه گيري، آزمايش نفوذپذيري و تهيه نمونه به منظور انجام آزمون‌هاي آزمايشگاهی می‌باشد. مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی نشان داد که توده سنگ‌های ساختگاه سد بر اساس رده بندی RMR در رده ضعیف تا متوسط و از نظر RQD در رده متوسط قرار دارند.

کلید واژه ها:سد دوستی، توده‌سنگ ، نفوذپذیری، RMR، RQD

Abstract:

An Investigation on Engineering Geology Properties of Doosti Dam Site

Doosti dam site is located on the Hariroud River, which forms part of the international boundary between Iran and Turkmenistan, at a distance of about 180 kilometers from east of Mashhad This under construction and 85 kilometers from west of sarakhs in Razavi Khorasan Province. 78 meter from foundation dam is a type of earth fill dam with silty core. Dam has a height of geotechnical conditions of dam site and volume of 1250 million cubic meters. Geological and this purpose, Field and laboratory rocks are necessary to designe and foundation of dam. For includes joints journalism operations, drill experiments are necessary. Field studies in this dam permeability experiment and prepar sample to do exploration bore holes and getting cores, Field studies indicated that dam site rocks are located laboratory experiments. Laboratory and to RMR classification and in medium category according in weak to medium category according to RQD

Keywords: Doosti Dam, Rock Mass, Permeability, RMR, RQD

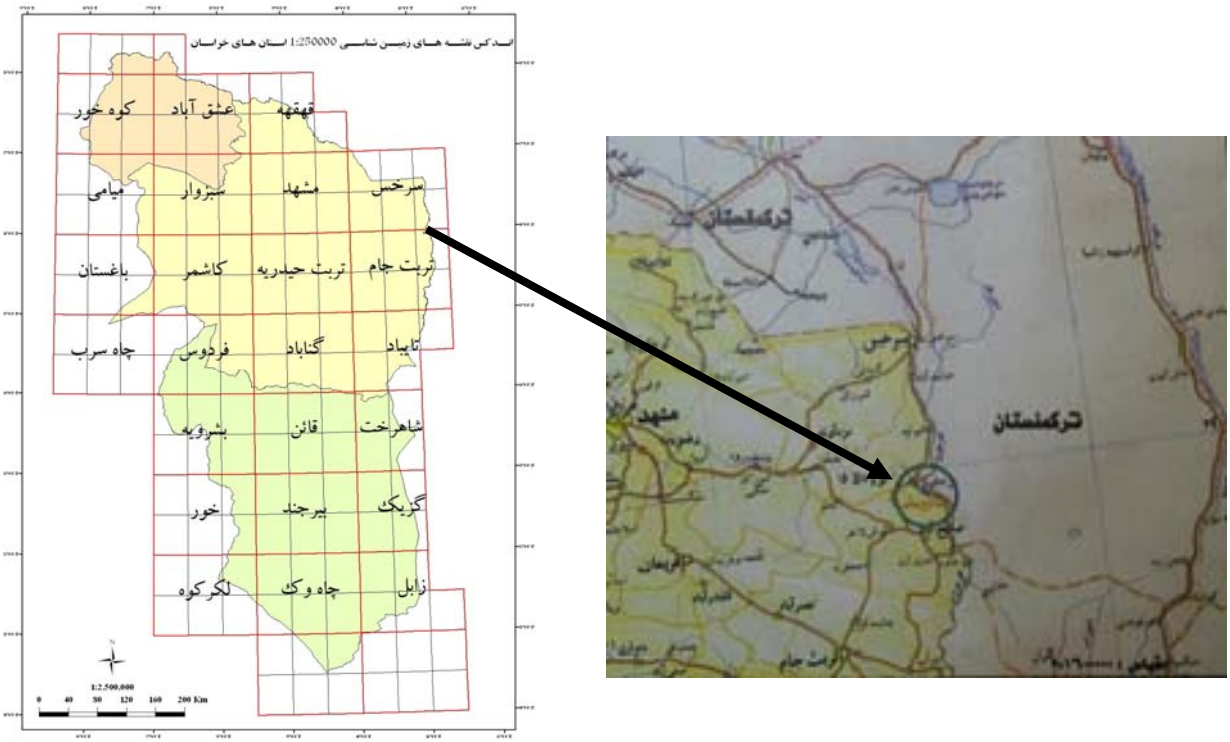
۲- مقدمه :

سدها به عنوان يكي از سرمايه‌هاي مهم ملي، نقش قابل‌توجهي در توسعه پايدار كشور دارند. لازمه حصول اين پايداري حفظ اين سرمايه‌ها با تضمين ايمني آن‌ها است. از طرف ديگر با توجه به ابعاد و ميزان اثرگذاري اين سازه‌ها بر محيط اطرافشان، مديريت خطرات ناشي از هرگونه تهديد ايمني آن‌ها در پايين دست ساختگاه از اهميت ويژه‌اي برخوردار است. در مرحله شناسایی محل ساختگاه سد، بررسی‌های زمین‌شناسی و زمین‌شناسی مهندسی جایگاه ویژه‌ای دارد. بررسی دقیق در این مرحله می‌تواند از بروز مشکلات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی ساختگاه سد دوستی جلوگیری نماید.

◇◇◇◇◇◇◇

۳- زمین‌شناسی ساختگاه سد:

گستره طرح از دیدگاه زمین‌شناسی در منتهی الیه شرق زون زمین شناختی هزارمسجد- کپه داغ واقع شده است. بطورکلی ساختگاه سد دوستی در سنگ‌های دوران دوم (کرتاسه) قرار گرفته ولی سنگ‌های اوایل دوران سوم و همچنین رسوبات عهد حاضر نیز در محدوده سد گسترش دارند. ساختگاه سد در یال شمالی طاقدیسی قرار گرفته که محور آن تقریبا شمال غربی_جنوب شرقی است. چهار واحد لیتولوژیکی مشخص در محدوده پی سد قابل تشخیص است که از جنوب به شمال شامل مارن، آرژیلیت، سیلتستون و ماسه سنگ می‌باشد. آزمایشات نفوذپذیری انجام شده در گمانه‌ها(لوژون) نشان می‌دهد که میزان نفوذپذیری جناح راست کاملا متفاوت با بستر رودخانه و جناح چپ بوده و مقدار بیشتری را نشان می‌دهد(گزارش سیمای طرح سد مخزنی دوستی، ۱۳۷۹).



شکل۱- موقعیت جغرافیایی محل احداث سد مخزنی دوستی

۴- بررسی سیستم ناپیوستگی‌ها:

با استفاده از داده‌های حاصل از برداشت سطحی ناپیوستگی‌ها در هنگام احداث گالری تزریق سد پارامترهای مهندسی ناپیوستگی‌ها شامل تداوم، فاصله‌داری، بازشدگی، نوع پرشدگی، زبری و شکل درزه‌ها مطالعه گردید. جدول ۱ خلاصه ویژگی‌های ناپیوستگی‌ها را در سد دوستی نشان می‌دهد. مطابق جدول سطح اکثر درزه‌ها صاف و اکثرا فاقد پرشدگی هستند و سیلت و رس بیشترین مواد پرکننده و کلسیت و ژیپس پس از آن‌ها در رده دوم قرار دارند و تداوم آن‌ها در حد متوسط تا زیاد بوده و بازشدگی آن‌ها کمتر از ۲/۵ میلیمتر می‌باشد.

موقعیت	دوام(متر)	فاصله‌داری(متر)	دهانه(میلی‌متر)	پرشدگی	زبری	شکل
تکیه‌گاه چپ و بستر	3-10	0/2-0/6	0/1- 0/5	فاقد پرکننده(۴۴%) اکسیدها(۲۴%) سیلت و رس (۱۵%)	نرم	صفحه‌ای
تکیه‌گاه راست	3-10	0/6- 2	۰/۱-۰/۵	فاقد پرکننده(۶۸%) اکسیدها(۱۳%) سیلت و رس (۱۲%)	نرم	صفحه‌ای

جدول ۱- خلاصه ویژگی‌های ناپیوستگی‌ها در ساختگاه سد دوستی

۵- ارزیابی توده سنگ‌های ساختگاه سد دوستی:

۵-۱- طبقه بندی ژئومکانیکی(RMR):

این طبقه بندی در سال ۱۹۷۶توسط بنیاوسکی(Bieniawski) ارائه گردیده است. در این سیستم طبقه‌بندی از ویژگی‌های مهم توده‌های سنگ استفاده می‌شود که تمامی آن‌ها در محل قابل اندازه‌گیری می‌باشد.همچنین می‌توان آن‌ها را از داده‌های گمانه‌ها بدست آورد (معماریان، ۱۳۸۷).
با استفاده از نتایج آزمایشات صحرایی و آزمایشگاهی بر روی مغزه های حاصل از گمانه‌های حفاری شده در مرحله دوم و اطلاعات حاصل از برداشت ناپیوستگی‌ها در رخنمون‌های سنگی ساختگاه سد دوستی نتایجی حاصل گردید که در جدول ۲ ارائه شده است.

موقعیت	جناح راست	بستر رودخانه	جناح چپ	
امتیاز	۵۴	۴۷	۳۲/۵	قسمت فوقانی
			۵۸	قسمت تحتانی
رده	متوسط(Fair)	متوسط(Fair)	ضعیف(Poor)	قسمت فوقانی
			متوسط(Fair)	قسمت تحتانی

جدول ۲- رده‌بندی توده سنگ‌های ساختگاه سد دوستی بر اساس طبقه بندی RMR

۵-۲- کیفیت ویژه سنگ(RQD):

اندیس درجه کیفی سنگ (Rock Quality Designation Index) یا به اختصار RQD توسط دیر و همکاران در سال ۱۹۶۷ پیشنهاد گردید. وجود و فراوانی درز و شکاف‌ها در توده‌های سنگی با این پارامتر بررسی می‌گردد (معماریان، ۱۳۸۷).
بررسی‌های انجام شده بر روی مغزه‌های بازیافتی از حفاری‌های مرحله اول و دوم سد دوستی نشان می‌دهد که کیفیت ویژه توده سنگ‌ها در محدوده پی سد در قسمت‌های تحتانی کاهش یافته و در اعماق بجز محل عبور گسل‌ها افزایش می‌یابد. بر این اساس مقدار RQD قسمت‌های مختلف ساختگاه سد دوستی در جدول ۳ ارائه گردیده است.

موقعیت		RQD %	کیفیت سنگ	شکستگی در متر	لیتولوژی
جناح راست		۶۰	متوسط	۶	ماسه سنگ، سنگ آهک ماسه‌ای، سیلتستون با لایه های نازک آرژیلیتی
بستر رودخانه		۷۱	متوسط	۳	سیلتستون با بین لایه‌های مارنی و ماسه سنگی
جناح چپ تکیه‌گاه	فوقانی	۶۶	متوسط	۶	سنگ های آرژیلیتی و مارنی
	تحتانی	۸۵	خوب	۳	
سرریز		۷۲	متوسط	۲	مارن

جدول ۳- ضریب کیفی توده سنگ‌های ساختگاه سد دوستی

۶- هیدروژئولوژی محل سد:

وضعیت توده‌سنگ‌های محدوده پی سد با توجه به لیتولوژی متفاوتی که دارند دارای ویژگی‌های هیدروژئولوژیکی کاملا متفاوت نیز می‌باشند. حفاری های انجام شده در مراحل اول و دوم در محدوده پی سد مؤید این مطلب است که میزان نفوذپذیری صرف‌نظر از ویژگی‌های تکتونیکی که بطور موضعی سنگ‌ها را تحت تاثیر قرار داده است. بطور کلی در دیواره سمت راست متوسط تا زیاد (۵۳ لوژون)، در بست رودخانه کم (۳ لوژون) و در جناح چپ خیلی کم تا نفوذناپذیر (۱-۲ لوژون) می‌باشد.

ردیف	موقعیت		لیتولوژی	نفوذپذیری	شکستگی در متر
۱	جناح راست		ماسه سنگ	۳۰ -۶۰	۶
۲	بستر رودخانه		سیلتستون	۱ -۵	۳
۳	جناح چپ	فوقانی	آرژیلیت	۱۰- ۳۰	۶
		تحتانی		۱ -۵	
۴	سرریز		مارن	۱-۳	۲

جدول ٤- پارامترهای ژئوتکنیکی توده‌های سنگی محدوده پی

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

بر مبنای آزمایشات نفوذپذیری انجام شده در تکیه‌گاه چپ اکثر توده‌سنگ‌ها دارای کیفیت عالی بوده و نیاز به تزریق ندارند، اما در بیشتر قسمت‌های تکیه‌گاه راست توده سنگ‌ها در رده ضعیف تا خیلی ضعیف قرار دارند و شدیدا نیاز به تزیق دارند.در جناح راست شاخص RQD، ۶۰ درصد است. این شاخص در بستر رودخانه ۷۱ درصد و در تکیه‌گاه چپ بین ۶۶ تا ۸۵ درصد است. بر اساس رده‌بندی RMR توده سنگ‌های جناح راست و بستر رودخانه در رده متوسط و جناح چپ د رده ضعیف تا متوسط قرار می‌گیرد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسی :

معماریان، ح.، ۱۳۸۷، "زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک"، پنجم، (۱٤٥– ۱٤۳)، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران،دانشگاه تهران
پایان نامه:
اسدیان، ح.،۱۳۹۲،"پروژه پایان نامه رفتارنگاری پی و بدنه سد دوستی با استفاده از داده های ابزار دقیق"،کارشناسی ارشد، دامغان
گزارش سیمای طرح سد مخزنی دوستی، شرکت سهامی آب منطقه ای خراسان، ۱۳۷۹

◇◇◇◇◇◇◇

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی خصوصیات ژئوتکنیکی منابع قرضه جهت ساخت سد سرنی

علی اصغر ترکی زاده*، جعفر رهنماراد
دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس aliasghartorkizadeh@gmail.com
دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان jrahnama@applidgeology.ir

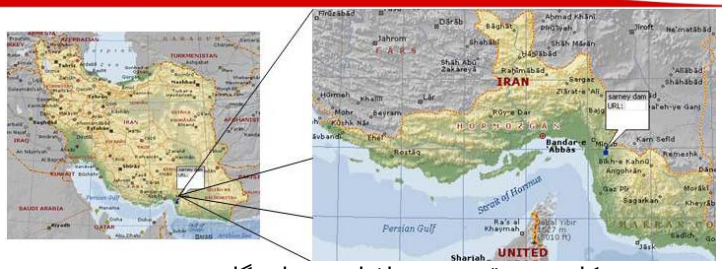
چکیده :
ساختگاه سد مخزني سرني در استان هرمزگان در ٣٤ كيلومتري جنوب شرقي شهر ميناب واقع شده است. از دیدگاه زمین شناسی ایران، منطقه مورد مطالعه در حاشیه غربي زون ساختاري مكران و در مجاورت جنوب شرق زون ساختاري زاگرس و در منطقه مكران ساحلي قرار گرفته است. ليتولوژي حاكم در محدوده حوزه آبريز سد سرني عمدتاً از شيل، ماسه سنگ، گلسنگ و سيلت استون همراه با كمي گچ در متن آنها تشكيل شده است. هدف از انجام این تحقیق بررسی خصوصیات ژئوتکنیکی منابع قرضه مورد استفاده در ساخت سد مورد نظر است. در این مقاله، پس از بررسی های صحرایی و آزمایشات آزمایشگاهی، اقدام به تجزیه و تحلیل داده ها شده است.

کلید واژه ها: سرنی، مکانیک خاک، میناب، ژئوتکنیک

Abstract:
Sarney dam is located in the Hormozgan province, 34 kilometers southeast of the MINAB city. From the viewpoint of geological, study of area located in the structural zone, the western margin of the Makran, adjacent South- East zone of Zagros and Makran coastal. Dominant lithology within the dam basin Sarney mainly that made from shale, sandstone, mudstone and siltstone with a little chalk. The purpose of this study to evaluate the geotechnical properties of materials used in the construction dam. In this paper, the field surveys and laboratory experiments that do analysis date.

Keywords : Sarney, soil mechanics, Minab, geotechnical

۱- مقدمه :
مطالعه و بررسی امکان احداث سد بر روی رودخانه سرنی یکی از پروژه های آبی است که در راستای نیل به اهدافی همچون، تامین آب مورد نیاز اراضي دشت كريان- راونگ، تامين قسمتي از نياز شرب منطقه پيش بينی شده است (شرکت آب منطقه ای هرمزگان، ۱۳۸۵). ساختگاه سد مخزني سرني در استان هرمزگان در ٣٤ كيلومتري جنوب شرقي شهر ميناب در ناحیه ای بین عرض شمالی ۷-۲۷ تا ۵۲-۲۷ واقع شده است (شكل ١). دسترسي به سد از طريق جاده آسفالته بندرعباس به ميناب و سپس از ميناب به دشت كريان و از جاده دسترسي به طول ١٩ كيلومتر كه از دهانه رودخانه تا محور سد مي باشد امكان پذير است. این سد بر روی رودخانه سرنی واقع شده، این رودخانه از دامنه هاي جنوبي كوه مغ شكاالدين (از قلل رشته كوههاي بشاگرد) واقع در ٧٥ كيلومتري جنوب خاوري ميناب سرچشمه مي گيرد و در جهت باختر و از ميان تپه هاي كم ارتفاع جريان مي يابد.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ساختگاه سد سرنی

◇◇◇◇◇◇◇

۲- زمین شناسی عمومی منطقه:

ازدیدگاه زمین شناسي ايران، منطقه مورد مطالعه در حاشيه غربي زون ساختاري مكران و در مجاورت جنوب شرق زون ساختاري زاگرس و در منطقه مكران ساحلي قرار گرفته است. ليتولوژي حاكم در محدوده حوزه آبريز سد سرني عمدتاً از شيل، ماسه سنگ، گلسنگ و سيلت استون همراه با كمي گچ در متن آنها تشكيل شده است. گسل زندان نیز مهمترین گسلی است که در نزدیکی ساختگاه سد قرار دارد (آقانباتی، ۱۳۸۳).

◇◇◇◇◇◇◇

۳- آزمایشات آزمایشگاهی:

۳-۱- دانه بندی:

نتایج حاصل از دانه بندی نمونه های برداشتی از گمانه ها در عمق ٤ متری در جداول ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱- دانه بندی منابع قرضه ریزدانه

شماره چاله	FN-1	FN-2	FN-3	FN-4	FN-5	FN-6	FN-7	TPFN-23	TPFN-24	TPFN-25	TPFN-26	TPFN-27	TPFN-28
طبقه بندی خاک	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL-ML	SC	CL	CL	ML	SM
P.I.%	۸	۱۰	۹	۹	۱٦	۱۱	۹	۷	۱۱	۱۰	۱۰	NP	NP
L.L.%	۲٤	۲٦	۲٥	۲۷	۳۰	۲۷	۲٥	۲۱	۲۷	۲٦	۲٦	LL	LL

جدول ۲- دانه بندی منابع قرضه درشت دانه

شماره چاله	CN-1	CN-2	CN-3	CN-4	CN-5	CN-6	CN-7	CN-8	CN-9	CN-10
طبقه بندی خاک	GP	GP-GM	GP	SP-SM	GP	SP	GP-GM	GP	-	GP

◇◇◇◇◇◇◇

۳-۲- دانسیته طبیعی:

برای دستیابی به خصوصیات فیزیکی لایه های خاک آزمایش تعیین وزن مخصوص خشک و تر و درصد رطوبت طبیعی خاک در محل به روش مخروط ماسه مطابق استاندارد ASTM-D1556 در عمق مورد نظر انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۳ درج گردیده است.

جدول ۳- نتایج آزمایش دانسیته

شماره چاله	TPFN-3	TPFN-3	TPFN-3	TPFN-6	TPFN-6	TPFN-6	TPFN-8	TPFN-8	TPFN-8	TPFN-10	TPFN-10	TPFN-10
عمق Cm	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰	۲۰۰	۴۰۰	۶۰۰
دانسیته تر gr/cm3	۱/۶۳	۱/۵۹	۱/۶۱	۱/۵۷	۱/۶۱	۱/۶۲	۱/۵۸	۱/۵۹	۱/۵۹	۱/۵۷	۱/۷۳	۱/۷۳
دانسیته خشک gr/cm3	۱/۵۵	۱/۴۷	۱/۵۳	۱/۴۹	۱/۵۸	۱/۴۳	۱/۵۱	۱/۵۳	۱/۵۱	۱/۴۶	۱/۵۳	۱/۵۵

جدول ٤- نتایج حاصل از درصد رطوبت

شماره چاله	TPFN-3	TPFN-3	TPFN-3	TPFN-6	TPFN-6	TPFN-6	TPFN-8	TPFN-8	TPFN-8	TPFN-10	TPFN-10	TPFN-10
رطوبت	۵/۱۲	۸/۵۲	۵/۲	۵/۳۶	۹/۰۳	۱۳/۲۳	٤/٤٥	۳/۶۱	۵/٤	۷/۲۹	۱۳	۱۱/۳۱

◇◇◇◇◇◇◇

۳-۳- آزمایشات شیمیایی:

نتایج آزمایشات شیمیایی انجام شده بر روی نمونه ها در جدول۵ شرح داده شده است.

جدول ۵- نتایج آزمایشات شیمیایی

شماره نمونه	عمق cm	PH در ۲۵ °C	SO_4^{2-} WT%	OM WT%	T.D.S WT%	Ca^{2+} m.eq/lit	Mg^{2+} m.eq/lit	Na^{+} m.eq/lit	K^{+} m.eq/lit
Fn-13	۶۰۰	۸/۹	۰/۶۷	۰/۲۵	۱/۳۸	۱۱/۱۵	۹/۳۳	۳۳۹/٤۸	۰/۵۹
Fn-14	۶۰۰	۸/۸	۰/۸۰	۰/٤٤	۱/٤۹	۹/۸۹	۸/٤۵	۳۷۸/٤۳	۰/۷۰
Fn-15	۶۰۰	۹/۱	۰/۷۳	۰/۳۱	۱/۳۱	۷/۹۹	۱۱/۰۷	۳۵۰/۶۱	۰/۶٤
Fn-16	۶۰۰	۹	۰/۸۶	۰/۵۰	۱/۵۹	۸/۹۳	۶/۵۱	۳۶۱/۷٤	۰/۷۰

◇◇◇◇◇◇◇

۴-۳- پین هول

آزمایش پین هول عبارت از عبور جریان افقي آب مقطرتحت ارتفاع هیدرولیکي۵۰ میلي متري از سوراخي به قطر يك میلي متر كه در داخل نمونه خاك ایجاد شده، شروع میشود (طاحونی، ۱۳۷۰). نتایج حاصل در جدول ٦ آورده شده است.

جدول ٦- نتایج آزمایش پین هول

شماره نمونه	عمق Cm	اندازه سوراخ نهایی cm	طبقه بندی واگرایی
TPFN-13	۶۰۰	۲	تیره
TPFN-14	۶۰۰	۲	تیره

TPFN-15	۶۰۰	۲-۱/۵	تیره
TPFN-16	۶۰۰	۲	تیره

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

با توجه به نتایج آزمایشات آزمایشگاهی انجام شده، درصد رطوبت نمونه ها بین ۳/۶۱ تا ۱۳/۲۳ متغییر است، بر اساس دانه بندی، بیشتر خاک های منابع ریزدانه از نوع رس با خاصیت خمیری کم (CL) و منابع درشت دانه از نوع GP می باشند. نتایج حاصل از آزمایش پین هول، تمامی نمونه ها در طبقه بندی واگرایی از نوع تیره می باشند. دانسیته تر و خشک نمونه ها به ترتیب بین ۱/۵۷ تا ۱/۷۳ و ۱/۴۳ تا ۱/۵۸ gr/cm^3، همچنین PH نمونه های بین ۸/۸ تا ۹/۱ بوده و میزان مواد محلول در نمونه ها ۱/۳۱ تا ۱/۵۹ متغییر است.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

آزمایشگاه فنی مکانیک خاک، ۱۳۸۵، مجموعه استانداردهای ترجمه شده شرکت مادر تخصصی آزمایشگاه فنی مکانیک خاک،۱۷۵۹ صفحه.

آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.

داس (Das)، ب (B).، ترجمه طاحونی، ش.، ۱۳۷۰، اصول مهندسی ژئوتکنیک، جلد دوم، چاپ دوازدهم، انتشارات پارس آئین، صفحه ۱۸۷-۱۹۰.

رهنماراد، ج.، بازوند، ع.، انصاری فر، م.، حسینی، ش.، عنایت، م.ع.، ۱۳۹۲، استفاده از منابع قرضه جهت ساخت سد ایوشان (شرق خرم آباد)، هفدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

ASTM, 1992, *Standard Test Method for Identification and Classification of Dispersive Clay Soils by Pinhole Test*, ASTM and Designation: D 4647-92.

ASTM, 1990, *Standard Test Method for Dispersive Classification of Clay Soil by Double Hydrometer*, ASTM and Designation: D 4221-90.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی دلایل فرونشست در ترانشه مسیر راه‌آهن میانه-اردبیل با استفاده از روش لرزه‌نگاری شکست مرزی

◇◇◇◇◇◇◇

حمیدرضا رمضی، دانشیار گروه مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ٦٤٥٤٢٩٢٦
زینب جمشیدی خضرلو، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۰۹۳۷۲۹۱۲٤۷۱
سعید مشکین، کارشناسی ارشد مهندسی معدن، شرکت مهندسین مشاور تردد راه

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

در این مقاله دلایل رخداد فرونشست در کیلومتر ۳۸۵ ترانشه‌ای در قطعه یکم مسیر راه‌آهن میانه-اردبیل بررسی شده است. روش مورد استفاده برای این منظور روش ژئوفیزیکی لرزه‌نگاری شکست مرزی می-باشد که در طول یک پروفیل سطحی به طول تقریبی ۵۰۰ متر برداشت شده است. در برداشت‌ها امواج لرزه‌ای فشاری ثبت شده‌اند. با تحلیل داده‌های لرزه‌نگاری و مقایسه نتایج آن با نتایج حاصل از سایر روش‌ها روشن شد که خاک منطقه در زمره خاک‌های مسئله دار بوده و تغییرات زیاد و متوالی در سرعت محاسبه شده برای امواج لرزه‌ای، گویای به هم ریختگی منطقه از نظر زمین‌شناسی می‌باشد. جنس خاک منطقه رس، مارن و گچسنگ تعیین شد که قابلیت جذب آب بالایی دارند بنابراین در فصول بارندگی به دلیل افزایش وزن خاک احتمال فرونشست خاک در مناطق شیب‌دار افزایش می‌یابد. لذا قبل از احداث راه‌آهن و پل‌ها و تونل‌های موجود در مسیر آن انجام اقداماتی در جهت پایدارسازی آن الزامی است.

کلید واژه ها: فرونشست، مطالعات ژئوفیزیکی، لرزه‌نگاری شکست مرزی، راه‌آهن میانه-اردبیل

Abstract:

Reasons of landslide in mianeh-ardebil railway investigation with application of refraction seismic

In this paper the reasons for landside of part 1 of Mianeh-Ardebil railroad at 385 km was investigated. The Geophysical measurement of refraction seismic was used through a shallow land profile of 500m through sampling. Through sampling compressive seismic waves was monitored. After analysing the data and comparing it with the data gathered from other methods, It became obvious that the soil of that particular region was tangled, also frequent and numerous changes in the wavelength is the testiment to this fact from Geological point of view. The soil was made of Clay, Marn and Gypsum which can absorb huge amount of water thus their weight would increase during raining seasons and therefore increasing the chance of occurring a landslide in steep places. For the reasons mentioned above it is recommended that preliminary work should be done to stabilize the soil before developing any railroad, bridge and tunnel.

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

انواع مختلفی از شکست ازجمله واژگونی، فرونشست و لغزش یا رانش کشویی در طول جنبش‌های بزرگ ثقلی ممکن است رخ دهد (Meric و همکاران، ۲۰۰۵). در این میان، رانش زمین یا زمین لغزش‌ها اغلب در مناطق کوهستانی اتفاق می‌افتد که در ارتباط با بارش باران‌های سیل‌آسا می‌باشد.(Barta و همکاران، ۲۰۰۵) در گذشته استفاده از روش‌های ژئوفیزیکی در مطالعات ساختگاهی، به دلیل برقرار نبودن ارتباط مستقیم بین پارامترهای حاصل از این روش‌ها و ویژگی‌های مکانیکی سنگ و خاک چندان با استقبال روبرو نبود (Huchitson، ۱۹۸۸). امروزه از آنجایی که بین پارامترهای ژئوفیزیکی و خواص سنگ بخصوص در ارتباط با اکتشاف نفت مطالعات خوبی صورت گرفته است. لذا نتایج حاصل از این مطالعات و روش‌های ژئوفیزیکی در حوضه‌های ژئوتکنیکی نیز به صورت روزافزون مورد استفاده قرار می‌گیرد (Jongmans، ۲۰۰۸).

راه‌آهن میانه-اردبیل یک پروژه ملی است که در مسیر آن پل‌ها و تونل‌های متعددی پیش‌بینی شده است. در حین اجرای عملیات حفر ترانشه کیلومتر ۳۸۵، در اثر نفوذ آب حاصل از بارندگی به جسم ترانشه، رانش نسبتا بزرگی در دامنه سمت راست، در طول ۸۰ متر (در راستای مسیر) رخ داده و حجم قابل توجهی از مصالح در راستای یک سطح شکست از دامنه شیروانی جدا شد. محدوده رانشی مورد نظر در بخش شمال غربی ایران، حوالی شهرستان میانه، حد فاصل کیلومتر ۳۸٤+٦۸۰ و کیلومتر ۳۸٤+۷٦۰ قطعه یک راه آهن میانه- اردبیل واقع شده است. از دیدگاه زمین‌شناسي ایران، گذر قطعه یک راه آهن میانه- اردبیل در پهنه ساختاري-رسوبي آذربایجان و قسمتي از ایران مرکزي واقع شده است. توده‌هاي سنگي آن به طور کلي از جنس نهشته‌هاي رسوبي آواري همراه با تبخیري هاست و به این علت فرسایش‌پذیري زیادي دارند. ریختار کلي ناحیه به صورت تپه ماهور است که دامنه‌هاي آنها هموار و بیشتر به صورت کوژاند. (مشکین، ۱۳۸۹)

شکل ۱. زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

تاکنون مطالعات مختلفی برای بررسی ساختگاه این پروژه انجام شده است تا با توجه به اهمیت پروژه، وضعیت پایداری این ترانشه مورد بررسی قرار گیرد. در این راستا، ابتدا با استفاده از مقادیر RMR سنگ-های دو طرف دره، ظرفیت باربری مجاز توده سنگ‌های مذکور تخمین زده شدند. در مرحله بعد با استفاده از روش استریوگرافیک احتمال وقوع لغزش‌های صفحه‌ای گوه‌ای و واژگونی مورد بررسی قرار گرفته و سپس با روش عددی اجزای محدود، با استفاده از نرم‌افزار PLAXIS، وضعیت پایداری ترانشه بررسی شد

(مشکین، ۱۳۸۶). اما در ادامه مطالعات، با مشاهده حفراتی در منطقه لزوم مطالعات دقیق‌تر به اثبات رسید که گزینه روش‌های ژئوفیزیکی گذشته از مزایای پرشمار آن، به دلیل اینکه می‌تواند اطلاعاتی از زیر سطح زمین در اختیار قرار دهد در اولویت قرار گرفت. داده‌های حاصل از روش‌های ژئوفیزیکی از آنجایی که به روش برجا حاصل می‌شوند لذا بسیار باارزش می‌باشند. در کنار روش‌های ژئوفیزیکی، آزمایشات و بررسی‌های متعدد ژئوتکنیکی اعم از عددی و تجربی هم به کار گرفته شدند.
روش‌های ژئوفیزیکی مورد استفاده در این مطالعه روش ژئوالکتریکی و لرزه‌نگاری می‌باشد. روش‌های یاد شده اغلب مکمل هم بوده و ترکیب داده‌های حاصل از آنها به دلیل اینکه می‌توانند کاستی‌های یکدیگر را جبران کنند نتایج به مراتب دقیق‌تری را به همراه خواهد داشت.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

همانطور که گفته شد در منطقه مورد مطالعه، برداشت‌های مقاومت ویژه الکتریکی و لرزه‌نگاری شکست مرزی انجام شد. که در این مقاله روش لرزه‌نگاری شکست مرزی به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار می-گیرد.

روش‌های لرزه‌ای بر مبنای انتشار امواج مکانیکی در یک محیط الاستیک استوار هستند. موج تولید شده توسط چشمه لرزه‌ای به گیرنده امواج می‌رسد و سپس توسط دستگاه لرزه‌نگار تقویت و ثبت می‌شود. اساس لرزه‌نگاری شکست مرزی استفاده از نخستین امواج ورودی به گیرنده‌ها است. در پروفیل‌های لرزه‌نگاری نخستین امواج ورودی به گیرنده‌ها یا امواج مستقیم (امواجی که مستقیماً از چشمه به گیرنده می‌رسند و در مسیر شکسته نمی‌شوند) هستند یا امواج شکست مرزی (امواجی که از چشمه با زاویه حد تابیده می‌شوند و پس از طی لایه اول با زاویه ۹۰ درجه شکسته شده و در لایه دوم موازی مرز لایه اول و دوم حرکت کرده و سپس بخشی از انرژی آنها مجدداً به لایه اول بر می‌گردد و به گیرنده‌ها در طول پروفیل می‌رسد). به این ترتیب با داشتن زمان موج و فاصله بین منبع انتشار و گیرنده موج، سرعت موج لرزه‌ای تعیین می‌گردد و بر اساس سرعت موج تعیین شده پروفیل خاک یا سنگ طبقه‌بندی می‌شود. از آنجا که سرعت موج لرزه‌ای (S و P) مستقیماً با ثابت‌های الاستیکی نسبت پواسون، مدول یانگ، مدول برشیی و مدول بالک در ارتباط است، بنابراین تهیه پروفیل صحرایی دقیق سرعت موج P و S در کارهای ژئوتکنیکی ضروری می‌باشد.

در محل ترانشه یک پروفیل سراسری لرزه‌نگاری به صورت زیر طراحی و برداشت شده است.

- طول پروفیل : حدود ۵۰۰ متر (تقریبا برابر طول ترانشه)
- تعداد چشمه‌های لرزه‌ای : ۱۸ چشمه
- فاصله چشمه‌ها ۳۰ متر
- تعداد گیرنده‌ها در بین دو چشمه لرزه‌ای متوالی : ۵ گیرنده
- وسیله تولید موج : چکش

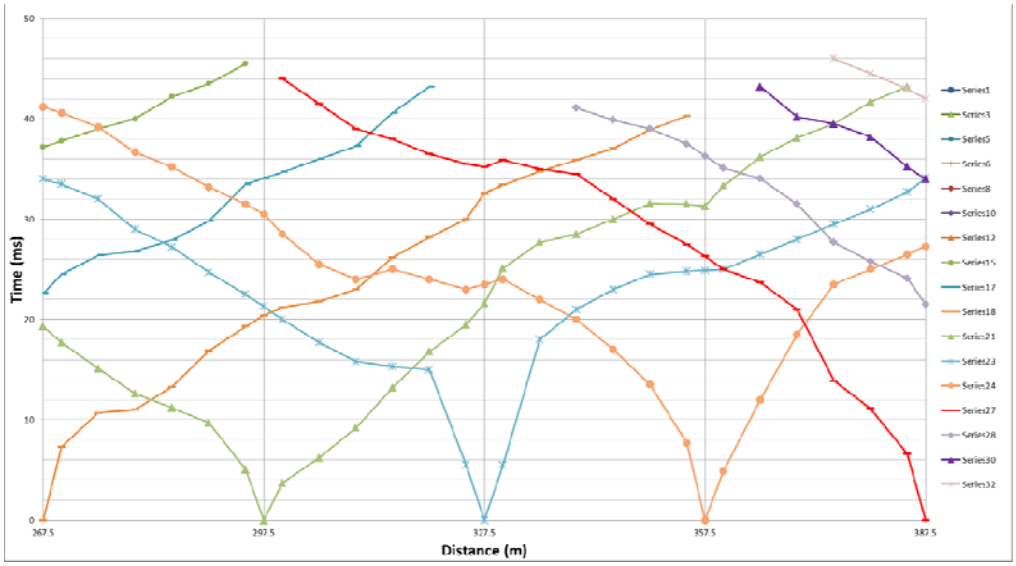
کوشش شده است تا در هنگام تولید موج در هر یک از چشمه‌های لرزه‌ای حداکثر تعداد گیرنده‌های ممکن به کار گرفته شود.

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

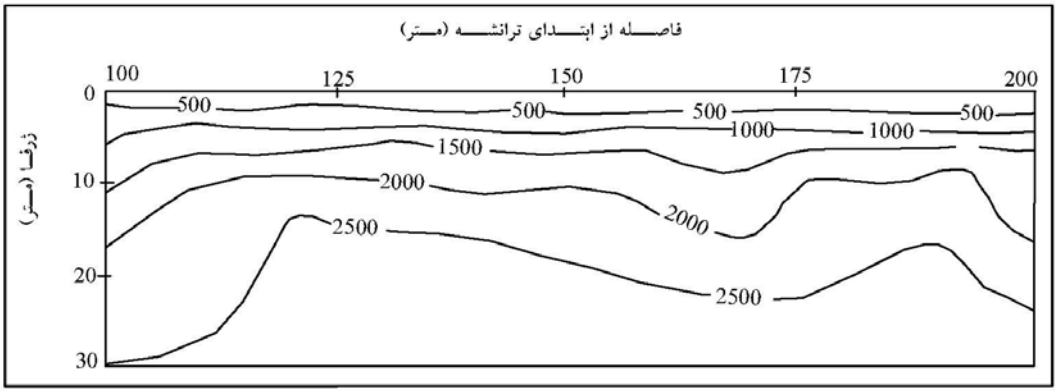
در بسیاری از موارد در طبیعت از جمله ترانشه مورد مطالعه، سرعت گسترش امواج در پیکره‌ها ثابت نیست و به عبارتی با گرادیان سرعت روبه‌رو هستیم از همین رو نمودارهای سرعت-زمان به دست آمده را با روش (SKOPEC) تفسیر می‌کنیم. در صورت وجود گرادیان سرعت نمودارهای زمان-فاصله به دست

آمده به صورت (شکل۲) خواهد بود. این نمودارها به دلیل طولانی بودن پروفیل برداشت شده، برای فواصل ۱۰۰ متر به ۱۰۰ متر رسم شده است.



شکل۲. نمودار زمان- فاصله برای فاصله ۲۶۷/۵ تا ۳۸۷/۵ متری ترانشه

با استفاده از روش SKOPEC نیمرخ‌های لرزه‌ای (شکل۳) تهیه شده و تفسیر می‌شوند.



شکل۳. نیمرخ لرزه‌ای برای سرعت امواج فشاری در فاصله ۱۰۰ تا ۲۰۰ متری ترانشه

نیمرخ لرزه‌ای II
برای نمونه شبه نیمرخ لرزه‌ای II که از فاصله حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ متری از ابتدای ترانشه تهیه شده‌است بررسی می‌شود.

با توجه به شبه نیمرخ‌های قبلی از فاصله حدود ۹۵ متری تا فاصله حدود ۱۲۵ متری یک زون با تراکم کم وجود دارد که سرعت گسترش امواج در این زون به طور چشم‌گیری نسبت به پیرامون آن کاهش می‌یابد. مقاومت ویژه الکتریکی این زون در مجموع کم است و در سطح به حدود ۱۰ اهم‌متر و حتی کمتر از آن می‌رسد. و در عمق به بیش از ۱۰ تا ۱۵ افزایش می‌یابد که نشان از وجود مارن، شیل و واریزه‌های حاوی مقدار زیادی ریز دانه است. این پیکره با توجه به نیمرخ لرزه‌ای یک پیکره به احتمال قوی نامتراکم است و می‌تواند حاوی فضاهای خالی غیر پیوسته هم باشد. امکان نشست زمین در این محدوده وجود دارد. به هر حال این محدوده یکی از نامتراکم‌ترین محدوده‌های ترانشه است. پیشنهاد می‌شود در این محدوده بررسی‌های دقیق‌تر ژئوتکنیکی به عمل آید.

از فاصله ۱۲۵ متری تا حدود ۱۹۵متری سرعت امواج P و مقاومت ویژه الکتریکی افزایش می‌یابد که نشان دهنده افزایش میزان سنگ‌های آهکی در این محدوده است. می‌توان گفت که سرعت امواج لرزه‌ای در این محدوده در حد مطلوبی است و مشکل خاص از نظر تراکم در این محدوده وجود ندارد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

از نظر زمین‌شناسی مهندسی این منطقه دارای پیچیدگی‌های فراوانی است. و از این رو روش‌های بسیاری برای مطالعه ویژگی‌های زمین به کار گرفته شد. روش لرزه‌نگاری که یکی از روش‌های ژئوفیزیکی مورد استفاده برای این منظور بوده است در این مقاله مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. تفسیر داده‌های به دست آمده از این روش نشان داد که با توجه به پایین بودن سرعت گسترش امواج لرزه‌ای در قسمت-های وسیعی از پروفیل مطالعه شده، خاک منطقه بسیار سست بوده و جنس خاک غالباً گچ‌سنگ، مارن و رس می‌باشد. لذا در هنگام بارش باران یا برف، که از ویژگی‌های اقلیمی این منطقه است، با جذب آب و افزایش وزن خاک نیروی محرک بر نیروهای مقاوم غلبه کرده و احتمال پدیده‌ای مثل فرونشست یا زمین لغزش افزایش می‌یابد.

گزینه‌های مختلفی برای پایدارسازی ترانشه مطرح شد که با بررسی‌های فنی و اقتصادی صورت گرفته کاهش دادن شیب ترانشه و جمع‌آوری بخش ریزشی آن تایید شده و گزینه‌هایی مثل تغییر مسیر ترانشه، پوشاندن سطح دامنه با مش و شاتکریت توجیه فنی و اقتصادی نداشت.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

رمضي، ح. ۱۳۸۹ ، " گزارش مطالعات ژئوفيزيكي راه آهن ميانه- اردبيل"، شركت مهندسين مشاور زمين موج گستر.
رمضی، ح و همکاران، ۱۳۹۲، " بررسي ژئوفيزيكي و ژئوتكنيكي ترانشه شماره ۱ راه آهن ميانه- اردبيل برای شناسایی زون‌های سست و ناپایدار"، کنفرانس بین المللی عمران،معماری و توسعه پایدار شهری، تبریز.
مشكين، س. ۱۳۸۹، "گزارش مطالعات ژئوتكنيكي راه آهن ميانه- اردبيل و توجيه لزوم به كارگيري روش هاي ژئوفيزيكي"، شركت مهندسين مشاور ترددراه.
مشکین، س.، ۱۳۸٦، "بررسی پایداری شیروانی‌های سنگی زیر کوله‌های پل اول قطعه یکم راه‌آهن میانه-اردبیل"، سومین کنفرانس مکانیک سنگ ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (۲۹۹- ۳۰٤).

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Barta, J. and et al., 2005. *" Application of geophysical methods in the study of landslide movements, taking into account geological conditions in the sudety mountains ",* Acta geodyn geometer, 139, p. 121-129.

Hutchinson, J.N. 1988. *" General report: morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology ",* In Proceedings of the 5th International Symposium on Landslides, Lausanne, Switzerland. Edited by C. Bonnard. A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, Vol. 1, pp. 3–35.

Jongmans, D. and et al. , 2008. *" Geophysical investigation of a large landslide in glaciolacustrine clays in the Trièves area (French Alps)",* engineering geology, 42, p. 1105-1115.

Meric, O. and et al., 2005. . *" Application of geophysical methods for the investigation of the large gravitational mass movement of Séchilienne, France",* engineering geology, 109, p. 45-56.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی دوامداری و پتروگرافي عملکرد سنگ‌هاي آهکی فسیل‌دار (مطالعه موردي موج‌شکن‌های بنادرلنگه و کنگ، استان هرمزگان)

مهدی تلخابلو

استادیار دانشگاه خوارزمی تهران ،دکتری زمین‌شناسی مهندسی
(Talkhablou@khu.ac.ir)۰۹۱۲۳۱۸۹٤٥۹

چکیده :

مصالح سنگي از جمله مصالح طبيعي محسوب مي‌شوند که در ساختمان انواع سازه‌ها و به‌ويژه موج‌شکن‌ها به‌کار برده مي‌شوند. موج‌شکن‌ها از جمله سازه‌هاي دريايي هستند که براي برآورده کردن اهداف گوناگون ساخته مي‌شوند. دوامداري و مقاومت سنگ از مهم‌ترين فاکتورهاي لازم جهت طراحي و ساخت اين سازه‌ها است. مشخصات سنگ‌هاي مورد استفاده در سازه‌هاي دريايي توسط محققين مختلف به‌صورت معيار، استاندارد شده است. ارزيابي دوام و زوال سنگ در موج‌شکن بر اساس فعاليت-هاي صحرايي و آزمايشگاهي انجام مي‌شود و بررسي پتروگرافي سنگ نيز در زمره اين فعاليت‌ها قرار دارد. سنگ‌هاي آهکی فسیل‌دار(لوماشل) در جنوب ايران گسترش زيادی دارند و در ساخت موج‌شکن‌ها از اين نوع سنگ استفاده مي‌شود. سنگ‌هاي مذکور در لايه حفاظ موج‌شکن‌های لنگه و کنگ واقع در استان هرمزگان نيز مورد استفاده واقع شده‌اند. در اين تحقيق سعي شده است عملکرد اين سنگ‌ها بر اساس بررسی‌های صحرايي و آزمايش‌های آزمايشگاهي و همچنين با استفاده از روش پتروگرافيکي جديدي با عنوان روش PN (Petrographic Number) مورد ارزيابي قرار گيرد. نتايج به‌دست آمده از همه روش‌ها نشان مي‌دهد که اين سنگ‌ها داراي عملکرد متوسط تا ضعيف هستند.

کلیدواژه‌ها: موج‌شکن،زوال، لوماشل،لنگه،کنگ،روش PN،دوام داری،خلیج‌فارس

Abstract:

Rocky Construction materials are natural materials which used in variety of structures especially in Breakwaters. Breakwater is a marine structure which constructed for more purposes. Durability and deterioration of rock are the most important parameters in design and construction of this structure. The required specifications of rock in form of Criteria has standardized to use in marine structures. Evaluation of durability and deterioration of rocks in breakwater is based the field, laboratory works as well as Petrographic examination of rock. Loamshell which is type of detrital Limestones, well extended in south of Iran, in Persian Golf shoreline. This type of rock has been used as armourstone in Lenge and Kong Breakwaters, Hormozgan province.

In this research we try to evaluate the performance of Loamshell in breakwater, based on field observations and laboratory test results and also new Petrographic technique named PN (Petrographic Number). All results show that this type of rock has poor performance in Kong Breakwater.

Key words: breakwater, deterioration, PN technique, Loamshell, Lenge,Kong, durability, Persian Golf.

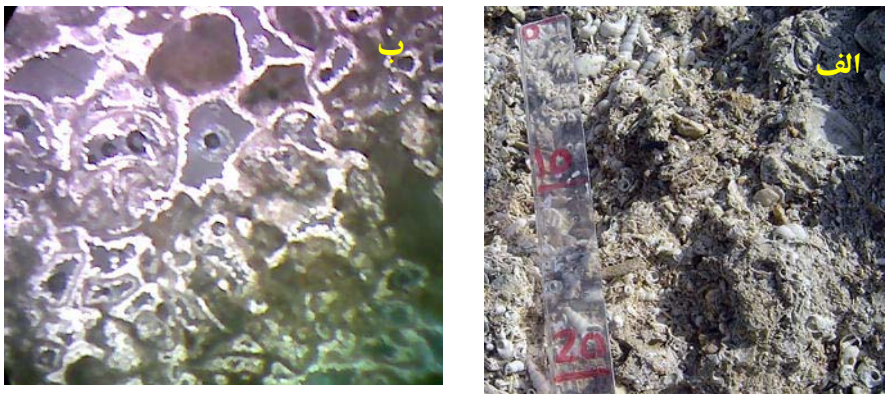
مقدمه :

مصالح سنگي از جمله مصالح طبيعي محسوب مي‌شوند که در ساختمان انواع سازه‌ها و به‌ويژه موج-شکن‌ها و سدهاي سنگريزه‌اي به‌کار برده مي‌شوند. شناخت رفتار اين مصالح در رابطه با اثرات تخريبي محل مصرف بر روي آنها همواره توجه مهندسان طراح را به خود معطوف داشته است. دوام سنگ و مقاومت آن در برابر عوامل مخرب و مهاجم حاکم بر محيط‌هاي دريايي از مهم‌ترين خصوصياتي است که مصالح مورد استفاده در موج‌شکن‌ها بايد از آن برخوردار باشند.

موج‌شکن‌های بنادر لنگه و کنگ واقع در استان هرمزگان و در ۲۸۰ کیلومتري غرب بندرعباس قرار دارند. این موج‌شکن به‌منظور حفاظت از سواحل این بندرگاه و فراهم نمودن شرایط و امکانات در تسهیل کار صیادي در منطقه احداث گردیده است.

در ساخت این موج‌شکن‌ها از نوعي سنگ رسوبي استفاده‌شده است که به دلیل داشتن کاني‌هاي کربناتي فراوان از جمله سنگ‌هاي آهکي به شمار مي‌آید. سنگ‌هاي مورد مطالعه از نوع سنگ‌هاي آهکي پرفسیل هستند که در اصطلاح به آنها لوماشل گفته مي‌شود. واژه لوماشل یک اصطلاح فرانسوي است که از ترکیب دوکلمه" لوم" (Loam) به معني ماسه و" شل" (Shell) به معني پوسته ساخته‌شده و در اینجا به سنگ‌هایي نسبت داده‌شده که ذرات آن از پوسته جانداران دریایي (خردشده یا خرد نشده) تشکیل‌شده و با چشم غیرمسلح قابل مشاهده باشد. محدوده اندازه ذرات این سنگ از ریزترین ذرات ماسه (۰/۰۶ میلی‌متر) درشت‌تر مي‌باشد. این نوع سنگ‌هاي آهکي برخلاف سایر سنگ‌هاي آهکي که منشأ شیمیایي دارند، داراي منشأ تخریبي است. ذرات تخریبي تشکیل‌دهنده این سنگ از بقایاي خردشده پوسته جانداران دریایي تشکیل‌شده که اغلب داراي ترکیب کلسیت و یا آراگونیت هستند که با سیمان آهکي از نوع دریایي به هم متصل گردیده‌اند. شکل(۱-الف) و (۱-ب) به ترتیب تصاویري از این نوع سنگ در نمونه دستي و در مقاطع نازک میکروسکوپي را نشان مي‌دهند. این سنگ‌ها در جنوب ایران و در تمام نوار ساحلي خلیج‌فارس گسترش دارند.

در تحقیق حاضر سعي شده که با استفاده از روش‌هاي استاندارد و جدید، عملکرد مصالح استفاده‌شده در این موج‌شکن‌ها که از لوماشل‌هاي منطقه جنوب ایران هستند، مورد ارزیابي قرار گیرد.



شکل ۱- تصویر سنگ لوماشل، الف- در نمونه دستي، ب- در مقطع میکروسکوپي.

روش تحقیق:

عملکرد لایه حفاظ یک موج‌شکن به طور مستقیم به دوام ساختاري درازمدت سنگ‌هاي مورد استفاده در این لایه بستگي دارد[۵].دوام درازمدت سنگ را مي‌توان با انجام بررسی‌های صحرایي و داده‌هاي تجربي و آزمایشگاهي بررسي کرد[۶].

دوام سنگ عبارت است از توانایي سنگ در حفظ ویژگی‌های فیزیکي و مکانیکي خود، در مدتي که در یك سازه مهندسي از آن استفاده مي‌شود و تابعي از ویژگی‌های ذاتي سنگ و محیط و شرایطي است که در آن قرار می‌گیرد[نقل از۳].

سازوکارهایی که منجر به زوال سنگ در لایه حفاظ موج‌شکن‌ها مي‌شوند اغلب فیزیکي هستند. سازوکارهای شیمیایي نیز اثر خود را باقي مي‌گذارند اما داراي اهمیت کمتري هستند. بااین‌حال حل شدن کاني‌هاي ناپایدار کربناتي مانند آراگونیت، اثر نمک‌هاي محلول در آب و تجزیه شدن کاني‌هاي اپک از دسته فرایندهاي مخرب شیمیایي هستند که باعث زوال تدریجي سنگ مي‌شوند[۸]. فرایندهاي فیزیکي که به عنوان عوامل اصلي زوال سنگ در موج‌شکن و سایر سازه‌هاي دریایي شناخته شده‌اند شامل سایش و گردشدگي، پوسته‌پوسته شدگي سطح سنگ و ایجاد شکستگي در بلوک‌ها مي‌شوند [۹]. زوال مصالح سنگي در لایه حفاظ سازه‌هاي دریایي و در اثر عوامل فیزیکي فوق یا در اثر عوامل شیمیایي و یا ترکیبي از آنها ظاهر مي شود[نقل از ۲]. این سازوکارها باعث کاهش وزن بلوک‌ها مي‌شوند و چنانچه توسعه پیدا کنند و بلوک‌هایي با وزن زیر استاندارد تولید مي‌شود و این مسئله به‌ویژه در شرایط طوفاني شدن دریا، تخریب سازه را تشدید مي‌کند.

عوامل مختلفي در به وجود آمدن و تشدید سازوکارهای زوال در سازه‌هاي دریایي مؤثر هستند که یکي از مهم‌ترین آنها خصوصیات ذاتي سنگ است. خصوصیات ذاتي سنگ که دوام سنگ را تحت تأثیر قرار مي-

دهند شامل نوع كاني‌هاي سازنده سنگ، بافت و ساخت ، نوع و شدت هوازدگي سنگ، ميزان كاني‌هاي رسي و شكستگي‌هاي موجود در سنگ هستند[۷].

معيارها و طبقه بنديهاي مختلفي براي ارزيابي كيفيت و دوام سنگهاي مورد استفاده در لايه حفاظتي موج شكنها ارائه شده است. وليكن غالب اين معيارها، سنگها را به دو رده قابل قبول و غير قابل قبول جهت كاربرد در اين سازه ها تقسيم مي كنند و از طرف ديگر با توجه به شرايط حاكم بر سواحل جنوبي و جنوب شرق ايران و نوع مصالح در دسترس، اين امر سبب بروزمشكلاتي در زمينه انتخاب سنگ مناسب جهت ساخت اين سازه ها شده است. از مطالعات صورت گرفته در كشور بررسي جامعي توسط تلخابلو وهمكاران در سواحل جنوبي و جنوب شرق ايران بطول تقريبي ۱۰۰۰ كيلومتر از بندرعامري در استان بوشهر تا پسابندر در شرق چابهار انجام شده و نتايج حاصله به صورت معيار استفاده از سنگ در سازه‌های دریایی معرفی و استاندارد شده[۱] که در این تحقیق از این معیار استفاده شده است.

همچنين براي بررسي ويژگي‌های سنگ‌شناسی از روش‌هاي پتروگرافي استفاده مي‌شود، كه براي اولين بار توسط پول و فوكس معرفي و پيشنهاد گرديد[۹]. هدف اساسي در اين تحقيق ارزيابي ويژگی‌های دوام داری و پتروگرافيكي سنگ‌هاي لوماشل استفاده‌شده در موج‌شکن های بنادر لنگه و کنگ می‌باشد. در ادامه جديدترين روش ارزيابي پتروگرافي كه براي سنگ‌هاي آهكي ارائه شده است، معرفي مي‌گردد.

- روش PN (Petrographic Number)

در بين كارهاي اخيري كه در ايالات‌متحده امريكا بر روي خواص سنگ‌شناسي مصالح مورد استفاده در سازه‌هاي دريايي انجام مي‌گردد روشي معروف به روش PN (Petrographic Number) براي ارزيابي عملكرد مصالح سنگي انجام مي‌شود كه نتايج قابل قبولي در بر داشته و صحت آن نيز توسط دانشگاه فلوريدا به تأييد رسيده است [۱۲]. روش مذكور در ابتدا در كانادا توسط بايان و برونريج (۱۹۵۵) براي ارزيابي مصالح خرده‌سنگی مورد استفاده در بتن معرفي شد. اين روش توسط روگرز و همكاران (۱۹۹۰) تا حدی تغيير داده شد و براي ارزيابي عملكرد انواع ليتولوژي جهت استفاده در بتن به‌كار گرفته شده است. اوين و همكاران (۱۹۹۸) روش‌هاي قبلي را توسعه داده و آنها را براي ارزيابي مصالح سنگي بلوكي مورد استفاده در سازه‌هاي دريايي اصلاح كردند. تمام روش‌هاي قبلي بر اساس داده‌هاي ماكروسكوپي بناشده بودند اما اوين و همكاران (۱۹۹۸) آن را اصلاح‌كرده و در مقياس ميكروسكوپي انجام دادند[نقل از۴]. اين محقق روش PN اصلاح‌شده را براي ارزيابي مصالح سنگ مورد استفاده در سازه‌هاي دريايي ايالت فلوريدا استفاده كرد. كارهاي اين محقق نشان مي‌دهد كه اين روش براي پيش‌بيني عملكرد سنگ در طول عمر مفيد سازه نتايج مطلوبي به‌دست مي‌دهد [۱۱].

چنانچه ذكر شد، اساس اين روش بر مطالعه مقاطع نازک استوار است. اوين و همكاران (۱۹۹۸) براي به‌كارگيری اين روش يک سيستم عددي ارائه دادند كه اصول اوليه بيان‌شده توسط بايان و برونريج (۱۹۵۵) را دنبال مي‌كرد. اين سيستم جديد بر روي مؤلفه‌هايي از سنگ‌هاي آهكي كه باعث گوناگوني و تنوع آن شده‌اند تمركز داشته و نوع و ميزان اين مؤلفه‌ها را عامل تغييرات دوامداري سنگ معرفي مي‌كند. اوين و همكاران (۱۹۹۸) براي ارائه سيستم عددي اشاره‌شده از روش نقطه شماري (Point Counting) استفاده كرده و درصد حجمي مؤلفه‌هاي مذكور را در مقطع نازک و به‌صورت دوبعدي به‌دست آوردند. درصدهاي تعيين‌شده براي هر نمونه در ضريب‌هاي وزني(FWs) مشخصي ضرب شدند تا مقدار PN هر مؤلفه به‌دست آيد. مقادير PN مؤلفه‌ها باهم جمع مي‌شوند تا PN نمونه تعيين گردد. اختصاص دادن اين ضرايب بر اساس ميزان تأثير منفي مؤلفه‌ها بر مقاومت و دوام سنگ است، طوري كه به مؤلفه‌هاي با اثر بيشتر مقادير بزرگ‌تری اختصاص داده‌شده است. چنانچه اين مقدار از ۱۲۰ كوچک‌تر باشد عملكرد سنگ به‌عنوان *خوب* پيش‌بيني مي‌شود درحالی‌كه اگر بيشتر از ۱۳۰ باشد عملكرد سنگ *ضعيف* و براي مقادير بين ۱۲۰ و ۱۳۰ *عملكرد حدي* پيش‌بيني مي‌گردد و بايد مصالح داراي اين PN را بااحتياط استفاده كرد [۱۲].

اين مؤلفه‌ها شامل مواردی هستند كه به طور خلاصه شرح داده مي‌شوند.

الف- نوع آلوكم: ذرات تشكيل‌دهنده سنگ‌هاي رسوبي مي‌توانند از نظر جنس تنوع زيادي داشته باشند. در سنگ‌ها ذرات اغلب از كربنات‌ها تشكيل شده‌اند. اين ذرات شامل پوسته جانداران (سالم يا خردشده)، اائيدها، پلوئيدها و اينتراكلست‌ها هستند. اوين و همكاران (۱۹۹۸) براي ارزيابي مصالح مورد مطالعه خود اين دانه‌ها را به دو دسته فسيلي و غير فسيلي تقسيم كردند [۱۲]. فلسفه كار آنها بر اين اساس بود كه ذرات فسيلي داراي تخلخل قابل‌توجه بوده و داراي مقاومت مكانيكي كمتري نسبت به ساير ذرات است بنابراين در وزن‌دهي ضريب FW= 1.3 را براي فسيل‌ها و FW=1.0 را براي ذرات ديگر در نظر گرفتند (جدول ۱).

ب- نوع و ميزان سيمان بين ذرات: سيمان موجود در بين ذرات سنگ‌هاي رسوبي از مهم‌ترين ويژگی‌های آنها به شمار مي‌آيد كه بر مقاومت و دوامداري سنگ در محيط دريا تأثير دارد. نوع سيمان در

سنگ‌هاي آهكي معمولاً ميكرايت، اسپارايت يا ميكرواسپارايت است. سيمان نوع ميكرايت از ذرات ريزي تشكيل‌شده‌اند، در نتيجه داراي سطح ويژه بيشتري هستند. سطح ويژه بيشتر اين نوع سيمان باعث مي‌شود اندركنش اين ذرات با عوامل بيروني بيشتر شود. اما سيمان نوع اسپارايت و ميكرواسپارايت داراي اندازه بزرگ‌تر بوده و از انسجام و پيوستگي بيشتري برخوردار هستند. بر همين اساس اوين و همكاران (۱۹۹۸) ضرايب FW=1.3 و FW=1.2 را به ترتيب براي اسپارايت-ميكرواسپارايت و ميكرايت در نظر گرفتند (جدول ۱) [۱۲].

پ- *نوع و ميزان تخلخل سنگ:* تخلخل سنگ در اثر رسوب‌گذاری (تخلخل اوليه) يا در اثر عوامل ثانويه مانند ديازنز به وجود مي‌آيد. نوع تخلخل‌ها و اندازه آنها تأثير فراواني در دوام سنگ در محيط دريا دارد. تخلخل مي‌تواند بين‌دانه‌اى(Interparticle)،حفره‌اي(Vuggy)،قالبي(Moldic) باشند كه داراي اندازه بزرگ‌تر، يا اينكه بين‌بلوري (Intercrystaline)، درون‌دانه‌اي (Intraparticle) باشد كه داراي اندازه كوچک‌تر است. ضريب-هاي وزني اختصاص داده‌شده به هر نوع تخلخل به‌تناسب اندازه حفره‌اي كه به وجود مي‌آورند و ميزان تأثيري كه در مقاومت و دوامداري دارند تعيين‌شده و در جدول(۱) ارائه شده است. ضرايب طوري هستند كه به حفرات با اندازه بزرگ‌تر ضريب‌هاي وزني بزرگ‌تری اختصاص داده‌شده است.

ت- *كاني‌هاي غير كربناتی:* گاهي در سنگ‌هاي آهكي ناخالصي‌هايي از جنس ساير كاني‌ها مانند كوارتز، كاني‌هاي رسي و كاني‌هاي اپک وجود دارد. كاني‌هاي رسي دوام سنگ را به شدت تحت تأثير قرار مي‌دهند، طوري كه براي بررسي تأثير اين كاني‌ها در دوام سنگ آزمايش دوام شكفتگي توسط فرانكلين و چاندرا[۱۰]ارائه شد و سپس در سال ۱۹۷۹ توسط ISRM [۱۱] استانداردشده است. همچنين كاني‌هاي اپک درصورتی‌كه در اثر هوازدگي تجزيه شوند، نقاط ضعفي به وجود مي‌آورند كه در دوامداري سنگ مؤثر است. بنابراين وجود اين‌گونه كاني‌ها در سنگ‌هاي رسوبي باعث عملكرد نامناسب سنگ به‌ويژه در محيط دريا كه فرايندهاي هوازدگي شدت بيشتري دارند، مي‌شود. اما كوارتز با داشتن مقاومت بالا باعث بيشتر شدن دوام سنگ مي‌گردد. اوين و همكاران (۱۹۹۸) ضريب وزني‌هاي FW=6.0 براي كاني‌هاي رسي و اپک و FW=1.0 را براي كوارتز در نظر گرفتند(جدول ۱) [۱۲].

از ميان سازوكارهای شيميايي و فيزيكي معرفی‌شده سازوكارهای انحلال، پوسته‌پوسته‌شدگی و سايش و گرد شدگی سنگ ارتباط زيادي با ويژگی‌های ذاتي سنگ دارد. در اين تحقيق ابتدا از موج‌شكن های مورد مطالعه بازديد به‌عمل آمد و نوع سنگ‌هاي استفاده‌شده در لايه حفاظ موج‌شكن‌ها، نوع سازوكارهای زوال سنگ در آنها و درجه شدت هر كدام بر اساس كارهاي تجربي تعيين شد. نتايج به‌دست آمده در جدول (۲) ارائه شده است.

از تيپ‌هاي سنگي مشخص‌شده و در نواحي مغروق، جذرومدي و خشک موج‌شكن‌ها نمونه‌هاي بلوكي جهت انجام آزمايش‌های آزمايشگاهي تهيه شد. بعد از انتقال اين نمونه‌ها به آزمايشگاه، آزمايش‌های مختلف فيزيكی، مكانيكی، شبيه سازی و پتروگرافی بر روي نمونه‌ها انجام شد. ميانگين نتايج به‌دست آمده در جداول (۳) و (۴) درج گرديده است. در معيار پيشنهادی توسط تلخابلو و همكاران براي استفاده از سنگ های لوماشلی در سازه‌هاي دريايي مقادير مشخصی برای انواع آزمايش‌های ذكر شده تعيين شده است(جدول ۵). براي انجام مطالعات پتروگرافي بر روي نمونه‌هاي تهيه‌شده، از روش PN اصلاح‌شده توسط اوين و همكاران (۱۹۹۸) استفاده شد كه نتايج آن در جدول (۶) ارائه گرديده است.

جدول ۱- مؤلفه ايجادكننده تغييرات مقاومتي و ضرايب اختصاص داده‌شده به آنها [۱۲].

مؤلفه ايجادكننده تغييرات مقاومتي		FWs
دانه‌هاي كربناتي	ذرات فسيلي	1.3
	ذرات غير فسيلي	1.0
تخلخل	قالبي، حفره‌اي و بين‌دانه‌اى	3.0
	بين‌بلوري و درون‌دانه‌اي	2.0
سيمان و ماتريكس	ميكرايت	1.3
	اسپارايت و ميكرواسپارايت	1.2
دانه‌هاي غير كربناتي	كوارتز	1.0
	كاني‌هاي رسي و كاني‌هاي اپک	6.0

جدول ۲- تیپ‌هاي سنگي و سازوکارهای زوال شیمیایي و فیزیکي مشاهده‌شده در موج‌شکن‌های مورد مطالعه

نمونه	توصیف صحرایي سنگ	موقعیت در موج‌شکن	گرد شدگي			انحلال			پوسته‌پوسته شدن		
			زیاد	متوسط	کم	زیاد	متوسط	کم	زیاد	متوسط	کم
A	لوماشل دانه درشت با قطعات مرجاني	خشک	–	–	×	–	–	×	–	–	×
		جذرومدي	×	×	–	–	×	–	–	–	×
		مغروق	–	×	–	–	–	×	–	–	–
B	لوماشل ریز تا متوسط دانه داراي ریزدانه فراوان	خشک	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		جذرومدي	–	×	–	–	×	–	–	–	–
		مغروق	–	×	–	–	–	×	–	–	–

جدول ۳- میانگین مقادیر آزمایش‌های فیزیکي و مکانیکي

نمونه	آزمایش های فیزیکي				آزمایش های مکانیکي						
	وزن مخصوص	دانسیته خشک(KN/m^3)	دانسیته اشباع (KN/m^3)	درصد جذب آب (%)	درصد تخلخل (%)	مقاومت کششي (MPa)	شاخص بار نقطه‌ای خشک (I_S)	شاخص بار نقطه‌ای اشباع (I_S)	مقاومت تک محوري خشک (MPa)	مقاومت تک محوري اشباع (MPa)	مدول الاستیسیته خشک (GPa)	مدول الاستیسیته اشباع (GPa)
A	۲/۲۹	۱۶/۰۷۹	۱۹/۰۲	۲۰/۳	۲۲/۵	۰/۶٤	۱/۶۱	۱/۳۲	۷/۲۱	٤/۷	۲/۸۲	۰/۸۵
B	۲/۴۳	۱۷/۵۱	۲۰/۶۹	۲۲/۵۷	۱۸/۹	۰/۷۳	۱/۶۳	۱/۳۹	٤/٤	۳/۲	۱/۶۲	۲/٤۵

جدول ٤- میانگین مقادیر آزمایش‌های شبیه‌سازي و پتروگرافي

نمونه	شاخص دوام (%)			درصد افت وزني در آزمایش سلامت سنگ			ارزش ضربه	سایش لس‌آنجلس	درصد کربنات کلسیم	پتروگرافي
	٥ سیکل	١٠ سیکل	١٥ سیکل	٥ سیکل	١٠ سیکل	١٥ سیکل				توصیف سنگ در مقاطع میکروسکوپي بر اساس فولک (١٩٨٢) و دانهام (١٩٨٢)
A	٩٠	٨٤/٤٢	٧٩/٩٢	٤/٢٥	CO.	CO.	٥٤/٤	٦٥	٧٩/١٥	گرینستون بایوکلاستي (بایواسپارایت)
B	٩٠/٦	٨٥/١٥	٨٠/٢	٧/٧	CO.	CO.	٥٣/٦	٥٢	٧٧/١٤	گرینستون بایوکلاستي (بایواسپارایت)

جدول ٥ – معیار تلخابلو و همکاران براي استفاده از سنگ‌های آهکی فسیل‌دار در سازه‌هاي دریایي[١]

خصوصیات	پارامتر	رده(شاخص کیفیت)				
		بسیار ضعیف	ضعیف	متوسط	مقاوم	بسیار مقاوم
فیزیکي	درصدجذب آب	>٢٤	١٨-٢٤	١٢-١٨	٦-١٢	<٦
	دانسیته (KN/m^3)	<١٥	١٥-١٧	١٧-١٩	١٩-٢١	>٢١
امتیاز		٤	٨	١٢	١٦	٢٠
مقاومتي	شاخص بار نقطه‌اي (MPa)	<١	١-١/٥	١/٥-٢/٥	٢/٥-٤	>٤
	مقاومت تك محوري (MPa)	<٧	٧-١٠	١٠-٢٥	٢٥-٤٠	>٤٠
امتیاز		٤	٨	١٢	١٦	٢٠
دوامداري مکانیکي	ارزش ضربه‌اي (%)	>٦٠	٤٥-٦٠	٣٠-٤٥	١٥-٣٠	<١٥
	شاخص دوام (١٥ سیکل) (%)	<٦٥	٦٥-٧٥	٧٥-٨٥	٨٥-٩٠	>٩٠
	سایش لس‌آنجلس (%)	>٧٥	٦٠-٧٥	٤٥-٦٠	٣٠-٤٥	<٣٠
امتیاز		٤	٨	١٢	١٦	٢٠
دوامداري شیمیایي	سلامت سنگ (١٠ سیکل) (%)	>٢٢	١٨-٢٢	١٤-١٨	١٠-١٤	<١٠
امتیاز		٤	٨	١٢	١٦	٢٠
سنگ‌شناسي	عددپتروگرافي	>٢٠٠	١٨٠-٢٠٠	١٦٠-١٨٠	١٤٠-١٦٠	<١٤٠
امتیاز		٤	٨	١٢	١٦	٢٠
مجموع امتیازها		≤٢٠	٢٠-٤٠	٤٠-٦٠	٦٠-٨٠	٨٠-١٠٠

جدول ٦ - محاسبه PN نمونه‌ها.

نمونه	کد نمونه	PN	میانگین	نوع عملکرد
A	L S m 2	177.55	172.51	متوسط
	L D h1	177.45		
	K S m 4	175.85		
	KK T 6	159.2		
B	L S m 7	185.215	172.53	متوسط
	LK S 9	170.3		
	K T m 11	164.1		
	K S m 10	170.5		

نتیجه‌گیری :

بر اساس نتایج به‌دست آمده از فعالیت‌هاي صحرايي و آزمايشگاهي انجام‌شده در اين تحقيق، عملکرد سنگ‌هاي لوماشلي استفاده‌شده در موج‌شکن‌های لنگه و کنگ ارزيابي شد. نتايج حاصل از بازديدهای میدانی از عملکرد سنگ‌هاي مورد مطالعه که در جدول (۲) ارائه شد، نشان مي‌دهد که عمده‌ترين سازوکارهای زوال، در سنگ‌هاي اين موج‌شکن‌ها، شامل گردشدگی و سايش گوشه‌هاي بلوک‌ها و همچنين انحلال حفره‌اي در سطح سنگ است. با توجه به داده‌هاي جدول (۲) مي‌توان گفت که اين پديده‌ها در ناحيه جذرومدي موج‌شکن از شدت بيشتري برخوردار است.

مقايسه نتايج آزمايش‌های انجام‌شده در اين تحقيق با معيار ارائه شده توسط تلخابلو و همکاران(۱۳۸٦) نشان مي‌دهد که اکثر مقادير حاصل از اين آزمايش‌ها در محدوده متوسط تا ضعيف قرار دارند.

براي تکميل کارهاي انجام‌شده در اين تحقيق و به‌منظور انجام مطالعات بيشتر براي ارزيابي عملکرد اين نوع سنگ، از روش PN اصلاح‌شده استفاده شد. نتايج حاصل‌شده از انجام اين روش نشان مي‌دهد که همه مقادير PN، بيشتر از ۱۷۰ بوده و در رده متوسط قرار مي‌گيرند.

بنابراين بر اساس مطالعات صحرايي، آزمايشگاهي و پتروگرافي انجام‌شده، عملکرد سنگ‌هاي لوماشلي استفاده‌شده در لايه حفاظ موج‌شکن های کنگ و لنگه در رده ضعيف تا متوسط قرار دارند. لذا توصيه مي-شود که در ساخت موج‌شکن‌هاي جديد در منطقه تا حد امکان از اين نوع سنگ در نواحی جذر و مدی موج‌شکن استفاده نشود.

منابع فارسي :

۱. تلخابلو،م.،حافظی مقدس،ن.،نیکودل،م ر.،ارومیه‌ای،ع.،شفیعی فر،م.(۱۳۸٦). ارزیابی ویژگی‌های مهندسي سنگ‌ها و پیشنهاد معیار انتخاب مصالح سنگی برای احداث موج‌شکن‌های توده‌سنگی در سواحل جنوبي ايران" فصلنامه علوم زمین،سال هفدهم، شماره ٦٦،صفحات ۸٦ تا ۱۰۸.

۲. تلخابلو،م.،(۱۳۸۶)، ارزيابي ويژگی‌های مهندسي سنگ‌ها و ارائه معيارهاي مناسب جهت کاربرد در سازه‌هاي دريايي- سواحل جنوبي ايران،رساله دکتری زمین‌شناسی‌مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس

۳. جلالي، ح.، ناصحي، س ع.، و نيکودل، م.، (۱۳۷۷)، زوال و دوام موج‌شکن‌های منطقه چابهار، سومين کنفرانس بين‌المللي بنادر و سازه‌هاي دريايي.

۴. حسيني، ر.، (۱۳۸۵)، ارزيابي ويژگی‌های زمین‌شناسي‌مهندسي سنگ‌های زيستي‌تخريبي (لوماشل) جهت استفاده در سازه‌هاي سنگی دريايی و ارائه روش بهسازي آنها، پايان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسي مهندسي، دانشگاه تربيت مدرس.

References:

5. Clark, A.R., (1988). "*The use of portland stone rock armour in coastal protection and sea defense works*", Quaterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, London , Vol.2, pp. 113-136
6. CIRIA/CUR., (2000). "*Manual on the use of rock in coastal and shoreline engineering*", Construction Industry Research and Information Association, London, CIRIA Spec Publ 83/CUR Report 154.
7. Fookes, P.G., (1991). "*Geomaterials*", Quaterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, London, Vol.24, pp.3-15.
8. Fookes, P.G., Gourdly C.S., and Ohikere C., (1988). "*Rock weathering in engineering time*", Quaterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, London, Vol.21, pp.23-57.
9. Fookes, P.G., and Poole, A., (1981). "*Some preliminary considerations on the selection and durability of rock and concrete materials for breakwaters and coastal protection*", Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, Vol.14, pp.97–128.
10. Franklin, J.A., Chandra, A., (1971). *"The slake-durability test", International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 9, pp.325–341.*
11. ISRM(International Society for Rock Mechanics)., (1980). "Commission on standardization of laboratory and field tests".
12. McClellan, G. H. Eades, J., L., 2002, Evaluation and Petrographic Characteristics of Florida Riprap Sources, Final Report, department of geological sciences, Florida Un.
13. Topal, T., and Acir, O., (2002). "*Quality assessment of the armourstone for a rubble mound breakwater (Sinop,Turkey)* ", Environmental Geology, Vol.46, pp.905 – 913.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسي روش‌هاي غيرمستقيم تخمين مقاومت فشاری تك محوري (مطالعه موردی گرانیتوئید شیرکوه، یزد)

علی احمدی کافشانی، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه یزد، یزد، kafashoon@yahoo.com
محمد حسین قبادی، استادگروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، amirghobadi@yahoo.com
حمید مهرنهاد استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه یزد، یزد، Hamidmehnahad@yahoo.com
محمد رضا رسولی فرح، مربی گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، m.r.r.f@yahoo.com

چکیده :

مقاومت فشاری تک محوری یکی از پارامترهای مهم در مکانیک سنگ است؛ بطوری‌که در تمامی رده بندی‌های مهندسی سنگ به کار گرفته شده است. انجام این آزمایش سخت و گران است و به تجهیزات پیشرفته‌ای احتیاج دارد. در این تحقیق روش‌های غیر مستقیم تخمین مقاومت فشاری تک محوری گرانیتوئید شیرکوه با استفاده از شاخص بار نقطه‌ای ، سختی چکش اشمیت، سرعت موج p، درصد تخلخل و دانسیته سنگ بررسی شده است. در انتها بین مقاومت فشاری و دیگر پارامترها در گرانیتوئید شیرکوه رابطه‌هایی به صورت عددی ارائه شده است.

کلید واژه‌ها: مقاومت فشاری تک محوره، شاخص بار نقطه‌ای، چکش اشمیت، سرعت موج p، رگرسیون

Evaluation indirect methods to estimate the uniaxial compressive strength (case study granitoid Shirkooh, Yazd)

Abstract:

Uniaxial compressive strength is one of the important parameters in rock mechanics, So that is used in all engineering classifications. Doing these tests are difficult and expensive and require sophisticated equipment. In this study evaluated the indirect methods of estimating the uniaxial compressive strength Shirkuh granitoid using point load index, Schmidt hammer hardness, P wave velocity, porosity and density of the stone. At the end relationships between compressive strength and other parameters of the granitoid Shirkuh are represented numerically.

Keywords : Uniaxial compressive strength, point load index, Schmidt hammer, P wave velocity, the regression

مقدمه :

مقاومت فشاری تک محوری یکی از پارامترهای مهم در مکانیک سنگ است. به طوری که در تمامی رده بندی‌های سنگ یکی از فاکتورهای مهم برای رده بندی سنگ به شمار می‌آید. از این رو دانستن مقدار آن برای اهداف زمین شناسی مهندسی بسیار مهم است.

انجام دقيق آزمايش تعيين مقاومت فشاری تك‌محوري بسيار مشكل بوده و مستلزم آماده سازي دقيق نمونه و در اختيار داشتن دستگاه هاي گران و حساس است. علاوه بر آن نتايج حاصل وابستگي شديدي به ابعاد نمونه ، نحوه‌ي بارگذاري، خطاهاي انساني، عوامل خارجي و غيره دارد. به منظور رفع مشكلات فوق و تعيين شاخصي براي نشان دادن مقاومت سنگ ، آزمايش‌هاي ساده‌اي همچون آزمايش‌هاي بار نقطه‌اي، چكش اشميت، سرعت صوت و روش هاي تخمين مقاومت تراكمي تك محوري با استفاده از خواص فيزيكي و پتروگرافي توسط محققين مختلف پيشنهاد شده است (Işık, Gürkan, 2008) و (Adrian, Russelland, 2008) و (Kamil, Levent, 2010) .

آزمون‌های غیر مستقیم به صورت گسترده‌ای برای مقاومت سنگ استفاده می‌شوند. با این حال مطالعات تجربی نشان می‌دهد که تاثیر آب و اندازه مغزه تاثیر زیادی بر روی نتایج دارد و نباید از آن غفلت کرد (Cobanoglu, Beran Celik, 2007). سایمبوس و ساساباتاکالیس گزارش کردند که بسیاری از عوامل در رابطه بین مقاومت تک محوری و بار نقطه‌ای تاثیر گزار هستند بنابراین برای انواع سنگ‌ها باید ضریب متفاوتی دز نظر گرفته شود.

محققین مختلف روابط متفاوتی در رابطه تخمین مقاومت فشاری تک محوره با دیگر پارامترها بیان کرده‌اند (Palchik , Hatzor,2004) و (Bieniawski, 1975)؛ اما باید توجه داشت که این ضرایب در تمامی سنگ‌ها جوابگو نیستند و با تغییر نوع سنگ ضرایب ارزش خود را از دست می‌دهند.

باتوليت گرانيتوئيدي شيركوه با سن ژوراسيك مياني درون بلوك يزد واقع شده است. گستره‌ی مورد مطالعه در فاصله ٤٠ كيلومتري جنوب غرب يزد و در موقعيت ' ٢٥ °٣١ تا' ٤٥ °٣١ عرض شمالی '٥٢ °٥٣ تا '٢٠ °٥٤ طول‌های شرقی واقع شده است. بر اساس تقسيم بندي واحدهاي ساختماني- رسوبي ايران باتوليت گرانيتوئيدي شيركوه در خرده قاره ايران مركزي قرار مي‌گيرد (Alavi,1994). سنگ‌هاي دگرگوني مجاورتي در اين محدوده در دو حاشيه شمالي و غربي باتوليت شيركوه گسترش دارند. تزريق واحد گرانوديوريتي در حاشيه شمالي موجب دگرگوني واحدهاي آواري سازندهاي نايبند - شمشك و تبديل آن‌ها به شيست و هورنفلس‌هاي كردييريت‌دار گرديده است. در حاشيه غربي كه لوكوگرانيت‌ها رخنمون دارند، ماسه سنگ، شيل، كوارتزيت و ميان لايه هاي آهكي (سازندهاي شمشك و نايبند) تحت تاثير دگرگوني مجاورتي ضعيفي قرار گرفته و مجموعه كاني‌هاي كوارتز، كلريت، مسكوويت و تيره پديد آمده‌اند. با توجه به اين كه باتوليت گرانيتوئيدي شيركوه سازندهاي نايبند و شمشك با سن ترياس بالايي- ژوراسيك زيرين را دگرگون نموده و از طرف ديگر سازند سنگستان با واحد ماسه سنگي و با سن كرتاسه زيرين روي آن نهشته شده است؛ سن نسبي اين باتوليت را مي توان به ژوراسيك مياني نسبت داد (خلیلی، مکی‌زاده، ۱۳۸۳).

در این تحقیق با استفاده شاخص بار نقطه ای (Is_{50})، سختی چکش اشمیت (Hs) ، سرعت موج p (Vp)، دانسیته(γ) و درصد تخلخل (n)، به تخمین مقاومت فشاری تک محوری (UCS) گرانیتوئید شیرکوه پراخته شده و رابطه بین این پارامترها به صورت عددی بیان شده است. به این منظور آزمون‌های آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های سنگی انجام شد و روابط تجربی بین مقاومت فشاری تک محوری و دیگر خصوصیات بیان شده، مود بررسی قرار گرفت.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

با توجه به مطالعات پیشین بر روی روی توده باتولیتی شیرکوه، مناطقی که از لحاظ سنگ شناسی دارای تفاوت بودند شناسایی شدند و سعی شد انتخاب ایستگاه‌های مطالعه به صورتی انجام گیرد تا علاوه بر پوشش دادن تمام تفاوت‌ها، پراکندگی لازم را در منطقه داشته باشد. از هر ایستگاه بلوک‌های سنگی به آزمایشگاه دانشگاه یزد منتقل شد و نمونه ها مطابق استاندارد (ISRM) تهیه شد. سپس آزمون‌های آزمایشگاهی روی آن‌ها انجام گرفت.

۱. مقاومت فشاری تک محوری (UCS)

از هر ایستگاه چند بلوک سنگی به آزمایشگاه مکانیک سنگ دانشگاه یزد منتقل شد. پس از فرآوری نمونه‌ها در هر ایستگاه ۱۰ عدد نمونه در حالت خشک و اشباع مورد آزمایش قرار گرفت، که در جدول ۱ مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین مقادیر مقاومت فشاری تک محوری (UCS) به همراه نام زمین‌شناسی سنگ‌های ایستگاه‌ها آورده شده است. همانطور که در جدول ۱ دیده می‌شود بیشترین مقادیر برای ناحیه عقاب‌کوه و کمترین مربوط به ناحیه طزرجان می‌باشد.

جدول۱. مقادیر مقاومت فشاری تک محوری UCS

		دشتک (D)		عقاب کوه (O)		مزرعه خسرو(M)		طزرجان (T)		علی آباد (A)	
		sat	dry	sat	dry	sat	dry	sat	dry	sat	Dry
UCS (Mpa)	Min	٥٤ ٠	٧٥ /٦٨	٧٦/٤٢	١٠٠/٩١	٤٤/٩٨	٦٦/٢٦	٣٧ ٨٠	٥١/٨٧	٤٧/٢٠	٥٠/٢٩
	Max	٦٤/٤٦	٩٣/٣	١٠٢/٨٩	١٦٦/٩٤	٦٣/٦٩	٨٥/٨٧	٥٧/٣١	٧٩/٠٩	٦٥/٢٤	٨٩/٧٧
	Average	٥٩/١٠	٨٣/٢٣	٩٠/٧٤	١٢١/٧٩	٥٧/١٩	٨٠/١٤	٤٧/٩٠	٦٢ /٤٨	٥٨/٦٦	٦٩/٧٤
نام سنگ		گرانودیوریت		تونالیت		گرانیت		گرانودیوریت		گرانودیوریت	

۲. آزمون بار نقطه‌ای

این آزمون در هر ایستگاه بر روی ۳۰ کلوخه سنگی در حالت خشک و اشباع صورت گرفت. که در جدول ۲ مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین مقادیر آن آورده شده است.

جدول۲. مقادیر آزمون بار نقطه‌ای

		دشتک (D)		عقاب کوه (O)		مزرعه خسرو(M)		طزرجان (T)		علی آباد (A)	
		sat	dry	sat	dry	sat	dry	sat	dry	sat	Dry
Is_{50} (Mpa)	Min	٢/٣١	٣/٦٣	٣	٤/٦٨	٢/١٤	٢/٣٧	٢/٣٨	٢/٧٥	٢/١٠	٢/٢٣
	Max	٤/٧٣	٥/١١	٦/٦٧	٦/٤٢	٤/١٣	٤	٤/١٤	٤/٤٠	٣/٩٥	٦/٥٢
	Average	٣/٢٥	٤/٤٤	٤/٧٥	٥/٩٤	٢/٩٨	٣/٢٥	٣/٣٩	٣/٤٥	٢/٧٩	٣/٨٤

۳. آزمون چکش اشمیت (Hs)

طبق پیشنهاد IRSM بهتر است چکش اشمیت در سه وضعیت قائم به سمت بالا ، افقی و قائم به سمت پایین مورد استفاده قرار بگیرد. این آزمون در صحرا بصورت افقی بر روی بلوک‌های سنگی انجام شد. در آزمون روی هر بلوک ۳۰ بار در فواصل مناسب سختی اشمیت اندازه گیری شد و سپس ۱۰ عدد پایین حذف شد و حداقل، حداکثر و میانگین اعداد بدست آمده در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۳. سختی اشمیت در ایستگاه‌ها

	دشتک (D)	عقاب کوه (O)	مزرعه خسرو(M)	طزرجان (T)	علی آباد (A)
Min	٣٤	٤٤	٤٠	٣٦	٣٨
Max	٦٠	٦٦	٥٨	٥٤	٥٨
Average	٤٨/٥٤	٥٠/٤٥	٤٤/٨٣	٤٣/٧٢	٤٨/٣٥

٤. آزمایش سرعت موج (Vp)

آزمون سرعت صوت بر روی ۱۰ مغزه سنگی از هر ایستگاه در خالت خشک واشباع انجام گرفت. مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین داده های حاصله در جدول ٤ نشان داده شده است.

٥. دانسیته (γ) و درصد تخلخل (n)

این خصوصیات فیزیکی در هر پنج ایستگاه طبق استاندارد (ISRM) تعیین شد. برای هر ایستگاه ٥ نمونه مورد آزمایش قرار گرفت که حداقل، حداکثر و میانگین اعداد بدست آمده در جدول ٥ نشان داده شده است.

جدول۴. آزمایش سرعت موج برحسب Km/s

	دشتک (D)		عقاب کوه (O)		مزرعه خسرو(M)		طرزجان (T)		علی آباد (A)	
	sat	dry	sat	dry	sat	dry	sat	dry	sat	dry
Min	۳/۲۶	۲/۷۱	۵/۵۴	۴/۱۹	۳/۸۵	۲/۹۱	۳/۶۳	۲/۵۱	۳/۳۱	۲/۹۱
Max	۴/۱۸	۳/۱۶	۶/۳۴	۵/۰۵	۵/۹۴	۴/۶۱	۴/۹۵	۳/۵۴	۵/۶۱	۳/۹۰
Average	۳/۷۴	۲/۹۷	۳/۹۶	۴/۶۱	۴/۷۲	۳/۶۴	۴/۱۰	۳	۴	۳/۲۵

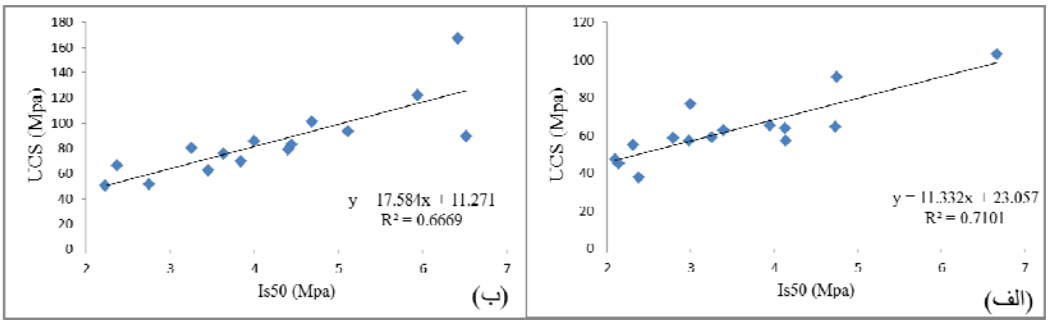
جدول۵. دانسیته و تخلخل

		دشتک (D)		عقاب کوه (O)		مزرعه خسرو(M)		طرزجان (T)		علی آباد (A)	
		sat	dry	sat	dry	sat	dry	sat	dry	sat	dry
γ (gr/cm3)	Min	۲/۶۰۳	۲/۵۸۰	۲/۸۱٤	۲/۸۱۰	۲/۷۱۹	۲/۷۰۵	۲/۷۲۹	۲/۷۱۰	۲/٦۱۱	۲/۵۹۸
	Max	۲/٦۲۷	۲/٦۱۵	۲/۸٤۹	۲/۸٤٤	۲/۷۹۹	۲/۷۸۹	۲/۷٤٤	۲/۷۲۲	۲/٦۷۹	۲/٦٦٤
	Average	۲/٦۱۹	۲/٦۰۷	۲/۸۳۳	۲/۸۲۸	۲/۷۷۹	۲/۷٦۲	۲/۷۳٤	۲/۷۱۵	۲/٦٤۳	۲/٦۳۰
%n	Min	۰/۹۳۸		۰/۳۰۲		۰/٦۰۱		۱/۵٤۲		۰/۹۷۲	
	Max	۱/۵٦٤		۰/۸۰٤		۱/۳۸۸		۲/۱۵۹		۱/۷۹۵	
	Average	۱/۲۰۸		۰/۵۰۸		۱/۰۰۷		۱/۸۹۹		۱/۲۹۲	

◇◇◇◇◇◇◇

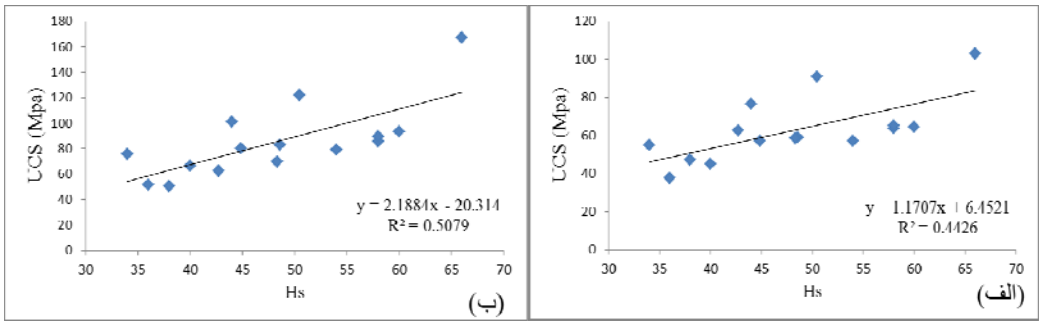
نتایج :

در شکل ۱ رابطه بین مقاومت فشاری تک محوره و شاخص بار نقطه‌ای نشان داده شده است. با افزایش میزان UCS مقدار Is_{50} نیز افزایش می‌یابد.



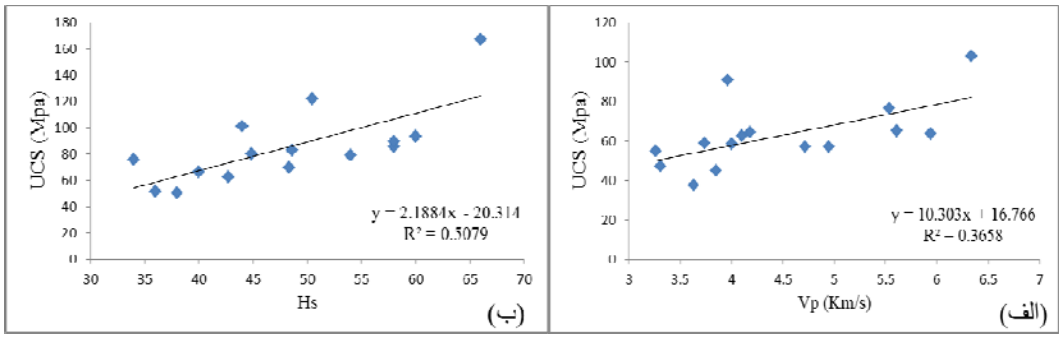
شکل۱. رابطه بین UCS با Is_{50} الف) در حالت اشباع ب) در حالت خشک

در شکل ۲ رابطه بین مقاومت فشاری تک محوره و سختی چکش اشمیت در حالت خشک و اشباع نشان داده شده است. با افزایش میزان UCS مقدار Hs نیز افزایش می‌یابد.



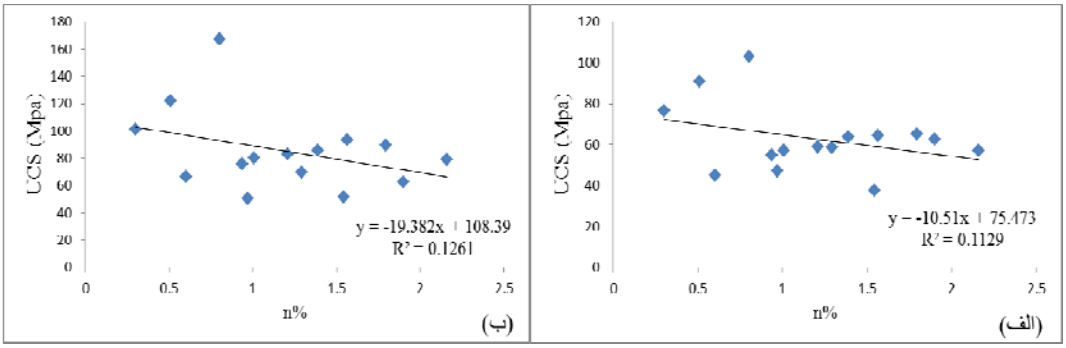
شکل۲. رابطه بین UCS با Hs الف) در حالت اشباع ب) در حالت خشک

در شکل ۳ رابطه بین مقاومت فشاری تک محوره و سرعت موج در حالت خشک و اشباع نشان داده شده است. با افزایش میزان UCS مقدار Vp نیز افزایش می‌یابد.



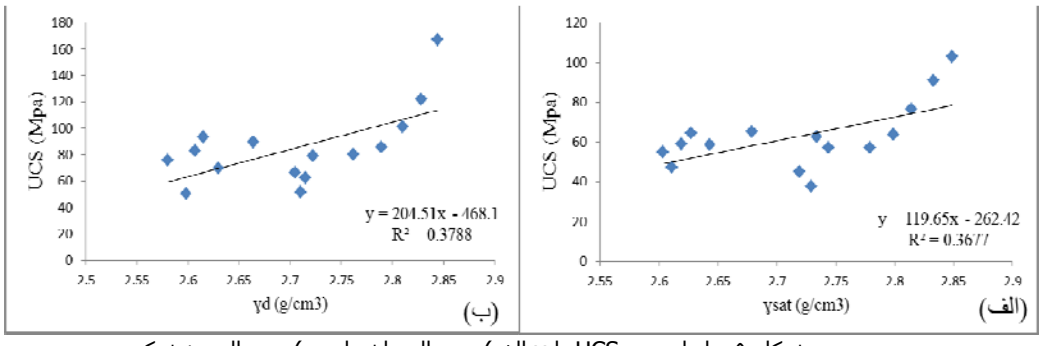
شکل ۳. رابطه بین UCS با Vp الف) در حالت اشباع ب) در حالت خشک

در شکل ۴ رابطه بین مقاومت فشاری تک محوره و درصد تخلخل در حالت خشک و اشباع نشان داده شده است. با افزایش میزان UCS مقدار n کاهش می‌یابد.



شکل ۴. رابطه بین UCS با درصد n الف) در حالت اشباع ب) در حالت خشک

در شکل ۵ رابطه بین مقاومت فشاری تک محوره و دانسیته در حالت خشک و اشباع نشان داده شده است. با افزایش میزان UCS مقدار n کاهش می‌یابد.



شکل ۵. رابطه بین UCS با γ الف) در حالت اشباع ب) در حالت خشک

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

مقاومت فشاری تک محوری یکی از پیارامترهای مهم مکانیک سنگ است و در رده بندی توده سنگ و سنگ بکر نقش مهمی را بازی می‌کند.
مقاومت فشاری تک محوره با شاخص بار نقطه‌ای ، سختی چکش اشمیت، سرعت موجp و دانسیته رابطه مستقیم و با درصد تخلخل رابطه معکوس دارد.مقاومت فشاری تک محوره با تمامی خصوصیات بیان شده یک رابطه منطقی برقرار کرده است و می‌توان با استفاده از این روابط به یک تقریب واقعی از مقاومت فشاری تک محوری رسید. روابط رگرسیونی بدست آمده بین این پارامترها با مقاومت فشاری تک محوری در جدول ٦ ارائه شده است.
وجود یا عدم وجود آب در سنگ علاوه بر اینکه بر میزان مقاومت فشاری تک محوری سنگ تاثیر می‌گذارد بر ارتباط بین آ با دیگر خصوصیات مهندسی نیز تاثیر گذار است. بنابراین در هنگام استفاده از این غیر مستقیم تعیین میزان مقاومت فشاری تک محوری دانستن میزان رطوبت سنگ ضروری است.

جدول۶. رابطه بین UCS (Mpa) با Is50 (Mpa)،Vp (Km/s)،n (%)،γ (g/cm3)

	dry	sat
Is_{50} & UCS	UCS = 17.584 Is_{50} + 11.271	UCS = 11.332 Is_{50} + 23.057
Hs & UCS	UCS = 2.1884 Hs - 20.314	UCS = 1.1707 Hs + 6.4521
n & UCS	UCS = -19.382 n + 108.39	UCS = -10.51 n + 75.473
Vp & UCS	UCS = 31.176 Vp - 24.913	UCS = 10.303 Vp + 16.766
γ& UCS	UCS = 204.51 γ - 468.1	UCS = 119.65 γ - 262.42

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

خليلي، م.، مكي زاده م.ع.، (١٣٨٣) : "كاني شناسي و سنگ شناسي زينوليتهاي كالك سيليكاته درگرانيت شيركوه"، مجله بلور شناسي و كاني شناسي ايران، شماره ١٢: ٣٩-٥٩.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Adrian, R. & Russelland, D. M. W., 2008, *"Point load tests and strength measurements for brittle spheres rocks"*, Int. J. Rock Mech. Min. Sci., Vol. 46 (2): 272-280.
Alavi, M., 1994, *"Tectonics of Zagros Orogenic belt of Iran, new data and interpretation"*, Tectonophysics. 229: 211–238.
Bieniawski, Z.T., 1975, *"Point load test in geotechnical practice"*. Eng Geol 1:1–11.
Cobanog˘lu, I., Beran Celik, S.,2007, "*Estimation of uniaxial compressive strength from point load strength, Schmidt hardness and P-wave velocity*", Bull Eng Geol Environ, DOI 10.1007/s10064-008-0158-x
Işık ,Y. & Gürkan, Y., 2008, "*Prediction of the strength and elasticity modulus of gypsum using multiple regression, ANN, and ANFIS models*", Int. J. Rock Mech. Min. Sci., Vol. 46 (4): 803-810.
ISRM Suggested Methods, 1978, *"Suggested method for the quantitative description of discontinuities in rock masses"*. Int. J. Rock Mech, Min. Sci; 15: 319–68.

Kamil, K. & Levent, S., 2010, *" Nail penetration test for determining the uniaxial compressive strength of rock"*, Int. J. Rock Mech. Min. Sci., Vol. 47 (2): 265-271.
Tsiambaos ,G., Sabatakakis, N., 2004*, "Considerations on strength of intact sedimentary rocks"* , Eng Geol 72:261–273.
Palchik, V., Hatzor, Y.H., 2004*, " The influence of porosity on tensile and compressive strength of porous chalks"*, Rock Mech Rock Eng 37(4):331–341.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی زمین شناسی و ژئومورفولوژی حوزه آبخیز گرمبیت، چابهار

مهندس فیض محمد بالال*[۱]
۱- کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی و دبیر آموزش و پرورش
f.balal38@yahoo.com

چکیده :

حوزه آبخیز گرمبیت با مساحت ۷۵۰۵/۳ هکتار یکی از زیر حوزه های شهرستان چابهار می باشد.این آبخیز از زیر حوزه های رود خانه با هوکلات بوده و در ۱۱۵ کیلومتری شمال شرق شهر ستان چابهار واقع شده است. حوزه فوق در زون ساختاری مکران قرار گرفته است. عمده سطح این حوزه را واحدهای رسوبی مربوط به دوره پالئوژن پو شانده است. واحدهای لیتولوژیک موجود در حوزه شامل ماسه سنگ و شیل همراه با میان لایه های آهک، مارن و سیلتستون است. درزه ها و شکستگی های منطقه از دو نوع کششی و برشی می باشند که دسته اول امتداد ۹۰ تا ۱۰۰درجه داشته و دسته دوم امتداد غالب ۰ تا۳۰ درجه را نشان می دهند. هوا زدگی حوزه عموما" از نوع فیزیکی بوده و مربوط به تغییرات درجه حرارت می باشند ولی هوازدگی شیمیایی نیز به طور محدود در مورد میان لایه های آهکی حوزه عملکرد موثر داشته است. بررسی به عمل امده بروی علل تغییرات ژئومور فولوژی حوزه نشان می دهد که دو عامل تکتونیک و فرسایش بیشترین تاثیررا داشته اند. به دلیل قرار داشتن حوزه در مجاورت زون فرورانش مکران تحت تاثیر چین خوردگی و گسل خوردگی قرار گرفته و از طرف دیگرفرسایش شدید که عمدتا" به دلیل سست بودن لیتولوژی بوده تا شدید بودن عوامل فرسایش، باعث هوازدگی واحدهای سنگی – رسوبی شده و مورفولوژی غالب تپه ماهور را به حوزه داده است.

کلید واژه ها: گرمبیت ، باهوکلات، مکران، فرسایش، ماسه سنگ و شیل، مورفولوژی

Geology and geomorphology of the watershed Garmbyt, Chabahar

Fayzmohammad, Balal, Msc in engineering Geology and education actua ry

Abstract:

Garmbyt watershed area 3/7505 acres of the area is the city of Chabahar. These catchment areas of the Bahookalat river and 115 km North East of ancient city of Chabahar is located. These areas are located in the Makran zone structure. Most of these sedimentary units of the Paleogene period is planted. The lithologic units of sandstone and shale, with the layers of limestone, marl and siltstone. Joints and fractures of both tensile and shear zone are 90 to 100 degrees along the first and second group from 0 to 30 degrees across most of the show. Generally the weather rust type associated with the physical and chemical weathering changes in temperature, but also limited the effective functioning of the calcareous layers. Been done on the causes of changes geomorphology, tectonics and erosion areas shows that two factors have the greatest affect. Be the Makran subduction zone in the vicinity of folds and faults affecting the corrosion. And the extreme erosion mostly because it was too loose to lithology severe erosion, due to the weathering of rock units - sedimentation and morphology of the area is predominantly hilly.

Keywords :(Garmbyt, Bahookalat, Makran erosion sandstone, and shale morphology.)

مقدمه :

مطالعات زمین شناسی و ژئومور فولوژی به عنوان مطالعات پایه نقش اساسی را در پروژه های آبخیز داری، حفاظت خاک و سیل خیزی را دارد (احمدی۱۳۷۴). زیرا با استفاده از نقاط ضعف و قوت تشخیص داده شده در طول مطالعه ضمن هدایت گروههای مختلف مطالعات سایر بخش ها،طراحان و برنامه ریزان را برای اخذ تصمیمات مبتنی بر شناخت صحیح و حقیقی از عوامل موجود در عرصه آبخیز رهنمون می سازد. این مطالعات با در نظر گرفتن مجموعه عوامل و شرایط اقلیمی،زمین شناسی مهندسی،زمین ساخت، سنگ شناسی، زمین ریخت شناسی حاکم بر مناطق مورد مطالعه به ارزیابی و بررسی استعدادهای طبیعی و تعیین اولویت بندی هی یک از زیر حوزه ها از نقطه نظر مسائل و مشکلات عارض بر آنها نظیرفرسایش ، شستشوی خاک ،سیل خیزی ، تخریب مراتع و ... می پردازد.عوامل زمین شناسی مهندسی نظیر جنس سنگ، مقاومت آن در برابر بار گذاری، روند و نوع شکستگی ها،فاصله داری و بازشدگی درزه ها، موقعیت گسلهای فعال، امکان لرزه خیزی منطقه نقش اساسی را در تعیین موقعییت مکانی سازه های آبخیز داری دارد(سرابی۱۳۷۳) . عوامل زمین شناسی سبب ایجاد منابع قرضه سنگی و خرده سنگی در حوزه می شوند که شناسایی مو قعییت مکانی و کیفیت آنها امری اساسی در تعیین موقعییت مکانی سازه ها آبخیز داری دارد(علیزاده ۱۳۷۷).

روش تحقیق:

۱- چینه شناسی محدود ه

بخش اعظم مورد مطالعه تحت پوشش واحدهای فیلیشی با سن پالئوژن است. این رسوبات شامل تناوبی از ماسه سنگ و شیل بوده و ساختمانهای رسوبی موجود در آنها نشانگر جر یان های تور بیدایتی در تشکیل انها بوده است.

۲-۱- فیلیش های تکفیک نشده پالئوژن

این واحد به صورت نواری در بخش های جنوبی حوزه مورد مطالعه رخنمون دارد. عمدتا" شامل سکانسی ریتمیک از ماسه سنگ و شیل می باشند. و نشان دهنده پیشرفت از یک سکانس رسوبی فییلیشی به یک سکانس قاره ای کم عمق می باشد از نظر لیتولوژی رخساره فیلیشی این واحد شامل تناوب لایه های ماسه سنگ و مادستون یا شیل می باشد که به سمت بالا در صد ماسه سنگ افزایش می یابد.

شکل شماره ۲- واحدهای ماسه سنگی و شیلی(فیلیش های پالئوژن) در جنوب حوزه

۲-۲- فیلیش های الیگوسن

این واحد در بخش میانی حوزه دیده می شوند و سن آن از الیگوسن پایانی تا میوسن اغازی است. و شامل تناوب منظم از ماسه سنگ و شیل همراه با میان لایه های آهکی و اهک و اندکی مارن است و رخساره ماسه سنگ توده ای و شیل خاکستری رنگ در خارج از حوزه و در بخش های شمالی آنها دیده می شود. در میان لایه های آهکی این واحد اثرات انحلال و کارستی شدن دیده می شود.

شکل شماره ۳- تناوب منظم ماسه سنگ و شیل در مرکز حوزه

۳- موقعیت و خصوصیات تکتونیکی منطقه

از نقطه نظر ساختاری و تقسیمات ایالت زمین ساختی،حوزه مورد مطالعه در زون ساختاری مکران قرار گرفته است. که چینها روند تقریبی شرقی- غربی دارند و ساختار الگوی فلسی دارد که با گسلهای معکوس پرشیب مرز بندی می شوند و عامل چین خوردگی فشار های ناشی از فرورانش پوسته اقیانوسی عمان به زیر مکران و از کرتاسه پسین آغاز شده و هنوز هم ادامه دارد(آقانباتی ۱۳۸۳).

۳-۱- گسل ها

نوعی ساختار خطی، همراه با جابجایی است که بر تحولات زمین ساختی و همچنین تکوین حوزه های ساختاری- رسوبی ایران در خور توجه داشته اند.

۳-۱-۱- گسل فیروز آباد

گسلی طولی که روند عمومی شرقی- غربی داشته و از نوع معکوس ، مرز واحدهای میوسن و الیگومیوسن در بخش های شمالی منطقه مورد مطالعه را مشخص نموده است و خارج از حوزه می باشد و جهت شیب آن به سمت شمال بوده ودر امتداد آن فرا دیواره شمالی بر روی فرا دیواره جنوبی رانده شده است. این گسل با روند تقریبی غربی- شرقی تا مرز ایران و پاکستان ادامه می یابد.

۳-۲-۱- گسل قصرقند

گسل معکوس با روند شرقی- غربی این گسل در بخش شمالی منطقه و خارج از حوزه بوده که مشخص کننده مرز رخساره شیل خاکستری واحد انگهران با سن الیگومیوسن و واحد مادستون ژیپس دار جاروت می باشد این گسلا در حال حاضر نیز فعال می باشد.

۳-۳- درزه ها

در منطقه مورد مطالعه درزه ها تنها در واحد های محدودی که برونزدگی سنگی دارند دیده می شوند. و دو امتداد غالب دارند گروه اول هم جهت با گسلهای راست لغز منطقه و دارای روند تقریبی شمال شرقی- جنوب غربی و از نوع برشی و گروه دیگر از نوع کششی و نتیجه فشار در جهت شمالی – جنوبی می باشد.

شکل شماره ۴- درزه های ایجاد شده در بخش ماسه سنگی واحد های فیلیشی دید به سمت شرق

۳-۴- چین خوردگی ها

در منطقه مورد مطاله چین در قسمت جنوبی که امتداد شیب و لایه بندی واحد ماسه سنگی و شیلی بررسی گردید شیب لایه های جنوبی به سمت جنوب- جنوب شرق و شیب لایه های شمالی به سمت شمال- شمال غرب می باشد

هوازدگی

آب و هوای حوزه مورد مطالعه گرم و خشک است میزان بارش اندک و لی به دلیل پتانسیل انحلالی بالای میان لایه های آهکی تخریب شیمیایی نیز موثر می باشد از طرف دیگر به دلیل پوشش گیاهی نسبتا" خوب تخریب فیزیکی ار طریق ریشه گیاهان به صورت فعال وجود دارد و در نتیجه فعالیت مجموعه

عوامل فوق هوازدگی در سطح حوزه به صورت وسیع رخ داده و ضخامت زیادی از مواد تخریبی سطح وسیعی از حوزه را پوشانده است.

شکل شماره ۵- هوازدگی بخشهای ماسه سنگی واحد فیلیشی در مرکز حوزه

۴-اشکال فرسایش در حوزه

از بین انواع فرسایش ها فرسایش بادی نقش چندانی ندارد و فرسایش دیگر نظیر شیمیایی و مکانیکی عمدتا" تحت فرآیند عموعمی تر بنام فرسایش آبی که به دو صورت یکی تخریب فیزیکی و دیگری انحلال سیمیایی میان لایه های آهکی می باشد.

۴-۱- فرسایش بارانی

در حوزه مورد مطالعه بیشتر بارشها به صورت رگبار است و تمام قسمت های را پوشش ضخیمی از مواد تخریبی می پوشاند تاثیر این فرسایش قابل توجه است. ولی توپو گرافی ملایم و شیب های کم در بخش غربی تا حدی از شدت فرسایش بارانی می کاهد به طوری که ذرات جدا شده از خاک در اثر ضربه های باران به دلیل شیب کم قدرت جابجای چندانی ندارند.

۴-۲- فرسایش ورقه ای

نوع دیگری از فرسایش که بلافاصله پس از برخورد قطرات باران به سطح شروع می شود فرسایش ورقه ای می باشد که در اثر حرکت آب بر روی لایه سطحی خاک به وجود می آید. در این فرسایش ذرات حاصل از برخورد قطرات حمل می شود در این حوزه همانند تمام حوزه ها این فرسایش وجود دارد(رفاهی) .

۴-۳- فرسایش شیاری

در این حوزه فعالیت فرسایش ار توپوگرافی محل تبیعت میکند به این ترتیب که در بخش هایی از حوزه که تپه ماهوری می باشد شیب ها بسیار منظم بوده و تپه ها و دره ها حالت سینوسی دارند به همین دلیل جریان آب بر روی سطح به صورت یکنواخت و صفحه ای بوده و شیار های زیادی را ایجاد نکرده است.

۴-۴- فرسایش بدلند

حوزه مورد مطالعه به دلیل مارنها مستعد این فرسایش می شود.

شکل شماره ۶- فرسایش بدلند در بخشهای مارنی واحد های موجود در حوزه دید به سمت شمال

۴-۵- فرسایش سیلابی

به دلیل پتانسیل بالای رسوب زایی و وسعت حوزه آبگیر رودخانه در زمان بارش های شدید، سیلاب های نسبتا" بزرگی رخ می دهد که اثرات آن را به صورت داغابهای باقیمانده در آبراهه های بزرگ می توان تشخیص داد. اثر این نوع فرسایش در قسمت های پائین دست حوزه که نزدیک به نقطه تمر کز حوزه است و حجم سیلاب های عبوری زیاد است ، شدید تر می باشد (Ford).

۴-۶- فرسایش کنار رودخانه ای

در این فرسایش مناطقی که شدید فرسایش می یابد قسمت خارجی خمیدگی های رودخانه است که نیروی برشی آب در ان جا زیاد است که فعالیت آن باعث تشکیل مئاندر های مشخص در آبراهه های حوزه شده است.

۵- آبرفت های بستر رودخانه

آبرفتهای بستر رودخانه عموما" از ذرات شن و ماسه می باشد و ذرات درشت تر از آن درست شده و به دلیل مقاومت مکانیکی بالا، دانه بندی مناسب بوده و فاقد ذرات سست و زیان آور است و منابع مهم تامین شن و ماسه است از محسنات دیگر این منبع قابل احیاء بودن آن که پس از برداشت در طول هر سیلاب جایگزین میشود و جود مصالح ترکدار و هوازده از نقاط ضعف این منابع می باشد که البته بعد از دانه آرایی و شستشو می توان به عنوان منبع قرضه مناسب جهت بتن و ملات استفاده کرد.

شکل شماره ۷- آبرفتهای بستر رودخانه فصلی گرک بعنوان منبع قرضه خرده سنگی

نتیجه گیری

حوزه مورد مطالعه در محدوده زون مکران واقع شده که به همین دلیل دچار چین خوردگی و گسل خوردگی شدید وگسترده شده است. خرد شدگی های شدید حاصل از فعالیت تکتونیکی در منطقه باعث شده است که واحد های لیتولوژیک موجود در آن فرسایش پذیر بوده و دچار هوازدگی گسترده می شوند. تغیرات سطح آب در زمان رسوبگذاری واحدهای الیگوسن باعث تشکیل سکانس متنوعی از رسوبات دانه درشت تا دانه ریز در حوزه شده که نتیجه آن تشکیل توالیهای ماسه سنگی- شیلی و سیلتستون در حوزه شده است . واحد های لیتولوژیک که عمدتا" دارای درز و شکاف می باشند مقاومت کمی دارند و به کمک نیروی جریان آب به سادگی قابل فرسایش می باشند.

منابع

آقانباتی ،علی،۱۳۸۳،زمین شناسی ایران،سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۶ صفحه.

احمدی،ح،۱۳۷۴،ژئومورفولوژی کاربردی،جلد اول، فرسایش آبی،انتشارات دانشگاه تهران،۶۸۸ صفحه.

احمدی،ح،۱۳۷۴،ژئومورفولوژی کاربردی،جلد دوم، فرسایش بادی ،انتشارات دانشگاه تهران۵۷۰ صفحه

سرابی،ف،۱۳۷۳،سنگ شناسی آذرین،موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۳۰۹ صفحه.

رفاهی، ح،۱۳۸۲،فرسایش آبی و کنترل آن،موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران،۶۷۱صفحه.

درویش زاده،ع،۱۳۸۰،زمین شناسی ایران،موسسه انتشارات امیر کبیر،۹۰۱ صفحه.

علیزاده،ا،۱۳۷۷،اصول هیدرولوژی کاربردی،دانشگاه امام رضا(ع)مشهد،۹۵۳ صفحه

White w. b., 1988, "Geomorphology and Hydrology of Karst terrains", Oxford University Press , Oxford.

Ford, d. c., Williams, P. W. 1989, "1989, "Karst Geomorphology and hydrology" Unwin hyman ltd., London.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی زمین‌شناسی حوضه آبخیز قره‌سو برای احداث سد زیرزمینی

کیوان خرمی[1]، کارشناس ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
قربان وهاب زاده، استادیار زمین شناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
کریم سلیمانی، استاد RS و GIS، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده:
محدود بودن منابع آب سطحی، رشد فزاینده جمعیت و توسعه صنعت، سبب شده است که به استفاده بهینه از منابع آب زیرزميني روي آورده شود. یکی از راه‌های مفید در تامین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک و مقابله با بحران خشکسالی، کمک به افزایش ذخائر آب زیرزمینی است. یکی از شیوه‌های ذخیره‌سازي و استفاده از آب‌هاي زيرزميني، سد زيرزميني مي‌باشد. سد زیرزمینی از جمله تکنیک‌هایی است که به کمک آن می‌توان از طریق بهبود مدیریت منابع آبی موجود، بهره‌وری این منابع را افزایش داد، همچنین با استفاده از این تکنیک می‌توان به هنگام خشکسالی با جمع آوری و استحصال آب‌هایی که از دسترس خارج می شوند به مقابله با کم‌آبی پرداخته و میزان خطرپذیری را کاهش داد. در این مطالعه به بررسی خصوصیات زمین‌شناسی و مطالعه گسل‌های منطقه حوضه آبخیز قره‌سو با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای احداث سد زیرزمینی پرداخته شده، نهایتاً نقشه مناطق مناسب سد زیرزمینی ارائه گردید. خروجی کار نشان‌دهنده مناسب بودن محدوده سازندهای کواترنر و بسترهای آبرفتی برای احداث سد زیرزمینی در حوضه آبخیز قره‌سو می‌باشد.

کلید واژه‌ها: سد زیرزمینی، خصوصیات زمین‌شناسی، گسل، سیستم اطلاعات جغرافیایی، حوضه آبخیز قره‌سو

Abstract:
Limited surface water resources, population growth and development of industry, has led to more efficient use of groundwater resources are moved. One of the useful ways to provide water required for various sectors, especially in arid and semi-arid and drought crisis, helping to increase the groundwater reserves. One of the methods of storage and use of groundwater is underground dam. Underground dam is one of the techniques that can help improve the management of water resources and increase the efficiency of these resources; we can also with use of this technique, collect and extract water during droughts which are outside the reach of watershed, overcome the water shortages and reduced risk levels. This study investigated the geological features and faults of Gharesou watershed with use of geological information system for construction of underground dam, finally presented the map of suitable areas of underground dam. Output of this study show that quaternary formations and Alluvial beds are suitable zones for underground dam construction in Gharesou watershed.

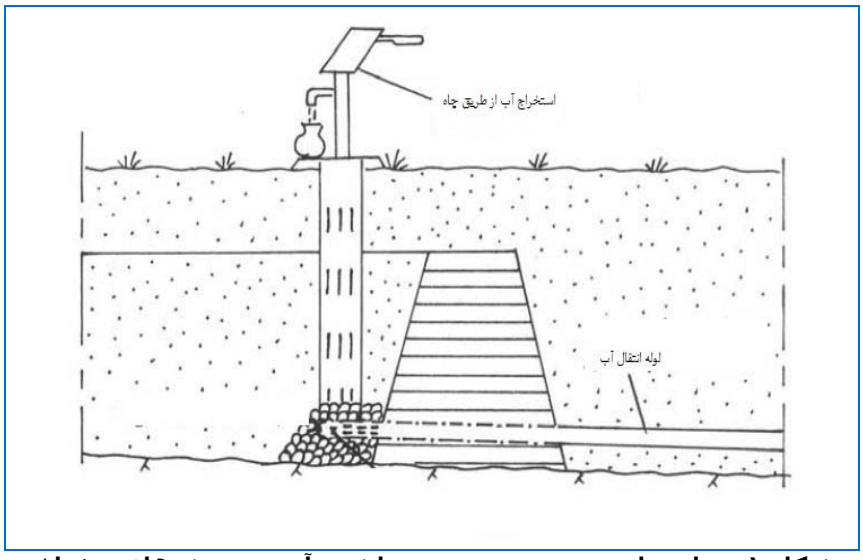
Keywords: Underground Dam, Geological Features, Fault, GIS, Gharesou Watershed

1. E – Mail: k_khorrami@yahoo.com

مقدمه:

با توجه به عدم توزیع یکنواخت بارندگی از نظر زمانی و مکانی در سطح کره زمین و اوضاع جوی و زمین ساختی مناطق خشک و نیمه‌خشک، ساکنان این مناطق را به بهره‌برداری بیشتر از آب‌های زیرزمینی واداشته و پایه‌های بسیاری از اجتماعات بشری بر آن استوار گشته است (تملر و بست[۲]، ۲۰۰۴). یکی از شیوه‌های ذخیره‌سازي و استفاده از آب‌هاي زيرزميني، سد زيرزميني مي‌باشد که در سال‌هاي اخير مورد توجه قرار گرفته است (ذوالانوار و احمدی، ۱۳۸۲). احداث سدهای زیرزمینی و استفاده از آب‌های سطحی هدر رونده از جمله راه‌کارهای مناسب جهت تامین و توسعه منابع آبی می‌باشد (پیرمرادی و همکاران،۱۳۸۹). سد زیرزمینی امکان ذخیره‌سازی آب‌های زیرزمینی را در منافذ لایه‌ها، جهت استفاده پایدار از این منابع، فراهم می‌سازد (ایشیدا[۳] و همکاران، ۲۰۱۱). در سال‌های اخیر تلاش‌هایی برای استفاده از فناوری‌های سازگار با طبیعت در کنترل، تغذیه و مدیریت منابع آب صورت گرفته است که نمونه آن ایجاد سد زیرزمینی در مناطق مختلف می‌باشد (ونرومپای[۴]، ۲۰۰۳). با توجه به این که کشور ایران بر روی کمربند خشک زمین قرار دارد، بالطبع منابع آب سطحی و زیرزمینی کافی در دسترس نیست (جعفری باری،۱۳۸۳) و به همین منظور استفاده بهینه و مدیریت منابع آب موجود از ضرورت‌ها و اهداف کلان توسعه می‌باشد. در این راستا به کارگیری فنون قدیم و جدید و استفاده از روش‌های علمی مورد نیاز است، در مناطق خشک و محل‌هایی که علی رغم دارا بودن فصل بارندگی دارای فصول خشک و کم-باران هستند با استفاده از سد زیرزمینی می‌توان نیاز آبی مناطق محدود را تامین نمود (طباطبایی یزدی، ۱۳۸۵). با توجه به این که تغییرات زمانی و مکانی بارش و در نتیجه جریانات سطحی در بیشتر مناطق مختلف کشور و از جمله استان اردبیل و حوضه آبخیز قره‌سو با زمان نیاز آبي بخش کشاورزي تطابق نداشته و از طرفی وقوع خشکسالی در برخی از سال‌ها در بیشتر مناطق استان سبب وقوع خسارت-های جبران ناپذیر می‌شود لذا حفظ و ذخیره آب حاصل از بارندگی در فصول مرطوب ضروری است، اما امکان ذخیره سطحی آب در بیشتر مناطق وجود ندارد و ذخیره آب در سفره‌های آب زیر زمینی می‌تواند به عنوان یکی از راه‌کارهای عملی تامین آب در فصول خشک سال باشد. سدهای زیرزمینی، سازه‌هایی هستند که جریان آب‌هاي زيرزميني را مسدود نموده و سبب ایجاد ذخائر آبی در زیرزمین می‌شوند (اوندر و یلماز[۵]، ۲۰۰۵). سد زیرزمینی، سازه جمع‌آوری کننده جریان‌های زیرقشری است که در زیر سطح زمین احداث می‌شوند، بنابراین می‌توان جریان‌های زیرسطحی و سطحی را در فصول پر باران جمع‌آوری کرده و در مواقع کم‌آبی استفاده کرد (امینی‌زاده بزنجانی و همکاران، ۱۳۸۹). در مقایسه با سدهای معمولی که در عرض رودخانه یا نهر به منظور ذخیره آب ساخته می‌شوند و آب سطحی را در مخازن بالادست سد جمع‌آوری می‌کنند، سد آب زیرزمینی[۶] جریان زیرزمینی را مسدود کرده و آب را در زیر سطح زمین ذخیره می‌نماید. همچنین می‌تواند سطح ایستابی را در یک سفره طوری بالا ببرد که به سهولت به وسیله عملیات پمپاژ قابل بهره‌برداری باشد. قارزی و همکاران (۱۳۹۱)، در پژوهشی پس از بررسی سدهای زیرزمینی و مزایا و معایب آن در مناطق خشک، به مسائل اقتصادی و اجتماعی آبخیزنشینان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که احداث سد زیرزمینی سبب افزایش درآمد و اشتغال‌زایی روستاییان شده و مهمتر از همه مشکل عمده مناطق خشک که کمبود آب می‌باشد، برطرف شده است. اورداچی[۷] و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهشی در رابطه با مدل‌سازی سدهای زیرزمینی در الجزایر، با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS، مدل رقومی ارتفاع و شبکه آبراهه منطقه مطالعاتی را به‌دست آورده و نتایج حاصل با استفاده از مدل MODFLOW برای به‌دست آوردن دبی به‌کار گرفته شد. پایداری بدنه سد با استفاده از مدل ساختار-سیال، تحت پلت‌فرم COMSOL مورد تایید و اعتبار سنجی قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده افزایش قابل‌توجه حجم آب ذخیره‌سازی به دور از شرایط تبخیر بوده و COMSOL، امکان طراحی بهینه بدنه سد را فراهم می‌کند، همچنین توسعه منطقه نیازمند ضرورت کنترل منابع آبی است.

2.Temler & Best
3. Satoshi Ishida & et al...
4. Vanrompay
5. Onder & Yilmaz
6. Groundwater Dam
7. Ouerdachi



شکل ۱- نمایی از سد زیرزمینی و برداشت آب به روش‌های مختلف

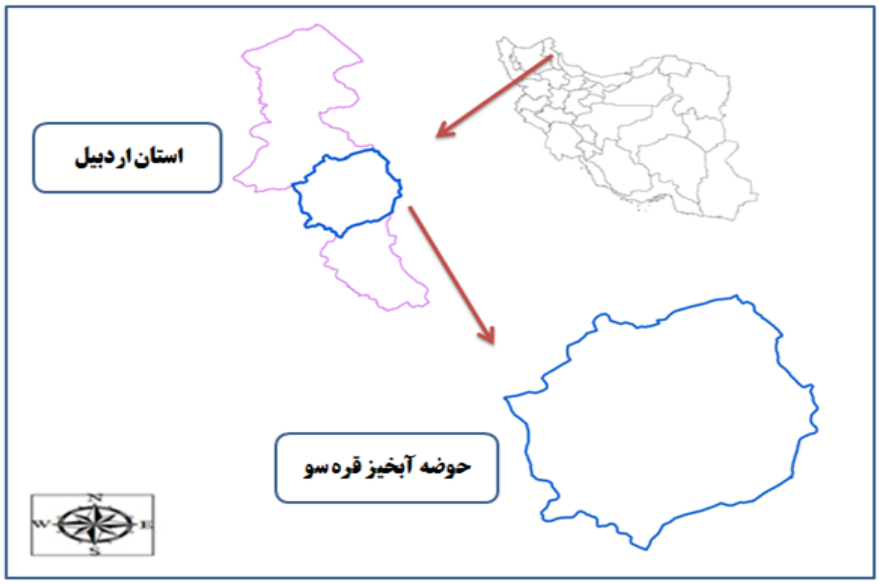
◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

حوضه آبخیز قره‌سو جزء مجموعه حوضه‌های رودخانه ارس می‌باشد. شهرستان اردبیل، مرکز استان اردبیل در مرکز حوضه آبخیز قره‌سو واقع شده و شهرستان‌های نمین، نیر و سرعین بخشی از حوضه آبخیز را تشکیل می‌دهند. مساحت حوضه در حدود ۴۴۶۷ کیلومتر مربع می‌باشد. مختصات محدوده جغرافیایی حوضه به صورت زیر می‌باشد:

طول جغرافیایی: ″۲۸ ′۴۶ °۴۷ تا ″۱۱ ′۴۲ °۴۸ طول شرقی

عرض جغرافیایی: ″۳۸ ′۴۶ °۳۷ تا ″۵۲ ′۲۲ °۳۸ عرض شمالی



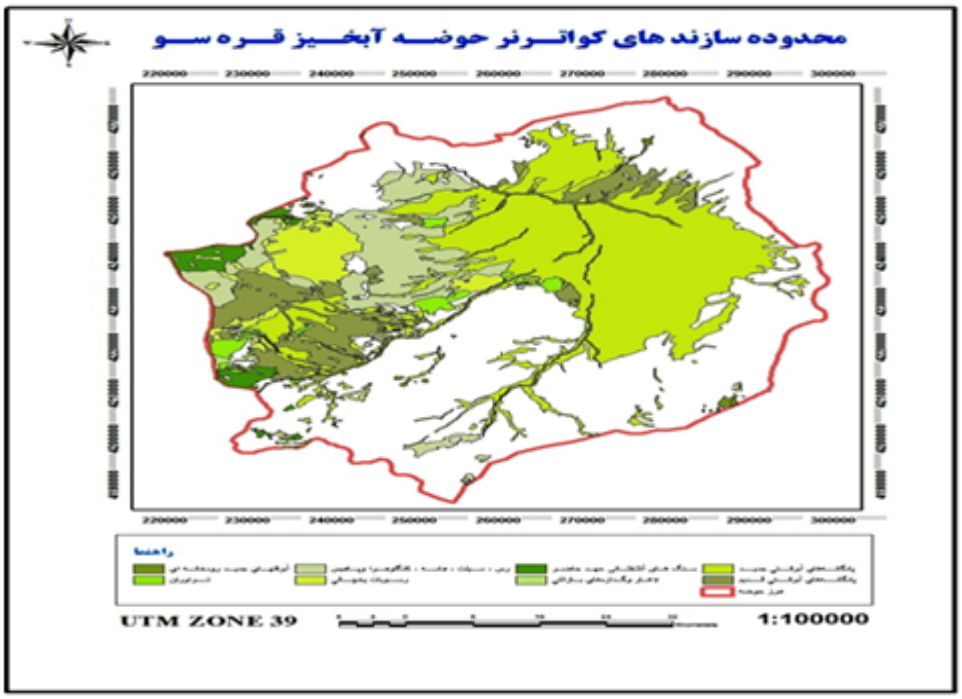
شکل ۲- موقعیت حوضه آبخیز قره‌سو

برای بررسی زمین‌شناسی حوضه آبخیز قره‌سو و شرایط مناسب احداث سد زیرزمینی، از نقشه رقومی زمین‌شناسی، نقشه کاغذی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور و گزارشات موجود استفاده شد. با بررسی نقشه زمین‌شناسی اردبیل مشخص می‌شود که زمین‌شناسی عمده منطقه را دوره کواترنر تشکیل می‌دهد که شامل سنگ‌های ولکانیکی و نهشته‌های مربوط به فعالیت آتشفشان سبلان، رسوبات آذرآواری سبلان و رسوبات کواترنر است. قسمت عمده منطقه مورد مطالعه را دشت اردبیل تشکیل داده که با رسوب‌های آبرفتی جوان پوشیده شده است. از رسوبات دوران چهارم می‌توان نهشته-ها، مخروط افکنه‌ها، تراس‌های آبرفتی دشت اردبیل و نهشته‌های تراورتنی وابسته به چشمه‌های آهک-ساز و آهک‌های دریاچه‌ای آب شیرین و رسوبات آواری دامنه آتشفشان سبلان را نام برد. زمین‌شناسی یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها برای تعیین محل‌های مناسب سدهای زیرزمینی است و حتی در مرحله شناخت اولیه به واسطه آن محل مورد نظر انتخاب می‌شود، از مهم‌ترین ویژگی‌های زمین‌شناسی در نظر گرفته شده برای این کار ویژگی‌های تکتونیکی، لیتولوژیکی و آبرفتی است. از مهم‌ترین مشخصات یک سد زیرزمینی وجود یک بستر آبرفتی با ضخامت مناسب به عنوان یک مخزن زیرزمینی برای ذخیره آب است، علاوه بر این وجود یک لایه سنگی نفوذناپذیر یا با نفوذپذیری کم به عنوان سنگ پی نیز لازم است (عشقی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). در این مطالعه رسوبات دوره کواترنر، پهنه‌های آبرفتی و همچنین کنگلومراها که به صورت تناوبی با سایر واحدها بودند در نظر گرفته شدند. این واحدها در شیب‌های مناسب احداث سد زیرزمینی قرار داشته و بعضی از واحدها هم در شیب‌های نامناسب قرار گرفته بودند. با استفاده از نقشه زمین‌شناسی، نقشه پادگانه‌های آبرفتی نیز ایجاد شد و با تبدیل نقشه وکتوری زمین‌شناسی به لایه رستری واحدهای مناسب مشخص شده و نقشه محدوده‌های زمین‌شناسی و آبرفتی مناسب با طبقه‌بندی مکرر به دست آمد. از عوامل دیگر ایجاد نشت و فرار آب از مخازن سدهای زیرزمینی، وجود شکستگی‌ها و گسل‌ها در محل احداث سد است. با توجه به این که بسیاری از تنگه‌ها و دره‌های ایجاد شده در نواحی کوهستانی در اثر پدیده‌های تکتونیکی و عموما گسلی تشکیل شده‌اند، لازم است محل‌های وجود این گسل‌ها و شکستگی‌ها مشخص شوند. برای مشخص کردن گسل‌های منطقه و تهیه نقشه آن، از لایه رقومی گسل محدوده مطالعاتی که با نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کنترل شده بود استفاده شد. سپس برای هریک از خطوط گسل، بافر یا حریم ۳۰۰ متری تعریف شده و برای پیکسل‌های واقع در محدوده خطوط گسل که در داخل حریم ۳۰۰ متری قرار داشتند کد ۰ (نامناسب) و برای خارج از محدوده حریم، کد ۱ (مناسب) اختصاص داده شد. نهایتاً نقشه خروجی گسل با استفاده از Raster Calculator به صورت لایه رستری درآمد.

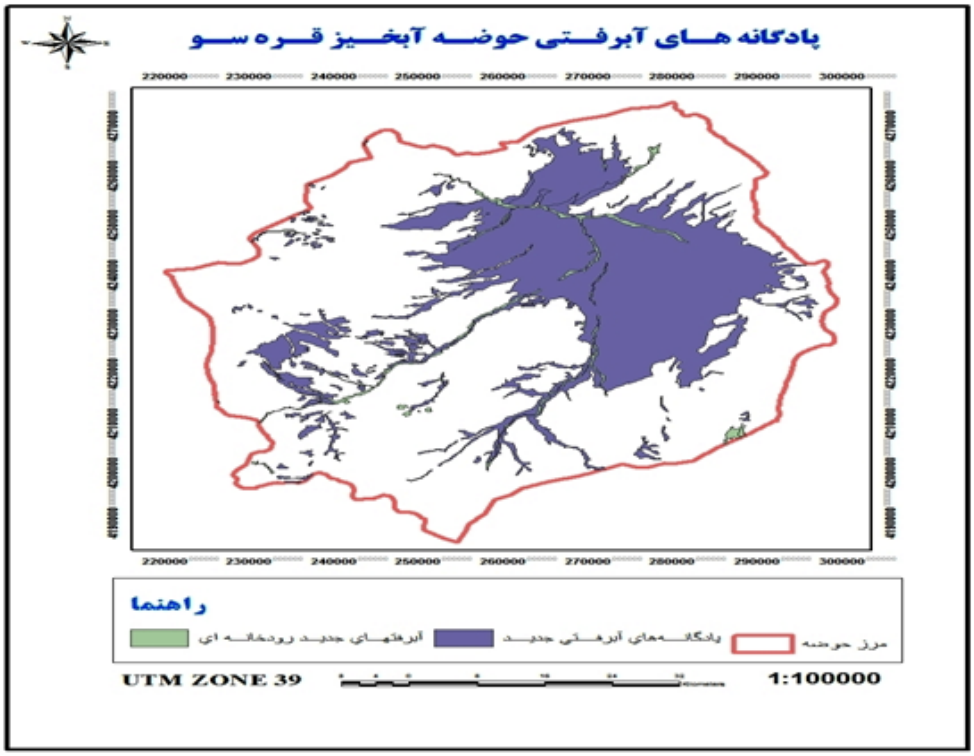
◇◇◇◇◇◇◇

نتایج:

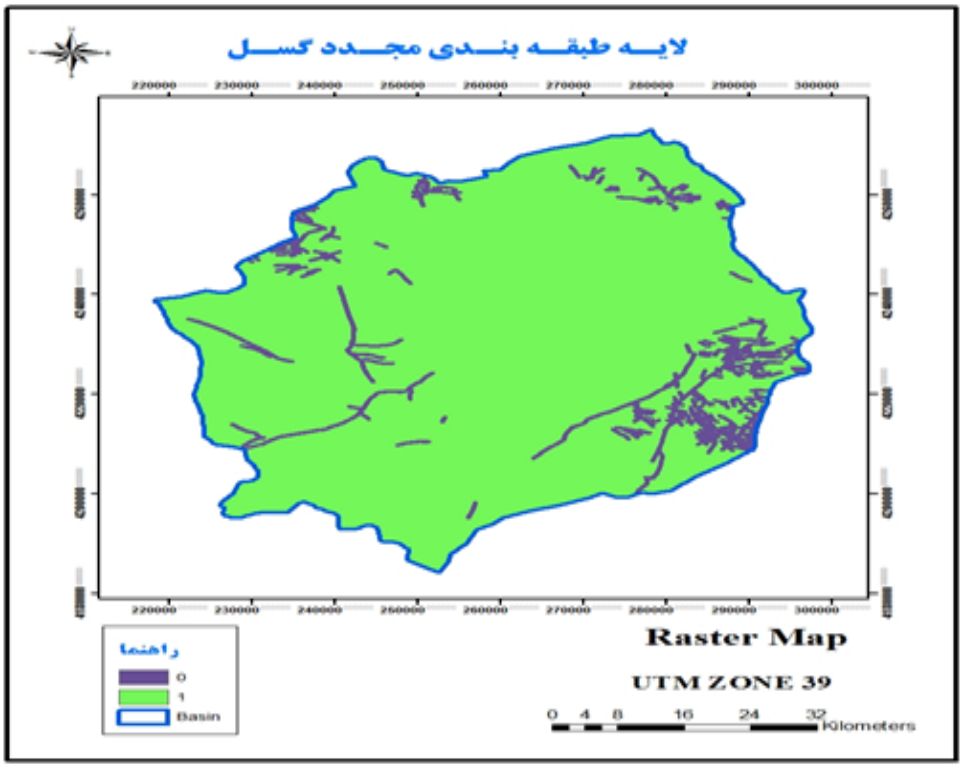
نتایج نشان داد که بیش از نیمی از حوضه از سازندهای کواترنر تشکیل شده که حدود ۱/۲۵ درصد از مساحت منطقه به نهشته‌های آبرفتی فصلی و جوان اختصاص دارد که از لحاظ احداث سدهای زیرزمینی در اولویت می‌باشند و حدود ۲۷/۷ درصد پادگانه‌های آبرفتی جدید و ۶/۹۷ درصد نیز پادگانه‌های آبرفتی قدیم و مابقی سایر واحدها می‌باشد. در نهایت نقشه لیتولوژی محل‌های مناسب احداث سد زیرزمینی به دست آمد. پادگانه‌های آبرفتی قدیمی مرتفع موجود در کرانه‌های رودخانه دارای بافت درشت‌دانه و نفوذ پذیری بالا است و به دلیل نشت آب از تکیه‌گاه‌ها، نمی‌توان بر روی آن‌ها سد زیرزمینی بنا نهاد (سلامی، ۱۳۸۵). پادگانه‌های آبرفتی قدیم یا آبرفت‌های قدیمی که در برخی نقاط حوضه مطالعاتی مشاهده می‌شود، اختلاف آن‌ها با آبرفت‌های اصلی دشت در چین‌خوردگی کم و سن آن‌ها می‌باشد که گاهی درآن‌ها چشمه‌ها و قنواتی دیده می‌شود و اغلب به صورت متراکم و نیمه‌سیمانی هستند. در این مطالعه محدوده آبرفتی اصلی و جوان به عنوان محدوده مناسب در نظر گرفته شد. در لایه گسل‌ها نیز مناطق مشخص شده با کد ۱ یعنی خارج از محدوده حریم گسل، مناسب سد زیرزمینی می‌باشند.



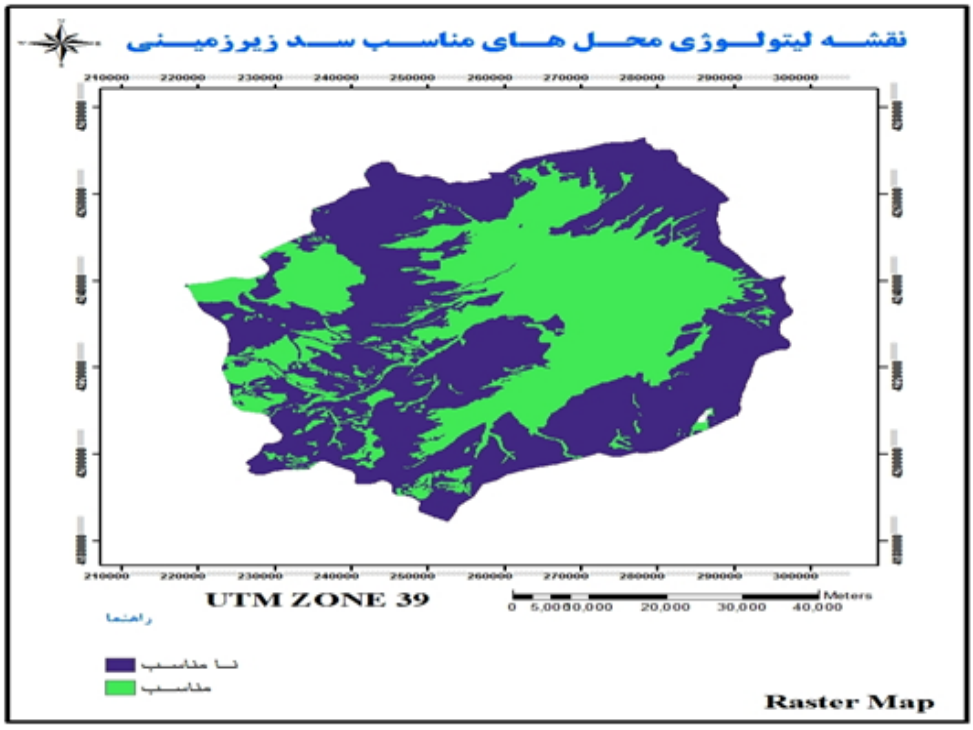
شکل ۳- واحدهای کواترنر منطقه



شکل ۴- پادگانه‌های آبرفتی منطقه



شکل ۵- لایه طبقه‌بندی مکرر گسل با اعمال حریم



شکل ۶- لیتولوژی مکان‌های مناسب سد زیرزمینی

نتیجه گیری:

آبرفت‌های جدید رودخانه‌ای شامل شن، قلوه‌سنگ و ماسه است. جنس این نهشته‌ها ولکانیکی، آهکی و ماسه‌سنگی است، نفوذپذیری بالایی داشته و می‌توانند منابع غنی آب‌های زیرزمینی را در خود ذخیره کنند و به عنوان یکی از مناطق مناسب احداث سد زیرزمینی پیشنهاد گردند. بستر رودخانه قره‌سو و بالیخلوچای از این نوع می‌باشند. پادگانه‌های آبرفتی جدید که بخش اعظم دشت اردبیل را پوشانده و شامل رسوبات آبرفتی به همراه سیلت، رس و کنگلومرا می‌باشد. این رسوبات از مواد آواری حاصل از فرسایش رسوبات پالئوژن، نئوژن و تراس‌های آبرفتی قدیمی تشکیل شده که توسط سیستم‌های آبراهه-ای بریده شده‌اند. این آبرفت‌ها منبع اصلی ذخائر آب زیرزمینی منطقه بوده، آبخوان آبرفتی و اصلی دشت را تشکیل می دهند. ضخامت این سری از آبرفت‌ها در نقاط مختلف دشت متفاوت می‌باشد که بخش اعظم سفره‌های آب زیرزمینی در آن‌ها تشکیل شده است. از لحاظ احداث سدهای زیرزمینی وجود رواناب و پتانسیل آب زیرزمینی مهم می‌باشد و نتیجه‌گیری می‌گردد که محدوده سازندهای کواترنر، به ویژه بسترهای آبرفتی مناسب برای احداث سد زیرزمینی می‌باشند.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي:

۱. امینی‌زاده بزنجانی، م.ر.، لشکری پور، غ.ر.، غفوری، م.، ۱۳۸۹. متدولوژی پایش سدهای زیرزمینی (مطالعه موردی: پایش سد زیرزمینی راور کرمان)، فصلنامه علمی- پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال اول، شماره ۲، ۴۳-۵۷ ص‌ص.
۲. پیرمرادی، ر.، نخعی، م.، اسدیان، ف.، ۱۳۸۹. تعیین مناطق مناسب جهت احداث سد زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی، مطالعه موردی: دشت ملایر در استان همدان، فصلنامه جغرافیای طبیعی، سال سوم، شماره ۸، ۵۱-۶۶ ص.
۳. جعفری باری، م.، ۱۳۸۳. بررسی نقش سدهای زیرزمینی بر آبدهی قنوات، چکیده مقالات همایش ملی قنات، گناباد، ۷۸ص.
٤. ذوالانوار، ع.، احمدی، م.ن.، ۱۳۸۲. ارائه روشی برای طراحی و اجرای بدنه سد زیرزمینی با استفاده از بتن پلاستیک، ششمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۵. سلامی، ه.، ناصری، ح.ر.، داودی، م.ه.، اسپندار، ر.، ۱۳۸۵. تعیین مکان‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی در مناطق آذرین با استفاده از دورسنجی (مطالعه موردی: دامنه شمالی کوه‌های کرکس) پایان نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علومزمین.
٦. طباطبایی‌یزدی، ج.، ۱۳۸۵. ارزیابی بهره‌برداری از جریانات زیرسطحی به وسیله احداث سدهای زیرزمینی در یک آبراهه، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۰۷ص.
۷. عشقی‌زاده، م.، نورا، ن.، سپهری، ع.، حیدری، ح.، ۱۳۸۸. روش تعیین مناطق مناسب برای احداث سدهای زیرزمینی کوچک به منظور تغذیه و کنترل آبدهی قنوات هوابین (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کلات شهرستان گناباد)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، رشته آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲۳۰ص.
۸. قارزی، ر.، نجفی‌نژاد، ع.، نورا، ن.، دهقانی، ا.ا.، فیله‌کش، ا.، ۱۳۹۱. مسائل اقتصادی – اجتماعی سد زیرزمینی در آبخیز بفره سبزوار، هشتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، خرم‌آباد، دانشگاه لرستان.

References:

9. Ishida, S., Tsuchihara, T., Yoshimoto, S., Imaizumi, M. 2011. Sustainable use of groundwater with underground dams, Review, JARQ, 45(1), 51-61 pp.
10. Onder, H., Yilmaz, M., 2005. Underground Dams, A tool of sustainable development and management of groundwater resources, European Water publications, 11/12: 35-45 pp.
11. Ouerdachi, L., Boutaghane, H., Hafsi, R., Boulmaiz Tayeb, T., Bouzahar, F., 2012. Modeling of underground dams, Application to planning in the semi-arid areas (Biskra, Algeria), Energy Procedia, Elsevier publications, (18): 426-437 pp.
12. Telmer, K, & Best, M. 2004. Underground Dams: A Practical Solution for The Water Needs of Small Communities in Semiarid Regions. School of Earth and Ocean Sciences, University of victoria.
13. Vanrompay,L., 2003. Report on the Technical Evaluation & Impact Assessment of Subsurface Dams (SSDs) TLDP Technical Report, 14 pp.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی علل لغزش زمین در شمال غرب روستای حیرت منطقه کجور نوشهر

محمد علی قلی نتاج ؛ فوق لیسانس زمین شناسی ، مدرس دانشگاه فرهنگیان بابل
(mgholinataj@yahoo.com
اسماعیل مختارپور ؛ فوق لیسانس زمین شناسی ، کارشناس اداره کل منابع طبیعی مازندران
(e-mokhtarpour@yahoo.com

چکیده :

زمین لغزه یکی از عوامل طبیعی تهدید کننده بستر توسعه اقتصادی و اجتماعی است . زمین لغزه مرکب غرب روستای حیرت در منطقه کجور ، از جمله این تهدید کننده طبیعی است که در شروع و تداوم آن ، عوامل متعدد طبیعی مانند شیب زمین خصوصیات زمین شناسی و آب و هوایی و غیر طبیعی نظیر آبیاری غیر اصولی باغات بالادست ، گودبرداری و غیره موثر می باشند . این رانش موجب آسیب های جدی بر راه مواصلاتی ، خط انتقال نیرو ی فشار قوی ، پل و غیره شده است . پایداری و توقف حرکت این رانش ، با توجه به شرایط موجود ، تقریبا میسر نبوده و فقط با اقداماتی نظیر زهکشی آب زیرزمینی در پاشنه رانش ، آبیاری قطره ای باغات بالادست و غیره ، می توان تا حدودی بر سرعت رانش کاست .
واژهای کلیدی : منطقه کجور ،روستای حیرت، زمین لغزش

Abstract:

The study of Landslide in north–west of Heirat Village in Kojoor Area

M. A. Gholi Nataj ; M. Sc . Geology (mgholinataj@yahoo.com)
E. Mokhtarpour ; M. Sc . Geology (e-mokhtarpour@yahoo.com)

One of the natural threatening factors that threatening economic and sociality development is landslide. The composite landslide of the west Heirat Village in Kojoor Area were natural threatening`s factors that it`s starting with different natural factors as example slope and geological conditions and human causes such as non-irrigated fields upstream, digging and ect. this landslide induced serious injury on the road, high voltage power transmission lines and bridges. The stability and stop this landslide, order to conditions , almost is not possible and we could only decrease in this damages with such as groundwater drainage heel drift, drip irrigation upstream gardens etc.

Keys words: Kojoor Area, Heirat Village, landslide

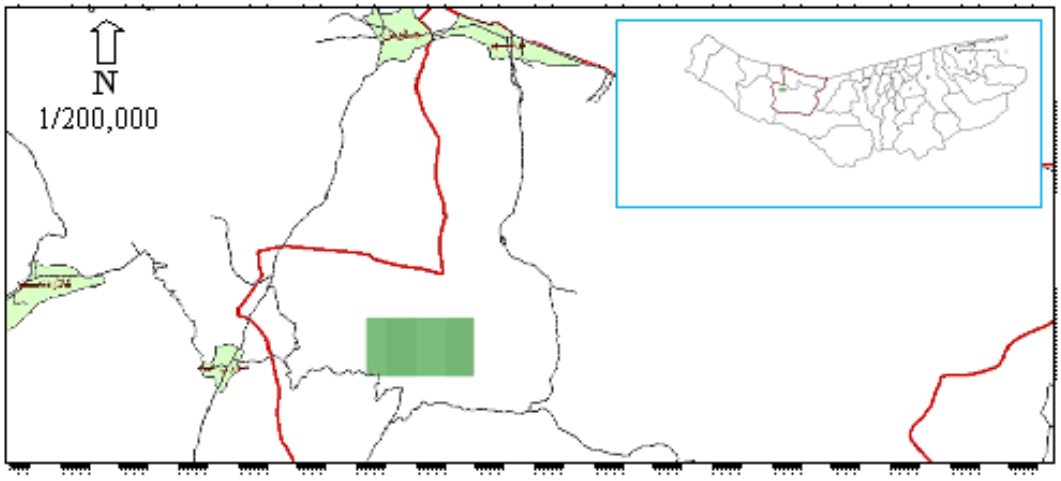
مقدمه :

رشد جمعیت و توسعه مناطق مسکونی و به دنبال آن توسعه امکانات زیربنایی و مورد نیاز جوامع بشری در مناطق مختلف و به خصوص در مناطق با خطر بلایای طبیعی بالا، در معرض قرارگرفتن آنها در برابر بلایای طبیعی را نیز افزایش داده است (احمدی ،۱۳٦۷) . زمین لغزش که حاصل حرکت رو به پایین توده های خاک و سنگ ، بر اثر نیروی جاذبه است(معماریان، ۱۳۸۳ و صادقی ،۱۳۹۱) ، از جمله این تهدید ها محیطی می باشد .

زمین لغزش غرب روستای حیرت ، جزء لغزش های مرکب بوده و باعث آسیب جدی خط انتقال نیروی فشار قوی ، راه های مواصلاتی ، پل و غیره گردیده است . عوامل طبیعی چون ، وضعیت زمین شناسی ، همسو بودن شیب لایه بندی و توپوگرافی ، نقش آب های سطحی و زیر سطحی و عوامل انسانی مانند ، آبیاری غیر اصولی باغات بالادست و برداشت بخشی از پاشنه لغزشی در غالب واریزه کوهی،در وقوع این حرکت نقش داشته اند .

موقعیت جغرافیایی :

سایت لغزشی ۱۸/۱ هکتاری ، در ۱۱ کیلومتری جاده کندوان و در شمال غرب روستای حیرت واقع شده است(شکل ۱) . موقعیت مکانی این سایت ، ٥۱ ۲٦ شرقی و ۳٦ ۲۸ شمالی بوده ، کمترین و



شکل ۱ – راه دسترسی به سایت لغزشی (تصویر راست) و سایر عوارض موجود (تصویر چپ)

بیشترین ارتفاع آن به ترتیب ، ۶۷۵ و۸۳۰ متر از سطح آب های آزاد می باشد. شیب متوسط آن نیز،۲۱ درصد به سمت جنوب غرب می باشد.در جنوب آن،محدوده ای گودال مانند وجود داشته و به صورت، چشمه سار وجود دارد(شکل ۳).

بر اساس اظهارات افراد بومی ، در حدود ۵۰ الی ۶۰ سال قبل، رانش بزرگی در محل سایت لغزشی فعلی ، اتفاق افتاده که وجود پرتگاه ها و گودال های آب فعلی می تواند شواه آن باشد . بعد از زمین لرزه سال ۱۳۸۳ ، حرکات رانشی دوباره فعال شده ،در نهایت ، آخرین حرکات شدید آن ، در نیمه دوم سال۱۳۹۰ ، رخ داده است .

عوامل اثر گذار بر رفتار لغزشی :

در شروع و تداوم لغزش، عوامل متعدد طبیعی و انسانی، هر یک، به نسبت های گوناگون،ایفای نقش نموده اند .

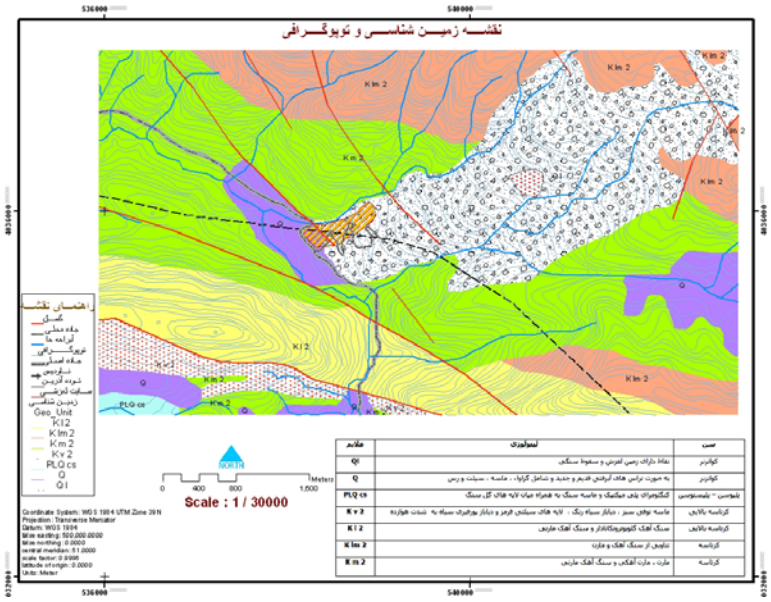
الف – عوامل طبیعی:

وضعیت زمین شناسی و تکتونیک منطقه،از جمله مهمترین عوامل طبیعی اثرگذار در وقوع این رانش می باشد. رسوبات به عنوان واحد های سنگ شناسی تشکیل دهنده در این سایت می باشند . این واحدها شامل مجموعه ای از رسوبات تخریبی قدیمی تکتونیزه شده و نهشته های حاصل جریان گلی است که در ناودیسی با پلانژ جنوب غربی قرار گرفته است .این مجموعه ، بر روی واحد های سنگ آهک، آهک مارنی و مارنی ، با سن کرتاسه بالایی و سنگ های آذرین آندزی_ بازالتی مربوط به فوران کرتاسه قرار گرفته اند (آقا نباتی ،۱۳۸۳) . از نکات قابل توجه ، همسو بودن پلانژ ناودیس با جهت شیب توپوگرافی و همچنین جهت عمومی رانش است (شکل ۲).

علاوه بر ناودیس ، وجود درز و گسل های متعدد ، بیانگر فعالیت تکتونیکی بوده ، پیامد ها و اثرات آن ، بر شرایط لغزشی ، دارای جایگاه ویژه ای است . شرایط تکتونیکی، نه تنها موجب تکتونیزه شدن شدید سنگ ها و هموار شرایط برای نفوذ آب های سطحی و زیر سطحی بالادست گردیده ، بلکه توان لرزه ای منطقه را نیز بالا می برد . برای نمونه ، از سال ۱۳۷۸ تا حال ، حدود ۲۸ زمین لرزه مساوی و بزرگتر از ۳/۵ ریشتر در شعاع کمتر از ۲۵کیلومتری نسبت به مرکز سایت لغزشی،رخ داده است(سایت پژوهشگاه زلزله شناسی کشور) .

از دیگر عوامل طبیعی موثر در رانش ، وجود آب می باشد (معماریان ،۱۳۸۳) . منشاء آب ، شامل آب های بارشی و زیرزمینی ، آب های انتقال یافته به منظور استفاده در باغات و مرغداری و حتی آب زیرزمینی می باشد . با توجه به بارش حداکثری از نیمه دوم پاییز تا نیمه اول بهار و همچنین وجود ۵ ماه ، به صورت ماه های خشک و یخبندان (هواشناسی مازندران)، فرصت برای نفوذ آب ، مهیا می باشد . در مجموع ، عمق سطح ایستابی در سایت لغزشی، پایین بوده، به نظر می رسد، بخشی از آبی که به صورت چشمه،در انتهای جنوبی آن جریان پیدا می کند ؛ آبی باشد که از بالادست به داخل زمین نفوذ

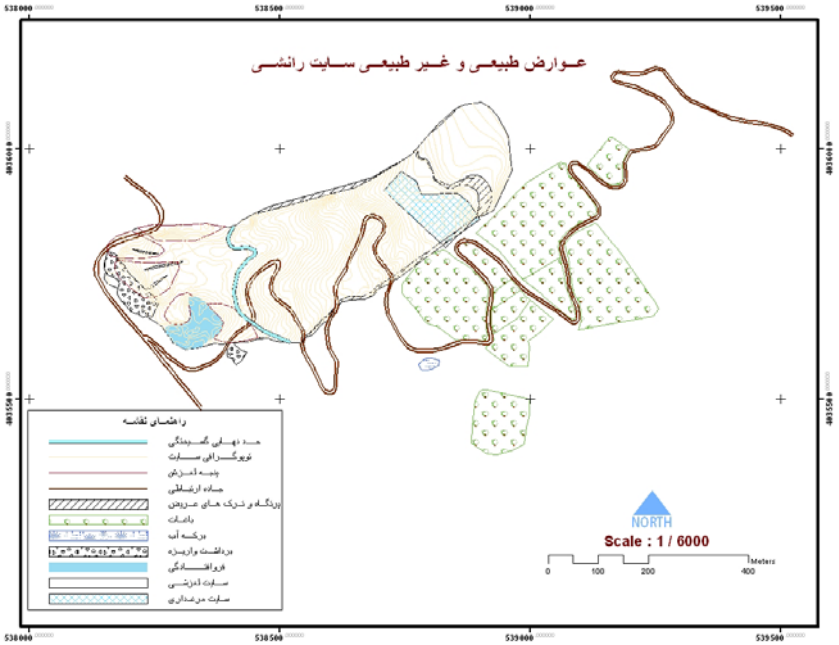
کرده و با توجه به شیب لایه های زیرین و پلانژ مقاومت برشی اجزاء سازنده سایت لغزشی ، توسط آب ، بیشتر از نقش افزایش تنش برشی آن باشد .



شکل ۲ _ نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

ب – عوامل انسانی:

نفوذ حجم بالایی از آب ، از طریق شبکه انتقال سنتی ، آبیاری غرقابی باغات بالادست و آب مازاد بر مصرف مرغداری صورت می گیرد . وجود راه مواصلاتی اصلی منطقه کجور ، روی پاشنه رانشی و با توجه به تردد زیاد ماشین های سنگین حمل مصالح ساختمانی ، از معدن شن در نزدیکی دشت نظیر، نه تنها باعث ایجاد شوک لرزه ای ، بلکه ایجاد شوک ضربه ای در نقاط دارای اختلاف سطح ، بر پیکر سایت لغزشی می گردد . همچنین ، برداشت پاشنه رانشی ، به عنوان واریزه کوهی در اوایل سال ۱۳۹۰ ، نمی تواند عامل اصلی شروع مجدد رانش در نیمه دوم سال۱۳۹۰ باشد ، ولی در کاهش تنش برشی پاشنه لغزشی ، چندان بی تاثیر ، نبوده است (شکل ۳) .

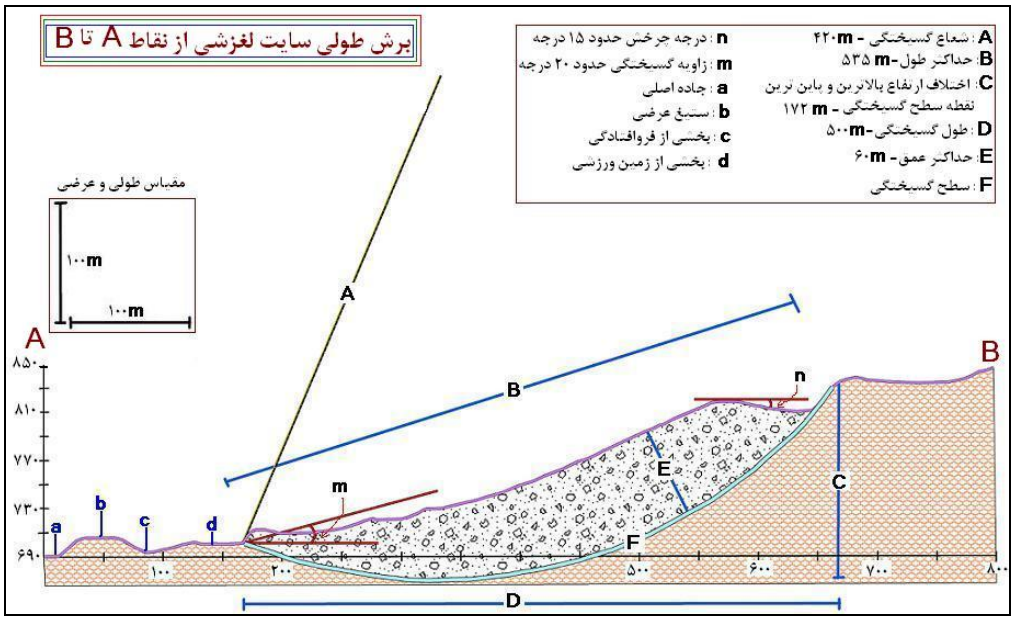


شکل ۳_ توپوگرافی و عوارض طبیعی و غیر طبیعی سایت رانشی

خصوصیات زمین شناسی مهندسی سایت لغزشی:

نوع لغزش ، ترکیبی از دورانی و صفحه ای است ؛ در قسمت جنوب و مرکزی ، با عمق زیاد سنگ بستر ، نوع حرکت ، دورانی بوده ، در حالی که در قسمت شمالی تر ، با عمق کم سنگ بستر مارنی، دارای حرکت صفحه ای است. اختلاف ارتفاع سطح گسیختگی اصلی ، به طور متوسط ۷ مترمی باشد (شکل ٤) . در ادامه پرتگاه اصلی در بخش گسیختگی صفحه ای ، ترک کششی با عرض ۱/۳ متر به چشم می خورد (شکل ٤). همچنین ترک های شعاعی ، بخش میانی سایت لغزشی و ترک های شعاعی و عرضی در منتهی الیه پنجه لغزشی نیز قابل رویت هستند . پنجه لغزشی دارای جهات حرکتی متفاوتی است . غالب جهت حرکت به سمت جنوب غرب بوده ، ولی درمحل فروافتادگی، حرکت به سمت فروافتادگی نیز وجود دارد (شکل ٥) .

شکل ۴_ بخشی از پرتگاه اصلی (تصویر راست) و ترک کششی در امتداد پرتگاه اصلی(تصویر چپ)



شکل ۵_ مقطع طولی سایت رانشی

نتایج و پیشنهادات:

– در شروع و تداوم این زمین لغزش ترکیبی ، عوامل طبیعی به خصوص شرایط تکنونیکی و همسو بودن شیب توپوگرافی با شیب لایه ها و عوامل انسانی منعددی نقش داشته،عوامل طبیعی تاثیر گذاری بیشتری دارند .
– تخریب راه مواصلاتی، خطوط انتقال نیرو ، پل و غیره پیامد های لغزش بوده و همچنان تداوم دارد .
– آبیاری قطره ای باغات بالادست ، بهسازی شبکه انتقال آب ،کنترل آب مازاد مرغداری و اقدامات متعدد دیگر به منظور زهکشی بهتر آب زیرزمینی ، جهت کاهش سرعت حرکت آن موثر بوده ، با مونیتورینگ ، میزان و جهت حرکات آن را تحت نظر داشته باشند .
– به نظر می رسد ، اقدامات پیشنهادی، فقط، به منظور کاهش سرعت حرکت لغزش بوده ، نقش چندانی در متوقف کردن حرکت توده لغزشی نداشته باشد ، زیرا بسیاری از عوامل موثر بر لغزش،تحت کنترل ما نمی باشد .

تقدیر و تشکر:

در پایان بر خود فرض می دانیم که از آقایان مهندس قاسم حجت ، مهندس روشن و مهندس گنجی که در بخش خای مختلف این کار یاری کنندگان ما بوده اند ، صمیمانه تقدیر و تشکر نماییم .

منابع فارسي :

- آقا نباتی ، ع ،۱۳۸۳ ، زمین شناسی ایران ، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی
- احمدی ، ح ، ۱۳٦۷ ، ژئومرفولوژی کاربردی ، انتشارات دانشگاه تهران
- صادقی ، ح ، ۱۳۹۱ ، زمین شناسی مهندسی ، انتشارات دانشگاه امام حسین (ع) ، چاپ دوم
- معماریان ، ح ، ۱۳۷۷ ، زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک ، انتشارات دانشگاه تهران ، چاپ دوم
- معماریان ، ح ، ۱۳۸۳ ، زمین شناسی برای مهندسین ، انتشارات دانشگاه تهران ، چاپ هفتم
- اطلاعات دریافتی از اداره هواشناسی استان مازندران

References:

-http://www.iiees.ac.ir

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی عوامل زمین شناسی مؤثر در ناپایداری ترانشه ی کنارگذر خوانسار

◇◇◇◇◇◇◇

زهرا شاه‌وردی[۱*]، اکبر قاضی‌فرد[۲]، همایون صفایی[۳]
۱-کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران zahra.shahverdy@yahoo.com
۲- دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران
۳- دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

ترانشه ي جاده ي درحال احداث خوانسار يكي از راه هاي مواصلاتي بين چند استان كشور است، كه شهرستان دامنه را به گلپايگان متصل نموده و داراي طول۷۰۰ متر مي باشد. اين ترانشه عمدتاً از بين واحدهاي زمين شناسي ضعيف و ناپايدار، عبور مي نمايد كه با لغزش همراه گشته است. واحد هاي زمين شناسي مسير مذكور، نه تنها عمدتاً از فيليت گرافيت دار و سنگ هاي شيستي ضعيف تشكيل شده اند بلكه از لحاظ ساختاري نيز داراي پتانسيل ناپايداري بوده و انجام مطالعات زمين شناسي ساختماني و زمين شناسي مهندسي قبل و در حين احداث ترانشه بسيار ضروري مي باشد.
كليد واژه ها: ترانشه، كنار گذر خوانسار، ناپايداری، زمين شناسی

Abstract:

Evaluatoin of geological factors effective the instability of new Khansar by-pass

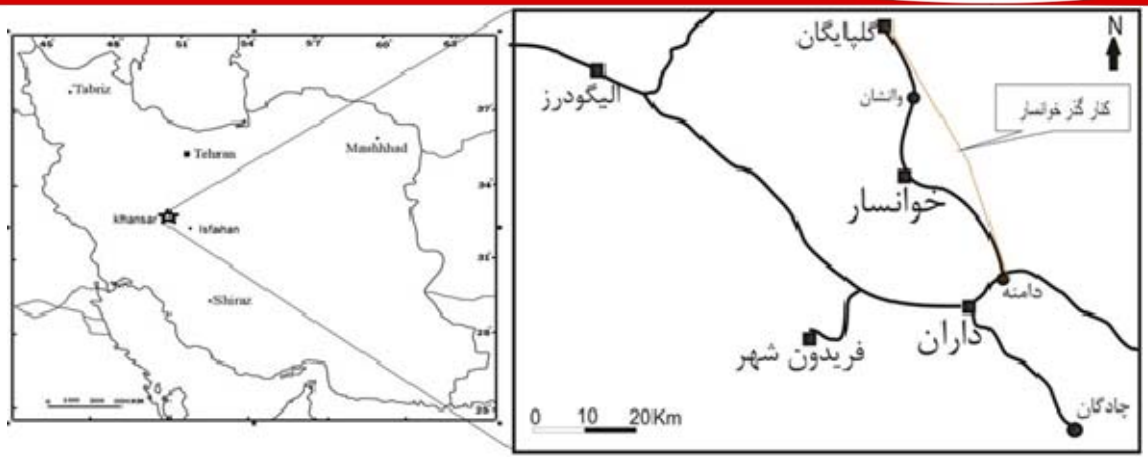
The current roadcuts which are being constructed on east side of Khansar is part of a major inter province road that connects city of Damaneh to city of Golpayegan. The length of this road cut with landslide problem is about 700 meter. Geological units of the road cut are not only cinsist of schist and weak rocks such as phylite but also based on structural characteristics, they have instability potential and conducting geological engineering investigations before and during construction of roadcuts are very essential.

Keywords : road-cut ,Khansar by-pass, instability, geological

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

ترانشه ي احداث شده كنارگذر خوانسار در عرض جغرافيايي ۳۳ درجه و ۱۳ دقيقه و ۲/۲ ثانيه شمالي و طول جغرافيايي ۵۰ درجه و ۲۰ دقيقه و ۵۳/۶ ثانيه شرقي قرار دارد و فاصله آن تا شهرستان خوانسار ۹/۹ كيلومتر مي باشد (شكل۱). عرض ترانشه مورد مطالعه ۳۰ متر، طول آن ۷۰۰ متر و شامل ديواره شمال شرقي با ارتفاع ۳۸ متر و زاويه ۴۹ درجه و ديواره جنوب غربي با ارتفاع ۱۱ متر و زاويه ۵۴ درجه مي باشد. اين ترانشه سنگي به دليل عدم مطالعات زمين شناسي مهندسي قبلي مورد عمليات حفاري قرار گرفته كه اولين لغزش پس از بارندگي هاي بهاره گزارش گرديد. بنابراين با توجه به پتانسيل بالاي لغزش در اين ترانشه در مرحله ی اول نیاز به شناسایي عوامل اصلي ايجاد لغزش می باشد تا در مراحل بعدی بتوان راهکارهایی جهت كاهش و يا جلوگيري از وقوع لغزش ها ارائه داد.

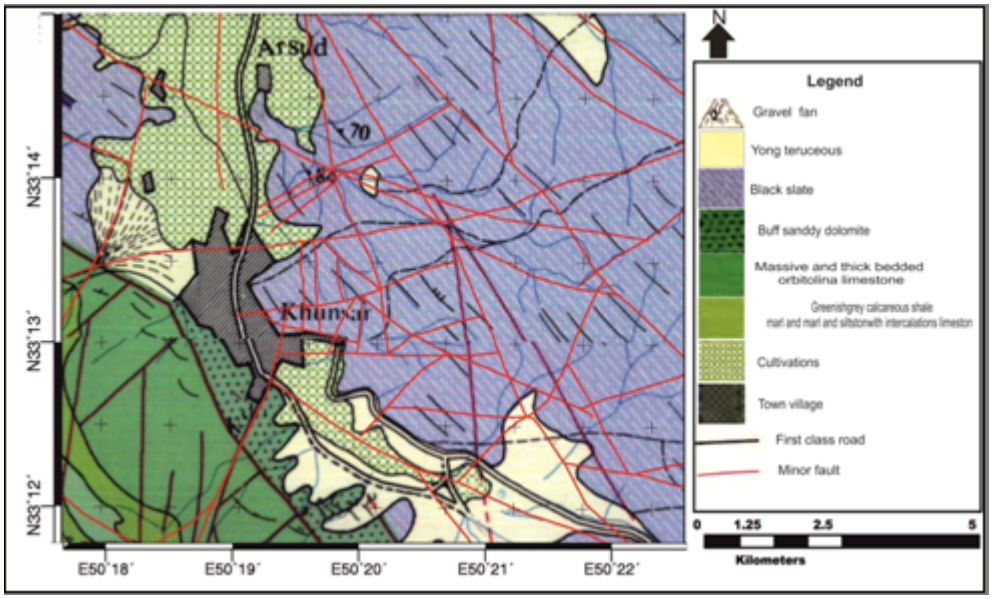


شکل۱: موقعیت جغرافیایي منطقه

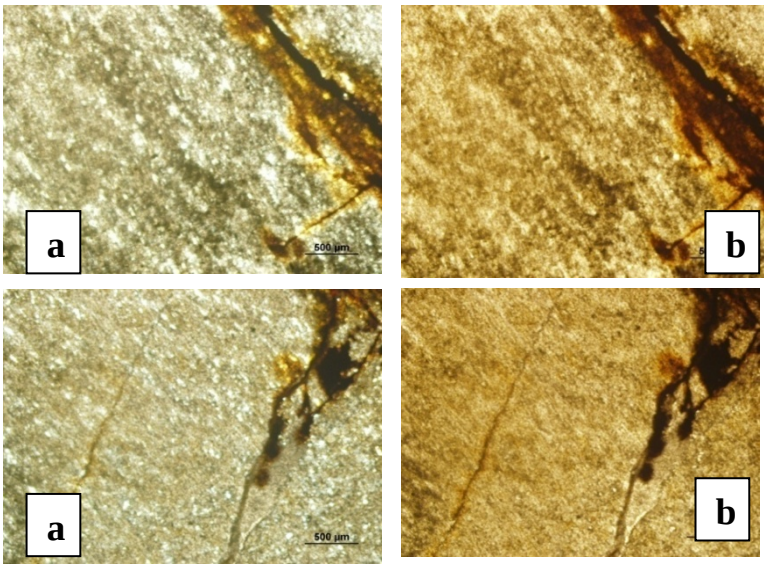
◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

محدوده ي مورد مطالعه، در ارتفاعات شمال شرق و شرق خوانسار و بر اساس نقشه ي ۱:۱۰۰۰۰۰ گلپایگان ازسازمان زمین شناسي در اسلیت هاي سیاه رنگ متعلق به زمان ژوراسیک، قرار گرفته است (شکل۲). با بررسي هاي مقاطع میکروسکوپي از نمونه هاي سنگي در محدوده ترانشه، ترکیب کانی شناسی سنگ از کاني هاي گرافیت، کوارتز، کاني اپاک، گروه هماتیت، کاني سریزیت و رگه هایي از اپاک پرشده تشخیص داده شد (شکل ۳) و نام سنگ فیلیت گرافیت دار با درجه ي دگرگوني ضعیف تعیین گردید. به علاوه بر خلاف ظاهر آرام منطقه، وجود فعالیت هاي تکتونیکي وگسل هاي اصلي و فرعي شناخته شده توسط پردازش داده هاي سنجنده TMماهواره ي لندست پنج RGB= 741 در محدوده مورد مطالعه، باعث خردشدگي واحدهاي سنگي شده است.



شکل ۲: نقشه زمین شناسي خوانسار به همراه گسل هاي فرعي شناسایي شده در این مطالعه (نقشه۱/۱۰۰۰۰۰گلپایگان سازمان زمین شناسي واکتشاف معادن، ۱۳۷۱)

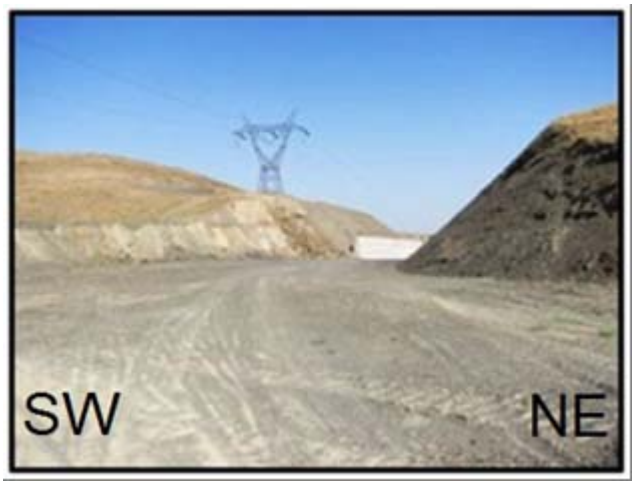


شکل۳: تصاویري از مقاطع نازک سنگ فیلیت گرافیت‌دار
a) باآنالیزور(بزرگنمایي ٦٠٠ برابر) b) بدون آنالیزور(بزرگنمایي ٦٠٠ برابر)

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

ترانشه مورد نظر طولي معادل ۷۰۰ متر را داراست و شامل جناح هايي با روند جنوب غربي و شمال شرقي مي باشد (شكل ٤). راستاي جاده با Az 150 به موازات امتداد شيستوزيته مي باشد واين هم راستايي، عامل اصلي كاهش پايداري است، البته عواملي هم چون وجود شكاف ها در ديواره ها، وجود دكل فشارقوي برق در جناح جنوب غربي و عوامل ديگر نيز در اين ناپايداري مؤثر و نيازمند بررسي مي باشند .
وضعيت زمين شناسي شامل موقعيت شيستوزيته و درزه ها باعث شده كه ديواره هاي اين ترانشه از نظر پايداري بايكديگر تفاوت داشته باشند، به طوري كه در ديواره ي جنوب غربي علي رغم ارتفاع كم تر، ميزان ناپايداري متأثر از شيستوزيته است البته شكستگي ها نيز به كاهش پايداري كمك كردند. در ديواره شمال شرقي باوجود ارتفاع بيش-تر ميزان ناپايداري كم تر به نظر مي رسد، اما با بررسي هاي بيشتر و تعيين فاكتور ايمني ديواره هاي ترانشه، اين ديواره نيز وضعيت نامناسب تر از ديواره جنوب غرب دارد (شكل ٥ و ٦).



شكل ٤: نمايي از ترانشه مورد مطالعه

شکل ٥: دیواره جنوب غرب

شکل ٦: دیواره شمال شرق

عوامل مؤثر در ناپایداری دیواره ي جنوب غربي

دست كاري در طبيعت و احداث ترانشه در مكاني با حضور دكل هاي فشار قوي برق باعث ناپايداري در لايه هاي سنگي اين ديواره گشته (شكل ٧) و بدين منظور از ديوار حائل استفاده شده است (شكل٨). حضور شكافي با عرض جغرافيايي ٣٣ درجه و ١٣ دقيقه و ٤ ثانيه و طول جغرافيايي ٥٠ درجه و٢٠ دقيقه و ٥٣ ثانيه، در نزديكي دكل شاهدي بر ناپايداري و لغزش سنگ ها است (شكل٩).

لغزش در اين ديواره بر اثر شيستوزيته و درزه ها رخ داده است، هم چنين وضعيت سنگ شناسي نيز به گونه اي است كه مي تواند در وقوع لغزش مؤثر باشد (شكل١٠)، در بخش بالايي اين ديواره جدايش بين لايه هاي سنگ و خاک به خوبي قابل مشاهده است (شكل ١١). وجود لايه هاي كوارتز در داخل سنگ ها شاهدي بر حضور درزه هاي متاثر از گسل مي باشد(شكل ١٢)، كه مي تواند علاوه بر ويژگي ذاتي سست سنگ ها باعث خرد شدگي و ريزش سنگ ها نيز گردد.

شكل٧: لغزش سنگ ها در ديواره جنوب غربي

شكل٨: ديوار حائل در حال ساخت به منظور جلوگيري از لغزش در ديواره جنوب غربي (ديد به سمت شمال)

شکل ۹: شکاف ایجاد شده در اثر احداث ترانشه (دید به سمت شمال) شکل ۱۰: وضعیت شیستوزیته و درزه هاي با راستاي آزيموت ٦٠ درجه (زاويه بين شيستوزيته و درزه ها ٩٠ درجه مي باشد)

شکل۱۱: مرز بين لايه هاي سنگ و خاک در انتهاي ديواره جنوب غربي ترانشه شکل۱۲:حضور رگه هاي کوارتز در سنگ ها شاهدي بر شکستگي درون سنگ ها

عوامل مؤثر در ناپايداری ديواره ي شمال شرقي

وضعيت شيستوزيته در ديواره شمال شرق براي لغزش، غير مساعد تر از ديواره جنوب غرب مي باشد (شکل ۱۳)، به همين علت وضعيت پايداري در اين ديواره بهتر به نظر مي رسد، تجمع آب در نزديکي ديواره شمال شرقي ترانشه (شکل ١٤)، حضور رگه ی گرافيت در سنگ هاي اين بخش از ترانشه و تأثير آن در ناپايداري (شکل ١٥) و حضور شکاف هايي با آزيموت ١٦٠ درجه درقسمت بالايي ترانشه (شکل ١٦)، جز عوامل اصلي لغزش اين ديواره مي باشند.

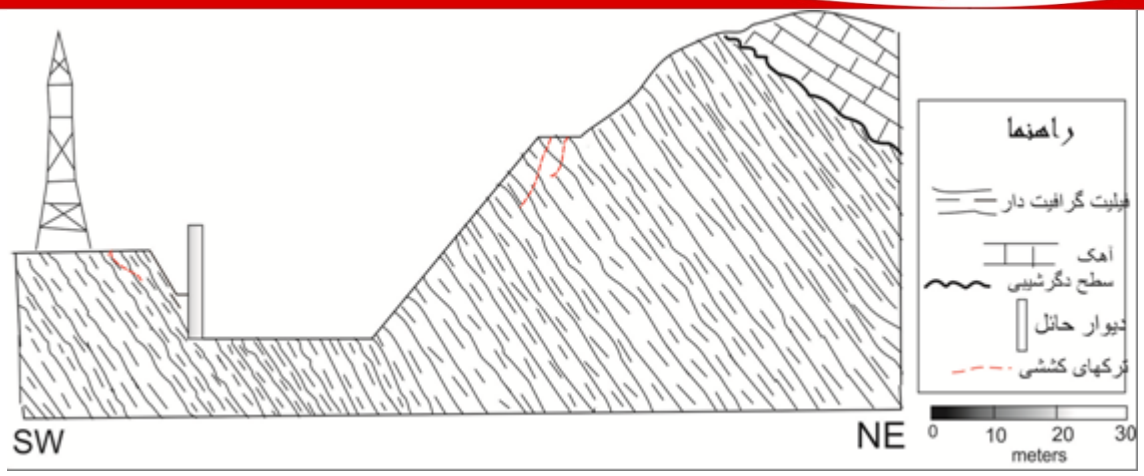
شکل۱۳:شيستوزيته و درزه ها در جناح شمال شرقي شکل١٤:تجمع آب در نزديکي ديواره ي شمال شرقي ترانشه به علت نفوذ ناپذيري فيليت ها (ديد به سمت شمال)

شکل۱۵: وجود گرافیت در سنگ هاي ديواره ي شمال شرقي شکل ١٦: شکاف ها در ديوار ه ي شمال شرقي ترانشه (ديد به سمت شمال)

در ارتفاع ٤٠ متري ديواره شمال شرقي لايه هاي آهکي به صورت دگرشيب بر روي فيليت ها قرار گرفته اند. زاويه دگر شيبي ٣٥ درجه مي باشد (شکل ١٧).

شکل ١٧: لايه هاي آهکي در ارتفاع ٤٠ متري ديوار شرقي

در نهايت با بررسي هاي صحرايي و تعيين ويژگي هاي ژئومتري ترانشه مورد مطالعه، مقطع زمين شناسي منطقه مورد مطالعه ترسيم گرديد (شکل١٨).



شکل۱۸:مقطع زمین شناسي ترانشه مورد مطالعه

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

۱- با انجام بازديدهاي صحرايي و هم چنين بررسي نقشه هاي زمين شناسي و مقاطع ميكروسكوپي، منطقه مورد مطالعه در زون سنندج سيرجان قرار مي گيرد و جنس سنگ هاي محدوده ترانشه شيست و فيليت گرافيت دار تعيين گرديد.

۲- بررسي مطالعات تكتونيک و تصاوير ماهواره اي نشان دهنده اين است كه منطقه مورد مطالعه از ديدگاه تكتونيكي فعال مي باشد و سه سيستم گسلي در شعاع ۱۰۰ كيلومتري محدوده ترانشه وجود دارد. نزديك ترين گسل اصلي شناسايي شده توسط پردازش داده هاي ماهوار ه اي به سايت گسل شازند می باشد همچنین حضور گسل های فرعی در منطقه باعث حضور درزه ها و خردشدگی واحدهای سنگی گشته است.

۳- عوامل مؤثر در لغزش ترانشه كنارگذر خوانسار با بررسي هاي صحرايي شامل عوامل دروني و بيروني مانند، جنس و ليتولوژي ضعيف توده سنگ، وجود فولياسيون مساعد براي لغزش توده سنگ، وجود دسته درزه ها و شرايط فعال تكتونيكي، تجمع آب حاصل از بارندگي به دليل نفوذناپذيري ذاتي توده سنگ ترانشه، وجود نيروي هاي رانشي حاصل از وزن دكل فشار قوي برق مي باشد.

٤- ويژگي هاي توده سنگ ترانشه كنارگذر خوانسار شامل جنس ضعيف توده سنگ، بافت ريزدانه، هوازدگي كم تا متوسط، سختي تسبتاً نرم تا نسبتاً سخت، رنگ تيره، تراوايي پايين و عوارض ساختاري فولياسيون و درزه مي باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

۱. شاه وردی ز.، ۱۳۹۰، "بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی ترانشه کنارگذر خوانسار و ارائه راهکارهای لازم جهت تثبیت آن"، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان.
۲. نقشه زمين شناسي گلپايگان، ۱۳۷۱، سازمان زمين شناسي و اكتشاف معادن كشور، ، مقياس ۱:۱۰۰۰۰۰.

◇◇◇◇◇◇◇

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی مدل تصادفی – ترکیبی برای تعیین ویژگی‌های مقاومتی توده‌سنگ

◇◇◇◇◇◇◇

مهدی نوروزی[۱]، رضا کاکایی[۲] و سیدمحمداسماعیل جلالی[۳]
[۱] دانشجوي دكتري مهندسي استخراج معدن، دانشگاه شاهرود،۰۹۱۱۳۴۵۲۱۸۸، mnoroozi.mine@gmail.com
[۲] استاد دانشکده مهندسي معدن، نفت و ژئوفيزيك، دانشگاه شاهرود،۰۹۱۲۱۷۲۵۸۴۸، r_kakaie@shahroodut.ac.ir
[۳] دانشیار دانشکده مهندسي معدن، نفت و ژئوفيزيك، دانشگاه شاهرود،۰۹۱۲۱۹۵۲۴۷۱، jalalisme@shahroodut.ac.ir

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

یکی از الزامات مهم در طراحی و اجرای پروژه‌های عمرانی و معدنی در سنگ، ارزیابی دقیق مقاومت توده‌سنگ است. امروزه مدلسازی توده‌سنگ بطور فراگیری به منظور تعیین ویژگی‌های مقاومتی توده‌سنگ بکار برده می‌شود. از طرفی تعریف دقیق ساختار توده‌سنگ نقطه شروع بهتری را برای مدلسازی فراهم می‌کند. برای مدلسازی دقیق توده‌سنگ جانمایی درزه‌ها در داخل مدل باید به گونه‌ای باشد که توزیع درزه‌ها تا حد امکان مشابه ناپیوستگی‌های موجود باشد. از بهترین روش‌های شبیه‌سازی ناپیوستگی‌ها در سه بعد، مدلسازی تصادفی شبکه ناپیوستگی‌های مجزا (DFN) است. از طرفی امروزه توسعه نرم‌افزارهای تحلیل عددی با توانایی مدلسازی هم‌زمان سنگ سالم و درزه‌ها، توانایی خود را در حل مسائل مرتبط با توده‌سنگ نشان داده است. کاربرد مدلسازی تصادفی DFN در ترکیب با روش‌های تعادل حدی بر محدودیت‌های تحلیل پایداری مرسوم که در آن درزه‌ها قطعی، نامحدود، دارای توزیع یکسان و یکنواخت و مستقل از یکدیگر فرض می‌شوند، می‌تواند غلبه کند. در این مقاله به بررسی مدل تصادفی – ترکیبی در جهت بهبود شبیه‌سازی ویژگی‌های مقاومتی توده‌سنگ پرداخته شده است.

کلید واژه ها: مدل تصادفی، مقاومت توده‌سنگ، مدلسازی، روش‌های عددی

Abstract:

Review of Synthetic Rock Mass Model for Determining the Strength Characterization of Rock

One of the important requirements in designing and implementing civil and mining projects is the evaluation of the rock strength. Nowadays, modeling is increasingly put forward as a method of determining of its strength characterization. An accurate description of the rock mass structure does provide a better starting point for modeling of rock mass. Location of joints in the modeling volume should be simulated such that its probability distribution will be similar to the actual joints in the rock mass. Three-dimensional discrete fracture network (DFN) modeling is the most optimal choice for simulating of joint properties. In addition, recent development of numerical analysis with a capability of modeling both intact rock and joints has shown its power in solving problems related to rock mass. The use of discrete fracture network modeling in the combination with limit equilibrium techniques can overcome limitations of traditional wedge analysis where fractures are assumed to be of infinite length, uniform distribution and are considered independent of each other. In this paper, the synthetic rock mass model for improving the simulation of rock mass strength characteristics has been investigated.

Keywords : Stochastic model, Rock mass strength, Modeling, Numerical method

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

توده‌سنگ از دو جزء سنگ سالم و ناپیوستگی تشکیل شده که هر کدام اثرات مختلفی بر مقاومت آن می‌گذارند. مقاومت توده سنگ یکی از مهمترین پارامترهای طراحی سازه‌های سنگی است. تاکنون روش‌های گوناگون آزمایشگاهی، معادلات تجربی و مدلسازی‌های عددی برای پیش‌بینی مقاومت توده سنگ توسعه داده شده است. امروزه مدلسازی توده‌سنگ بطور فراگیری به عنوان روشی برای تعیین دقیق ویژگی‌های توده‌سنگ و بهبود درک رفتار توده‌سنگ بکار برده می‌شود. با استفاده از این روش‌ها می‌توان تغییرات مقاومت حداکثر را نسبت به تغییرات ویژگی‌های درزه‌ها مورد بررسی قرار داد. مهمترین مرحله در مدلسازی عددی توده‌سنگ تعریف دقیق شبکه ناپیوستگی‌ها است؛ یعنی با جانمایی ناپیوستگی‌ها در داخل مدل به گونه‌ای که توزیع آنها تقریباً مشابه ناپیوستگی‌های موجود در توده‌سنگ باشد تا بتوان مدلی دقیق از توده‌سنگ ارائه نمود.
مدلسازی شبکه ناپیوستگی مجزا (DFN) امکان تولید تصادفی درزه‌های شبیه‌سازی شده را در سه بعد می‌دهد. هدف در تولید شبکه‌های درزه تصادفی تولید یک و یا تعداد بیشتری روابط عددی یا گرافیکی هندسه درزه، در دو یا سه بعد است بطوریکه ویژگی‌های جمعیتی درزه‌های واقعی برداشت شده در توده‌سنگ را منعکس کند. متاسفانه تاکنون اکثر مدل‌ها بطور کافی برای کاربردهای مهندسی گوناگون بازبینی نشده‌اند. در عمل، تهیه مدل بستگی دارد به اینکه چطور آن مدل می‌تواند به اطلاعات میدانی موجود و نیازهای مهندسی پروژه مرتبط شود (Grenon, Hadjigeorgiou, 2008). از طرفی با وجود توانایی‌های واضح روش‌های DFN، تا به امروز کاربردهای نسبتاً محدودی از آنها برای مسایل مهندسی سنگ در توده سنگ‌های بشدت درزه‌دار گزارش شده است (Moffitt, Rogers, 2007).
لذا در این مقاله به بررسی مدل تصادفی – ترکیبی در جهت بهبود شبیه‌سازی ویژگی‌های مقاومتی توده‌سنگ پرداخته شده است. در این راستا ابتدا به پیشینه تکامل این مدل اشاره شده و سپس اجزای مدل مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

◇◇◇◇◇◇◇

پیشینه مطالعات:

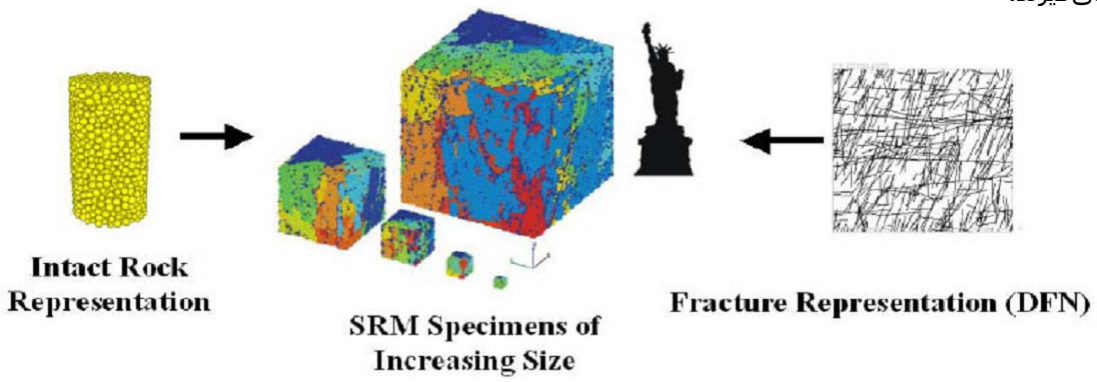
از بهترین مطالعات مستندسازی شده بر روی احتمال رخداد گوه‌ها توسط پیتئو و مارتین ارائه شده است. آنها روش‌های احتمالاتی را برای تعیین احتمال رخداد شکست‌های گوه‌ای ناپایدار در معادن روباز بکار بردند (Piteau, Martin, 1977). در دهه اخیر با توسعه مدل‌های تصادفی برای کاربرد آنها در ارائه شبکه درزه، پیشرفت‌های چشم‌گیری در زمینه مدلسازی سه‌بعدی توده‌سنگ حاصل شده است. این موضوع کاربردهای مختلفی در مهندسی سنگ یافته و امروزه با قابلیت دسترسی گسترده‌تر به توان محاسباتی، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Rogers et al., 2006).
اصول مدلسازی تصادفی به جزئیات توسط درشوایتز و انیشتین بحث شده است (Dershowitz, Einstein, 1988). آنها بیان نمودند که مدل‌های شبکه درزه می‌توانند برای ارائه هندسه واقعی توده‌سنگ، مشابه آنچه که در طبیعت وجود دارد، بکار روند. آنها همچنین جزئیات تعاریف مدل‌های بیچر، درشوایتز، ونزیانو و مفروش‌سازی موزاییکی را ارائه نمودند. استاب و همکاران در تکمیل این مبحث، برخی دیگر از مدل‌های تصادفی که تا آن زمان توسعه داده شده و قادر به بکارگیری برای مدلسازی هندسه شبکه درزه بودند را با جزئیات ارائه نمودند (Staub et al., 2002).
مدل‌های تصادفی شبکه درزه توسعه داده شده در MIT (Dershowitz, 1984; Veneziano, 1978) و همچنین مدل ارائه شده توسط مارتل و همکاران در سال ۱۹۹۱ جزء اولین مدل‌های ارائه شده در این زمینه هستند (Martel et al., 1991). پس از آن مدل هندسی – مکانیکی ارائه شده توسط ایوانووا را می‌توان نام برد که توسعه داده شده‌ی مدل‌های قدیمی‌تر در MIT است (Ivanova et al., 1995). میر و انشتین مدل تصادفی سه بعدی شبکه درزه‌ای را ارائه نمودند که در واقع توسعه داده‌شده‌ی مدل ایوانووا است. این مدل با استفاده از فرآیندهای نسبتاً ساده‌ای قادر است با دقت خوبی ویژگی‌های هندسی اصلی سیستم درزه (فاصله‌داری و طول اثر) را همانند آنچه که در واقعیت مشاهده می‌شود، شبیه‌سازی کند (Meyer, Einstein, 2002).
توسعه ابزار تحلیل عددی با توانایی مدلسازی همزمان سنگ سالم و درزه‌ها کارایی خود را در حل مسائل مرتبط با توده‌سنگ‌ها نشان داده است. کد جریان ذرات (PFC) و دیگر روش‌های المان گسسته، روش‌های گوناگونی را برای برآورد دامنه گسترده‌ای از ویژگی‌های توده‌سنگ شامل شکنندگی و مقاومت

ارائه می‌کنند. این روش شامل ساخت نمونه ترکیبی از توده‌سنگ در دو یا سه بعد با استفاده از مجموع هزاران ذره دایروی یا کروی است. درزه‌داری در چنین مدل‌هایی می‌تواند با جدایش ذرات در طول سطوح درزه خاص ایجاد شود.
وانگا و همکاران در سال ۲۰۰۳ با ثابت نگه داشتن ویژگی‌های سنگ سالم برای تمام مدل‌های مورد مطالعه، تاثیر میزان درزه‌داری را بر روی پایداری توده‌سنگ، مقیاس شکست و مدل شکست با استفاده از PFC2D مطالعه نمودند (Wanga et al., 2003). کولاتیلاک و همکاران کاربرد PFC3D در رفتار بلوک سنگی درزه‌دار تحت بارگذاری محوری را توصیف نمود. هندسه مدل آنها نسبتاً ساده و شامل تعداد کمی درزه پایا در نمونه با مقیاس آزمایشگاهی می‌شد (Kulatilake et al., 2001). پارک و همکاران در سال ۲۰۰۴ مدل‌های توده سنگ دوبعدی واقعی‌تری را در PFC2D توسط داخل نمودن بیش از ۱۰۰ درزه ناپایا از شبکه ناپیوستگی مجزا (DFN) در بلوک ۳۰ × ۳۰ مترمربعی ایجاد نمود. با استفاده از این شبیه‌سازی‌ها امکان اندازه‌گیری مستقیم مقاومت و شکنندگی توده‌سنگ ایجاد می‌شود (Park et al., 2004).
پیرس و همکاران در سال ۲۰۰۷ مدل دو بعدی ارائه شده توسط پارک و همکاران (۲۰۰۴) را به حجم‌های سه‌بعدی بزرگ از توده‌سنگ شامل هزاران درزه گسترش داده و نمونه‌های توده‌سنگ ترکیبی (SRM) را تحت بارگذاری‌های مشخص قرار دادند (Pierce et al., 2007). تکنیک آنها دو روش توسعه یافته مدل‌سازی ذرات متصل (BPM) در PFC3D و شبیه‌سازی شبکه ناپیوستگی مجزا (DFN) را در کنار یکدیگر گردآوری می‌کند.

◇◇◇◇◇◇◇

مدل تصادفی – ترکیبی:

سه ورودی اصلی مورد نیاز برای ساخت مدل تصادفی – ترکیبی شامل ویژگی‌های سنگ سالم (UCS، مدول و نسبت پواسون)، شبکه ناپیوستگی مجزا (DFN) و مدل عددی هستند.
مدل تصادفی – ترکیبی روش‌های عددی را برای جانمایی شبکه ناپیوستگی مجزا (DFN) (فاصله‌داری، طول اثر و جهت) در داخل ماتریس سنگ سالم بکار می‌برد (همانطور که در شکل (۱) نشان داده شده است). از آزمایش این نمونه‌های ترکیبی شبیه‌سازی شده از توده‌سنگ ویژگی‌هایی نظیر تغییرات مقاومت و شکنندگی می‌تواند بدست آید. شیوه‌ای برای بدست آوردن این ویژگی‌ها با استفاده از روش‌های تجربی وجود ندارد (Sainsbury et al., 2008). در ادامه ورودی‌های اصلی مدل مورد بررسی قرار می‌گیرند.



شکل (۱): تولید مدل تصادفی – ترکیبی

◇◇◇◇◇◇◇

مدل سنگ سالم:

مدل سنگ سالم در نرم افزار تحلیل عددی فرآیندی قراردادی را برای نمایش سنگ سالم فراهم می کند. مدل از لحاظ مفهومی ساده است و شامل ویژگی هایی از جمله مقاومت و سختی است. تخریب در داخل نمونه‌های سنگ سالم به سادگی به صورت شکست اتصال‌ها که از تشکیل و انعقاد درزه‌های ماکروسکوپی در موقع بارگذاری اتفاق می‌افتد، ارائه می‌شود. مجموعه‌ای از آزمایشات فشاری تک

محوری بر روی نمونه ساخته شده به منظور کسب تطابق با ویژگی‌های هدف انجام می‌شود. بدین طریق مقادیر UCS، مدول و نسبت پواسون برای مواد حاصل می‌شود.
اندازه مدل سنگ سالم باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا حجم نماینده درزه‌ها را در نظر بگیرد و از طرفی باید به اندازه کافی کوچک باشد تا دارای زمان حل سریعی باشد (Pierce et al., 2007).

◇◇◇◇◇◇◇

شبکه ناپیوستگی مجزا (DFN):

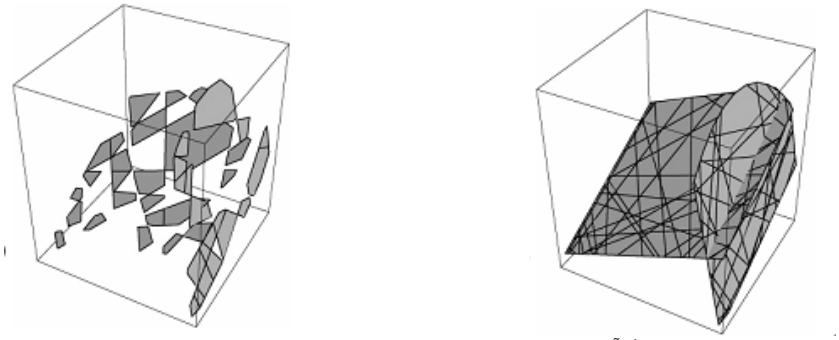
DFN روشی است که برای تعریف هندسه شبکه ناپیوستگی‌ها و طبیعت واقعی توده‌سنگ‌های درزه‌دار از طریق ساخت سری‌هایی از ناپیوستگی‌های مجزا بر اساس تعاریف آماری ویژگی‌های آنها از جمله پایایی، جهت، فاصله‌داری و نظایر آنها بکار می‌رود. توسعه مدل‌سازی تصادفی DFN، پیشرفت چشمگیری در زمینه مدل‌سازی سه بعدی توده‌سنگ و بررسی رفتار آن محسوب می‌شود (Rogers et al., 2006). روش DFN در مدل‌سازی جریان آب زیرزمینی از میان سیستم درزه طبیعی که بطور وسیعی توسط پروژه‌های مختلف جداسازی آب هسته‌ای استفاده می‌شود، بکار می‌رود. همچنین این روش کاربردهایی را در صنعت نفت و گاز برای مدل‌سازی مخازن هیدروکربونی یافته است (Dershowitz, 1998).
مدل‌های DFN به عنوان ابزارهایی مفید برای بررسی مسایل ژئومکانیکی در ارتباط با طراحی سازه‌هایی در توده‌سنگ‌های درزه‌دار معرفی شده‌اند. مزیت اصلی مدل‌های DFN در توانایی ارائه دقیق‌تر ویژگی‌های درزه در تعریف مسایل دارای مقیاس محلی نسبت به شیوه‌های پیوسته مقیاس بزرگ‌تر است. مدل‌های DFN توانایی ارائه ناهمگنی و عدم قطعیت سیستم‌های درزه را با تعریف تصادفی و واضح از عناصر کلیدی سیستم دارا هستند (Moffitt, Rogers, 2007). جنبه جالب دیگر روش مدل‌سازی DFN توانایی تشکیل بلوک‌ها توسط تعداد نامحدودی درزه است. شکل بسیاری از بلوک‌های تشکیل شده در مدل در حقیقت کاملاً ناشناخته (بی‌شکل) است. این موضوع اجازه می‌دهد که تعریف واقعی‌تری از هندسه بلوک‌ها نسبت به روش‌های دیگر بدست آید.
مدل‌های DFN، طبیعت ناهمگن توده‌سنگ‌های درزه‌دار را با استفاده از ارائه روشن سیستم درزه به صورت عناصری گسسته در فضا با خصوصیات هندسی و ویژگی‌هایی که به طور مناسب تعریف شده‌اند، نمایش می‌دهد. با تعریف ویژگی‌های درزه (یعنی اندازه، جهت، فاصله‌داری و ...) بطور تصادفی و کاربرد روش مونت کارلو برای تولید نمونه‌های بسیار از شبکه درزه، روش DFN می‌تواند سری‌هایی معتبر از لحاظ آماری از توده‌سنگ واقعی را ارائه دهد.
ورودی های اصلی موردنیاز برای ساخت مدل DFN شامل موارد ذیل است (Dershowitz, Einstein, 1988):

- شدت درزه
- مدل تولید موقعیت درزه
- جهت درزه
- اندازه درزه
- پایان‌یابی درزه

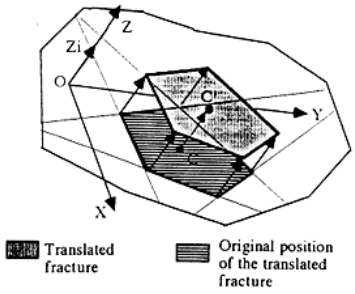
در این روش‌ها یک دسته درزه بطور معمول با کاربرد متوالی سه فرآیند تصادفی در فضا تولید می‌شود:

- فرآیند اولیه: شبکه پواسونی همگن اما احتمالاً ناهمسانگرد از صفحات در فضا
- فرآیند ثانویه: تقسیم هر صفحه به ناحیه درزه و ناحیه سنگ سالم مکمل آن توسط شبکه خطی همگن و فرآیند غیرهمگن علامت‌گذاری چندضلعی (شکل (۲))
- فرآیند ثالثیه: انتقال و چرخش تصادفی چندضلعی‌ها (یا بخشی از چندضلعی‌ها) که به عنوان درزه در نزدیکی موقعیت اصلی‌شان علامت‌گذاری شده‌اند (شکل (۳))

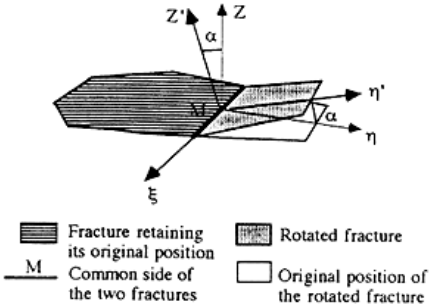
تکنیک‌های مدل‌سازی شبکه ناپیوستگی مجزا (DFN) منطقی‌ترین انتخاب برای نمایش درزه‌ها در داخل مدل تصادفی – ترکیبی هستند. آنها می‌توانند با استفاده از اطلاعات برجای اندازه‌گیری شده درزه، در نرم‌افزاری خارجی توسعه داده شوند و سپس به داخل نمونه‌های SRM به منظور نمایش شبکه درزه، وارد شوند. فراوانی درزه که از پیمایش خط برداشت اندازه‌گیری می‌شود، برای کالیبره کردن چگالی درزه در داخل DFN با استفاده از فرآیند سعی و خطا بکار می‌رود. مثالی از مقطع عمودی مدل DFN در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل (۲): فرآیند ثانویه: تقسیم هر صفحه به ناحیه درزه‌دار و سالم

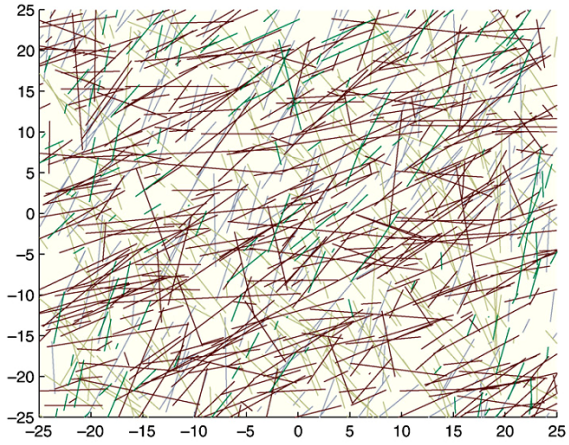


الف) انتقال



ب) چرخش

شکل (۳): فرآیند سوم تولید دسته درزه



شکل (۴): مقطع دو بعدی مدل DFN

◇◇◇◇◇◇◇

مدل عددی:

نرم افزارهای مختلفی وجود دارند که برای مدل‌سازی ژئومکانیکی توده‌سنگ‌ها بکار برده می‌شوند. این نرم‌افزارها شامل Rockfield's Elfen و Itasca's Particle Flow Code 3D (PFC3D)، FLAC^{3D} و 3DEC هستند. در واقع توزیع درزه‌های ایجاد شده توسط روش‌های DFN که در بالا توصیف شد باید برای تمام این کدها قابل کاربرد باشد. درزه‌ها معمولاً در PFC3D توسط جدایش تماس‌ها در طول صفحه ایجاد می‌شوند (Rogers et al., 2006).
ذرات کوچک می‌تواند برای حفظ ضخامت واقعی صفحه درزه، همانطور که توسط کولاتیلاک و همکاران (۲۰۰۱) بیان شد، بکار برده شوند. اما این روش در مورد تعداد بسیار زیاد درزه‌ها بدلیل اینکه آنها نیاز به تعداد ذرات بسیار زیادتر دارند (محدودیت محاسباتی)، قابل کاربرد نیست. به منظور غلبه بر این مشکل، روش دیگری تحت نام مدل درزه لغزشی، توسط پیپرس و همکاران (۲۰۰۷) توسعه داده شده است (Pierce et al., 2007).
کد مدل‌سازی ژئومکانیکی Elfen بطور کلی برای مدل‌سازی دینامیکی جامدهای شکننده بکار می‌رود، اما کاربرد آن در مکانیک‌سنگ نیز افزایش یافته است (Cai et al., 2004). نرم افزار امکان وارد شدن هندسه شبکه درزه واقعی را می‌دهد. بارگذاری‌های بعدی مدل، منتج به رشد درزه و توسعه درزه‌های جدید می‌شود.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری:

برآورد مقاومت توده‌سنگ از پارامترهای مهم در طراحی و اجرای پروژه‌های عمرانی و معدنی در سنگ است. کاربرد مدل‌سازی تصادفی DFN در ترکیب با روش‌های تعادل حدی بر محدودیت‌های تحلیل پایداری مرسوم که در آن درزه‌ها قطعی، نامحدود، دارای توزیع یکسان و یکنواخت و مستقل از یکدیگر فرض می‌شوند، می‌تواند غلبه کند. در این مقاله به منظور شبیه‌سازی واقعی تر ویژگی‌های مقاومتی توده‌سنگ، به بررسی مدل تصادفی – ترکیبی که شبکه ناپیوستگی های مجزا را در تلفیق با روش های عددی بکار می گیرد، پرداخته شده است. در این راستا پس از پرداختن به پیشینه تکامل مدل تصادفی – ترکیبی، اجزای مختلف مدل شامل مدل سنگ سالم، شبکه ناپیوستگی های مجزا و روش عددی، مورد بحث و بررسی قرار گرفت. با لحاظ کلیه جوانب، روش ذکر شده به عنوان دقیق‌ترین و مناسب‌ترین روش تعیین ویژگی‌های مقاومتی توده‌سنگ معرفی می‌شود.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Cai, M., Kaiser, P. K., Uno, H., Tasaka, Y., Minami, M., 2004. "*Estimation of rock mass deformation modulus and strength of jointed hard rock masses using the GSI system*", International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 41, p. 3–19.

Dershowitz, W. S., 1984. "*Rock joint systems*", PhD Thesis. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.

Dershowitz, W. S., Einstein, H. H., 1988. "*Characterizing rock joint geometry with joint system models*", Rock Mechanics and Rock Engineering 21, p. 21–51.

Dershowitz, W., Lee, G., Geier, J., LaPointe, P. R., 1998, "*FracMan: Interactive discrete feature data analysis, geometric modelling and exploration simulation.User Documentation*", Golder Associates Inc., Seattle, Washington.

Grenon, M., Hadjigeorgiou, J., 2008. "*A design methodology for rock slopes susceptible to wedge failure Using fracture system modeling*", Engineering Geology 96, p. 78–93.

Ivanova, V., Xiaomeng, Y., Veneziano, D., Einstein, H. H., 1995. "*Development of stochastic models for fracture systems*", Rock Mechanics, Balkema, Rotterdam.

Kulatilake, P. H. S. W., Malama, B., Wang, J., 2001. "*Physical and Parlicle Flow Modeling of Jointed Rock Block Behavior Under Uniaxial Loading*", Int. J. Rock Mech. Min. Sci. 38, p. 641-657.

Martel, S. J., Hestir, K., Long, J. C. S., 1991. "*Generation of fracture patterns using selfsimilar function concept*", Annual Report, Earth Sc. Div., Lawrence Berkeley Lab., Berkeley, CA.

Meyer, T., Einstein, H. H., 2002. "*Geologic Stochastic Modeling and Connectivity Assessment of Fracture Systems in the Boston Area*", Rock Mech. Rock Engng. 35 (1), p. 23–44.

Moffitt, K. M., Rogers, S. F., 2007. "*Probabilistic analysis of block stability in underground excavations using realistic fracture network models*", 11th Congress of the international Society for Rock Mechanics, London.

Park, E. S., Martin, C. D., Christiansson, R., 2004. "*Simulation of the Mechanical Behavior of Discontinuous Rock Masses Using a Bonded-Particle Model*", Proceedings of the 6th North American Rock Mechanics Symposium, Houston.

Pierce, M., Cundall, P., Potyondy, D., Mas Ivars, D., 2007. "*A Synthetic Rock Mass Model for Jointed Rock*", Rock Mechanics, Meeting Society's Challenges and Demands, London, p. 341–349.

Piteau, D. R., Martin, D. C., 1977. "*Slope stability analysis and design based on probability techniques at Cassiar Mine*", CIM Bulletin, p.139–150.

Rogers, S., Moffitt, K., Chance, A., 2006. "*Using realistic fracture network models for modeling block stability and groundwater flow in rock slopes*", Canadian Geotechnical Conference, Vancouver, p.1452–1459.

Sainsbury, B., Pierce, M., Mas Ivars, D., 2008. "*Simulation of rock mass strength anisotropy and scale effects using a Ubiquitous Joint Rock Mass (UJRM) model*", Proceedings First International FLAC / DEM Symposium on Numerical Modelling, Minneapolis, US.

Staub, I., Fredriksson, A., Outters, N., 2002. "*Strategy for a rock mechanics site descriptive model*", Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company.

Veneziano, D., 1978. "*Probabilistic models of joints in rock", Research report*, Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.

Wanga, C., Tannant, D. D., Lilly, P. A., 2003. "*Numerical analysis of the stability of heavily jointed Rock slopes using PFC2D*", International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 40, p. 415-424.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی مطلوبیت خاک های برجای واقع در شمال شرق سد اکباتان همدان جهت استفاده به عنوان منابع قرضه

◇◇◇◇◇◇◇

حمید فرهادی[۱] و محمد حسین قبادی[۲]
۱- کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، وزارت راه و شهرسازی- آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک تهران
۲- دکترای زمین شناسی مهندسی، گروه زمین شناسی دانشگاه بوعلی سینا
geotechnics@chmail.ir
۰۹۱۸۵۰۰۸۷۱۸

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

در این تحقیق به ارزیابی مطلوبیت خاک های بر جای واقع در شمال سد اکباتان جهت استفاده به عنوان منابع قرضه پرداخته شده است. براي ارزيابي خواص فيزيكي و مكانيكي خاک های مورد مطالعه، آزمایش هاي دانه بندی، حدود آتربرگ و همچنین ویژگي هاي مقاومتي و تراكم پذيري مصالح انجام شده است. نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده، بیانگر مرغوبیت خاک مورد مطالعه برای استفاده در هسته سدهای خاکی غیر همگن و نیز سدهای خاکی همگن می باشد. در صورتی که جهت تهیه بتن و آسفالت و نیز بالاست راه آهن و زیرسازی جاده ها فاقد مرغوبیت می باشد.
کلید واژه ها: خاک های برجا،سد اکباتان، منابع قرضه، سدهای خاکی، همدان

Abstract:

In this paper evaluating the goodness of residual soils in northern side of Ekbatan dam (Hamadan Province) is studied. For evaluating physical and mechanical properties of studied soils, gradation test, atterberg limits, resistance and compaction properties of borrow materials is done. The results of the tests show that purity of the tested soil is proper for using in the core of earth dams and homogeneous dams, but is not suitable in concreting and asphalting, rail road ballast and road sub base.

.Keyword: residual soils, Ekbatan dam, borrow materials, earth dams, Hamadan

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

مسأله تامین مصالح مناسب برای پروژه های عمرانی از جمله سد سازی، تهیه بتن و آسفالت و پی جوئی منابع قرضه مناسب در دسترس و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه، از جمله مسائل مهمی است که امروزه در این قبیل از کار های عمرانی بدان توجه زیادی می شود. با توجه به گسترش روزافزون کارهای عمرانی در کشور در سال های اخیر و بخصوص در بخش احداث سد، تهیه بتن و آسفالت و نیاز به منابع قرضه جدید و در عین حال ارزان قیمت و در دسترس، در این مقاله سعی شده تا با توجه به گسترش قابل ملاحظه این خاک ها در منطقه مورد مطالعه، با انجام آزمایشات لازم، مطلوبیت این خاک ها به عنوان منابع قرضه مرغوب در کارهای اجرایی مورد بررسی قرار گرفته است.

◇◇◇◇◇◇◇

موقعیت جغرافیایی منطقه:

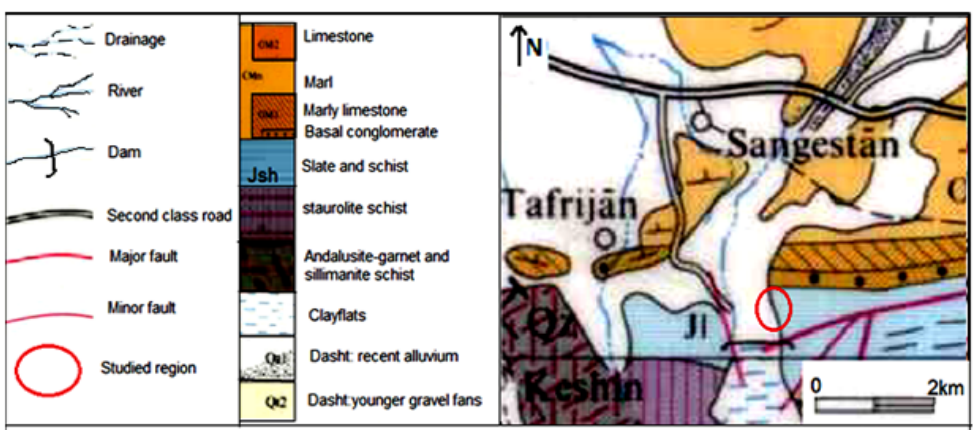
منطقه مورد مطالعه درجنوب شرقی شهر همدان و شمال شرقی سد اکباتان واقع شده است و در موقعیت جغرافیایی ″۲۴ ′۳۵ °۳۴ عرض شمالی و ″۱۲ ′۳۶ °۴۸ طول شرقی در غرب کشور قرار دارد.

شکل۱: عکس هوایی منطقه مورد مطالعه در جنوب شرق همدان

◇◇◇◇◇◇◇

زمین شناسی منطقه

با توجه به نقشه زمین شناسی منطقه و مطالعات صحرایی انجام شده، منطقه از نظر چینه شناسی شامل سنگ آهک، شیست (میکاشیست، استارولیت شیست و آندالوزیت شیست) متعلق به دوره ژوراسیک می باشد. خاک منطقه مورد مطالعه، از نوع برجا، فاقد لایه بندی و به طور عمده حاصل هوازدگی شیست ها می باشد . در شکل (۲) نقشه زمین شناسی منطقه نشان داده شده است.



شکل ۲ : نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

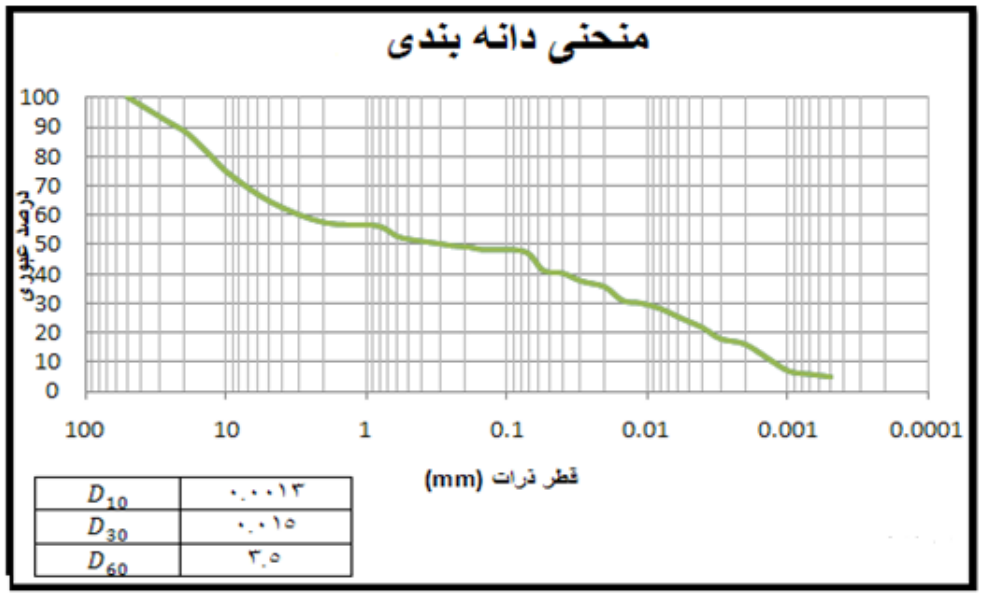
◇◇◇◇◇◇◇

مطالعات آزمایشگاهی

برای احداث سدهای خاکی، مهندسین زمین شناس با محدوده گسترده ای از خاک ها روبرو هستند که با توجه به ویژگی های آن ها، مناسب ترین مصالح برای هسته سد به ترتیب اولویت از چپ به راست عبارت اند از [طاحونی،۱۳۸۸]:

GC,SC,CL,CH,GM,SM.

بر اساس آزمایش های انجام شده بر روی خاک منطقه مورد مطالعه، نمونه آماده شده بر اساس طبقه بندی یونیفاید در گروه GC قرار گرفت که این گروه جهت استفاده در هسته سدهای خاکی مناسب ترین مصالح می باشند. نتایج حاصل از آزمایش دانه بندی تر و هیدرومتری در شکل (۳) آورده شده است.



شکل۳: نمودار منحنی دانه بندی خاک منطقه مورد مطالعه

نام خاک	نفوذپذیری	مقاومت برشی	تراکم پذیری	قابلیت استفاده جهت مصالح ساختمانی	درجه مناسب بودن برای مصالح مختلف									
					سدهای خاکی			مقاطع کانال		پی ها		راه ها		
					خاکریز یکنواخت	هسته	پوسته	مقاومت در برابر فرسایش	استفاده برای آستر	نشست یا نفوذ آب مهم است	نشست یا نفوذ آب مهم نیست	خاکریز یخ زدگی و ذوب غیر ممکن	خاکریز امکان یخ زدگی و ذوب	رویه راه
GC	نفوذ ناپذیر	خوب تا نسبتا خوب	خیلی پایین	خوب	۱	۱	–	۳	۱	۲	۶	۵	۵	۱

◇◇◇◇◇◇◇

آزمایش تعین حدود اتربرگ(ASTM-D٤٢٣)

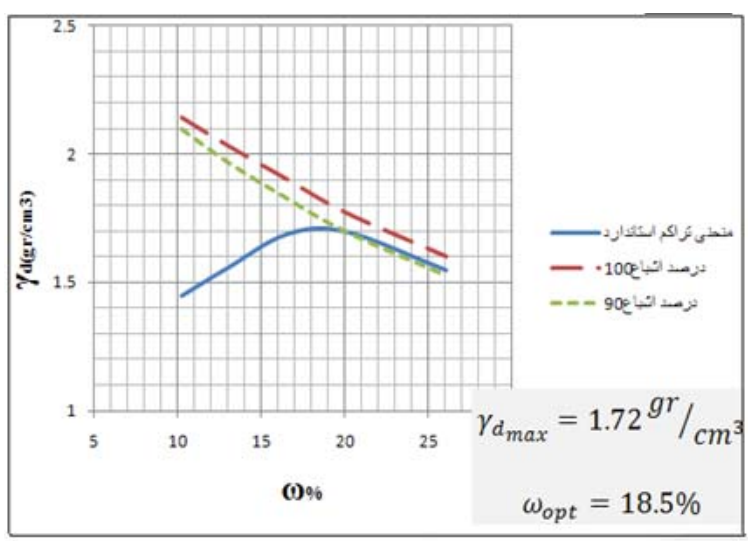
احتمال ترک خوردگی مصالح انعطاف پذیر در مقابل تغییر شکل کمتر است. انعطاف پذیری با افزایش پلاستیسیته در خاک های بهبود می یابد. معمولا شاخص خمیری (PI) بین ۲۵-۱۵ را مناسب ترین پلاستیسیته برای مصالح رسی می دانند. اگر چه با افزایش پلاستیسیته انعطاف پذیری بهبود می یابد ولی تراکم پذیری را افزایش می دهد. برای ایجاد حالت تعادل، درصد رطوبت موجود در حین تراکم نقش مهمی دارد. براساس نتایج حاصل از آزمایش، میزان شاخص خمیری برابر ۲۰ بدست آمده است که طبق مطالب بیان شده، دارای مناسب ترین پلاستیسیته جهت استفاده بعنوان منابع قرضه در هسته سد های خاکی می باشد. مقادیر حد روانی و حد خمیری بدست آمده برای خاک منطقه به ترتیب ٤٤/٦٩ و ٦٩ /٢٤ درصد بدست آمده است.

◇◇◇◇◇◇◇

آزمایش تراکم استاندارد (ASTM-D٦٩٨-٧٨)

اگر مصالح هسته دارای تراکم پذیری بالایی باشد، نشست بیش از حد هسته باعث ترک خوردگی می شود و متعاقب آن پتانسیل شکست هیدرولیکی و پدیده رگاب بیشتر می شود. همچنین مصالح تراکم پذیر باعث بالا رفتن فشار منفذی در خلال عملیات تراکم می شود[کوتزنر ۱۹۹۷]. دانسیته تراکمی بالا موجب بهبود مقاومت برشی مصالح و مقاومت در برابر فرسایش در هسته سد می شود و نفوذپذیری را کاهش می دهد مناسب ترین دانسیته خشک ماکزیمم در محدوده ٨٤/١ ٢^〖gr/cm〗 و بیشتر می باشد[وفائیان ١٣٨٤]

براساس نتایج حاصل از این آزمایش، مقدار دانسیته خشک حداکثر برابر ۱/۷۲ گرم بر سانتی متر مکعب و منحنی حاصل از آن، از تیپ A (ناقوسی) می باشد. بنابراین با درصد رطوبت کمتری به حداکثر دانسیته خشک می رسد که جهت استفاده به عنوان رویه راه از مرغوبیت درجه (۱) برخوردار می باشد (جدول ۱). همچنین به دلیل تراکم با رطوبت کم میزان نشست کمتر بوده و در نتیجه از نشست نامتقارن جلوگیری می شود.نمودار حاصله از این آزمایش مطابق شکل (٤) می باشد.



شکل ٤: نمودار تراکم استاندارد برای نمونه مورد مطالعه

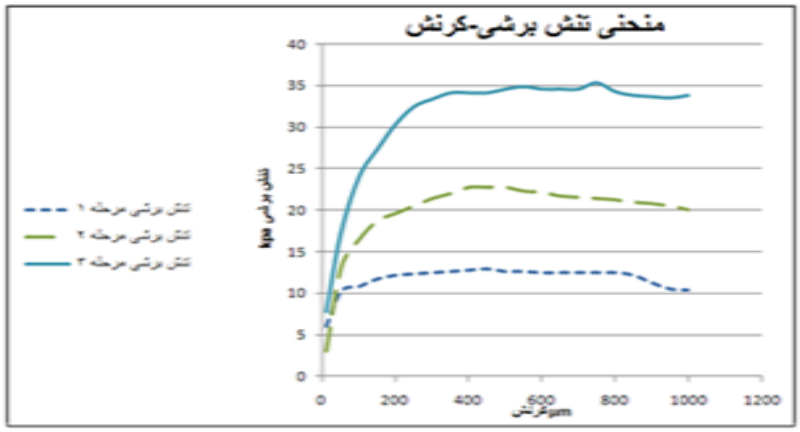
◇◇◇◇◇◇◇

آزمایش تعیین پارامترهای مقاومت برشی (ASTM-D٣٠٨٠-٧٢)

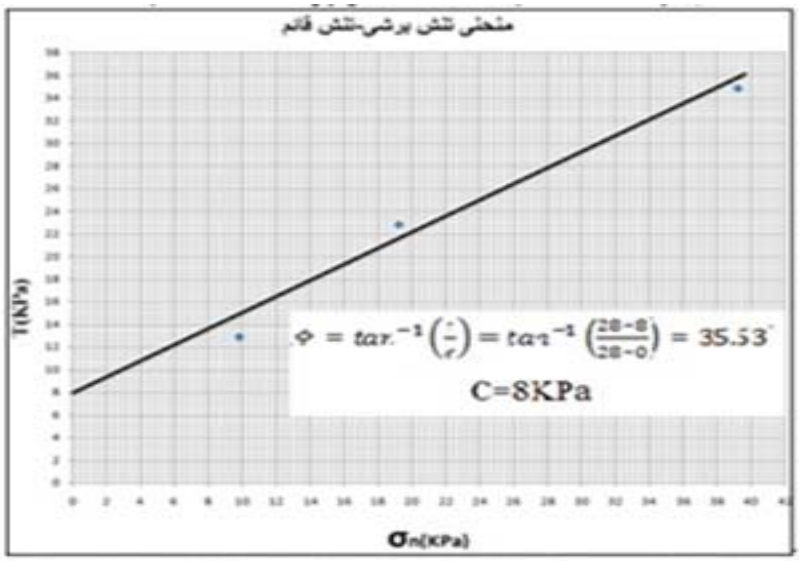
آزمایش با دستگاه برش مستقیم به روش CU با سرعت ۲ میلی متر بر دقیقه انجام گرفت. خلاصه نتایج برای سه مرحله تنش قایم متفاوت در جدول (۲) و شکل های (۵) و (٦) آورده شده است.

شماره آزمایش	تنش برشی گسیختگی kpa	تنش قائم kpa
مرحله ۱	۱۲/۹	۹/۸۱
مرحله ۲	۲۲/۸	۱۹/۲۲
مرحله ۳	۳٤/۸	۳۹/۲٤

جدول ۲: نتایج آزمایش برش مستقیم برای نمونه مورد مطالعه



شکل ٥: نمودار تغییرات تنش برشی- کرنش نمونه مورد مطالعه



شکل ٦: منحنی تنش برشی- تنش قائم برای نمونه مورد مطالعه

◇◇◇◇◇◇◇

آزمایش تعیین نفوذپذیری (ASTM-D۲٤۳٤-٦۸)

میزان نفوذپذیری مطلوب برای مصالح مورد استفاده در هسته می تواند از ۱×۱۰^{-۵} تا ۱×۱۰^{-۱۰} سانتی متر بر ثانیه متغیر باشد[کوتزنر ۱۹۹٦]. هرچه میزان رس و پلاستیسیته خاک بیشتر باشد، میزان نفوذپذیری آن کاهش می یابد. نتایج حاصله از این آزمایش نشان داد که خاک منطقه نفوذ ناپذیر می باشد

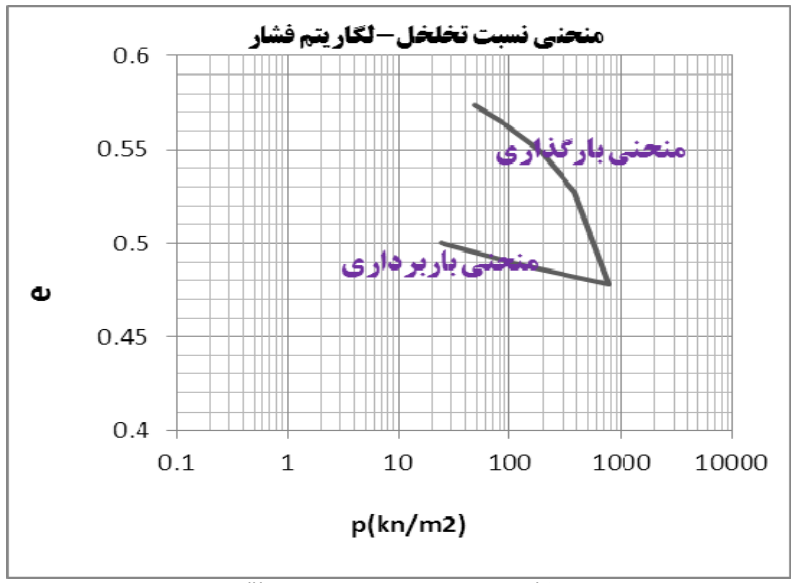
و میانگین ضریب نفوذ پذیری برای پنج مرحله آزمایش بر روی نمونه $۵/۳۶ \times ۱۰^{-۷}$ سانتی متر بر ثانیه بدست آمدکه در جدول شماره (۳) آورده شده است.

مرحله	$h_{۱(cm)}$	$h_{۲(cm)}$	Δ t (s)	K(cm/s)
۱	۱۸۱	۱۶۵	۷۲۰۰	$٤/٨\times١٠^{-٧}$
۲	۱۸۶	۱۶۰	۸۰۰۰	$٥/١\times١٠^{-٧}$
۳	۱۸۶	۱۵۵	۸۶۰۰	$٥/٨\times١٠^{-٧}$
۴	۱۸۶	۱۶۵	۷۱۵۰	$٤/٦\times١٠^{-٧}$
۵	۱۸۶	۱۵۰	۹۱۰۰	$٦/٥\times١٠^{-٧}$

جد

آزمایش تحکیم (ASTM-D۲٤۳۵-۸۰)

نتایج حاصله از این آزمایش نشان می دهد که خاک منطقه از نوع خاک های پیش تحکیم یافته بوده و مقادیر فشار پیش تحکیم، شاخص فشردگی و شاخص تورم آن به ترتیب ۳۰۰ کیلوپاسکال ، $۲/۷۷ \times ۱۰^{-۲}$ و $۱/۷۱ \times ۱۰^{-۲}$ به دست آمده است، که نشان می دهد در برابر بارهای وارده نشست کمتری خواهد داشت. نتایج حاصل از این آزمایش در شکل (۷) آورده شده است.



شکل ۷: منحنی تحکیم نمونه مورد مطالعه

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری

با بررسی جداول و منحنی های به دست آمده از نتایج آزمایش های انجام شده می توان به موارد زیر دست یافت:

- شاخص خمیری مصالح ۲۰ درصد به دست آمد که در صورت استفاده در هسته سدهای خاکی از انعطاف پذیری مناسبی برخوردار می باشد.
- مصالح مورد نظر از لحاظ نفوذپذیری، نفوذ ناپذیر برآورد شدند که منابع قرضه مناسبی برای هسته سد های خاکی، رویه راه ها و آستر مقاطع کانال می باشد. .رویه باید نفوذ ناپذیر باشد تا بخش های اساس و

زیر اساس را از گزند عوامل جوی محافظت و همچنین مقاوت برشی مناسبی داشته باشد زیرا به طور مستقیم در مقابل بارهای وسایل نقلیه قرار می گیرد.

- براساس نتایج حاصله از آزمایش های دانه بندی و برش مستقیم مصالح از مقاومت برشی (چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی) و دانه بندی مناسبی برخوردار بوده و در برابر تنش های محیطی و رگاب از مقاومت خوبی برخوردار است. بر این اساس این خاک ها با شیب نزدیک به قائم در منطقه پایدار مانده است.
- درجه مناسب بودن این خاک در پی هایی که مساله نشست یا نفوذ آب در آن ها مهم است بسیارمناسب می باشد .
- شاخص فشردگی خاک های منطقه کم می باشد، بنابراین از نشست نامتقارن جلوگیری خواهد شد .
- ا ین خاک برای استفاده در راه ها به منظور زیر اساس مناسب نمی باشد زیرا خاک های مورد استفاده در زیر اساس باید دارای زهکشی مناسب باشند.
- این خاک برای استفاده در بالاست راه آهن مناسب نمی باشد.خاک هایی به منظور بالاست در زیر راه آهن مورد استفاده قرار می گیرند که دانه درشت بوده و زهکشی بالایی داشته باشند.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

- داس،براجا.ام، (۱۳۸۸)، اصول مهندسی ژئوتکنیک، جلد اول – مکانیک خاک، ترجمه شاپور طاحونی، انتشارات پارس آئین.
-معماریان،.ح، (۱۳۸٤)، "زمین شناسی مهندسی و زئوتکنیک"، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران، ۹۵٦ص
- نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ همدان، ۱۳۷۵، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران
- وفائیان،م، (۱۳۸٤)، "اطلاعات اجرائی در مورد سدهای خاکی"، ،انتشارات ارکان.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

- Kutzner,ch, ۱۹۹٦, "*Grouting of Rock and Soils*", Balkema.
- Kutzner,ch, ۱۹۹۷,"*Earth and Rockfill Dams,Principles of Design and Construction*",Balkema

بررسی مکانی دفن زباله های شهری (مطالعه موردی سایت خرم آباد)

حجت اله میرزاوند، کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات مرکز لرستان
احد اله فاضلی اولادی، کارشناس ارشد زمین شناسی، مدیر سازمان زمین شناسی و اکتشافات مرکز لرستان
محمد رحمتی، کارشناس ارشد زمین شناسی آبهای زیرزمینی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات مرکز لرستان
ظهیر حیدری نژاد، دانشجوی دکتری، معاون سازمان زمین شناسی و اکتشافات مرکز لرستان
سمیه آزادبخت، دکتری زمین شناسی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات مرکز لرستان

چکیده :

مدیریت عملیات محل دفن بهداشتی شامل؛ مکان یابی مناسب محل دفن، آماده سازی، عملیات اجرایی و مهندسی در محل دفن می باشد. درمکانیابی بایستی به عواملی همچون توپوگرافی و زمین شناسی محل، هیدرولوژی منطقه، شرایط اقلیمی، سطح زمین مورد نیاز، خاک پوششی، سطح آب زیرزمینی، موقعیت زمین نسبت به توسعه شهر، خصوصیات زباله دفنی، کاربری زمین های مجاور، فاصله آبهای سطحی از محل دفن، و .... توجه داشت. موقعیت کنونی سایت دفن زباله های شهری شهر خرم آباد بر روی مرکز هسته تاقدیس خرم آباد با جنس آهک کارستی سروک، در مجاورت رخنمون های گسلی منطقه و یکی از ورودی های عمده آب سطحی و زیرزمینی دشت خرم آباد انتخاب شده که به لحاظ زیست محیطی تحدیدی جدی محسوب می شود.

کلید واژه ها: دفن زباله، زیست محیطی، خرم آباد

Evaluation criteria municipal landfill site (Case study sites Khorramabad)

Abstract:

the burial place Sanitary landfill operations including; landfill Locating suitable, Preparation, construction and engineering. Factors such as topography and geology should Drmkanyaby, location, Regional hydrology, climate, Ground-level requirements, Ground cover, Groundwater level, Earth's position in relation to urban development, Waste characterization funeral, Adjacent land use, Surface water away from landfill And ... noted. Current status of municipal solid waste landfill site Khorramabad in The center of Khorramabad anticline sex karst limestone Sarvak Outcrops in the vicinity of the fault zone The main entrance of surface water Plain groundwater and Khorramabad selected Serious restriction is that environmentally.

Keywords: Landfill, environmental, Khorramabad

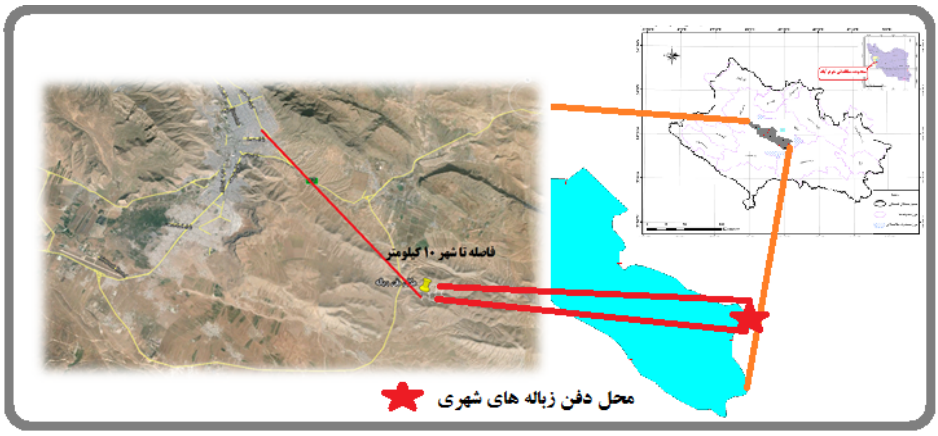
مقدمه:

دفن آخرین مرحله از مدیریت مواد زائد جامد و مکمل تمام روشهای دفع محسوب می شود.
فاکتورهای زیادی برای مناسب بودن زمین محل دفن، ارزیابی می شود؛ نوع زمین انتخابی بر طراحی و عملیات بهره برداری و ابزار مورد نیاز اثر مستقیمی می گذارد. جهت یافتن محل مناسب دفن باید از این فاکتورها آگاهی داشته که عبارتند از:

۱- بهداشت عمومی و سلامتی
2- سطح زمین مورد نیاز
3- توپوگرافی
4- هیدرولوژی جایگاه
5- زمین شناسی جایگاه
۶- قابلیت دسترسی به مواد پوششی
7- مجاورت با مناطق مسکونی و صنعتی
8- قابلیت دسترسی به محل دفن
۹- مسافت رفت و برگشت به جایگاه دفن
10- آب و هوای منطقه
11- زهشکی محل دفن
12- مخارج و هزینه ها
۱۳- مقبولیت عمومی
14- استفاده آتی از زمین

موقعیت مکانی منطقه:

سایت دفن زباله های شهرخرم آباد در مرکز هسته تاقدیس خرم آباد در شمال شرق دشت کرگاه با مختصات جغرافیایی ۳۷۰۰۷۷۲ : y و ۲۶۳۵۲۷ : x واقع در زون ۳۹ درفاصله ۱۰Km شهرخرم آباد در مسیر جاده کمربندی خرم آباد - اهواز، شمال روستای پل باباحسین و جنوب زیرگذر کمالوند می باشد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت محل دفن زباله های شهری ورودی شمال شرقی دشت خرم آباد

◇◇◇◇◇◇◇

زمین شناسی منطقه ای:

منطقه در زون زاگرس چین خورده قرار دارد، قدیمی ترین واحد سنگی موجود در این قسمت دارای سن کرتاسه می‌باشد و دشت مجاور موقعیت مورد مطالعه با آبرفت های کواترنر پوشیده شده است.

ساختار لیتولوژی منطقه مورد مطالعه که دارای واحد های چینه ای کرتاسه از قبیل سازند های سروک، ایلام- سورگاه، گورپی و امیران تشکیل شده که میتوان با خصوصیات ذیل از آنها نام برد:

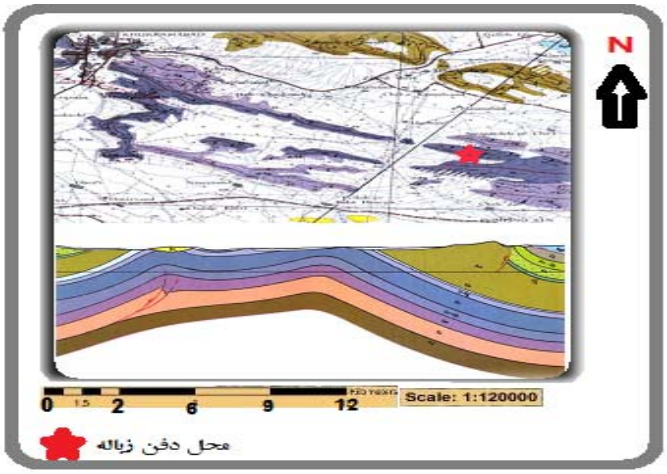
سازند سروک : سازندی آهکی با حفرات کارستی فرآوان با نفوذپذیری زیاد که بعنوان دومین سازند حفره دار منطقه شناخته می شود و دارای گستردگی زیاد در منطقه است.

سازند ایلام – سورگاه : لایه بالایی سازند سروک به دلیل عدم تشخیص تفکیک با این نام شناخته می شوند، این سازند به دلیل وجود لایه نفوذ ناپذیر شیلی تحتانی خود که در واحد سورگاه قرار دارد به عنوان سنگ پوش سازند سروک شناخته می شود.

سازند گورپی : یک سازند شیلی مارنی با میان لایه های رسی دارای خصوصیت زود فرسایی و به است و درصد نفوذپذیری بالایی در منطقه دارد.

سازند امیران : این واحد سنگی یک واحد با نفوذ ناپذیر کم در حوالی خرم آباد به سمت شمال غرب، در بخش پایینی فلیش های امیران کنگلومرایی است که به آن «بخش کنگلومرای خرم آباد» نام داده اند.

رسوبات آبرفتی کواترنر ایران دارای بافت سُست و فرسایش پذیر هستند. این سازند کوهزایی را تحمل نکرده، بنابراین لایه های آن افقی و سست هستند (شکل ۲).



شکل ۲- نقشه و نیمرخ زمین شناسی محدوده موقعیت محل دفن زباله

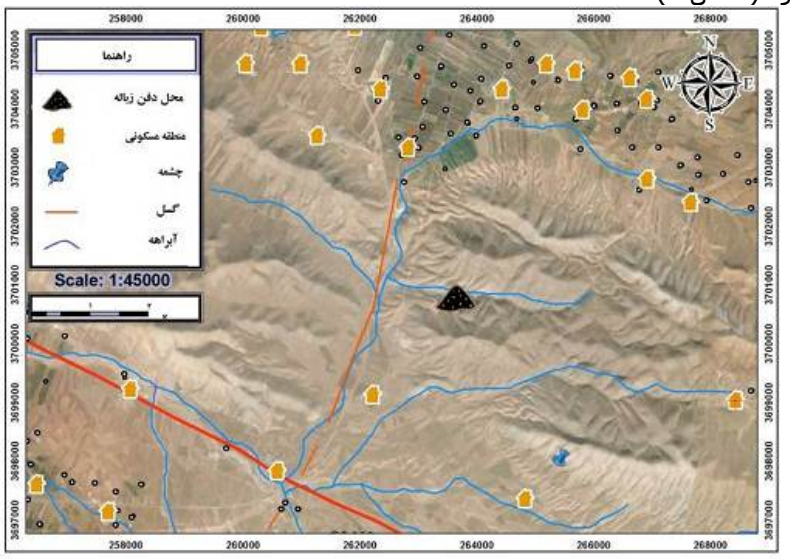
این محل در مرکز هسته تاقدیس خرم آباد با جنس سازند آهک حفره دار سروک تشکیل شده به عبارتی دومین سازند حفره دار یا به اصطلاح کارستی منطقه می باشد، جزء نفوذپذیرترین سازندهای منطقه است. با توجه به اینکه منطقه دفن زباله باید دارای سنگ بستر تا حد امکان از سنگ هایی نفوذ ناپذیر باشد (شکل ۳).

شکل ۳- شمایی از حفرات کارستی مرتبط واحد های سنگی منطقه

◇◇◇◇◇◇◇

تکتونیک منطقه:

فاصله محل دفن زباله های شهری با گسلهای منطقه باید بیشتر از ۵۰۰ متر باشد، این در حالی است که منطقه در زون زاگرس چین خورده قرار دارد و وجود گسل اصلی خرم آباد در جنوب تاقدیس خرم آباد که محل دفن زباله ها است یکی از مشهود ترین گسلهای اصلی در موقعیت است، این در حالی است که احتمال گسل پی سنگی در مسیر جاده کمربندی که فاصله چندانی با منطقه ندارد از دیگر نکاتی است که باید به آن توجه شود (شکل ۴).



شکل ۴- نقشه ریخت شناسی و گسلی در محل دفن زباله شهری د

◇◇◇◇◇◇◇

معیارهای هیدرولوژی:

توسعه و عمران آبادانی هر منطقه بدون شک در گروی داشتن منابع آب مناسب و دائمی است و در راستای توسعه منطقه دشت خرم آباد حفاظت و حراست از منابع آبی منطقه، رعایت اصول مدیریتی هیدرولوژی از ملزومات است، با وجود یک منبع آلوده کننده در ورودی حوزه دشت خرم آباد یکی از معضلات تحدید کننده منابع آب سطحی و زیرزمینی منطقه می باشد که در ذیل به آن اشاره می شود:

الف) آب سطحی:

محل دفن زباله های شهری باید حداقل ۳۰۰ متر از رودخانه های اصلی و ۲۰۰ متر از جویبارها فاصله داشته باشد که در موقعیت مورد مطالعه بطور که در شکل نشان داده شده فاصله حداقل تا جویبار فصلی رعایت نشده و محل دفن در میان دره ی خروجی آبراهه منطقه احداث شده است (شکل ۵).

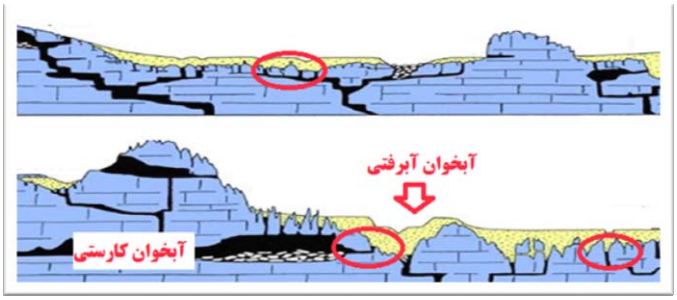
شکل ۵- فاصله سایت دفن زباله با جویبار فصلی (فاصله کمتر از ۱۰۰متر)

ب) آب زیرزمینی:

بر اساس استاندارد های بین المللی برای تعیین محل دفن زباله های شهری باید در حداقل عمق سطح ایستابی آب زیرزمینی ۱۰ متر باشد؛ با توجه به تراز بالای سطح آب منطقه عمق سطح ایستابی به دلیل اینکه منطقه یکی از ورودیهای تغذیه کننده آبخوان دشت خرم آباد است قابل توجه می باشد (اقتباس از مطالعات آب منطقه ای استان).

ج) سطح آب زیرزمینی :

باتوجه به مطالعات سازمان آب منطقه ای استان در این نقطه اختلاف سطح تراز آبخوان کارستی (آهکی) و آبخوان آبرفتی نزدیک به هم است؛ باتغییر در ترکیب هرکدام تغییرات در دیگری نیز بروز می کند؛ به عبارتی با آلوده شدن آبخوان کارستی که دفن زباله شهری بر روی آن انجام می شود آبخوان آبرفتی نیز آلوده خواهد شد که در شکل به صورت شماتیک نشان داده شده (شکل ۶).



شکل ۶- شمای شماتیک از نحوه ارتباط آبخوان کارستی با آبخوان آبرفتی (مشخص شده با حلقه های قرمز رنگ)

◇◇◇◇◇◇◇

معیارهای توپو گرافی و مورفولوژی:

شیب و ارتفاع از عوامل تاثیرگذار در تعیین مکان انجام عمل دفن زباله می باشد به طوری که شیب کمتر از ۱۰ درجه مناسبترین حالت، و همچنین ارتفاع کمتر مناسب ترین مکان جهت تعیین مکان دفن زباله می باشد که این شرایط در منطقه رعایت نشده است. (شکل ۷).

شکل ۷- اختلاف ارتفاع و تغییرات میزان شیب منطقه (شیب بیش از ۴۵ درجه)

◇◇◇◇◇◇◇

فاکتورهای مصنوعی :

الف) راه های دسترسی

راه دسترسی به خطوط جاده برای هر مجموعه یکی از ملزومات است ولی در خصوص پروژه دفن زباله به لحاظ مباحث بهداشتی داشتن یک جاده دورافتاده و درصورت امکان اختصاصی امری واجب است؛ فاصله موقعیت مورد مطالعه تا جاده کمربندی شرقی خرم آباد حدود ۱ کیلومتر است، به عبارتی بیانگر این موضوع است که سایت در فاصله مناسبی تعیین نشده است (شکل ۸).

شکل ۸- فاصله محل دفن زباله های شهری با جاده اصلی شمال- جنوب (حدود ۱کیلومتر)

الف) فاصله از مراکز عمومی و مسکونی:

در زمینه فاصله مکانی محل دفن زباله های شهری باید به شرایط بهداشتی به لحاظ بوی نامطبوع زباله های انباشته شده دقت لازم را داشت؛ با وجود اماکن صنعتی و مسکونی و چشم انداز آتی منطقه بخصوص در راستای توسعه مرکز تفریحی – ورزشی (دهکده المپیک) باعنایت به توسعه فرهنگی ورزشی منطقه باوجود مجاورت این اماکن با محل دفن زباله (پایینتر از حداستاندارد حدود ۲ Km) باید تدابیر لازم اندیشیده و مکان مناسبی برای انتقال انتخاب شود (شکل ۹).

شکل ۹- فاصله مکان دفن زباله شهری با مجتمع های مسکونی، صنعتی و فرهنگی ورزشی منطقه (هرکدام در حدود ۲ کیلومتر)

ب) خاک شناسی

از خصوصیت زمین محل دفن زباله های شهری این است که دارای خاک سطحی تا حد امکان از جنس رسی-سیلتی و یا از جنس شنی-سیلتی باشد؛ این خصوصیت از ورود شیرابه زباله های شهری به آبخوان جلوگیری می کند؛ درصورتی که سایت دفن زباله خرم آباد برروی سازندکارستی سروک قرار گرفته و به لحاظ خاک شناسی آبرفت مجاور سایت ازنوع درشت دانه بانفوذپذیری بالاست که مستعد نفوذ شیرابه زباله ها به آب زیرزمینی است (شکل۱۰).

شکل ۱۰- نمای نزدیک رسوبات منفصل سایت دفن زباله شهر خرم آباد

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری:

شواهد موجود در خصوص زمین شناسی، تکتونیک، هیدرولوژی و عوامل مصنوعی موجود در منطقه موقعیت مکانی دفن زباله های شهری شهر خرم آباد، بیانگر عدم دارابودن شرایط استاندارد مکان دفن زباله می باشد؛ و در صورتی که محل دفن زباله های شهری تغییر نکند تحدید جدی برای آلودگی سفره آب زیرزمینی محسوب می شود. پیش از جدی شدن این تحدید پیشنهاد می شود موقعیت مکان دفن زباله های به مکانی با شرایط مناسب و استاندارد انتقال داده شود. و با توجه به زمین شناسی منطقه تشکیلات کنگلو مرایی خرم آباد (معادل شیل امیران) و کنگلو مرای بختیاری بستر مناسبی برای تجمع و اجرای پروژه جایگزین لندفیل در منطقه می باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع:

۱- آقا نباتی ع. ، ۱۳۸۹ ؛ زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲- تکدستان اف. ، ۱۳۸۹ ؛ بررسی معیارهای مختلف در انتخاب محل دفن مهندسی-بهداشتی پسماند شهری و انتخاب بهترین معیار دفن در کشور، انجمن مهندسی محیط زیست ایران
۳- عبد الوند م. ، ۱۳۸۸، بررسی فعالیت های نئوتکتونیک و سایزموتکتونیک محدوده خرم آباد، دانشگاه آزاد واحد اسلامی واحد علوم تحقیقات
۴- غیور سالانقوچ ز. ، مکانیابی لندفیل شهر قوچان
۵- موسائی ف. ، نخعی م. ۱۳۸۹؛ ضرورت حفاظت کیفی از آبخوان کارستی زردکوه، همایش ملی آب با رویکرد آب پاک
۶- میرزاوند ح. ، ۱۳۹۲، گزارش مخاطرات موقعیت مکانی دفن زباله شهری، شهر خرم آباد، سازمان زمین شناسی مرکز لرستان
۷- یاور منظوری، مکان یابی و طراحی محل دفن زباله های شهری استان اردبیل
۸- نقشه زمین شناسی ۱۰۰۰۰۰ / ۱ خرم آباد، شرکت نفت

6- Kerry l. , al. , Landfills, sciene and Engineering Aspects, Ohio start University Extension 137-05

◇◇◇◇◇◇◇

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی و پهنه‌بندی ناپایداری دامنه‌ای (مطالعه موردی جاده جدیدزنجان – طارم)

محمد کشاورز بخشایش[۱]، مهدی تلخابلو[۲] ، رضا قربانی[۳]

۱- دکتری زمین‌شناسی مهندسی،استادیار دانشگاه پیام نور مرکز زنجان ،۰۹۱۲۲۱۵۱۲۹۵(Mkeshavarz@yahoo.com)

۲- دکتری زمین‌شناسی مهندسی، استادیار دانشگاه خوارزمی تهران، ۰۹۱۲۳۱۸۹۴۵۹(Talkhablou@khu.ac.ir)

۳- کارشناس ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه پیام نور مرکز زنجان (Qorbanireza20@yahoo.com)

چکیده :

در مقاله حاضر خطر ناپایداری‌های دامنه‌ای در جاده جدید زنجان به طارم (تهم - چورزق) مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. مسیر جاده یکی از مناطق بسیار مستعد برای وقوع حرکات دامنه‌ای است. تجربه وقوع لغزش‌های متعدد در سال‌های پس از بهره‌برداری موید این موضوع می‌باشد. بر این اساس، در مقاله حاضر با استفاده از بازدیدهای صحرایی و بررسی عکس‌های هوائی و ماهواره‌ای، محدوده‌های ناپایدار در محدوده جاده مورد شناسایی قرارگرفته و علل اصلی به وجود آورنده‌ی آنها مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. بر اساس این مطالعات، پنج عامل واحدهای زمین‌شناسی، شیب توپوگرافی، کاربری اراضی، آبراهه‌ها، جهت شیب و فاصله از گسل، به‌عنوان عوامل اصلی و دخیل در وقوع ناپایداری‌های محدوده مورد مطالعه تعیین‌شده‌اند. برای تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر ناپایداری منطقه، لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر یک از این عوامل در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه‌شده و با روش وزن‌دهی نسبت به تعیین نقش هر یک از آنها در میزان وقوع ناپایداری‌های دامنه‌ای اقدام شده است. در ادامه با استفاده از روش روی هم قرار دادن لایه‌های اطلاعاتی (Layer crossing) در نرم‌افزار ARC GIS، اقدام به تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر در محدوده مورد مطالعه گردیده است. نقشه مذکور نشان می‌دهد که بخش نسبتاً وسیعی از مسیر مورد مطالعه، در محدوده‌ی با خطر بالا و متوسط قرار گرفته است. همچنین مشخص گردید که عامل سنگ شناسی به همراه عملکرد گسل‌ها، نقش موثری در ایجاد ناپایداری‌ها در این منطقه ایفا می‌کنند. ازاین‌رو ضروری است در زمان بهره‌برداری، نسبت به اجرای عملیات پایدارسازی مناسب در نواحی با خطر بالا اقدامات ضروری صورت پذیرد.

کلیدواژه‌ها: پهنه‌بندی، ناپایداری دامنه‌ای، جاده زنجان – طارم،ARC GIS

Abstract:

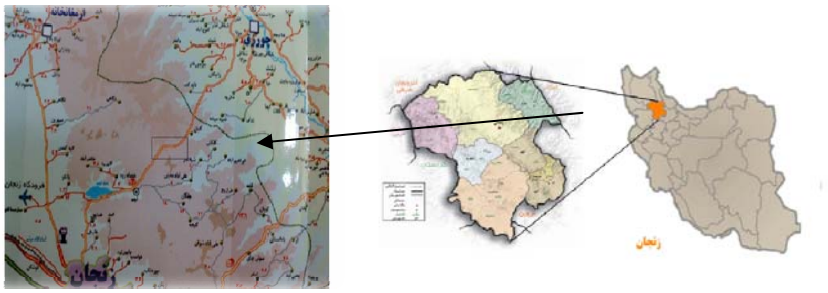
The slope instability hazard in new Zanjan to Tarom road has been investigated in this paper. The road highly susceptible to landslides and some slope instability have been occurred during the years of operation. Therefore, we have studied the main causes of the landslide by field survey and using of the main parameters like land slope, topography, land use, waterways and faults. The overlaying method in ARC GIS has been used to prepare the landslide hazard zonation map in the studied area. The map shows that a relatively large part of the road is in high and moderate hazard zones. It is also realized that the lithology and active faults play a major role in rock fall at the studied. The stabilization of the susceptible zones before full operation of the road is fully recommended.

Keywords: susceptibility ،slope instability ، Road Zanjan – Tarom ،ARC GIS

مقدمه :

مطالعه ناپایداری های دامنه‌ای از جمله مهم‌ترین مسائل در پروژه‌های عمده عمرانی، به‌ویژه پروژه‌های خطی نظیر احداث جاده و بزرگراه می‌باشد. عدم توجه به این مسئله می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری را به دنبال داشته باشد. اگرچه خسارت ناشي از ناپايداری های دامنه‌ای منفرد در مقابل بلاياي طبيعي از جمله سيل و زلزله ناچيز می‌باشد، اما به دليل گسترش و تناوب آنها نسبت به ساير بلاياي طبيعي خسارات زيادي را در بلندمدت به بار آورده‌اند. از طرفي بسياري از خسارات ناشي از زلزله و سيل در اثر حرکت توده‌های زمین بوده که به‌وسيله اين عوامل طبيعي تحريک‌شده‌اند. آمارهاي موجود نشان می‌دهد که بيش از ۵۲ درصد خسارات حاصل از بلاياي طبيعي، ناشي از حرکت توده‌های زمین می‌باشد. براي جلوگيري از اين وقايع و پيش‌بينی زمان رخداد آن، نياز به يکسري مطالعات در اين زمينه است که تهيه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمين‌لغزش يکي از موثرترين روش‌ها است.

جاده جديد زنجان - طارم (تهم- چورزق) به طول ٦٦ کيلومتر مرکز استان را به غرب شهرستان طارم متصل می‌نمايد. از نظر تقسيم‌بندي کشوري، گستره مورد بررسي در ۲۵ کيلومتري شمال شهر زنجان واقع شده است (شکل۱). شهرهاي بزرگ نزديک به گستره مورد مطالعه، شهرهاي زنجان، گيلوان و آب‌بر و نزديك‌ترين روستاها تهم، شيلاندر، جزلا، تازه کند، و شيت مي‌باشند (شکل ۱).



شکل ۱: موقعيت استان زنجان و محدوده مورد مطالعه در کشور

بر پايه اطلاعات نقشه زمين‌شناسی ورقه طارم با مقياس ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمين‌شناسی (۱۳۷۹)، ويژگی‌های واحدهای سنگ‌شناختی منطقه عبارتند از: کهن‌ترين واحد سنگي ورقه طارم شامل سنگ‌هاي آهکي باسن دونين است که در بخش شمال‌شرقي ورقه رخنمون محدودي دارد. نهشته‌هاي رسوبي با دگرگوني ضعيف و سن احتمالي تریاس - ژوراسيك و همچنين نهشته‌هاي تخريبي ژوراسيك کمتر دگرگون‌شده نيز در بخش شمال‌شرقي ورقه طارم گسترش در خور توجهي دارد. سري ائوسن با گسترش وسيع باقاعده کنگلومرائي به طور ناپيوسته (گاه دگرشيب) بر روي سازندهاي قديمي‌تر، از جمله سازندهاي ژوراسيك نشسته است. نهشته‌هاي ائوسن در محيط رسوبي کم عمق و گاه قاره‌اي تشکيل يافته و مشتمل بر سنگ‌هاي آذر آوری، رسوبي و آتش‌فشانی است که اغلب توسط توده‌هاي نفوذي باسن اليگوسن و يا جوان‌تر قطع‌شده‌اند. رسوبات ائوسن چين‌خورده‌اند و راستاي محوري آنها شمال‌غربي- جنوب‌شرقي تا شرقي- غربي است و محور چين‌ها اغلب شيب‌دار است. در امتداد رودخانه قزل‌اوزن نهشته‌هاي نئوژن و کواترنري در يك ساختمان ناوديسي و به طور ناپيوسته و دگر شيب بر روي سري ائوسن نشسته‌اند. هيراباما و همکاران (۱۹٦٦) سري ائوسن رشته‌کوه‌های البرز را در منطقه طارم به دو عضو کردکند و امند تقسيم کرده‌اند. عضو کردکند بخش زيرين سازند کرج را تشکيل داده و امتداد لايه‌ها N٦٠W و ضخامت کلي آن ۲٤۰۰ متر است. عضو امند به طور عادي بر روي نهشته‌هاي کردکند قرار گرفته است.بخش زيرين اين واحد حاوي ماسه‌سنگ و توف است که به سمت بالا به گدازه‌هاي متنوع مانند پورفيريت و آندزيت تبديل مي‌شود. اين گدازه‌ها از لحاظ ترکيب مشابه واحد زيرين هستند، با اين تفاوت که گدازه اليوين بازالتي در اين واحد ديده مي‌شود. فنوکريستال‌هاي اوليوين بافت افيتيك و يا اينترگرانولار نشان مي‌دهد. به سمت ذاکر، توف جوش‌خورده همراه با ميان لايه گدازه آندزيتي ديده مي‌شود. از لحاظ ماکروسکوپي زمينه سنگ به رنگ صورتي، متوسط دانه و همراه با بلورهاي پراکنده فلدسپات همراه با قطعات سبز آندزيتي است که به‌صورت عدسي‌هاي نازك در مسير جريان کشيده شده‌اند. قطعات زاويه‌دار نيز وجود دارد. اين واحد از روستاي همايون به سمت جنوب‌شرقي منطقه ادامه دارد.

روش تحقیق:

تاکنون تحقیقات متعددي در داخل و خارج کشور در زمینه پهنه‌بندی ناپایداری های دامنه‌ای انجام گرفته است که عمدتاً شامل استفاده از روش‌هاي آماري دو متغیره و چند متغیره (کهي ميانجي، ۱۳۷۷، Saro Lee، ۲۰۰۱، Van Westen، ۱۹۹۸) و یا ترکیبي از روش‌های آماري فوق با روش‌های مورا و وارسون، نیلسن، نیلسن اصلاح‌شده (جلالي، ۱۳۸۱)، وزن متغیرها، ارزش اطلاعاتي تراکم سطح و نیلسن (فتاحي اردکاني، ۱۳۷۹، فتاحي اردکاني و همکاران، ۱۳۸۲)، رگرسیون چند متغیره و ارزش اطلاعاتي (سعدالدین،۱۳۷٦)، حائري، اصلاح شده حائري، ارزش اطلاعاتي (سیارپور، ۱۳۷۸)، تحلیل ممیزي (حق شناس،۱۳۷۵)، ارزش اطلاعاتي، تراکم سطح، حداقل مربعات وزن‌دار، لجستیك با داده‌های گسسته و پیوسته و منطق فازي (اشقلي فراهاني، ۱۳۸۰) ارزش اطلاعاتي، کاناگاوا، حائري، حائري اصلاح‌شده و تحلیل پراکنش زمین‌لغزش‌ها با استفاده از فیلترهاي خطي، میانگین و واریانس (سفیدگري، ۱۳۸۱، حائري و سمیعي، ۱۹۹۵)، هندسي، ژئومرفولوژیك، منطق فازي (Murat، ۲۰۰۲)، ژئومورفولوژي (نیك اندیش، ۱۳۷۸، Guzzetti، ۲۰۰۰) می‌باشد.

بااین‌حال بر اساس بررسی‌های صورت گرفته مطالعه خاصی برای تعیین مناطق ناپایدار در جاده جدید زنجان به طارم صورت نگرفته است. درحالی‌که با توجه به شرایط کوهستانی و اقلیمی این منطقه، امکان وجود ناپایداری در دامنه و محدوده جاده بسیار محتمل است. وجود درزه‌های فراوان و چندین زمین‌لغزش در محدوده جاده، اهمیت بررسي‌هاي پایداري شیب و مخاطرات ناپایداری دامنه‌ای را دوچندان می‌کند. بیشتر واحدهاي سنگي محدوده مورد نظر از جنس رس، ماسه‌سنگ، سنگ‌آهک و نیز سنگ‌هاي آتش‌فشانی است. ازاین‌رو دامنه طبیعی خاکی یا سنگی، دامنه ناشی از حفاری در سنگ و خاک و دامنه‌های جاده یا خاک‌ریز، همه ممکن است بر اثر عواملی از حالت پایدار خارج شوند (اشکال ۲ و ۳). همچنین در بررسی‌های صحرائي، در چندین نقطه از دامنه جاده با ناپایداری های دامنه‌ای وسیعي برخورد شده است که نشان می‌دهد ناپایداری های موجود جوان بوده و منطقه داراي پتانسیل لغزش می‌باشد.

شکل۲:وجود پهنه ناپایدار در مسیر مورد مطالعه

شکل ۳:ریزش و لغزش در حاشیه جاده

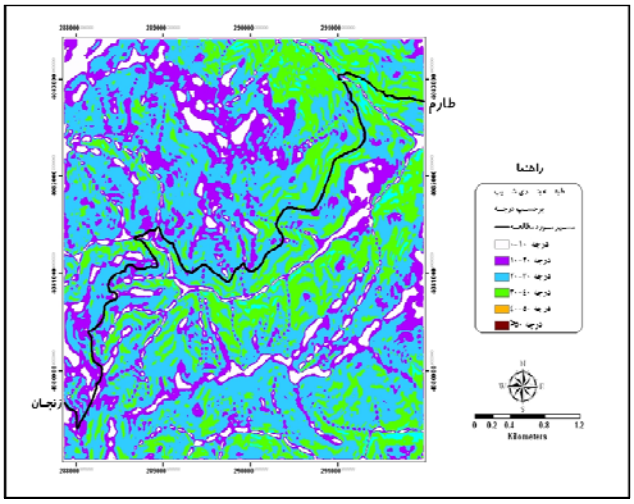
در مقاله حاضر با استفاده از بازدیدهای صحرایی و بررسی عکس‌های هوائی و ماهواره‌ای، محدوده‌های ناپایدار در محدوده جاده مورد شناسایی قرارگرفته و علل اصلی به وجود آورنده‌ی آنها مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. بر اساس این مطالعات، پنج عامل واحدهای زمین‌شناسی، شیب توپوگرافی، کاربری اراضی، آبراهه‌ها، جهت شیب و فاصله از گسل، به‌عنوان عوامل اصلی و دخیل در وقوع ناپایداری‌های محدوده مورد مطالعه تعیین‌شده‌اند. برای تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر ناپایداری منطقه، لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر یک از این عوامل در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه‌شده و با روش وزن‌دهی نسبت به تعیین نقش هر یک از آنها در میزان وقوع ناپایداری‌های دامنه‌ای اقدام شده است. در ادامه با استفاده از روش روی هم قرار دادن لایه‌های اطلاعاتی (Layer crossing) در نرم‌افزار ARC GIS، اقدام به تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر در محدوده مورد مطالعه گردیده است.

بحث و تحلیل نتایج :

عوامل مؤثر مورد مطالعه در این تحقیق در ادامه تشریح می شوند.

-شیب

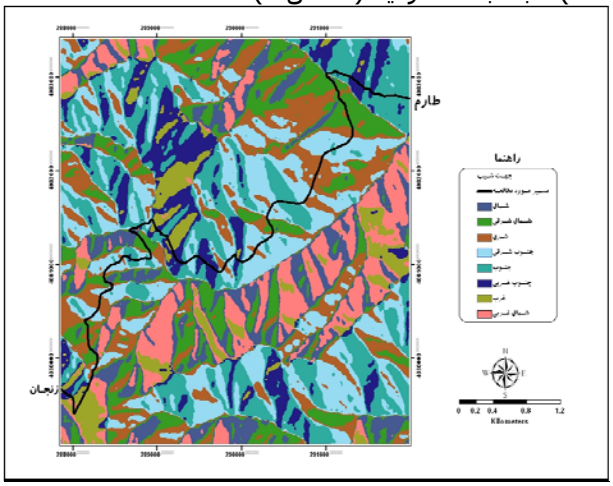
بررسی وضعیت شیب ازآن‌جهت بااهمیت است که سازوکار بسیاری از جابجایی های مربوط به مواد سطحی و فرایندهای حمل، تابع میزان شیب است. در این منطقه با توجه به دامنه ارتفاعی بالا، بخش‌های مرتفع بسیار پرشیب بوده و دارای سیمای فرسایشی شدید و قابل‌توجهی هستند. برای تهیه نقشه شیب، از مدل ارتفاعی رستری استفاده شده است، سپس با توجه به خطواره‌ها که همان خط الراس‌ها و خط القعرها می‌باشند، پهنه‌بندی بر روی منحنی‌های میزان انجام شده است. میزان متوسط شیب نیز در هر منطقه مشخص‌شده و منطقه از نظر شیب به ٦ کلاس تقسیم‌بندی گردید (شکل ٤).



شکل٤: نقشه شیب منطقه مورد مطالعه

- جهت شیب

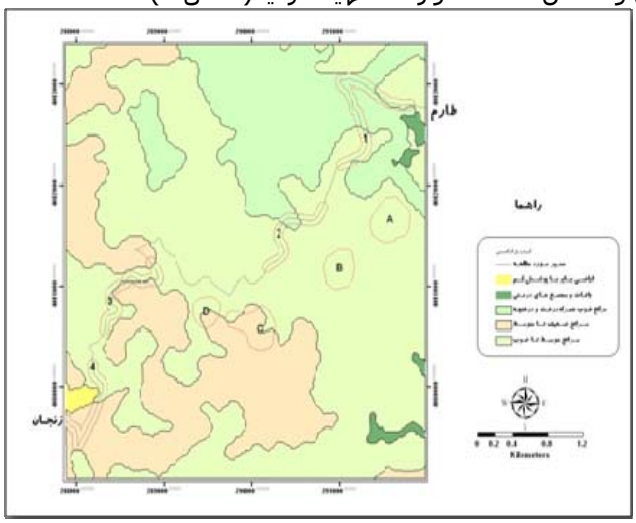
معمولاً در طبقه‌بندی‌هاي مختلف، سطوح را به جهات شمال،شمال‌غربي، غرب،جنوب غربي، جنوب، جنوب‌شرقي،شرق،شمال‌شرقي و سطوح مسطح تقسیم می‌کنند. تأثیر جهت شیب در رابطه با مدت‌زمان تابش آفتاب است. در نیمکره شمالي میزان تابش نور خورشید به سطوحي که داراي جهات شیب جنوبي هستند بیشتر می‌باشد، در نتیجه تبخیر در این سطوح بیشتر و اثرات منفي که افزایش میزان آب ممکن است در پایداري شیب‌ها داشته باشد کاهش می‌یابد و پایداري نسبي افزایش می‌یابد و برعکس در سطوح با جهات شیب شمالي پایداري کمتر است. در این تحقیق به‌منظور ارتباط بین جهت شیب و ناپایداری‌های رخ‌داده نقشه جهت شیب به ۹ کلاس بدون شیب یا منطقه مسطح با شیب صفر درجه، شمال (۰-۲۲/۵ و ۳۶۰-۳۷۷/۵)، شمال شرقی (۲۲/۵-۶۷/۵)، شرق (۶۷/۵-۱۱۲/۵)، جنوب شرقی (۱۲۲/۵-۱۵۷/۵)، جنوب (۱۵۷/۵-۲۰۲/۵)، جنوب غربی (۲۰۲/۵-۲۴۷/۵)، غرب (۲۴۷/۵-۲۹۲/۵) و شمال غربی (۲۹۲/۵-۳۳۷/۵) طبقه‌بندی گردید (شکل ٥).



شکل٥: نقشه جهت شیب

- کاربری اراضی

پوشش گیاهي دارای عملکرد مهم و درعین‌حال متفاوت می‌باشد به‌طوری که در بعضي موارد عامل پایداری و در بعضي شرایط محرک ناپایداری می‌باشد. عملکرد آن در کاهش رطوبت خاک، عمل محافظتی ریشه‌ها، جلوگیری از برخورد مستقیم باران و برف و تبخیر نمودن آب به‌عنوان عامل پایداری دامنه‌ها است ولی افزایش باری که گیاهان در شیب‌های تند به خاک اعمال می‌کنند و انتقال عمل مکانیکی نیروی باد به خاک توسط درختان، سقوط درختان و حرکت لرزشي حاصل از آن، عمل گوه‌ای ریشه درختان که سبب عریض شدن شکاف‌ها و تسریع نفوذ آب می‌گردد از اثرات مخرب پوشش گیاهی هستند. بنابراین اثر پوشش گیاهی در پایداری شیب‌ها بستگي به شرایط محل، عمق خاک، شیب دامنه، نوع گیاهان و وضعیت خردشدگی سنگ‌ها و آب و هوا دارد. به همین منظور با مراجعه به ادارات زیربط، معلوم شد یا چنین نقشه‌ای تهیه نگردیده و یا اینکه در مقیاس مناسبی نیست. درهرصورت، در این تحقیق نقشه کاربری تهیه‌شده در ۵ کاربری و با تلفیقی از نقشه‌های ادارات منابع طبیعی، جهاد کشاورزی، سازمان مسکن و شهرسازی سابق و عکس‌های ماهواره‌ای تهیه گردید(شکل ٦).



شکل ٦ : نقشه کاربری اراضی

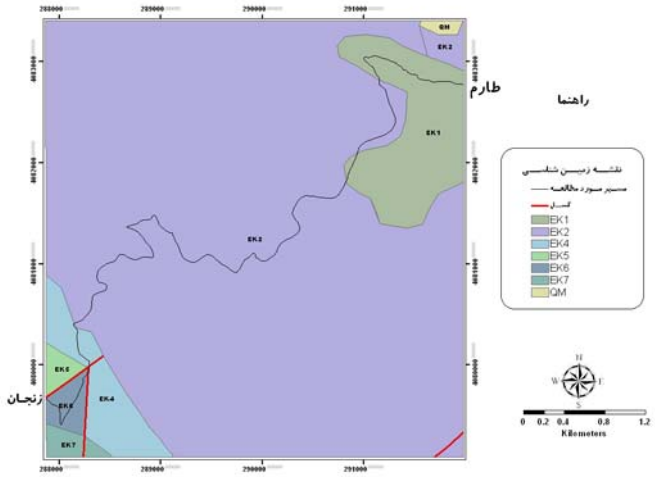
- فاصله از گسل

فعالیت گسل‌ها می‌تواند به‌عنوان عامل محرک در وقوع ناپایداری‌های دامنه‌ای باشد و گسل‌ها روي ناپایداری سطوح و دامنه‌ها خیلی موثرند. برای تولید نقشه فاصله از گسل از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰طارم و نیز بازدیدهای صحرایی استفاده شده است.

براي تعیین فاصله از گسل، نقشه به ۵ کلاس ۰-۱۵۰متر، ۱۵۰-۳۰۰متر، ۳۰۰-٤٥٠متر، ٤٥٠-٦۰۰متر، و بزرگ‌تر از ٦۰۰متر تقسیم‌شده است. هر چه فاصله از گسل کمتر باشد میزان خطر ناپایداری بیشتر بوده و در فواصل دور از گسل میزان خطر کمتر است.

- زمین‌شناسی

با توجه به اینکه نقشه زمین‌شناسی منطقه توسط سازمان زمین‌شناسی کشور در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ارائه گردیده است و جهت تهیه يك نقشه پهنه‌بندی مناسب و قابل‌استفاده، حتماً نقشه باید در مقیاس مناسب،مثلاً ۱:۲۵۰۰۰ و یا ۱:۵۰۰۰۰ باشد، لذا نیاز به بازدید صحرایي و بررسي نقشه، جهت تهیه نقشه ۱:۲۵۰۰۰ زمین‌شناسی بود که بدین منظور طي چند روز، بررسي هاي صحرایي براي تدقیق نقشه زمین‌شناسی منطقه صورت گرفت. بررسي‌هاي دقیق‌تر زمین‌شناختي از محدوده طرح، شامل بررسي‌هاي صحرایي، برداشت‌هاي زمین‌ساختاري، نمونه‌گیري از واحدهاي سنگي آنها بوده است. نتیجه این برداشت‌ها منجر به شناسایي دقیق‌تر و جزئي‌تر واحدهاي سنگ‌چینه‌اي گردید (شکل ۷).



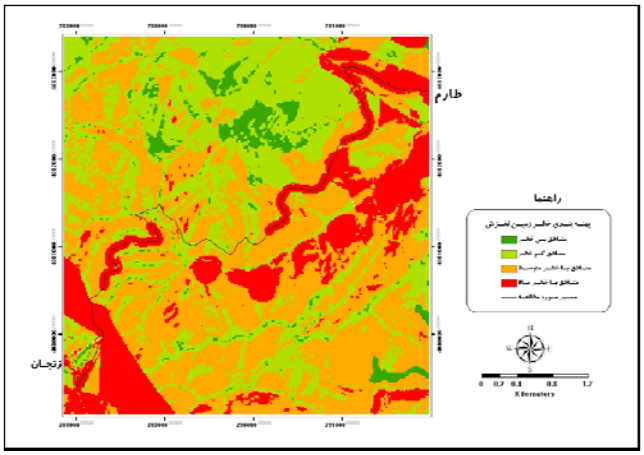
شکل ۷: نقشه واحدهای زمین‌شناسی و گسل های شناسایی‌شده در محدوده مورد مطالعه

-نحوه وزن دهی

براي وزن دهي پارامترهاي مؤثر بر ناپایداری دامنه‌ای و تهیه نقشه خطر، روش‌های متعددي از جمله روش سلسله مراتبي روش دو متغيره آناليز ارزش اطلاعاتي، روش دو متغيره آناليز سطح، روش چند متغيره آناليز رگرسيون خطي و روش چند متغيره به‌وسيله آناليز مميزي ارائه شده است. در این پژوهش به هر پارامتر وزني اختصاص داده شد. وزن پارامترها بر اساس میزان تأثیر آن پارامتر بر وقوع ناپایداری می‌باشد. لایه‌های نقشه پارامترها بر اساس وزن خود با یکدیگر جمع می‌شوند. پس از وزن دهي پارامترها و انجام عمليات در محيط نرم‌افزار ، ARC GIS نتايج به‌صورت شكل ۹ به‌دست آمد.

با توضيحات قبلي در رابطه با انواع روش‌های پهنه‌بندی، و بر اساس داده‌ها و اطلاعات در دسترس، بهترين روش، روش تركيبي است كه به هر يک از عوامل موثر، بر اساس تراكم طبيعي ناپايداری‌ها، وزن داده می‌شود. در نتيجه عاملي كه در حال حاضر داراي تراكم ناپايداری كمتري است، وزن كمتر و عاملي كه داراي تراكم ناپايداری بيشتري است، وزن بيشتر خواهد داشت، در نهايت با تركيب وزن هاي به‌دست آمده از عوامل مختلف، درجه خطر ناپايداري هر واحد محاسبه می‌گردد. با روي هم قرار دادن عوامل مورد استفاده بر اساس واحد هاي طبيعي، نقشه عوامل شناخته‌شده، براي قبول يا رد ناپايداري دامنه بر روي هم قرار داده شدند كه در نهايت منجر به تهيه نقشه اوليه خطر گرديد. به هر يك از موارد موجود در نقشه‌های عوامل، بر اساس نقش آنها در ایجاد ناپایداری وزن داده شده و سپس مجموع وزن‌های موجود در هر واحد را باهم جمع كرده و حاصل براي تخمين ميزان خطر آن واحد به‌كار برده شده است.

بعد از تعيين وزن به هر يک از عوامل و امتياز دادن به زيررده‌ها و كلاس‌هاي عوامل دخيل در ناپايداری، و تهيه لايه‌های اطلاعاتي مربوطه در نرم‌افزار ARC GIS ، اقدام به تهيه لايه نهايي بر اساس ر وش روي هم قرار دادن لايه‌ها و در نظر گرفتن وزن و امتياز داده‌شده به عوامل گرديد(شكل ۸).



شکل ۸: نقشه پهنه‌بندی میزان خطر ناپایداری دامنه‌ای منطقه مورد مطالعه

جدول ۱ : مساحت محدوده‌های تقسیم خطر

تقسیمات پهنه‌بندی	منطقه بی‌خطر	منطقه کم خطر	منطقه با خطر متوسط	منطقه با خطر زیاد
مساحت به هکتار	۷۰	۶۰۲	۷۹۳	۳۱۲
مساحت به درصد	۳/۹	۳۳/۸	٤٤/٦	۱۷/٥

۱- در تقسیم‌بندی انجام‌گرفته ۳۳/۸ درصد از محدوده در پهنه منطقه کم خطر، ٤٤/٦ درصد در منطقه با خطر متوسط و ۱۷/٥ درصد در محدوده خطر زیاد واقع شده است.
۲- در تقسیمات کاربري اراضي مراتع متوسط تا خوب بیشترین محدوده خطر بالا را پوشش می‌دهند.
۳- بیشترین پوشش مناطق با خطر بالا و متوسط به ترتیب در واحدهاي زمین‌شناسی EK²K و EK¹K و مناطق بی‌خطر در واحد زمین‌شناسی EK²E واقع شده است.
٤- بیشترین محدوده خطر بالا در شیب‌های بین ۳۰ تا ٤۰ درجه و در جهت‌های شمال‌شرقی و شمال‌غربی روی داده است.

نتیجه‌گیری :

جاده جدید زنجان - طارم در استان زنجان مرکز استان را به غرب شهرستان طارم متصل می‌کند، به دلیل کوهستانی بودن منطقه،امکان وجود ناپایداری در دامنه و محدوده جاده وجود دارد. وجود درزه‌های فراوان در دامنه جاده و چندین زمین‌لغزش در محدوده مورد مطالعه، اهمیت بررسي‌هاي پايداري شيب و مخاطرات ناپایداری دامنه‌ای را دوچندان می‌کند. بیشتر واحدهاي سنگي محدوده موردنظر از جنس رس، ماسه‌سنگ، سنگ‌آهک و نیز سنگ هاي آتش‌فشانی است. ازاین‌رو دامنه های طبیعی خاکی یا سنگی، ممکن است بر اثر عواملی از حالت پایدار خارج شوند. همچنین در مطالعات صحرائي، در چندین نقطه از دامنه جاده با ناپایداری های دامنه‌ای وسیعي برخورد شده است که نشان می‌دهد ناپایداری‌های موجود جوان بوده و منطقه داراي پتانسیل ناپایداری می‌باشد.

در این پژوهش خطر ناپایداری دامنه‌ای در محدوده جاده مذکور مورد مطالعه و بررسی قرارگرفته و نقشه پهنه‌بندی خطر برای این منطقه ارائه شده است. با توجه به بررسی‌های میدانی و مطالعات صحرایی، مهم‌ترین نتایج این تحقیق به شرح زیر ارائه می‌شود:

۱- بر اساس بررسی‌های میدانی مهم‌ترین عوامل ایجاد ناپایداری‌های دامنه‌ای در محدوده مطالعاتی عبارت از عامل واحدهای زمین‌شناسی،شیب دامنه،جهت شیب، فاصله از گسل و شرایط پوشش گیاهی،بوده است. این عوامل برای تهیه نقشه پهنه‌بندی مورد استفاده قرارگرفته‌اند.

۲- بررسی‌های میدانی و مطالعه ناپایداری‌های دامنه‌ای رخ داده در منطقه نشان می‌دهد که گسل‌ها به‌ویژه گسل‌های فرعی منشعب از گسل‌های اصلی، نقش قابل‌توجهی در ایجاد ناپایداری‌های دامنه‌ای دارند.

۳- برای وزن‌دهی به عوامل و محاسبه میزان خطر در بخش‌های مختلف ناحیه مورد مطالعه، روش وزن‌دهی توسط نرم‌افزار Arc GIS مورد استفاده قرار گرفته است. این روش به دلیل همپوشانی و مقایسه همزمان عوامل موثر در ناپایداری دامنه‌ای، از دقت نسبی بالایی برای پهنه‌بندی خطر ناپایداری در محدوده مورد مطالعه برخوردار است.

٤- بر اساس نقشه نهایی پهنه‌بندی خطر در محدوده موردمطالعه و انطباق صحرایی و میدانی، نقشه در ٤ کلاس تهیه شده است و شامل پهنه‌های با خطر زیاد و متوسط و کم و بی‌خطر می‌باشد. با توجه به نقشه مزبور حدود ۱۷/٥ درصد از محدوده مورد مطالعه در منطقه با خطر بالا و ٤٤/٦ درصد در محدوده با خطر متوسط و ۳۳/۸درصد در محدوده با خطر کم و ۳/۹ درصد در منطقه بی‌خطر قرار می‌گیرد.

٥- با توجه به شرایط زمین‌شناسی و نقش گسل‌ها در ایجاد ناپایداری‌های دامنه‌ای در محدوده مورد مطالعه، پیشنهاد می‌شود یک مطالعه اختصاصی برای تعیین گسل‌های شناخته‌نشده در منطقه به عمل آید.همچنین پیشنهاد می‌گردد که پیش از بهره‌برداری کامل از این جاده، ملاحظات پایدارسازی شیب‌هایی که در این مطالعه به‌عنوان نواحی پرخطر معرفی‌شده‌اند، مد نظر قرار گیرد.

منابع فارسي :

۱. اشقلي فراهاني، ع.، (۱۳۸۰)، ارزيابي خطر ناپايداري دامنه‌هاي طبيعي در منطقه رودبار با استفاده از تئوري فازي، پايان‌نامه كارشناسي ارشد زمين‌شناسي مهندسي، دانشگاه تربيت‌معلم تهران، ۱٤۲ ص.
۲. جلالي، ن.، (۱۳۸۱)، ارزيابي تعدادي از روش هاي پهنه‌بندی خطر زمين‌لغزش در حوزه آبخيز طالقان، گزارش نهايي طرح تحقيقاتي، پژوهشكده حفاظت خاك و آبخيزداري.

۳. حائري، س،. م و همكاران(۱۳۷۵)، طرح بررسي جامع رانش زمين در استان مازندران، جلد سوم،گزارش مرحله نهائي.
٤. حق شناس، ا،. (۱۳۷٤) پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش و ارتباط آن با تولید رسوب در منطقه طالقان. پایان‌نامه کارشناسي ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۸۳ ص.
٥. سعدالدين، ا،. (۱۳۷۳)، بررسي اثرات پارامترهاي هيدروژئومورفولوژيك بر حركات توده‌ای مواد دامنه‌ای در حوزه آبخيز چاشم - خطير كوه سمنان، پايان‌نامه كارشناسي ارشد دانشگاه تربيت مدرس، ۱۲۳ ص.
٦. سفيدگري، ر،. (۱۳۷۷)، ارزيابي روش هاي پهنه‌بندی خطر احتمال وقوع زمين‌لغزش با استفاده از سنجش‌ازدور و سيستم اطلاعات جغرافيايي در منطقه طالقان، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه تربيت مدرس، ۲۰٤ ص.
۷. سيارپور، م،. (۱۳۷۸)، پهنه‌بندی پتانسيل خطر زمين‌لغزش در جنوب خلخال، استان اردبيل. پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه تهران، ۹۳ ص.
۸. شريعت جعفری، م،. (۱۳۷٥)، مباني و اصول پايداري شيب هاي طبيعي. انتشارات سازه، ۲۱۸ ص.
۹. فتاحي اردكاني م. ع،. غيوميان، ج. و جلالي ن،. (۱۳۸۲) ، ارزيابي كار آيی مدل هاي پهنه‌بندی خطر زمين‌لغزش در حوزه آبخيز سد لتيان، مجله زمين‌شناسی مهندسی. جلد اول. شماره ۱، ص ٤۲- ۲٤.
۱۰. كهي ميانجي، ي،. (۱۳۷۷)، تحليل چند متغيره آماري احتمال وقوع زمين‌لغزش با استفاده از سنجش‌ازدور و سيستم اطلاعات جغرافيايي در منطقه طالقان پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه تربيت مدرس ۲۰٤ص.
۱۱. نيك انديش، ن،. (۱۳۷۸)، بررسي نقش عوامل هيدرو اقليم در وقوع حركات توده‌ای در حوضه كارون مياني، پايان‌نامه دكترا، دانشگاه اصفهان.

References:

12. Guzzetti,F., M. Cardinali, P. Relchenbach and A. Carrara. (2000). Comparing Landslide Maps: A Case Study in the Upper Tiber River Basin, Central Italy. Environmental management, vol. 25, No. 3, pp. 247-263.
13. Murat Ercanogla and Canada Gokceoglu. (2002). Assessment of Landslide Susceptibility for a Landslide Prone Area (North of Yenice, NW Turkey) by Fuzzy Approach, Environmental Geology, 41:720-730.
14. Saro Lee and M. Kyungduck. (2001). Statistical Analysis of Landslide Susceptibility at Yonging, Korea, Environmental Geology, 40:1095-1113.
15. Van Westen, C. J., N. Rengers, M. T. J. Terline and R. Soeters. (1997). Predication of the Occurrence of Slope Instability Phenomena through GIS-Based Hazard Zonation. Geologisches Rundschau 86:pp.404-411

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی و مقایسه اثر افزودن آهک بر ویژگی های خاک رس با استفاده از آزمایش حدود آتربرگ

علی رستم نیا، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی ،دانشگاه خوارزمی،۰۹۱۴۶۲۵۰۲۱۸، a.rostamnia1986@gmail.com
محمود فاطمی عقدا،استاد، هیئت علمی گروه زمین شناسی مهندسی ،دانشگاه خوارزمی، ۰۹۱۲۱۲۳۶۲۹۲، fatemi@khu.ac.ir
مهدی قهرمانلو، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی ،دانشگاه خوارزمی، ۰۹۳۷۹۴۵۰۷۱۲ ، daryaadib162@yahoo.com
مجید ضرغام پور، کارشناس بخش دانه بندی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان تهران،۰۹۳۵۹۴۳۸۰۶۰، majidzarghampour@yahoo.com

چکیده :

با توجه به گستردگي خاك هاي رسی در بخش هاي وسيعي از جهان و ايران و ضعيف بودن خواص ژئوتكنيكي آنها، تثبيت و بهبود خواص مهندسي اين گونه خاك ها امري ضروري و اجتناب ناپذير است . در اين پژوهش تأثير مقادير مختلف افزودني آهک بر روی نمونه های رسی مورد بررسی قرار گرفت. بدين منظور با افزودن شش سطح مختلف آهک شامل ۲،۴،۶،۸،۱۰،۱۲درصد به خاک رسی و انجام آزمايش های حدود آتربرگ بر روی آنها در دو مرحله ۲ روزه و در ۲ تکرار مورد بررسی قرار گرفت . نتايج و بررسی ها نشان دهنده بهبود خاك ريز دانه رسی با آهك که باعث تغييراتی در حدود مذکور و کاهش شاخص خميري (P_I)خاك در محدوده ای از درصدهای افزوده شده آهک می باشد .

کلید واژه ها: آهک، آزمایش حدود آتربرگ، رس، تثبیت خاک

Abstract:

Comparison of the effects of lime on clay characteristics using experimenting Atterberg Limits

Due to the expansion of clay in large parts of Iran and the world and having poor geotechnical properties; therefore, consolidating and improving the engineering properties of these soils is necessary and inevitable. In this study the effect of different amounts of lime was analyzed on clay samples. Thus, by adding six different levels of lime consists of 2,4,6,8,10,12 percent to clay and experimenting Atterberg Limits on them in two two-days stages and two repetitions was analyzed and studied . Results and analysis shows the improvement in the fine-grained clay soils with lime, resulting in changes in the given limit and reducing plasticity index (Pi) of the soil is in the range of added percentages.

Keywords :lime, experimenting Atterberg,clay, Soil Stabilization

مقدمه :

تثبيت خاک به ميزان قابل توجهي خصوصيات خاک را به منظور ايجاد مقاومت و پايداري طولاني مدت خصوصا در مورد اثرات مخرب آب و يخبندان و تحمل بار برى اصلاح مي‌نمايد. در حالت كلي خاكهاي ريز دانه

رسی گزینه خوبي براي راهسازی نمی باشند. خاکهاي داراي مقادير زيادي مواد آلي و يا سولفاتي , احتمالا نيازمند آهک بيشتر و يا روشهاي اجرايي خاصي مي‌باشند.از آنجائي‌که آهک با آب واکنش شيميايي انجام مي‌دهد؛ لذا مي‌توان بطور موثري براي خشک کردن خاکهاي اشباع از آن استفاده نمود. گرماي آزاد شده از اين واکنش باعث خشک شدن بيشتر خاک مي‌گردد. خشک کردن خاکهاي اشباع در سايت پروژه يکي از رايج‌ترين کاربردهاي آهک در اصلاح خاک است.علاوه بر اين اصلاح خصوصيات خاک مي‌تواند باعث بهبود کارآيي و افزايش مقاومت کوتاه مدت خاک گردد؛ که اين امر موجب تسهيل عمليات اجرايي پروژه‌ها مي‌شود. اصلاح خصوصيات خاکهاي ريزدانه يا مصالح سنگدانه‌اي اساس، به منظور ساخت راه هاي دسترسي و حمل کوتاه مدت و يا ساير محوطه‌هاي موردنياز عمليات اجرايي، مثال هايي از اين کاربرد هستند(زنگنه،قاضی فرد،۱۳۸۸). نظر به برنامه هاي توسعه اي کشور در احداث پروژه ها ي زيربنايي مانند راه سازي،سد سازی، خطوط انتقال آب و شبکه هاي آبياري و زهکشي و وجود چنين خاك هايي در نقاط مختلف کشور، تثبيت و تقويت خصوصيات آنها به منظور کاهش هزينه هاي اجرائي در مرحله ساخت و هزينه هاي نگه داري پس از ساخت امري ضروري بوده و به عنوان راهکار مناسب بر اي جلوگيري از مشکلات احتمالي مي باشد .تثبيت خاک يک اصطلاح کلي است که براي هر روش فيزيکي، شيميايي، بيولوژيکي و يا ترکيبي از آنها که جهت بهبود خواص خاک به کار مي رود، اطلاق مي شود. از جمله روش هاي اصلاح و تثبيت خاک مي توان به اقداماتي نظير؛ تراکم، تسليح، کنترل زهکشي ، افزودن مواد شيميايي، طبيعي يا ترکيبي از هر نوع روش فيزيکي و شيميايي اشاره نمود .بهبود خواص خاک ممکن است برحسب نياز به منظور تقويت مشخصه خاصي از خاک نظير؛ کنترل نشست، افز ايش مقاومت فشار ي و يا بهبود مقاومت در برابر نيروها ي محيطي صورت گيرد .نظر به اين که در طول ساليان گذشته و به ويژه در سال هاي اخير با گسترش احداث پروژه هاي عمراني، مشکلات متعددي نيز نظير نشست بستر پوشش بتني کانال ها و بستر جاده و به تبع آنها تخريب سازه هاي بتني کانال ها و آسفالت جاده ها به وجود آمده است ، تثبيت خاك هاي سست و ضعيف بيش از پيش مورد توجه قرار گرفته است . يکي از راه هاي تثبيت خاک استفاده از آهک مي باشد که اين روش اصلاح خاک از زمان هاي قديم متداول بوده است . تاکنون تحقيقات زيادي بر اي تثبيت خاک با استفاده از آهک انجام شده است. افزودن مقادير مختلف آهک به خاک موجب تغيير در مشخصه هاي فيزيکي و مکانيکي نظير دانه بندي، حدود اتربرگ، مقاومت فشاري و ويژگي هاي تحکيمي خاک مي گردد .به طوري که يک خاک رسي نرم با حدود ۱۴ درصد ماده آلي مي تواند به طور رضايت بخشي با افزودن۷ درصد آهک تثبيت شود (Zhang, Xing, 2002).(طباطبایی، ۱۳۷۵)نشان داد که اصلاح خاک های رسی با آهک باعث کم شدن قابلیت تورم این نوع خاکها و همچنین کاهش خصوصیات خمیری(کاهش دامنه خمیری و حد روانی) آنها می شود.(کبیر و داودي، ۱۳۸۹) مقاومت فشاري خاک رس سيلتي ۲ ،۴، ۶ و ۸ درصد آهک و ۱ ،۲، ۳، ۵ درصد حاوي مقادير کلريد سديم را به صورت مجزا و توام مطالعه و نشان دادند با افزايش مقدار آهک و زمان عمل آوري نمونه ها ، مقاومت محصور نشده خاک رس سيلتي افزايش مي يابد .(عبدي ،چرخياري،۱۳۸۸) بيان کردند استفاده توام سرباره فولادسازي ذوب آهن اصفهان و آهک در مقايسه با نمونه هاي تثبيت شده با آهک و يا سرباره بتن ها، افزايش قابل ملاحظه اي در مقاومت فشاري نمونه ها دارد . هم چنين مطالعه اثرات جداگانه و ترکيبي آهک و خاکستر بادي روي خاک متورم شونده نشان داده است که افزودن آهک و خاکستر بادي تأثير معني داري بر مشخصات ژئوتکنيکي خاک دارد(Lin et al.,2007) . بدين ترتيب ملاحظه مي گردد تقويت خواص خاک به روش افزودن مواد تثبيت کننده مي تواند به عنوان راهکار ي مناسب در مواجهه با خاك هاي مسأله دار مورد استفاده قرار گيرد. در اين پژوهش چگونگي تأثير آهک بر روی خصوصيات فيزيکی خاک رسی و به تبع آن تثبيت خاک رس مورد مطالعه و تحقيق قرار گرفته است.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقيق:

روش کلي در اين تحقيق انجام آزمايش حدود آتربرگ بر روي نمونه های خاک گمانه های سد مخزنی هراز با آهک است. با توجه به اين که هدف اصلي پژوهش بررسي اثر مقاديرمختلف آهک بر مشخصات خاک رس و تعيين ترکيب مناسب مخلوط بود درصدهاي مختلفي از آهک مورد آزمايش قرار گرفتند . به منظور همگني مناسب و نتايج مطمئن تر طبق استاندارد(ASTMD4318-05,2007)، از خاك رس ، و آهك عبور داده شده از الك شماره ٤٠ استفاده شده و مصالح بطوركامل مخلوط شدند.بدين منظور ابتدا، ، آهک با درصدهای ۴،۲،۱۲،۱۰،۸،۶ و خاک رسی عبوری از الک نمره٤٠ را با هم مخلوط کرده و آزمايش حدود

آتربرگ طبق استاندارد(ASTMD4318-05,2007) بر روی نمونه ها انجام شد و در نهایت شاخص روانی رابرای هر نمونه خاک با درصد آهک های ذکر شده تعیین نموده ،که در ادامه نتایج حدود و محاسبات و رسم نمودارها بصورت میانگین نتایج تکرار آزمایش که توسط دو نفر بصورت جداگانه انجام شده ، آورده شده است.

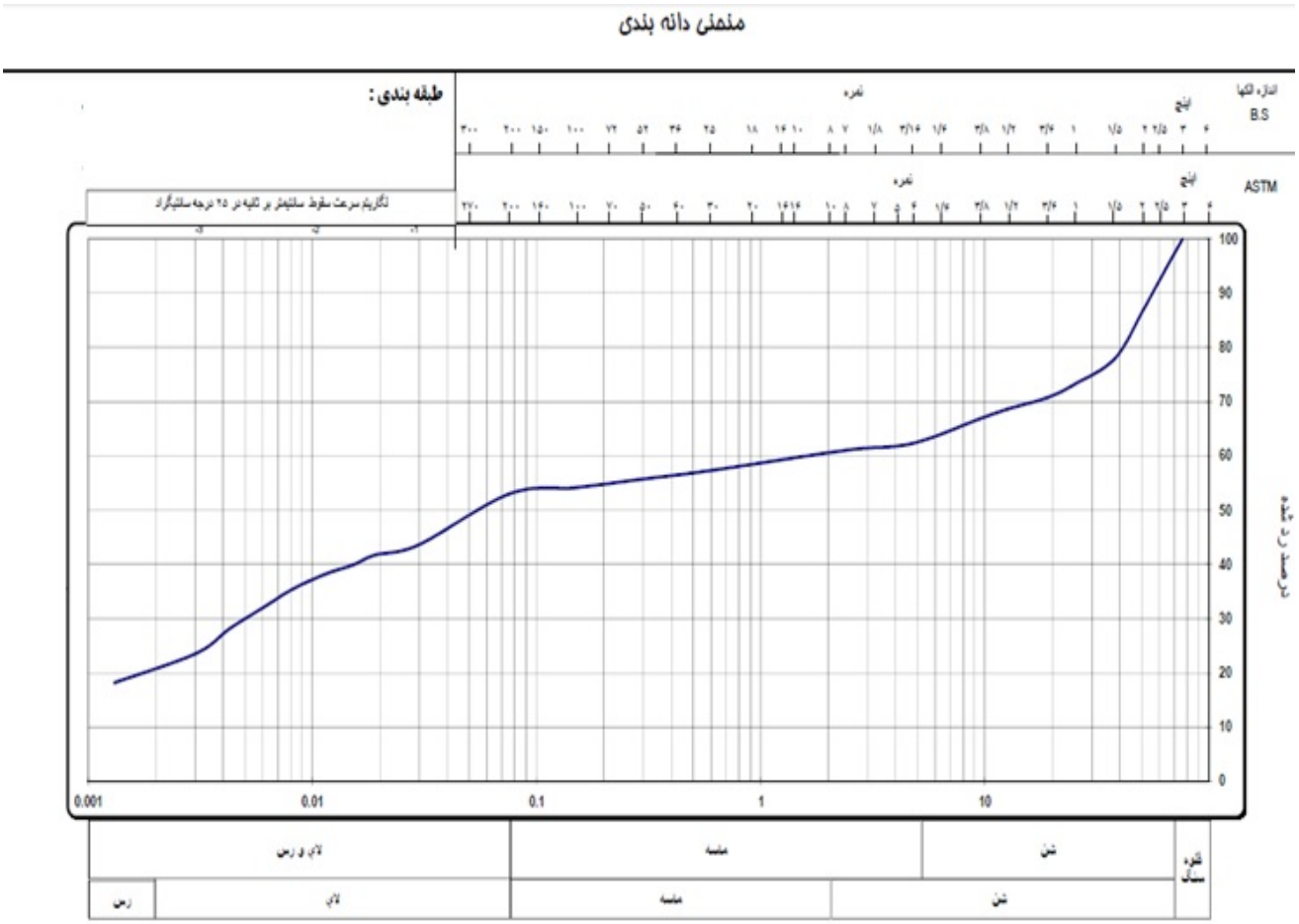
◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

آزمایش تعیین حدود آتربرگ با استاندارد(ASTM D4318-05) بر روي خاك رس طبيعي و ٦ نمونه خاک رس مخلوط شده با آهك انجام شد،که نتایج این آزمایش ها بصورت منحنی دانه بندی خاک در شکل یک ،مشخصات خاک مورد مطالعه در جدول یک و نیز نتایج حدود آتربرگ در جداول (۲و۳) آمده است:

جدول(۱) مشخصات خاک مورد مطالعه

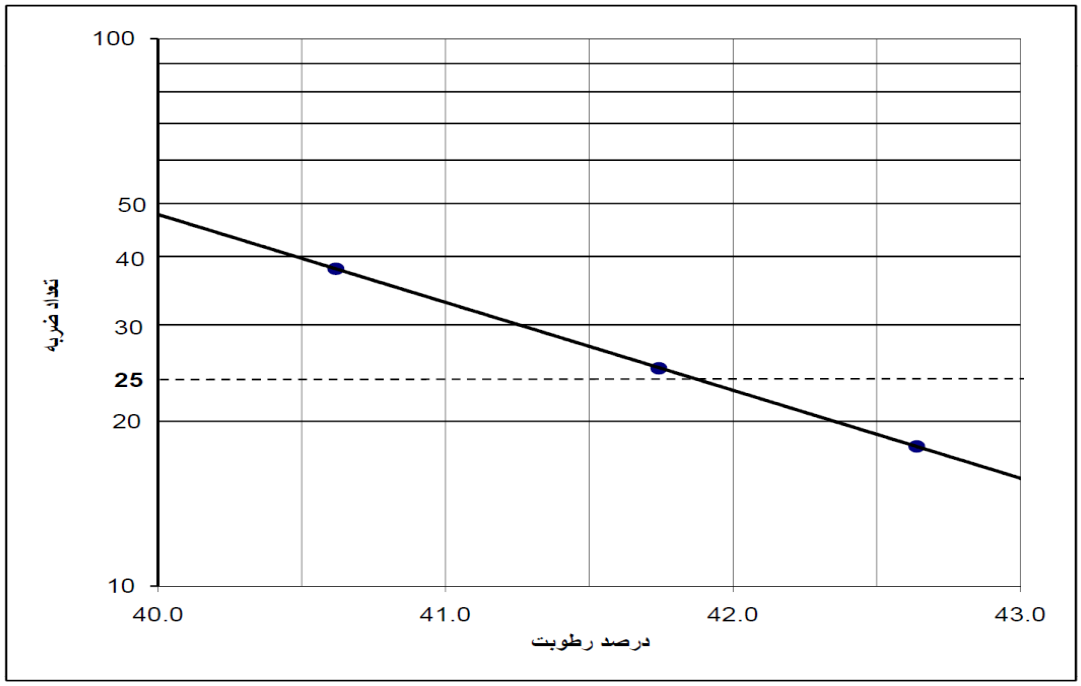
PI	LL	PL	رده بندی خاک
١٤	٤٢	٢٨	GC



شکل(۲)منحنی دانه بندی خاک مورد مطالعه

جدول (۲) نتایج آزمایش حدود آتربرگ بر روی نمونه های اصلاح شده با ۶ درصد آهک

PL	PL	LL	LL	LL	LL	LL	شماره نمونه:۶٪ آهک		
				18	25	38	N	تعداد ضربه	
A41	M9			M23	A32	U18		C	شماره قوطی
38.33	39.48			45.93	49	44.38	gr	Wsc	وزن خاک تر + قوطی
36.83	38.79			42.02	44.35	40.7	gr	Wdc	وزن خاک خشک + قوطی
32.37	36.72			32.85	33.21	31.64	gr	Wc	وزن قوطی
1.5	0.69			3.91	4.65	3.68	gr	Wsc-Wdc= Ww	مقدار رطوبت
4.46	2.07			9.17	11.14	9.06	gr	Wdc-Wc = Wd	وزن خاک خشک
33.6	33.3			42.6	41.7	40.6	%	(Ww / Wd)*100	درصد رطوبت
33							%	PL	میانگین حد خمیری



حد روانی: ٪ LL= 42	حد خمیری: ٪ PL= 33	دامنه خمیری: ٪ PI=LL-PL 9

جدول (۳) نتایج آزمایش حدود آتربرگ بر روی نمونه های اصلاح شده با آهک

نمونه / حدودآتربرگ	رس بدون آهک	رس با ۲% آهک	رس با ۴% آهک	رس با ۶% آهک	رس با ۸% آهک	رس با ۱۰% آهک	رس با ۱۲% آهک
LL	٤٢	٤٢	٤٢	٤٢	٤٠	٤٠	٤٠
PL	٢٨	٣١	٣٢	٣٣	٣٢	٣٢	٣٢
PI	١٤	١١	١٠	٩	٨	٨	٨

همانطور که از نتایج نمودارها و جداول دیده می شود با افزودن آهك ، حد رواني ابتدا تا ٦ درصد آهک ثابت بوده وسپس با ۲ عدد کاهش روند ثابت یافته ولی حد خمیري نمونه ها تا ٦ درصدآهک، افزایش یافته و

سپس ثابت می شود، بنابراین شاخص خمیری نیزتا ٦درصد آهک روند کاهشی نشان می دهد ولی روند کاهش شاخص خميري اندك مي باشد. بنابراينبا افزودن آهک به خاک، یونهای کلسیم آهک جایگزین یون های با ظرفیت کمتر موجود در خاک می شوند ، این تبادل یونی منجر به اصلاح خصوصیات خمیری خاک می گردد، PH بالای محیط خاک تثبیت شده با آهک، قابلیت حل شدن و واکنش پذیری سیلیکات و آلومینات موجود در ذرات رس را افزایش می دهد و با انجام واکنش پوزلانی بین یونهای کلسیم و سیلیکاتها عناصر پایداری نظیر سیلیکاتهای کلسیم و آلومیناتهای کلسیم تشکیل می شود . این ژل های هیدراته تولید شده ، همانند چسب طبیعی عمل نموده و باعث افزایش مقاومت و دوام خاک تثبیت شده با آهک می شود.

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

بهسازي خاك ريز دانه رسی با آهك باعث تغييرات حد رواني و خميري و كاهش مستمر شاخص خميري خاك در محدوده ای از افزودن آهک مي شود. با افزودن آهك، ذرات خاك در كنار يكديگر تجمع مي يابند و بافت خاك (به نوعي دانه بندي و خصوصيات فيزيكی خاک) تغيير مي كند .به دليل شكل گرفتن همين رفتار دانه اي ذرات رس، شاخص خميري خاك كاهش يافته، در نتيجه مقاومت آن افزايش مي يابد.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

از تمام عزیزان آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان تهران که مارا در انجام این تحقیق یاری رساندند،کمال تشکر و قدردانی را داریم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

زنگنه،ع، و قاضي فرد،ا.،(۱۳۸۸)،" بهسازي خاكهاي ريزدانه رسي با آهك و تاثيرآن بر مقاومت فشاري و خواص خميري در راهسازي "سيزدهمين همايش انجمن زمين شناسي ايران، تهران، ۱تا ۳ اسفند، (۲-۳)
طباطبائی،ا.م.،(۱۳۷۵)،"روسازی راه و فرودگاه"،چاپ دوم،(۳۰-۳۱)،انتشارات دانشگاه تهران،تهران.
عبدي، م ،و چرخياري،ف.،(۱۳۸۸)،" بررسي استفاده از سرباره فولاد سازي جهت افزايش مقاومت خاك هاي ريزدانه"، هشتمين كنگر ه بين المللي مهندسي عمران، ۲۱ تا ۲۳اردیبهشت، دانشگاه شيراز،(۸-۹).
كبير، ا .و داودي، م .ه.،(۱۳۸۹)،" بررسي تأثير درصد آهک روي مقاومت فشاري تک محوري خاکCL-ML حاوي كلريد سديم"، دومين سمينار ملي مسائل ژئوتكنيكي شبكه هاي آبياري و زهكشي، كرج ، (۱۲۵الی۱۳۵).

References:

ASTM D4318-05, 2007.” Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils”.

Lin, D. K., Lin, M. H., Luo, H., 2007. " Sludge ash/hydrated lime on the geotechnical properties of soft soil", J. Hazardous Mater, 145,p. 58-64.

Zhang, J. r., Xing, C., 2002. "Stabilization of expansive soil by lime and fly ash", J. Wuhan Univ. Technol. Mater.Sci. Edu, 17(4) ,p.73-77.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی ویژگیهای زمین شناسی مهندسی ساختگاه سد مخزنی بیستون

◇◇◇◇◇◇◇

ناهید محمدی ، کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی ، دانشگاه دامغان ، ۰۹۳٦٤٤١١١٥٦
mohamadi.nahid84327@yahoo.com،
محمد بشیر گنبدی ، دکتری زمین شناسی مهندسی ، دانشگاه دامغان
محمد علی اسلامی ، کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی ، مهندسین مشاور آبدان فراز
سامان زند کریمی ، کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی ، دانشگاه دامغان

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

ساختگاه انتخاب شده براي احداث سد مخزني بيستون، در فاصله ۱۵ کیلومتری باختر شهرستان هرسین در مجاورت رودخانه گاماسياب واقع شده‌است. هدف ازانجام مطالعات زمين‌شناسي مهندسی و ژئوتكنيك سد مخزني بيستون، شناسائی پارامترهاي ژئومكانيكی و خصوصيات ژئوتكنيكي از قبيل آبگذري، باربري، تاب‌آوري، تغيير شكل‌پذيري و ... مصالح تشكيل‌دهنده پي سد مي‌باشد. بطور كلي محدوده ساختگاه سد و درياچه آن به لحاظ ليتولوژيكي از دو بخش راديولاريتهاي كرمانشاه و آبرفتهاي جديد عهد حاضر تشكيل شده است. مطابق نتايج ارائه شده، متوسط عدد نفوذ نرماليزه شده N′ در مصالح آبرفتي پي سد در عمق ۵ متری به پائين بزرگتر از ۵۰ ارزيابي مي‌گردد. مطابق جدول (۲)، خاكي با متوسط عدد نفوذ N′ برابر ۵۰ در كلاس خاك Dense طبقه‌بندي می‌شود و تراكم نسبي چنين خاكي در محدودة ۶۰ تا ۸۰ درصد ارزيابي شده است. زاويه اصطكاك داخلي مصالح آبرفتي پي سد بطور متوسط ۴۰ درجه ارزيابي مي‌گردد. باتوجه به خصوصيات ژئومكانيكي رسوبات آبرفتي پي سد، اين رسوبات داراي خصوصيات مقاومتي و باربري مناسب جهت احداث سد مخزني بيستون مي‌باشند. شرايط آبگذري رسوبات سنگي و خاكي موجود در زير محور سد بيستون نشان مي‌دهد كه رسوبات كف محور به لحاظ آبگذري آب‌بند نبوده و نياز به تمهيدات آب‌بندي دارند.

کلید واژه ها: زمین شناسی مهندسی، پی سد، سد مخزنی بیستون، پارامتر های ژئومکانیکی، آب بندی پی

Abstract:

Engineering geological characterization of bisetoon dam site

The site chosen for the construction of the Bisetoon dam, at a distance of 15 km west of the Harsin city near the Gamasiyab river is located. The purpose of Engineering Geology and Geotechnics studies of Bisetoon dam is a , identification geomechanical parameters and geotechnical properties such as permeability, bearing, resiliency, deformability and ... constituent materials dam. The overall area of the dam site and its reservoir lithology is composed of two parts of Kermanshah radiolarites and Alluvial present Covenant. According to the results presented, the average number N of values normalized penetration at below a depth of 5 meters in the dam alluvial materials will be assessed larger than 50. According to table 2, Average number of soil penetration N is 50, are classified in class Dense soil.Relative density of the soil is evaluated in the range of 60 to 80 percent. Angle of internal friction of alluvial materials of the Dam foundation will be assessed at an average of 40 degrees. According to the geomechanical properties of alluvial sediments of the Dam foundation , sediment characteristics and bearing strength are suitable for the construction of the bisetoon

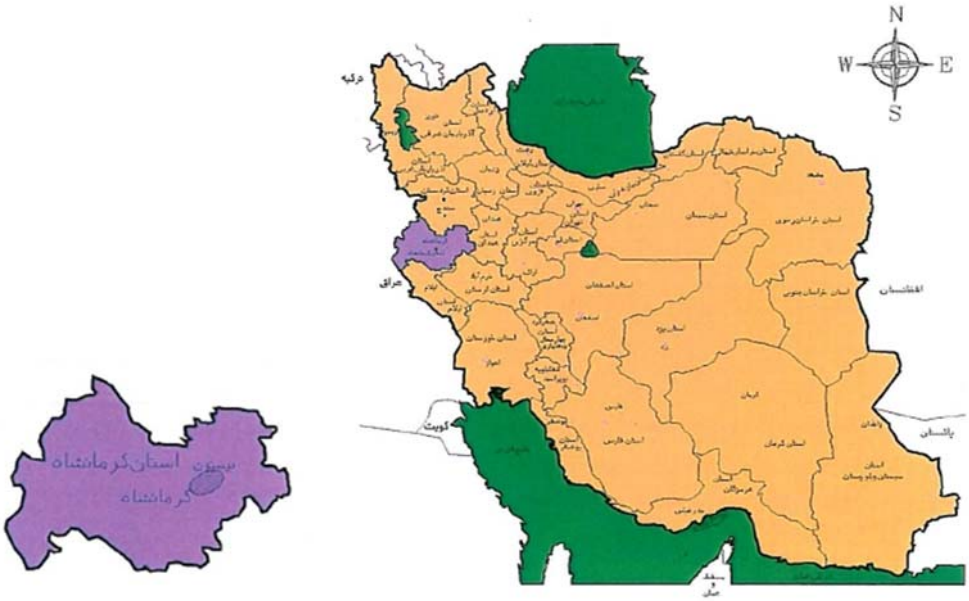
dam. Permeability of the rock and soil deposits on the bottom axis of the dam shows that the hydraulic conductivity is not waterproof sealing measures are required.

Keywords : Engineering Geology, Dam foundation , bistoon dam, Geomechanical parameters, Sealing foundation

◇◇ ◇◇◇◇◇

مقدمه :

سد مخزنی بیستون(مخزن خارج از بستر) و سامانه های انتقال مرتبط با آن، در غرب کشور، در استان کرمانشاه و در شرق شهر کرمانشاه واقع شده است. ساختگاه انتخاب شده براي احداث سد مخزني بيستون به مختصات ٣٤°,٢٦٥' عرض شمالي و ٤٧°,٣٦١' طول خاوري در ناحيه جنوب باختري ايران ، در فاصله ١٥ كيلومتري باختر شهرستان هرسين در مجاورت رودخانه گاماسياب واقع شده‌است. هدف ازانجام مطالعات زمين‌شناسي مهندسي و ژئوتكنيك سد مخزني بيستون، شناسائي پارامترهاي ژئومكانيكي و خصوصيات ژئوتكنيكي از قبيل آبگذري، باربري، تاب‌آوري، تغيير شكل‌پذيري و ... مصالح تشكيل‌دهنده پي سد مي‌باشد.



شکل ۱- موقعیت محدوده طرح در کشور و استان

راه دسترسی به موقعیت سد مخزنی از طریق جاده آسفالته کرمانشاه-بیستون و از مسیر جاده فرعی روستای کورانی سفلی و کاوره لوان صورت می‌پذیرد. راه دسترسی به محل بند انحرافی به جاده فوق الاشاره بعد از روستای کاوره لوان می باشد. حد فاصل بند انحرافی تا سد مخزنی و در سراسر طول سامانه انتقال جاده سرویس احداثی امکان دستیابی به سرتا سر طرح را فراهم خواهد نمود.

شکل ۲- نقشه راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق:

ليتولوژي محدوده محور و درياچه
بطور كلي محدوده ساختگاه سد مخزني جانبی بيستون و درياچه آن به لحاظ ليتولوژيكي از دو بخش زير تشكيل شده است:
الف- راديولاريتهای كرمانشاه
ب- آبرفتهاي جديد عهد حاضر (عمدتا رسوبات همراه رس و سيلت)
بطور كلي منظور از راديولاريت، چرتهاي قرمز- خاكستري، زرد تا سبز زيتوني، شيلهاي قرمز و سبز رنگ، آهكهاي سيليسي و مارنهاي ماسه‌سنگي همراه با سنگهاي آذرين بازي و فوق‌بازي شامل سرپانتين است. سن اين لايه‌ها از تریاس بالائي تا كرتاسه بالائي ارزيابي شده است. راديولاريتهاي موجود در زون تراستي زاگرس داراي لايه‌بندي منظم‌تر بوده و فاقد تعريف سنگ چينه‌اي هستند.
در تپه ماهورهاي محدودة ساختگاه و مخزن سد بيستون اين رخساره گسترش دارد. رويه سطحي اين سازند به شدت فرسايش يافته و فقط بخشهاي آهكي- سيليسي به صورت تيغه‌هاي پرشيب برونزد دارد. توده سنگ اين رخساره در اثر پي‌آمدهاي تكتونيكي به شدت خرد شده بطوريكه تشخيص شيب و لايه‌بندي در آنها بسيار دشوار است. پوششي از رسوبات و آبرفتهاي جوان با ضخامت متغير روي اين

رسوبات را پوشانده‌اند. به لحاظ سنگ‌شناسي راديولاريتهاي كرمانشاه در محدوده طرح بيستون از چرت، آهكهاي پلاژيك سيليسي به رنگ قرمز و قهوه‌اي همراه با مارن بين لايه‌اي تشكيل شده است. اين راديولاريتها مناظر تپه ماهوري ايجاد كرده و از نظر هيدروژئولوژيكي آب‌بند محسوب مي‌گردند.
آبرفتهاي عهد حاضر گستره وسيعي از سطح زمين را در محدوده طرح بر روي راديولاريتها پوشانده‌اند. عمق اين رسوبات در گمانه‌هاي اكتشافي از ۳ الي ۱۵ متر متغير اندازه‌گيري شده كه بر روي رخساره سنگي راديولاريت كرمانشاه نهشته شده‌اند.

مورفولوژي جايگاه محور سد مخزني بيستون
در جناح راست شيب زمين تا رقوم حدود ۱٤۰۰ متر از سطح دريا با زاويه متوسط ۲۰ درجه ادامه يافته است. در جناح چپ رخنمون سنگي با شيب متوسط ۵ تا ۱۸ درجه تا رقوم ۱٤۰۰ متر از سطح دريا مشاهده می شود. در رقوم بالاتر از ۱٤۰۰ شيب متوسط تندتر شده و به آهكهای واقع در ارتفاعات منتهی می گردد. توپوگرافی محدوده طرح و پروفيل محور نشان‌دهندة مورفولوژي آرام و بستر ماهوری در دره ساختگاه سد مخزنی بيستون است.

ويژگيهاي ژئوتكنيكي مصالح پي سد مخزني بيستون
حفر ۹ حلقه گمانه ماشيني با طول كلي حدود ۵۳۰ متر و انجام آزمايش نفوذپذيري لوژن و لوفران و آزمايشات نفوذ SPT و CPT، اخذ نمونه‌هاي خاك و سنگ جهت انجام آزمايشات آزمايشگاهي، مجموعه اقدامات صورت گرفته در مطالعات ژئوتكنيكي سد مخزني بيستون مي‌باشند. براساس مجموع اطلاعات حاصل از حفاريها و آزمايشات آزمايشگاهي و صحرائي صورت گرفته، مشخصات ژئوتكنيكي مصالح پي سد ارائه مي‌گردد.

ويژگيهاي ژئومكانيكي توده سنگ راديولاريتی محور سد مخزنی بيستون
يكي از راههاي تعيين پارامترهاي ژئومكانيكي توده سنگ، تلفيق خصوصيات سنگ بكر و ناپيوستگي‌ها با استفاده از طبقه‌بندي تجربي توده سنگ است. در ادامه پارامترهاي مقاومت برشي، توده سنگ ساختگاه مورد ارزيابي قرار گرفته است.
با قرار دادن مقادير مختلف σ3 در روابط (۱) و (۲)

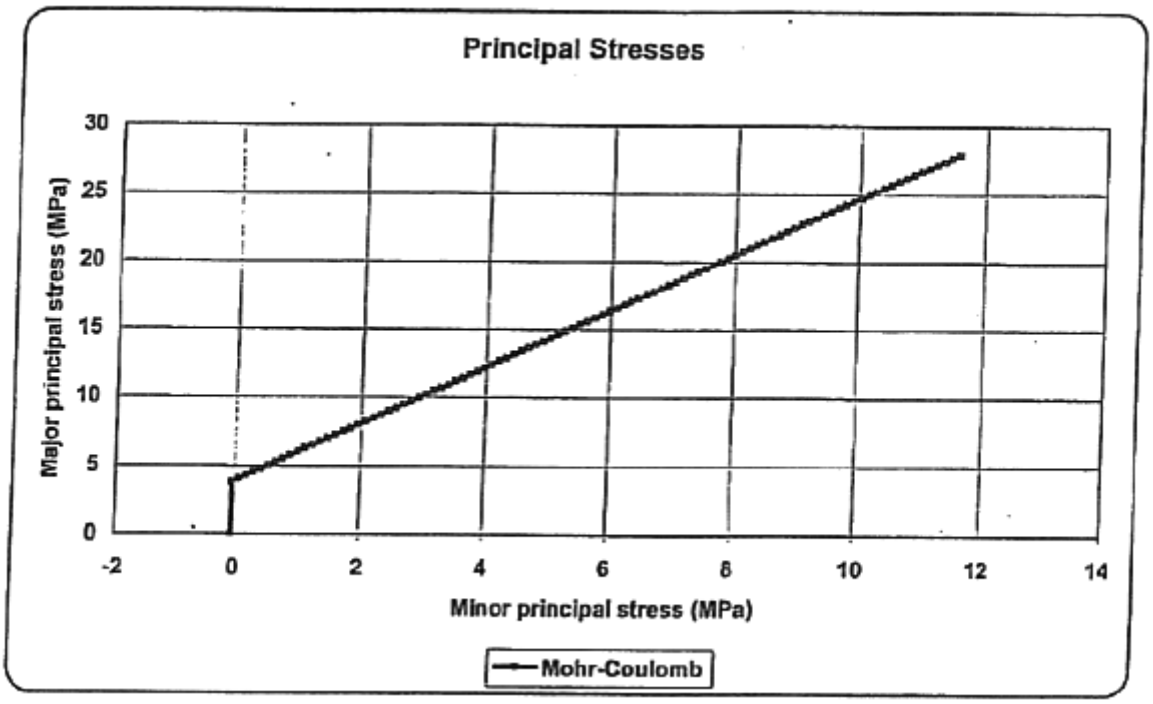
$$\sigma_n = \sigma_3 + \frac{\tau_m^{\,2}}{\tau_m + \frac{m\sigma_c}{8}} \qquad (۱)$$

$$\tau = (\sigma_n - \sigma_3)\sqrt{1 + \frac{m.\sigma_c}{4\tau_m}} \qquad (۲)$$

كه در آنها :
σc: مقاومت فشار تك محوري سنگ بكر
τ : مقاومت برشي
σ1: تنش اصلي حداكثر
σ3: تنش اصلي حداقل
m,s: ثابتهاي معيار هوك- براون مربوط به توده سنگ
زوج مؤلفه هاي (σ,τ) مربوط به پوش موهر- كولمب مربوط به توده سنگ حاصل خواهد شد. برعكس با تخمين مقادير m و s باتوجه به توضيحات ارائه شده مشخصات برشي توده سنگ ساختگاه سد مخزني بيستون به عنوان يك پي سنگي با ضريب بهم خوردگي D=0.5 به شرح زير قابل ارزيابی است.

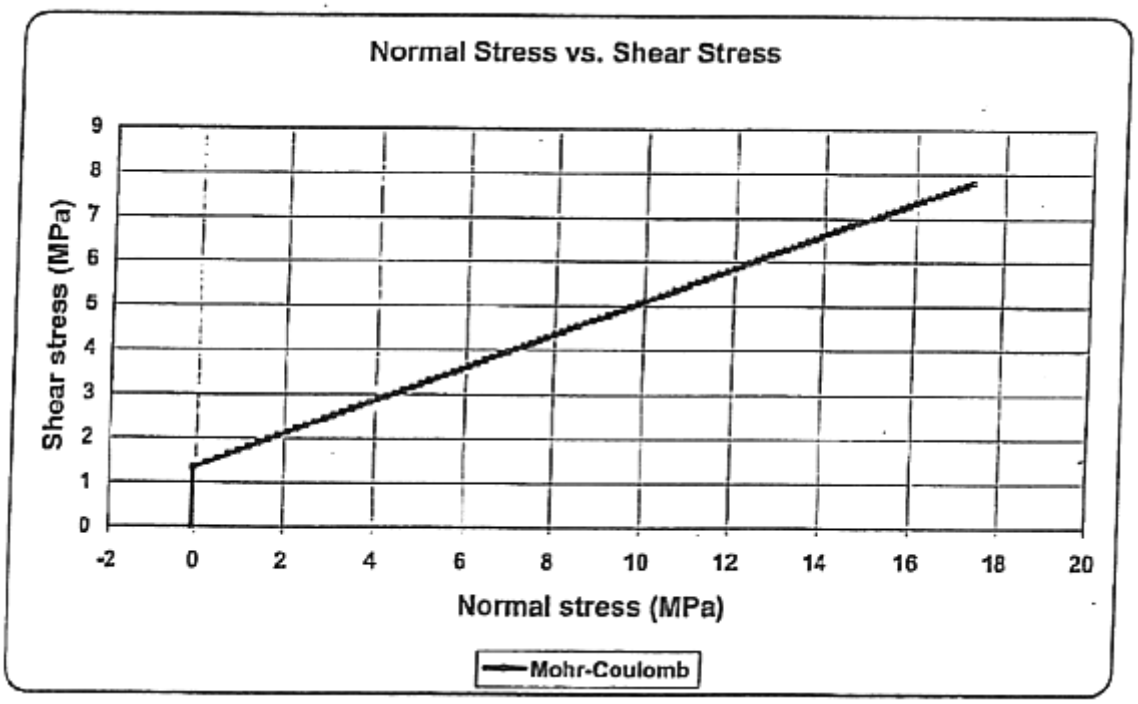
C=1 Mpa
ϕ=17 deg

اشکال (۳) و (۴) پوش گسیختگي توده سنگ ساختگاه را در دو حالت (σ_n,τ) و (σ_3,σ_1) براساس معیار هوك- براون نشان مي‌دهند.



شکل ۳- پوش معیار گسیختگی موهر –کولمب توده سنگ ساختگاه سد مخزنی

بیستون



شکل ۴- پوش معیار گسیختگی موهر –کولمب توده سنگ ساختگاه سد مخزنی بیستون

خصوصيات ژئومكانيكي مصالح آبرفتي پي

خصوصيات ژئومكانيكي و آبگذري اين رسوبات در مطالعات ژئوتكنيك سد مخزني بيستون مورد توجه قرار گرفته است. به منظور بررسي خصوصيات مقاومتي، تراكم و دانسيتة نسبي اين رسوبات، آزمايش نفوذ استاندارد SPT و نفوذ نوك مخروطي CPT در اعماق موردنظر از گمانه‌هاي BH1-4 و BH1-2 انجام گرفته است. نتايج اين آزمايشات در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- نتايج آزمايش نفوذ SPT و CPT در رسوبات پی سد

Test pit No.	Depth (m)	SPT & CPT			N60
		Run1	Run2	Run3	
BH-1-2	2-3	8	9	5	14
	3-3	2	3	5	8
	5-8	39	33	37	>50
	10-12	22	27	35	>50
	12-14	11	29	35	>50
BH-1-4	1-3	7	11	17	28
	3-5	13	42	40	>50
	5-7	25	56	67	>50

مطابق نتايج ارائه شده، متوسط عدد نفوذ نرماليزه شدة N′ در مصالح آبرفتي پي سد بيستون در عمق ۵ متری به پائين بزرگتر از ۵۰ ارزيابي مي‌گردد. براساس توصيه‌هاي ارائه شده در جدول (۲)، خاكي با متوسط عدد نفوذ N′ برابر ۵۰ در كلاس خاك Dense طبقه‌بندي شده و تراكم نسبي چنين خاكي در محدودة ۶۰ تا ۸۰ درصد ارزيابي شده است. مطابق آنچه در جدول (۲) ارائه شده است زاويه اصطكاك داخلي مصالح آبرفتي پي سد بيستون طبق توصيه‌هاي صورت گرفته بطور متوسط ۴۰ درجه ارزيابي مي‌گردد.

جدول ۲- رابطه تراكم با زاويه اصطكاک داخلی خاک ها با مقاومت نفوذ N

Soil Type	Relative Density Dr, %	Standard Penetration Resistance N_{60} (Terzaghi and Peck [14])	Cone Penetration Resistance q_c, ksf (Meyerhof, [15])	Friction Angle, ϕ' degrees Meyerhof, [15]	Peck, Hanson, & Thornburn [16]	Meyerhof, [17]
Very Loose	< 20	< 4	—	< 30	< 29	< 30
Loose	20-40	4-10	0-100	30-35	29-30	30-35
Medium	40-60	10-30	100-300	35-38	30-36	35-40
Dense	60-80	30-50	300-500	38-41	36-41	40-45
Very Dense	> 80	> 50	500-800	41-44	> 41	> 45

باتوجه به خصوصيات ژئومكانيكي رسوبات آبرفتي پي سد بيستون، اين رسوبات داراي خصوصيات مقاومتي و باربري مناسب جهت احداث سد مخزني بيستون مي‌باشند لذا زدودن كل اين رسوبات از زير بدنة سد منتفي مي‌باشد و فقط لايه خاك نباتي سطحي از زير بدنه زدوده خواهد شد. بعبارت ديگر در جناح ها تا عمق ۳ متر و در كف محور تا عمق ۵ متر مصالح از زير بدنه سد زدوده می شوند.

آبگذري محور و تمهيدات آب‌بندي
بديهي است هدف از احداث سد بيستون ذخيره و كنترل حجم قابل توجهي از آبهاي سطحي است كه جهت مصارف صنعت مورد استفاده قرار خواهد گرفت. بدين منظور مسدود نمودن راه تراوش آب از محور و درياچه سد نيز جزو ضروريات طرح سدسازي محسوب مي‌گردد. در طرح سد مخزني بيستون باتوجه به توپوگرافي كلي محدودة طرح تنها مسير فرار آب به صورت تراوش از مصالح زمين‌شناسي، محدوده محور سد بيستون است. شرايط آبگذري و پتانسيل تراوش رسوبات سنگي و خاكي موجود در زير محور سد بيستون با حفر گمانه های اكتشافي و انجام آزمايشات نفوذپذيري لوژن و لوفران مورد بررسي و كنكاش قرار گرفته است. نتايج آزمايشات آبگذري انجام گرفته در محور سد، نشان مي‌دهد كه رسوبات كف محور به لحاظ آبگذري آب‌بند نبوده و نياز به تمهيدات آب‌بندي دارند، از طرف ديگر توده سنگ ساختگاه بدليل حضور ناپيوستگي‌هاي فراوان با فاصله‌داري اندك تا اعماق ۵۰ متري نفوذپذير بوده و نيازمند تمهيدات آب‌بندي است.

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

مطابق نتايج ارائه شده، متوسط عدد نفوذ نرماليزه شدة N′ در مصالح آبرفتي پي سد بيستون در عمق ۵ متری به پائين بزرگتر از ۵۰ ارزيابي مي‌گردد. براساس توصيه‌هاي ارائه شده در جدول (۲)، خاكي با متوسط عدد نفوذ N′ برابر ۵۰ در كلاس خاك Dense طبقه‌بندي شده و تراكم نسبي چنين خاكي در محدودة ۶۰ تا ۸۰ درصد ارزيابي شده است. زاويه اصطكاك داخلي مصالح آبرفتي پي سد بيستون طبق آزمايشات انجام شده بطور متوسط ۴۰ درجه ارزيابي مي‌گردد. باتوجه به خصوصيات ژئومكانيكي رسوبات آبرفتي پي سد بيستون، اين رسوبات داراي خصوصيات مقاومتي و باربري مناسب جهت احداث سد مخزني بيستون مي‌باشند. شرايط آبگذري و پتانسيل تراوش رسوبات سنگي و خاكي موجود در زير محور سد بيستون با حفر گمانه های اكتشافي و انجام آزمايشات نفوذپذيري لوژن و لوفران مورد بررسي و كنكاش قرار گرفته است. نتايج آزمايشات آبگذري انجام گرفته در محور سد، نشان مي‌دهد كه رسوبات كف محور به لحاظ آبگذري آب‌بند نبوده و نياز به تمهيدات آب‌بندي دارند، از طرف ديگر توده سنگ ساختگاه بدليل حضور ناپيوستگي‌هاي فراوان با فاصله‌داري اندك تا اعماق ۵۰ متري نفوذپذير بوده و نيازمند تمهيدات آب‌بندي است.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدير و تشكر:

از شركت آب منطقه‌اي كرمانشاه و مهندسين مشاور آبدان فراز، به خاطر در اختيار گذاشتن گزارشات و اطلاعات لازم تقدير و تشكر مي‌گردد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

-وزارت صنایع و معادن- سازمان زمین‌شناسي و اکتشافات معدني کشور، شرح نقشه زمین‌شناسي چهارگوش کرمانشاه، مقیاس ۱: ۲۵۰۰۰۰

-شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمانشاه، ۱۳۹۱، "گزارش زمین شناسی مهندسی و هیدرولوژی سد مخزنی بیستون" مهندسین مشاور آبدان فراز.

-شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمانشاه، ۱۳۹۱، "گزارش زمین شناسی عمومی سد مخزنی بیستون" مهندسین مشاور آبدان فراز.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسی ویژگیهای ژئوتکنیکی و ژئومکانیکی ساختگاه سد هرزندات

علی بیابانی[۱]*، محمد حسنپور صدقی[۲]، مهران ادوای[۳]

۱*علی بیابانی، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی،دانشگاه آزاد اهر، ۰۹۱٤٤۱۸٥۹۷۳،
ali_biabani82@yahoo.com
2محمد حسنپور صدقی، دکتری ژئوفیزیک- زلزله شناسی، استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه تبریز، ۰۹۱٤۱۱٦۸۲۸٥،
hassanpour_mhd@tabrizu.ac.ir
3مهران ادوای، دکتری زمین‌شناسی مهندسی، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، ۰۹۱٤۳۱٥۱٥۰۰،
m-advay@iau-ahar.ac.ir

۱ *:نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی اهر
۲:گروه زمین شناسی ، دانشگاه تبریز
۳: گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی اهر

چکیده :

سد هرزندات، سدي خاكي با هسته رسي قائم پيش‌بيني شده كه در حدود ۲ كيلومتري غرب روستاي زال قرار دارد. منطقه مورد مطالعه به لحاظ ساختار زمین‌شناسی در محدوده گسترش زون آذربایجان قرار گرفته است، که شامل سه واحد سنگی، متشكل از سنگهاي كربناته حاوی آهک‌های فسیل‌دار یا دولومیت با سن پرموتریاس، سنگ‌های پیروکلاستیک با سن ائوسن‌بالایی و یک واحد سنگی، متشكل از سنگهاي آذرين ازجنس داسيت كه در بخش زيرين و انتهای جناح چپ دیده می‌شود. در این مقاله به بررسی خصوصیات ژئوتکنیکی از جمله پارامترهای ژئومکانیکی رسوبات آبرفتی و توده‌سنگ‌های محور سد با استفاده از اطلاعات گمانه‌های جناحین و بستر رودخانه، پرداخته‌ایم. میزان RQD برای کل ساختگاه در حدود ٥٦ تا ٦٦ درصد ارزیابی می‌گردد. این عدد بر اساس تقسیم بندی دیر (deere) در حد سنگی با کیفیت متوسط می‌باشد. در حالت کلی از جناحین به طرف بخش‌های مرکزی بستر، کیفیت سنگ بالا رفته است و جناح چپ نسبت به سایر قسمت‌های ساختگاه از کیفیت پایین‌تری برخوردار می‌باشد. در این مطالعه بر اساس شاخصهای ژئومکانیکی طرح مناسب آب بندی برای بستر و جناحین تعیین و در بخشهایی نیز اجرای پرده تزریق مد نظر قرار گرفت.

کلید واژه ها: ژئوتکنیک، ژئودینامیک، سد، هرزندات، تقسیم بندی دیر

Abstract:

Study of Geotechnical and geomechanical characteristics of Harzandat dam site

Harzandat dam is an earth dam, designed with clay core is located about 2 km west of village Zal. According to the structural geology, the study area located in the development zone of Azerbaijan, which consists of three rock units , consisting of fossiliferous limestone or dolomite carbonate rocks contain permo triassic age , pyroclastic rocks upper eocene age and a igneous rock unit composed of dacite ,outcrop on the bottom and left embankment and bottom . This paper examines the geotechnical characteristics of the geomechanical parameters of alluvial sediments and rock mass of dam axis, using data from embankments and riverbeds boreholes. RQD for the entire site evaluate about 56 to 66 percent. This rate is average quality of the stone based on the Deere Classification. In general, the rock quality has gone up from embankments to central part of bed and the left embankment than the other parts of site, has

a low quality. In this study, we considered proper plan for Sealing of bed and embankments of dam and injection curtain based on geomechanical indicators.

Keywords : Geotechnic, geomechanic, dam, Harzandat, Deere classification

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

سد هرزندات، سدي خاكي با هسته رسي قائم پيش بيني شده كه در حدود ۲ كيلومتري غرب روستاي زال قرار دارد. اين ساختگاه از تبريز حدود ۱۱۰ كيلومتر و از شهرستان مرند در حدود ٤٠ كيلومتر فاصله دارد. مختصات تقريبي جغرافيايي آن ″۱۸،′۳۵،°٤٥ طول شرقي و ″٥٦،′٤۲،°۳۸ عرض شمالي مي‌باشد. اين سد به ارتفاع ٥٥ متر، طول محور ۱۱٥۰ متر و حجم مخزن ۳۹ مليون متر مكعب پس از بررسي‌هاي محلي بر اساس نقشه‌هاي ۱:٥۰۰۰۰ سازمان جغرافيايي‌كشور و پيمايش‌های منطقه‌ای، در بالادست دشت هرزندات طراحي شده است. هدف از احداث اين سد، انتقال و ذخيره سازی آب رودخانه ارس جهت آبياری زمين‌های زيركشت دشت هرزندات مرند می‌باشد. مخزن سد هرزندات از رودخانه ارس حدود ۳۲ كيلومتر فاصله داشته و جهت انتقال آب به اين مخزن، از خطوط لوله و سيستم پمپاژ استفاده خواهد شد. با احداث اين سد، آب مورد نياز برای آبياری حدود ۸۰۰۰ هكتار از اراضی قابل كشت دشت هرزندات تأمين می‌شود. شكل (۱) موقعيت طرح و راه هاي دسترسي به منطقه مورد مطالعه را نشان مي دهد.

شكل۱): موقعيت طرح و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه در استان آذربايجان‌شرقی

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقيق:

به منظور بررسي وضعيت ساختاري و زمين شناسي توده‌هاي سنگي و هم چنين اخذ نمونه جهت تعيين پارامترهای ژئومكانيكی و نيز انجام آزمايشات نفوذپذيري، تعداد ۲۳ حلقه گمانه اكتشافي با طول كلي ۱٥۲٦ متر در ساختگاه سد هرزندات حفر شد، كه از اين تعداد، ۸ گمانه با طول كلی ٥٤۰ متر در تكيه گاه راست و ۸ گمانه ديگر با طول كلی ٥۷۰ متر در تكيه گاه چپ به منظور ارزيابی خواص ژئومكانيكی لايه‌های سنگی تكيه‌گاه و شناسايی جناحين محور سد حفر شده‌اند، ۷ گمانه ديگر با طول كلی ٤۱٦ متر در داخل بستر، به منظور شناخت آبرفت بستر و مواد پوششی سنگ كف اجرا گرديده است. زاويه حفاری در اين گمانه‌های اكتشافی به غير از سه گمانه، ZH10, ZH16, ZH20 در بقيه قائم بوده و عمق گمانه‌ها از ۲۰ تا

۱۱۳ متر متغیر می‌باشند. همچنین قطر گمانه‌های حفاری شده در بخش آبرفتی اکثراً بین ۹۳ تا ۱٤٦ میلی‌متر متغیر بوده و در بخش سنگی بیشتر حفاری با قطر ۷٦ و ۹۳ میلیمتر انجام گرفته است.

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

زمين شناسي ساختگاه سد

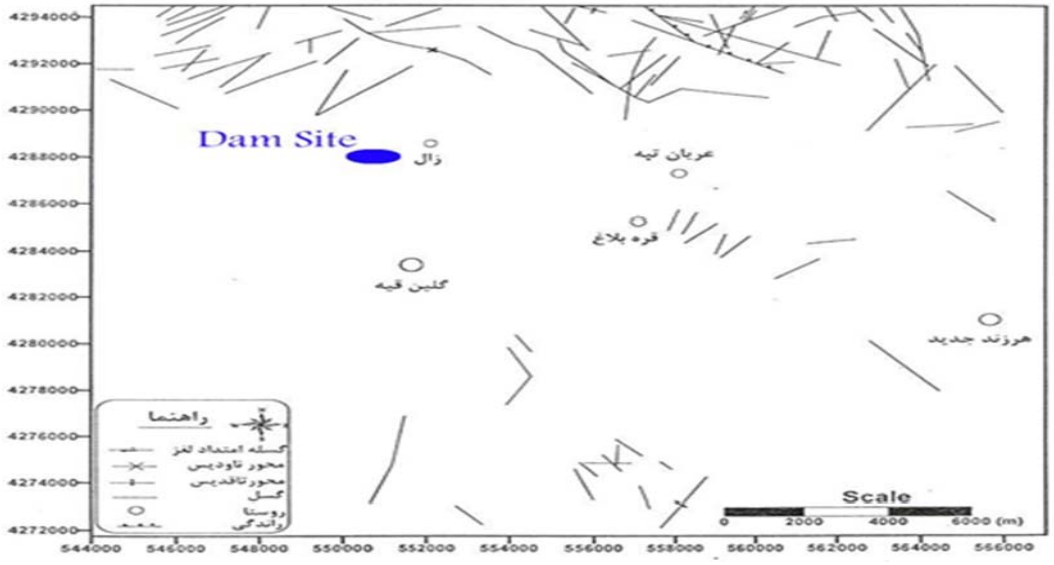
مشخصات زمين شناسي محل طرح سد نقش مهمي را در طراحي و احداث آن نسبت به ساير فاكتور هاي طبيعي ايفا مي كند. همچنين عوامل زمين شناسي در تعين مصالح مورد نياز براي احداث سد نقش به سزايي دارند (Ichikava,۱۹۹۹). منطقه مورد مطالعه به لحاظ ساختار زمین‌شناسی در محدوده گسترش زون آذربایجان قرار گرفته است (آقانباتی،۱۳۷۹). از نظر سنگ چینه‌شناسی، شامل سه واحد سنگی، متشکل از سنگ‌های پیروکلاستیک با سن ائوسن‌بالایی که ارتفاعات جناح راست ساختگاه را پوشانیده‌اند و سنگهاي كربناته حاوی آهک‌های فسیل‌دار یا دولومیت با سن پرموتریاس و مورفولوژی خشن، جناح چپ ساختگاه را تشکیل داده‌اند که با پیشروی به انتهای مخزن در این جناح با سنگهاي آذرين ازجنس داسیت برخورد می‌کنیم، و مصالح آبرفتی نیز با ضخامتی حدود ۹ تا ۲۱ متر بخش بستری ساختگاه را پوشانیده‌اند.

منطقه طرح سد هرزندات از نظر تقسيم‌بندي واحدهاي زمين‌ساختي ايران كه توسط نوروزی (۱۹۷٦) انجام گرفته است در استان لرزه ساخت ماکو ـ زنجان قرار می‌گیرد. این ناحیه با سطح خطر پذیری متوسط برای رویداد زمین لرزه‌های با حداکثر شتاب افقی بزرگ معرفی شده است. گسل‌های بنیادی و مؤثر طرح شامل: گسل ارس، گسل دشت مغان، گسل کفن، گسل شرق اردوباد، گسل اردوباد، گسل علی‌باشی، گسل بداولی، گسل بدلان، گسل جنوب میشو، گسل تسوج،گسل شرفخانه- صوفیان گسل سلماس و دریک و در نهایت گسل شمال تبریز می‌باشد که آخرین مورد یعنی گسل شمال تبریز بیشترین و حساس‌ترین تأثیر را برای طرح هرزندات می‌تواند داشته باشد. به علت عملكرد تنش‌هاي وارد بر منطقه يكسري تاقديس و ناوديس‌هايي در منطقه تشكيل شده كه بيانگر عملكرد دو نوع سيستم تنش در منطقه است :

الف) تنش غالب منطقه كه داراي امتداد شمال شرق ـ جنوب غرب مي‌باشد و محورهاي تاقديس و ناوديس مشخص شده در نقشه (۱) حاصل عملكرد آنهاست.

ب) تنشي كه داراي راستاي شمال غرب ـ جنوب شرق بوده و فقط در سنگ‌هاي ائوسن در بخش جنوب منطقه ديده مي‌شود.

در نقشه (۱) عناصر ساختاري موجود در منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. بواسطه جوان بودن و فعال بودن اكثر اين خطوط گسلي بايد در برنامه‌ريزي ابنيه‌هاي فني ـ مهندسي دقيقاً مورد توجه و اثرات آن در طراحي منظور گردد.



نقشه (۱): عناصر ساختاري منطقه مورد مطالعه

زمین شناسی مهندسی

مطالعات زمین شناسی مهندسی شامل برداشت ناپیوستگی‌ها و حفر گمانه‌های اکتشافی و به‌دست آوردن نمونه‌های سنگ و خاک می‌باشد.

بررسي درزه‌ها در گمانه‌هاي اكتشافي

ناپیوستگی‌های موجود در سنگ معمولاً عامل اصلی تعیین کننده رفتار آن می‌باشند. حدود ۱۶۳۶ درزه موجود بر روي مغزه‌هاي بدست آمده از گمانه‌هاي حفاري شده در تکیه گاه راست، چپ و بستر رودخانه به لحاظ شکل سطوح درزه‌ها زاویه درزه با محور مغزه، پر شدگي و زبري يا عدم زبري مورد بررسي و مطالعه قرار گرفته و خلاصه نتايج در جدول (۱) ارائه گرديده است.

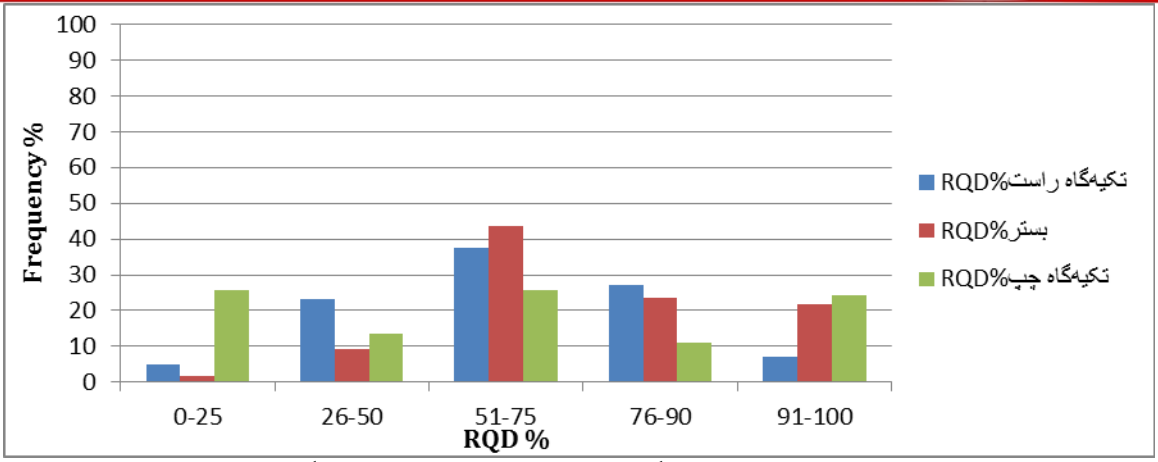
جدول(۱): مشخصات درزه نگاری زیرسطحی بر روی مغزه گمانه های حفاری شده در ساختگاه سد

نتايج حاصل از بررسی وضعيت كيفيت توده سنگ (R.Q.D)

بررسي‌هاي مربوط به وضعيت شاخص كيفي سنگ در گمانه‌هاي اكتشافي نشان می‌دهد كه، در حالت كلی ميزان كيفيت سنگ برای كل ساختگاه در حدود ۵۶ تا ۶۶ درصد ارزيابی می‌گردد. اين عدد بر اساس تقسيم بندی Deer در حد سنگی با كيفيت و سلامت متوسط می‌باشد. اما اگر وضعيت جناحين و بستر سد را با هم مقايسه كنيم مشخص می‌گردد، از بين اين سه قسمت بستر سد از وضعيت بسيار خوبی برخوردار بوده و بعد از آن جناح راست و جناح چپ به ترتيب رتبه دار كيفی در ساختگاه می‌باشند همچنين با مقايسه ميانگين اعداد RQD بدست آمده برای هر يک از گمانه‌های حفاری شده و در نظر گرفتن موقعيت مكانی گمانه، می‌توان نتيجه گرفت كه هر چه از منتهی اليه تكيه‌گاه‌ها به بخش‌های مركزی بستر نزديک می‌شويم كيفيت سنگ بالا رفته و شاهد اعداد لوژان بالاتری هستيم. بطوری كه اين وضعيت در جناح چپ نمايان‌تر است. به عنوان مثال ميانگين RQD در گمانه ZH1، 28درصد می‌باشد اما در گمانه ZH3 به ۹۸ درصد می‌رسد. شايد دليل اصلی اين امر را بتوان تأثير عوامل تكتونيكی و هوازدگی و ارتباط آن با جنس، مقاومت و ميزان الاستيسيته سنگ‌های در برگيرنده ساختگاه دانست. بايد توجه نمود كه ميزان دقت و تجربه حفار و نيز كيفيت سيستم حفاری بر مقدار كيفيت نمونه استخراجی تأثير بسزايی داشته و به تبع آن ميزان كيفيت سنگ را نيز تحت الشعاع قرار می‌دهد. نمودار (۱) وضعيت RQD توده سنگ را در قسمت‌های مختلف ساختگاه نشان می‌دهند.

موقعيت	جناح راست	بستر	جناح چپ
ميانگين RQD %	۵۶/۳	۶۶/۵	۵۷/۳

جدول (۲): نتايج شاخص كيفی توده سنگ در ساختگاه سد هرزندات



نمودار (۱): وضعیت RQD توده سنگ در قسمت‌های مختلف ساختگاه سد هرزندات

بررسی ارتباط بین وضعیت نفوذپذیری با شاخص کیفی (RQD) توده سنگ‌های ساختگاه

برای تحلیل ارتباط وضعیت نفوذپذیری با شاخص کیفی توده سنگ نمودارهای هم شیت برای هر گمانه ترسیم نموده و تغییرات اعداد لوژان و RQD در مقاطع مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به نمودارهای مذکور در جناح راست ساختگاه بین اعداد لوژان و RQD در اعماق مختلف رفتار متفاوتی دیده می‌شود به طوری که در حدود ۲۰ متر اولیه گمانه، رابطه معکوسی بین اعداد لوژان و RQD دیده می‌شود. یعنی با افزایش مقدار شاخص کیفی سنگ عدد لوژان کاهش می‌یابد. پس می‌توان افزایش خورند در آزمایشات نفوذپذیری را به وجود شکاف‌های موجود در این اعماق ربط داد که می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی چون هوازدگی، تکتونیک و خصوصیات لیتولوژیکی سنگ باشد. اما در اعماق زیر ۲۰ متر وضعیت نفوذناپذیر غالب می‌شود پس انتظار می‌رود با یک درصد بالای RQD روبرو شویم اما این وضعیت دیده نمی‌شود و درصد RQD با یک رنج میانگین متوسط و متوسط به بالا ادامه می‌یابد.بنابراین در این قسمت ارتباط منطقی بین RQD و نفوذپذیری وجود ندارد. این وضعیت در قسمت میانی ساختگاه یا همان بخش بستر سد نیز حکم فرماست. اما در گمانه‌های حفاری شده در انتهای تکیه‌گاه چپ، رابطه‌ای معکوس بین میزان نفوذپذیری و RQD تا اعماق انتهایی گمانه برقرار است به طوری که این وضعیت با نزدیک شدن به بستر تغییر کرده و با روند کلی جناح راست و بستر مطابقت دارد. به احتمال زیاد تفاوت در جنس سازندهای این قسمت از ساختگاه دلیل اصلی این نوع رفتار متفاوت با سایر قسمت‌های ساختگاه می‌باشد.

تغییرات پارامترهای زمین‌شناسی و ناحیه‌بندی وضعیت نفوذپذیری

به منظور تعیین وضعیت نفوذپذیری در ساختگاه سد هرزندات، یکی از پارامترهای مورد مطالعه، بررسی ارتباط بین میزان نفوذپذیری با جنس سنگ‌های ساختگاه بوده است. برای این منظور با استفاده از لاگ گمانه‌های حفاری شده در محدوده محور سد و همچنین مقاطع ژئوتکنیکی تهیه شده برای بخش محوری، این بخش ساختگاه از نظر لیتولوژیکی به چهار زون مختلف تقسیم گردید که عبارتند از:

زون شماره۱) شامل؛ گل سنگ آهکی با رنگ قهوه‌ای مایل به خاکستری و سبز مایل به خاکستری با میان لایه‌های پراکنده‌ای از ماسه سنگ آهکی می‌باشد. این زون لیتولوژیکی که عمده‌ترین پهنای مورد مطالعه را در بر می‌گیرد، از اولین نقطه حفاری شده در جناح راست ساختگاه مشهود بوده و تا اواسط جناح چپ تداوم می‌یابد. این لیتولوژی با توجه به مطالعات حفاری اکتشافی از اواسط جناح چپ در قسمت محوری ساختگاه تغییر جنس داده و به احتمال زیاد توسط یک گسل، منقطع گردیده است.

در این جنس از سنگ‌های محدوده محور سد در حدود ۱۴۱ آزمایش لوژان انجام گرفته و تحلیل نتایج این آزمایشات بیان می‌کند که در ۹۵ درصد مقاطع، میزان نفوذپذیری زیر ۳ لوژان بوده است بنابراین از دیدگاه آقای هولسبی در رده نفوذناپذیر قرار دارند. ۵ درصد باقی مانده از نتایج آزمایشات این زون، نفوذپذیری در حد ضعیف تا متوسط دارند که مربوط به عمق ۵ متری و یا حداکثر ۱۰متری سنگ کف می‌شوند. واضح است با وجود هوازدگی و به تبع آن وفور درز و شکاف در این محدوده با توجه به فشار کم لیتولوژی عمق مورد آزمون، عامل اصلی در وقوع چنین وضعیت نفوذپذیری می‌باشد. این نوع لیتولوژی از نظر پتانسیل هیدرودینامیکی ضعیف بوده و دارای خصوصیت رفتاری خودآب‌بند می‌باشد که جزو مناسب‌ترین نوع لیتولوژی برای اجرای پروژه‌های سد سازی است.

زون شماره ۲) شامل توف و ماسه سنگ توفیتی می‌باشد که بصورت تپه‌ای در بخش راست ساختگاه قرار دارد و آثاری از امتداد آن در نزدیکی‌های تکیه‌گاه راست در بخش محور سد مشهود است. با بررسی‌های نفوذپذیری که در این لیتولوژی انجام گرفته، مشخص می‌گردد که وضعیت نفوذپذیری در اغلب

مقاطع عدد لوژان زیر ۳ واحد، بدست آمده است. این وضعیت در ۳۰ متر اولیه گمانه تا حدودی متفاوت می‌باشد. بطوری‌که عدد لوژان در اولین مقطع آزمایش (۲ـ۷ متر) ۴۸ است و در مقاطع دوم و سوم به ترتیب ۶ و ۱۱ بوده و با پیشروی در عمق از حدود ۳۰ متر به پایین‌تر، عدد ۱لوژان در تمام آزمون‌ها بدست می‌آید. با توجه به بالا بودن درز و شکاف در ۳۰ متر اولیه این لیتولوژی و رفتار آب شستگی که در این آزمون‌ها دیده می‌شود، تا حدودی می‌توان دلیل بالا بودن خورند را به فرار آب در حین آزمایش از سیستم درزه‌های مربوط به این لیتولوژی ربط داد.
زون شماره ۳) این زون شامل سنگ آذرین داسیت است که بصورت نفوذی در عمق حدود ۷۰ متری از سطح زمین و در اواسط تکیه‌گاه چپ از بخش محوری ساختگاه دیده می‌شود. بررسی‌های میزان نفوذپذیری در این سنگ‌ها بین ۱ تا ۱۳ لوژان متغییر بوده و در رده سنگ‌های با نفوذپذیری ضعیف تا متوسط قابل تقسیم می‌باشند. در این زون نیز با پیشروی در عمق مقدار عدد لوژان به ۱ واحد تقلیل می‌یابد.
زون شماره ۴) این زون سازندهای روته و قسمت‌هایی از نسن را با سن پرموتریاس در بر می‌گیرد و شامل سنگ آهک، شیل، لاتریت و ماسه سنگ ضعیف می‌باشد که قسمت‌های انتهایی تکیه‌گاه چپ را در بخش محوری شامل می‌شود. با توجه به وضعیت لایه‌بندی که به سمت خارج از مخزن می‌باشند و قرارگیری لایه‌های با سن پرموتریاس در مجاورت گل سنگ‌های با سن ائوسن و نیز وجود توده نفوذی آذرین در زیر این بخش، وجود یک گسل را در این محدوده تضمین می‌کند. بررسی‌های نفوذپذیری در مقاطع آزمون لوژان که در این لیتولوژی انجام گرفته است یک وضعیت نامناسب با عدد لوژان بالای ۱۰۰ واحد را در اکثر مقاطع نشان می‌دهد. با توجه به پایین بودن میزان RQD و CR در اکثر مقاطع این زون، و بالا بودن میزان نفوذپذیری، نیاز مبرم به آب‌بندی در این بخش از ساختگاه دارد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

۱- منطقه مورد مطالعه به لحاظ ساختار زمین‌شناسی در محدوده گسترش زون آذربایجان قرار گرفته است، که شامل سه واحد سنگی، متشکل از سنگهاي کربناته حاوی آهک‌های فسیل‌دار یا دولومیت با سن پرموتریاس، سنگ‌های پیروکلاستیک با سن ائوسن‌بالایی و یک واحد سنگی، متشکل از سنگهاي آذرین ازجنس داسیت که در بخش زیرین و انتهای جناح چپ دیده می‌شود، و یک واحد از نهشته‌هاي عهد حاضر می باشد.
۲- میزان کیفیت سنگ (RQD) برای کل ساختگاه در حدود ۵۶ تا ۶۶ درصد ارزیابی می‌گردد. این عدد بر اساس تقسیم بندی Deere در حد سنگی با کیفیت و سلامت متوسط می‌باشد. در حالت کلی هر چه از منتهی الیه تکیه‌گاه‌ها به بخش‌های مرکزی بستر نزدیک می‌شویم کیفیت سنگ بالا رفته است. بطوری که این وضعیت در جناح چپ نمایان‌تر است. و جناح چپ نسبت به سایر قسمت‌های ساختگاه از کیفیت پایین‌تری برخوردار می‌باشد.
۳- با توجه به نتایج آزمایش‌های لوژان، بررسی میزان کیفیت سنگ (RQD) و همچنین نتایج درزه‌نگاری، سیستم آب‌بندی پی ساختگاه به شرح زیر پیشنهاد می‌گردد:
با توجه به ضخامت مصالح آبرفتی و عریض بودن بستر دره و عدم صرفه اقتصادی برای خاکبرداری این حجم عظیم خاکی، مناسب‌ترین سیستم آب‌بندی در جناح راست و بخش بستری ایجاد دیوار آب‌بند با مصالح بتن پلاستیکی تا عمق اتصال به سنگ کف می‌باشد. وتنها در قسمت‌های سطحی از سنگ کف که نفوذپذیری زیاد دارند به طور موضعی آب‌بندی به روش پرده تزریق انجام گیرد. نتایج بدست آمده از آزمایش لوژان در مقاطعی از پی سنگی جناح چپ نشان دهنده آبگذری بالا در آن نقاط می‌باشد. بنابراین برای آب‌بندی پی سنگی ایجاد پرده تزریق به طور گسترده در این مناطق ضروری است. شایان ذکر است که بعد از انجام عملیات تزریق، انجام آزمایشات لوژان جهت تشخیص میزان بهبود وضعیت زمین الزامی می‌باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

از شرکت آب منطقه اي آذربایجان‌شرقی و شرکت فرازآب به دلیل در اختیار گذاشتن اطلاعات و همکاریهاي لازم کمال تشکر را داریم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

۱- آقانباتی، ع.، ۱۳۷۹، "پهنه‌های رسوبی-ساختاری عمده ایران (کارت پستال)"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲- آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳، "زمین‌شناسی ایران"، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۳- براجا، ام. داس، ترجمه: طاحونی، ش.، ۱۳۸۸، "اصول مهندسی ژئوتکنیک"، جلد اول مکانیک خاک، انتشارات پارس آئین
۴- معماریان، ح.، ۱۳۷۴، "زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک"، انتشارات دانشگاه تهران
۵- مهندسین مشاور فراز آب.، ۱۳۹۰، "گزارش مطالعات مرحله اول سد و شبکه هرزندات، جلد دوم، زمین‌شناسی سطحی".
۶- مهندسین مشاور کاواب.، "گزارش مطالعات مرحله اول تعیین مناطق مناسب و چگونگي بهره‌برداري از ۱۰ متر مکعب حقابه بین سد مخزني ارس و سد انحرافي میل و مغان"
۷- وفائیان، م.، ۱۳۸۸، "اطلاعات اجرایی در مورد سدهای خاکی"، اصفهان: انتشارات ارکان دانش

◇◇◇◇◇◇◇

References:

8- Deere, D.U., 1964. *"Technical description of rock for engineer-purposes, Rock Mechanics and Engineering Geology"*, Volume 1, No. 1, pp. 17-22.
9- Houlsby,A.C., 1982. *"Cementgriuting for dams, Keynote paper,ASCE Symp.Grouting in Geotechnical Engineering"*, ed.by W.H.Baker,New Orelans.
10- Ichikawa,K., 1999. *"Geolological Investigation of Dam.Proc.of 2nd Asian Symposiumon Engineering Geoloogy and the Environment"*, Malaysian National Group, Malaysian, 1-44,1-57.
11- ICOLD, International Commission on Large Dams., 1989. *"Selecting Seismic Parameters for Large Dams"*, Guidelines, Bull.72.
12- Kenney,T.C., Lau, D., and Ofoegbu, G.I., 1984. *"Permeability of compacted Granular Materials,"* Canadian Geotechnical Journal,Vol.21,No 4,726-729
13- James, A.N.,1992. *"Soluble materials in Civil Engineering"*, Ellis Horwod.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

بررسي ويژگيهاي مهندسي توف سنگهای های آتشفشان تفتان(زاهدان) جهت توليد بتن سبك در استان سيستان و بلوچستان

حامد ریگی [۱]، جعفر رهنما راد[۲]، سمیه رضایی[۳]
کارشناس ارشد زمین شناسی اداره کل راه و شهرسازی استان سیستان و بلوستان
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان
کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی

hr.geology@gmail.com
jrahnama@appliedgeology.ir
somayehrezaei887@yahoo.com

چکیده :

در این پژوهش به بررسی خواص زمین شناسی مهندسی توف های منطقه پرداخته شد. هدف از این تحقیق تجزیه و تحلیل ارتباط بین خصوصیات مکانیکی با مشخصات فیزیکی در سنگهای توفیتی جنوب تفتان است. برای انجام این هدف آزمایشات وزن مخصوص، درصد رطوبت، بار نقطه ای، چکش اشمیت، مقاومت فشارشی تک محوره، و آزمایش دوام-وارفتگی، انجام شد. که نتایج انجام شده نشان می دهد رابطه مناسبی بین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی این توف ها وجود دارد و توف های قسمت جنوبی تفتان از نظر وزن مخصوص پایین، درصد جذب آب در تهیه ی بتن سبک مورد استفاده در ساختمان سازی مناسب می باشند . در قسمت جنوب شرقی به علت آندزیتی بودن سنگ توف دارای مقاومت وسختی بیشتری بوده که برای طرح های عمرانی از قبیل آب بند، دیوار حایل و فوندانسیون مناسب میباشد. از آنجائي كه تحقيقات متعددي در خصوص توليد بتن سبك انجام شده است در اين تحقيق سعي مي شود با توجه به نيازهاي بومي و منطقه اي استان سيستان و بلوچستان و مصالح موجود در منطقه راهكارهائي جهت توليد و ارائه بتن سبك با استفاده از توف سنگهاي تفتان پيشنهاد می گردد.

کلید واژه ها: *توف،اندزیت، بتن، سبک سازی، تفتان، مقاومت فشاری*

Abstract

In this study, engineering geological properties of the area were tuff. The purpose of this study was to analyze the relationship between mechanical properties and physical characteristics of the tuff rocks south of Taftan.

To accomplish this objective tests, bulk density, moisture content, point load, Schmidt hammer, uniaxial compression strength and durability tests done. The results of the study show a good correlation between the properties of tuffs and the southern part of Taftan of low specific gravity, water absorption in the preparation of concrete used in the building are appropriate. In the southeastern part of the andesite tuff rock hard strength was greater for water development projects such as dams, retaining walls and foundations is suitable.

This study is due to local and regional needs and interests of Sistan and Baluchestan Province in the region and provide solutions to produce lightweight concrete with tuff rock Taftan is recommended.

Key words: tuff, andesite, concrete, lightweight construction, Taftan, compressive strength

مقدمه :

توف ها یکی از واحدهای سنگی مهم در ایران بشمار می روند. امروزه به عنوان یک ماده معدنی در ساخت دیوارها، پلها، نگهداری تونلها، کانالهای آب و سایر کارهای عمرانی استفاده می گردد. در ایران ذخایر فراوانی از توف ها وجود دارد، که با استفاده از این سنگ ها مي توان مصرف مصالح ساختماني مصنوعي را به ميزان قابل توجهي كاهش داد. تو ف ها بخاطر نقششان در دوام بتن حائز اهمیت هستند . استفاده از این مواد در صنعت ساختمان از خيلي سالها پیش متداول است ،اهمیت استفاده از تو ف ها در صنعت سيمان به يک ارزيابي كامل اثر تو ف بر روي بتن نياز دارد ، استفاده از این مواد دوام بتن را افزایش داده است. در این پژوهش به بررسی خواص زمین شناسی مهندسی توف های منطقه پرداخته که بر روی آن تاثیر توفیت ها بر روي خصوصيات فيزيكي و مكانيكي و همچنین بررسی سنگ های توفیتی با توجه به کاربرد های معدنی و صنعتی آنها درزمین شناسی و عمران و استانداردهای مورد نیاز در مصالح ساختمانی است پرداخته شد.

زمین شناسی منطقه وموقعیت جغرافیایی:

منطقه مورد مطالعه در عرض های جغرافیایی شمالی۲۸ درجه و ۳۵ دقیقه و ۵۶,۳ ثانیه و طول های جغرافیائی شرقی۶۱ درجه و ۰۷ دقیقه و ۵۵,۱ ثانیه قرار دارد. از نظر تقسیمات کشوري منطقه مورد مطالعه در استان سیستان و بلوچستان در فاصله تقریبی۱۲۰ کیلومتری شهر زاهدان و ۵۰ کیلومتری شهرستان خاش قرار دارد.

تصویر(۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق:

بررسی این تحقیق مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی و آزمایشگاهی می‌باشد که این مطالعات بر پایه نقشه‌ها، گزارش‌ها و مقالات ارائه شده در زمینه موضوع تحقیق انجام گرفته است. سپس بازدیدهای میدانی از محل مورد نظر و بازبینی نقشه‌ها برای کامل شدن اطلاعات برای آغاز تحقیق صورت گرفت، براساس اطلاعات جمع‌آوری شده، نمونه برداری از توف های مورد نظر انجام گرفت و برای بررسی های میکروسکوپی مقاطع نازک تهیه گردید. سپس نمونه ها برای بررسی ویژگی های مهندسی و آزمایشات مکانیکی آماده، و در آزمایشگاه مکانیک سنگ آزمایشات مورد نظر انجام شد.

بررسی ژئوتکنیکی سنگ توفیت های خاش:

نتایج بدست آمده از آزمایش های مقاومت فشارشی بار نقطه ایی، تک محوره، دوام– وارفتگی، درصد وزن مخصوص، درصد وزنی رطوبت، مورد بررسی قرار می گیرد. و بعد به تحلیل و بررسی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی سنگ می پردازیم.

جدول (۱) : نتایج آزمایش تعیین سختی اشمیت

نتایج آزمایش چکش اشمیت (ISRM)	
نام پروژه: قسمت جنوبی تفتان	نوع و شکل نمونه: سنگ توده ای
شماره نمونه	مقاومت متوسط Kg/cm^2
۱	210
۲	215
۳	210
٤	205
٥	210
٦	195
۷	200
۸	200
۹	195
۱۰	190
میانگین مقاومت بدست آمده از آزمایش چکش اشمیت در ده نقطه: ۲۰۰$Kg/^{cm2}$	

نتایج آزمایش چکش اشمیت (ISRM)	
نام پروژه: قسمت جنوب شرقی تفتان	نوع و شکل نمونه: سنگ توده ای
شماره نمونه	مقاومت متوسط Kg/cm^2
۱	٤۱۰
۲	٤۰۰
۳	٤۱۰
٤	٤۰٥
٥	٤۰۰
٦	۳۹۰
۷	۳۹٥
۸	٤۰۰
۹	۳۹٥
۱۰	٤۰٥
میانگین مقاومت بدست آمده از آزمایش چکش اشمیت در ده نقطه : ٤۰۰$Kg/^{cm}$	

جدول (۲) : وزن واحد حجم و جذب آب نمونه هاي برداشت شده در قسمت جنوبی و جنوب شرقی

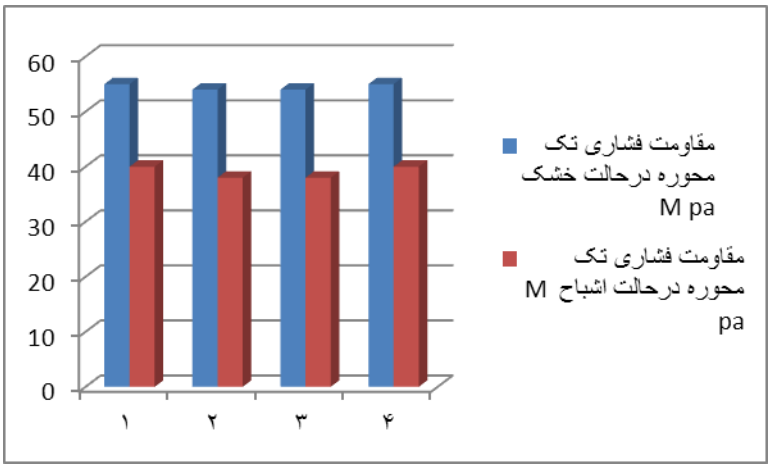
نمونه های قسمت جنوبی	وزن واحد حجم ($\frac{Kg}{cm^3}$)	درصد جذب آب ($\%w$)
۱	۰/۸	۲٥
۲	۰/۸	۲٥

نمونه های قسمت جنوب شرقی	وزن واحد حجم ($\frac{Kg}{cm^3}$)	درصد جذب آب ($\%w$)
۱	۱/۳	۲/۲
۲	۱/۳	۲/۲

جدول (۳) : نتایج آزمایش دوام _ وارفتگي در نمونه هاي برداشت شده در قسمت جنوبی و جنوب شرقی

نمونه های قسمت جنوب	$I_{d2}(\%)$
1	۲۷
2	۲۷
3	۲۸
4	۲۷

نمونه های قسمت جنوب شرقی	$I_{d2}(\%)$
1	80
2	80
3	81
4	80



تصویر (۲) : تعیین مقاومت فشاری تک محوره در قسمت جنوبی

تصویر (۳) : تعیین مقاومت فشاری تک محوره در قسمت جنوب شرقی

تهیه و ساخت بتن آزمایشگاهی شاهد (مقاومت۲۰۰):

با توجه به مشخصات بتن، مصالح سنگی با نسبت های اختلاط، در تهیه بتن مورد استفاده قرار گرفته است. بر همین اساس مخلوط های آزمایش با توجه به مقادیر وزنی مواد متشکله بتن که با توجه به محاسبات طرح به دست آمده اند، تهیه و به منظور آزمایشات لازم، نمونه گیری از مخلوط بتن تازه به تعداد کافی انجام گردید.

نسبت اختلاط وزنی مواد خشک جهت تهیه یک متر مکعب بتن متراکم (مقاومت ۲۰۰)

سیمان	ماسه	شن نخودی	شن بادامی	آب
Kg	Kg	Kg	Kg	Litr
۳۰۵	۱۰۲۵	۴۱۹	۴۱۹	۲۱۰

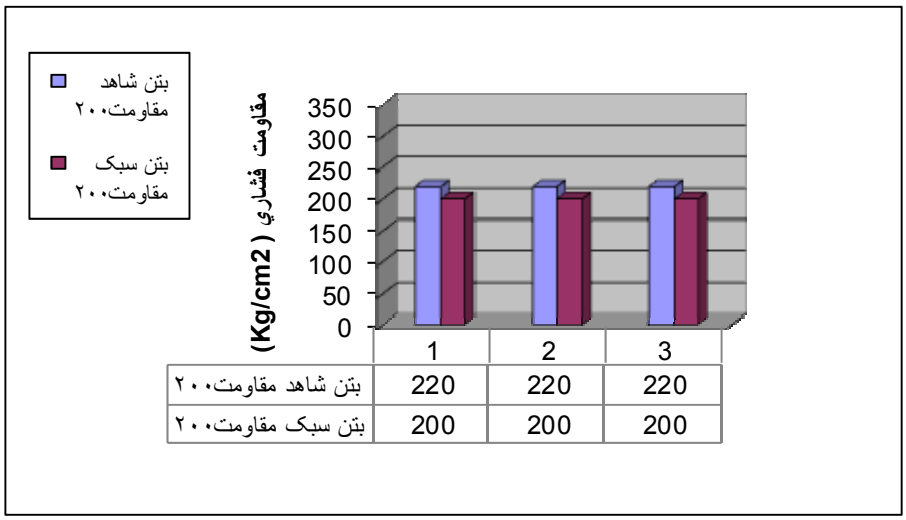
تهیه و ساخت نمونه های بتن با مصالح شنی توفی:

بر همین اساس با توجه به مشخصات بتن، مصالح سنگی با نسبت های اختلاط، در تهیه بتن مورد استفاده قرار گرفته است. مخلوط های آزمایش با توجه به مقادیر وزنی مواد متشکله بتن که با توجه به محاسبات طرح به دست آمده اند، تهیه و به منظور آزمایشات لازم، نمونه گیری از مخلوط بتن تازه به تعداد کافی انجام گردید.

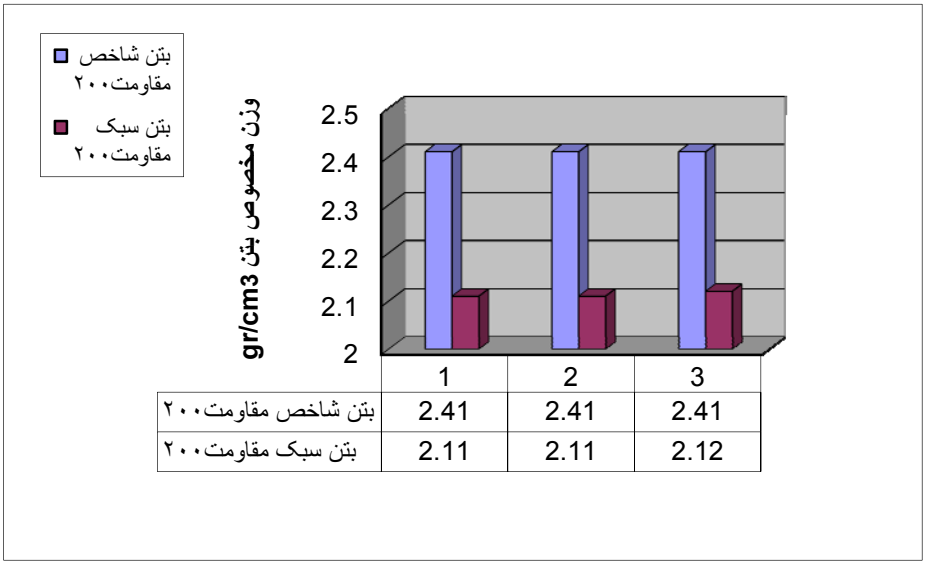
نسبت اختلاط وزنی مواد خشک جهت تهیه یک متر مکعب بتن متراکم

سیمان	ماسه	شن نخودی	شن بادامی	آب
Kg	Kg	Kg	Kg	Litr
۳۲۳	۱۱۰۳	۲۹۷	۲۹۷	۲۸۴

نتایج :



تصویر(۴)- نمودار مقایسه ای بتن های۲۸روزه مقاومت۲۰۰



	1	2	3
بتن شاخص مقاومت۲۰۰	2.41	2.41	2.41
بتن سبک مقاومت۲۰۰	2.11	2.11	2.12

تصویر(۵)- نمودار مقایسه ای وزن مخصوص بتن های۲۸روزه مقاومت۲۰۰

نتیجه گیری :

۱- باتوجه به بررسی ها انجام شده در قسمت جنوبی توف های آن از نوع داسیتی، و قسمت جنوب شرقی توف آندزیتی-بازالتی میباشد.
۲- میانگین مقاومت فشارشی بدست آمده از آزمایش چکش اشمیت از توف های قسمت جنوبی ۲۰۰ Kg/cm^2 و توف های قسمت جنوب شرقی ۴۰۰ Kg/cm^2 است. این بدین معنی است که توف های قسمت جنوب شرقی مقاومت فشارشی بیشتری دارند.
۳- وزن مخصوص نمونه های برداشت شده از توف های قسمت جنوبی ۰/۸ kg/cm^3وزن مخصوص نمونه های برداشت شده از توف های قسمت جنوب شرقی۱/۳ kg/cm^3 می باشد.
۴- درصد وزنی رطوبت سنگ در نمونه های برداشت شده قسمت جنوبی برابر۲۵% و درصد وزنی رطوبت سنگ در نمونه های برداشت شده قسمت جنوب شرقی برابر ۲/۲% است.
۵- میانگین آزمایش دوام- وارفتگی در نمونه های برداشت شده قسمت جنوبی برابر۲۸% است و در قسمت جنوب شرقی برابر ۸۰% است.
۶- میانگین مقاومت فشارشی تک محوره (حالت خشک) ۵۳ Mpa ومیانگین مقاومت فشارشی تک محوره (حالت اشباع) ۳۹ Mpa درقسمت جنوبی وهمچنین میانگین مقاومت فشارشی تک محوره (حالت خشک)برابر با ۸۰ Mpa ومیانگین مقاومت فشارشی تک محوره (حالت اشباع) برابر با۵۷ Mpa در قسمت جنوب شرقی بدست آمد
۷- با توجه به نتایج آزمایشگاهی توف های قسمت جنوب شرقی تفتان پیشنهاد می گردد که برای ، طرح های عمرانی از قبیل سد، آب بند، سیل بند، دیوار حایل و فونداسیون استفاده شود.
۸- با توجه به نتایج آزمایشگاهی بتن های ساخته شده از توف در قسمت جنوبی در این پژوهش کاهش ۱۲,۵ درصدی در وزن مخصوص بدست آمد.
۹- با توجه از نتایج حاصله ، استفاده از توف باعث کاهش هزینه ها در طراحی اجزاء ساختمان شامل کاهش ابعاد تیر ،ستون و کاهش قطرمیلگرد میگردد.
۱۰- در ایران ذخایر فراوانی از توف وجود دارد، که با استفاده از این سنگها می توان مصرف مصالح مصنوعی را به میزان قابل توجهی کاهش داد.

منابع فارسي :

بیابانگرد، ح.، ۱۳۸۷، "پتروگرافی،ژئوشیمی،ژئوکرونولوژی و نحوه فعالیت آتشفشان تفتان" ،رساله دکتری دانشگاه شهید باهنر، ۲٤٦ ص.
جمشيدي، ا.، و نيكودل، م.، و موسوي، ا.، ۱۳۸۸، " بررسي ويژگيهاي مهندسي توف سبز فرحزاد در چرخه هاي انجماد و ذوب آب" دانشكده علوم پايه، دانشگاه تربيت مدرس، تهران.۸ص.
حسيني، م.، ۱۳۸۸، "اثر ساخت و بافت سنگ توف بر روي ويژگيهاي مهندسي آن"، هشتمين كنگره بين المللي مهندسي عمران، استاديار گروه مهندسي معدن، دانشكده فني و مهندسي، دانشگاه بين المللي امام خميني (ره) قزوين. ٦ ص.
فهيمي فر، ا.، و سروش، ح.، ۱۳۸۰ ، " آزمايش هاي مكانيك سنگ ، "انتشارات شركت سهامي آزمايشگاه فني و مكانيك خاك وزارت راه و ترابري.
نباتی، ع.، ۱۳۸۳ ، "زمین شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، واقع در کمربند مکران، استان سیستان. ٦۰۹ ص.
هوت، ا.، ۱۹۳۳، "مهندسی سنگ کاربردی"، مترجم طاهریان، ع،۱۳۸۱، تهران، ٥۱۲ ص.

References:

Brown, E.T., 1981, "Rock characterization testing and monitoring, ISRM suggested method" , Pergamon Press.
Goodman, R.E., 1980, "Introduction to Rock Mechanics", John Wiley & Sons, New York.
Bell, F.G., 2004, "Engineering Geology and Construction", First Edition, Spon Press, London.

Bell, .F .G, 2000, "Engineering Properties of Soils and Rocks", 2nd Edition, Blackwell Science, London.
Winkler, E. M., 1994, "Stone in Architecture, properties, durability", Third Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Printed in Germany.

Samani, B, and A. Babakhani., 1992, "Report of general ex ploration of kharestan for poly metal Taftan area Eskal abad Turk abad".

Alavi.M.,1991, "sedimentary and structural charactel istics of the Paleo – Tethys remnants in northeastern Iran" Geol.SOC. of amer, VOI.103.

Alloway, B. g.,1995,"Heavy metals in soils" Blackie Aead, London, znd end, 353p.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) (مطالعه موردی شهر کلاردشت)

مریم ایلانلو
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی،گروه جغرافیا،ماهشهر،ایران maryamilanloo@gmail.com
یحیی محسن سلطانی
دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی،جغرافیا وبرنامه ریزی شهری ، چالوس،yahya.soltani@ymail.com
لیلا ابراهیمی جمنانی
مربی دانشگاه آزاد اسلامی،گروه جغرافیا، چالوس،ایران
عباس نعمتی
دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان

چکیده :

شناسایی عوامل مختلف و تاثیر گذاردر وقوع زمین لغزش و تهیه نقشه های پهنه بندی خطر زمین لغزش با درجات متفاوت آن از جمله اقدامات اولیه و موثر در دستیابی به راهکارهای مناسب،جهت کاهش زیان های ناشی از حرکت های دامنه ای می باشد.این مقاله با هدف شناسایی عوامل موثر در ایجاد پدیده زمین لغزش ،مشخص کردن مناطق دارای پتانسیل و پهنه بندی زمین لغزش در شهر کلاردشت به روش سلسله مراتبی صورت گرفته است. ابتدا مهمترین عوامل موثر در وقوع زمین لغزش در منطقه انتخاب و در مرحله بعد با بکارگیری روش تحلیل سلسله مراتبیAHPعوامل مورد بررسی به صورت زوجی مقایسه و وزن هر یک از عوامل که مبین میزان تاثیر آنها است محاسبه و در نهایتا"اقدام به تهیه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش با حساسیتهای مختلف تهیه گردید. نتایجنشان می دهد که در محدوده مورد مطالعه حدود۲۳/۱درصد از منطقه به مساحت۲۴/۹۷کیلومتر مربع در پهنه خطر خیلی خطرناک و خطرناک وقوع زمین لغزش قرار دارد وسعت پهنه های کم خطر و بی خطر حدود۵۴/۲۰درصد از منطقه را شامل می شود که ۵۸/۹۶کیلومتر مربع از منطقه را در بر می گیرد . و پهنه خطر متوسط ۲۲/۷درصد که مساحت ۲۴/۷۴ کیلومتر مربع از منطقه را دربر میگیرد. بیشترین مساحت منطقه ،متعلق به مناطق بی خطر و کم خطر می باشدو عمدتا"محدوده با خطر کم و بی خطر در قسمتهای غربی منطقه مشاهده می شود.

کلید واژه ها: زمین لغزش،مدل سازی،پهنه بندی،مدل تحلیل سلسله مراتبیAHP، کلاردشت

Abstract:

Identifying the impact of various factors Gzardr landslides and landslide hazard zonation maps with varying degrees including early and effective measures to achieve appropriate, to reduce the losses caused by the motion of the domain is. This paper aims to identify factors in the creation of landslide phenomena, identifying areas of potential landslide zonation in GPS and a hierarchical method is being performed. The most important factors influencing landslides in the selected area and then applying the AHP AHP factors of the paired comparisons and the weight of each factor that indicates the magnitude of the effect is calculated at the end, "action mapping Zoning landslide was prepared with different sensitivities. The results show that the study area is about 1/23 percent of the area 97/24 square kilometers in area, the risk is too risky and dangerous landslides are vast expanse of low-risk and safe about 20/54% of the area consists of 96 / 58 square kilometer area encompassing. . Moderate risk zone, and 7/22 of the area 74/24 square km area involves. Most area

belonging to a safe and low-risk areas Bashdv mainly "low-risk and safe areas in the western parts of the region can be seen

Keywords: Landslide, Modeling, Zoning, Analytical Hierarchy Process Model AHP, Kalardasht

مقدمه :

ناپایداری دامنه ها یا شیب های طبیعی در کشوری با شرایط متنوع زمین شناسی ،توپوگرافی،آب وهوایی و کاربری زمین ،چون ایران اهمیت ویژه ای دارد . ایران از جمله کشورهایی است که به صورت عام با مشکل زمین لغزش روبرو است . میزان خسارات ناشی از وقع حرکت های دامنه ای در ایران تا اوایل سال۱۳۸۷،حدود۱۸۶۶میلیارد ریال برآورد شده است.(محمودی و میرکرم،۱۳۸۰)زمین لغزش ها درمقیاس جهانی ،فرآیندهای اصلی تشکیل دهنده سطح زمین در نواحی کوهستانی و شیبدار هستند و از نظر زیان های اقتصادی –اجتماعی ،از مهمترین مخاطرات ژئومورفولوژیکی به شمار می روند.(سعدالدین،۱۳۷۵) بر اساس تعریف ارائه شده در فرهنگ واژگان آکسفورد ۱۹۳۳ زمین لغزش واژه ای است با ریشه آمریکایی که مناسب ترین معادل برای آن در زبان انگلیسی Landslip ذکر شده است .این پدیده نوعی حرکت دامنه است که مواد در امتداد یک سطح گسیختگی با یک زون گسیختگی مشخص روی دامنه لغزیده و به سمت پایین حرکت می کنند. (مرادی و همکاران،۱۳۹۱)به فرآیندهای ژئومورفولوژیکی که به حرکت رو به پایین مواد سازنده دامنه ها اعم از سنگ ،خاک،یا مخلوطی از این مواد منجر شود زمین لغزش اطلاق می کنند.(Goudie,2004)

زمین لغزش یکی از شایع ترین خطرات طبیعی در مناطق شمالی ایران است.در این مناطق،زمین لغزش بعلت های مختلف مثل ارتعاش،شیب زیاد،باران های شدیدو فرسایش سریع در نتیجه جنگل زدایی و ساخت وساز رخ می دهد.با توجه به مسایل یاد شده،برای انتخاب مکانهای مناسب برای ساخت وساز ،نیاز به بررسی شرایط زمین و پایداری دامنه ها است تا از خطرات احتمالی ناشی از زمین لغزش جلوگیری شود. برای کاهش خطر زمین لغزش تا حد قابل قبول،نیاز به فن آوری های پیشرفته،تبادل اطلاعات و تحلیل کامل عوارض زمین است تا با یک روش کامل و مناسب بهمراه یک سیاست درست و بموقع در راستای کاهش خطر اقدام کرد. نقشه های به دست آمده به عنوان ابزار اصلی در برنامه ریزی و طراحی برای بهره وری از زمین به ویژه در مناطق کوهستانی مرطوب مانند مناطق شمالی ایران و به ویژه در طرحهای عمرانی است.(فرهی وهمکاران،۱۳۹۰)با پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش ها می توان مناطق حساس و دارای پتانسیل خطر بالای لغزش را شناسایی کرد و با ارائه راه حل و کاربرد شیوه های کنترل و مدیریت مناسب ،تا حدودی از وقوع زمین لغزش ها جلوگیری کرد و یا از خسارات ناشی از وقوع آن ها کاست.(اصل پیشگیری بهتر از درمان است)در این راستا با توجه به هدف و شرایط محیط،مدل های پهنه بندی متفاوتی ارائه شده اند. (کورکی نژاد،۱۳۸۳)

تهیه نقشه منطقه بندی خطر زمین لغزش ،ابزار مهمی برای طراحان شهری است. در چنین نقشه ای سطح زمین شهری بر اساس اهمیت عوامل موثر بر پایداری به درجه های مختلف خطر تقسیم می سود . تهیه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش ،روش سریع برای ارزیابی خطر در سطح زمین است و در ایران کمتر انجام شده است.(مقیمی وهمکاران،۱۳۹۱)در نقشه های پهنه بندی حساسیت زمین لغزش دو نگرش کیفی وکمی وجود دارد. در روشهای کیفی عوامل موثر در وقوع زمین لغزش بصورت موضوعی و توصیفی مورد توجه قرار گرفته و نتایج آنها به نظرات کارشناسی بستگی دارد. در نگرشهای کمی روابط بین عوامل کنترل کننده زمین لغزشها به صورت عددی بیان می شود.ارزیابی کمی ونیمه کمی برای مناطقی صورت می گیرد که فعلا"فاقد زمین لغزش هستند اما شرایط مشابه در آنها وجو دارد.(متولی وهمکاران،۱۳۸۸،)

با توجه به اهمیت مسایل مرتبط با زمین لغزش ها و پدیده های حرکات توده ای در سطح کشور و منطقه کلاردشت،هدف اصلی این پژوهش تدوین یک مدل کمی برای پیش بینی خطر بالقوه لغزش در منطقه مورد مطالعه است تا بتوان بر اساس آن استعداد بالقوه خطر زمین لغزش را برمبنای درجات مختلفی چون بی خطر،کم خطر،باخطر متوسط،خطرناک و خیلی خطرناک پهنه بندی نمود ،پهنه بندی مذکور می تواند بنیانی برای سایر برنامه ریزی ها ، نحوه استفاده از اراضی و تهیه طرحهای توسعه شهری باشد.شهر کلاردشت در مختصات جغرافیایی ۵۱درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ادقیقه عرض شمالی واقع شده است.ارتفاع شهر از ۱۱۰۰ متر در شرق و شمال شرقی (منطقه لاهو) تا ۱۶۹۰ متر در جنوب غربی آن (منطقه رودبارک) متغیر است.شهر کلاردشت در قسمتهای میانی استان مازندارن و در یک دشت میانکوهی به همین نام در دهانه رودخانه سردآبرود و پای قلل مرتفع البرز غربی (رشته کوه تخت

سلیمان و قله علم کوه) واقع شده است.وسعت شهر کلاردشت در حدود ۱۰۸کیلومتر مربع (١٤ کیلو متر مربع محدوده قانونی شهر و ٩٤ کیلومتر مربع حریم شهر)می باشد.(مهندسین مشاور کریاس بنا،۱۳۸۸)شهر کلاردشت در تیپ حرارتی سردسیری و اقلیم سرد و نیمه مرطوب قرار می گیرد.بر اساس برآوردهای انجام شده،میانگین دمای سالانه این منطقه در ارتفاع ۱۵۰۰ متری حدود ۹/۹۵ درجه سلسیوس است که نشان دهنده اقلیم سردسیری است. ساختمان زمین شناسی شهر بعنوان بخش البرز غربی-که در دامنه های شمالی آن قرار گرفته است –مورد مطالعه قرار می گیرد.در این ناحیه ساختمان ناهمواری ها و همچنین جنس و ماهیت سنگ ها متاثر از توده نفوذی علم کوه و قلل مرتفع تخت سلیمان است (مهندسین مشاور کریاس بنا،۱۳۹۱)

روش تحقیق:

در این پژوهش از نقشه های مبنایی وپایه ودیگر اطلاعات مختلف مربوط به شهر کلاردشت شامل نقشه های توپوگرافی مقیاس۱:۵۰۰۰۰منطقه مورد مطالعه ،نقشه زمین شناسی مقیاس۱:۱۰۰۰۰۰منطقه،نقشه های اقلیمی شهر(هم بارش،هم دما و رطوبت)مقیاس:۱:۱۰۰۰۰۰استفاده شده است.سپس با توجه به نقشه های فوق ۱۱ عامل موثر (سنگ شناسی،فاصله از گسل،شیب،جهت شیب،ارتفاع،فاصله از راههای ارتباطی،کاربری اراضی،فاصله از رودخانه،بارش،دما ورطوبت)به عنوان عوامل ومعیار موثر بر وقوع زمین لغزش در منطقه شناخته شده است سپس بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی عوامل مذکور با توجه به اهمیتی که در وقوع زمین لغزش دارندباهم مقایسه گردیده و به هریک وزن مناسبی اختصاص داده شده است پس از امتیاز دهی به هرکدام از کلاس های مربوطه به هر یک از عوامل،ضرایبی به دست می آید که بر اساس آنها مدل نهایی را ارائه می نماید. مدل مورد استفاده برای پهنه بندی مخاطره زمین لغزش در این تحقیق همانطوری که اشاره شده است، مدل سلسله مراتبی[1] است. این روش یک روش بر اساس قضاوت کارشناسی است که نسبت به سایر روش ها دارای دقت بالاتری بوده و عوامل زمین شناسی ،پوشش زمین و شیب به عنوان مهمترین عوامل در رخداد زمین لغزش ها می باشند.(محمدخان،۱۳۸۰)تحلیل سلسله مراتبی ،همانند تئوری تصمیم گیری وتحلیل ناسازگاریی[2]اندازه گیری را بر روی میعارهای با قابلیت کمی شدن و غیر عینی انجام می دهد(Vargas,1990)روش تحلیل سلسله مراتبی یک روش تصمیم گیری چند معیاره است که استفاده کننده را برای رسیدن به یک مقیاس ترجیحی از مجموعه ای از متغیرها توانا می سازد.این روش کاربرد زیادی در انتخاب سایت ،آسان سازی تحلیلها و تحلیل حساسیت به زمین لغزش دارد.(Ayalew et al,2005) برای وزن معیارها در روش AHP،باید یک ماتریس مقایسه زوجی تشکیل شود. با ماتریس مقایسه زوجی،تاثیر هر معیار در رخداد زمین لغزش نسبت به دیگر معیارها به وسیله ارز یابی دوتایی و با استفاده از مقادیر نسبی میان یک تا نه برای عناصر تشکیل دهنده ماتریس مشخص می شود .(فرهی وهمکاران،۱۳۹۰،)در بررسی حاضر برای ورود و ذخیره سازی اطلاعات ،تحلیل ها و پهنه بندی خطر وقوع حرکت های توده ای از سیستم اطلاعات جغرافیایی GISاستفاده شده است.

نتایج :

در مرحله اول ، در فرآیند AHPایجاد یک ساختار سلسله مراتبی از موضوع مورد بررسی می باشد که در آن اهداف ،معیارها و زیرمعیارها ،گزینه ها و ارتباط بین آن ها نشان داده می شود(جدول شماره۱)

[1] AHP
[2] .Con flictResohition

عامل	معیار	زیر معیار
زمین شناسی	سنگ شناسی	۱-شیل،ماسه سنگ،سیلت سنگ،رس سنگ،کوارتزیت،رگهاوعدسی های زغال(Js) ۲-نهشته های تفکیک نشده دوران چهارم(Q) ۳- سنگ آهک بطور محلی دولومیتی دربخش بالایی(Ji) ٤-سنگ آهک فوزولیتا دار،سنگ آهک دولومیتی(Pr) ٥-پوشیده به وسیله گیاهان آبرفت ،کولوین و غیره(Qc) ٦-سنگ آهک نازک لایه براثر کرم،شیل آهکی(Rc2) ۷-سنگ آهک،شیلهای مارنی وماسه ای(Pn) ۸- رسوبات پرکننده دره ها مشتمل بر مارن،ماسه سنگ،کنگلومرای گچی(Qpicm) ۹-کوارتزمونزونیت اکاپل(Qm) ۱۰-شیل،ماسه سنگ،سنگ آهک،سیلت سنگ،کوارتزیت(Pd)
	گسل	<۲۰۰،۲۰۰-٤۰۰،٤۰۰-٦۰۰،٦۰۰-۸۰۰،>۸۰۰
توپوگرافی	شیب	۰تا۱۰%،۱۰%تا۲۰%،۲۰%تا۳۰%،۳۰%تا٤۰%،٤۰%تا٥۰%،٥۰%تا۱۰۰%
	ارتفاع	<،۱۰۰-۱۳۰۰،۱۳۰۰-۱٦۰۰،۱٦۰۰-۱۹۰۰،۱۹۰۰-۲۱۰۰،۲۱۰۰- ۱۰۰۰ ۲٤۰۰،۲٤۰۰-۲۷۰۰،۲۷۰۰-۳۰۰۰،>۳۰۰۰
	جهت دامنه	شمال،جنوب،شرق،غرب
هیدرولوژی	رودخانه	<۲۰۰،۲۰۰-٤۰۰،٤۰۰-٦۰۰،٦۰۰-۸۰۰،>۸۰۰
کاربری اراضی	پوشش گیاهی	۱-اراضی جنگل انبوه۲-اراضی جنگل نیمه انبوه۳-اراضی جنگل تنک٤-مرتع٥-زراعت دیم٦-زراعت آبی۷-مخلوط زراعت آبی-دیمی۸-مسکونی
	راههای ارتباطی	<۲۰۰،۲۰۰-٤۰۰،٤۰۰-٦۰۰،٦۰۰-۸۰۰،>۸۰۰
اقلیم	بارش	کمتراز٥۰۰میلی لیتر،٥۰۰-٦۰۰ ،٦۰۰-۷۰۰ ،۷۰۰-۸۰۰،بیشتراز۸۰۰میلی لیتر
	دما	۱۲/٥الی۱٥درجه،۱۰الی۱۲/٥ ، ۷/٥الی۱۰ ، ٥الی۷/٥درجه
	رطوبت	خیلی مرطوب سرد زیاد،خیلی مرطوب سرد متوسط،خیلی مرطوب سردکم

جدول شماره۱:درخت سلسله مراتبی تهیه نقشه پهنه بندی زمین لغزش درمحدوده مورد مطالعه (شهر کلاردشت)

شایان ذکر است که به منظور مقایسه دو به دو عوامل مؤثر در بروز حرکات توده ای وتعیین میزان اهمیت (رتبه بندی) هر یک از عوامل در روش تحلیل سلسله مراتبی ،لازم است اقدام به تنظیم جدول ماتریسی بر اساس عوامل مؤثر در حرکات توده ای پرداخت ،به طوری که با تشکیل این جدول ،مقدار عددی هر یک از عوامل از جدول۳و۴استخراج و تعیین می شود .اهمیت هر عامل در ارتباط با ناپایداری دامنه ها مستقل از دیگر عوامل مورد تحلیل قرار می گیرد(varnes D.J,1984)باید به این موضوع توجه شود که در مقایسه زوجی مقدار کمی رتبه یا اولویت هر عامل نسبت به همان عامل برابر با عدد ۱ می باشد ،اما اگر رتبه عامل اول بر عامل دوم مثلا ۲ باشد ،در این صورت مقدار کمی رتبه عامل دوم بر عامل اول ۱,۲ خواهد بود این قضاوتها توسط ساعتی (۱۹۸۰)به مقادیر کمی بین۱الی۹ تبدیل شده اند.(Xilin in et al,2001)،افزون بر این پس از تعیین رتبه کمر هر عامل وتشکیل جدول ماتریسی مربوط ، متوسط رتبه هر عامل را از طریق محاسبه میانگین حسابی تعیین و مشخص نمود ، به این ترتیب در پژوهش حاضر نیز از روش میانگین حسابی جهت محاسبه وزن هر عامل استفاده گردیده است . به این ترتیب که در جدول ماتریس مربوط به مقایسه زوجی عوامل مؤثر در وقوع حرکات توده ای ،اعداد هر ستون با یکدیگر جمع شده و سپس مقدار حاصل از ماتریس به جمع کل ستونهای همان عدد تقسیم ودر نهایت متوسط اعداد در هر ردیف جدول ماتریس محاسبه شده است .(جداول شماره٥و٦)

جدول شماره ۲ : مقدار عددی برای محاسبه وزن بر اساس قضاوت های شفاهی درمدلAHP

وضعیت مقایسه ها	وزن یا ارزش
یکسان	۱
یکسان تا نسبتا بیشتر	۲
نسبتا بیشتر تا ضعیف	۳
نسبتا بیشتر تا بیشتر	۴
بیشتر تا قوی	۵
بیشتر تا خیلی قوی	۶
خیلی بیشتر تا خیلی قوی	۷
خیلی بشتر تا خیلی ،خیلی بیشتر	۸
صد در صد مرجع	۹

منبع : شادفر وهمکاران ۱۳۸۶

جدول شماره(۳)ماتریس و مقدار عددی مربوط به هر یک از عوامل ۵گانه موثردر وقوع زمین لغزش درمحدوده مورد مطالعه

	زمین شناسی	توپوگرافی	هیدرولوژی	کاربری اراضی	اقلیم
زمین شناسی	۱	۲	۳	٤	٥
توپوگرافی	۱/۲	۱	۲	۳	٤
هیدرولوژی	۱/۳	۱/۲	۱	۳	٤
کاربری اراضی	۱/٤	۱/۳	۱/۳	۱	۲
اقلیم	۱/٥	۱/٤	۱/٤	۱/۲	۱
مجموع	۲/۲۸	٤/۰۸	٦/٥٨	۱۱/٥	۱٦

تهیه و ترسیم:یحیی محسن سلطانی۱۳۹

جدول شماره(٤)ماتریس ومقادیر میانگین حسابی محاسبه شده ضریب وزن به هر یک از عوامل ۵گانه موثر در وقوع زمین لغزش در محدوده مورد مطالعه

	زمین شناسی	توپوگرافی	هیدرولوژی	کاربری اراضی	اقلیم	متوسط
زمین شناسی	۰/٤۳۸	۰/٤۹۰	۰/٤٤٥	۰/۳٤۷	۰/۳۱۲	۰/٤۰٦
توپوگرافی	۰/۲۱۹	۰/۲٤٥	۰/۳۰۳	۰/۲٦۰	۰/۲٥۰	۰/۲٥٤
هیدرولوژی	۰/۱٤٤	۰/۱۲۲	۰/۱٥۱	۰/۲٦۰	۰/۲٥۰	۰/۱۸٥
کاربری اراضی	۰/۱۰۹	۰/۰۸۰	۰/۰٥۰	۰/۰۸٦	۰/۱۲٥	۰/۰۹۰
اقلیم	۰/۰۸۷	۰/۰٦۱	۰/۰۳۷	۰/۰٤۳	۰/۰٦۲	۰/۰٥۸

تهیه و ترسیم:یحیی محسن سلطانی۱۳۹۲

جدول شماره(۵)ماتریس ومقدار عددی مربوط به هر یک از عوامل ۱۱گانه موثر در وقوع زمین لغزش در محدوده مورد مطالعه

	سنگ شناسی	فاصله ازرودخانه	شیب	پوشش گیاهی	فاصله از راه ارتباطی	فاصله ازگسل	بارش	جهت دامنه	ارتفاع	رطوبت	دما
سنگ شناسی	۱	۲	۲	۳	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
فاصله ازرودخانه	۱/۲	۱	۲	۳	۳	٤	٤	٦	۷	۸	۹
شیب	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	۳	۳	٥	٦	۷	۸
پوشش گیاهی	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳	۳	۳	٥	٥	۸
فاصله از راه ارتباطی	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۲	٤	٤	٦	۷
فاصله ازگسل	۱/٤	۱/٤	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳	٤	٥	٦
بارش	۱/٥	1/٤	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۲	۱	۲	۳	٤	٥
جهت دامنه	۱/٦	۱/٦	۱/٥	۱/۳	۱/٤	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳	٤
ارتفاع	۱/۷	۱/۷	۱/٦	۱/٥	۱/٤	۱/٤	۱/۳	۱/۲	۱	۲	۳
رطوبت	۱/۸	۱/۸	۱/۷	۱/٥	۱/٦	۱/٥	۱/٤	۱/۳	۱/۲	۱	۳
دما	۱/۹	۱/۹	۱/۸	۱/۸	۱/۷	۱/٦	۱/٥	۱/٤	۱/۳	۱/۳	۱
جمع کل	۳/٦٤	٥/۱۹	۷/۲۸	۱۱/۰۱	۱۲/۸۰	۱۸/٤٤	۲۱/۲۸	۳۱/۰۸	۳۹/۸۳	٤۹/۳۳	٦۳

تهیه و ترسیم:یحیی محسن سلطانی۱۳۹۲

جدول شماره(٦)ماتریس و مقادیر میانگین حسابی محاسبه شده ضریب وزن هریک از عوامل موثر در رخداد زمین لغزش در محدوده مورد مطالعه

	سنگ شناسی	فاصله ازرودخانه	شیب	پوشش گیاهی	فاصله از راه ارتباطی	فاصله ازگسل	بارش	جهت دامنه	ارتفاع	رطوبت	دما	متوسط
سنگ شناسی	۰/۲۷٤	۰/۳۸٥	/۲۷٤ ۰	۰/۲۷۲	۰/۲۳٤	۰/۲۱٦	/۲۳٤ ۰	/۱۹۳ ۰	/۱۷٥ ۰	/۱٦۲ ۰	/۱٤۲ ۰	۰/۲۳۲
فاصله ازرودخانه	۰/۱۳۷	۰/۱۹۲	/۲۷٤ ۰	۰/۲۷۲	۰/۲۳٤	۰/۲۱٦	/۱۸۷ ۰	/۱۹۳ ۰	/۱۷٥ ۰	/۱٦۲ ۰	/۱٤۲ ۰	۰/۱۹۸
شیب	۰/۱۳۷	۰/۰۹٦	/۱۳۷ ۰	۰/۱۸۱	۰/۱٥٦	۰/۱٦۲	/۱٤۰ ۰	/۱٦۰ ۰	/۱٥۰ ۰	/۱٤۱ ۰	/۱۲٦ ۰	۰/۱٤٤
پوشش گیاهی	۰/۰۹۰	۰/۰٦۳	/۰٦۸ ۰	۰/۰۹۰	۰/۱٥٦	۰/۱٦۲	/۱٤۰ ۰	/۰۹٦ ۰	/۱۲٥ ۰	/۱۰۱ ۰	/۱۲٦ ۰	۰/۱۱۰
فاصله از راه ارتباطی	۰/۰۹۰	۰/۰٦۳	/۰٦۸ ۰	۰/۰٤٥	۰/۰۷۸	۰/۱۰۸	/۰۹۳ ۰	/۱۲۸ ۰	/۱۰۰ ۰	/۱۲۱ ۰	/۱۱۱ ۰	۰/۰۹۱
فاصله ازگسل	۰/۰٦۸	۰/۰٤۸	/۰٤٥ ۰	۰/۰۲۹	۰/۰۳۹	۰/۰٥٤	/۰۹۳ ۰	/۰۹٦ ۰	/۱۰۰ ۰	/۱۰۱ ۰	/۰۹٥ ۰	۰/۰٦۹
بارش	۰/۰٥٤	۰/۰٤۸	/۰٤٥ ۰	۰/۰۲۹	۰/۰۳۹	۰/۰۲۷	/۰٤٦ ۰	/۰٦٤ ۰	/۰۷٥ ۰	/۰۸۱ ۰	/۰۷۹ ۰	۰/۰٥۳
جهت دامنه	۰/۰٤۳	۰/۰۳۰	/۰۲۷ ۰	۰/۰۲۹	۰/۰۱۹	۰/۰۱۷	/۰۲۳ ۰	/۰۳۲ ۰	/۰٥۰ ۰	/۰٦۰ ۰	/۰٦۳ ۰	۰/۰۳٥
ارتفاع	۰/۰۳۸	۰/۰۲٦	/۰۲۱ ۰	۰/۰٤٥	۰/۰۱۹	۰/۰۱۳	/۰۱٥ ۰	/۰۱٦ ۰	/۰۲٥ ۰	/۰٤۰ ۰	/۰٤۷ ۰	۰/۰۲۷
رطوبت	۰/۰۳٤	۰/۰۲٤	/۰۱۹ ۰	۰/۰٤٥	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰	/۰۱۱ ۰	/۰۱۰ ۰	/۰۱۲ ۰	/۰۲۰ ۰	/۰٤۷ ۰	۰/۰۲۲
دما	۰/۰۳۰	۰/۰۲۱	/۰۱۷ ۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰	۰/۰۰۸	/۰۰۹ ۰	/۰۰۸ ۰	/۰۰۸ ۰	/۰۰٦ ۰	/۰۱٥ ۰	۰/۰۱۳

تهیه و ترسیم:یحیی محسن سلطانی۱۳۹۲

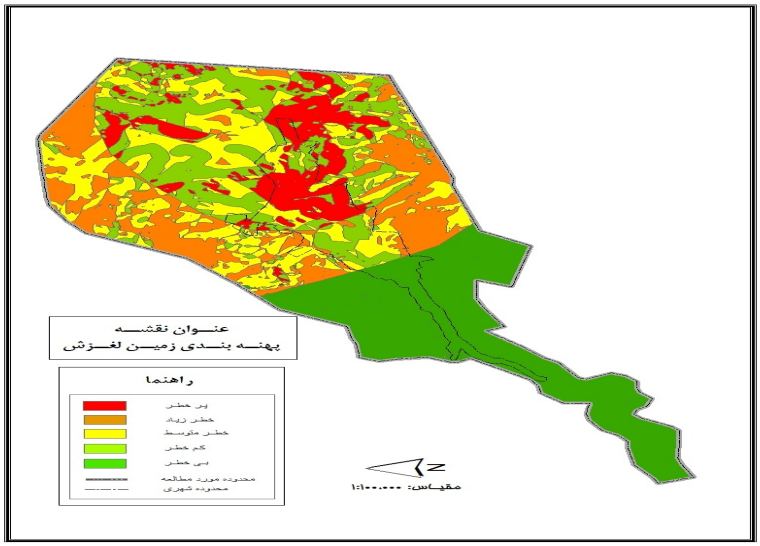
از جمع وزن عمومی زیر معیارهای هریک از عوامل ضریب وزن عمومی ان عامل به دست می آید که در جدول شماره۷ضرایب وزن عمومی فاکتورهای ۱۱گانه موثر در وقوع زمین لغزش به دست می آید که بیشترین ضریب وزن عمومی مربوط به معیار سنگ شناسی از عامل زمین ساختی با ضریب۲۸/۹۶و کمترین ضریب وزن عمومی مربوط به معیار دما از عامل اقلیم با ضریب وزن۰/۱۱ است.

جدول۷:ضرایب وزن عمومی فاکتورهای ۱۱ گانه به کار رفته درتهیه نقشه پهنه بندی زمین لغزش با مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP (تهیه و ترسیم : یحیی محسن سلطانی۱۳۹۲)

عامل	معیار	ضریب وزن عمومی
زمین ساختی	سنگ شناسی	۲۸/۹٦
	گسل	٤/۹۲
توپوگرافی	شیب	۱۰/۰٦
	ارتفاع	۲/۰۹٦
	جهت دامنه	۱/۲٥
هیدرولوژی	فاصله از رودخانه	٥/۸٤
کاربری اراضی	پوشش گیاهی	۱/۱٦

	فاصله از راه ارتباطی	۱/۳۳
اقلیم	بارش	۰/۵۹۳
	دما	۰/۱۱
	رطوبت	۰/۲۱۳

وزن نرمال شده محاسبه شده را در محیط نرم افزار GISوارد ودر نقشه های موضوعی تهیه شده وزن دهی می کنیم و نقشه پهنه بندی زمین لغزش در محدوده مورد مطالعه تهیه می گردد.نقشه پهنه بندی خطروقوع زمین لغزش به روش تحلیل سلسله مراتبی به پنج منطقه خیلی خطرناک،خطرناک،با خطر متوسط ، کم خطرو بی خطر تقسیم شده است .(نقشه شماره۲)



نقشه شماره۲:نقشه پهنه بندی زمین لغزش در شهر کلارشت با روش سلسله مراتبی

جدول شماره۸ :مساحت مناطق خطر وقوع زمین لغزش براساس روش سلسله مراتبی در منطقه مورد مطالعه

ردیف	میزان خطر	مساحت(کیلومترمربع)	درصد
۱	بی خطر	۳۰/۳۲	۲۷/۹
۲	کم خطر	۲۸/۶۴	۲۶/۳
۳	با خطر متوسط	۲۴/۷۴	۲۲/۷
۴	خطرناک	۱۲/۳۲	۱۱/۳
۵	خیلی خطرناک	۱۲/۶۵	۱۱/۸
مجموع		۱۰۸/۶۸	۱۰۰

تهیه وترسیم:یحیی محسن سلطانی ۱۳۹۲

نتیجه گیري :

با توجه به عوامل موثر ایجاد حرکت های توده ای این منطقه روش تحلیل سلسله مراتبی انتخاب شد و روش کار به همان صورتی انجام گرفت که در طی چند سال گذشته به طور پراکنده در برخی از نواحی ایران کار شده است.با یازده فاکتورسنگ شناسی،فاصله از گسل،شیب،جهت شیب،ارتفاع،فاصله از

راههای ارتباطی،کاربری اراضی،فاصله از رودخانه،بارش،دما ورطوبت کار پهنه بندی صورت گرفت. بر اساس نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش بر اساس مدلAHPدر حدود۲۳/۱درصد از منطقه به مساحت۲۴/۹۷کیلومتر مربع در پهنه خطر خیلی خطرناک و خطرناک وقوع زمین لغزش قرار دارد وسعت پهنه های کم خطر و بی خطر حدود۵۴/۲۰درصد از منطقه را شامل می شود که ۵۸/۹۶کیلومتر مربع از منطقه را در بر می گیرد . و پهنه خطر متوسط ۲۲/۷درصد که مساحت ۲۴/۷۴ کیلومتر مربع از منطقه را دربر میگیرد.نتایج نشان می دهد که بیشترین مساحت منطقه ،متعلق به مناطق بی خطر و کم خطر می باشدو عمدتا"محدوده با خطر کم و بی خطر در قسمتهای غربی منطقه مشاهده می شود.از مزایای روش AHPاین است که در آن عوامل موثر در وقوع زمین لغزش ها در ابتدا به طرز منطقی تری وزن دهی شده و عوامل مختلف به ترتیب اهمیت شان اولویت بندی می شوند و از طرفی امتیاز دهی کلاس های مختلف هر عامل ساده تر بوده و مراحل کار را چندین بار می توان تکرار کرد تا به نتایج بهتر دست یافت و درنهایت مدلی که به دست می آید در آن دخالت عوامل زیادی در نظر گرفته شده است که از این طریق نیز دقت بیشتری در کار پهنه بندی وجود خواهد داشت . از مزایای دیگر روشAHPانجام ساده تر آن با استفاده از روش GISمی باشد که اعمال مدل نهایی در واحدهای همگن به طرز ساده تری انجام میگیرد

منابع فارسي :

-سعدالدین،ا.،(۱۳۷۵)،" بررسی اثرهای پارامترهای هیدروژئومرفولوژیک بر حرکت های توده ای مواد دامنه ای در حوضه آبخیز چاشم وخطیرکوه-سمنان" ،پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه تربیت مدرس،تهران
-فرهی،ح .ر. ،.بهلولی،ب. ، سیار، ا . ، شریعت جعفری،م . ،(۱۳۹۰)،"تحلیل سلسله مراتبی و مدل آماری دو متغیره در مخزن سد البرز"،فصل نامه علوم زمین، سال بیست ویکم ،شماره۸۱
- کورکی نژاد،م . ،(۱۳۸۳)،" پهنه بندی خطر زمین لغزش"،فصل نامه زمین شناسی،دوره دهم،شماره ۲
-متولی،ص . ، اسماعیلی، ر. ، حسین زاده، م.م. ،(۱۳۸۳)،"تعیین حساسیت وقوع زمین لغزش با استفاده از رگرسیون لجستیک در حوضه آبریز واز(استان مازندران)"،فصل نامه جغرافیای طبیعی،سال دوم،شماره۵
-محمدخان،ش . ، (۱۳۸۰)،"ارایه مدل منطقه ای پهنه بندی خطر حرکات توده ای ،:مطالعه موردی حوضه طالقان"،پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
-محمودی،ف . ، میرکرم، ع. ،"(۱۳۸۰)،"مدل سازی آماری و پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده ازGISو داده های سنجش از دور ،مطالعه موردی: حوضه آبخیز سرخون،استان چهارمحال بختیاری"،مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک سازمان نقشه برداری کشور
-مرادی،ح . ر. ، محمدی ،م . ، پورقاسمی ، ح.ر. ،(۱۳۹۱)،"حرکات دامنه ای با تاکید بر روشهای کمی تحلیل وقوع زمین لغزش"،انتشارات سمت،تهران
-مقیمی،ا . ، .باقری س . ش .،صفر راد ،س وط .،(۱۳۹۱)،"پهنه بندی خطر وقوع زمین لغزش با استفاده از مدل آنتروپی ،مطالعه موردی :تاقدیس نسار زاگرس شمال غربی"،فصل نامه پژوهش های جغرافیای طبیعی،شماره۷۹
-مهندسین مشاور کریاس بنا ،(۱۳۹۱)،"طرح توسعه وعمران(جامع)شهر کلاردشت، خلاصه گزارش وضع موجود و تجزیه وتحلیل"
-مهندسین مشاور کریاس بنا ،(۱۳۸۸)،" گزارش توجیهی تهیه طرح ویژه منطقه کلاردشت"

References:

-Ayalew, L .,Yamagashi,H .,&Kanno, T . (2005)"Landslide in Sado Island of Japan :part II . GIS-based Susceptibility mapping with comparisons of results from two methods and ",Enginering Geology,81:432-445
-Goudie ,A.S,(2004),Enyclopedia Of Geomorphology.Routledge Ltd
-Vargas, L, G,.(1990). An overview of the analytic hierarchy process and its applications .European Joumal of Operational Research 48:,2-8
-Varnes D.J. (1984):Landslide Hazard Zonation A Review of Principles and Practice United Nation Educatioal. Scientific and Cultural Arg (UNESCO)Franse
-Xilin in et al.(2001):Influence of Geologic Factors on Landslide in Zhao Tong ,China Environ Geon Water SCI,VOL,19,NO.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از نرم افزار GIS در بخشی از منطقه بی بی حکیمه به روش AHP

◇◇◇◇◇◇◇

۱-سیامک آریایی ،کارشناسی ارشد عمران – خاک و پی – دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسو
۲-فرزاد بابکان پور،کارشناسی ارشد عمران – خاک و پی – دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج،
۳-احسان عزیزی ،گروه مهندسی عمران – دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج.
٤-یونس مسعودی کوشک، کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، younesmasoudi@yahoo.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

در پژوهش حاضر از عوامل شیب، جهت شیب، لیتولوژي، کاربري ارضي، باران، فاصله از رودخانه و فاصله از جاده براي پهنه بندي خطر لغزش منطقه بی بی حکیمه استفاده شده است. پس از تجزیه و تحلیل داده ها توسط نرم افزار ArcGIS تأثیر هر کدام از لایه هاي اطلاعاتي در وقوع لغزش مشخص گردید و پهنه بندي انجام گرفت. نتایج حاصل از مقایسه این پهنه بندي و پراکندگي موجود از زمین لغزش ها نشان دادند که روش سلسله مراتبي، روش مناسبي براي پهنه بندي خطر لغزش منطقه بی بی حکیمه مي باشد.

کلید واژه ها: بی بی حکیمه ، پهنه بندي خطر لغزش، روش سلسله مراتبي.

Abstract:

Landslide hazard zonation using GIS software, in part of the Bibi Hakime area.

In this study we used aspect, slope , lithology, land use, rainfall, distance from the river and away from the road for landslide hazard zonation of Bibi Hakimeh region. After analyzing the data by ArcGIS software, the effect of each of data layers in landslide was defined and mapping was performed. Comparing the results of the classification and distribution of the landslide showed that the hierarchical approach, suitable for landslide hazard for Bibi hakimeh area.

Keywords: Bibi Hakimeh, Landslide hazard zonation, Hierarchical

مقدمه :

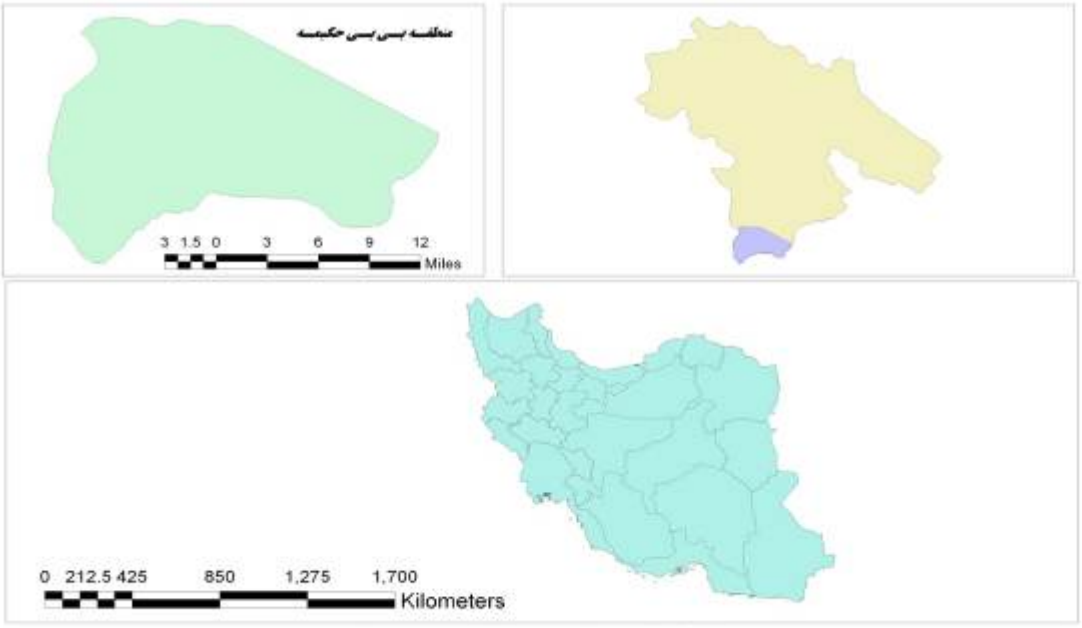
حرکات توده ای و به ویژه زمین لغزش یکی از مهم ترین بلایای طبیعی است که وجود عواملی مانند مستعد بودن ناهمواری ها از نظر منشاء ساختمانی و دینامیک ، قطع درختان و بهره برداری های بی رویه از جنگل ها ، رعایت نکردن اصول فنی و نگهداری جاده های جنگلی و روستایی، نبود اعمال مدیریت صحیح و بهره برداری غیر اصولی از منابع موجود باعث تشدید آن شده است (شادفر و همکاران،۱۳۸٦). حرکات توده ای هر ساله در بسیاری از مناطق دنیا باعث کشته و مجروح شدن افراد زیادی می شود که این امر ضرورت توجه به این پدیده خطرناک را نمایان می کند (محمدی، ۱۳۸٦).
روش های مختلفی برای مطالعه حرکات توده ای وزمین لغزش در دنیا و کشورمان استفاده شده اند ولی با توجه به متفاوت بودن عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش و نبود امکان اندازه گیری تمامی عامل ها، هنوز روشی که به طور قطع بتوان آن را برای تمامی مناطق استفاده کرد، معرفی نشده است. یکی از مهم ترین اقدامات در مطالعات زمین لغزش ، تعیین عوامل تاثیرگذار بر زمین لغزش است که انتخاب درست این عامل ها رابطه مستقیم با دقت نقشه های پهنه بندی خطر دارد. به خاطر قطعیت نداشتن در مطالعات

زمین لغزش ، استفاده از نظر کارشناسان مختلف در بسیاری از مناطق دنیا مورد استفاده قرار گرفته و در برخی از این تحقیقات نتایج قانع کننده ای حاصل شده است (احمدی وهمکاران،۱۳۸٤ ، پورقاسمی،۱۳۸٦ ، کرم،۱۳۸۰ ، محمدی،۱۳۸٦ ، آیلو و یاماگیشی،۲۰۰۵ ، کوماک،۲۰۰٦).
هدف از تحقیق حاضر، استفاده از نظر کارشناسی در اولویت بندی عامل های موثر بر زمین لغزش و در نهایت تهیه نقشه خطر زمین لغزش در محیط GIS با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی در بخشی از منطقه بی بی حکیمه است.

مواد و روش ها

معرفي منطقه مورد مطالعه

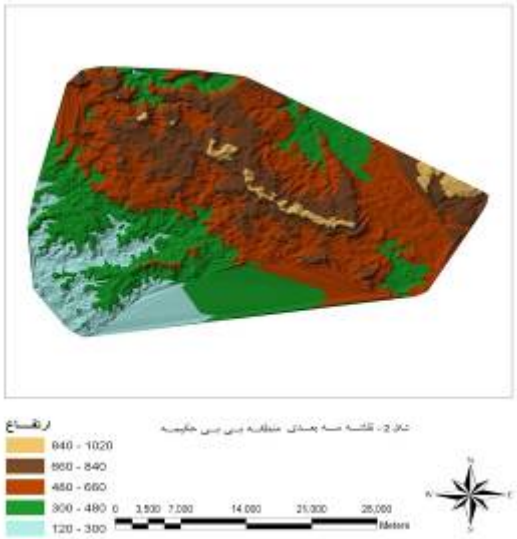
برای انجام این تحقیق بخشی از دهستان بی بی حکیمه که در بخش مرکزی، در جنوب شهرستان گچساران از استان کهگیلویه و بویراحمد که در طول جغرافیایی ٥٦ °٢٩ الی ١٦ °٣٠ و عرض جغرافیایی ٣٠ °٥٠ الی ٥٥ °٥٠ واقع است انتخاب شده که آن را مورد بررسی قرار می دهیم.



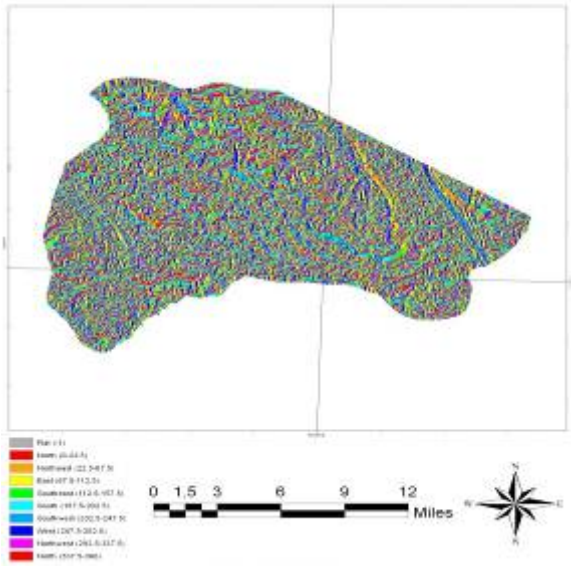
شکل 1 -موقعیت منطقه بی بی حکیمه

آماده سازي لايه ها

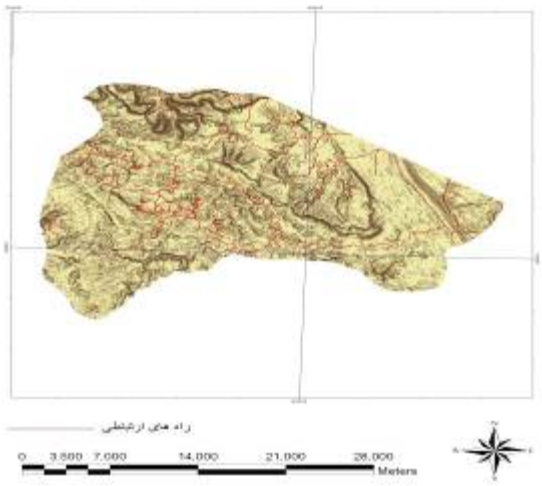
روش جمع آوري اطلاعات در اين تحقيق مبتني بر مطالعات ميداني مي باشد . درمرحله بعد اقدام به شناسايي و مطالعه عوامل تاثير گذار در وقوع زمين لغزش در منطقه مورد مطالعه مانند (شيب، جهت شيب، باران، كاربري اراضي، ليتولوژي، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه) شد، سپس نقشه عوامل مذكور تهيه گرديد. پس از تحليل تمامي لايه هاي اطلاعاتي زيرحوضة مذكور بوسيله نرم افزارهاي سيستم اطلاعات جغرافيايي (GIS) و طي مراحلي كه در زير عنوان خواهد شد، مشخص شد كه كدام يك از عوامل در وقوع زمين لغزش تاثير بيشتري داشته است. از آنجايي كه روش هاي كمي و نيمه كمي در پهنه بندي خطر زمين لغزش نتايج مطمئن تري را به نسبت ساير روش ها ارائه مي دهند، استفاده از اين روشها از اعتبار علمي بيشتري نسبت به ساير روش ها دارا مي باشند، در نتيجه در طي سالهاي اخير، توسط محققين علوم زمين توسعه زيادي پيدا كرده است، لذا در اين تحقيق به منظور پهنه بندي خطر وقوع لغزش از روش سلسله مراتبي كه يك روش نيمه كمي مي باشد استفاده شده است.



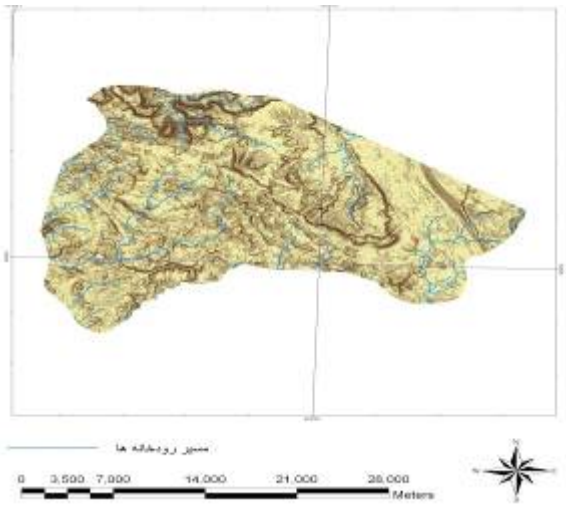
شکل ۲- نقشه سه بعدی منطقه



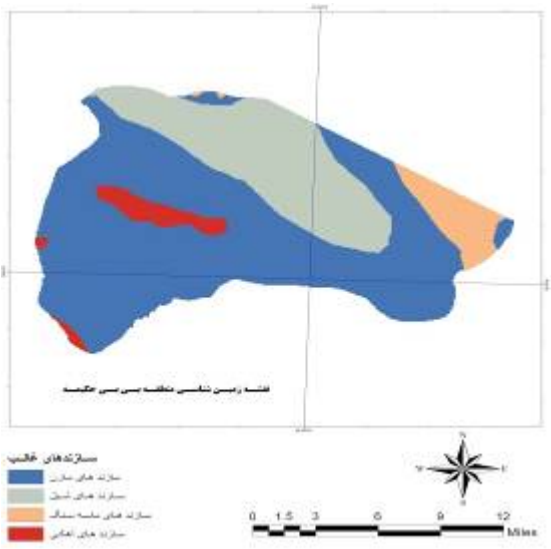
شکل ۳- نقشه جهت شیب



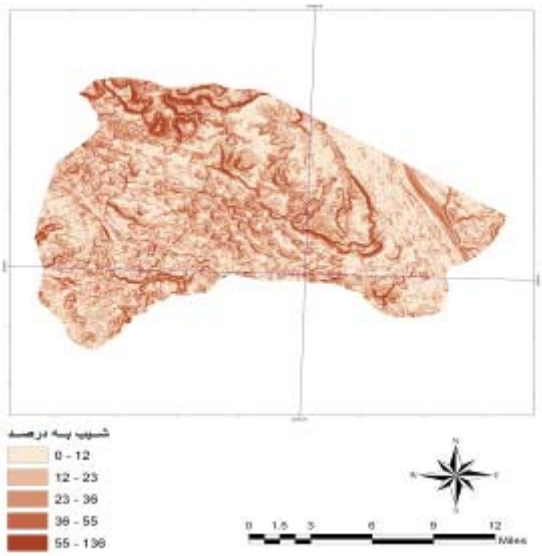
شکل ٤- نقشه شیب و مسیر های ارتباطی



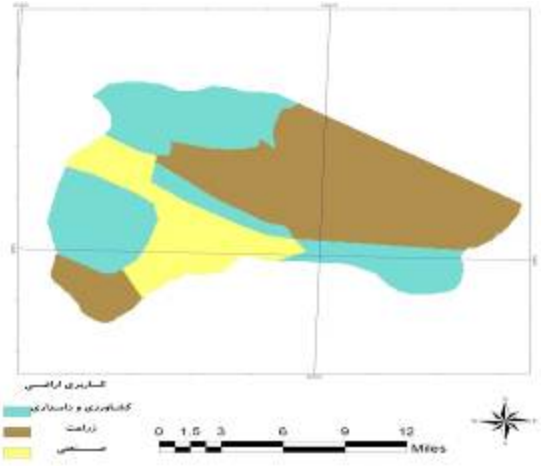
شکل ٥- نقشه شیب و مسیر هار رودخانه ای



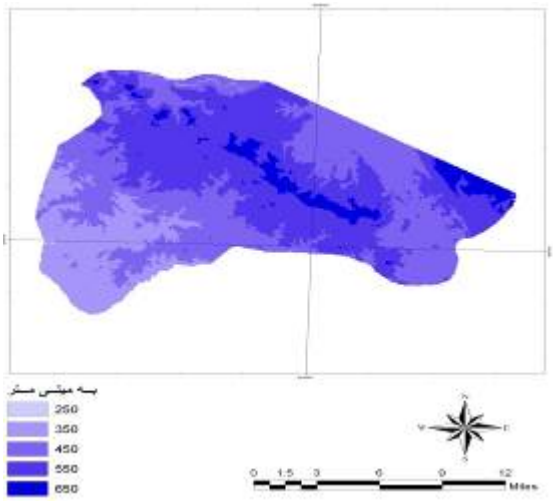
شکل ٦- نقشه زمین شناسی



شکل ۷- نقشه شیب منطقه بی بی حکیمه



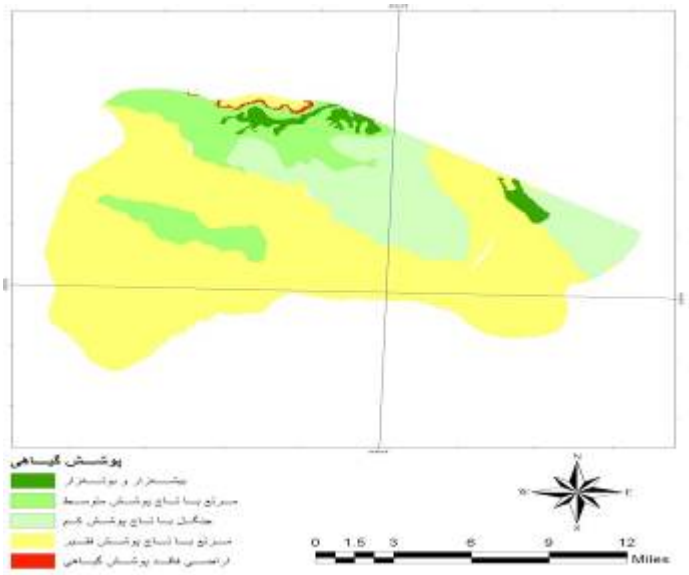
شکل ۸- نقشه کاربرد اراضی منطقه



شکل ۹- نقشه میزان بارش

عملیات پهنه بندي بر اساس روش سلسله مراتبي

روش تحلیل در این تحقیق، به لحاظ وجود چندین معیار، روش تحلیل سلسله مراتبی است که از جامع ترین روش های تصمیم گیری به ویژه در مواردی است که تعداد معیارها زیاد است. از مزایای اصلی این روش آن است که امکان مقایسه ی معیارهای کمّی و کیفی را در کنار یکدیگر فراهم می سازد. در روش مذکور، عناصر هر سطح با عنصر مربوط به خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه و وزن آنها محاسبه می شود. سپس با تلفیق وز نهای مذکور که همان وزن های نسبی هستند، وزن نهایی گزینه که آن را «وزن مطلق» می نامیم، مشخص می شود.[قدسی پور،۱۳۸۷] از دیگر نکات قابل توجه آن است که در تصمیم گیری در این روش ، معیارهای کمی اعم از گسسته و پیوسته، با ترجیحاتی که در جدول ۱ آمده اند، همگی در کنار معیارهای کیفی به صورت بسیار ساده بیان می شوند. در نهایت، همان گونه که فورمن معتقد است: یک سیستم تصمیم گیری باید قابلیت فرموله کردن مسئله را داشته باشد، این روش گزینه های متفاوت اعم از کمی و کیفی، گسسته یا پیوسته را در نظر می گیرد، امکان تلفیق آنها را فراهم می آورد و نهایتاً آنها را فرموله می سازد.



شکل ۱۰- نقشه پوشش گیاهی منطقه بیبی حکیمه

برای مثال، در انتخاب یک منزل از بین چند منزل، با داشتن معیارهایی هم چون قیمت، فاصله از مدرسه، دسترسی به اتوبان، راحتی، نمای ساختمان و غیره، هر معیار جداگانه برای تمامی منازل به صورت زوجی مقایسه و سپس با ترکیب وزن آنها، منزل مورد نظر مشخص می شود.قابل ذکر است در مقایسه ی معیارها، از قضاوت شفاهی استفاده می کنیم.بدین صورت که اگر دو عنصر A و B با یکدیگر مقایسه شوند، ترجیح عنصر A بر عنصر B یکی از حالات در جدول ۱ خواهد بود. ضمناً در جدول ۱ ، ترجیح هر عنصر بر خودش برابر واحد(یک) است بدیهی است، چنانچه ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر ۲ باشد، ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر ۱/۲ می باشد.

جدول (۱) فاکتورهاي مختلف اولويت و تبديل آنها به ارزش ها کمي

اولویت فاکتور در مقایسه با دیگر فاکتورها	ارزش عددی
اولویت حداکثر	۹
اولویت خیلی زیاد	۷
اولویت زیاد	۵
اولویت متوسط	۳
اولویت ضعیف	۱
اولویت های بینابین	۸-۶-٤-۲

بحث و نتیجه گیری:

محاسبه وزن معیارها با استفاده از روش سلسله مراتبي:

وزن هر معيار(w) بيانگر ميزان اهميت هر عامل نسبت به ساير عوامل است که مجموع ارزش اين عوامل مي بايست ۱۰۰ درصد باشد. در اين روش ابتدا با استفاده از قضاوت کارشناسي که مبتني بر قضاوت کارشناسي پژوهشگر و نتايج ساير تحقيقات در حوضه هاي آبريز مجاور منطقه مورد مطالعه و مناطقي با شرايط محيطي مشابه همان طور که گفته شد اقدام به رتبه بندي عوامل به ترتيب از اولويت ضعيف تا اولويت حداکثر شد، سپس اين رتبه ها به مقادير کمي بين ۱-۹ تبديل گرديد (جدول ۱).
پس از تشکيل جدول بالا، براي پهنه بندي منطقه مورد مطالعه، مراحل زير را به صورت منظم بايد انجام داد [محمدخان، ۱۳ .]

1) مقايسه دو به دوي فاکتورها و اولويت بندي آنها بر اساس وزن آنها: براي مقايسه دو به دو فاکتورها و تعيين اولويت، ابتدا فاکتورها با هم مقايسه شدند و ارزش هاي مربوط به هر ستون از ماتريس مقايسه، دو به دو با هم جمع شدند (جدول شماره ۲).

۲) هر عنصر ماتريس بر مقدار کل ستون آن تقسيم گرديدند (از ماتريس حاصله تحت عنوان ماتريس استاندارد شده نام برده مي شود).

۳) میانگین عناصر مطرح در هر ردیف از ماتریس استاندارد محاسبه شد. این میانگین ها تخميني از وزن هاي نسبي معيارهاي مورد مقايسه بدست مي دهند. با استفاده از اين روش، وزن ها به منزله ميانگيني از تمامي راه هاي ممكن از مقايسه معيارها تلقي مي شوند((جدول شماره ۳).

جدول(۳) وزن عوامل موثر در وقوع زمین لغزش

	لیتولوژی	شیب	پوشش گیاهی	بارش	جهت شیب	فاصله از جاده	فاصله از رودخانه	کاربری	میانگین
لیتولوژی	0.273224	0.228571	0.315956	0.315956	0.206897	0.285714	0.176471	0.296296	0.262386
شیب	0.136612	0.114286	0.078989	0.078989	0.137931	0.142857	0.235294	0.148148	0.134138
پوشش گیاهی	0.136612	0.228571	0.157978	0.157978	0.206897	0.142857	0.117647	0.148148	0.162086
بارش	0.136612	0.228571	0.157978	0.157978	0.206897	0.142857	0.117647	0.148148	0.162086
جهت شیب	0.090164	0.057143	0.052133	0.052133	0.068966	0.071429	0.117647	0.074074	0.072961
فاصله از جاده	0.068306	0.057143	0.078989	0.078989	0.068966	0.071429	0.058824	0.074074	0.06959
فاصله از رودخانه	0.090164	0.028571	0.078989	0.078989	0.034483	0.071429	0.058824	0.037037	0.059811
کاربری	0.068306	0.057143	0.078989	0.078989	0.068966	0.071429	0.117647	0.074074	0.076943
جمع	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**

محاسبه وزن مربوط به زير كلاسهاي هر معيار :

ميزان اهميت هر زير كلاس (R)بر اساس PI محاسبه شده و پس ازاستاندارد شدن اعدادي بين ۱-۹ خواهند بود(yin & yan,1988).

$$PI=LN(A/B) \qquad (۱)$$

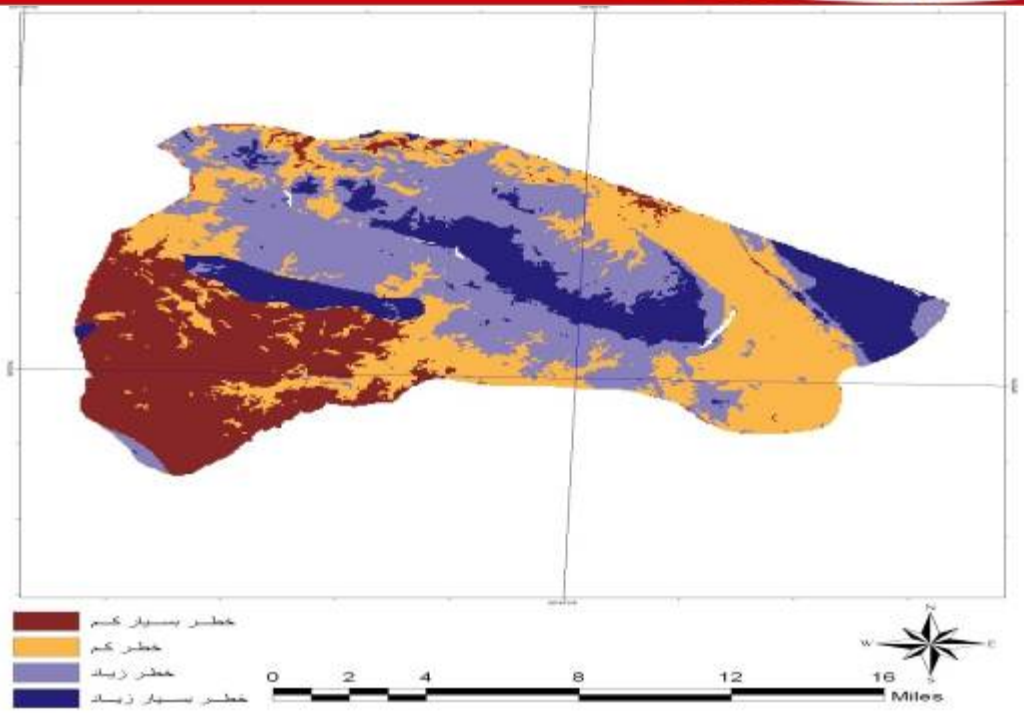
A: مساحت زمين لغزشها در هر كلاس تقسيم بر مساحت همان كلاس.
B: مساحت زمين لغزشها در منطقه تقسيم بر مساحت منطقه.

پهنه بندي خطر زمين لغزش:

ابتدا مقادير R در جدول اطلاعاتي لايه ها وارد شدند. در مرحله بعد، هر يک از لايه ها از حالت برداري به حالت رستر تبديل شده و بر اساس مقادير R نقشه پهنه بندي خطر زمين لغزش منطقه مورد مطالعه (بی بی حکیمه) بدست آمد.

نتيجه گيری:

حركات دامنه اي اعم از لغزش، خزش، سوليفلوكسيون و ريزش تحت تاثير عواملي از قبيل شيب، باران، ليتولوژي، فاصله از گسل، جاده و رودخانه و عامل انساني قرار دارد. ضعف و قوت هر كدام از اين عوامل نسبت به هم مي تواند در تعيين نوع اين حركات نقش تعيين كننده اي داشته باشد. با مقايسه نقشه پراكنش حركات دامنه اي و نقشه پهنه بندي خطر لغزش به نظرميرسد كه شرايط طبيعي به گونه اي رقم خورده است كه باعث وقوع حركات دامنه اي از نوع لغزش شده است كه دلايل زير مي تواند شاهدي بر اين مدعا باشد.



شکل ۱۱- نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش در منطقهٔ بیبی حکیمه

بیشتر حركات دامنهاي در شيب هاي ۵۰ درصد به بالا رخ داده است، به نظر ميرسد در شيب هاي كمتر از اين مقدار به دليل كاهش تاثير نيروي جاذبه بر دامنه ها و در شيب هاي بيشتر از ۵۰ درصد به دليل تضعيف فرآيند خاكزايي به تبع آن عدم وجود مواد مستعد براي وقوع لغزش، احتمال آن كاهش مييابد.
براي وقوع لغزش بايست ميزان باران به اندازه اي باشد كه بتواند در خاك نفوذ كرده و باعث افزايش وزن توده خاك در روي دامنه ها شود، كه اين ميزان بارش(بيشتر از ٤٥٠ ميليمتر)تنها در مناطقي نزول كرده است كه با مناطق وقوع لغزش همپوشاني دارد.
از نظر ليتولوژي پهنه هايي مستعد وقوع لغزش مانند پهنه هاي لسي- سازندهای شیل می باشد که با مناطق وقوع لغزش ها همپوشاني دارند.

منابع :

اونق، م ، ۱۳۸۲ ، مدلسازي و پهنه بندي خطر زمين لغزش در حوضه نرماب، پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه تهران، صفحه ٤

پرهيزكار، الف .، عطا غ .، ۱۳۸۵ ، سامانه اطلاعات جغرافيايي و تحليل تصميم چند معياري، انتشارات سمت، تهران، صفحه ۲۰۷-۲۰٤

درويشزاده، ع.،(۱۳۷۱). زمينشناسی ايران. انتشارات اميركبير

علايی طالقانی، م.،(۱۳۸۱). ژئومورفولوژی ايران. انتشارات قومس.

محمودي،ف. ، (۱۳۸۲) ، ژئومورفولوژي ديناميك، انتشارات دانشگاه تهران

محمد خان، ش، (۱۳۸۰)، تهيه مدل براي پهنه بندي خطر زمين لغزش (مطالعه موردي، حوزه آبخيز طالقان)، پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه تهران

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

پهنه بندي خطر زمين لغزش شهرستان ممسنی به کمك تحليل مكاني GIS در چارچوب مدل اصلاح شده‌ي نيلسون

زهرا هيبتي۱، حسن مقيم۲، محمدحسن تيز مغز۳، حميدرضا شمسي زاده۳
۱ -مسئول بخش ژئومتيكس مركز زمين شناسي و اكتشافات معدني جنوب كشور
۲ -دانشجوي كارشناسي ارشد آبخيزداري- دانشگاه آزاد اسلامي- واحد ارسنجان
۳-كارشناس GIS، اداره ارزيابي و اطلاعات جغرافيايي، اداره كل منابع طبيعي و آبخيزداري استان فارس

چكيده :

در اين تحقيق، محدوده ي شهرستان ممسني در استان فارس، با استفاده از روش اصلاح شده نيلسون و به كمك فن آوري GISمورد مطالعه از ديدگاه پهنه بندي خطر زمين لغزش قرار گرفته است. بر اساس نقشه پهنه بندي خطر زمين لغزش تهيه شده و نتايج به دست آمده از اين تحقيق، شهرستان ممسني از نظر درجه خطر زمين لغزش به ۷ طبقه تقسيم مي شود كه حدود ۳۲٦٦/۰۳ از كل گستره ي اين شهرستان داراي پتانسيل خطر زمين لغزش با درجه " نسبتاً ناپايدار تا خيلي ناپايدار" مي‌باشد و حدود ۲٤٦٦/۳ از كل گستره ي مورد مورد تحقيق، از ديدگاه پتانسيل خطر زمين لغزش داراي درجه"پايدار تا نسبتاً پايدار" است.
كليد واژه ها: زمين لغزش، روش نيلسون ، ممسني، تحليل مكاني،GIS.

Abstract:

Landslide hazard of Mamasani Township by GIS spatial analysis in modified Nilsson Model framework

In this study, Mamasani city within the Fars province has been studied from the point of view of landslide hazard zonation by using the modified method of Nilsson and using GIS technology. Landslide hazard zonation map was prepared based on the results obtained from this study. The degree of landslide hezard in Mamasani township is divided into seven categories and about ۳۲٦٦.۰۳ of the total range of the city has the potential of landslide "relatively unstable to very unstable" and about ۲٤٦٦.۳ of it has the potential of landslide "relatively stable to stable" .

Keywords :Land slide, Nilsson Method, Mamasani, Spatial analysis, GIS.

مقدمه :

پديده زمين لغزش به عنوان يكي از بلاياي طبيعي همواره مورد توجه انسان بوده است. زمين لغزش ها جزء بزرگترين عوامل مخربي مي باشند كه سالانه ميليون ها نفر در سراسر جهان تحت تاثير خسارات و تلفات مالي و جاني ناشي از آنها قرار مي گيرند. وجود لغزش يا احتمال وقوع آن، مي تواند بيشتر فعاليت هاي عمراني و اجرايي از جمله فعاليت هاي جاده سازي، شهر سازي، سازه هاي آبي، عمليات هاي آبخيزداري و منابع طبيعي، كانال هاي آب، دكل هاي انتقال برق و غيره را تحت تاثير قرار دهد. در كشور هاي پيشرفته، معمولا بيش از آغاز هرگونه فعاليت اجرايي و عمراني، شرايط و وضعيت منطقه در رابطه با زمين لغزش و پتانسيل وقوع آن مورد توجه قرار مي گيرد تا بدين وسيله از خسارات هاي احتمالي در اين زمينه جلوگيري به عمل آيد. از ديدگاه آبخيزداري و منابع طبيعي، پديده زمين لغزش در حوزه هاي آبخيز از

جهات گوناگوني تاثيرگذار مي‌باشد. اما متاسفانه اين اثر بخشي منفي بوده و در جهت تخريب زمين هاي كشاورزي، توليد رسوب، تخريب مراتع و جنگل ها و تخريب و از بين بردن تاسيسات ايجاد شده، مي باشد[۱۱]. علاوه بر اين، هرگونه اجرا يا عدم اجراي انواع عمليات هاي سازه اي، زيست سازه اي و سازه اي در دامنه ي وظايف آبخيزداري و منابع طبيعي رابطه مستقيمي با وجود يا عدم وجود احتمال وقوع زمين لغزش و يا به عبارت ديگر، پتانسيل خطر زمين لغزش در منطقه دارد. از اين رو، بررسي عوامل موثر در وقوع زمين لغزش هاي يك منطقه و پهنه بندي خطر هاي حاصل از آن مي تواند كمك شاياني در كاهش خسارت هاي حاصل از اين پديده باشد. به طور كلي پهنه بندي خطر زمين لغزش عبارت است از تعيين و تفكيك واحدها يا پهنه ها نسبتاً همگن با درجه خطر متفاوت از نظر وقوع زمين لغزش[۱۱]. براي پهنه بندي زمين لغزش ها، روش هاي مختلفي وجود دارد كه از آن جمله مي توان به روش اصلاح شده نيلسون، شاخص آماري، روش پادينى و تيليني و غيره اشاره كرد. روش هاي پهنه بندي خطر زمين لغزش با توجه به ماهيت آنها به دو دسته تجربي و آماري تقسيم مي گردند. روش هاي تجربي كه در اين تحقيق مد نظر مي باشد، در شرايط جغرافيايي خاصي به كار برده شده است. لذا عوامل به كار برده شده در آنها متناسب با شرايط خاص آن منطقه طراحي شده يا بر روي بعضي فاكتورها تاكيد بيشتري شده است.

در زمينه تهيه نقشه پهنه بندي خطر زمين لغزش فعاليت هاي زيادي صورت پذيرفته است. محمدخان(۱۳۸۰) خطر حركت هاي توده اي را براي حوزه آبخيز طالقان و با در نظر گرفتن عوامل مختلف و با استفاده از روش تحليل سلسله مراتبي (AHP) پهنه بندي كرده است[۱۰]. سفيدگري(۱۳۸۱) در حوزه آبخيز دماوند به پهنه بندي خطر زمين لغزش را به ۸ روش گوناگون انجام داده[۵]. انتظاري و همكارانش(۱۳۸٤) پهنه بندي خطر زمين لغزش در حوزه آبخيز سد بالايي سياه بيشه و همچنين ساختگاه سد واقع در مسير جاده تهران- چالوس و در دامنه‌هاي شمالي اشتركوه البرز در محيط GIS تهيه كرده‌اند[۲]. شادفر و همكارانش(۱۳۸٤) در حوضه ي چالكرود اقدام به پهنه بندي خطر زمين لغزش به روش هاي ارزش اطلاعاتي(Valuing Information)، تراكم سطح و LNRF(Landslide Normal Risk Factor)نموده اند[۷]. همچنين حبيبي و همكارانش (۱۳۸٤) در حوزه آبخيز كن – سولقان، ميزان كارايي روش هاي پهنه بندي خطر لغزش اصلاح شده نيلسون انطباق بيشتري با واقعيت منطقه دارد[٤]. شادفر و همكارانش(۱۳۸۵) نيز اقدام به پهنه بندي خطر زمين لغزش حوزه آبخيز پلتان با استفاده ازGIS كرده اند[٦]. امير احمدي (۱۳۸۹)پهنه بندي خطر زمين لغزش با استفاده از روش تحليل سلسله مراتبي حوزه آبخيز چلاو شهرستان آمل را تهيه نموده است[۱]. گرايي و همكارانش (۱۳۹۰)نيز در حوزه آبخيز واستان در استان مازندران اقدام به پهنه بندي خطر زمين لغزش با كمك GIS نموده است[۹]. آياليو و ياماگيشي(۲۰۰۵) نيز با استفاده از روش رگرسيون لجستيك و سامانه اطلاعات جغرافيايي، نقشه حساسيت به زمين لغزش را در كوه كاكودا- ياهيكو (Kakuda-Yahiko) در ژاپن تهيه كرده اند[۱۲]. همچنين فانيوليو (۲۰۰۷) نقشه پهنه بندي خطر زمين لغزش را با استفاده از روش LNRF و ارزش اطلاعاتي در محيط سامانه اطلاعات جغرافيايي، براي منطقه لانگنن در استان گانسو كشور چين، تهيه نموده است[۱۳]. در اين تحقيق، نقشه

پهنه بندي خطر زمين لغزش در گستره ي شهرستان ممسني در استان فارس با كمك گرفتن ازسيستم اطلاعات جغرافيايي(GIS) و در چارچوب مدل اصلاح شده نيلسون تهيه گرديده است. تهيه اين نقشه به منظور شناسايي اوليه منطقه براي اجرا يا عدم اجراي عمليات هاي سازه اي، زيستي و زيست سازه اي از ديدگاه خطر زمين لغزش در سطح شهرستان ممسني مي‌باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقيق:

۱-موقعيت گستره:

گستره مورد تحقيق، محدوده ي شهرستان ممسني در استان فارس مي‌باشد.شهرستان ممسني با وسعت ۵۵٦۰۳۳ هكتار در شمال غربي استان فارس و در بين طول هاي ۵۰° ۳۰ □و ۵۲° ۱۵ □و عرض هاي ۲۹° ٤۵ □ و ۳۰° ۳۰ □ واقع شده است. شكل ۱ موقعيت شهرستان ممسني را در استان فارس نشان مي‌دهد. حداكثر و حداقل ارتفاع شهرستان از سطح در نيز به ترتيب ۱۲۰ متر و ۲۹۳۹ متر بوده و از نظر اقليمي داراي سه اقليم گرم خشك، نيمه خشك سرد و نيمه خشك معتدل است. ميزان بارندگي متوسط سالانه شهرستان ممسني برابر ۵۸۸.۳ ميلي متر برآورد مي شود و از نظر ناهمواري و پستي و بلندي داراي كوهستان و ارتفاعات در نواحي شمالي، زمين هاي هموار و دشت در نواحي مركزي و مناطق تپه ماهوري در نواحي جنوبي است .

شکل۱: موقعیت گستره مورد تحقیق

۲-مدل اصلاح شده نیلسون

مدل اصلاح شده نيلسون يك روش ارزيابي پتانسيل خطر زمين لغزش به صورت نسبي مي‌باشد. اين روش توسط نيلسون و همكارانش در سال ۱۹۷۹ ميلادي براي ارزيابي سريع پايداري شيب ها در منطقه خليج سانفرانسيكو با استفاده از نقشه هاي
زمين شناسي، شيب و عكس هاي هوايي اقدام به تهيه نقشه ارزيابي خطر پايداري شيب نمود‌اند. روش اوليه آنها، داراي اشكالات و ايراداتي بود كه با توجه به اين اشكالات و ايرادات، اقدام به اصلاحاتي در روش خود كرده و با حفظ اصول و سادگي كاربرد، روش مزبور انطباق بهتري با شرايط موجود در منطقه پيدا كرد[۸]. روش جديد به نام روش اصلاح شده نيلسون معروف مي‌باشد كه در اين تحقيق مورد استفاده قرار گرفته است. دراين روش با توجه به تغييرات و اصلاحات انجام گرفته، ۷ رده طبقه بندي وجود دارد(جدول ۱).

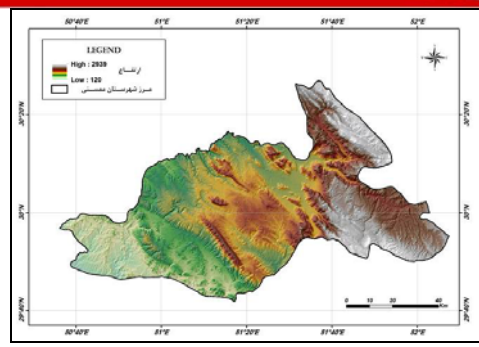
جدول۱: تقسيم بندي روش اصلاح شده نيلسون

ويژگي واحد سنگي	مقدار شيب			
	< ۵٪	۵-۱۵ ٪	۱۵-۳۰ ٪	> ۳۰ ٪
	I	*III*		*IVa*
واحدهاي سنگی با نهشته‌هاي زمين لغزشي ناچيز يا بدون زمين لغزش	پايدار	نسبتاً پايدار		نسبتاً مطرح براي سنگ افت (ريزش)
واحدهاي سنگي مستعد لغزش	*I*	*II*	*IVb*	*V*
	پايدار	عموماً پايدار	نسبتاً ناپايدار	ناپايدار
نهشته‌هاي سطحي مستعد روانگرايي	*VII*			
	مطرح براي روانگرايي			
نهشته‌هاي زمين لغزش	*V*		*VI*	
	ناپايدار		خيلي ناپايدار	

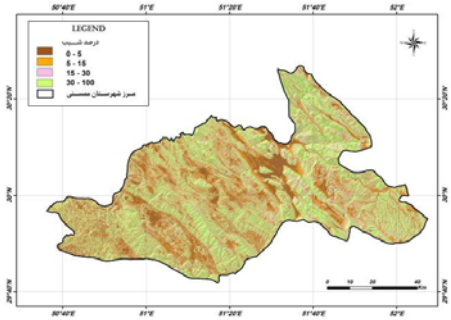
در روش اصلاح شده نيلسون، سه نقشه شيب، زمين شناسي و پراكنش زمين لغزش هاي به وقوع پيوسته گستره ي مورد تحقيق به عنوان نقشه هاي پايه مورد استفاده قرار گرفته است. نقشه هاي مذكور به صورت زير تهيه گرديده است.

۳-نقشه شيب

به منظور تهيه نقشه شيب گستره مورد تحقيق، از فايل هاي DEM با قدرت تفكيك زميني ۱۰ متر (شكل۲)استفاده شده است. نقشه ي شيب اوليه رستري تهيه گرديده و سپس بر اساس دامنه شيب، طبقه هاي شيب اصلاح و نهايي شده است. طبقه هاي شيب بر اساس روش اصلاح شده نيلسون(۰-۵، ۵-۱۵، ۱۵-۳۰ و بيش از ۳۰ درصد) در شكل۳ نشان داده شده است.



شكل۲: مدل رقومي ارتفاعي شهرستان ممسني



ردیف	طبقه شیب	مساحت(Km^2)	درصد
۱	۰-۵	۷۷۵/۹۲	۱٤
۲	۵-۱۵	۵۱۷/۸٤	۲۳
۳	۱۵-۳۰	۱۲۸۷/۰٤	۹
٤	بیشتر ۳۰	۲۹۷۵/۸۷	۵٤

شكل۳: نقشه شيب شهرستان ممسني و مقدار مساحت هر طبقه

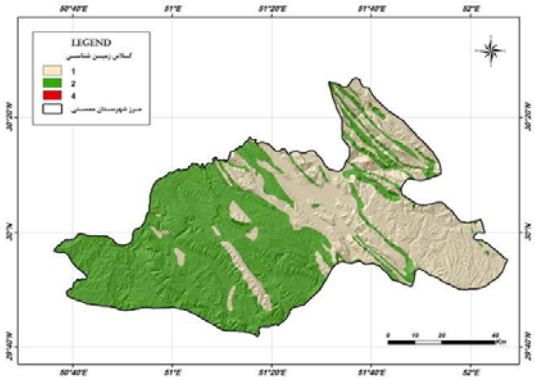
٤-نقشه زمين شناسي

در اين روش با استفاده از عكسهاي هوايي و ماهواره اي نقشه زمين شناسي محدوده مورد مطالعه تهيه شده و سپس واحدهاي ليتولوژيك مقاوم (مانند آهك، كنگلومرا، ماسه سنگ و ...)و نامقاوم (مانند مارن، مادستون، شيل، گچ، انيدريت و ...) از يكديگر مجزا شده و بدين ترتيب نقشه مقاومت سنگي منطقه تهيه مي‌گردد .بدين ترتيب واحدهاي سنگي مستعد لغزش و واحدهاي سنگي مقاوم شناسائي گرديده و نقشه استعداد واحدهاي سنگي مستعد لغزش تهيه مي شود. در ادامه نهشته هاي سطحي مستعد روانگرايي شناسائي مي گردند. نهشته هاي سطحي مستعد روانگرايي؛ نهشته هايي فاقد چسبندگي هستند كه از تراكم كمي برخوردارند و در صورتي كه تحت تأثير بارگذاري لرزشي، مانند زمين لرزه هاي طبيعي يا زمين لرزه هاي القايي قرار گيرند به سرعت متراكم مي شوند. متراكم شدن سريع باعث افزايش ناگهاني فشار آب بين ذره اي شده و در نتيجه مقاومت برشي آنها به سرعت كاهش مي يابد كه اين امر سبب از بين رفتن مقاومت برشي به طور كامل شده و نهايتاً نهشت ههاي مزبور در معرض لغزش قرار مي گيرند. با توجه به مطالعات انجام شده در حوزه مورد مطالعه، واحد هاي زمين شناسي در اين گروه قرار نمي گيرند. در ادامه با بررسي عكس هاي هوايي محدوده لغزش هاي قديمي و جوان شناسائي شده و نقشه ثبتي لغزش هاي محدوده مورد مطالعه با استفاده از آمارهاي موجود تهيه گرديده است. بر اساس اين طبقه بندي، سازند هاي طبقه ۱، از كمترين پتانسيل لغزش و سازندهاي طبقه ٤، بيشترين پتانيسل لغزش را دارا مي باشند. شكل٤ نقشه زمين شناسي گستره ي مورد تحقيق براساس طبقه هاي چهارگانه پتانشيل لغزش را نشان مي دهد.

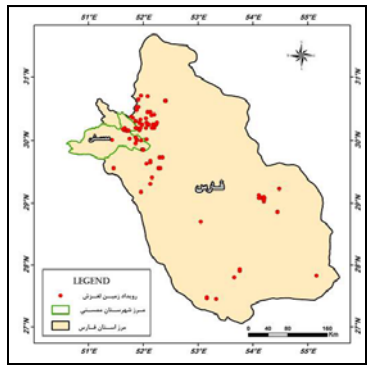
۵- نقشه پراكنش زمين لغزش هاي به وقوع پيوسته

با استفاده از اطلاعات به دست آمده از بانك اطلاعاتي زمين لغزش هاي استان و پرسش نامه هاي مربوطه[۳] تعداد ۵۲ مورد زمين لغزش در گستره ي مورد تحقيق يا به عبارت ديگر شهرستان ممسني برداشت و ثبت شده است. جدول شماره ۲، اطلاعات زمين لغزش هاي به وقوع پيوسته در گستره ي مورد تحقيق را ارايه مي دهد. براساس ۵۲ مورد زمين لغزش برداشت شده، نقشه ي پراكنش زمين لغزش هاي به وقوع پيوسته در قالب يك نقشه نقطه اي(Point)و در محيط GIS تهيه گرديد. شكل۵، نقشه ي پراكنش و جانمايي زمين لغزش هاي به وقوع پيوسته در استان و گستره ي مورد تحقيق را نشان مي دهد. اين نقشه براي ارزيابي دقت مدل استفاده شده در شهرستان ممسني مي باشد.

ردیف	کد طبقه	نام سازند های طبقه	مساحت (Km۲)
۱	۱	آسماری- جهرم، داریان، فهلیان،گروه بنگستان، آبرفت های کنگلومرایی سخت نشده، بختیاری، گروه خامی نهشته های رسوبی	۲۳۴۰/۴۶
۲	۲	گچساران، میشان، آغاجاری، پابده-گورپی، پابده، گورپی	۳۲۲۱
۳	۴	نهشته های زمین لغزش	۰/۹۵



شکل۴: نقشه زمین شناسی شهرستان ممسنی بر اساس طبقات چهارگانه
و مقدار مساحت هر طبقه

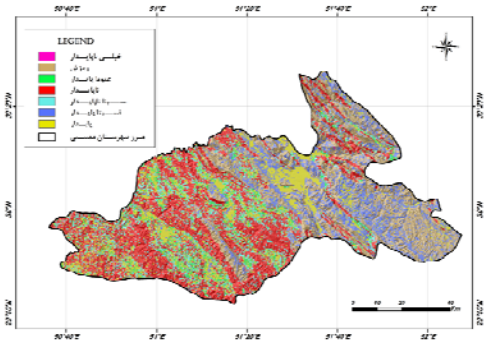


شکل۵:نقشه پراکندگی زمین لغزش های آمار برداری شده در استان و شهرستان ممسنی

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

روش Nilson اصلاح شده با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در عین سادگی (فقط از دو پارامتر شیب و سنگ شناسی استفاده می کند) دارای دقت مناسبی می باشد. در چارچوب روش اصلاح شده نیلسون، نقشه ی نهایی از ترکیب و ادغام دو نقشه ی پایه ی زمین شناسی و شیب به همراه نقشه ی پراکنش زمین لغزش های به وقوع پیوسته، نتیجه می شود. دو نقشه ی پایه ی زمین شناسی و شیب در محیط GIS با یکدیگر ادغام و مجموع ارزشهای وزنی برای هر سلول با همپوشانی لایه ها با وزن یکسان بدست آمد. جهت ارزیابی دقت نقشه های تهیه شده نقشه های پهنه بندی خطر تهیه با نقشه ثبتی لغزشهای حوزه روی هم گذاشته شده و میزان انطباق مناطق با خطر لغزش بالا و محدوده زمین لغزه های فعال حوزه مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت که نهایتاً نمایانگر دقت خوب این مدل را در شهرستان ممسنی می باشد.بر اساس نقشه ی نقشه نهایی تهیه شده، درجه خطر زمین لغزش در محدوده ی مورد تحقیق به ۷ طبقه (شکل۶)، تقسیم می شود. طبقهI، کمترین خطر زمین لغزش و با نام "پایدار" و طبقهV، بیشترین خطر زمین لغزش و با نام "خیلی ناپایدار" را در محدوده ی مورد تحقیق دارا می باشند. شایان ذکر است، طبقه نسبتاً ناپایدار (IV) با توجه به نوع زمین لغزش(ریزشی یا لغزشی) به دو طبقه ی IVa و IVb قابل تقسیم می باشد.



ردیف	کد طبقه	نام طبقه	مساحت (Km۲)
۱	I	پایدار	۱۰۴۳/۴۹
۲	II	عموما پایدار	۳۷۴/۱۴
۳	III	نسبتاً پایدار	۱۰۴۸/۶۰
٤	IV	نسبتاً ناپایدار	۹۵۲/۴۸
۵	V	ناپایدار	۲۳۱۳/۵۵
٦	VI	خيلي ناپايدار	۱/۳۹

شکل٦: اطلاعات پهنه هاي هفت گانه خطر زمين لغزش در محدوده ي مورد تحقيق

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

با توجه به شکل٦ مشخص مي شود که حدود ۳۲٦٦/۰۳ کيلومتر مربع از کل گسترده ي شهرستان ممسنيداراي پتانسيل خطر زمين لغزش با درجه نسبتاً ناپايدار تا ناپايدار مي‌باشد. پهنه هاي داراي پتانسيل خطر زمين لغزش با درجه نسبتاً ناپايدار تا خيلي ناپايدار در نيمه غربي شهرستان واقع بوده و از ديدگاه زمين شناسي بيشتر از سازندهاي گروه ٦(جدول شماره۳) تشکيل شده اند و بيشتر داراي شيب بيش از ۱۵ درصد(طبقه هاي ۱۵-۳۰ و بيش از ۳۰ درصد) مي باشند. در مقابل، ۲٤٦٦/۲۳ کيلومترمربع از کل مساحت مذکور، از ديدگاه پتانسيل خطر زمين لغزش داراي درجه پايدار تا نسبتاً پايدار بوده و در نيمه شرقي شهرستان واقع است. از اين رو، لازم است اجراي هر گونه فعاليت عمراني و اجرايي از جمله فعاليت هاي سازه‌اي، زيستي و زيست سازه اي آبخيزداري و منابع طبيعي، به درجه خطر پذيري زمين لغزش منطقه توجه کرده و با در نظر گرفتن درجه خطرپذيري زمين لغزش آن، نسبت به اجرا يا عدم اجرا پروژه تصميم گيري شود. ساخت بندها و سدهاي گوناگون به منظور انباشت آب و نگهداشت رسوب، انواع درخت کاري ها و نهال کاري ها در اراضي شيب دار، ساخت انواع پروژه هاي جمع آوري نزولات آسماني از جمله فعاليت هاي آبخيزداري و منابع طبيعي مي باشند که براي اجراي آنها، بررسي وضعيت پتانسيل خطر زمين لغزش بسيار ضروري مي‌باشد.

جدول۲: اطلاعا ت زمين لغزش هاي به وقوع پيوسته در گستره ي مورد تحقيق

Y	X	نام لغزش	ردیف	Y	X	نام لغزش	ردیف	Y	X	نام لغزش	ردیف
۳۳۳٦۸۵۳	۵٦۸۸٤۹	دره بختگان ٤	۳٦	۳۳۰٤٦٦٤	۵۹۵۰۷٤	کلک۱۹	۱۹	۳۳۰٤٤۱٦	۵۹٤۹٦۹	کلک۱	۱
۳۳۳٦۷٦٤	۵٦۹۲۵۱	چلي۱	۳۷	۳۳۰٤٤۳۱	۵۹٦٦۵۹	چشمه آبکل۱	۲۰	۳۳۰٤٤۱۷	۵۹٤۹۹۵	کلک۲	۲
۳۳۳٦٦٤٤	۵٦۹۸۱۳	دره اسپيد ۱	۳۸	۳۳۰٤٤۳۷	۵۹۷۳۸۳	چشمه آبکل۲	۲۱	۳۳۰٤٤٤۸	۵۹۵۰۲۲	کلک۳	۳
۳۳۳٦۳۱۰	۵۷۰٦۱۸	دره اسپيد ۲	۳۹	۳۳۰٤٤۹۹	۵۹۷۳۵٦	چشمه آبکل۳	۲۲	۳۳۰٤٤۷۸	۵۹۵۰۲۲	کلک٤	٤
۳۳۳۷۵۹۷	۵٦۹۵۹۳	عنا۱	٤۰	۳۳۰٤٤۳۷	۵۹۷۳۵٦	چشمه آبکل٤	۲۳	۳۳۰٤٤۱۷	۵۹۵۰٤۹	کلک۵	۵
۳۳۳۸۰۰۸	۵۷۱۳۰۲	آب بيد۱	٤۱	۳۳۰۲۸٦۲	۵۹٦۸۰۷	چشمه آبکل۵	۲٤	۳۳۰٤٤۱۷	۵۹۵۰۲۲	کلک٦	٦
۳۳۳۹۰۲۹	۵۷۲۱۵۲	مال حاجي۱	٤۲	۳۳۰۲۸٦۳	۵۹٦۸۲۳	روستاي آبکل	۲۵	۳۳۰٤۵۰۹	۵۹۵۰۲۱	کلک۷	۷
۳۳٤۱۸۹۹	۵۸۵۷٤۲	رودشير۱	٤۳	۳۳۳۸۹۱۹	۵٦٤۲٦۳	شهيد مولايي	۲٦	۳۳۰٤۵٤۰	۵۹۵۰۲۱	کلک۸	۸
۳۳٤۲۸۷۱	۵۸٤۱۵۷	خرکش۱	٤٤	۳۳٤۱۳٤۲	۵٦۲۸۵۸	شيرين ۱	۲۷	۳۳۰٤٤۱۸	۵۹۵۱۳۰	کلک۹	۹
۳۳٤۲۳۹۰	۵۸۵٦۵۸	رودشيرء	٤۵	۳۳٤۱٤۳۷	۵٦۳۲۰۵	شيرين ۲	۲۸	۳۳۰٤٤۱۷	۵۹۵۰۷٦	کلک۱۰	۱۰
۳۳٤۲۳۹۱	۵۸۵۷۹۲	رودشير٦	٤٦	۳۳٤۰۸۲۱	۵٦۳۱۰۲	شيرين ۳	۲۹	۳۳۰٤٤۱۸	۵۹۵۱۰۳	کلک۱۱	۱۱
۳۳۱۹۱۹۱	۵۹٤۱۷۸	تلمبه خانه حسني	٤۷	۳۳۳۹٤۹۳	۵٦۲۳۰۷	فضيله ۱	۳۰	۳۳۰٤٤۷۹	۵۹۵۱۰۲	کلک۱۲	۱۲
۳۳۲۰۹۹۷	۵۹۳۵۱٤	دولت آباد۱	٤۸	۳۳۳۷۵۷۳	۵٦۵۷۹۵	کلگاه جاويد ۱	۳۱	۳۳۰٤٤۷۹	۵۹۵۱۲۹	کلک۱۳	۱۳
۳۳۲۰۷۵۱	۵۹۳۵۱٦	دولت آباد۲	٤۹	۳۳۳۷۸۵۷	۵٦٦۸۹۰	کلگاه جاويد ۲	۳۲	۳۳۰٤٤۸۰	۵۹۵۱۸۳	کلک۱٤	۱٤
۳۳۳۱۵۰۱	۵۹٤۸٤۹	دولت آباد۳	۵۰	۳۳۳۷٤٦۸	۵٦۸۷۲۸	دره بختگان ۱	۳۳	۳۳۰٤٤۸۰	۵۹۵۲۱۰	کلک۱۵	۱۵
۳۳۳٦۰۳٦	۵۸٤٦۸۸	کرگدو۲	۵۱	۳۳۳۷۷٤۵	۵٦۸۷۰۹	دره بختگان ۲	۳٤	۳۳۰٤٤۱۹	۵۹۵۲۱۰	کلک۱٦	۱٦
۳۳٤۱٤۷۷	۵٦٤۸٦۳	امامزاده سيد محمد۱	۵۲	۳۳۳۷۷٤۵	۵٦۸۷۰۹	دره بختگان ۲	۳٤	۳۳۰٤٦٤۵	۵۹۵۱۵٤	کلک۱۷	۱۷
				۳۳۳۷٤۷۰	۵٦۸۹۵۲	دره بختگان ۳	۳۵	۳۳۰٤٦٦۵	۵۹۵۱۸۱	کلک۱۸	۱۸

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

۱. امير احمدي.الف، كامراني دلير.ح، صادقي.م(۱۳۸۹)_"پهنه بندي خطر زمين لغزش با استفاده از روش تحليل سلسله مراتبي – مطالعه موردي حوزه آبخيز چلاو آمل"- فصل نامه علمي – پژوهشي انجمن جغرافياي ايران- سال هشتم(دوره جديد)- شماره ۲۷.
۲. انتظاري.الف(۱۳۸٤)-" پهنه بندي خطر زمين لغزش در محدوده حوزه آبخيز سد بالايي سياه پيشه"- مجموعه مقالات نهمين همايش انجمن زمين شناسي ايران- دانشگاه تربيت معلم تهران.
۳. بانك اطلاعات زمين لغزش هاي استان فارس- اداره ارزيابي و اطلاعات جغرافيايي- معاونت آبخيزداري اداره كل منابع طبيعي و آبخيزداري استان فارس.
٤. حبيبي.ر،عطاپور.ع، مير محمودي.ف(۱۳۸٤)-" بررسي ميزان كارايي روش هاي پهنه بندي خطر لغزش نيلسون اصلاح شده و انجمن زمين شناسي تايوان در حوزه آبخيز كن- سولقان"- سومين همايش ملي فرسايش و رسوب
٥. سفيدگري.ر(۱۳۸۱)-" ارزيابي روش هاي خطر زمين لغزش (مطالعه موردي حوزه آبخيز طالقان)"- پايان نامه كارشناسي ارشد- دانشگاه تهران.
٦. شادفر.ص(۱۳۸٥)-" بررسي عوامل موثر بر زمين لغزش و پهنه بندي آن از GIS در حوزه آبخيز پلتان"- سومين همايش سيستم هاي اطلاعات مكاني.
۷. شادفر.ص، يماني.م، نمكي.م(۱۳۸٤)-" پهنه بندي خطر زمين لغزش با استفاده از مدل هاي ارزش اطلاعاتي، تراكم سطح و LNRF در منطقه چالكرود"- نشريه علمي – پژوهشي آب و آبخيز.
۸. شريعت جعفري.م(۱۳۷٥)-" زمين لغزش و اصول پايداري شيب هاي طبيعي"- انتشارات سازه.
۹. گرايي.پ، كريمي.ح، تيموري،م(۱۳۹۰)-" پهنه بندي خطر زمين لغزش در حوزه آبخيز واستان- ساري"- مجموعه مقالات هفتمين همايش ملي علوم و مهندسي آبخيزداري.
۱۰. محمدخان.تهيه مدل براي پهنه بندي خطر زمين لغزش(مطالعه موردي حوزه آبخيز طالقان"- پايان نامه كارشناسي ارشد- دانشگاه تهران.
۱۱. مقيم.ح(۱۳۹۰)-" كاربرد زمين شناسي در آبخيزداري و منابع طبيعي"- انتشارات ارم شيراز.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Ayalew,L.Yamagishi,H.(۲۰۰٥)"*The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains,Central Japan.* Geomororphology.

Fanyu liu,Z.(۲۰۰۷)"*Study on Landslide Susceptibility Mapping Based GIS and with Bivariate Statistices a Case Study in Longnan Area Highway* ۲۱۲. Science paper online.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

پهنه بندی خطر زمینلغزش در بهشهر (شرق استان مازندران)

◇◇◇◇◇◇◇

الهه پیراسته، دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس
زهره سادات ریاضی راد، استادیار گروه ژئوفیزیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، zohrehriazi@iauc.ac.ir

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

امروزه بروز پدیده زمین لغزش در مناطق جنگلي شمال کشور و از جمله استان مازندران به علت کاهش و یا از بین رفتن پوشش گیاهي، به يك امر طبيعي تبديل شده است. پيش بيني وقوع زمين لغزش در يك منطقه، از خسارات ناشي از بروز اين امر جلوگيري خواهد نمود. شناسایی مناطق مستعد وقوع زمین لغزش از طریق پهنه بندی خطر، یکی از اقدامات موثر و ضروری در مدیریت خطر وبحران به ویژه در مناطق جنگلی جهت کاهش هزینه های احداث و نگهداری جاده هاست. در حوزه هاي شمالي کشور ، ترکیب عوامل طبيعي و انساني باعث وقوع خسارت هاي زياد ناشي از زمين لغزش ها شده است. يكي از راهكارهاي مهم براي كاهش خسارت هاي ناشي از وقوع زمين لغزش ها ، دوري جستن از اين مناطق است. در این مطالعه با شناسایی مناطق حساس و اولویت بندي اين مناطق، میتوان برنامه ای جهت مدیریت خطر زمین لغزش را ار ایه نمود و تا حدي از خطر وقوع و خسارت زمين لغزش کاست. منطقه مورد مطالعه شرق استان مازندران میباشد در مراحل اولیه این تحقیق و پس از بررسي هاي ميداني و مرور مطالعات انجام شده در مناطق مشابه با منطقه مورد مطالعه ۹ عامل ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت، بارندگي، كاربري زمين ها، زمين شناسی، فاصله از جاده، فاصله از گسل و فاصله از شبکه هیدروگرافي به عنوان عوامل موثر اولیه در وقوع زمین لغزش منطقه تشخیص داده شده است. در طی این تحقیق ضمن شناخت انواع حرکات توده‌ای و عوامل مؤثر در لغزش بوسیله نرم افزارهای مرتبط به تهیه نقشه پهنه بندی زمین لغزش پرداخته شده است.

کلید واژه ها:زمین لغزش، استان مازندران، خطر، نقشه پهنه بندی

Abstract:

Zoning of landslide risk in the Behshahr, East of Mazandaran province

Today, landslide phenomenon in the forest regions in the North of Iran and Mazandaran province has been converted usual for damage jungle and vegetal cover. Landslide precaution reduce detrimental and damage. Capable region of landslide exploration with zoning risk, this method is reducing risk and critical manager in the building and road generate. The North of Iran, nature and human phenomena is damaged for landslide. This study, exploration active region and classification can be used reduce landslide risk. The region of study is East of Mazandaran province that field study and perusal review in similar region with 9 parameter is important like, high of sea level, slip, direct, raining, earth application, geology, road distance, fault distance and hydrograph net distance. Landslide zoning map determined with landform and mass moving.

Keywords :landslide, Mazandaran province, risk, zoning map

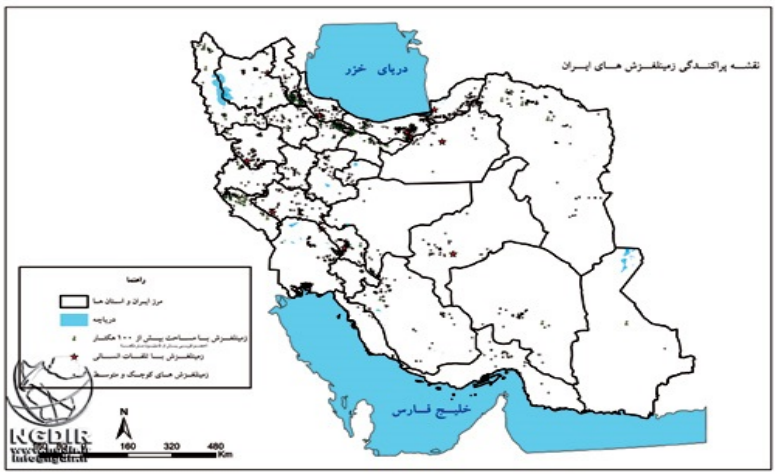
◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

حرکت لغزشي در نتيجه حرکات قطعات پوسته تخته سنگ ها يا توده هاي غير پيوسته خاك انجام مي گيرد که اين حرکت در امتداد سطح بصورت آرام و تدريجي و يا ناگهاني انجام مي گيرد . مهمترين عامل لغزش جنس ومقاومت سنگ، توسعه ي شکستگي ،درز و شکاف ،لايه بندي ،کيفيت تناوب طبقات مقاوم ونامقاوم ميزان شيب و توپوگرافي، ميزان بارش و رطوبت خاك مي باشد. بر اساس بررسي هاي به عمل آمده و مشاهدات، حوزه شرق استان مازندران مستعد لغزش مي باشد.لذا در اين مطالعه به بررسي نقاط لغزش خيز مي پردازيم و نقاطي که داراي خطر بيشتر،کمتر ويا متوسط باشند بر اساس نقشه هاي کنتور بندي محقق ميشوند و منطقه از نظر لغزش پهنه بندي مي شود.

پس از رویداد زمین لرزه خرداد ماه ۱۳۶۹ منجیل و وقوع تعداد بیشماری زمین لغزش در پی وقوع آن ، که منجر به افزایش مستقیم و غیر مستقیم تلفات جانی ناشی از زمین لرزه گردید ، اهمیت شناخت مناطق حساس به لغزش بیش از پیش آشکار گشت وتوجه گروههای پژوهشی مختلفی را به خود جلب نمود. ايران با توپوگرافي عمدتاً کوهستاني، فعاليت زمين‌ساختي و لرزه‌خيزي زياد، شرايط متنوع زمين‌شناسي و اقليمي، عمده شرايط طبيعي را براي ايجاد طيف وسيعي از زمينلغزش‌ها داراست. زمين‌لغزش در ايران بعنوان يك بلاي طبيعي، ساليانه خسارات جاني و مالي فراواني به کشور وارد مي سازد. اگر براي بلاياي طبيعي ديگر احتمال وقوع هر از چندگاهي قائل شويم، پتانسيل وقوع پديده لغزش در کشور را بايد هر لحظه در نظر گرفت.بر اساس يك برآورد اوليه، ساليانه ۵۰۰ ميليارد ريال خسارت هاي مالي از طريق زمينلغزش ها بر کشور تحميل مي شود و اين در صورتي است که از بين رفتن منابع طبيعي غيرقابل بازگشت به حساب آورده نشوند(کمك پناه ۱۳۷۳). اين پديده همه ساله در اکثر استان هاي کشور (شکل ۱) موجب خسارت هاي اقتصادي به راه‌ها، خطوط آهن، خطوط انتقال نيرو و ارتباطات، کانال هاي آبياري و آبرساني، تأسيسات معدني، تأسيسات استخراج، پالايش نفت و گاز، شبکه شريان هاي حياتي داخل شهرها، کارخانه ها و مراکز صنعتي، سدها و درياچه هاي مصنوعي و طبيعي، جنگل ها و مراتع و منابع طبيعي، مزارع و مناطق مسکوني و روستاها گشته يا آنها را مورد تهديد قرار مي دهد.

پرويز گرايي، کريم سليماني ، سيد رمضان موسوي ، عطا اله کاويان (پاييز ۱۳۸۸) در مدل سازي منطقه اي خطر زمين لغزش با استفاده از روش آماري رگرسيون چند متغيره در حوزه آبخيز لاجيم رود ساري با ارزيابي درستي مدل و نقشه پهنه بندي، مدل به دست آمده را براي حوزه آبخيز مجاور (حوزه ورکي) که از بسياري لحاظ مشابه حوزه لاجيم رود بود به کار گرفتند . وبه اين نتيجه رسيدند که بيشترين سطح لغزش يافته در حوزه ورکي در پهنه بسيار پر خطر و خطرناك که با مدل به دست آمده از حوزه لاجيم رود پهنه بندي شده است اتفاق افتاده است. بنابراين درستي مدل پيشنهادي براي منطقه مورد مطالعه مورد تاييد است.



شکل (۱): نقشه پراکندگي زمينلغزش هاي ايران(سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی،۱۳۹۲)

◇◇◇◇◇◇◇

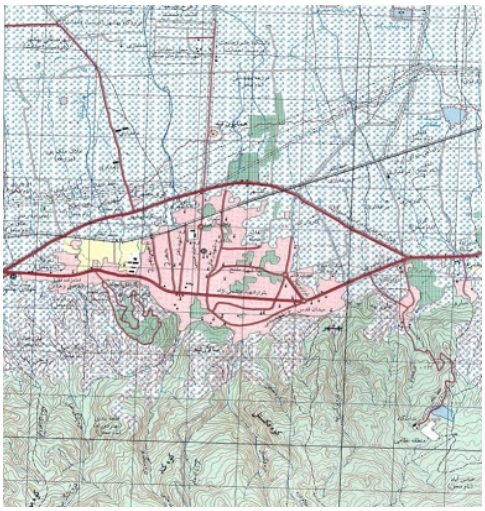
روش تحقیق:

حوزه ساحلي بهشهر- گلوگاه در حوزه مطالعاتي مورد نظر در استان مازندران و شهرستان‌هاي بهشهر و گلوگاه و مختصات جغرافيايي بين"۱۹'۱۵ °۵۳ تا "۵۱'۵۰ °۵۳ طول شرقي و "۳۰'۳۷ °۳۶ تا "۱۸'۴۴ °۳۶ عرض شمالي واقع شده است و وسعتي در حدود ۳۳۰۳۳/۲۱ هکتار دارد. محيط حوزه بهشهر- گلوگاه ۱۲۷/۳۹ کيلومتر کمينه ارتفاع حوزه صفر و پيشينه ارتفاع آن ۱۶۲۰ متر مي‌باشد.
همان‌طور که در نقشه‌هاي زمين‌شناسي ناحيه‌اي قابل مشاهده است، حوزه مذکور در زون ساختاري البرز مرکزي قرار مي‌گيرد. عمده سنگ‌هاي منطقه را واحدهاي آهکي و مارنی و نهشته‌هاي آبرفتي مربوط به مزوزوئيك و سنوزوئيك تشکيل داده‌اند. سازند شمشك با ليتولوژي مازن شيل، ماسه سنگ، سيلستون، کنگلومرا (TRJ_s) بيش‌ترين وسعت را در حوزه دارد و در حدود ۱۶/۶۸ درصد مساحت حوزه را به خود اختصاص داده است. ساير واحدهای سنگی موجود در حوزه عبارتند از مجموعه دگرگونی گرگان شامل واحدهای (V_2, Pz^c ,Pz^{ph} ,V_1, $Pz^{q,d}$)، واحدهای سازند لار به سن ژوراسیک (J^l_1, J^l_2, J^{ld}_2)، واحد آهک متوسط لایه کرم تا سفید رنگ، حاوی نودول ها و لایه های چرت سفید (K_1) به سن کرتاسه، واحد کنگلومرا، ماسه سنگ، سیلتستون خاکستری، کالک آرنایت پبلی ($M^{c,s,st}$) به سن میوسن و واحدهای مربوط به کواترنری می باشد.
از نظر ساختاري مهم‌ترين ساختار موجود در حوزه گسل‌ها هستند، که در دو رونده عمده در حوزه گسترش دارند. گسل‌هاي با روند عمومي شمال خاوري- جنوب باختري و گسل‌هاي با روند عمومي شمال باختري جنوب خاوري در حوزه بهشهر- گلوگاه باتوجه به ليتولوژي واحدهاي سنگي، پوشش گياهي گسترده و شرايط آب و هوايي هوازدگي فيزيکي، زيستي و شيميايي قابل مشاهده است. براساس رتبه‌بندي پسياك براي حساسيت سنگ‌ها به فرسايش حدود ۳۷/۳۲ درصد در رده سنگ‌هاي با حساسيت متوسط قرار گرفته‌اند و حدود ۴۰/۵ درصد بسيار تراوا مي‌باشند.
حوزه مطالعاتي در جنوب جاده ارتباطي نکا به گلوگاه در استان مازندران واقع گرديده که به‌وسيله جاده آسفالته به حوزه مورد مطالعه مرتبط است (شکل ۲). راه ارتباطي و ورود به حوزه پس از عبور از شهرستان نکا به فاصله حدوداً ۲ کيلومتر جاده اصلي ارتباطي نکا به بهشهر مي‌باشد. ارتباط روستاهاي حوزه از طريق راه‌هاي فرعي آسفالته مي‌باشد که از جاده اصلي بهشهر به گلوگاه منشعب مي‌گردند. در ورودي حوزه روستاي چالوپل قرار دارد که پس از آن با حرکت به سمت شهرستان گلوگاه به ترتيب جاده منتهي به شهر رستم‌کلا و بعد جاده دسترسي روستاهاي گرجي‌محله، کوهستان، شهيدآباد، شهر بهشهر و سپس جاده منتهي به روستاهاي التپه، سارو، پاسند، خليل‌شهر، مهديرجه، ولمازو، تيرتاش، سراج‌محله و در انتهاي حوزه، جاده ارتباطي به روستاهاي تيله‌تو، خورشيدکلا و شهر گلوگاه قرار دارد. جاده‌هاي خاکي و راه‌هاي دسترسي به مزارع در سطح حوزه به گونه به نسبت مناسبي موجود است. نقشه توپوگرافی منطقه بهشهر در شکل ۳ نشان داده شده است.
در سیل بهشهر علت اصلی طغیان رودخانه ها و مسیل ها ی منطقه ، تداوم و شدت زیاد بارندگی بوده است به گونه ای که در فاصله زمانی یک ساعت و ۴۰ دقیقه بارشی به میزان ۱۳۶ میلی متر در ایستگاه تبخیر سنجی عباس آباد بهشهر ثبت گردید.آمار ایستگاه های منطقه بیانگر آن است که شروع بارندگی در محدوده ۱۲ نیمه شب شروع شده که متعاقب آن طغیان مسیل ها و رودخانه ها را در پی داشته است و پیک سیل در ساعت ۲:۳۰ الی ۳ بامداد در کلیه مسیل ها بوقوع پیوسته است.بیشترین مقدار رواناب حاصل از این بارندگی مربوط به شاخه های برزو، قائم ، عباس آباد ، پاسند و کلاک بوده که حداکثر دبی لحظه ای هر یک از شاخه ها به ترتیب ۳۳,۷۲، ۶۵,۱۸، ۵۸,۹۷، ۲۲,۷۲ و ۳۲,۷۸ متر مکعب در ثانیه محاسبه شده است ضمن اینکه شاخه های دیگر نظیر شهید آباد ،زیروان ، گراییل محله نیز به ترتیب ۱۲، ۷ و ۵ مترمکعب در ثانیه برآورد گردید. موقعیت ایستگاه های باران سنجی در شکل (۴) نشان داده شده است.

شکل (۲): موقعیت حوزه در استان مازندران که با خط قرمز مشخص شده است (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی،۱۳۹۲)

شناسایی و بررسی زمین لغزش های منطقه

یکی از مهمترین مراحلی که برای پهنه بندی خطر زمین لغزش باید انجام گیرد، تعیین موقعیت و شناسایی دقیق زمین لغزشهای منطقه است. این شناسایی به دلایل زیر میتواند حائز اهمیت باشد : زمین لغزش ، نتیجه نهایی فرایندهایی است که پهنه بندی بر اساس شناخت آنها صورت میگیرد. لذا با تهیه وبررسی نقشه فهرست زمین لغزشها ومقایسه آن با پراکنش فرایند های گوناگون در منطقه ، میتوان عوامل اصلی وقوع زمین لغزش را شناسایی نمود. شناسایی دقیق ، تعداد ، انواع و محدوده ی زمین لغزش در مقاطع مختلف زمانی می تواند نحوه ی گسترش و سرعت وقوع آنها را نشان دهد . همچنین اگر فهرست دقیقی از زمین لغزش های موجود در منطقه در دسترس باشد در صورت بروز یک حادثه محرک ، مانند باران و زلزله ، میتوان زمین لغزشهای ایجاد شده را شناسایی و فراوانی آنها رابر اساس عامل محرک ، مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. برای شناسایی زمین لغزش های شرق مازندران علاوه بر بررسی محل های تعیین شده از طریق عکس هوایی ، بعضی محل هایی که از طریق پرس وجو و سوابق ونیز استفاده از تصاویر ماهواره ای برگرفته از نرم افزار google earth مشخص گردیده بود ، مورد بازدید صحرایی قرار گرفته است.

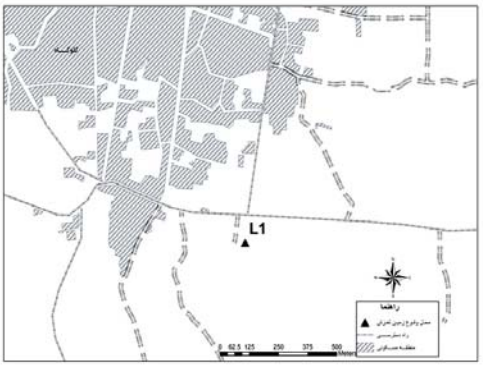


شکل (۳): نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ بهشهر (سازمان نقشه برداری،۱۳۹۱)

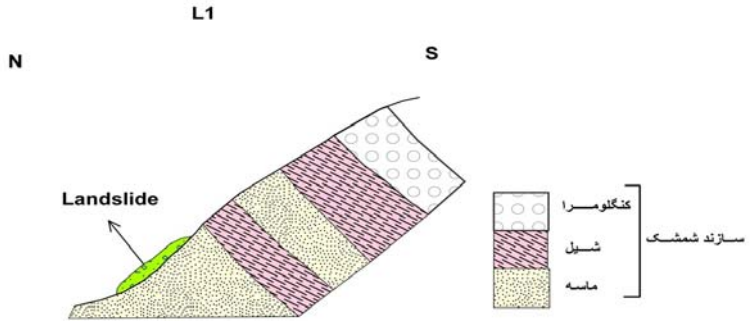
شکل (٤): موقعیت ایستگاه های باران سنجی در تصویر ماهواره ای (سایت گوگل،۱۳۹۲)

مشخصات و موقعیت زمین لغزش های بهشهر

در حوزه بهشهر –گلوگاه با در نظر گرفتن عواملی مثل خصوصیات لیتولوژیکی واحد های سنگی وضعیت لایه بندی وگسترش لایه های سست و نا مقاوم در منطقه،لغزش های متعددی در حوزه بهشهر- گلو گاه مشاهده گردید.شکل (٥) نقشه لغزش حوزه بهشهر- گلو گاه را نشان می دهد. در حوزه بهشهر- گلوگاه به طور کلی ٦٨ زمین لغزش شناسایی گردید که کلیه اطلاعات مربوط به ۳۲تا ازاین زمین لغزش ها از قبیل مختصات، مشخصات و علل بروز آنها و ... در پرسش نامه های چهار صفحه ای مربوط وارد گردیده است. علاوه بر زمین لغزش های فوق، در حوزه بهشهر- گلوگاه ٥ زمین لغزش دیگر با استفاده از تصاویر Google Earth استخراج شده است. این زمین لغزش ها عمدتاً به‌علت تغییر کاربری و خاک برداری از پاشنه دامنه ها و به عبارتی از بین بردن تکیه گاه ایجاد شده اند. یک مورد از این زمین لغزش ها تقریبا در فاصله۱/٥ کیلومتری شرق روستای چارپل، دو مورد در اطراف روستای کلت و کارخانه آجر کلت روی داده است. دو مورد دیگر این زمین لغزش ها در جنوب شهرستان بهشهر رخ داده اند. جهت تعیین میزان خسارات ناشی از وقوع این لغزش ها، ابتدا میزان به تعیین میزان خسارت ناشی از تخریب هر یک از کاربری های موجود در حوزه پرداخته شد و در ادامه میزان تقریبی خسارات ناشی از تخریب زمین لغز ش ها تا حد امکان محاسبه گردیده است. به عنوان نمونه به بررسی لغزش شماره ۱ میپردازیم.
يكي از زمين لغزش‌هاي مشاهده شده در جنوب شرقي روستاي گلوگاه واقع شده است و جنس مصالح درگير در لغزش شامل رسوبات بادرفتي سيلتي مي‌باشد. اين زمين لغزش داراي طولي در حدود۱۰۰ متر و عرض برابر با ٦۰متر مي‌باشد. شكل (٥) اين لغزش را نشان ميدهد. كروكی و راههای دسترسی به این لغزش در شكل (٦) نشان داده شده است. شكل (۷) نيز مقطع شماتيک زمين شناسی از لغزش مورد مطالعه را نشان ميدهد. تخريب باغ، تخريب جنگل، تخريب زراعت ديم، تخريب شاليزارها و تخريب جاده از عواملی هستند كه لغزشها باعث ايجاد خسارت ميشوند.



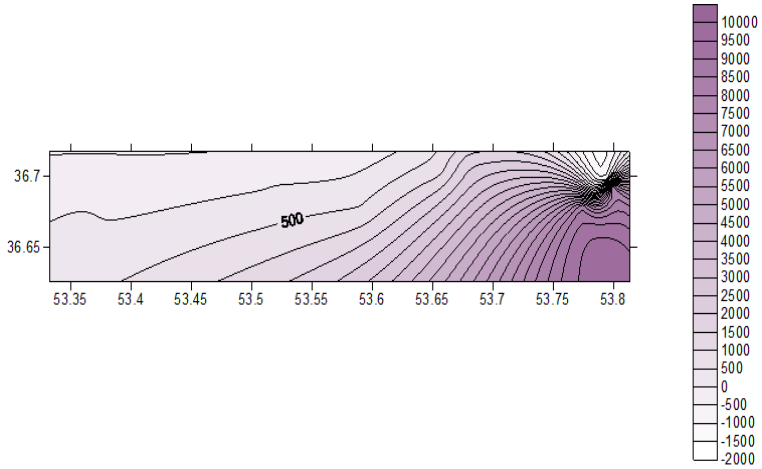
شکل (٥): لغزش شماره ۱ جنوب گلوگاه (L1) شکل (٦): کروکی و راههای دسترسی به محل لغزش



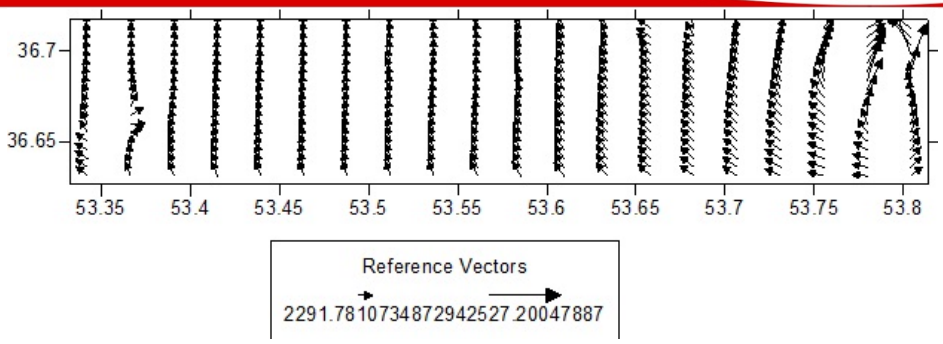
شکل (۷): مقطع شماتیک لغزش به وقوع پیوسته

پهنه بندی خطر زمینلغزش در منطقه بهشهر

برای بررسی زمینلغزش در یک منطقه به پارامترهای زیادی نیاز است از مهمترین این پارامترها میتوان به طول دامنه لغزشی در منطقه و مختصات لغزش اشاره نمود. با توجه به داده های فوق میتوان نقشه های پربندی لغزش را رسم نمود. بدین منظور با استفاده از داده های زمینلغزش در منطقه بهشهر نقشه های پهنه بندی طول دامنه لغزشی رسم گردید. اطلاعات طول دامنه لغزشی در منطقه مورد مطالعه در سالهای اخیر از اداره کل منابع طبیعی وآبخیز داری استان مازندران در دسترس قرار گرفت. با توجه به این داده ها کمترین طول دامنه لغزشی ۱۸ متر مربوط به لغزش شماره ۲ جنوب نظام محله L۳ و بیشترین طول دامنه لغزشی ۸۳۰۰ متر مربوط به لغزش شماره ۳ جنوب شرق نصرت‌آباد L۷ میباشد. این داده ها در جدول ٤-١ آمده است. بر اساس لغزشهای تعیین شده در منطقه مورد مطالعه، نقشه پر بندی لغزش برای منطقه بهشهر رسم گردید. همانطور که شکل (۸) نشان میدهد بیشترین لغزش مربوط به ناحیه جنوب شرق است که هرچه به سمت شمال شرق میرویم میزان لغزش کمتر میشود. شکل (۹) نقشه جهت حرکت لغزش در منطقه مورد مطالعه را نشان میدهد. همانطور که از شکل مشخص است بیشترین تغییر جهت بردارهای لغزش در ناحیه جنوب شرق میباشد که نشان دهنده میزان خطر بیشتر برای منطقه فوق میباشد. هرچه به سمت شمال شرق پیش میرویم بردارها کوچکتر میشوند که نشان دهنده میزان لغزش کمتر نسبت به سایر مناطق مورد مطالعه است.



نقشه (۸) نقشه دو بعدی لغزش در منطقه بهشهر



نقشه (۹) نقشه برداری لغزش در منطقه بهشهر

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

لغزش های به وقوع پیوسته در حوزه بهشهر در جدول (۱) بر اساس طول دامنه لغزش بیان شده است.

جدول (۱): مختصات لغزش های بهشهر براساس طول دامنه لغزشی

اسم لغزش	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	طول دامنه لغزشی
L1	53.81378447	36.71765369	185
L2	53.8009403	36.70057418	1000
L3	53.7964468	36.69485863	18
L4	53.79676321	36.69463489	8100
L5	53.78483653	36.68974282	1800
L6	53.78043411	36.69178367	1800
L7	53.77450812	36.68008991	8300
L8	53.65594137	36.70283801	870
L9	53.67954837	36.71065216	1780
L10	53.51939966	36.68857578	100
L11	53.51603723	36.68463661	110
L12	53.58957345	36.67654777	550
L13	53.36803611	36.66158079	60
L14	53.36855814	36.6632828	80
L15	53.36563228	36.66125918	180
L16	53.36169098	36.66150887	180
L17	53.36717598	36.65833534	45
L18	53.36533344	36.65807463	150
L19	53.3324343	36.6261891	150
L20	53.33508056	36.6556901	115
L21	53.33541709	36.65461096	120
L22	53.33750342	36.64851333	125

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

با توجه به اطلاعات طول دامنه لغزشی در منطقه بهشهرکمترین طول دامنه لغزشی ۱۸ متر مربوط به لغزش شماره ۲ جنوب نظام محله L۳ و بیشترین طول دامنه لغزشی ۸۳۰۰ متر مربوط به لغزش شماره ۳ جنوب شرق نصرت‌آباد L۷ میباشد یعنی بیشترین لغزش مربوط به ناحیه جنوب شرق میباشد که نشان دهنده میزان خطر بیشتر برای منطقه فوق میباشد که هرچه به سمت شمال شرق میرویم میزان لغزش کمتر میشود.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدير و تشكر:

از اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران به خاطر همکاری در این پژوهش قدردانی میگردد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

آقا نباتی ، ع. ، (۱۳٦۷) استاندارد بررسی زمین‌شناسی، سازمان زمین‌شناسی کشور
امیدوار،ا.، کاویان،ع.،(۱۳۸۹) ، برآورد حجم زمین لغزش ها بر پایه مساحت در مقیاس منطقه اي (بررسي موردي: استان مازندران)،فصلنامه مرتع و آبخيزداري، سال شصت و سوم، شماره ٤
شرکت مهندسی مشاور سازه آب شفق و وزارت جهاد کشاورزی و سازمان جنگل ها ومراتع آبخیز داری کشور و اداره کل منابع طبیعی استان مازندران ،(۱۳۸۹) ، مطالعات تفضیلی – اجرایی آبخیزداری حوزه ساحلی بهشهر – گلوگاه گزارش زمین شناسی و ژئو مرفولوژی.
کمك پناه، ع . ، (۱۳۷۳) مجموعه مقالات اولین کارگاه تخصصي بررسي راهبردهاي كاهش خسارات زمينلغزه در كشور، انتشارات مؤسسه بين المللي زلزله و مهندسي زلزله تهران.
وب سایت سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ، ۲۰۱۳، www.gsi.ir

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

پهنه‌بندی خطر ناپایداری دامنه‌ای ارتفاعات روستای ده‌کافی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

◇◇◇◇◇◇◇

حامد درزاده،کارشناس ارشد مهندسی،کارشناس مخاطرات سازمان زمین شناسی اکتشافات معدنی جنوب خاوری،۰۹۱۳۰٦۹۰۱۹٤، hameddorzadeh@gmail.com
علی رشیدی،کارشناس ارشد مهندسی،کارشناس مخاطرات سازمان زمین شناسی اکتشافات معدنی جنوب خاوری،۰۹۱۳۳۹۹۱۸۷۰
ایرج دری جانی،کارشناس ارشد تکتونیک،کارشناس مخاطرات سازمان زمین شناسی اکتشافات معدنی جنوب خاوری،۰۹۱٥٥٤۳۰۹۳٤
زری حسن آبادی،کارشناس ارشد تکتونیک،کارشناس مخاطرات سازمان زمین شناسی اکتشافات معدنی جنوب خاوری،۰۹۱۳۱٤۱۰۸۳٤

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

جهت بررسی ناپایداری شیب‌ها در دامنه‌های کوه‌های سرآسیاب ،شمال ده‌کافی،از روش‌های تفسیر عکس هوایی، مشاهدات صحرایی و سامانه داده‌های جغرافیایی استفاده شده است.شش پارامتر موثر بر ناپایداری‌های دامنه‌ای در این منطقه شامل:سنگ شناسی، امتیاز محاسبه شده ناپایداری هر دامنه ، درجه شیب، جهت شیب، گسل‌ها وتراکم آبراهه‌ها شناسایی شد. باتهیه نقشه هر یک از عوامل و تلفیق آنها با یکدیگر و با استفاده از امکانات نرم افزار آرک جی آی اس(ARC GIS) و به روش تحلیل سلسله مراتبی نقشه پهنه‌بندی وقوع ناپایداری در منطقه کوه‌های سرآسیاب تهیه گردید . حدود ۳,۷۸ درصد از مساحت منطقه در پهنه خطر بسیار زیاد ، ۱٤,۱۱درصد در پهنه خطر زیاد،۳٥,٤۱ درصد در خطر متوسط ، ٤۲,۰۳ درصد درخطر کم و در حدود ٤,٦۷ در صد در پهنه خطر بسیار کم قرار می گیرند. همچنین نقشه پهنه‌بندی نشان می دهد که بیشترین ناپایداری‌ها در دامنه‌های شمالی، شمال غربی و غربی می‌باشند که خود موید تاثیر جهات شیب در وقوع احتمال ناپایداری در منطقه است .
کلید واژه ها: ناپایداری دامنه ای، ده کافی،تحلیل سلسله مراتبی،پهنه بندی، جی آی اس

Abstract:

Zoning of Slope Instability Height Of Deh Kafi Vilage By Using Hierarchical Analysis Method(AHP) In Geographic Information System(GIS)

In order to investigate instability of slopes in Sarasyab mountains, north of Deh Kafi village, we used to aerial interpretation techniques, field observation and geographical information system. Based on six parameter affecting the instability in this region include: petrology, instability score was calculate for each slope, the degree of slope ,aspect , faults and density of channels. With production map of each factors and combining them together by using arc gis software facilities and hierarchical analysis process method instability region's zoning map in region mountain of Sarasyab was prepare.
According to the produced zonation map, about 3.78% of the region is located in a zone with very high risk, 14.11% in a zone with high risk,35.41% in a zone with moderate risk , 42.03% in a zone with low risk and about 4.67%in a zone with very low risk.
The zoning map shows that the greatest instability located in northeast ,north west and west slopes, that confirm effect of slope direction in occurrence of instability .
Keywords : instability, Deh Kafi, hierarchical analysis, zoning, arc gis

مقدمه

بلایای طبیعی پیامد بروز پدیده‌های طبیعی مانند زلزله‌ها،حرکات توده‌ای مواد، سیل‌ها، فوران آتشفشان ها، سونامی و غیره می‌باشند که سبب از بین رفتن بسیاری از زندگی‌ها و زیرساخت‌ها می شوند.اگرچه دست ما برای کنترل و توقف این فرایندها باز نمی باشد اما می‌شود با انجام اقدامات پیشگیرانه خسارات را به حداقل برسانیم . در میان بلایای طبیعی ناپایداری های دامنه‌ای و زمین‌لغزش‌ها در سومین رتبه قرار دارند(Zilman, 1999).حرکت‌هاي دامنه‌اي و به طور اخص زمین‌لغزش‌ها در زمره پرخسارت ترین مخاطرات طبیعي‌اند که بادستكاري بشر در سيستم‌هاي طبيعي در دهه اخيرشتاب فزاينده‌اي يافته‌اند (Emami, Ghayomian, 2003) . بررسي‌هاي انجام شده نشان ميدهد که تا اوايل سال ۱۳۷۸ وقوع حدود ۲۵۹۰ زمين لغزه و ناپایداری دامنه‌ای در کشور باعث مرگ ۱۶۲ نفر، تخريب ۱۷۶ باب خانه، ايجاد خسارات مالي به ميزان ۱۸۶۶ ميليارد ريال، تخريب ۶۷۶۳ هکتار جنگل، تخريب ۱۷۰ کيلومتر راه ارتباطي و ايجاد رسوب سالانه به حجم ۹۶۳۸۰۷ مترمکعب شده است (مير صانعی و کاردان ۱۳۷۸).

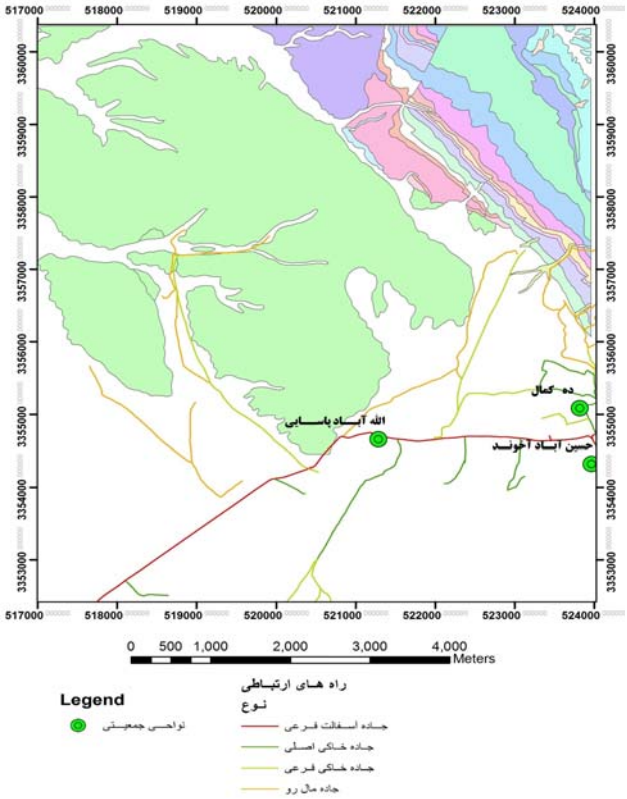
از آنجا که پيش بيني زمان رخداد زمين لغزش ها خارج از توان شناخت ودانش بشري است، تنها با شناسايي مناطق حساس به زمين لغزش و رتبه بندي کردن آنها تا حدودي مي توان از خطر ناشي از بروز زمين‌لغزش و ناپایداری جلوگيري کرد(Shirani,2004) .

لزوم پيش بيني وقوع و تهيه نقشه پهنه بندي خطر زمين‌لغزش به منظور مديريت و تعديل خطر به توسعه مدل هاي تجربي و آماري فراواني با تأکيد بر استفاده از سيستم اطلاعات منجر شده است (Nefeslioglu et al. 2008) . استفاده از سيستم اطلاعات جغرافيايي (GIS)به عنوان ابزار پايه بررسي در پهنه‌بندي وقوع زمين لغزش با هدف مديريت داده هاي مکاني و به همراه برخي مدل هاي مناسب بسيار مؤثر است .تهيه نقشه پهنه بندي خطر زمين لغزش بر دانش پيچيده حرکت‌هاي شيب و عوامل کنترل کننده آنها استوار است .فرايند تشکيل اين نقشه‌ها مستلزم روش‌هاي کيفي و کمي زيادي است .برخي روش هاي کيفي بردسته‌بندي و وزن دهي عوامل مؤثر استوارند که مي‌توانند به روش‌هاي نيمه کمي در طبيعت تحول يابند .از جمله مي‌توان به تحليل سلسله مراتبی(AHP)اشاره کرد (Yaclin,2008, فيض نيا و همکاران،۱۳۸۳ ، کلارستاقی و همکاران،۱۳۸٦).

پهنه‌بندي خطر زمين‌لغزش، سطح زمين را به نواحي ويژه و مجزايي از درجات بالفعل و يا بالقوه خطر از هيچ تا بسيار زياد تقسيم مي کند(Cornforth,2005) . تاکنون تحقيقات متعددي در داخل و خارج کشور در زمينه پهنه‌بندي ناپايداری دامنه‌ای و خطر زمين لغزش انجام گرفته است که عمدتا شامل استفاده از روش هاي آماري دومتغيره و چندمتغيره (Safai et al, 2009)و يا مقايسه روش‌هاي آماري مذکور با روش تحليل سلسله مراتبي (Alimohamadi et al, 2009)رگرسيون چندمتغيره و ارزش اطلاعاتي است (Shirani et al 2005). از آنجا که پديده‌هاي طبيعي مختلف همچون زمين‌لغزش تحت تأثير و تعامل پارامترهاي طبيعي متعدد که به صورت همزمان و با هم تأثيرگذارند، وقوع مي‌يابند .لذا پژوهشگران مختلف که پيش‌تر به برخي از آنها اشاره شد، کوشيده اند تا مدل هايي را که با شرايط ذاتي پديده هاي طبيعي هم خواني و قرابت بيشتري دارند، به کار بگيرند.

منطقه مورد مطالعه

روستای ده کافی در ۲۰ کیلومتری شمال‌شرق شهر کرمان و در محـــــــــدوده جغرافیایی" ۰۰ ´۱۱ °۵۷ تا " ۳۰ ´۱٤ °۵۷ طول شرقی و" ۳۰ ´۱۸ °۳۰ تا" ۳۰ ´۲۲ °۳۰ عرض شمالی واقع شده است . حداکثر ارتفاع محدوده مطالعاتی ۲۵۵۰ متر از سطح دریا می باشد. از نظر بارندگی و رطوبت این منطقه جز اقلیم خشک محسوب می شود(فرهنگ جغرافیایی آبادی های استان کرمان ۱۳۸۲).لیتولوژی بخش های اصلی محدوده مطالعاتی شامل سنگ های کربناته با سن کرتاسه می باشد که ستیغ ساز بوده و نهشته های کواترنر منطقه شامل آبرفت های قدیمی و مخروط افکنه های جوان و واریزه ها می شود که بخش های عمده محدوده را شامل می گردد. (تصویر۱).



تصویر۱-موقعیت منطقه مورد مطالعه

مواد و روش ها

در انجام این تحقیق از عکس‌های هوایی تهیه شده توسط سازمان نقشه برداری کشور در سال ۱۳٤٦، با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰،تصاویر ماهواره‌ای ای تی ام (Enhanced Thematic Mapper, ETM) سال ۲۰۰۲ و نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور استفاده شده است . روش بکار رفته براي پهنه‌بندي محدوده مطالعاتی روش تحليل سلسله مراتبي (AHP) می‌باشد که این روش بر پايه مقايسه زوجي عوامل مؤثر در وقوع زمين‌لغزش‌ها و زير عامل‌هاي مربوط به عوامل اصلي استوار بوده است.
ابتدا با وزن‌دهي به تك تك عوامل مؤثر در نظر گرفته شده براي پهنه بندي و سپس امتيازدهي به هر كدام ازكلاس هاي مربوط به هر يك از عوامل ضرايبي به دست می‌آورد که براساس آنها مدل نهايي را ارائه مي نمايد (امير احمدي،۱۳۸۵). در فرآيند پهنه‌بندي منطقه مي بايست معيارهاي مختلفي مورد ملاحظه قرار گيرد، بنابراين كاربرد روش‌هايي كه قادر به تامين معيارهاي مورد نظر باشند، ضروري است (پناهنده و همكاران ،۱۳۸۸). بدين منظور در بررسي حاضر ابزار سيستم اطلاعات جغرافيايي(GIS) و مدل تحليل سلسله مراتبي(AHP) مورد استفاده قرار گرفته است. اين فرايند گزينه هاي مختلف را در تصميم گيري دخالت داده و امكان تحليل حساسيت روي معيارها و زيرمعيارها را دارد .علاوه بر اين برمبناي مقايسه زوجي بنا نهاده شده كه قضاوت و محاسبات را تسهيل مي‌كند .همچنين ميزان سازگاري و ناسازگاري تصميم را نشان مي دهد كه از مزاياي ممتاز اين تكنيك در تصميم گيري چندمعياره مي باشد(پيرمرادی و همكاران ، ۱۳۸۷). مزاياي استفاده از اين روش از ديدگاه بنيان گذار منطق فازي (Saaty, 1990) به شرح زير آمده است: يگانگی ، پيچيدگی، همبستگی متقابل،ساختار سلسله مراتبی، اندازه گيری، سازگاری، تلفيق، تعادل، قضاوت گروهی و تكرار.

بررسي عوامل مؤثر در وقوع ناپايداری ها ی محدوده مطالعاتی

معمول ترين روش بررسي عوامل مؤثر استفاده از پرسشنامه ناپايداری دامنه‌ای در محدوده مطالعاتی با استفاده از كارهاي زميني مي باشد كه براي محدوده مطالعاتی صورت گرفته است .توجه به مواردي از قبيل موقعيت مناطق مستعد ناپايداری، ساختارسنگ شناسي، شيب و جهت دامنه، گسل ها، ارتفاع منطقه،تعيين امتياز ناپايداری دامنه ها و ... الزامي بوده و كارشناس مربوطه مي تواند با بررسي اين عوامل تا حدودي به عوامل مؤثر در وقوع ناپايداری ها پي ببرد. با توجه به بررسی های صحرايي، مهمترين عوامل مؤثر در وقوع زمين لغز ش ها در منطقه به ترتيب اولويت به صورت زير شناسايي شدند:

۱- سنگ شناسی ۲- امتیازناپایداری ۳- شیب دامنه ها ٤- جهت شیب دامنه ها ٥- فاصله از گسل ٦- تراکم آبراهه ها

تهیه نقشه هاي عوامل مؤثر

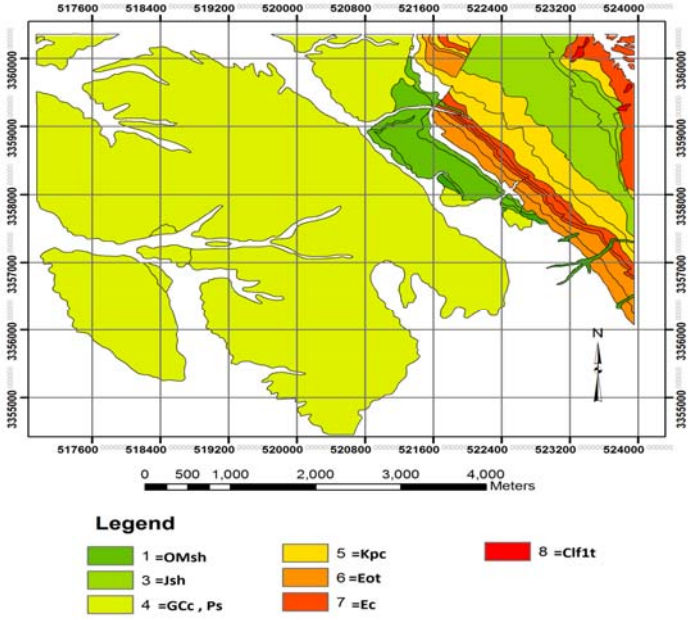
سنگ شناسی منطقه

منطقه مطالعاتی بخشی از ورقه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ سرآسیاب فرسنگی می‌باشد. با توجه به تنوع واحدهای زمین شناسی در منطقه و حساسیت متفاوت واحدهای سنگی به ناپایداری عامل لیتولوژی نقش موثری در ناپایداری‌های دامنه‌ای دارد .با توجه به واحدهای سنگ‌شناسی موجود در منطقه و بررسی‌های صحرایی بر روی این واحدها وبا اندازه گیری مقاومت فشاری ، برداشت تعداد درزه ها و جهت آنها همچنین میزان فرسایش و فرسایش پذیری آنها استعداد هر واحد سنگی برای ناپایداری محاسبه شده است و در پایان بر اساس این واحدها و اندازه‌گیری‌ها به هر واحد امتیازی تعلق گرفته است (تصویر۲). بر اساس نقشه تهیه شده و بررسی‌های صحرایی میزان نهشته‌های کرتاسه بیشترین احتمال ناپایداری را از آن خود کرده‌اند و برهمین اساس به هر کدام از واحدهای لیتولوژیکی امتیازی تعلق گرفته است (جدول۱). واحد های زمین شناسی محدوده مطالعاتی به قرار زیر می باشند:

OMsh :ترکیبی از شیل، ماسه‌سنگ، سیلتستون و توف Jsh: ماسه‌سنگ و سیلتستون
GCc,Ps:سکانسهایی از ماسه سنگ و کنگلومرا Kpc:کنگلومرا EOt:توف و ماسه های توفی
Ec:کنگلومرای پلی میکتایت Clf1t: رسوبات مخلوط شده و تحکیم نیافته

جدول ۱- امتیاز بندی کلاس های لیتولوژی

واحد لیتولوژیکی	OMsh	Jsh	GCc,Ps	Kpc	EOt	Ec	Clf1t
امتیاز	۱	۳	٤	٥	٦	۷	۸

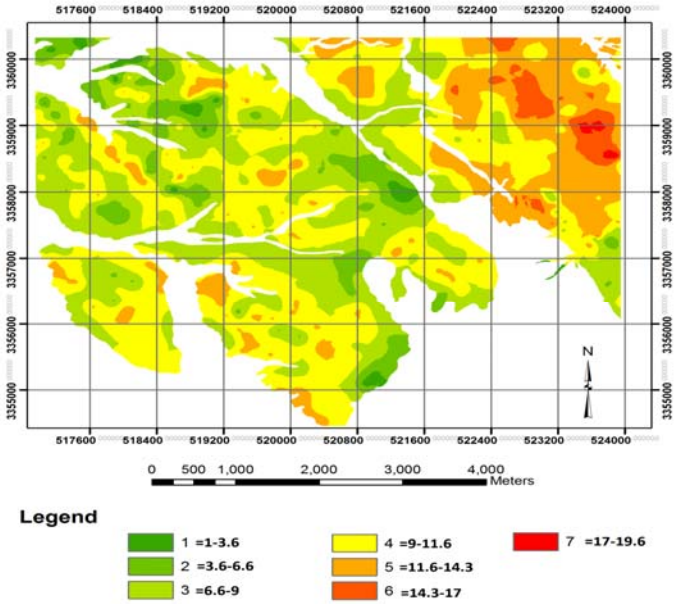


تصویر۲- نقشه لیتولوژی با امتیاز های داده شده به هر کلاس لیتولوژی

امتیاز ناپایداری

به منظور جلوگیری از خطر بروز ناپایداری با بررسی‌های صحرایی برای هر دامنه یک چک لیست متشکل از ۳۳ پارامتر محاسبه و برداشت شده است که برای منطقه مورد مطالعه ۲٦ پارامتر آن موضوعیت دارند. مهمترین آنها عبارتند از :عمق دره ،شیب دامنه ،پرتگاه ،تراکم زهکشی ، نشت متمرکز آب ، تراکم درزه ها، مقاومت فشاری ، زاویه قرار و... میزان ناپایداری هر دامنه محاسبه شده است و هردامنه یک امتیاز را به خود اختصاص داده است .

بنابر این هر دامنه ای که امتیازی بیشتر از ۱۳ از نظر ناپایداری کسب کرده است در گروه مناطق در معرض خطر قرار گرفته‌اند .به همین ترتیب تمامی مناطق خطر پذیر بر روی نقشه آورده شده اند (تصویر۳) .در نهایت به هر کدام از پارامتر های ناپایداری یک امتیاز تعلق گرفته است(جدول۲).



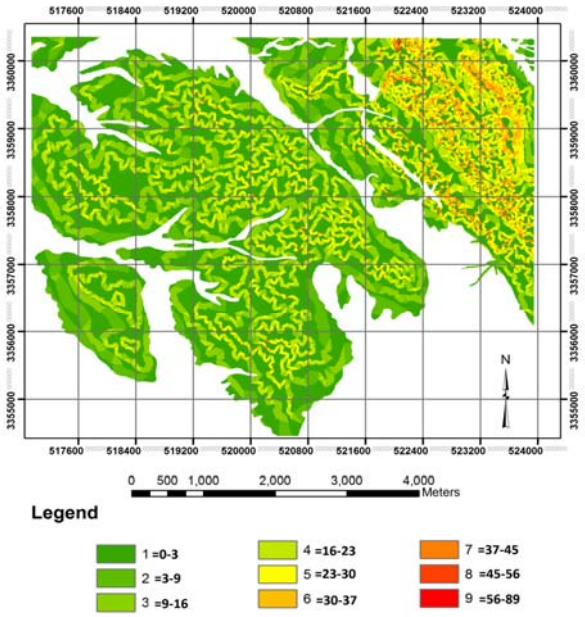
تصویر۳- نقشه ناپایداری محاسبه شده با امتیاز های داده شده به هر کلاس ناپایداری

جدول ۲- امتیاز بندی کلاس های ناپایداری

کلاس ناپایداری	۱-۳,٦	۳,٦-٦,٦	٦,٦-۹	۹-۱۱,٦	۱۱,٦-۱٤,۳	۱٤,۳-۱۷	۱۷-۱۹,٦
امتیاز	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷

شیب

به لحاظ نظری همواره با افزایش شیب دامنه تنش برشی افزایش می‌یابد و پیامد آن انتظار می‌رود پتانسیل ناپایداری شیب نیز افزایش یابد(Dai,lee, 2002).به منظورتهیه نقشه شیب از نقشه های رقومی توپوگرافی ۱:۲٥۰۰۰ و ساخت مدل DEM از تصاویر ETM استفاده شده است.در نهایت مقدار شیب در ۹ کلاس طبقه بندی شده است (تصویر٤وجدول۳).بعد از تهیه نقشه شیب به منظور کمی کردن ارزش لایه-های مختلف به هر کدام از کلاس‌های شیب امتیاز دهی شده است تا این عمل به درستی صورت بپذیرد و در نهایت این امتیازها در نقشه نهایی اعمال شده‌اند. این عمل برای تمامی لایه ها انجام شده است.



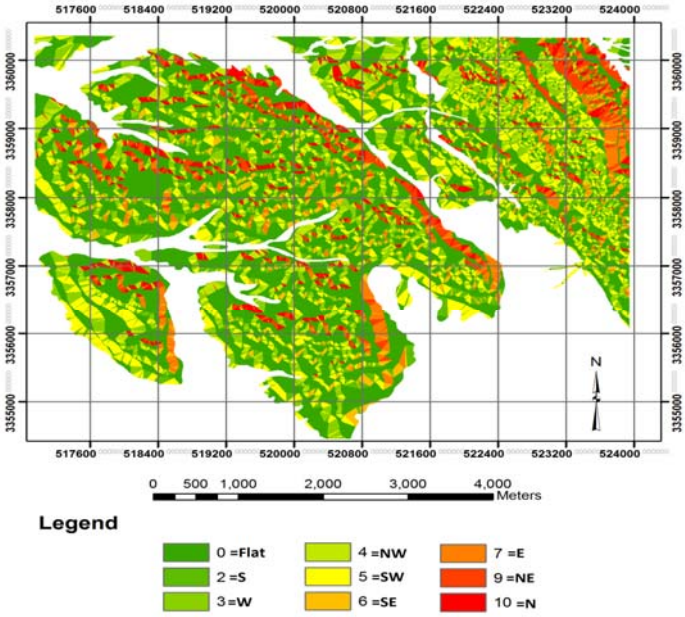
تصویر ٤- نقشه مقدار شیب با امتیاز های داده شده به هر کلاس شیب

جدول ۳- امتیاز بندی کلاس های شیب

شیب(درجه)	۰-۳	۳-۹	۹-۱۶	۱۶-۲۳	۲۳-۳۰	۳۰-۳۷	۳۷-۴۵	۴۵-۵۶	۵۶-۸۹
امتیاز	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹

جهت شیب

بین توزیع فراوانی ناپایداری‌های دامنه‌ای و جهت شیب دامنه ، ارتباط مستقیم و معنی داری وجود دارد به گونه ای که تراکم ناپایداری‌ها در دامنه‌های شمالی افزایش و در دامنه‌های جنوبی کاهش می یابد(معماریان،سیارپور، ۱۳۸۵).نقشه جهت شیب منطقه مورد مطالعه با استفاده از نقشه رقومی ارتفاعی و مدل DEM تهیه شده است(تصویر۵) . در نهایت جدول امتیاز دهی به کلاس‌های جهت شیب نیز تهیه شده است (جدول٤)



تصویر۵- نقشه جهت شیب با امتیاز های داده شده به هر کلاس جهت شیب

جدول ٤- امتیاز بندی کلاس های جهت شیب

جهت شیب	Flat	S	W	NW	SW	SE	E	NE	N
امتیاز	۰	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۹	۱۰

گسل های منطقه

یکی از پارامترهای دخیل در بروز ناپایداری خصوصا در دامنه-های سنگی لرزه‌خیزی و نزدیکی آن دامنه به گسل می باشد . ارتعاشات تولید شده و درزه‌ها و شکستگی‌ها حین زلزله‌ها خود سبب ناپایداری می شود. نزدیکی به گسل خود سبب بوجود آمدن درزه‌ها و شکستگی‌های سیستماتیکی شده است که از روند اصلی گسل ها تبعیت می کنند. در اینجا فاصله از گسل ها به صورت نقشه در آمده اند و بر اساس نزدیکی به گسل به آنها امتیاز داده شده است(تصویر ٦) .به صورتی که در جدول ٥ مشاهده می شود هر چه فاصله از گسل ها کمتر است به آنها امتیاز بالاتری داده شده است و این نیز منطقی می باشد چون هر چه به منبع لرزه نزدیکتر باشیم تاثیرات ارتعاش بر ناپایداری بیشتر می باشد .

جدول ٥- امتیاز بندی کلاس های فاصله از گسل

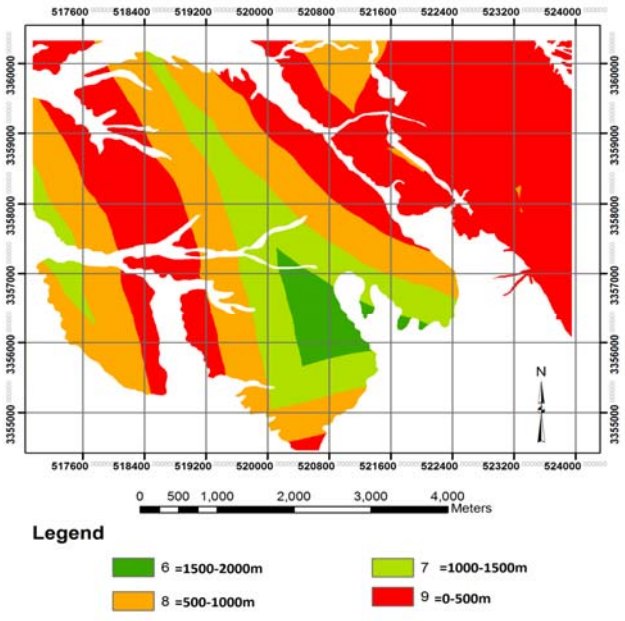
فاصله از گسل (متر)	۱۵۰۰-۲۰۰۰	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۵۰۰-۱۰۰۰	۰-۵۰۰
امتیاز	٦	۷	۸	۹

تراکم آبراهه ها و رود خانه ها

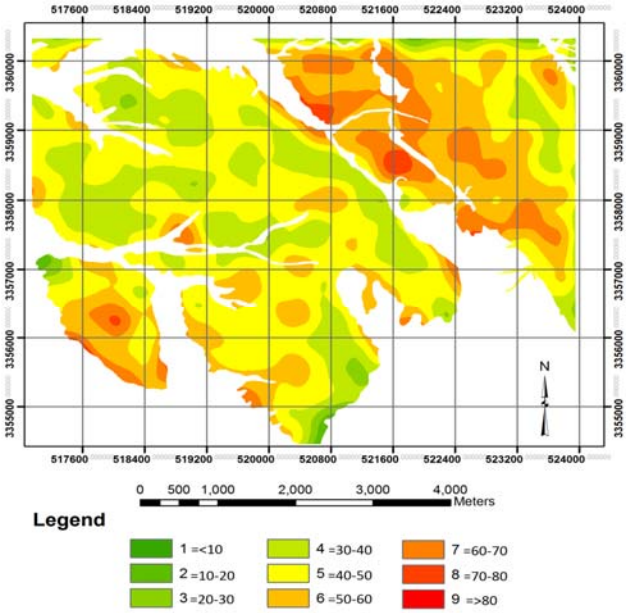
به طور کلی رودخانه‌ها و آبراهه‌ها به دلیل شرایط مورفولوژیکی و شکل طبیعی ، کانال های هدایت طبیعی آب می باشند هرچه میزان نفوذپذیری بالا باشد تراکم رودخانه‌ها کمتر است و بالا بودن تراکم رود خانه ها نشان دهنده میزان نفوذ پذیری پایین است (حائری، سمیعی، ۱۳۷۶). برای تعیین اثر تراکم رودخانه در ناپایداری دامنه‌ها، کلیه آبراهه‌های اصلی و فرعی موجود در منطقه از روی نقشه‌های توپوگرافی رقومی شده اند و سپس به هر کلاس از تراکم آبراهه‌ها یک امتیاز تعلق گرفته است (تصویر ۷ و جدول۷). به صورتی که در تصویر زیر دیده می شود هرچه تراکم آبراهه بالاتر باشد امتیاز بالاتری را به خود اختصاص داده است.

جدول ۷- امتیاز بندی کلاس های تراکم

تراکم	<۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰	۵۰-۶۰	۷۰-۶۰	۷۰-۸۰	>۸۰
امتیاز	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹



تصویر٦- نقشه فاصله از گسل با امتیاز های داده شده به هر کلاس از فاصله



تصویر۷- نقشه تراکم آبراهه ها با امتیاز های داده شده به هر کلاس از تراکم

نتایج و مباحث

پهنه بندی خطر ناپایداری دامنه ای با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

در اين روش ابتدا به منظور تعيين ارجحيت عوامل مختلف و تبديل آنها به مقادير كمي از قضاوت هاي شفاهي (نظر كارشناسي) استفاده مي شود به طوري كه تصميم گيرنده ارجحيت يك عامل را نسبت به علل ديگر به صورت (جدول ۸) در نظر گرفته و اين قضاوتها را به مقادير كمي بين ۱ الي ۹ تبديل مي نمايد (قدسي پور، ۱۳۷۹) واضح است كه محدوده اعداد كمي شده صرفاً براساس نظر كارشناسي بوده و متخصص مربوطه مي تواند محدوده اعداد كمي را به صورت تجربي و با بررسي كارهاي مشابه تعيين نمايد كه در اينجا مقادير كمي ۱ الي ۹ در نظر گرفته شده است.

محاسبه وزن يا مقدار اثربخشي هر يك از عوامل مؤثر در زمين لغزش

براي تعيين وزن هر يك از معيارهاي هفت گانه ماتريس ٦*٦ به صورت (جدول ۹) تعريف گرديد سپس با مقايسه دو به دو عناصر ماتريس مربوطه و با استفاده از (جدول ۸)همچنين نظر كارشناسان كه از طريق پرسشنامه ها به دست آمده بود و مقايسه آنها با درصد مساحت شاخص‌هاي مؤثر درناپايداری و واسنجي اين اعداد نسبت به اشل ۹تايي تعيين شده در(جدول۸) تعيين گرديد .به عنوان مثال عنصر ۱و ۱ماتريس موردنظر (ستون۱ رديف ۱) نشانگر اولويت معيار زمين شناسي، به معيار زمين شناسي است

که داراي اولويت يا اهميت يكساني نسبت به هم مي باشند و عددي كه براي اين اولويت در جدول ذكر شده است برابر ۱ است .كه در اين خانه ماتريس جايگزين خواهد شد و يا اهميت معيار زمين شناسي به تراكم آبراهه را نشان مي دهد كه اكثر كارشناسان با توجه به داده هاي به دست آمده در منطقه اهميت معيار زمين شناسي نسبت به تراكم آبراهه را كمي مهمتر و يا با اهميت قوي دانسته اند كه مي توان براي آن براساس جدول ۸ عدد ۳ را در نظر گرفت. به همين ترتيب ساير عناصر ماتريس شماره ۲ نيز تكميل گرديد .همانگونه كه مشاهده مي شود قطر اين ماتريس يك است كه نشاندهنده اهميت يكسان معيارها بر خود است به عنوان مثال اولويت يا اهميت ارتفاع به ارتفاع يا شيب به شيب عدد يك است . نيمه چپ ماتريس به اين شكل تكميل شده و نيمه راست معكوس نيمه چپ است .به اين صورت كه اگر اولويت زمين شناسي به تراكم آبراهه ۳ باشد اولويت يا ا همیت تراكم آبراهه به زمين شناسي ⅓خواهد بود.

جدول ۸: مقادير ترجيحات يا قضاوت شفاهي در سيستم ۹ تايي براي مقايسه زوجي

ترجیحات(قضاوت شفاهی)	مقادیر عددی
کاملا مهمتر یا مطلوب تر	۹
اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مطلوب تر یا کمی مهمتر	۳
اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
اولویت های بین عوامل	۸و۶و۴و۲

جدول ۹- ماتریس تشکیل شده برای محاسبه وزن هر عامل

شرح	زمین شناسی	ناپایداری	شیب	جهت شیب	تراکم آبراهه ها	گسل
زمین شناسی	۱	٦	٥	۷	۳	۹
ناپایداری	۰,۱٦٦۷	۱	٤	۳	٦	٦
شیب	۰,۲	۰,۲٥	۱	۲	۳	٤
جهت شیب	۰,۱٤۲۹	۰,۳۳۳۳	۰,٥	۱	٤	۳
تراکم آبراهه ها	۰,۳۳۳۳	۰,۱٦٦۷	۰,۳۳۳۳	۰,۲٥	۱	٥
گسل	۰,۱۱۱۱	۰,۱٦٦۷	۰,۲٥	۰,۲٥	۰,۲	۱

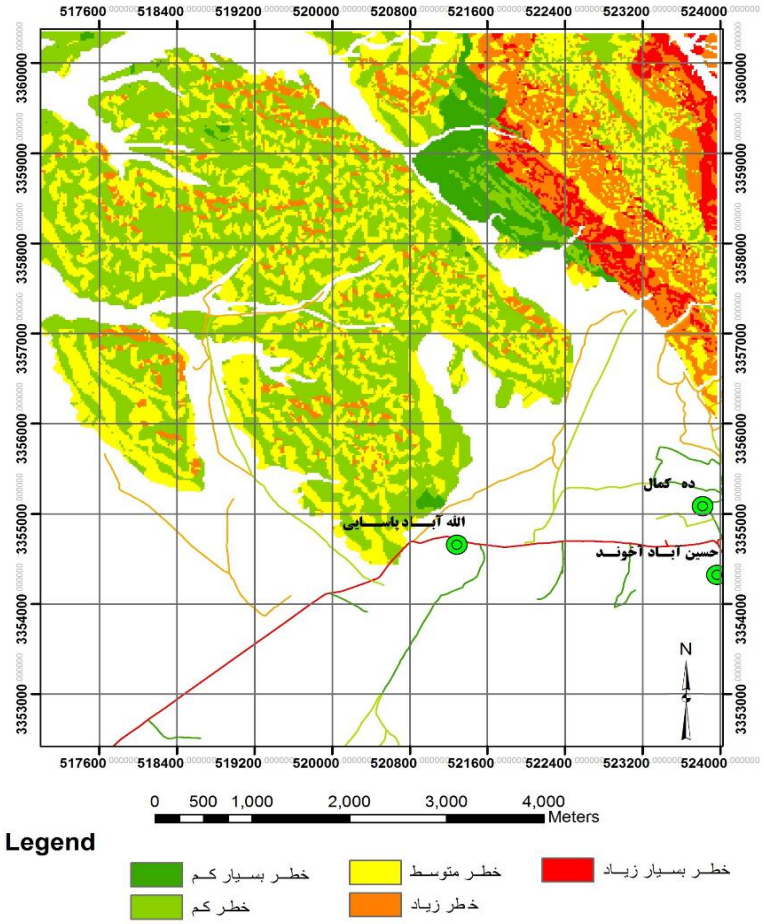
تهیه نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش

برای بدست آوردن وزن هر لایه می توان از نرم افزار اکسپرت چویز (Expert choice) استفاده نمود یا از افزونه AHP در آرک جی آی اس استفاده کرد که در اینجا از افزونه AHP استفاده شده است . البته این افزونه مزیت هایی نسبت به دیگر نرم افزار های تحلیل سلسله مراتبی برای محاسبه وزن دارد . با استفاده از این افزونه می‌توان محاسبه و جمع لایه‌ها را به صورت همزمان انجام داد و در غیر این صورت و استفاده از دیگر روش ها ما ابتدا باید وزن لایه ها را بدست آوریم و سپس تمام لایه‌ها را در وزن مربوطه-شان ضرب سپس با هم جمع کنیم . پس از محاسبات، وزن هر لایه بدست آمد(جدول ۱۰).

جدول ۱۰- وزن هرکدام از عوامل هفت گانه

زمین شناسی	ناپایداری	شیب	جهت شیب	تراکم آبراهه ها	گسل
۰,٤۸۹۳	۰,۲۲۲۱	۰,۱۰٦۳	۰,۰۹	۰,۰٦٦٥	۰,۰۲٦۹

در نهایت با ضرب وزن هر لایه در امتیاز لایه و سپس جمع کردن لایه ها بایکدیگر خروجی، نقشه پهنه بندی ناپایداری بدست آمد(تصویر۸).



تصویر۸- نقشه نهایی پهنه بندی خطر ناپایداری دامنه ای

نتیجه گیری

در تحقیق حاضر با توجه به نقشه پهنه-بندی بدست آمده بر اساس ۷ عامل موثر بر ناپایداری دامنه ای از جمله ،سنگ شناسی، مقادیر ناپایداری محاسبه شده هر دامنه ، درجه شیب ، جهت شیب ها ، فاصله از گسل ، لیتولوژی و تراکم آبراهه‌ها در قالب لایه‌های مختلف اطلاعاتی با ریسک وقوع ناپایداری بسیار زیاد تا بسیار کم شناسایی شدند. مناطق با ریسک خطر بسیار زیاد تا زیاد در دامنه های شمال ، شمال غرب وغرب واقع شده اند. مناطق با طبقه خطر کم در قسمت های کم ارتفاع و پست منطقه که گویای ارتباط قوی عوامل اولیه مانند سنگ شناسی ، درجه شیب و جهت شیب و جهت حرکات توده ای است قرار دارند . جهت شیب هاي شمال غربي به عنوان عاملی مؤثر بر ناپایداری دامنه ای در این منطقه می توانندمعرفي شوند. کما اینکه نقشه تهیه شده موید این گفته است و بیانگر نقش مؤثر جهت شیب هاي شمالي و شمال غربي در ایجاد زمین لغزش به دلیل وجود بارندگي و رطوبت بیشتر در این دامنه ها و انتقال رطوبت بین سازندها به عنوان عامل دروني در کاهش فشار نرمال و مقاومت برشي خاک است. بر اساس نقشه پهنه بندی به دست آمده حدود ۳,۷۸ درصد از مساحت منطقه در پهنه خطر بسیار زیاد ، ۱٤,۱۱درصد در پهنه خطر زیاد،۳٥,٤۱ درصد در خطر متوسط ، ٤۲,۰۳ درصد درخطر کم و در حدود ٤,٦۷ در صد در پهنه خطر بسیار کم قرار می گیرند. درمناطقی که دارای ریسک خطر پذیری بالا تا بسیار بالا می باشند. درمناطقی که دارای ریسک خطر پذیری بالا تا بسیار بالا می باشند جهت هرگونه کاربري و استفاده از محیط باید بطور کارشناسانه و منطقي برخورد شود.

منابع فارسي :

-اميراحمدي، ا.، (۱۳۸۵)، "بررسي نقش اقليم در حركت دامنه اي در ارتفاعات شمال خراسان با جهت كنترل بلاياي طبيعي وراهكارهاي مقابله آن با استفاده از سيستم اطلات جغرا فيايي(GIS) " ، پايان نامه دكتر ا، دانشگاه تربيت معلم، تهران
-پناهنده، م.، بهروز، ا.، قويدل، آ.، و قنبري، ف.،(۱۳۸۸) ، "كاربرد روش تحليل سلسله مراتبي (AHP)در مكانيابي جايگاه دفن پسماند شهر سمنان"، فصلنامه ي علمي پژوهشي انجمن علمي بهداشت محيط ايران، دوره ۲، شماره ٤،ص ۲۷٦ -۲۸۳
-پيرمرادي، ع. و رحمتی نژاد، ف.،(۱۳۸۷)،" تركيب مدل همپوشاني شاخص (IO) و فرايند تحليل سلسله مراتبي (AHP) براي تعيين بهترين مكان احداث ايستگاه آتش نشاني (مطالعه موردي قسمتي از منطقه ي ٦ تهران)"، مجموعه مقالات همايش ژئوماتيك ، سازمان نقشه برداری كشور، ص ۱۵۲۳
-حائری، س. م. و سميعی، ا. ح.،(۱۳۷٦)،" روش جديد پهنه بندی مناطق شيب دار در برابر لغزش زمين با تكيه بر بررسی های پهنه بندی استان مازندران"، مجله علوم زمين ، سال ٦ شماره۲،ص ۲۳-۲٤
-سازمان نقشه برداری كشور ،"عكس های هوايی ۱:۲۰۰۰۰ محدوده شهرستان كرمان"
-فرهنگ جغرافيايی آبادی های استان كرمان،(۱۳۸۲)،انتشارات سازمان جغرافيايی وزارت دفاع و پشتيبانی نيروهای مسلح چاپ اول جلد اول، ص ۳۳
-فيض نيا، س.،كلارستاقي، ع.، احمدي، ح. و صفايي، م.،(۱۳۸۳) ،" بررسي عوامل مؤثر بر وقوع زمين لغزش ها و پهنه بندي خطر زمين لغزش ها در حوزه شيرين رود ساري"، مجله منابع طبيعي ايران، شماره ۳،ص۵۷-۲۰
-قدسی پور، س.ح .،(۱۳۷۹)،"فرايند تحليل سلسله مراتبی(AHP)"،چاپ دوم، ص ۲۲۰،انتشارات دانشگاه امير كبير
-كلارستاقي، ع. و گرايي، پ.،(۱۳۸٦)،" مدلسازي خطر وقوع زمين لغزش ها با استفاده از سيستم تصميم گيري چند معياره در حوزه آبخيز استان مازندان"،فصلنامه تحقيقات جغرافيايي،۸۷(٤)،ص ٤۹-٦۸
-معماريان، ح. و سيارپور، م.،(۱۳۸۵)،" نقش پارامتر های شيب دامنه در بروز خطا در پهنه بندی خطر زمين لغزش"، نشريه دانشگاه فنی،ج٤۰، شماره ی۱، ص ۱۰۵-۱۱۰
-مير صانعي، ر.، و كاردان، ر.،(۱۳۷۸)، "نگرشي تحليلي بر ويژگي هاي زمين لغزش كشور"، مجموعه مقالات اولين كنفرانس زمين شناسي مهندسي محيط زيست ايران، چاپ اول، دانشگاه تربيت معلم، تهران
-Alimohamadi, S., Pashaii, A., jooybari, Sh. And Parsae, L., 2009,*"Iran Efficiency Assessment of landslide Hazard Zonation in the watershed sydklath rummy"*, Journal of soil and water conservation research , 16(1),p.59-78
-Cornforth, D.H.. 2005,*" Landslides in Practice"*, john wiley & sons Inc, p: 591.
-Dai, F.C. & Lee, C.F.. 2002,*"Landslide characteristics and slope instability"*, Geomorphology magazine ,42.p. 213-228
-Emami, S. and Ghayomian, J., 2003, *"Investigation on the Mechanism on the Landslide Rock Fall, Case Study: Afsrabad Landslide in Chaharmahal and Bakhtiari"*, The Third Conference on Engineering Geology and Environment of Iran, University in Bu Ali Sina Hamedan,p.659
-Nefeslioglu, H. A.,Gokceoglu, C., and Sonmez, H., 2008, *"An assessment on the use of logistic regression and artificial neural networks with different sampling strategies for the preparation of landslide susceptibility maps"*, Engineering Geology, 97,p. 171-191
-Saaty, T.L., 1990, *"How to make a decision: the analytic hierarchy process"*, European Journal of Operational Research, North-Holland; 48,p.9-26.
-Safai, J., Onagh, M., Mesdaghi, M. and Shariat Jafari, M., 2009, *"Empirical and Statistical Models to Compare Performance Landslide Hazard Zonation (case study:watershed Alamut River)"*, Journal of Soil and Water Conservation Research, 16(4),p.35-45.
-Shirani, K., Ghayomian, J., and Mokhtari, A., 2005, *"Evaluation of Bivariate and Multivariate Statistical Methods in Landslide Hazard Zonation"*, Journal of Water and

Watershed, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 2(2),p. 36-48.

-Shirani, K., 2004, *"Evaluate the Most Important Landslide Hazard Zonation Methods to Select an Appropriate Method for the South of Isfahan Province, Semirom Region",* Ministry of Agriculture, Soil Conservation Research Institute, p.104.

-Yaclin, A. 2008, *"GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): comparisons of results and confirmations",* Catena,72,p.1–12

-Zillman.J., 1999, *'The physical impact of disaster.In.J.Ingleton (Editor), Natural disaster management",* Tudor Rose Holding Ltd., Leicester, P. 320

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

پیش‌بینی عملکرد TBM در حفاری توده‌های سنگی مسیر تونل انتقال آب کرج – تهران (قطعه دوم) با استفاده از Q_{TBM}

◇◇◇◇◇◇◇

امیرحسین حبیبی نیا*، کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی،دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات البرز،
Amir.habibi86@yahoo.com
سید داود محمدی،عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا همدان،s_d_mohammadi@yahoo.com
مجید تاجیک کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی،مؤسسه مهندسین مشاور ساحل،tajikm1@gmail.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

حفاری مکانیزه تمام مقطع تونل‌ها توسط TBM، دارای تاریخچه‌ای نزدیک به پنجاه سال می‌باشد. بررسی عملکرد این ماشین‌ها با توجه به هزینه بالای آن، یکی از مهمترین مسائلی است که از جوانب مختلف مورد توجه قرار می‌گیرد. در این پژوهش پیش‌بینی عملکرد TBM بر مبنای روش Q_{TBM} در قطعه دوم تونل انتقال آب کرج –تهران مورد مطالعه قرار گرفته است. روش Q_{TBM} با مقدار پارامتر Q شروع و با پارامترهای مؤثر بر اندرکنش بین سنگ و ماشین تکمیل می‌شود. پارامترهای Q_{TBM} برای تخمین میزان پیشروی و نرخ نفوذ ماشین حفاری طراحی شده است. با توجه به داده‌های موجود در زونهای مسیر تونل انتقال آب کرج-تهران (قطعه دوم)، پارامترهای Q_{TBM} به دست آمده و سپس نرخ نفوذ در زونهای مختلف پیش بینی شده است. بر این اساس حداکثر سرعت نرخ نفوذ مربوط به زون CZ مسیر و حداقل آن مربوط به زون MO می‌باشد. همچنین مقادیر واقعی نرخ نفوذ در مسیر تونل با مقادیر پیش‌بینی شده توسط روش Q_{TBM} مقایسه شده است.

کلید واژه ها: نرخ نفوذ، روش Q_{TBM}، عملکرد TBM ، تونل

Predicting of TBM performance in rock mass boring of Karaj-Tehran tunnel (Lot-2) using Q_{TBM}

Abstract:

The history of tunnel boring by TBM is about 50 years. Regarding high cost of tunnel boring, the performance investigation is a most important problem. In this paper, predicting of TBM performance for lot-2 of Karaj-Tehran tunnel base on Q_{TBM} is studied. The Q_{TBM} method is started by Q and is completed by interaction between rock mass and boring machine. The Q_{TBM} parameters are designed in order to estimate of TBM advancing and penetration rate. Base on available data from Karaj-Tehran tunnel route, Q_{TBM} parameters were determined and then penetration rate was predicted for different zones of tunnel. Base on results, the maximum and minimum of penetration rates were in CZ and MO zones, respectively. Also, the measured penetration rates on the field and predicted penetration rates using Q_{TBM} were compared.

Keywords: Penetration rate, Q_{TBM} method, TBM performance, tunnel

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه

امروزه استفاده از روش هاي حفر مکانیزه تونل ها کاربرد وسيعي در سطح جهان یافته است. در کشور ما نیز تجربه های محدود و بعضاً موفق و یا ناموفقی در استفاده از این روشها بوده است. با توجه به روند رو به افزایش تونل هاي در حال مطالعه و یا در حال اجرا و با کاربردهایی مانند انتقال آب، متروی شهری در داخل کشور و همچنین اهمیت مدت زمان اجرا در این پروژه ها، استفاده از روش مکانیزه اهمیت ویژه ای یافته است[۲]. به دلیل مشکلات کمبود آب، پروژه انتقال آب به تهران از سد امیرکبیر طراحی و در حال اجرا می باشد. مهمترین بخش این پروژه احداث تونلی بلند به طول حدود ۳۰ کیلومتر می باشد که قرار است در دو قطعه مجزا اجرا گردد. قطعه اول از بخش ET به K" و قطعه دوم از محل K" تا تصفیه خانه اجرا خواهد شد. به عبارت دیگر پرتال"K محل اتصال دو قطعه می باشد(شکل۱). لازم به یاد آوری است که در محل K" علاوه بر ترانشه پرتال، بخش نهایی قطعه اول تونل و همچنین بخش ابتدایی قطعه دوم به صورت سنتی حفاری می‌گردد[۵]. قطعه دوم تونل انتقال آب از سد امیرکبیر به تصفیه خانه شماره ۶ تهران از

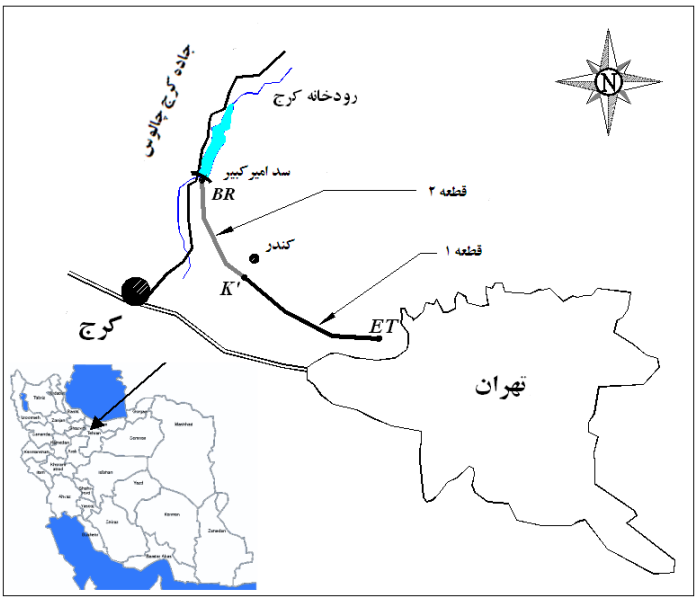
حوالی روستای کندر در شمال کرج تا بند تنظیمی سد امیرکبیر که در خوزنکلا واقع گردیده است، ادامه دارد[۵].

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

ازنظر جغرافیایی گستره مورد بررسی در شمال تهران قرار گرفته است و جزء نواحی کوهستانی جنوب رشته کوه البرز به حساب می آید. جهت دسترسی به مسیر تونل از جاده های فرعی منشعب از جاده چالوس می توان استفاده کرد که در چند محل با مسیر تونل برخورد می نماید. به منظور انجام پیمایش های زمین شناسی مسیر از جاده های فرعی زیر استفاده شده است [۶]:
۱.جاده ای از ابتدای جاده چالوس پس از میدان امیرکبیر به سمت خاور منشعب می شود.

۲.جاده روستای ارنگه

۳.جاده روستای خوزنکلا



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی تونل انتقال آب کرج – تهران[٤]

زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

گستره مورد بررسی بخشی از رشته کوه البرز می باشد. رشته کوه البرز در شمال ایران کمان مرتفعی است که از رشته کوه تالش در باختر تا کپه داغ در خاور گسترده شده است. بنا به نظر Alavi (1996) این رشته کوه بخشی از رشته کوه های آلپ هیمالیا محسوب می‌شود[نقل از ۶]. رشته کوه البرز از نظر چینه شناسی و زمین ساخت ویژگی یکنواختی نداشته و از این رو در راستای خود به سه قطعه به نام‌های البرز شرقی، البرز مرکزی و البرز غربی تقسیم شده است. از دیدگاه زمین شناختی، محدوده تونل در دامنه جنوبي البرز مرکزي قرار دارد. البرز مرکزي يك ايالت ساختاري با ويژگي‌هاي منحصر به فرد و پيچيده است كه در بخش جنوبي آن پهنه كرج-سولقان قرار دارد [۵]. این پهنه متعلق به زون ترشیاری جنوبی است و از دیدگاه چینه‌شناسي در برگيرنده مجموعه‌هاي رسوبي مختلفي از سازند كرج به سن ائوسن پسين تا مياني است [7]. سازند کرج در مسیر تونل به چهار بخش توف میانی، شیل آسارا، توف بالایی و شیل کندوان تقسیم می‌شود که هر بخش واحدهای سنگی مشخصی دارد. از نظر سنگ شناسی واحدهای سنگی مسیر تونل شامل تناوب‌هايي از توف، ماسه‌سنگ، سیلت‌استون، گدازه و آگلومرا است که در قالب طبقات رسوبی چین‌خورده دیده می‌شوند [۵]

واحد های زمین شناسی مهندسی مسیر تونل

واحدهای تشکیل دهنده مسیر تونل با توجه به ویژگی های متفاوت لیتولوژیک لایه ها، تفاوت های ساختاری و ویژگی های ژئومکانیکی واحدها به بخش های مختلف تفکیک گردیده اند. بر همین اساس مجموعه های لیتولوژیکی متفاوتی مورد شناسایی قرار گرفته است. بر همین اساس مجموعه لیتوژیکی شناسایی شده در مسیر تونل در جدول ۱ نمایش داده شده است[۵].

جدول ۱: مجموعه لیتوژیکی شناسایی شده در مسیر تونل[۵]

ردیف	واحد زمین شناسی مهندسی	واحد چینه شناسی	رده پایداری و توصیف	لیتولوژی
۱	DIO	E^{mc}	بلوکی، بلوکهای با اندازه ۰/۱۶۴ متر مکعب ، دارای سه دسته درزه هوازدگی کم ، کاملاً پایدار	دیوریت
۲	GA	E^{mv}	بلوکی ، بلوکهای با اندازه ۰/۱۶۴ متر مکعب ، دارای سه دسته درزه هوازدگی کم ، کاملاً پایدار	گابرو
۳	LCT	E_3^{cr}	لایه لایه ، بلوکهای با اندازهه ۰/۰۱۵۸ متر مکعب ، دارای چهار دسته درزه هوازدگی متوسط ، ناپایداری موضعی	توف کریستالی خرده سنگی
۴	AL	E_3^{cr}	لایه لایه ، بلوک های با اندازه ۰/۰۱۵۸ متر مکعب ، دارای چهار دسته درزه هوازدگی متوسط ، ناپایداری موضعی	خاکستر توف و توف خرده سنگی
۵	LL	E_4^{sh}	بلوکی، بلوکهای با اندازه ۰/۰۶۱ متر مکعب ، دارای سه دسته درزه هوازدگی کم ، کاملاً پایدار	توف خرده سنگی و توف لاپیلی
۶	LT	E_4^{sh}	بلوکی، بلوکهای با اندازه ۰/۰۴ متر مکعب ، دارای چهار دسته درزه هوازدگی کم ، کاملاً پایدار	توف لاپیلی
۷	BG	E_4^{sh}	بلوکی، بلوکهای با اندازه ۰/۰۶۱ متر مکعب ، دارای چهار دسته درزه هوازدگی کم ، کاملاً پایدار	برش حاوی قلوه های گابرویی
۸	LC	E_3^{s}	بلوکی، بلوکهای با اندازه ۰/۰۴ متر مکعب ، دارای سه دسته درزه هوازدگی کم ، کاملاً پایدار	توف خرده سنگی
۹	LA	E_3^{ss}	بلوکی، بلوکهای با اندازه ۰/۰۹۳ متر مکعب ، دارای چهار دسته درزه هوازدگی کم ، کاملاً پایدار	توف خرده سنگی و خاکستر توف
۱۰	MLT	E_4^{cr}	لایه لایه ، بلوک های با اندازه ۰/۰۴ متر مکعب ، دارای سه دسته درزه هوازدگی متوسط ، ناپایداری موضعی	توف لاپیلی توده ای
۱۱	MO	O^{m}	بلوکی، بلوکهای با اندازه ۰/۷۲ متر مکعب ، دارای دو دسته درزه هوازدگی کم ، کاملاً پایدار	مونزودیوریت
۱۲	GT	E_4^{cr}	لایه لایه ، بلوک های با اندازه ۰/۰۶۱ متر مکعب ، دارای سه دسته درزه هوازدگی متوسط ، تقریباً ناپایدار	توف خاکستری
۱۳	LLT	E_4^{cs}	بلوکی، بلوکهای با اندازه ۰/۷۲ متر مکعب ، دارای سه دسته درزه هوازدگی کم ، کاملاً پایدار	توف لاپیلی خرده سنگی
۱۴	AT	E_3^{ss}	لایه لایه ، بلوک های با اندازه ۰/۰۰۸۴ متر مکعب ، دارای چهار دسته درزه هوازدگی متوسط ، ناپایداری موضعی	خاکستر توف
۱۵	CT	E_3^{cs}	بلوکی، بلوکهای با اندازه ۰/۷۲ متر مکعب ، دارای سه دسته درزه هوازدگی کم ، کاملاً پایدار	توف کرم رنگ
۱۶	GLT	E_3^{ss} E_3^{cs}	لایه لایه ، بلوک های با اندازه ۰/۱۶۴ متر مکعب ، دارای سه دسته درزه هوازدگی متوسط ، ناپایداری موضعی	توف خرده سنگی خاکستری
۱۷	TU	E_3^{cs}	لایه لایه ، بلوک های با اندازه ۰/۰۰۹۹ متر مکعب ، دارای چهار دسته درزه هوازدگی متوسط ، ناپایداری موضعی	توف سبز و کرمی
۱۸	ALT	E_3^{cr}	لایه لایه ، بلوک های با اندازه ۰/۰۴ متر مکعب ، دارای چهار دسته درزه هوازدگی متوسط ، ناپایداری موضعی	خاکستر توف و توف خرده سنگی
۱۹	FZ	E_3^{cr} E_3^{ss}	لایه لایه ، بلوک های با اندازه ۰/۰۰۹۵ متر مکعب ، دارای چهار دسته درزه هوازدگی متوسط ، ناپایدار	بسته به واحد میزبان متفاوت است
۲۰	CZ	بسته به واحد میزبان چینه شناسی آن متفاوت است	لایه لایه ، بلوک های با اندازه ۰/۰۰۳۶ متر مکعب ، دارای چهار دسته درزه هوازدگی متوسط ، ناپایدار	بسته به واحد میزبان متفاوت است

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق

رده بندي Q بر مبناي تونل هايي كه توسط آتشباري حفر شده اند در سال ۱۹۷٤ توسط بارتن و همكارانش پيشنهاد شده است. در حال حاضر اين رده بندي توده سنگها را به شش رده تقسيم مي كند. مقدار Q از ۰/۰۰۱ در سنگهاي لهيده و رس دار تا ۱۰۰۰ در سنگهاي سخت و بدون درزه متغير است. روش Q_{TBM} در سال ۲۰۰۰ توسط بارتن، با استفاده از تحليل ۱٤٥ تونل ارائه گرديد[۱]. نامبرده در رابطه اصلي روش Q اصلاحاتي به شرح زير انجام داد[۳]:

$$Q = (RQD/J_n)\times(J_r/J_a)\times(J_w/SRF) \qquad (۱)$$

$$Q_{TBM} = (RQD_o/J_n)\times(J_r/J_a)\times(J_w/SRF)\times(SIGMA/(F^{10}/20^9))\times(20/CLI)\times(q/20)\times(\sigma_\theta/5) \qquad (۲)$$

كه در آن:
RQD_O = شاخص كيفي توده سنگ در جهت محور تونل
Jn= عدد مربوط به دسته درزه ها
Jr = عدد مربوط به زبري سطح درزه ها
Ja = عدد مربوط به دگرساني سطح درزه ها
Jw = عدد مربوط به وضعيت آب درزه ها
SRF = ضريب كاهش تنش
F = نيروي رانش متوسط (tnf)
SIGMA = مقاومت فشاري (يا كششي) توده سنگ (با توجه به شرايط درزه ها)
CLI = شاخص عمر تيغه
q = درصد كوارتز
σ_θ = تنش مماسي دو بعدي وارد بر جبهه كار كه براي عمق ۱۰۰ متر نرمال شده است.

پارامتر σ_θ از جنس تنشهاي حول ديواره استوانه اي تونل مي باشد و بستگي زيادي به K (نسبت بين تنشهاي افقي و قائم زمين) دارد. اين پارامتر براي ديواره جبهه كار فضاهاي زير زميني از رابطه زير بدست مي آيد[8]:

$$\sigma_\theta = (3-K)\sigma_V \qquad (۳)$$

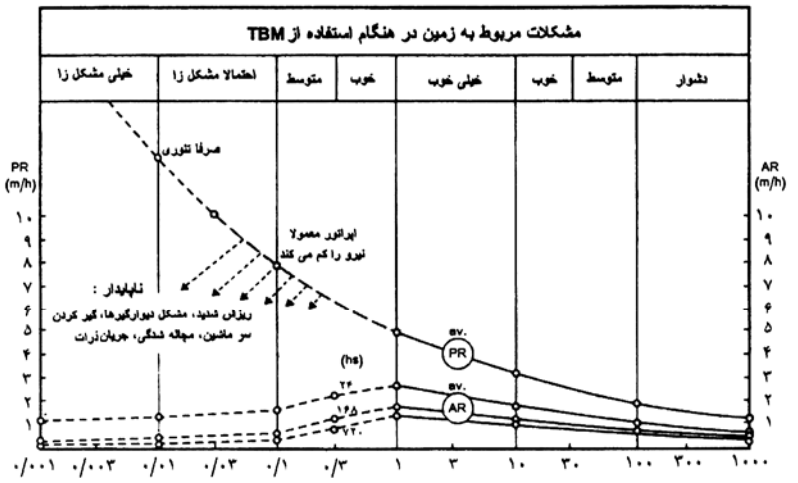
كه در آن σ_V تنش عمودي است كه تابع عمق تونل و وزن واحد حجم سنگها مي باشد.
مقاومت توده سنگ از روي مقدار Q و وزن واحد حجم سنگ تخمين زده مي شود[۳].

$$SIGMA_{cm} = 5\gamma Q_C^{1/3} \rightarrow Q_{C=}Q_O\times\frac{\sigma_C}{100} \qquad (٤)$$

$$SIGMA_{tm} = 5\gamma Q_t^{1/3} \rightarrow Q_t = Q_O\times\frac{I_{50}}{4} \qquad (٥)$$

Q_C = براي زماني است كه عمليات حفاري بر مقاومت فشاري غلبه نمايد (جهت داري نامناسب درزه براي حفاري)
Q_t = براي زماني است كه عمليات حفاري بر مقاومت كششي غلبه نمايد (جهت داري مناسب درزه براي حفاري)
γ = وزن واحد حجم بر حسب گرم بر سانتي متر مكعب
σ_C = مقاومت فشاري سنگ بكر
Q_O = شاخص تونلسازي بارتن در امتداد محور تونل
I_{50} = شاخص مقاومت بار نقطه اي
با توجه به بررسي هاي به عمل آمده بارتن [۳] رابطه Q_{TBM} و نرخ نفوذ و نرخ پيشروي را به صورت نمودار شكل ۲ ارائه نموده است.

◇◇◇◇◇◇◇



$$Q_{TBM} = \left[\frac{RQD_o}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF} \times \frac{SIGMA}{F} \right]$$

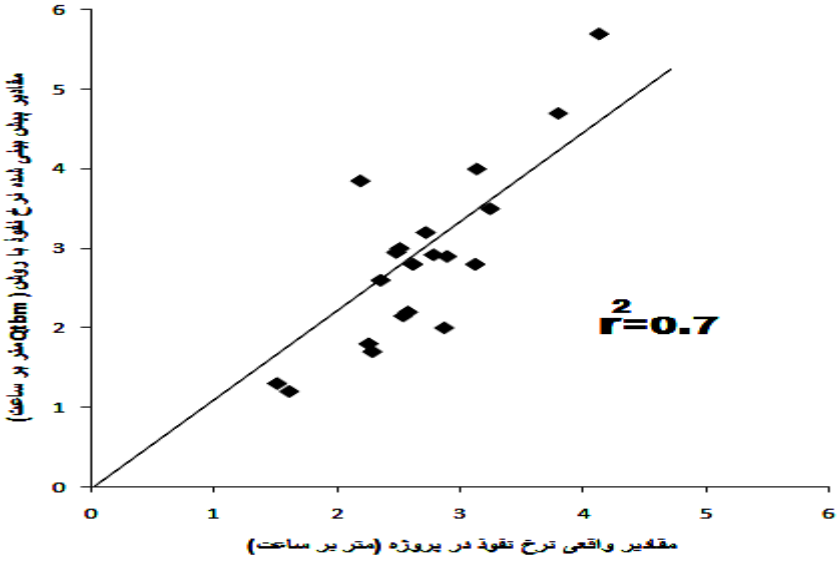
شکل ۲: نمودار رابطه بین Q_{TBM} و نرخ نفوذ و پیشروي [۳]

نتایج

در این بخش با توجه به اطلاعات موجود از قطعه دوم تونل انتقال آب کرج – تهران با استفاده از مدل Q_{TBM} نرخ نفوذ محاسبه گردیده است که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج حاصل از مقایسه نرخ نفوذ واقعی و پیش بینی شده

با توجه به موجود بدون مقادیر واقعی نرخ نفوذ در این پژوهش، حال به مقایسه نتایج واقعی نرخ نفوذ و مقادیر محاسبه شده با روش Q_{TBM} پرداخته می شود. شکل ۳ نتیجه این مقایسه را نشان می دهد.



شکل۳:مقایسه بین نرخ نفوذ واقعی و نرخ نفوذ محاسبه شده با روش Q_{TBM}

جدول۲: پارامترها و نتایج حاصل از مدل Q_{TBM} در واحدهای زمین شناسی مهندسی مسیر تونل مورد مطالعه

ردیف	واحدهای زمین شناسی مهندسی	Q_0	SIGMA	F	CLI	q	σ_θ	Q_{TBM}	نرخ نفوذ (متر بر ساعت)	نرخ پیشروی روزانه
۱	dio	۲۲/۵	۳۹	۱۵	۲۰	۳	۱۷/۸	۴۲۸	۱/۸	۲/۶
۲	ga	۱۷/۵	٤۰	۱۵	۲۳	۰/۵	۱۷/۷	٤۹	۲/۶	۳/۷
۳	lct	۷/۵	۲۲	۱۵	۳۸	۳	۱۸/٤	٤۳	۲/۹	٤/٤
٤	al	۳	۱۷	۱۵	٤۰	۳	۱۰/٦	۷/۳	۳/۵	۵/۸
۵	ll	۷/۵	۲۳	۱۵	۳٦	۳	۱۸/۱	٤۵/۱	۲/۸	٤/۲
٦	lt	۷/۵	۲۲	۱۵	۳۵	۳	۱۳/۳۸	۳٤	۳	٤/۸
۷	bg	۹	۲۲	۱۵	۵۰	۰/۵	۱۳/۵	٤/۹	۴	۵/٤
۸	lc	۷/۵	۲۷	۱۵	۳۵	۳	۲٦	۸۲/۷	۲/۲	۳/۵
۹	la	۷/۵	۱۷	۱۵	۳٦	۳	۲۳/۳۷	٤٤/۷	۲/۸	٤/۳٦
۱۰	mlt	۷/۵	۲۲	۱۵	۳٦	۷/۵	٤۰	۲٤۸	۲	۳/۲۲
۱۱	mo	۴۵	۵۱	۱۵	۳۵	۱/۵	۳۸/۲	۹۷۳	۱/۲	۱/۹۳
۱۲	gt	۷/۵	۱۷	۱۵	۳٦	۲	۲۱	۲۷	۲/۹۵	۳/٤
۱۳	llt	۱۲/۵	۳۱	۱۵	۲۷	۷,۵	۱۹	۳٦٦	۱/۷	۲/۷۳
۱٤	at	۳	۱٦	۱۵	۳۵	۷/۵	۲۲	۳۹	۲/۹۲	۵/۳٤
۱۵	ct	۲۲/۵	۳۸	۱۵	۲۲	۷/۵	۱۸	۹۲۲	۱/۳	۱/۲
۱٦	glt	۷/۵	۲۲	۱۵	۳٦	۲	۱۵	۲٤/۳	۳/۲	٤/٤
۱۷	tu	۷/۵	۲٦	۱۵	۳۰	۷/۵	۱۰	۸۸	۲/۱۵	۳/۱۵
۱۸	alt	۳	۱٦	۱۵	٤۱	۲	۱٦	٦/۹	۳/۸۵	٦/۲
۱۹	fz	۱/۵	۱۲	۱۵	۱۰۰	۳	۲۲	۲/۲٤	۴/۷	۲/۲
۲۰	cz	۰/۷۵	۱۰	۱۵	۱۰۰	۱/۷۵	۲۲	۰/۵۱	۵/۷	۰/۵۱

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري

محاسبات انجام گرفته با روش Q_{TBM} براي قطعه دوم تونل انتقال آب كرج-تهران نشان مي دهد كه در صورت استفاده از ماشين حفاري تمام مقطع مناسب (TBM) كه داراي انرژي لازم براي حفاري توده هاي سنگي مسير باشد بيشترين سرعت نفوذ (PR) براي توده هاي سنگي شديداً خرد شده (CZ) و كمترين آن مربوط به توده نفوذي مونزو ديوريت (زون MO) مي باشد. همان طور كه مشاهده گرديد، همبستگی

مناسبی (r2=0.7) بین نتایج بدست آمده از مقادیر نرخ نفوذ با روش Q_{TBM} مقادیر واقعی نرخ نفوذ در این پژوهش وجود دارد که بیانگر مناسب بودن مدل QTBM برای مسیر مورد مطالعه می باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي

۱. اجل لوئيان، رسول و محمدي، سيد داود (مترجم) (۱۳۸۲) « رده بندي تود سنگ، روشي كاربردي در مهندسي عمران» انتشارات فن آوران، همدان.
۲. آرامش، رسول، شهريار، كوروش و ابراهيمي، محمد علي(۱۳۸۳) « پيش بيني عملكرد دستگاه حفر تمام مقطع TBM در حفاري سنگ سخت با استفاده از روش Q_{TBM} (مطالعه موردي تونل انتقال آب قمرود)» مجموعه مقالات دومين كنفرانس مكانيک سنگ ايران، دانشگاه تربيت مدرس، تهران.
۳. صالح زاده، حسين (مترجم) (۱۳۸۲) « تونلسازي در سنگهاي درزه دار و گسله (با بكار گيري TBM)» انتشارات دانشگاه علم و صنعت ايران، تهران.
۴. فروغ، ا.، ترابی، ر.، رمضان زاده، ا.، S. Yagiz. ۱۳۹۰. تاثیر شرایط توده‌سنگ بر توقفات TBM در تونل انتقال آب کرج، نخستین همایش آسیایی و نهمین همایش ملی تونل.
۵. مؤسسه مهندسین مشاور ساحل(۱۳۸۸)،گزارش زمین شناسی مهندسی قطعه دوم تونل انتقال آب کرج-تهران.
۶. مؤسسه مهندسین مشاور ساحل(۱۳۸۸)،گزارش زمین شناسی و لرزه زمین ساخت قطعه دوم تونل انتقال آب کرج-تهران.

◇◇◇◇◇◇◇

References

7. Gansser, A., Huber, H. (1962). Geological Observation in the Central Elburz, Iran, Schweizerische Mineralogische Und Petrographische Mitteilungen, 42 pages.

8. Goodman, R.E (1989) " Introduction to Rock Mechanics" John Wiley & Sons , New York.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

تاثیر ناهمسانگردی بر نسبت تنش‌های اصلی در سنگهای شیستی

رضا زاهدی ، دانشجوی کارشناسی ارشد ، دانشگاه تربیت مدرس ، ۰۹۳۷۲۳۹۸۳۷۶ ، rezahedi۱۳٦۸@gmail.com
علی ارومیه‌ای ، دانشیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس ، uromeiea@modares.ac.ir
شهرام مقامی ، دانشجوی کارشناسی ارشد ، دانشگاه تربیت مدرس ، ۰۹۳۰۲۱۹۳۸٤٤ ، sharam.maghami@gmail.com
صدرالله قیاسوند، کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده :

در این پژوهش سعی شده است تا میان ناهمسانگردی سنگ‌های شیستی و رفتار مقاومتی آنها در برابر میدان تنش ارتباطی منطقی ارائه گردد. در این بررسی نسبت تنش‌های اصلی در لحظه شکست به عنوان معیاری برای رفتار مکانیکی سنگ‌ها انتخاب گردید.
از همین رو سه سنگ شیستی از منطقه همدان انتخاب و پس از مغزه گیری، بر روی آنها آزمایش‌های مکانیکی تک محوری و سه محوری انجام گرفت. برای بررسی اثر ناهمسانگردی، مغزه‌ها در چهار زاویه ۰، ۳۰، ٦۰و ۹۰ درجه نسبت به سطوح ناهمسانگردی تهیه شد.
نتایج حاصل از آزمون‌های مقاومتی در سه دسته نمودار مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت و در نهایت یک رابطه ریاضیاتی درجه دوم بدست آمد که نشان دهنده تاثیر زاویه بین محور بارگذاری و سطح ناپیوستگی بر نسبت تنشهای اصلی در سنگ‌های مورد مطالعه است.

کلید واژه ها:(تنش اصلی، ناهمسانگردی، شیست،)

Abstract:

Anisotropy Influence on Principal Stresses Ratio in Schist Rocks

In this paper it tried that present a logical relationship between anisotropy of schist rocks and strength behavior in a stress field. In this investigation the principal stress ratio at rupture time was considered as a criteria of mechanical behavior of rock. Thus three schist rock of Hamadan was selected and then *uniaxial* and *triaxial* tests were carried out on cores. Cores were prepared in four degree ۰, ۳۰, ٦۰ and ۹۰ related by anisotropic surface. Results of this tests presented in three group of diagram and finally obtained a quadratic formula that showing influence of the angle between the loading axis and discontinuities on principal stress ratio in rock.

Keywords :(Principal stresses, Anisotropy, Schist)

مقدمه :

آگاهی از میدان مقاومتی سنگها در برابر تنش‌های برجا و نیز تنش‌های ناشی از سازه‌های عمرانی همواره از دغدغه‌های مهندسین بوده است. یکی از راه‌های مطالعه پایداری سنگ در یک میدان تنش، بررسی شرایط تنش‌های وارده بر سنگ با توجه به رابطه مور-کولمب و دوایر مور می‌باشد. بر بنای این قانون هرگاه اختلاف تنش‌های اصلی وارد بر یک سنگ، آنقدر بزرگ شود که دایره مور مربوط به آن پوش مور را قطع نماید، آنگاه در سنگ مورد نظر گسیختگی رخ خواهد داد. از همین رو دانستن اختلاف تنش‌های اصلی یا به عبارتی نسبت تنش‌های اصلی به ارزیابی شرایط سنگ کمک خواهد کرد.

از طرفی باید در نظر داشت که در طبیعت سنگ‌ها ناهمسانگرد هستند و در نتیجه رفتار آن‌ها در برابر جهات مختلف بارگذاری متفاوت خواهد بود. به عبارتی زاویه بین ناهمسانگردی و محور بار گذاری در تعیین میزان مقاومت و پایداری سنگ‌های ناهمسانگرد دارای اهمیت بسیاری است. ازجمله ناهمسانگردی‌های مهم و رایج در سنگ‌ها شیستوزیته است.
در این پژوهش سعی خواهد شد ارتباط بین زاویه بار گذاری نسبت به امتداد ناهمسانگرد.ی‌ها و نسبت تنش‌های اصلی بررسی گردد. برای این منظور سه سنگ گارنت شیست، استارولیت شیست و آندالوزیت شیست انتخاب گردید که هر سه سنگ دگرگونی و دارای شیستوزیته مشخص هستند و نیز خواص مکانیکی نزدیک به هم هستند.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

۱- خواص فیزیکی سنگ‌ها
ابتدا برخی خواص فیزیکی و سنگ‌ها از جمله تخلخل، میزان جذب آب، وزن واحد حجم خشک و اشباع و وزن مخصوص ذرات جامد اندازه گیری شد تا بتوان برآورد اولیه‌ای از خصوصیات فیزیکی سنگ‌ها بدست آورد. این اندازه‌گیری‌ها برای هر سنگ بر روی ۱۰نمونه انجام گرفت که میانگین نتایج در جدول ۱ آمده است.

۲- آزمون تک محوری
در این مرحله ابتدا از نمونه‌ها مغزه گیری شد. به این صورت که در هر سنگ در چهار زاویه نسبت به شیستوزیته مغزه تهیه شد($\beta = 0$ ،$\beta = 30$ ،$\beta = 60$ ،$\beta = 90$). نمونه ها به صورت استوانه‌های با نسبت طول به قطر ۲ تهیه شدند. سرعت بارگذاری به گونه‌ای تنظیم شد که شکست طی ۵ تا ۱۰ دقیقه طورت بگیرد.
سپس در هر امتداد β یک بار آزمون تک محوری انجام شد و نتایج حاصل از آن در جدول ۲ آمده است.

۳- انجام آزمای سه محوری
همچنین برای هر β، آزمون سه محوری با سه σ_3 مختلف(۵، ۱۰ و ۲۰ مگاپاسکال) انجام شد. و نتایج در جدول ۳ آورده شده. همانطور که مشاهده می‌شود در هر β با افزایش σ_3 مقدار σ_1 افزایش می‌یابد.

جدول ۱ – میانگین مقادیر ویژگی‌های فیزیکی حاصل از انجام ۱۰ آزمایش بر روی هر یک از نمونه‌ها

ویژگی‌های فیزیکی						
نام سنگ	میزان جذب آب(درصد)	نسبت پوکی(e)	تخلخل (درصد)	وزن واحد حجم خشک (g/cm^3)	وزن واحد حجم اشباع (g/cm^3)	G_s
گارنت شیست	۰.٤١	۰.۰۱۱	۱.۱٤	۲.۷٥	۲.۷٦	۲.۸۳
استارولیت شیست	۰.۳۲	۰.۰۰۹	۰.۸۹	۲.۷۷	۲.۸۷	۲.۸٥
آندالوزیت شیست	۰.٥۹	۰.۰۱٦	۱.٤۹	۲.۷۱	۲.۷۳	۲.۷۹

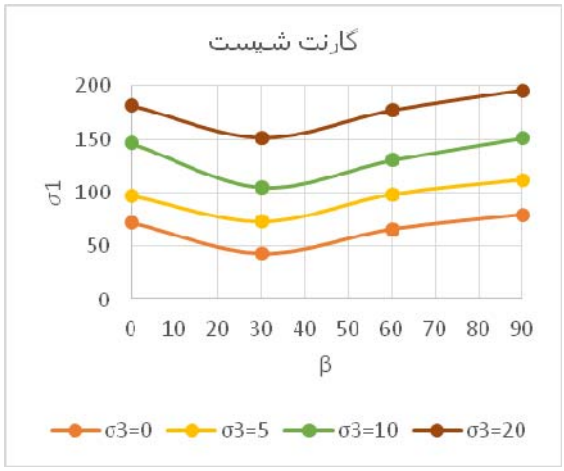
جدول ۲ – میانگین مقادیر مقاومهای فشاری تک محوری برای حالت‌های خشک و اشباع

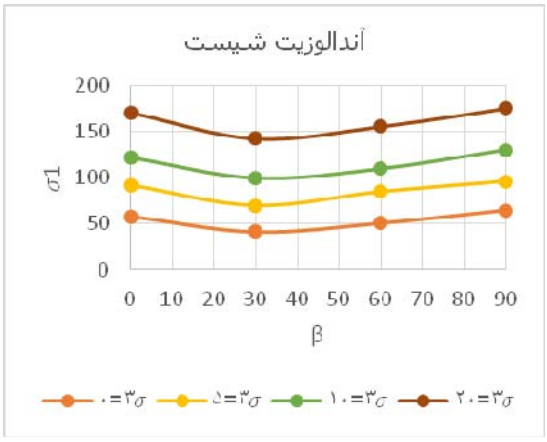
	زاویه سطح ضعف نسبت به محور مغزه (β)	مقاومت فشاری تک محوری (MPa) حالت خشک
گارنت شیست	β = ۰	۷۲
	β = ۳۰	۴۳.۳
	β = ۶۰	۶۵.۹
	β = ۹۰	۷۹.۴
استارولیت شیست	β = ۰	۸۶.۴
	β = ۳۰	۶۲.۵
	β = ۶۰	۸۱.۳
	β = ۹۰	۱۰۸
آندالوزیت شیست	β = ۰	۵۸
	β = ۳۰	۴۱.۷
	β = ۶۰	۵۱
	β = ۹۰	۶۴.۵

جدول ۳ – نتایج آزمون سه محوری به تفکیک زاویه β و مقدار تنش جانبی(σ_3).

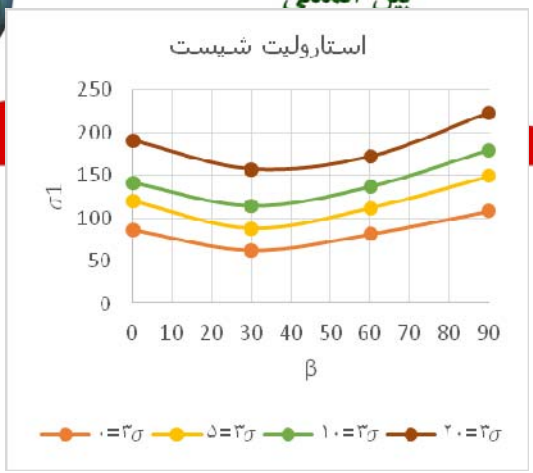
زاویه β	فشار جانبی (σ_3)	مقاومت فشاری سنگ (σ_1) گارنت شیست	مقاومت فشاری سنگ (σ_1) استارولیت شیست	مقاومت فشاری سنگ (σ_1) آندالوزیت شیست
۰	۵	۱۲۰.۱	۹۷.۱	۹۲
	۱۰	۱۴۱.۱۸	۱۴۶.۵۲	۱۲۲
	۲۰	۱۹۰.۳۸	۱۸۱.۲۹	۱۷۱.۴
۳۰	۵	۸۷.۹۵	۷۲.۹۲	۷۰.۲۷
	۱۰	۱۱۴.۱۵	۱۰۴.۸	۱۰۰.۳۳
	۲۰	۱۵۶.۹۲	۱۵۱.۳۵	۱۴۳
۶۰	۵	۱۱۲	۹۸.۳۵	۸۵.۱۱
	۱۰	۱۳۶.۶۳	۱۳۰.۴	۱۱۰.۱۶
	۲۰	۱۷۱.۷	۱۷۶.۷۸	۱۵۶.۲
۹۰	۵	۱۴۹.۲	۱۱۲.۲۵	۹۶.۱۷
	۱۰	۱۷۹.۳۷	۱۵۱.۰۸	۱۳۰.۲۲
	۲۰	۲۲۳.۰۶	۱۹۵.۴۱	۱۷۵.۸۹

تغییر تنش محوری با توجه به جهت بار گذاری در تنش‌های همه جانبه مشـخص را مـی‌تـوان در شـکل (۱)





دید.

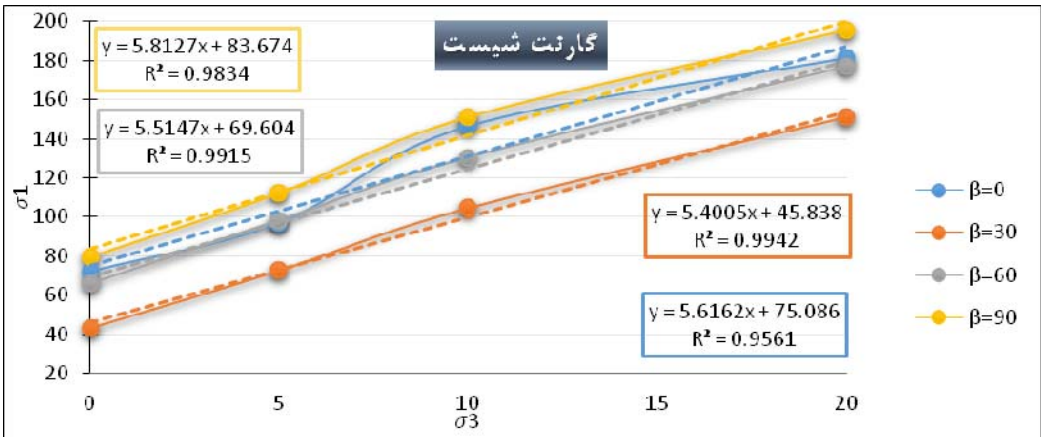


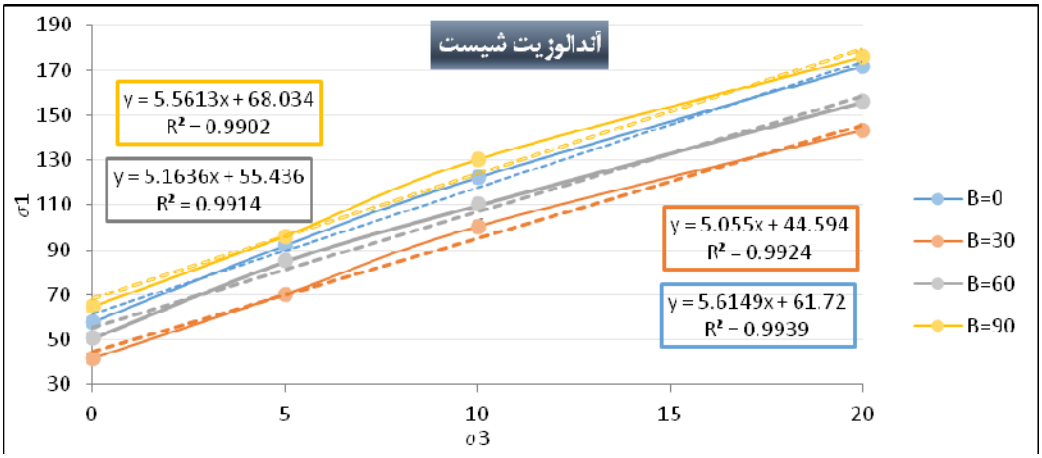
شکل (۱)

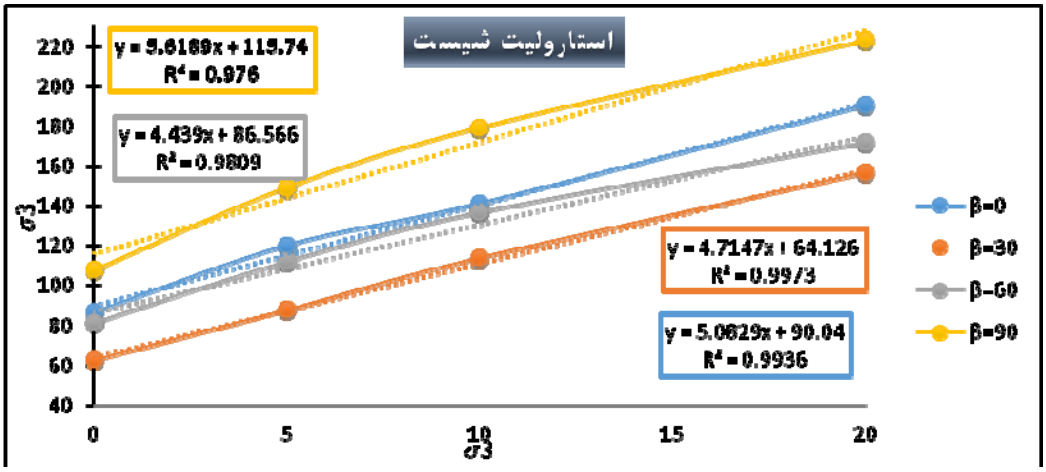
نمودار $\sigma_1 - \sigma_3$ در هر β برای هر سه سنگ رسم شده که در شکل ۲ نمایش داده شده اند. سپس رگرسیون خطی تمام نمودارها با خطای کمتر از ۰.۰۵ تعیین گردید. شیب این رگرسیون بیانگر تاثیر زاویه ناهمسانگردی نسبت به محور بارگذاری بر نسبت تنش‌های اصلی می‌باشد.

در نهایت نمودار $\sigma_1/\sigma_3 - \beta$ برای سنگ‌ها بدست آمد(شکل ۳). این نمودارها تاثیر جهت ناهمسانگردی بر رفتار مکانیکی سنگ‌های مورد مطالعه را به خوبی نشان می‌دهد.

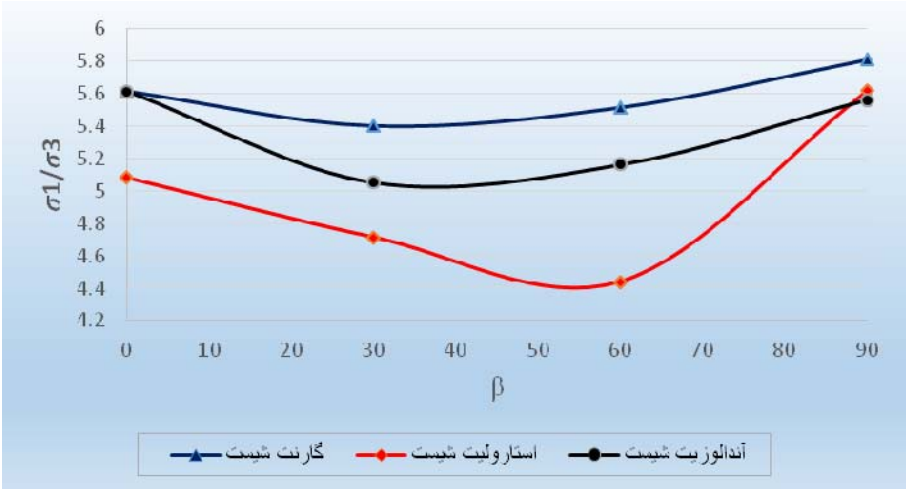
برای اینکه بتوانیم یک برداشت کلی و جامع از تاثیر زاویه ناهمسانگردی بر رفتار مکانیکی سنگ‌ها داشته باشیم، با پذیرش تقریب حاصله، از سه نمودار شکل (۳) میانگین‌گیری شد که نتیجه آن نمودار شکل (٤) می‌باشد. این نمودار امکان داشتن یک نگاه کلی بر اثرگذاری ناهمسانگردی بر رفتار مقاومتی سنگ را بدست می‌دهد.



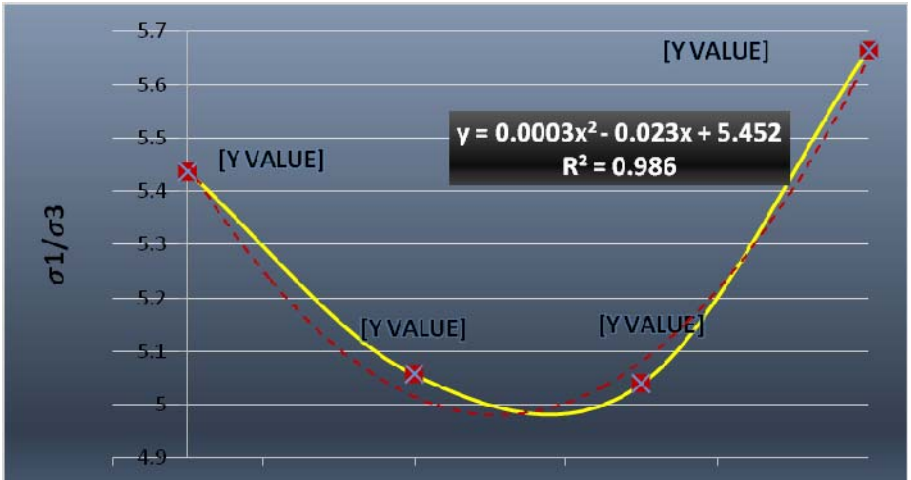



استارولیت شیست
y = 5.6189x + 119.74
R² = 0.976
y = 4.439x + 86.566
R² = 0.9809
y = 4.7147x + 64.126
R² = 0.9973
y = 5.0829x + 90.04
R² = 0.9936
β=0
β=30
β=60
β=90
σ3
σ3

شکل (۲)


σ1/σ3
β
گارنت شیست
استارولیت شیست
آندالوزیت شیست

شکل (۳)


[Y VALUE]
y = 0.0003x² - 0.023x + 5.452
R² = 0.986
[Y VALUE]
[Y VALUE]
[Y VALUE]
σ1/σ3

شکل(٤)

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

۱- در تمام نمونه‌ها مقاومت سنگ در حالت $\beta = 30$ کمترین و در $\beta = 90$ بیشترین مقدار را دارد.
۲- تقریبا در تمام زوایا، $\sigma_3 = 10\ MPa$ بیشترین تاثیر را بر σ_1 می‌گذارد. لذا در این تنش همه جانبه تغییر بارزی را در روند نمودارهای σ_1 σ_3 مشاهده می‌شود.

۳- در گارنت شیست، در تنش همه جانبه MPa ٥ مقاومت سنگ در حالت $\beta = 0$ کوچتر از حالت $\beta = 60$ است.

٤- تاثیر زاویه بین محور بارگذاری و راستای ناهمسانگردی بر نسبت تنش‌های اصلی در استارولیت شیست بارزتر از دو سنگ دیگر است. ولی رفتار گارنت شیست و آندالوزیت شیست شباهت بیشتری به هم دارند.

٥- رابطه درجه دوم نمودار شکل (٤) توانایی پیش‌بینی تقریبی از تاثیر β بر نسبت تنش‌های اصلی در سنگهای شیستی مورد مطالعه را دارد.

$$\sigma 1/\sigma 3 = ۰.۰۰۰۳\beta^{۲} - ۰.۰۲۳\beta + ۵.٤٥۲$$

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

از همسر مهربانم بابت حمایت‌های بی دریغشان نهایت سپاسگذاری را دارم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

وفائیان، م.،(۱۳۷۸)، "خواص مهندسی سنگ‌ها"، چاپ سوم، تعداد صفحات ٤۲٤، انتشارات ارکان دانش، تهران.

قیاسوند، ص.، (۱۳۷۸)، "ناهمسانگردی رفتار مکانیکی در سنگهای شیستی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، تربیت مدرس، تهران.

فرحپور، م.م.، (۱۳۷٦)، "تحلیل پتروفابریکی سنگهای دگرگونی ناحیه شرق باتولیت همدان"، پایان نامه کارشناسی ارشد، تربیت مدرس، تهران.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Pan, Z.P., Feng, X.T., Hudson, J.A., ۲۰۱۲. *"The influence of the intermediate principal stress on rock failure behaviour ", Engineering Geology*, ۱۲٤, p. ۱۰۹-۱۱۸.

Naseri, M.H.,Rao, K.S., Ramamuty,T., ۱۹۹٦. "*Prediction of anisotropicresponses of strength and deformation of schists"*, Proc. ISRM, Int. Symposium, Balkema, Rotterdam, ۲۵-۳۲.

Wang, Z.J., Lou, y., ۲۰۱۲. "*Effects of initial deviatoric stress ratios on dynamic shear modulus and damping ratio of undisturbed loess in China"*, Engineering Geology, ۱٤۳–۱٤٤, p. ٤۳-۵۰

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

تاثیر هوازدگی و دگرسانی بر کاهش مقاومت برشی و ناپایداری زمین‌لغزش گردنه صائین

فرهاد شهیدی، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۰۲۱۸۲۸۸٤٤۷۰،
f.shahidi@live.com
غلامرضا شعاعی، استادیار گروه زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۰۲۱۸۲۸۸۴۷۷۳، shoaei@modares.ac.ir
مصطفی محمدی واوسری، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۰۲۱۸۲۸۸۴۴۷۰،
mfmdvr@yahoo.com

چکیده :

هوازدگی و دگرسانی هیدروترمال در دامنه‌های اطراف کوه آتشفشانی سبلان، سنگ‌های منطقه را به مواد ضعیف و احتمالا غنی از رس تجزیه کرده است. این فرآیند در دیگر آتشفشان‌ها نیز مشاهده شده است. اگرچه عوامل مهمی مانند زمین‌ریخت‌شناسی دیرین، شیب ملایمی که موجب تجمع مواد شده است، و سرانجام نوسانات منطقه‌ای سطح آب زیرزمینی در ممکن است تاثیر گذاشته باشند، اما وجود لایه کلیدی که توف لیتیک کریستالی است نیز در وقوع لغزش موثر بوده است. بنابراین، تحقیقی براساس مدلسازی در نظر گرفته شده که به بررسی این عامل مهم می‌پردازد. نیمرخ زمین‌لغزش و خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی مواد به مدل‌ها وارد شدند. در نهایت، نتایج این مطالعه نشان دادند که توف نقش تعیین کننده‌ای در ناپایداری بازی می‌کند و ضریب اطمینان در روش تعادل حدی از ۰/۷۶ به ۱/۱ افزایش می‌یابد. همچنین، روش اجرای محدود نیز نتیجه مشابهی را به تصویر می‌کشد. هدف از این مطالعه نشان دادن ارتباط بین ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی که احتمالا حاصل از هوازدگی گسترده و دگرسانی هیدروترمال هستند، و حرکت دامنه‌ای در سنگ‌های زمین‌لغزش گردنه صائین است.

کلید واژه ها: زمین‌لغزش، دگرسانی و هوازدگی، شبیه‌سازی، گردنه صائین

Abstract:

The effect of weathering and hydrothermal alteration on decrease of shear strength and instability in the Saein Strait landslide

Wethering and hydrothermal alteration in the flank regions of Sabalan volcanic Mountain, has decomposed volcanic rocks to weak, Probably clay-rich soils. This process has observed at other volcanoes. Although the main factors which might affect the instability of this particular slope are paleo-geomorphology, gentle slope to cause the accumulation of the material, and finally the regionally affected groundwater level fluctuations, significant layer that is crystalline lithic tuff has influenced in landslide, too. So, a research was planned based on the modeling to identify the main factors affecting the stability of this slope. Landslide profile and engineering geological properties of materials were applied in the numerical models. Finally, the results of this study, showed that tuff plays a crucial role in instability and FS in the limit equilibrium method increased from 0.76 to 1.1 in the absence of the mentioned layer. Also, the finite element method illustrates a similar result. The purpose of this study is demonstrating the association between engineering geology features that presumably is the result of extensive weathering and hydrothermal alteration, and mass movement in crystalline rocks of Saein Strait landslide.

Keywords : Landslide, Alteration and Weathering, Simulation, Saein Strait

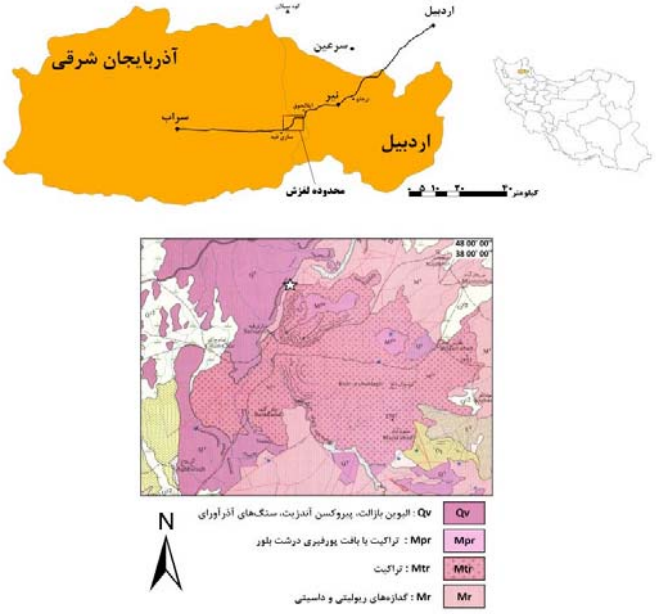
مقدمه :

زمین‌لغزش‌های مخرب و بزرگ، در اغلب آتشفشان‌های لایه‌ای شناسایی شده‌اند (Siebert, 1984). مکانیک اینگونه وقایع بخوبی شناخته نشده است، اما این موضوع مورد بحث است که توده‌های سنگ آتشفشانی عموما سخت بوده و بدون وجود عوامل ناپایدارساز مهم اجازه این قبیل رخدادها را نمی‌دهند (del Porto and Hurlimann, 2008). اغلب داده‌های منتشر شده در مورد خصوصیات ژئوتکنیکی خاک‌های برجای آتشفشانی به نهشته‌های تفرا که در آب و هوای حاره‌ای و در غیاب سیستم‌های هیدروترمال، هوازده شده‌اند، مربوط می‌شود (del Porto and Hurlimann, 2009). البته هوازدگی یک فرآیند است که در بیشتر از یک دوره زمانی شرکت دارد و از نظر بزرگی تاثیر، چندین مرتبه طولانی‌تر از دگرسانی هیدروترمال مواد آتشفشانی است.
زمین‌لغزش گردنه صائین در دامنه‌های جنوبی کوه آتشفشانی سبلان و در حدفاصل جاده نیر- سراب واقع شده است. عوامل مختلفی در وقوع این زمین‌لغزش نقش داشته‌اند، از آن جمله می‌توان؛ زمین‌ریخت-شناسی دیرین (شهیدی و همکاران، ۱۳۹۲)، بارش (برف و باران) بلند مدت قبل از لغزش و تاثیر بر سطح آب زیرزمینی (شهیدی و شعاعی، ۱۳۹۲)، و فعالیت‌های انسانی را می‌توان نام برد. یکی از عوامل تعیین کننده در افزایش فرسایش و بروز زمین‌لغزش‌ها، فرآیند هوازدگی است (Guzzetta, 1974; Le Pera et al., 2001) که بر روی توده سنگ‌های دامنه‌هایی که بطور گسترده رخنمون دارند، اثر می‌گذارد. همچنین دگرسانی‌های بعدی در مناطق آتشفشانی نیز می‌توانند بر کانی زایی رسی تاثیر گذاشته و از عوامل موثر بر وقوع زمین‌لغزش‌های بزرگ باشند (Hasegawa et al, 2009). در این مطالعه با استفاده از داده-های ژئوتکنیکی (آزمایشگاهی و صحرایی) موجود از لغزش گردنه صائین و از طریق روش‌های عددی تعادل حدی و اجزای محدود به بررسی نقش دگرسانی و هوازدگی در وقوع این لغزش پرداخته شده است. در واقع سعی بر این است تا ارتباط بین خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی و حرکات توده‌ای در سنگ‌های بلورین با هوازدگی عمیق نشان داده شود.

◇◇◇◇◇◇◇

زمین‌شناسی منطقه:

منطقه مورد بررسی در ۴۷ کیلومتری مرکز استان و ۱۲ کیلومتری شهرستان نیر در محور مواصلاتی اردبیل- سراب بین دو روستای ایلانجوق و ساری‌قیه و در گردنه صائین قرار دارد. طول و عرض جغرافیایی این زمین‌لغزش "۳۵ ۵۳ °۴۷ و "۴۳ ۵۸ ۳۷° می‌باشد. این زمین‌لغزش در حاشیه غربی یکی از سرشاخه-های رودخانه بالیخلوچای واقع شده است. این منطقه از نظر زمین‌شناسی قسمتی از زون البرز-آذربایجان بوده و در داخل زون آتشفشانی ترشیر- کواترنر قرار دارد (رجایی م.، ۱۳۸۰). واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه از توف، بازالت، آندزیت، تراکیت و پومیس تشکیل شده‌اند که در برخی مناطق واحدهای کواترنری آن‌ها را پوشانده‌اند. شواهد مورد بررسی حاکی از آن است که سبلان در مرحله پس از فعالیت آتشفشانی خود بوده و شرایط تکتونیک جدید در ناحیه هنوز در جریان است. در دامنه جنوبی سبلان، چشمه‌های گوگردی زیادی وجود دارد که آب آن‌ها در حدود ۴۰ درجه سانتیگراد حرارت دارد و تنها گواه فعالیت آتشفشان سبلان است (درویش زاده ع.، ۱۳۷۴).
سنگ‌هاي پومیس به سن الیگومیوسن قسمت مرکزي و شرق محدوده را پوشانیده است. این سنگ‌ها سست بوده و نسبت به سنگ‌هاي مجاور (آندزیت و بازالت) بیشتر تحت تاثیر فرسایش قرار گرفته‌اند، به طوري که در محل برخورد این سنگ‌ها در دامنه شمالي و در محل زمین‌لغزش یك پرتگاه طویل شکل گرفته است. علت سست بودن آن‌ها نیز مربوط به حفره‌دار بودن و هوازدگي است؛ که موجب ایجاد درز و شکاف در سنگ‌ها می‌شود. بیشترین رخنمون مربوط به سنگ بازالت الیوین‌دار و پیروکسن آندزیت (بالادست لغزش) است. تندشیب مشرف به جاده در محل وقوع لغزش از این سنگ‌ها تشکیل شده است (مددی ع.، ۱۳۸۸). همچنین مطالعه ریخت دانه‌ها و مواد هوازده نشان مي‌دهد که دانه‌ها زاویه‌دار بوده و اثر سایش در روي آن‌ها به چشم نمي‌خورد.

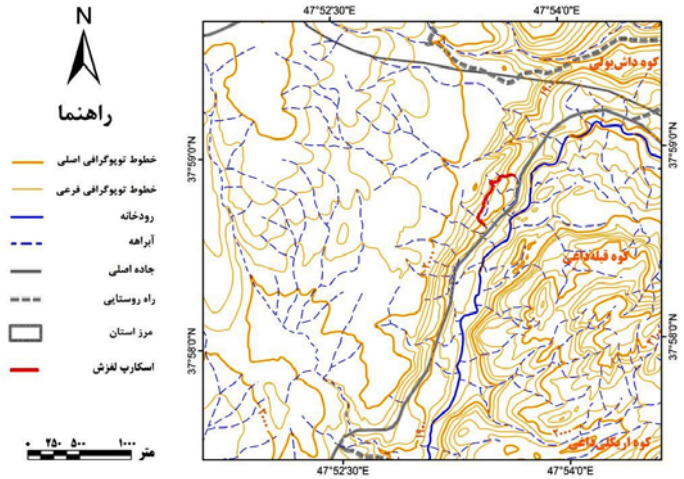


شکل۱- موقعیت زمین‌لغزش گردنه صائین و راه دسترسی بهمراه نقشه ۱:۱۰۰،۰۰۰ واحدهای زمین‌شناسی منطقه (ستاره سفید لغزش را نشان می‌دهد).

◇◇◇◇◇◇◇

آب و هوا و هیدرولوژی:

خصوصیات جغرافیایی و ارتفاع از عوامل مهم تاثیرگذار بر آب و هوا هستند. ارتفاع در منطقه مورد مطالعه در محدوده ۱۸٤۰ تا ۲۱۲٤ متر می‌باشد، بنابراین بر اساس تقسیمات آب و هوایی کوپن-گایگر (Kottek, 2006) نوع آب و هوا، منطقه برفی با تابستان‌های خشک و گرم (Dsb) شناخته شده است. در زمستان، محدوده دمای بین ۱/۵ تا ۹ و در تابستان بین ۱٤ تا ۳۵ تغییر می‌کند. همچنین بیشترین مقادیر بارش باران و برف نیز به ترتیب به زمان وقوع لغزش و زمستان سال قبل مربوز می‌شود. شدت بارندگی در نقاط مختلف حوضه متفاوت است و در نقاط با ارتفاع بالاتر که محل لغزش نیز یکی از آن‌هاست بیشترین مقدار را دارد. شهر سرعین با ارتفاعی مشابه با منطقه مورد مطالعه بیشترین مقدار بارش را که در حدود ٤۸۳ میلی‌متر است، داراست. بیشترین مقدار بارش مربوط به فصل بهار و کمترین آن مربوط به فصل تابستان می‌باشد (شرکت آب منطقه‌ای اردبیل، ۱۳۸۸).

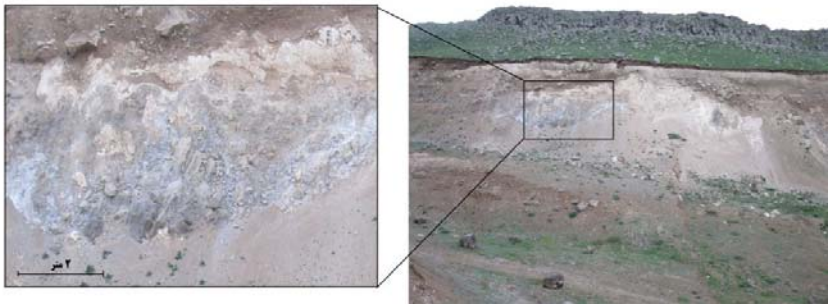


شکل۲- نقشه توپوگرافی و حوضه آبریز منطقه؛ همراه با محدوده لغزش، موقیت رودخانه، و جاده نیر- سراب

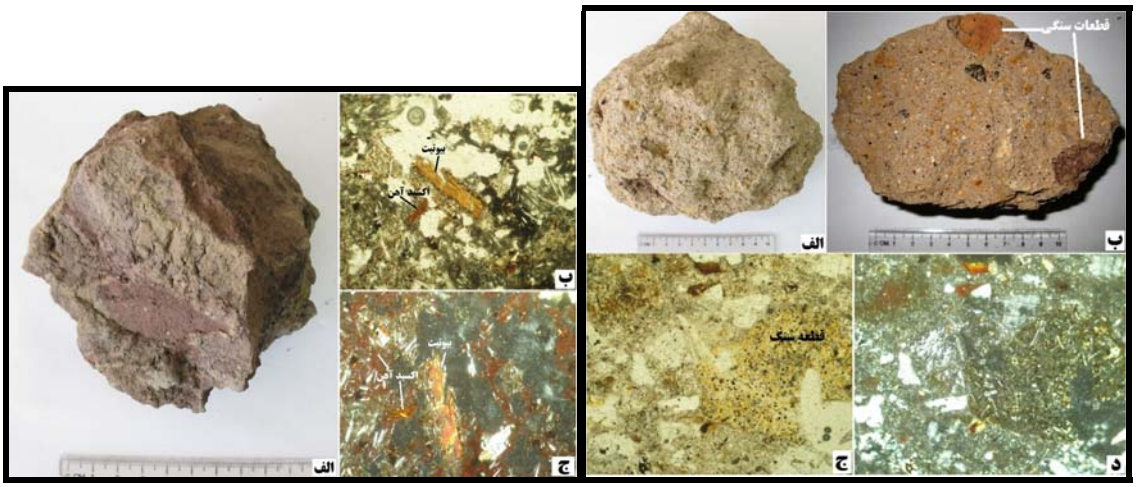
◇◇◇◇◇◇◇

هوازدگی و دگرسانی هیدروترمال در منطقه :

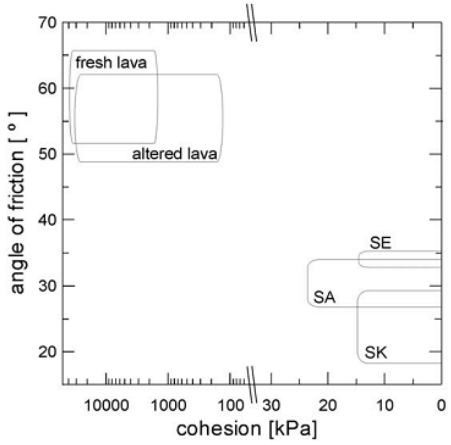
واحدهای سنگی و خاکی منطقه از بالای لغزش تا عمق ۶۰ متری (شهیدی و همکاران، ۱۳۹۲)، شامل سنگ‌های بازالتی و آندزیتی، سنگ‌های هوازده (توف فروجنوس و داسیت)، لایه توف لیتیک کریستالی، و سنگ بستر منطقه (سنگ‌های آتشفشانی اسیدی مانند داسیت و ریولیت) هستند که در اطراف لغزش و پرتگاه اصلی بخوبی قابل مشاهده هستند. این واحدها بطورکلی دچار هوازدگی شده و بوضوح این عامل در آن‌ها قابل مشاهده است (شکل ۳). اما نکته مهم در منطقه وجود یا عدم وجود دگرسانی است که علاوه بر هوازدگی در مقاومت مواد عمیق‌تر تاثیر می‌گذارد. در نتیجه مطالعات قبلی (شهیدی و همکاران، ۱۳۹۲) بر روی گمانه‌های حفاری شده، لایه توف لیتیک کریستالی که در عمق ۱۵ متری در پرتگاه لغزش و در وسط لغزش در عمق ۳۰ متری و در پنچه در عمق ۲۰ متری قرار دارد به عنوان لایه کلیدی و تاثیرگذار در این لغزش شناسایی شد که احتمال وجود دگرسانی نیز در آن می‌رود. بطورکلی منطقه آتشفشانی سبلان دارای چشمه‌های آبگرم فراوانی می‌باشد که در اطراف لغزش و در شهرهای نزدیک به آن (نیر، سرعین و سراب) قرار دارند و آب تمام این چشمه‌ها حاوی مواد گوگردی بوده و نمی‌توان از تاثیر این آب‌ها بر این منطقه چشم پوشی کرد. بنابراین برای بررسی سنگ‌های منطقه از لحاظ هوازدگی و دگرسانی به مطالعه نمونه‌های دستی و میکروسکوپی (شکل۴) پرداخته شد و برای بررسی تاثیر این عامل بر خواص مهندسی از منابع و مقالات معتبر، گزارش‌های مطالعات قبلی و آزمایش‌های انجام شده استفاده گردید. البته دگرسانی و نحوه تاثیر آن بر کاهش مقاومت برشی مواد مناطق آتشفشانی در نقاط دیگر دنیا را می‌توان از مقالات مختلف بدست آورد که یک نمونه از آن‌ها در شکل ۵ مشاهده می‌شود.



شکل ۳- هوازدگی شدید سنگ‌های توف فروجنوس و داسیت در دیواره پرتگاه اصلی لغزش که در شکل بخوبی نشان داده شده است.



شکل ۴- الف و ب) توف لیتیک کریستالی در نمونه دستی و ج و د) میکروسکوپی در تصویر مشاهده می‌شود. هوازدگی یا دگرسانی در آن بحدی است که براحتی با دست قطعات آن از هم جدا می‌شوند (راست). الف) توف فروجنوس (به شدت اکسید شده) که وجود اکسید آهن زیاد رنگ آن را به قرمز آجری تبدیل کرده است (چپ). تصاویر میکروسکوپی در دو حالت نور عادی (ب) و پلاریزه (ج) در تصویر مشاهده می‌شوند.



شکل ۵- مقایسه مقاومت برشی سنگ‌های آتشفشانی سالم و هوازده که در نتیجه دگرسانی هیدروترمال، نمونه-های پایین نمودار چسبندگی و زاویه اصطکاک کمی را نشان می‌هند (del Potro and Hurlimann, 2009).

◇◇◇◇◇◇◇

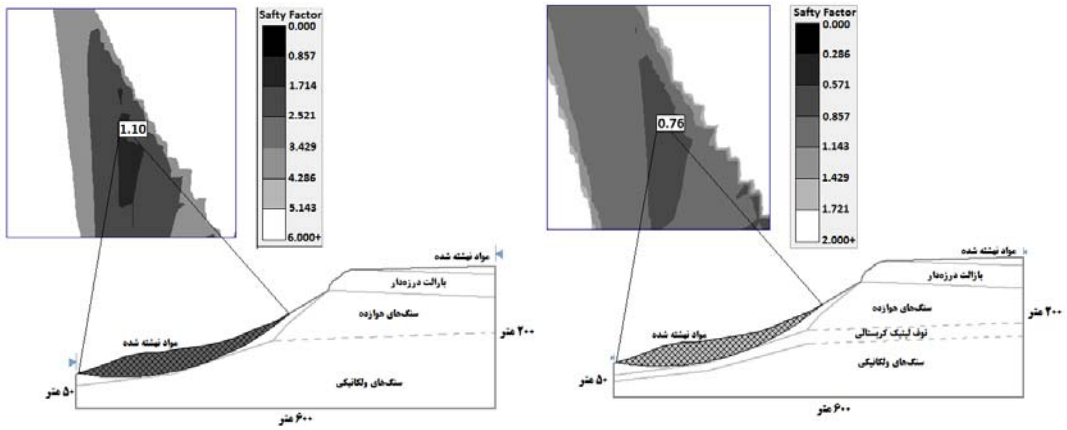
داده‌های آزمایشگاهی و شبیه‌سازی عددی:

داده‌های آزمایشگاهی به ۳ بخش تقسیم می‌شود: ۱- داده‌هایی که نتیجه آزمایش‌های انجام شده در این پژوهش است؛ ۲- داده‌هایی که از گزارشات مختلف مربوط به این لغزش استخراج شده است؛ و ۳- داده‌هایی که طی مرور مقالات مختلف به‌دست آمد.
آزمون‌های آزمایشگاهی بر روی خاک‌های دست نخورده که از پرتگاه اصلی لغزش برداشت شده‌اند انجام شده است. برخی از نمونه‌ها برای انجام آزمایش‌های تعیین میزان رطوبت طبیعی، دانه‌بندی و تعیین چگالی ویژه خاک بکار برده شدند و مابقی آن‌ها برای بدست آوردن پارامترهای مقاومت برشی خاک (زاویه اصطکاک داخلی خاک محل و مقدار چسبندگی آن) مورد استفاده قرار گرفتند. البته شایان ذکر است که نمونه دست نخورده به وسیله قالب‌های مخصوصی برای بدست آوردن چگالی طبیعی خاک محل برداشت شد. از چگالی طبیعی خاک برای تهیه نمونه‌های ریمولد شده آزمایش مقاومت برشی استفاده شده است. آزمایش‌های دانه‌بندی و مقاومت برشی از مهم‌ترین آزمون‌های انجام شده بر روی نمونه‌های در دسترس بودند که نتایج آن‌ها در جدول ۱ ملاحظه می‌شود. با مقایسه نتایج آزمایش‌های مقاومت برشی و مقادیر چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی مواد با شکل ۵ می‌توان نتیجه گرفت که واحد موجود (توف لیتیک کریستالی) نیز دچار دگرسانی و هوازدگی بوده و این عامل بر کاهش مقاومت آن بی تاثیر نبوده است.
در این قسمت جهت بررسی تاثیر دگرسانی بر کاهش مقاومت برشی لایه کلیدی (توف لیتیک کریستالی) اقدام به انجام شبیه‌سازی عددی شد و با وارد کردن هندسه مدل (شهیدی و شعاعی، ۱۳۹۲)، چینه‌شناسی لغزش (شهیدی و همکاران، ۱۳۹۲)، و داده‌های مربوط به خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی مواد موثر در لغزش، شبیه‌سازی به دو صورت تعادل حدی و المان محدود مورد ارزیابی قرار گرفت. لازم به ذکر است که برای این کار ابتدا این شبیه‌سازی در حالت عادی و با وجود لایه کلیدی و با همان خصوصیات ژئوتکنیکی انجام شد و سپس برای بررسی چگونگی تاثیر این لایه بر وقوع لغزش این لایه از مواد لغزش حذف و بجای آن سنگ بستر قرار گرفت و شبیه‌سازی مجددا تکرار شد. در نهایت، با توجه به شکل‌های (۹) و (۱۰) می‌توان به این نتیجه رسید که لایه موجود عاملی تاثیرگذار در افزایش ناپایداری و کاهش ضریب اطمینان بوده است. همچنین این لایه به دلیل وجود ذرات رسی در داخل آن که از روی منحنی دانه‌بندی مشخص می‌باشد، قرارگیری در مجاورت رودخانه، و شرایط زمین‌ریخت‌شناسی دیرین آن (شهیدی و همکاران، ۱۳۹۲) باعث تجمع آب زیرزمینی و افزایش فشار آب منفذی شده است که این امر یکی از دلایل وقوع لغزش می‌باشد.

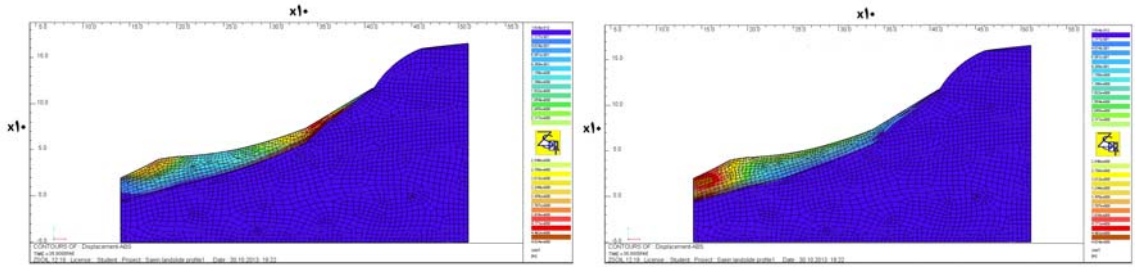
جدول۱- داده‌های استفاده شده در مدل‌ها

نوع آزمایش	مواد نهشته شده	توف لیتیک	سنگ هوازده	بازالت درزه-دار	سنگ‌های آتشفشانی
ضریب الاستیک (KN/m^2)	۱۱۰	۲۰۰	۱×۱۰^{۵}	۵×۱۰^{۸}	۱×۱۰^{۷}
وزن واحد حجم طبیعی (KN/m^3)	۱۴/۵	۱۸/۴	۲۳	۲۵	۲۵
وزن واحد حجم اشباع (KN/m^3)	۱۸/۴	۲۰	-	-	-
محتوای رطوبت (%)	۱۵	۲۱	۰	۰	۰
چسبندگی (KN/m^2)	۲	۱۵	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
زاویه اصطکاک داخلی (°)	۳۳	۲۰	۴۰	۶۰	۶۰
ضریب نفوذپذیری (m/s)	۴×۱۰^{-۴}	۱×۱۰^{-۷}	۱×۱۰^{-۴}	۱×۱۰^{-۳}	۱×۱۰^{-۹}
چگالی ویژه (G_s)	۲/۵۵	-	-	-	-
ضریب پواسون (v)	۰/۳	۰/۳	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲

منابع: آزمایش‌های انجام شده توسط نویسندگان، مهندسین مشاور تردد راه (۱۳۸۴)، Goodman (1989)، معماریان (۱۳۸۷)، Gercek (2007)، Anon (1979a) ، Meier et al (2013) و del Porto and Hurlimann, (2008)



۹- نتیجه تحلیل تعادل حدی زمین‌لغزش گردنه صائین در حالت وجود لایه توف با ضریب اطمینان ۰/۷۶ (راست) و عدم وجود لایه توف با ضریب اطمینان ۱/۱ (چپ)



۱۰- نتیجه شبیه‌سازی حاصل از نرم‌افزار ZSoil که مکان و میزان جابجایی در آغاز لغزش را نشان می‌دهد (رنگ قهوه-ای بیشترین جابجایی را نشان می‌دهد و به سمت رنگ آبی میزان آن کاهش می‌یابد تا به صفر می‌رسد). شکل سمت راست حالت طبیعی و سمت چپ بدون لایه توف می‌باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری:

زمین‌لغزش گردنه صائین در دامنه‌های جنوبی کوه آتشفشانی سبلان و در حدفاصل جاده نیر- سراب واقع شده است. یکی از عوامل تعیین کننده در افزایش فرسایش و بروز زمین‌لغزش‌ها، فرآیند هوازدگی است (Guzzetta, 1974; Le Pera et al., 2001) که بر روی توده سنگ‌های دامنه‌هایی که بطور گسترده رخنمون دارند، اثر می‌گذارد (شکل۳). همچنین دگرسانی‌های بعدی در مناطق آتشفشانی نیز می‌توانند بر کانی زایی رسی تاثیر گذاشته و از عوامل موثر بر وقوع زمین‌لغزش‌های بزرگ باشند (Hasegawa et al, 2009).

با توجه به شکل ۴ نیز می‌توان تاثیر هوازدگی و احتمالا دگرسانی را مشاهده کرد، زیرا قطعات سنگ‌های موجود براحتی با از هم جدا می‌شوند. اگر شکل ۵ را با جدول یک مقایسه کنیم و مقادیر پارامترهای مقاومت برشی را باهم مطابقت دهیم، به این نتیجه می‌رسیم که مواد موجود در لغزش حالت طبیعی خواد را نداشته و بر اثر فرآیندهایی تغییر کرده‌اند که یکی از آن‌ها می‌تواند هوازدگی و دگرسانی باشد. بر اساس مشاهدات صحرایی و گمانه‌ها (شهیدی و همکاران)، در این واقعه به احتمال زیاد سطح لغزش لایه توف لیتیک کریستالی است که دگرسانی باعث تضعیف و تجزیه شدن آن شده است و در نهایت مقاومت برشی آن را کاهش داده است. همچنین علاوه بر ضعیف شدگی، این لایه موجب تجمع آب‌های زیرزمینی و سطحی نفوذی به سمت رودخانه بوده است و به دنبال آن فشار منفذی نیز افزایش یافته است که از توان تحمل این مواد خارج بوده است و موجب حرکت پاشنه لغزش شده است ولی در نبود این لایه احتمال وقوع لغزش بصورت قابل ملاحظه‌ای کم می‌شود، که در نتایج حاصل از شبیه‌سازی بخوبی به اثبات می‌رسد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

درویش زاده، ع.، ۱۳۷۴، "آتشفشان شناسی"، انتشارات دانشگاه پیام نور.

داده‌های باران‌سنجی ایستگاه‌های نیر، سرعین و یامچی و برف‌سنجی صائین، شرکت آب منطقه‌ای استان اردبیل

رجایی، م، اصغری‌مقدم، ا، "هیدروژئوشیمی و ژئومتری چشمه‌های آب معدنی و آب‌گرم دامنه‌ی جنوب‌شرقی سبلان (سرعین و بوشلی)"، مجموعه مقالات پنجمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران (۱۳۸۰).

شهیدی، ف.، شعاعی، غ.، محمدی واوسری، م.، ۱۳۹۲، "تاثیر زمین‌ریخت‌شناسي ديرين بر احتمال وقوع لغزش‌هاي عميق در نهشته‌هاي ولكانيكي، مطالعه موردي: گردنه صائين (جاده اردبيل- سراب)"، هشتمين همايش انجمن زمين‌شناسي مهندسي و محيط زيست ايران.

شهیدی، ف.، شعاعی، غ.، ۱۳۹۲، " برآورد پارامترهای غیراشباع خاک جهت شبیه‌سازی تاثیر بارندگی در لغزش گردنه صائین (جاده اردبیل- سراب)"، هفتمین همایش ملی تخصصی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور

مددی. ع، «بررسي ناپايداري ژئومورفولوژيك گردنه صائين (بين شهر نير و سراب، منطقه آذربايجان) با استفاده از روش آنبالاگان»، مجله جغرافيا و برنامه‌ريزي محيطي، شماره ۳۷، ص ۹۴-۷۷ (۱۳۸۸).

معماریان. ح، «زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیک»، انتشارات دانشگاه تهران (۱۳۸۷).

مهندسین مشاور تردد راه، «گزارش عملیات حفاری و مطالعات مکانیک خاک منطقه رانشی صائین (محور نیر- سراب)»، اداره کل راه و ترابری استان اردبیل (۱۳۸۴).

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Anon, 1979a, "Classification of rocks and soils for engineering geological mapping" rock and soil materials, Bulletin of the Internatinal Association of Engineering Geology, Vol.19, pp71-364

del Potro, R., Hürlimann, M., 2009, "The decrease in the shear strength of volcanic materials with argillic hydrothermal alteration, insights from the summit region of Teide stratovolcano, Tenerife", Engineering Geology 104, 135–143

del Potro, R., Hürlimann, M., 2008, "Geotechnical classification and characterisation of materials for stability analyses of large volcanic slopes", Engineering Geology 98 (1–2), 1–17.

Gercek, H., 2007, "Poisson's ratio values for rocks", International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol.44, pp1–13

Goodman, R.E., 1989, "Introduction to rock mechanic", John wiley and sons

Guzzetta, G., 1974, "Ancient tropical weathering in Calabria", Nature 5473:302–303

Hasegawa, S., Dahal, RK., Yamanaka, M., Bhandari, NP., Yatabe, R., Inagaki, H., 2009, "Causes of large landslides in the Lesser Himalaya of central Nepal", Environental Geology 57:1423–1434

Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F., "World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated", Meteorologische Zeitschrift, Vol. 15, No. 3, 259-263

Le Pera, E., Critelli, S., Sorriso Valvo, M., 2001, "Weathering of gneiss in Calabria, Southern Italy", Catena 42:1–15

Meier, J., Moser, M., Datcheva, M., and Schanz, T., 2013, "Numerical modeling and inverse parameter estimation of the large-scale mass movement Gradenbach in Carinthia (Austria)" Acta Geotechnica, Vol.8, pp355–371

Siebert, L., 1984. "Large volcanic debris avalanches: characteristics of source areas, deposits, and associated eruptions", Journal of Volcanology and Geothermal Research 22 (3–4), 163–197.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

تحلیل آماری داده های ژئوتکنیک غرب مشهد

مهین اعتمادی فر[۱]، ناصر حافظی مقدس[۲]، غلامرضا لشکری پور[۲]،آرش هاشم نژاد[۴]
[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد
[۲]دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد، گروه زمین شناسی
[۳] استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد
[۴]کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، فارغ التحصیل دانشگاه فردوسی مشهد

Etemadifar.net7@gmail.com

چکیده :

هدف از مطالعه حاضر بررسی خصوصیات مهندسی نهشته های رسوبی غرب شهر مشهد بر اساس تحلیل آماری داده های موجود می باشد. پژوهش‌های زمین‌شناسی مهندسی عمدتاً به دنبال بررسی روابط متقابل میان محیط زمین‌شناختی و وضعیت سازه های مهندسی است. بدین منظور ماهیت هر یک از عوامل زمین‌شناختی پیرامون و رابطه آنها با یکدیگر شناخته شده و فرآیندهایی که ممکن است در آینده در نتیجه تغییرات در حال انجام کنونی روی دهند، مشخص گردد. در این راستا تحلیل های آماری از اهمیت زیادی برخوردار است. در این تحقیق بعد از تهیه بانک اطلاعات غرب مشهد و نرمال سازی داده ها به وسیله روشهای آماری روابط بین پارامترهای مهم خاک محاسبه شد.

کلید واژه ها:تحلیل زمین آمار، ژئوتکنیک،نرمال سازی داده ها،رگرسیون، غرب مشهد

Abstract:

The aim of this study was to investigate the engineering properties of sedimentary deposits in Mashhad West based on statistical analysis of data available. Engineering geological studies mainly bilateral relations between the geological surveys of the status of engineering structures In this regard, it is important for statistical analysis . In this research, the preparation of Mashhad West Bank and normalization of data between main parameters of the soil was determined by statistical methods.

Keywords: Analysis of the statistics, geotechnical , normalization of data, regression , West Mashhad

مقدمه :

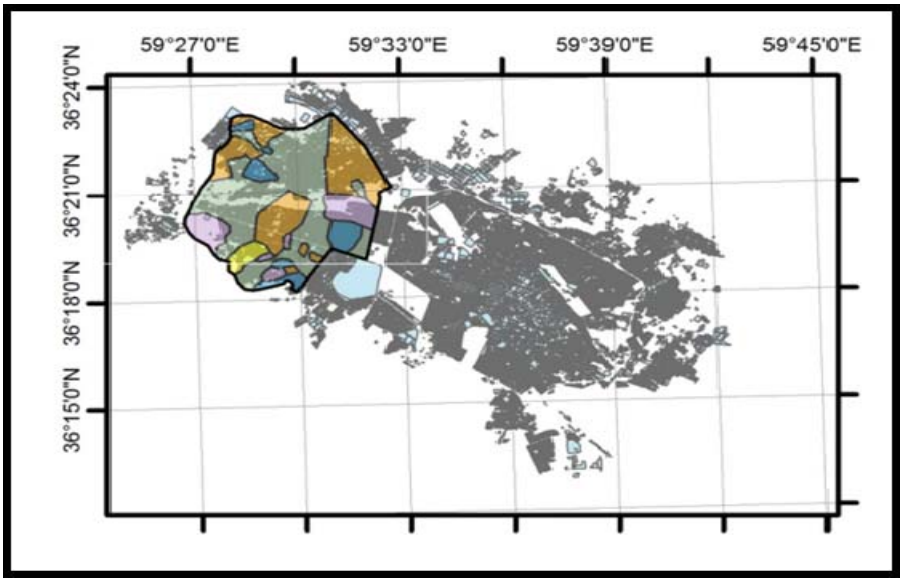
هدف از مطالعه حاضر بررسی خصوصیات مهندسی نهشته های رسوبی غرب شهر مشهد بر اساس تحلیل آماری داده های موجود می باشد. پژوهش‌های زمین‌شناسی مهندسی عمدتاً به دنبال بررسی

روابط متقابل میان محیط زمین‌شناختی و وضعیت سازه های مهندسی است. بدین منظور ماهیت هر یک از عوامل زمین‌شناختی پیرامون و رابطه آنها با یکدیگر شناخته شده و فرآیندهایی که ممکن است در آینده در نتیجه تغییرات در حال انجام کنونی روی دهند، مشخص گردد. در این راستا تحلیل های آماری از اهمیت زیادی برخوردار است (Elkateb et al.,2002).

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

محدوده مطالعاتی در غرب مشهد در مختصات طول ۵۹ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۸ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳ دقیقه شمالی واقع است و از بزرگراه آزادی به سمت غرب می‌باشد. شکل ۱-۲ این منطقه را نشان می دهد.



شکل۱- محدوده مطالعاتی

داده‌های مورد استاده از گزارش‌هایی که توسط شرکت ها،سازمانها و مهندسین مشاور مختلف برای پروژه های عمرانی و ساختمانی که در غرب مشهد انجام شده استخراج شده است.بر این اساس از اطلاعات ۱۹۰ گمانه استفاده شده است.

بررسی‌های اماری توصیفی نتایج آزمایشات آزمایشگاهی و صحرایی با نرم افزارspss

۱- بررسی نرمال بودن داده‌ها

برای انجام مدل های مختلف زمین آماری بر روی داده‌ها می‌بایست از نرمال بودن داده‌ها اطمینان حاصل کرد و یا به طریقی داده‌ها را به توزیع نرمال نزدیک کرد. یکی از روش ها ی آماری که نرمال بودن توزیع داده‌ها را بررسی می نماید، آزمون کلموگراف اسمیرنوف [1] می‌باشد (حسنی پاک،۱۳۷۷).

داده ها به این روش مورد برسی قرار گرفتند که در مورد همه پارامترها، معیار تصمیم بر قرار بود و تقریباً توزیع نرمال داشتند.

1-(k-s)

۲- آنالیز باقی مانده‌ها

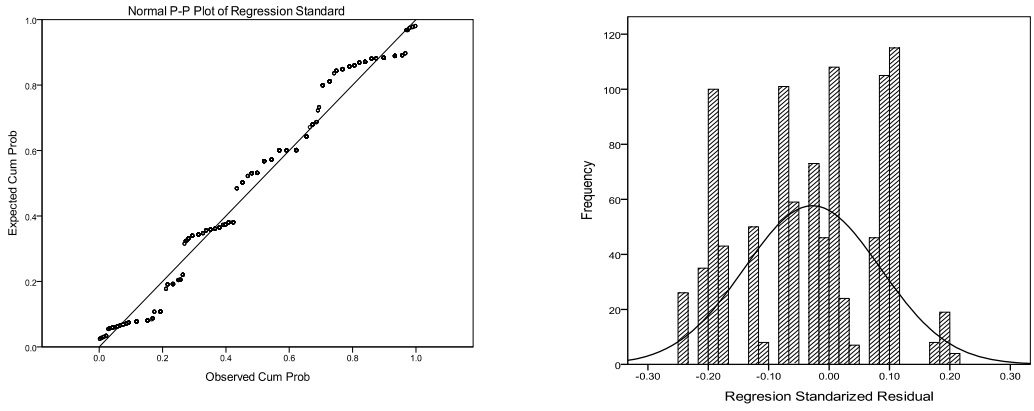
هنگامی که رابطه دو متغیر بررسی می‌گردد معمولا مشخص نمی‌باشد که آیا در داده‌ها فرض‌های لازم جهت آنالیز رگرسیون صادق است یا خیر. همچنین مشخص نیست که آیا توزیع متغیر وابسته نرمال است و یا آیا واریانس آن برای مقادیر مختلف متغیر مستقل ثابت است. بخش مهمی از تحلیل رگرسیون بررسی فرض‌های خطی بودن، نرمال بودن، ثابت بودن واریانس و مستقل بودن مشاهدات است. در این راستا هنگامی که مدل‌هایی برای داده‌ها برازش داده می‌شود باقی مانده ها نقش بسیار مهمی را ایفا می کنند. با بررسی توزیع باقی مانده ها و روابط آن با سایر متغیرها می‌توان صادق بودن فرض‌های رگرسیون را تعیین کرد. بطور کلی تفاوت بین مقدار مشاهده شده متغیر وابسته و مقداری که توسط خط رگرسیون پیش بینی می‌شود، باقی مانده است.

اگر فرض‌های لازم برای آنالیز رگرسیون صادق باشد، باقی مانده‌ها باید مشخصات زیر را داشته باشند:

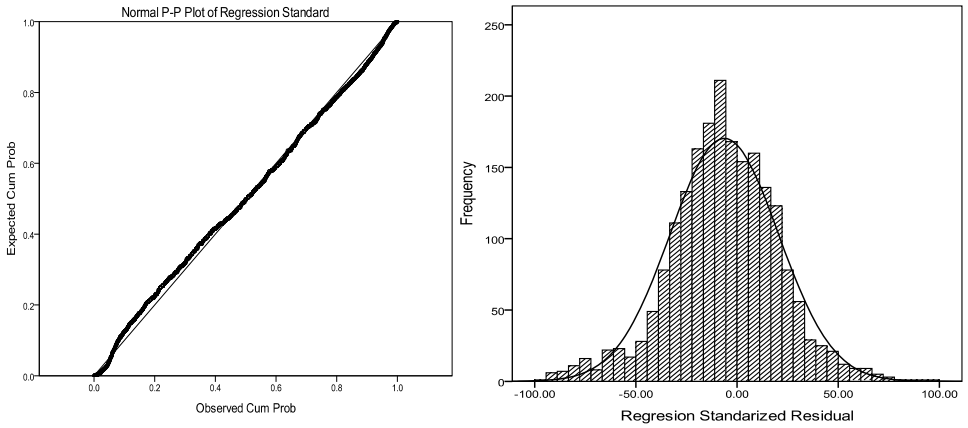
توزیع آنها نرمال و میانگین خطا برابر با صفر باشد از اینرو اگر مانده های مرتب شده (به ترتیب افزایش) در مقابل احتمال $P_i = \frac{(i-0.5)}{n}, i = 1,2,\ldots,n$ تجمعی رسم کنیم باید نقاط دقیقا بر روی یک خط قرار گیرند.

- واریانس آنها برای تمام مقادیر متغیرمستقل ثابت باشد.
- هنگامی‌که باقی مانده‌ها در مقابل مقادیر پیش بینی شده رسم شوند از الگوی خاصی پیروی نکنند.

در ادامه به منظور بررسی و تحلیل باقی مانده (نرمال بودن خطا، میانگین خطا برابر با صفر و ثابت بودن واریانس خطا) برای مقدار دانسیته خشک خاک و عدد نفوذ استاندارد رسم شده است. نتایج حاصل از نمودارهای مذکور نرمال بودن خطا، میانگین خطا برابر با صفر و ثابت بودن واریانس خطا را تایید مینماید.



شکل ۲- بررسی و تحلیل باقیمانده ها برای Dry density



شکل ۳- بررسی و تحلیل باقیمانده ها برای SPT

۳- رگرسیون چندمتغیره

در رگرسیون چند گانه معادله ای که متغیر پاسخ را بصورت تابعی خطی از p متغیر پیش بینی میکند با استفاده از داده ها برآورد میشود. از نظر آماری معادله رگرسیون چند متغیره را میتوان بصورت زیر نوشت که در آن Y متغیر پاسخ و $X_1,\ldots,X_p$ متغیر مستقل میباشد.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_p X_p + e \qquad (۱)$$

جمله خطا (e) برداری از متغیر های تصادفی است و با فرض نرمال بودن e ها بصورت تابعی از امید ریاضی و واریانس این متغیر های تصادفی میباشد.و برآورد بردار β چنان انتخاب میشود که مجموع مربعات باقیمانده مینیمم گردد.

آزمون معنی دار بودن رگرسیون

این آزمون برای تعیین وجود یا عدم وجود رابطه خطی بین Y و متغیر های مستقل $X_1,X_2,\ldots,X_p$ میباشد. فرضهای مورد نظر عبارتند از:

$$H_0: \beta_1 = \cdots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0, j = 1,2,\ldots,k \qquad (۲)$$

رد شدن فرض صفر بدین معنی است که حداقل یکی از متغییر های $X_1,X_2,\ldots,X_p$ مشارکت معنی داری در مدل دارد و این یعنی وابستگی مجموع مربعات مانده ها و مجموع مربعات رگرسیون به یکدیگر. ولی اگر فرض صفر صادق باشد نشان دهنده مستقل بودن مجموع مربعات مانده ها و مجموع مربعات رگرسیون میباشد.

۱- انتخاب بهترین معادله رگرسیون

در انتخاب معادله رگرسیون دو معیار متقابل دخالت دارند:

۱- برای انکه معادله برای هدفهای پیشگویی مفید باشد ممکن است مایل باشیم شامل حد اکثر X های ممکن باشد به قسمی که بتوان مقادیر برازنده شده معتبر را تعیین کرد

۲- ۲- به علت هزینه دست یابی به اطلاعات درباره تعداد زیاد X ها و ارائه آنها ممکن است مایل باشیم معادله شمال حداقل X های ممکن باشد.
۳- مصالحه بین این دو معیار چیزی است که معمولا آن را انتخاب بهترین معادله رگرسیونی مینامند که چندین روش برای انتخاب آن وجود دارد که عبارتند از روش حذف پسرو، روش گام به گام و روش پیشرو.

پر کاربرد ترین روش برای ساختن متغیر ها روش گام به گام میباشد. در این روش در هر بار وارد کردن متغیر به مدل تمام متغیر هایی که تا کنون وارد مدل شده اند و پیش بینی کننده معنی داری نیستند از مدل خارج میشوند یعنی متغیر هایی که اهمیتشان با اضافه شدن متغیر های دیگر کاهش میابد از مدل حذف میشوند.این روش ترکیبی از دو روش حذف پسرو و پیشرو میباشد.

روش قدم به قدم:

در این روش به دو معیار نیاز داریم: یکی براي ورود متغیر ها و دیگری برای حذف متغیر از مدل در ابتدا متغیر اول را به روش پیشرو (متغیری که بیشترین تغییر را در R^2 ایجاد میکند و این تغییر در R^2 به حدی است که بتوان این فرضیه صفر را رد که مقدار واقعی تغییر برابر صفر است) وارد مدل کرده و سپس به روش پسرو(متغیری از مدل حذف میشود که کمترین تغییر را در مقدار R^2 ایجاد کند و این تغییر در R^2 باید به حدی باشد که نتواند این فرضیه را رد کند که مقدار واقعی تغییر R^2 برابر صفر است. این دو را بررسی میکنیم تا ببینیم هیچ کدام معیار حذف از مدل را دارند که اگر چنین باشد از مدل حذف میشوند. از اینرو در هر قدم متغیری را بر اساس قواعد پیشرو به مدل اضافه میکنیم و سپس بر اساس قواعد حذف پسرو کلیه متغیر هایی که تا کنون وارد مدل شده اند را بررسی کرده و اگر معیار لازم را داشته باشد از مدل حذف میشوند. هنگایم که متغیری وجود نداشته باشد که معیار ورود به مدل را داشته باشد کار را متوقف میکنیم. توجه شود که سطح معنی داری برای وارد کردن یک متغیر باید کوچکتر از سطح معنی دار خارج کردن متغیر باشد در غیر اینصورت اگر کامپیوتر روند را متوقف نکند به مرحله ای خواهیم رسید که یک متغیر را هر بار وارد کرده و دوباره خارج میکنیم که کار تا بینهایت انجام خواهد شد. در ادامه نتایج این روش برای نمونه های مورد آزمایش نشان داده شده است.

$$Dd = 0.13Phi - 0.004PP + 1.368 \quad (۳)$$

در این رابطه Dd معرف دانسیته خشک،Phi معرف زاویه اصطکاک داخلی وPP معرف درصد ریز دانه میباشد.

$$C = 0.007PP - 0.006Phi - 0.030Ms. + 0.383 \quad (۴)$$

در این رابطهC معرف چسبندگی،PP معرف درصد ریز دانه ها، Phi معرف زاویه اصطکاک داخلی و .Ms معرف درصد اشباع شدگی میباشد.

(۵)

$$PI = 0.320LL - 1.120$$

در این رابطه PI معرف نشانه خمیری خاک و LL معرف عمق میباشد. از آنجائیکه مقدار رطوبت حد روانی در خاکها این منطقه بین ۱۰ تا ۴۰ در صد میباشد رابطه فوق به وضوح نشان میدهد نوع خاک رس غالب در این منطقه از مشهد از نوع رس غیر آلی با خاصیت خمیری کم تا متوسط میباشد

نتيجه گيري :

بین پارامترهای مهم خاک های غرب مشهد روابط تجربی زیر بدست آمد:

$$Dd = 0.13Phi - 0.004PP + 1.368$$

در این رابطه Dd معرف دانسیته خشک،Phi معرف زاویه اصطکاک داخلی وPP معرف درصد ریز دانه میباشد.

$$C = 0.007PP - 0.006Phi - 0.030Ms. + 0.383$$

در این رابطهC معرف چسبندگی،PP معرف درصد ریز دانه ها، Phi معرف زاویه اصطکاک داخلی و .Ms معرف درصد اشباع شدگی میباشد.

$$PI = 0.320LL - 1.120$$

از آنجائیکه مقدار رطوبت حد روانی در خاکها این منطقه بین ۱۰ تا ۴۰ در صد میباشد رابطه ۵ به وضوح نشان میدهد نوع خاک رس غالب در این منطقه از مشهد از نوع رس غیر آلی با خاصیت خمیری کم تا متوسط میباشد

◇◇◇◇◇◇◇

تقدير و تشكر:

و در نهایت لازم می‌دانم، از کارکنان محترم شرکت مهندسی مشاور زمین فیزیک پویا به خاطر همکاری در جمع‌آوری داده‌ها بسیار متشکرم و از خداوند متعال توفیق و سعادت همیشگی را برایشان آرزومندم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

۱حيدري.ی، (مترجم)، ۱۳۷٤" طراحي و ساخت بانكهاي اطلاعاتي با C"، چاپ دوم، كانون نشر علوم، 311صفحه.

۲- لشكري پور.غ، غفوري .م، باقرپور مقدم.الف ، طالبيان.ل،۱۳۸۶" تأثير افت سطح آب زيرزميني در نشست زمين".

۳-مطالعه موردي، مجموعه مقالات اولين كنگره زمينشناسي كاربردي ايران، جلد دوم، صفحات922 -916.

۴-ملكي.م، ۱۳۸۱."بررسي ويژگي هاي زمين شناسي مهندسي شهري و تهيه نقشه هاي ژئوتكنيكي نهشته هاي كواترنري تهران با تهيه وتوسعه بانك اطلاعات ژئوتكنيكي تهران(" پايان نامه كارشناسي ارشد گرايش زمين شناسي مهندسي، دانشگاه تربيت معلم تهران.

۵-يوسفي.ع، ۱۳۸۳"بررسي زمين شناسي مهندسي ژئوتكنيك مسير قطار شهري مشهد"، پايان نامه كارشناسي ارشد گرايش زمين شناسي .

References:

1- Alavi,M,1391" Sedimentary and structural characteristics of the Paleotethys remnants in northeastern Iran", Gs.Sec.of Amer.Tull, 103: 982-992,.

2- Graettinger, A., Scott Simmons, P.G., Development of a statewide bridge database and data retrieval system, prepared for Alabama department of transportation, Research project, University transportation center for Alabama and the University of Alabama,(2003).

3- Gunther, A., Balzer, D., Kuhn, D, An information system engineering geology (ISEG) for urban spatial planning, Geophysical Research Abstracts, 9: Abstract, (2007).

4- Lugo Cintron, C. Y., Development of a geotechnical database for thecity of Mayaguez, Puerto Rico, Master's thesis in civil engineering, University of Puerto Rico, (2007).

5- Luna, R., Hertel, T. P., Baker, H., Fennessey, T, Geotechnical database for emergency vehicle routes in Missouri, Proceeding of the 80th Annual Meeting of the Transportation Research Board, NRC, Washington D. C , CD ROM, (2001).

6- May, J.H., Corcoran, M.K, Design and implementation of a comprehensive geotechnical database, US army engineer research and development center water-ways experiment station, Project summary, (1999).

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

تحلیل پایداری دامنه‌های سنگی درزه‌دار به روش تئوری بلوکی (مطالعه موردی: محدوده فلر فاز ۷ مجتمع گاز پارس جنوبی)

◇◇◇◇◇◇◇

محمد آذرافزا*: دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد، m.azarafza.geotech@gmail.com
شهرزاد نیکوبخت**: دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد، shahrzad.nikoobakht@gmail.com
ابراهیم اصغری کلجاهی: استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، e-asgharu@tabrizu.ac.ir
محمدرضا مشرفی‌فر: استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد، moshrefy@yazd.ac.ir
*: نویسنده مسئول

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

تحلیل پایداری و محاسبه ضریب اطمینان دامنه‌های سنگی به خصوص دامنه‌های سنگی درزه‌دار، از جمله مهم‌ترین مسائل مورد توجه در تحلیل پایداری دامنه‌های سطحی می‌باشد. امروزه روش‌های گوناگونی برای تحلیل دامنه‌ها ارائه شده است. مدل‌سازی‌های عددی امکان تحلیل دامنه‌ها را با حساسیت و دقت بالا را فراهم می‌کنند، اما روش‌های استاتیکی یا تعادل حدی به علت سادگی و سرعت بالای آن‌ها در تحلیل پایداری دامنه‌های سنگی هنوز دارای طرفداران زیادی می‌باشند. این پژوهش، برای تحلیل دامنه های سنگی درزه‌دار از مدل‌سازی ژئوتکنیکی بر پایه دو زیرمدل هندسی و مکانیکی مبتنی بر الگوریتم پیشنهادی تهیه شده در محیط نرم‌افزاری Mathematica، استفاده گردیده است. این مدل مبتنی بر روش تعادل حدی و تئوری بلوکی می‌باشد و روش تحلیل بصورت مدل دوبعدی الگوریتم پیشنهادی گروه‌های کلیدی در محیط نرم‌افزاری Mathematica، است. مدل‌سازی بر روی یکی از دامنه‌های سنگی درزه‌دار موجود در سایت فلرهای گاز مربوط به فاز ۷ مجتمع گاز پارس جنوبی واقع در منطقه عسلویه، بنام Sph7-01 صورت گرفته است. الگوریتم پیشنهادی استفاده شده برای تحلیل پایداری باتوجه به مفروضات مربوطه توانایی و دقت بالایی در تحلیل دامنه دارد. در نهایت جهت کنترل مدل تهیه شده، نتایج حاصل از این روش پیشنهادی با نتایج روش گروه‌های کلیدی پایه و روش عددی المان مجزا به وسیله نرم‌افزار UDEC، مقایسه شده است. نتایج بدست آمده از روش پیشنهادی، تطابق خوبی با نتایج حاصله از روش‌های عددی دارد.

کلید واژه ها: تحلیل پایداری، دامنه‌های سنگی درزه‌دار، روش بلوک‌های کلیدی، مجتمع گاز پارس جنوبی، مدل‌سازی

Abstract:

STABILITY ANALYSIS OF JOINTED ROCK SLOPES USING BLOCK THEORY (CASE STUDY: FLARE SITE IN PHASE 7 OF SOUTH PARS GAS COMPLEX)

Stability analysis and calculation safety factor of rock slopes especially jointed rock slopes, the most important issues in the surface slope analysis. Several techniques for slope analysis is presented. Numerical modelling ability of slope stability analysis with high sensitivity and precision to provide, but the static or equilibrium methods, due to its simplicity and high speed stability analysis of rock slopes are still many fans. In this study, we have carried out the suggested grouping technique using the MATHEMATICA high-level programming language,

which considerably simplifies scientific computing. Geotechnical modelling was separated into two parts, the first intended for geometrical modelling and the second for two-dimensional mechanical modelling. It is based on the limit equilibrium analysis and 2D key-group method principles. In this study, the modelling on one of the jointed rock slopes in the phase 7 Gas Flare site of South Pars gas complex located in the ASSALUYEH region, called Sph7-01 has been done. The proposed algorithm is used to stability analysis and according to assumptions, has Has the ability and high in the slope analyses. Finally, for controlling of the model, the results of this method with the results of numerical modelling with distinct element method by UDEC software is compared. The results of the proposed approach, a good agreement with the results of the numerical methods.

Keywords : Stability analysis, Jointed rock slope, key blocks method, South Pars Gas Complex, Numerical modeling

◇◇◇◇◇◇◇

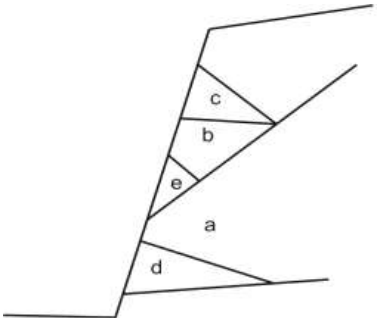
مقدمه :

هدف از تحلیل پایداری دامنه‌ها، ارائه ضریب اطمینان مناسب برای تامین پایداری آن می‌باشد. روش‌های استاتیکی یا تعادل حدی به علت سادگی و سرعت بالای آن‌ها در تحلیل پایداری دامنه‌های سنگی مورد استفاده قرار می‌گیرند. روش‌های تحلیل عددی پیشرفت‌های بیشتری نسبت به روش‌های تعادل حدی دارند، اما روش‌های حدی را می‌توان پایه و اساس روش‌های عددی نامید (آذرافزا، ۱۳۹۲). معروف‌ترین روش استاتیکی استفاده شده در تحلیل توده‌سنگ‌های درزه‌دار روش تحلیل بر پایه تئوری بلوکی می‌باشد. روش بلوک‌های کلیدی براساس تحلیل تعادل حدی بلوک‌هایی بنا شده که اگر نگهداری نشوند، ناپایدار شده و باعث ناپایداری دیگر بلوک‌ها به صورت پیش‌رونده شوند (خانلری و همکاران، ۱۳۸٦). دو روش اصلی برای تحلیل بلوک‌های کلیدی وجود دارد: روش برداری واربورتن (Warburton, 1981) و روش گرافیکی توسعه یافته گودمن ـ شی (Goodman, Shi, 1985). اغلب تحلیل‌ها به روش بلوک‌های کلیدی، بر اساس روش برداری واربورتون (Warburton, 1981) و یا روش گرافیکي گودمن -شی بنا شده است. اخیراً روشی جهت توسعه و تعمیم روش بلوک‌های کلیدی پیشنهاد شده است. این روش یک تکنیک گروه‌بندی بر مبناي تحلیل تمام بلوک‌های همسایه یک بلوک کلید است که به جستجوي یک گروه کلیدی ناپایدارتر از بلوک‌های کلیدی مجزا می‌پردازد، این روش بر اساس یک تحلیل پایداری پیشرونده اجرا می‌شود که به روش گروه‌های کلیدی موسوم است (Mauldon, Chou, 1997).

◇◇◇◇◇◇◇

تحلیل پایداری به روش تئوری بلوکی:

پایه اصلی تحلیل پایداری به روش بلوکی، شامل واحدی بنام "بلوک کلید" است (Goodman, Shi, 1985). با توجه به شکل (۱)، بلوک a یک بلوک نامحدود تیپ V می‌باشد و تا زمانی که ترک خوردگی داخلی و ناپیوستگی ایجاد نشود، خطرناک نیست. بلوک‌های محدود را می‌توان در سه نوع بنام‌های type III, type II, type I دسته‌بندی کرد. شناسایی این بلوک نقش مهمی در تحلیل‌های دامنه‌های سنگی دارد. بلوک b، این بلوک یک نمونه کامل از تیپ IV می‌باشد. این بلوک محدود است اما به دلیل شکل خود امکان حرکت آزادانه را ندارد، به این بلوک‌ها، بلوک‌های قفل شده اطلاق می‌گردد (آذرافزا، ۱۳۹۲). بلوک c در شکل (۱)، یک بلوک type III بدون اصطکاک پایداری که تنها تحت نیروی می‌باشد. بلوک d، نشان‌دهنده یک بلوک type II می‌باشد. این بلوک می‌تواند تا زمانی که نیروی محرک کمتر از مقاومت برشی آن باشد، پایدار بماند. تنها تحت اثر گرانش (وزن توده)، بلوک‌های type II پایدار هستند. اگر بر این تیپ بلوک‌ها نیروی مازاد وارد شود که بیش از مقاومت برشی باشد، بلوک حرکت خواهد کرد. بلوک‌های تیپ دوم به "بلوک‌های بالقوه کلیدی" معروف‌اند. نهایتاً، بلوک e که به بلوک کلیدی نیز معروف است (Eberhardt, 2003). این بلوک به راحتی تحت نیروی گرانش (وزن توده) به سمت پایین شیب حرکت می‌کند. این بلوک اگر توسط سازه‌های نگهدارنده، تثبیت نگردد عامل ناپایداری دیگر بلوک‌ها می‌گردد (Yarahmadi-Bafghi, Verdel, 2003).



شکل ۱- نمایی از یک دامنه سنگی درزه‌دار فرضی، (a) بلوک نامحدود، (b) بلوک قفل شده، (c) بلوک پایدار، (d) بلوک بالقوه، (e) بلوک کلید (Eberhardt, 2003)

◇◇◇◇◇◇◇

مدل‌سازی عددی:

مدل‌سازی عددی مورد استفاده در تحلیل پایداری دامنه‌ها در سه گروه اصلی، مدل‌سازی پیوسته، مدل-سازی ناپیوسته و مدل‌سازی هیبریدی، دسته‌بندی می‌شوند (آذرافزا، ۱۳۹۲). مدل‌سازی هیبریدی یک روش جدید در تحلیل دامنه‌ها است (Frank, Pouget, 2008). کدهای ترکیبی شامل ترکیب این دو روش (پیوسته و ناپیوسته) برای افزایش کارایی تحلیل پایداری و تطابق بیشتر و بهتر با محیط ساختگاه سازه‌ها است (آذرافزا، ۱۳۹۲). روش‌های ترکیبی در تحلیل پایداری دامنه‌های سنگی توسط کدهای ترکیبی مبتنی بر روش‌های عددی، به طور فزآینده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند (Liang, Yamin, 2009). این ممکن است شامل ترکیب روش تحلیلی تعادل حدی با روش تحلیل المان مجزا به همراه اعمال جریان آب زیرزمینی (Geo-Slope, 2000) و یا ممکن است شامل ترکیب روش تحلیلی تعادل حدی با روش تحلیل تفاضلات محدود به همراه تحلیل استرس (Noroozi et al, 2011) باشد. امروزه مدل‌های عددی هیبریدی بسیار قوی‌تری برای تحلیل دامنه‌ها در محیط کامپلکس توسط زبان برنامه‌نویسی Mathematica سطح بالا انجام گرفته است (Wolfram, 1999).

◇◇◇◇◇◇◇

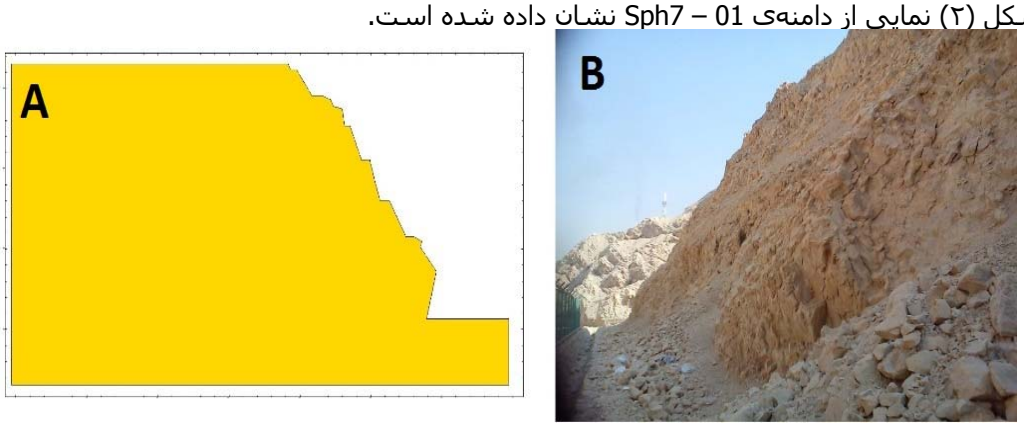
تحلیل پایداری دامنه سنگی درزه‌دار سایت فلرهای گاز:

برای طراحی مدل ژئوتکنیکی دامنه Sph7 - 01 از الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر روش گروه کلیدی به منظور تحلیل پایداری دامنه و محاسبه F.S آن استفاده شده است. برای دست یافت به این مهم، سه مرحله، مدل‌سازی هندسی، تعریف مدل رفتاری و تخصیص خواص و مرحله مدل‌سازی مکانیکی و تحلیل پایداری، صورت پذیرفت. در ادامه به بیان مختصر این مراحل پرداخته می‌شود. بر اساس مشخصات هندسی شبکه ناپیوستگی توده‌سنگ دامنه سنگی مشخص شده در محدوده فلر V و تحلیل‌های انجام شده روش نامحدود و ترتیبی به عنوان روش مدل‌سازی این دامنه انتخاب شد. لازم به ذکر است که به دلیل نامعلوم بودن تسلسل و ترتیب درزه‌ها در این مرحله از کار، مدل‌سازی نامحدود غیرترتیبی انجام گرفته است. بر همین اساس و به کمک نرم‌افزار PKGM و FORM که در محیط Mathematica اجرا می‌شود عملیات مدل‌سازی هندسی دامنه Sph7-01 محدوده فلر V صورت گرفته است. بعد از طراحی کامل مدل هندسی اقدام به تعریف مدل رفتاری و اختصاص خواص و پارامترهای ژئومکانیکی و ژئوتکنیکی به مدل گردید.

◇◇◇◇◇◇◇

تحلیل پایداری دامنه سنگی درزه‌دار سایت فلرهای گاز:

روش تحلیل استفاده شده در مدل مکانیکی پیشنهادی روش گروه‌های کلیدی است که مبنای آن تحلیل تعادل حدی است(Yarahmadi-Bafghi, Verdel, 2003). پس از تعیین مشخصات هندسی درزه‌ها بصورت آماری، مدلسازی هندسی دوبعدی به روش آماری در محیط برنامه‌نویسی Mathematica انجام شد. مدل مکانیکی مقاطع نیز بر روی مدل هندسی سوار و تحلیل به صورت استاتیکی (تعادل حدی) بر مبنای تئوری بلوکی انجام شده است. مدل احتمالاتی دامنه‌ها نیز جهت بررسی و تقلیل ابهامات موجود در مدل مکانیکی ساخته شد. متغیرهای مورد توجه در این مدل عبارتند از: گشتاورهای آماری مرتبه اول و دوم (میانگین و انحراف معیار)، پارامترهای مقاومتی سطح درزه‌ها (C و φ)، وزن مخصوص ماده‌سنگ (γ_b) و مقادیر کواریانس دو به دو این مولفه‌ها که این اطلاعات از روی داده‌های آماری این پارامترها تعیین و در تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. از مدلسازی FORM و PKGM جهت تحلیل قابلیت اعتماد استفاده شد. در شکل (۲) نمایی از دامنه‌ی Sph7 – 01 نشان داده شده است.



شکل ۲- (a) نمایی از دامنه Sph7 – 01 و (b) شکل توپوگرافیکی رسم شده از دامنه در محیط mathemathica

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و مکانیکی ماده سنگ و ناپیوستگی‌ها استفاده شده در تحلیل

Parameters	C	φ	ρ	E	G	K	T	υ	K_n	K_s
unit	Mpa	degree	kg/m^3	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	-	Gpa	Gpa
Rock mass	۱/۱۰۲	۲۸/۹۳	۱۶۷۰	۶۹/۶۳	۲۸/۰۸	٤٤/٦٣	-۰/۰۹۷	۰/۲٤	۳/۹	۲۵

جدول ۲- طبقه‌بندی مهندسی توده

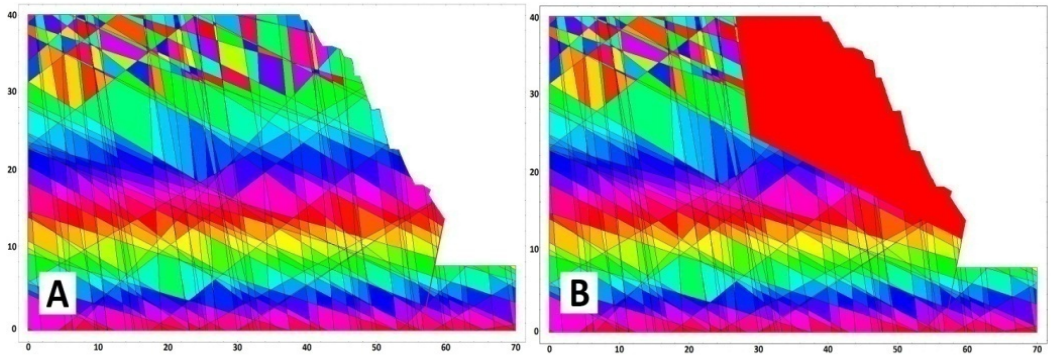
طبقه بندی	USCS (Budhu, 2010)	RMR (Bieniawski, 1989)	SMR (Romana et al, 2003)
تشریح	CL to CH	٤٣ (IV)	٥٥/٦ (IIIa)

دامنه مورد نظر از نوع شیب سنگی درزه‌دار بوده و در توده‌های سنگی مارنی درزه‌دار سازند آغاجاری قرار دارد. بر پایه نتایج حاصل از تحلیل پایداری صورت گرفته بر روی مدل ژئوتکنیکی تهیه شده به روش PKGM & FORM، این دامنه در حالت "ناپایدار" قرار دارد. مدل هندسی دامنه Sph7 – 01 در شکل (3-a) نشان داده شده است. بر پایه بررسی‌های صحرایی و مدلسازی هندسی صورت گرفته برای دامنه‌ی Sph7 – 01، ریزش محتمل این دیواره گوه‌ای برآورد گردید ولی با توجه به مدلسازی دو بعدی ریزش روی صفحه‌ای به موازات فصل مشترک تحلیل می‌گردد. نتیجه تحلیل ضریب اطمینان به روش PKGM & FORM با استفاده از مدل تهیه شده با استفاده از روش گروه‌های کلیدی در شکل (3-b) نشان داده شده است.

جدول ۳- مولفه‌های استفاده شده در تحلیل استاتیکی و روش محاسبه آن‌ها

پارامترها	معیارها	واحد	مقدار میانگن	انحراف معیار	توزیع
RMR	طبقه‌بندی مهندسی سنگ (Bieniawski, 1989)	-	۴۳	-	-
مدول الاستیسیته معادل	$E_s = 10^{(\frac{RMR-10}{40})}$ (Bieniawski, 1989)	MPa	۶۹/۶۲۷۲	-	-

پارامترها	معیارها	واحد	مقدار میانگن	انحراف معیار	توزیع
وزن حجمی ماده سنگ	آزمایش	Kg/m^3	۱۶۷	-	نرمال
چسبندگی سطح درزها	تعیین خواص مقاومتی معیار بارتن ـ باندیس	MPa	۱/۱۰۲	۰/۰۰۱	نرمال
زاویه اصطکاک درزه ها	تعیین خواص مقاومتی معیار بارتن ـ باندیس	degree	۲۸/۹۳	۳/۳۸	نرمال
کواریانس φj وCj	$Cov[\cdot \varphi_j, C_0]$		۰/۲۷۶	-	



شکل ۳- (a) مدل‌سازی هندسی و (b) مدل تحلیل پایداری مقطع دامنه Sph7 – 01 بروش تئوری گروه کلیدی

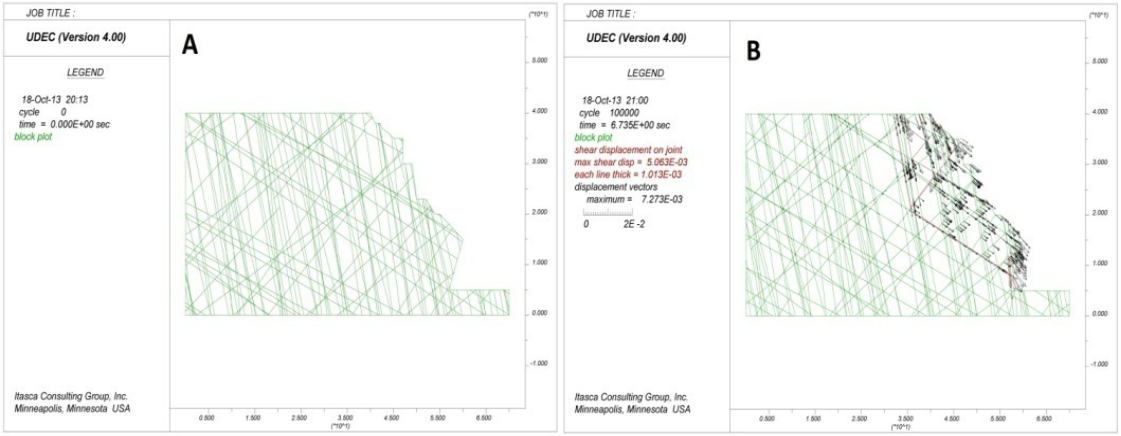
جدول ٤- نتیجه تحلیل ضریب اطمینان به روش تئوری گروه کلیدی برای دامنه Sph7 – 01

پایداری	Weight of unstable group (Ton)	P(F.S<1.5)	P(F.S<1.0)	Factor of Safety (F.S)	Analysis method
ناپایدار	۳/۱۳	۰/۰۰۸۲	۰/۷۹۶	۰/۸۴۷	PKGM & FORM

◇◇◇◇◇◇◇

کنترل دقت روش پیشنهادی:

به منظور کنترل دقت روش پیشنهادی، بر اساس پارامترهای زمین‌شناسی مهندسی مندرج در جدول (۱) و (۲) اقدام به تحلیل این دامنه در محیط نرم‌افزاری UDEC گردید (Itasca, 2008). در شکل (b-4) مدل مکانیکی دامنه‌ی Sph7 – 01 بعد از تخصیص خواص و مدل رفتاری بهمراه نتیجه تحلیل قابلیت اعتماد دو بعدی دامنه نشان داده است. همان طور که در نتایج حاصله مشاهده می‌گردد، تطابق خوبی بین نتایج حاصل از تحلیل‌های عددی با مدل پیشنهادی وجود دارد. علاوه بر این، برتری الگوریتم پیشنهادی برای تحلیل زون بحرانی لغزش و ریزش پیشرونده فرآتر از توان تحلیل توسط روش‌های عددی ذکر شده است. همچنین الگوریتم پیشنهادی توانایی تحلیل دو نوع لغزش دامنه را با مکانیسم کاملاً متفاوت را دارا می‌باشد. با توسعه چنین الگوریتم‌هایی توانایی تحلیل دامنه‌های سنگی و تطابق آن‌ها با واقعیت بیشتر می‌گردد. لازم به ذکر می‌باشد، سرعت فرآیند تحلیل پایداری توسط الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر روش گروه کلیدي بسیار بیشتر از روش‌های عددی می‌باشد.



شکل ٤- (a) مدل هندسی و (b) مدل مکانیکی تحلیل پایداری دامنه Sph7 – 01 طراحی شده در محیط نرمافزاری UDEC

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

با توجه به مطالب مطرح شده می‌توان بیان نمود که روش گروه کلیدی و الگوریتم پیشنهادی با توجه به دقت نسبتاً بالا در تحلیل و همخواني خوب نتايج حاصله با نتایج روش تحلیل عددی، مي‌تواند به عنوان جایگزین یا مکمل دیگر روش‌ها در مواردی که شرایط استفاده از تحلیل‌های استاتیکي موجود باشد، مورد استفاده قرار گیرد. مقایسه بین الگوریتم پیشنهادی مبتنی بر روش گروه کلیدی و روش المان مجزای انجام شده بوسیله UDEC تشابه زیاد بین هندسه ریزش را نشان می‌دهد اما مزیت اصلی استفاده از الگوریتم پیشنهادی نسبت به روش المان مجزا در سرعت فرآیند تحلیل و تحلیل ریزشی پیشرونده آن است. چون در روش گروه کلیدی، تمامی گروه‌های قابل حرکت مورد بررسی قرار می‌گیرد، امکان از دست دادن گروه کلیدی ریزشی وجود ندارد. برپایه تحلیل پایداری انجام شده برای دامنه Sph7 – 01، تطابق خوبی بین تحلیل به روش بلوک‌های کلیدی و روش تحلیل عددی توسط UDEC مشاهده می‌گردد. بر پایه تحلیل پایداری انجام شده برای دامنه Sph7-01، شیب در رده دامنه‌های مهم و کنترل پایداری برای محاسبه ضریب اطمینان مناسب، جهت پایدارسازی دامنه می‌باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

از مساعدت مدیریت محترم پالایشگاه چهارم و فازهای ۷،٦ و ۸ شرکت مجتمع گاز پارس جنوبی در انجام مطالعات قدردانی می‌شود. همچنین از جناب آقای دکتر علیرضا یاراحمدی بافقی بخاطر تمام زحمات و راهنمایی‌هایشان نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

آذرافزا ، م.، ۱۳۹۲، " بررسی مخاطرات ژئوتکنیکی ساختگاه فلرهای گاز فازهای ۷،٦ و ۸ مجتمع گاز پارس جنوبی "، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Yarahmadi-Bafghi, A.R., Verdel, T., 2003. *" The key-group method "*, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics; 27(6):495-511.

Warburton, PM., 1981. *" Vector Stability Analysis of an Arbitrary Polyhedral Rock Block with any Number of Free Faces "*, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences; 18: 415-427.

Goodman, R.E., Shi, G., 1985 *" Block theory and its application to rock engineering "*, Prentice-Hall, New Jersey.

Mauldon, M., Chou, K. C., 1997 *" Limit Analysis of 2-D Tunnel Key blocks "*, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences April 1997; 34(3-4):379-397.

Eberhardt , E., 2003 *" Rock Slope Stability Analysis – Utilization of Advanced Numerical Techniques "*, Geological Engineering / Earth and Ocean Sciences, UBC, 6339 Stores Rd., Vancouver, BC, V6T 1Z4, CANADA.

Liang , R. Y., Yamin, M. M., 2008 *" Three-dimensional finite element study of arching behavior in slope/drilled shafts system "*, Int. J. Numer. Anal. Methods Geomech., 34(11), 1157–1168.

Geo-Slope., 2000 *" Geo-Slope Office (Slope/W, Seep/W, Sigma/W, CTran/W, Temp/W)"*, Geo-Slope International Ltd., Calgary, Canada.

Noroozi , M., Jalali, S. E., Yarahmadi-bafghi, A. R., 2011 *" 3D key-group method for slope stability analysis "*, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics; 36(16):1780-1792.

Wolfram , S., 1999 *" The Mathematica Book "*, 4th Ed., Wolfram Media - Cambridge University Press.

Bieniawski , Z. T., 1989 *" Engineering Rock Mass Classifications "*, Wiley, New York. 251 pp.

Budhu , M., 2010 *" Soil mechanics and foundations "*, Muni Budhu. 3rd ed. ISBN 978-0-470-55684-9 (handbook).

Romana , M., Serón, J, B., Montalar, E., 2003 *" SMR Geomechanics classification: Application, experience and validation "*, ISRM 2003–Technology roadmap for rock mechanics, South African Institute of Mining and Metallurgy.

Itasca. , 2008 *" UDEC - Universal distinct element code "*, Itasca Consulting Group, Inc., Minneapolis. UDEC Version 4.00, USA.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

تحلیل سیستماتیکی پایداری ترانشه ی سنگی کنارگذر خوانسار

◇◇◇◇◇◇◇

زهرا شاه وردی[۱*]، اکبر قاضی فرد[۲]، همایون صفایی[۳]
۱-کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران zahra.shahverdy@yahoo.com
۲- دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران
۳- دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

تحلیل پایداري دامنه هاي سنگي طبيعي و مصنوعي یکی از مهم ترین مسائل در فعالیت های عمرانی و معدنی است که روش هاي گوناگوني جهت برآورد آن ارائه شده است. هر گونه تحلیل نادرست می تواند به خسارات جبران ناپذیر در حین و یا پس از اجرای پروژه منجر شود. انتخاب روش صحیح پایدارسازی شیب ها، به محیط و پارامترهای ژئومکانیکی شیب و همچنین روش مناسب تحلیل بستگی مستقیم دارد. دراین پژوهش پایداری شیروانی های ترانشه سنگی کنارگذر خوانسار با استفاده از روش سیستماتیکی مورد تحلیل قرار گرفته است. بررسي هاي سيستماتيكي با نرم افزار Dips v5.103، نمایانگر آن است که احتمال شکست صفحه اي و گوه اي در دیواره جنوب غرب وجود دارد و در دیواره شمال شرق واژگوني یا ریزش، رخ خواهد داد.

کلید واژه ها: کنارگذر خوانسار، ترانشه سنگی، پایداری، تحلیل سیستماتیکی

Abstract:

Systematic analysis of the Stability of new Khansar by-pass road-cut Rock Slopes

Analysis of the natural and artificial rock slope stability is one of the important topics in civil and mining activation the Several methods have been proposed to estimate it. Any inappropriate assessment results in heavy dameges. Selection a suitable stabilization method depends on environments, geomechanical proportion and appropriate assessment method. In this study, slope stability of Khansar by-pass rock slope was assessed by systematic methods. results of systematic analysis using Dips v5.103 software shows that, there are possibilities for planar and wedge failures in south-west wall and in north-east wall are potential for fall or toppling failures.

Keywords : Khansar by-pass, road-cut rock slopes, Stability, Systematic analysis

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

ترانشه ي جاده ي درحال احداث خوانسار که قسمتي از راه مواصلاتي بين چند استان کشور مي باشد، شهرستان دامنه را به گلپايگان متصل مي نمايد. منطقه ي مورد مطالعه در عرض جغرافيايي "۱۳ '۲/۳ ۳۳° شمالي و طول جغرافيايي "۵۳/۶ '۲۰ °۵۰ شرقي قرار دارد و فاصله آن تا شهرستان خوانسار ۹/۹ کيلومتر مي باشد. اين ترانشه با طول ۷۰۰ متر و عرض ۳۰ متر داراي دو ديواره شمال شرقي و جنوب غربي به ترتيب با ارتفاع ۳۸ و ۱۱ متر مي باشد. محل ترانشه در زون سنندج سيرجان قرار دارد اين زون پهنايی بين ۱۵۰ تا ۲۵۰ کيلومتر داشته که بصورت نوار طويل دگرگون شده اي در امتداد و به موازات

روراندگي زاگرس قرار دارد. واحدهاي زمين شناسي مسير مذكور، نه تنها عمدتاً از شيست و سنگ هاي ضعيف مانند فيليت گرافيت دار تشكيل شده اند، بلكه از لحاظ ساختاري نيز پتانسيل ناپايداري دارد (آقانباتی، ۱۳۸۳). در اين پژوهش، ترانشه مورد مطالعه با استفاده از روش سيستماتيكي و نرم افزار Dipsمورد تحليل قرار گرفت.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقيق:

روش سيستماتيكي در تحليل پايداري شيب، روشي مبتني بر ژئومتري و هندسه شيب است كه امكان وقوع انواع ناپايداري را در شيب براساس وضعيت هندسي و پارامترهاي مشخصه صفحات شيب وشكست صفحه پيش بيني مي كند. در تحليل سيتماتيكي در اولين گام لازم است كه پارامترهايي نظير جهت گيري مجموعه ي ناپيوستگي، مشخصات صفحه شيب، شكست، بالايي شيب (شيب وجهت آن) وتمام صفحاتي كه مي تواند به عنوان صفحه شكست عمل كند را به دست مي آورد. تحليل هاي پايداري در اين روش بر اساس ترسيم ظاهري، هندسي و بر اساس ترسيم صفحات بر روي دايره ي استريونت انجام مي شود (Eberhardt , Stead, 2002).

در روش سيستماتيک بعد از برداشت تمام ناپيوستگي ها، صفحات بر روي دايره استريونت ترسيم شده و براساس روش هاي موجود جهت پيش بيني نوع شكست احتمالي عمل مي شود. دراين روش مي توان احتمال سه نوع شكست صفحه اي، گوه اي و واژگوني را پيش بيني كرد. تنها پارامتر رفتاري مرتبط با توده سنگ يا خاک كه در اين تحليل مدنظر قرار مي گيرد، مقدار زاويه اصطكاک داخلي (φ) مي باشد. و ديگر پارامترها نظير مقاومت برشي، آب منفذي و... درنظر گرفته نمي شود. باتوجه به مشخصات هندسي و مقدار زاويه اصطكاک داخلي بر روي استريونت، محدوده بحراني براي هر نوع از مكانيسم هاي شكست در نظر گرفته مي شود. هر صفحه شكستي كه قطب آن در محدوده بحراني قرار مي گيرد امكان وقوع شكست در آن صفحه وجود دارد (فتحی، رشیدی، ۱۳۸٦). در اكثر تحليل هاي پايداري شيب اولين روش مورد استفاده روش سيستماتيكي مي باشد. با توجه به اين كه در اين روش به غير از مشخصات هندسي، پارامترهاي مربوط به خواص فيزيكي و ژئومكانيكي در نظر گرفته نمي شود، ممكن است به نتايج درستي نرسد، لذا استفاده از اين روش فقط در تحليل هاي اوليه و با ريسک پذيري بالا انجام مي شود. به همين دليل طراحي ها و برنامه ريزي هاي كلي بر اساس نتايج حاصل از اين روش انجام نمي گيرد. علاوه بر موارد فوق در اين روش صفحات شكست به صورت يكپارچه در نظر گرفته مي شود و در مواردي كه صفحه شكست به صورت پله اي يا قوسي باشد، از اين تحليل نمي توان استفاده كرد. از روش سيستماتيكي در مواردي كه شكستگي ها از لحاظ هندسي ساده هستند و سيستم ناپيوستگي ها محدودي در منطقه وجود دارد، استفاده مي شود. اين تحليل در شيب هاي سنگي بيشتر از شيب هاي خاكي كاربرد دارد و از نكات مهمي كه در اين تحليل بايد مد نظر داشت اين است كه در آن وضعيت آب در نظر گرفته نمي شود.

پس از جمع آوري موقعيت ناپيوستگي ها و شرايط زمين شناسي آن ها، موقعيت ديواره هاي ترانشه مورد نظر را به استريونت اضافه كرده، سپس دسته درزه هاي غالب منطقه در هر ديواره را، روي استريونت ايجاد مي كنيم. نرم افزار Dips قادر است با ايجاد مخروط هاي متغير با انحراف استانداردهاي تعريف شده در اطراف هر دسته درزه، محدوده قطب هاي آن دسته را با توجه به انحراف استاندارد مورد نظر تعيين كند (Rocscience, 2001).

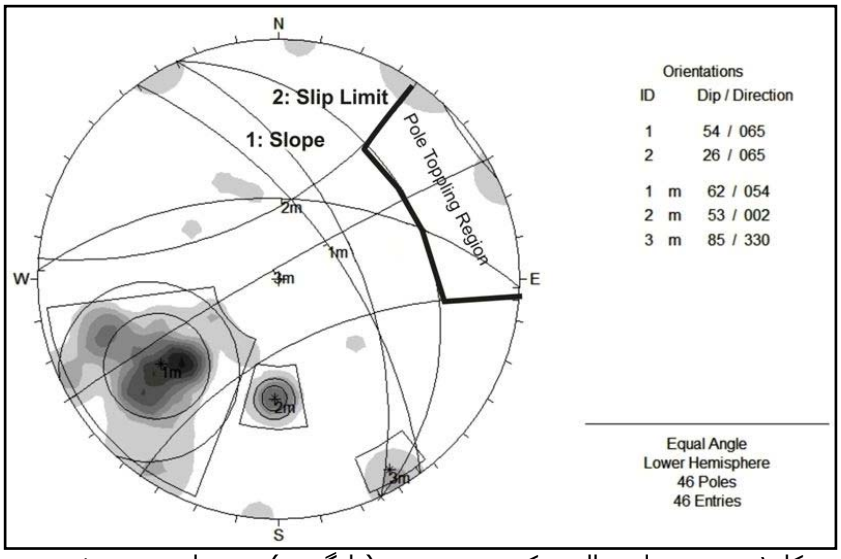
در منطقه مورد مطالعه در ديواره شمال شرقي بيشتر سطح درزه ها نرم و در ديواره جنوب غرب نرم تا كمي زبر مي باشند. با توجه آزمايش ها ی انجام شده بر نمونه های سنگی منطقه مقدار اين زاويه در ديواره شمال شرق برابر ۱۸ درجه و در ديواره جنوب غرب ۲۸ درجه در نظر گرفته شد (شاه وردی، ۱۳۹۰).

◇◇◇◇◇◇◇

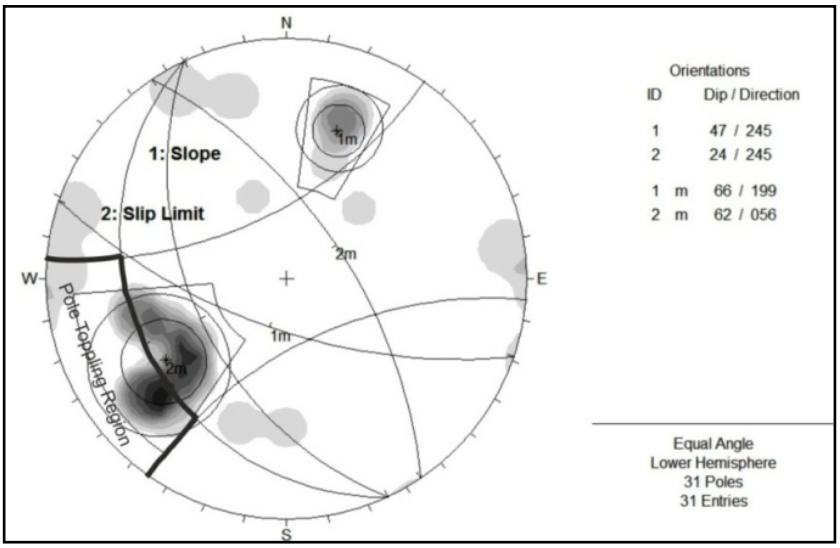
نتايج :

بررسي امكان شكست واژگوني يا ريزشي

بررسي ها نمايانگر آن است كه در ديواره جنوب غرب احتمال رويداد ريزش بسيار كم مي باشد ولي در ديواره شمال شرق اين گسيختگي داراي احتمال بيشتري باشد (شكل ۱ و ۲).



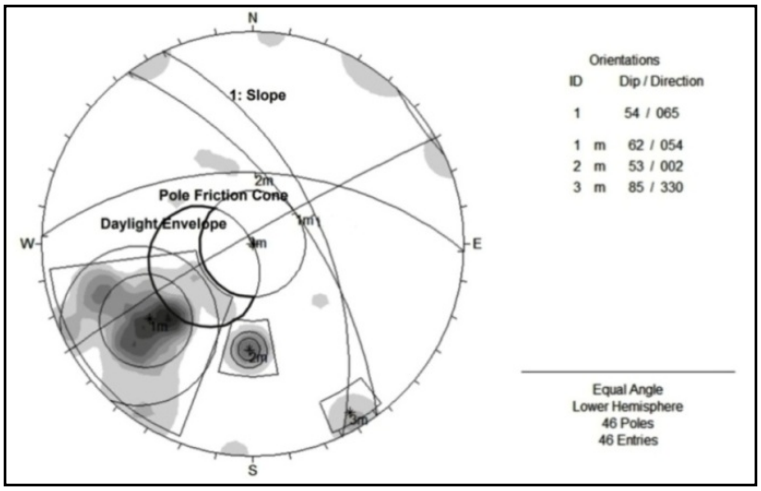
شكل۱: بررسي احتمال شكست ريزشي (واژگوني) در ديواره جنوب غرب



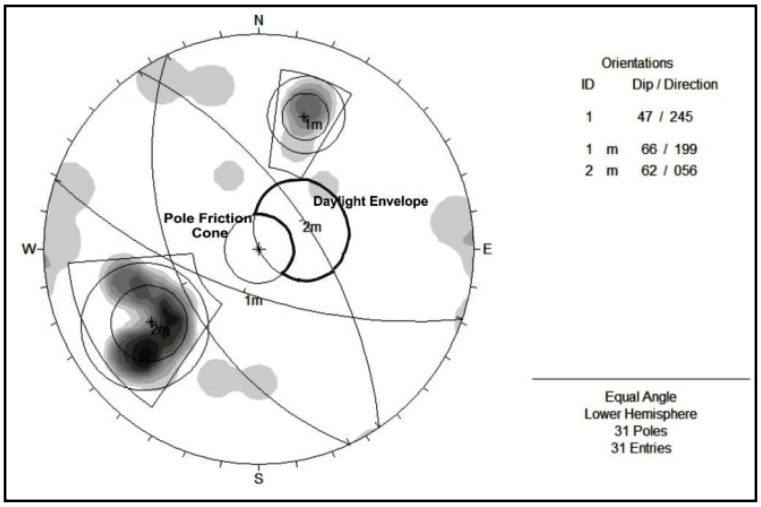
شكل ۲: بررسي احتمال شكست ريزشي (واژگوني)در ديواره شمال شرق

بررسي امكان شكست صفحه اي

در ترانشه مورد مطالعه ديواره جنوب غربي شكست صفحه اي وجود دارد در حالي كه در ديواره شمال شرقي تعداد كمي از قطب هاي ناپيوستگي، لغزش صفحه اي دارند (اشكال٣ و ٤).



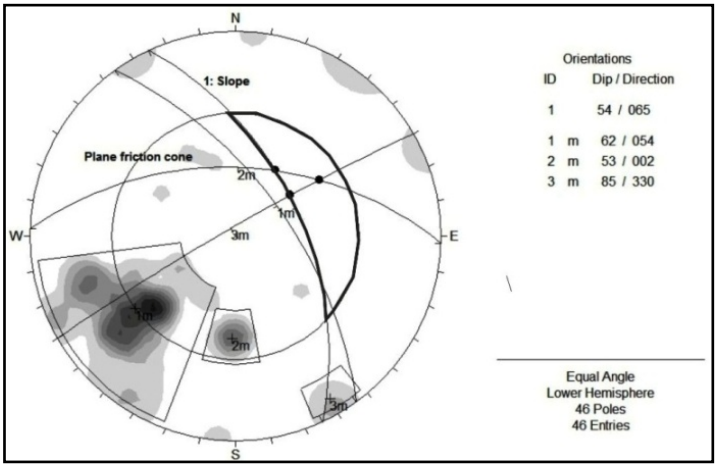
شكل ٣: بررسي احتمال شكست صفحه اي در ديواره جنوب غرب



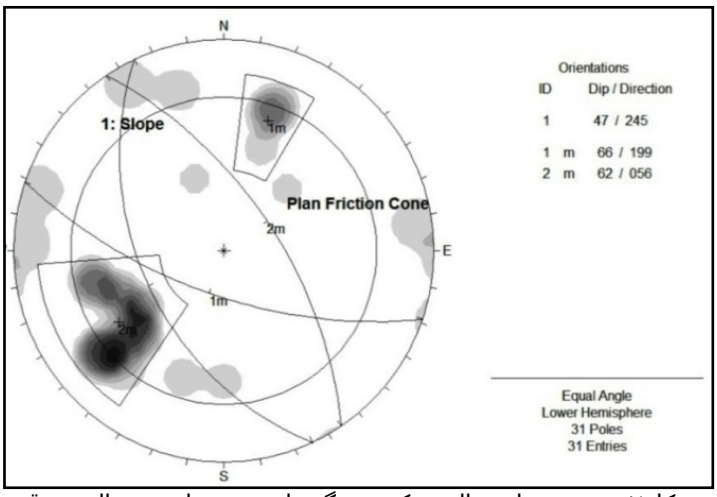
شكل ٤: بررسي احتمال شكست صفحه اي در ديواره شمال شرق

بررسي امكان شكست گوه اي

در اين مطالعه، در ديواره جنوب غربي احتمال شكست گوه اي وجود خواهد داشت (شكل ٥) اما در ديواره شمال شرقي امكان تشكيل گوه وجود نخواهد داشت (شكل ٦).



شکل۵: بررسي احتمال شکست گوه اي در ديواره جنوب غرب



شکل٦: بررسي احتمال شکست گوه اي در ديواره شمال شرق

نتيجه گيري :

تحليل سيستماتيکي پايداري ترانشه کنارگذر خوانسار نشان دهنده گسيختگي هاي احتمالي گوه اي و صفحه اي در ديواره جنوب غرب و گسيختگي ريزشي در ديواره شمال شرق مي باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

آقانباتي، ع.، (۱۳۸۳)، "زمين‌شناسي ايران، انتشارات سازمان زمين شناسي و اکتشافات معدني کشور،" ۵۸٦ صفحه.

شاه وردی، ز.، (۱۳۹۰)، "بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی ترانشه کنارگذر خوانسار و ارائه راهکارهای لازم جهت تثبیت آن،" پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان.

فتحي، ع.، رشيدي، م.، (۱۳۸٦)، "راهنماي نرم افزارهاي ژئوتکنيک،" نشر کتاب دانشگاهي، ۱۷۰ صفحه.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Eberhardt, E., Stead, D., 2002. "*Mechanisms of slope instability in thinly bedded surface mine slopes*", In Moore & Hungr (eds.), Proceedings, 8th International IAEG Congress, Vancouver . A.A. Balkema, Rotterdam, 3018p.

Rocscience,. 2001." *DIPS syatematic Analysis of Slope Stability* (v5.103) *Rocscience Inc*", Toronto.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

تحلیل فرونشست زمین با استفاده ازداده‌های ژئودینامیک (GPS)، (مطالعه موردی: شمال ایران)

◇◇◇◇◇◇◇

یاسر خلیلی، کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی ، دانشگاه تربیت مدرس، ۰۹۱۱۹۵۹۸۱۱۲ ،
khalili.yaser@gmail.com
عبادالله قلیچی، کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی ، دانشگاه تربیت مدرس، ۰۹۱۹۸۵٤۷۷۲۳،
ebad.ghlichi@gmail.com
مهدی حبیبی، کارشناسی مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب، ۰۹۱٤۷۷۲۲٤٦۹، M.habibi.69@gmail.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

داده‌هاي ژئوديناميک دائمي در چهار ايستگاه گرگان، محمودآباد، تنکابن و رشت جمع آوري و نتايج آنها ارائه شده است. هدف مطالعه ژئودینامیک پوسته و محاسبه میزان جابه‌جایی و سرعت پوسته مورد ارزیابی قرار گرفته است. نمودارهای موقعیت زمان ایستگاه دائمی GPS به صورت سه مولفه‌ای بین سال های ۲۰۰٦ تا ۲۰۱۲ رسم شد و با برارزش خط سرعت جابه‌جایی ایستگاه‌ها بر روی هریک از مولفه‌ها محاسبه گردید. مقایسه بین مؤلفه ارتفاعی داده‌های ژئودینامیک ایستگاه گرگان، محمود آباد، تنکابن و رشت با داده‌های سطح ایستابی، نشان می‌دهد که هر چه از سمت شرق (استان گلستان) به سمت غرب (استان مازندران و گیلان) پیش می‌رویم از میزان تغییرات ارتفاعی منطقه کاسته شده و برعکس بر میزان تراز سطح ایستابی آبخوان منطقه افزایش پیدا می‌کند. که این میزان تغییرات برای ایستگاه گرگان برابر ٤۲۰ میلی متر و برای ایستگاه رشت برابر ٥٥ میلی متر در مت این دوره زماني مي‌باشد که نشان مي‌دهد روند جابه‌جايی‌های زمین در ایستگاه گرگان در جهت ارتفاعی (قائم) از همبستگي آماري خيلي قوي يعني(R2 =%96) برخوردار مي‌باشد اما این روند در ایستگاه رشت از همبستگي خيلي ضعيف(R2 = % 0/01) برخوردار است. دلیل نوسانات ارتفاعات گرگان را شاید بتوان به خشکسالی‌های متوالي کشور و برداشت بي‌رويه از آب‌هاي زيرزميني منطقه صورت مي‌گيرد، مرتبط دانست.

کلید واژه ها: (نشست زمین، داده‌های ژئودینامیک (GPS)، تراز آب زیرزمینی، شمال ایران)

Abstract:

Land subsidence analysis of data using Geodynamic (GPS) (Case study: Northern of Iran)

Geodynamic Data permanent in four stations; Gorgan, Mahmoud Abad, Tonekabon and Rasht collected and the results are presented. Aim is the study of crust of Geodynamic and the calculation of displacement and velocity were evaluated. Charts of Permanent GPS time position station were drawn three components between 2006 and 2012 and the value of displacement speed line stations on each of the components are calculated. Comparison between components of height Geodynamic in Gorgan, Mahmoud Abad, Rasht and Tonekabon stations with groundwater data indicate that the East side (Golestan province) to the West (Mazandaran and Gilan) altitude changes been reduced and reversed the balance of the aquifer water table rises That amount changes for Gorgan station is 420 mm and for Rasht station is 55 mm in period of time Which indicates that the ground displacements in Gorgan Station in height (vertical) of the very strong correlation (R2 =% 96) but this trend in Rasht station has a very

weak correlation, (R2 =% 0/01). Fluctuations due to droughts, successive heights of Gorgan and perhaps indiscriminate withdrawal of ground water takes place, are linked.

Keywords: (Earth Summit, Geodynamic data (GPS), Groundwater Level, Northern of Iran)

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

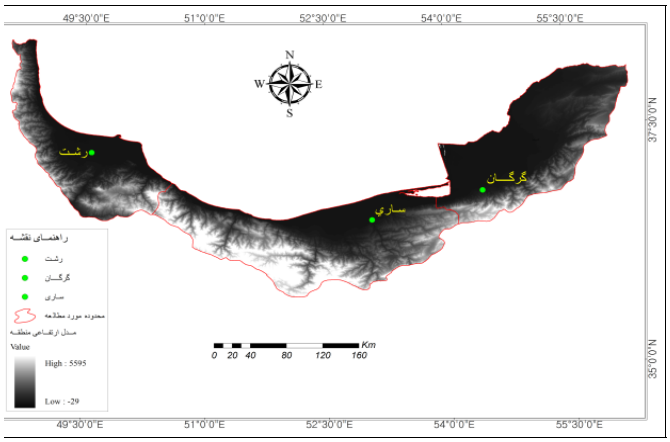
فرونشست نیز به عنوان پدیده‌ای مورفولوژیک نوعی از تغییر شکل سطح زمین است که با دگر شکلی عمودی و یا حرکت رو به پایین سطح زمین (Glopper.1989, USD 1974, Stephen, 2011) و همچنین نشست تدریجی یا دفعی (فروریزی) مواد سطحی زمین همراه است (Stephen, 2011) و در حالت منطقه‌ای، شامل فرو ریزش یا نشست رو به پایین سطح زمین است که می‌تواند داراي بردار جابه‌جایی افقی اندکی نیز باشد (لشکری پور و همکاران،۱۳۸۷). مهمترین علت فرونشست منطقه‌ای سطح زمین در حوضه‌هاي رسوبی مناطق خشک و نیمه خشک، تراکم سفره‌های آب زیر زمینی در اثر استخراج بی-رویه از این منابع است (Pacheco et al., 2006). این وضعیت به ویژه در جایی که استخراج بی‌رویه از سفره‌های آبدار ماسه‌ای متخلخل که به صورت میان لایه‌ای با لایه‌های آبدار رسی نفوذ ناپذیر قرار دارد بسیار حاد بوده و موجب فرونشست گسترده می‌گردد (لشکری پور، ۱۳۸۷ بعد از Liu et al., 2006).
در پژوهش گالووی[1] و همکاران (۱۹۹۸) مربوط به دره آنتلوپ در کالیفرنیا، مشخص شد که دره آنتلوپ با ساختار مخروط افکنه‌ای با فرونشستی کمتر از ۲۰ میلی‌متر به دلیل برداشت آب از منابع زیرسطحی در سال مواجه است. همچنین پژوهش‌های مناطق غربی و جنوب غربی تایوان (Chen et al., 2010) حوزه باندونگ، اندونزی (Gumilar et al., 2012)، حوزه ژانگولداک- کازلو در ترکیه (Eray, 2011)، شهر ایراپواتو[2]، مکزیکو (Ramiro et al., 2012)، شهر گانده در کشور استرالیا (Kay et al., 2012) نمایان می‌سازد افزایش رو به رشد شهرنشینی و فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی و استخراج آب و مواد معدنی از سفره‌ها و معادن زیر سطحی موجب بروز و افزایش روند فرونشست زمین گشته است.
در ایران نیز پدیده فرونشست بالاخص در اثر استخراج بي‌رويه آب‌های زیرزميني به وفور مشاهده شده است. آمار دشت‌های کشور که در آن نشست زمین مشاهده شده شامل ۲۰۹ دشت می‌باشد. نخستین بررسی‌های علمی در جهت تعیین نرخ فرونشست از حدود دو دهه قبل در دشت رفسنجان که واجد بالاترین سابقه و نرخ فرونشست بوده، آغاز گردیده است (شفیعی ثابت، ۱۳۷۳). در سال‌های اخیر پدیده فرونشست منطقه‌ای زمین در ارتباط با افت سطح آب‌های زیر زمینی در بسیاري از دیگر دشت‌های کشور از جمله در دشت همدان (خورسندی، ۱۳۸۵)، مرند (دهقان سورکی،۱۳۹۰)، دشت دامغان (افضلی، ۱۳۹۱) گزارش شده است. بیشترین گزارشات نشست زمین در مناطق خشک و کم باران اتفاق می‌افتد.
جلگه‌های ساحلی شمال از مهمترین جلگه‌های کشور از نظر توسعه کشاورزي، صنعتی و تراکم جمعیتی به شمار می‌آید. در دهه‌هاي اخیر برداشت از منابع آب زیرزمینی از این جلگه‌ها رشد چشمگیري داشته و طبق آمار و اطلاعات موجود بیشترین برداشت آب از منابع آب زیرزمینی این جلگه‌ها مربوط به استان گلستان و مازندران می‌باشد. هیدروگراف‌هاي تراز آب زیرزميني دشت گرگان نشان می‌دهند که در طي ۱۹ سال (۱۳۸۹-۱۳۷۰) به میزان ۶/۹ متر، یعني به طورمتوسط هرساله ۲۷ سانتیمتر سطح ترازآب کاهش یافته است. دشت گرگان یکی از دشت‌های وسیع و با اهمیت کشور است که فعالیت کشاورزی به علت حاصلخیزی اراضی از رونق بالا برخوردار بوده و در حال حاضر نیز یکی از قطب‌های کشاورزی کشور محسوب می‌گردد، لذا برای تأمین کمبود آب آبیاری و رفع نیاز حفر چاه و بهره‌برداری از سفره آب زیرزمینی در دشت گرگان رواج یافته است.

◇◇◇◇◇◇◇

1. Galloway
2. Irapuato
3. Global Positioning System

روش تحقیق:

به منظور دستیابی به هدف تحقیق از داده‌های سطح آب زیرزمینی آبخوان دشت گرگان، برای تغییرات ایستابی آبخوان و همچنین از داده‌های ژئودینامیک (GPS)[۳] چهار ایستگاه گرگان، محمودآباد، تنکابن و رشت مربوط به سال ۲۰۰۶/۳/۳۱ الی ۲۰۱۱/۱۰/۲۷، برای بررسی روند فرونشینی منطقه استفاده شده است. در ضمن از طریق سایت sopac.ucsd.edu برای شناسایی دقیق‌تر میزان حرکت پوسته زمین در طی روز، ماه و سال استفاده گردیده است. تمام داده‌ها در نرم افزار Arc GIS 9/3 و Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند.
محدوده مورد مطالعه شامل استان گیلان از شمال به دریای مازندران، از جنوب به رشته‌کوه‌های البرز، از شرق به استان مازندران و از غرب و شمال غربی به استان اردبیل محدود است. این استان در ۳۶ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقهٔ طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. استات گیلان با مساحتی حدود ۱۴۷۱۱ کیلومتر مربع، شمالی‌ترین استان کشور و مرکز آن شهرستان رشت است. استان مازندران در بخش شمالي ايران قرار گرفته كه از شمال به درياي مازندران و كشور تركمنستان از شرق به استان خراسان- از جنوب به استان-هاي سمنان و تهران و از غرب به استان گيلان محدود مي‌باشد. مساحت استان در حدود ٤٧٣٠٠ كيلومتر مربع مي‌باشد. استان گلستان با مساحتی حدود ۲۲ هزار کیلومتر مربع در شمال ایران واقع شده است (شکل ۱). این استان از شمال به جمهوری ترکمنستان، از جنوب به استان سمنان، از شرق به استان خراسان و از غرب به استان مازندران و دریای خزر محدود می‌شود (http://www.ngdir.ir).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایي و سیاسي منطقه مورد مطالعه

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

با بررسی داده‌های ژئودینامیک ایران، پی به فشارشی بودن رژیم حاکم بر منطقه برده می‌شود. جهت حرکت کلی میکروپلیت ایران متأثر از جهت فشارش صفحه عربی بر میکروپلیت ایران است. صفحه اوراسیا ثابت در نظر گرفته شده است (سازمان نقشه‌برداری کشور، ۱۳۹۱). تمامی مشاهدات ایستگاه داده‌های GPS در چهار ایستگاه گرگان، تنکابن، محمود آباد و رشت در مدت زمان فوق به صورت روزانه پردازش شده و سپس سری‌های زمانی از جواب‌های روزانه برای هر یک از سه مؤلفه مختصاتی X (مؤلفه شرقی – غربی)، Y (مؤلفه شمالی – جنوبی)، Z (مؤلفه ارتفاع) بدست آمد (جدول ۱).

جدول ۱. حداقل، حداکثر و دامنه تغییرات مؤلفه‌های سه‌گانه مختصاتی طی بازه زمانی شش ساله (میلی‌متر).

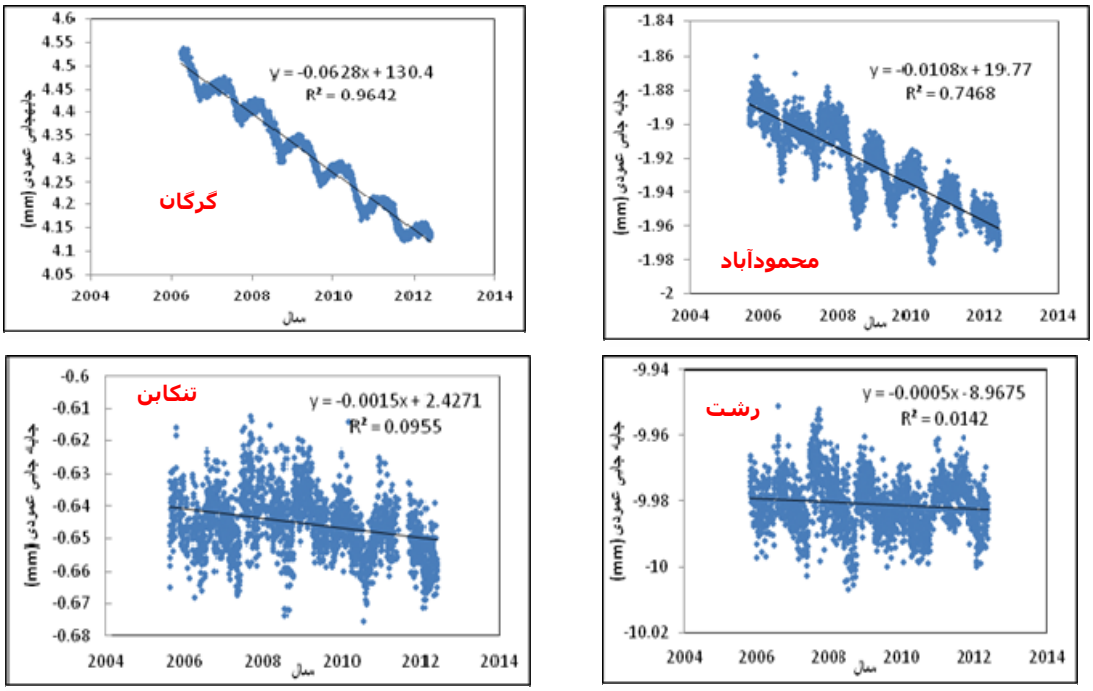
مؤلفه مختصاتی	حداقل(mm)	حداکثر(mm)	دامنه تغییرات (mm)	نام ایستگاه
Y(مؤلفه شمالی – جنوبی)	-٦٥	٥٠	١١٠	گرگان
X(مؤلفه شرقی – غربی)	-٩٠	٦٠	١٥٠	
Z(مؤلفه ارتفاع)	-١٨٠	٢٤٠	٤٢٠	
Y(مؤلفه شمالی – جنوبی)	-٧٠	٤٨	١١٨	محمود آباد
X(مؤلفه شرقی – غربی)	-١٠٠	٦٠	١٦٠	
Z(مؤلفه ارتفاع)	-٦٠	٦٥	١٢٥	
Y(مؤلفه شمالی – جنوبی)	-٨٠	٥٥	١٣٨	تنکابن
X(مؤلفه شرقی – غربی)	-١٠٥	٦٥	١٧٠	
Z(مؤلفه ارتفاع)	-٣٥	٣٢	٦٧	
Y(مؤلفه شمالی – جنوبی)	-١٠٠	٦٠	١٦٠	رشت
X(مؤلفه شرقی – غربی)	-١٠٥	٦٠	١٦٥	
Z(مؤلفه ارتفاع)	-٢٥	٣٠	٥٥	

نتایج اندازه گیری‌های خرداد ۱۳۹۰ منابع آب زیرزمینی حاکیست که دشت‌های استان مازندران نسبت به خرداد ماه سال گذشته و ماه قبل به ترتیب ٦٣/٣١- و ٤٢/١٢- میلیون متر مکعب کاهش حجم و نسبت به میانگین ١٢ ساله نیز ٤٨/٣٦- میلیون مترمکعب کاهش حجم آبخوان داشته است. برابر نتایج اندازه گیری‌های به عمل آمده بیشترین کاهش سطح آب مشاهده شده در موقعیت‌های زماني مذکور (نسبت به ماه مشابه سال قبل و میانگین ١٢ ساله) به ترتیب معادل ١٩٧ سانتی متر و ١٠٨ سانتی متر در زیر محدوده وطنا – سالیکنده از محدوده بهشهر – بندرگز و بیشترین افزایش سطح آب نسبت به ماه قبل ١٤سانتیمتر در زیر محدوده چالوس – کاظم رود از محدوده چالوس – رامسر می‌باشد (جدول ٢)، (سازمان آب منطقه ای استان مازندران، ١٣٩٠).

جدول ۲. بررسی تغییرات حجم آبخوان‌های زیرزمینی دشت‌های مازندران (شرکت سهامی آب منطقه‌ای مازندران، ١٣٩٠).

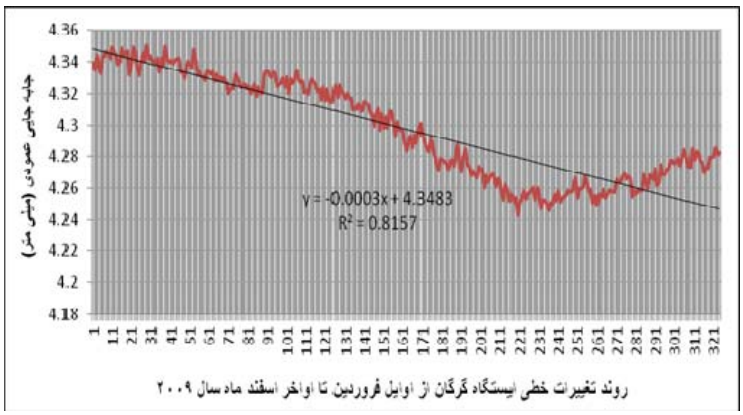
ردیف	کد محدوده	نام محدوده مطالعاتی	وسعت آبخوان (Km2)	ضریب ذخیره (درصد)	سطح ایستابی این ماه (m)	تغییرات سطح ایستابی نسبت به ماه مشابه سال قبل (m)	تغییرات سطح ایستابی نسبت به ماه قبل (m)	تغییرات سطح ایستابی نسبت به متوسط ١٢ ساله (m)	تغییرات حجم مخزن نسبت به ماه مشابه سال قبل (m.c.m)	تغییرات حجم مخزن نسبت به ماه قبل (m.c.m)	تغییرات حجم مخزن نسبت به میانگین ١٢ ساله (m.c.m)
١	١٥٠٤	بهشهر- بندرگز	٣٤٦	٠,٠٣	-٧,٤١	-١,٦٤	-٠,٥٨	-١,٣٢	-١٧,٠١	-٦,٠٢	-١٣,٦٩
٢		سالیکنده- وطنا	٦٤	٠,٠٣	٣,١٦	-١,٩٧	-٠,٠٦	-١,٨	-٣,٧٨	-٠,١٢	-٣,٤٦
٣		وطنا- تیله نو	٨٨,٥	٠,٠٣	-٦,٢٦	-١,٤٥	-٠,٥٩	-١,٤٧	-٣,٨٥	-١,٥٧	-٣,٩٠
٤		تیله نو- رستمکلا	١٣١	٠,٠٣	-١٦,٥٢	-١,٢٤	-٠,٤٠	-٠,٥٩	-٤,٨٧	-١,٥٧	-٣,٣٢
٥	١٥٠٣	ساری-نکا	٦١٦	٠,٠٣٤	-٥,٠٨	-٠,٦٦	-٠,٣٧	-٠,٢٨	-١٣,٨٣	-٧,٧٥	-٥,٨٧
٦		رستمکلا- نکارود	١٦٥	٠,٠٣	-٦,٨٤	-١,١٧١	-١,١	-٠,٩٤	-٨,٤٤	-٥,٤٣	-٤,٦٤
٧		نکارود- تجن	٢٩١	٠,٠٣٤	-١,٨٦	-٠,٣٨	-٠,١٧	-٠,٠٧	-٣,٧٦	-١,٦٨	-٠,٦٩
٨		تجن- سیاه رود	٣٢٢	٠,٠٣٤	-٢,٣٩	-٠,٥٤	-٠,٢٥	-٠,٣٢	-٥,٩١	-٢,٧٤	-٣,٥٠
٩	١٥٠٢	قائم شهر- جویبار	٥٥٨	٠,٠٤	-٢,٣٠	-٠,٧٤	-٠,٣٨	-٠,٣٥	-١٦,٥٣	-٨,٤٩	-٧,٨٢
١٠		سیاه رود- تالار	٢٨١	٠,٠٤	-٤,٥٨	-٠,٩	-٠,٤١	٠,٠٣	-١٠,١٠	-٤,٦٠	٠,٣٤
١١		تالار- بابل رود	٣٠٨	٠,٠٤	-٠,٠٢	-٠,٢٥	-٠,٣٤	-٠,٣٧	-٣,٠٨	-٤,١٨	-٤,٥٥
١٢	١٥٠١	بابل- آمل	١١١٣	٠,٠٥	١٢,٢٦	-٠,٣٥	-٠,١٦	-٠,١٤	-١٩,٤٧	-٨,٩٠	-٧,٧٩
١٣		بابل رود- هراز	٦٦٩	٠,٠٥	١٥,٢٢	-٠,٤٤	-٠,٢	-٠,١٥	-١٤,٧٢	-٦,٦٩	-٥,٠٢
١٤		هراز- آلش رود	٣٣٢	٠,٠٥	٩,٥٥	-٠,٣٣	-٠,٠٥	-٠,١٨	-٥,٤٨	-٠,٨٣	-٢,٩٩
١٥	١٤٠٣	نور- نوشهر	٢٩١	٠,٠٣	٣,٩٥	٠,٢	-٠,٩٦	-٠,٧٢	١,٧٥	-٨,٣٨	-٦,٢٨
١٦		آلش رود- علمده	٢١٦	٠,٠٣	٧,٤٩	٠,٣١	-١,٠٥	-٠,٧٧	٢,٠١	-٦,٧٩	-٤,٩٨
١٧		علمده- چالوس	٧٥,٣	٠,٠٣	-٦,١٧	-٠,١	-٠,٦٩	-٠,٥٣	-٠,٢٣	-١,٥٦	-١,٢٠
١٨	١٤٠٢	چالوس- رامسر	٢٣٤	٠,٠٤	-٥,٩٩	٠,١٩	-٠,١٧	-٠,٧٤	١,٧٧	-١,٥٩	-٦,٩١
١٩		چالوس-کاظم رود	٥٥,٢	٠,٠٤	-٨,٥٨	-٠,١٩	٠,١٤	-٠,٣٨	-٠,٤٣	٠,٣١	-٠,٨٤
٢٠		کاظم رود- چشمه کیله	٨٨,٥	٠,٠٤	-٥,٦٤	٠,٤	-٠,١٣	-٠,٦٧	١,٤٢	-٠,٤٦	-٢,٣٧
٢١		چشمه کیله- صفارود	٨٩,٨	٠,٠٤	-٤,٧٥	٠,٢	-٠,٤٢	-١,٠٤	٠,٧٢	-١,٥١	-٣,٧٤

با مقایسه بین مؤلفه ارتفاعی داده‌های ژئودینامیک ایستگاه گرگان، محمود آباد، تنکابن و رشت با داده-های سطح ایستابی، نشان می‌دهد که هر چه از سمت شرق (استان گلستان) به سمت غرب (استان مازندران و گیلان) پیش می‌رویم از میزان تغییرات ارتفاعی منطقه کاسته شده و برعکس بر میزان تراز سطح ایستابی آبخوان منطقه افزایش پیدا می‌کند. که میزان این تغییرات برای ایستگاه گرگان برابر ٤٢٠ میلی‌متر و برای ایستگاه رشت ٥٥ میلی متر می‌باشد (شکل ٢). با بررسي آماري و مقايسه نمودارها بين سال‌هاي ثبت اطلاعات، مي‌توان نتيجه‌گيري نمود كه روند جابه‌جايي‌هاي زمين در ايستگاه گرگان در جهت ارتفاعي (قائم) از همبستگي آماري خيلي قوي يعني (R_2 =%96) رخوردار مي‌باشد اما اين روند در ايستگاه رشت از همبستگي خيلي ضعيف (R_2 = % 0/01) برخوردار است.



شکل ٢. ميزان همبستگي بين جابه‌جايي‌هاي رخ داده در جهت عمودي (ايستگاه‌هاي گرگان، محمود آباد، تنكابن و رشت، ٢٠٠٦-٢٠١٢).

نتايج اين بررسي نشان مي‌دهد كه ارتباط خوبي بين افزايش سطح ايستابي در ماه هاي مختلف (فروردين – آبان)، با مقدار فرونشيني در منطقه و كاهش سطح ايستابي در ماه هاي مختلف (آذر– اسفند)، با مقداربالاآمدگي در منطقه دارد(شكل ٣).



شکل ٣. روند خطی کاهش ارتفاع از اوایل فروردین تا اواخر آبان ماه و بالاآمدگی ناگهانی از اوایل آذر تا اواخر اسفند ماه سال ٢٠٠٩ ميلادی، که رابطه خوبی با سطح ایستابی دارد.

نتيجه گيري :

نتایج به دست آمده از داده‌های ژئودینامیک (GPS) ایستگاه گرگان، محمود آباد، تنکابن و رشت وقوع فرونشست زمین در پهنه‌اي وسيع از دشت گرگان را تأیید می‌نماید. نرخ این فرونشست با توجه به اطلاعات ٦ ساله جمع‌آوري شده از ایستگاه GPS گرگان حدود ۷۰ میلی‌متر در سال گزارش شده است. میزان جابه‌جایی عمودی ایستگاه گرگان چشمگیر بوده است که در طول مدت ٦ سال نشان می‌دهد این منطقه به میزان ٤۲۰ میلی‌متر در جهت عمودی در حال فرونشینی می‌باشد. با بررسي آماري و مقايسه نمودارها بين سال‌هاي ثبت اطلاعات، می‌توان نتيجه گيري نمود كه روند جابه‌جایی‌های زمین در ایستگاه گرگان در جهت ارتفاعي (قائم) از همبستگي آماري خيلي قوي يعني (R_2 =%96) برخوردار مي‌باشد اما اين روند در ايستگاه رشت از همبستگي خيلي ضعيف (R_2 = % 0/01) برخوردار است. به طور متوسط سالانه حدود ۷۸۱/۳۹٤ میلیون مترمکعب از آبخوان آبرفتي برداشت می‌گردد که بیشترین سهم آن با ۸۸/٥ درصد از منابع تخلیه آب زیرزميني مربوط به چاه بهره‌برداري بوده، حدود ۹/۲ درصد به سیستم قنات اختصاص داده شده و ۲/۳ درصد باقیمانده مربوط به چشمه‌هاي آبرفتي می‌باشد. دلیل نوسانات ارتفاعات گرگان را شاید بتوان به خشکسالی‌های متوالی در کشور روی داده، مرتبط دانست. با بروز خشکسالی و برداشت بی‌رویه از ذخایر آب‌های زیرزمینی، سطح آب به شده افت نموده و حاصل این فرآیند، افت سطح زمین در بعضی نقاط از جمله گرگان می‌باشد. که ارتباط خوبی بین افزایش سطح ایستابی در ماه‌های مختلف با مقدار فرو نشینی در منطقه و کاهش سطح ایستابی در ماه‌های مختلف با مقدار بالاآمدگی در منطقه دارد. میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی در آبخوان دشت گرگان در سال‌هاي اخير بسيار محسوس بوده است.

منابع فارسي :

خورسندي آقایی،ا.، عبدالهی، م.، (۱۳۸٥)، "بررسی پدیده فرونشینی زمین دشت همدان با دیدگاه متفاوت، مطالعه موردی:فرونشینی زمین طرح تغذیه مصنوعی جنوب نیروگاه"، مجموعه مقالات دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس.
دهقان سورکی، ی.، (۱۳۹۰)، "بکار گیری تکنیک تداخل سنجی تفاضلی راداری در تعیین نرخ و دامنه فرونشست زمین در دشت مرند". پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تربیت مدرس، به راهنمایی محمد شریفی کیا.
سازمان نقشه برداري كشور، (۱۳۹۱)، "داده‌هاي ژئودينامیک ایستگاه های ، گرگان، محمود آباد تنکابن، رشت" در دوره زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲ .
شفیعی ثابت، ب.، (۱۳۷۳)، "مدل کردن نشست منطقه این زمین در اثر پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، به راهنمایی محمد محسن توفیق، دانشگاه شهید باهنر کرمان. دانشکده فنی.

References:

Chen Chieh-Hung., Wang Chung-Ho., Hsu Ya-Ju., Yu Shui-Beih., Kuo Long-Chen., 2010. *"Correlation between groundwater level and altitude variations in land subsidence area of the Choshuichi Alluvial Fan, Taiwan"* , Engineering Geology,115, pp 122-131.

Eray .Can., Cetin . Mekik., Senol Kuscu., and Hakan Akçin , 2011. *"Subsidence occurring in mining regions and a case study of Zonguldak-Kozlu basin"*., Scientific Research and Essays Vol. 6(6) , pp. 1317-1327, 18 March.

Glopper, R.J. 1989. *"Land subsidence and soil ripening"*.Flevobericht 306. Rijkswaterstaat, DirectieFlevoland, Lelystad, 49 p.

Gumilar .Irwan., Hasanuddin. zAbidin., Heri Andreas., Teghuh. P .,Sidiq, Mahmud gamal., 2012. *"On mapping and evaluating the impact of land subsidence in bandung basin (indonesia) "*, TS09F-Risk management in planning and GIS , 5638 , Working week.

Kay .Darly.,2012. *"The management of mine subsidence: Effects, impacts and consequences,mine subsidence engineering consultants"*, Caroona Coal Project , Community Consultative Committee Presentation.

Liu, C.W., Lin, W.S. & Cheng, L.H., 2006. *"Estimation of land subsidence caused by loss of smectiteinterlayer water in shallow aquifer systems"*. Hydrogeology Journal, 14:508-525.

Pacheco, J., Arzate, J., Rojas, E., Arroyo, M., Yutsis, V., & Ochoa, G., 2006. *"Delimitation of ground failure zones due to land subsidence usind gravity data and finite element modeling in the Queretaro valley, Mexico"*. Engineering Geology, 84:pp143-160.

Ramiro Rodríguez., Jorge Lira and I. Rodríguez., 2012. *"Subsidence risk due to groundwater extraction in urban areas using fractal analysis of satellite images"*, ,Geofísica Internacional, 51-2: pp157-167.

Stephen, 2011, *"Subsidence: Dissolution & Human Related Causes"*. Natural Disasters, Tulane University,pp 1-10.

USDI.,1974. *"Earth manual: a guide to the use of soils as foundations and as construction materials for hydraulic structures"*, 2nd ed., U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Reclamation. 810 p.

http://www.ngdir.com/GeoportalInfo/PSubjectInfoDetail.asp?PID=596&index=12.

http://www.ngdir.ir/geoportalinfo/PSubjectInfoDetail.asp?PID=1245&index=2

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

تحلیل نشست تکیه‌گاه چپ سد دهان با استفاده از روش های تحلیل دستی و اجزا محدود

◇◇◇◇◇◇◇

زهرا حدادی جوزدانی، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه اصفهان، hadadi.eng_geo@yahoo.com
رسول اجل‌لوئیان، دانشیار زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه اصفهان، Ajalloeian@yahoo.com
محسن رضائي، دانشجوي دكتري زمين‌شناسي مهندسي، دانشگاه فردوسي مشهد،rezaei.eng@gmail.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده:

سد دهان یک سد خاکی با هسته‌ی رسی است که بر روی رودخانه‌ی دهان در نزدیکی روستای هست از توابع شهرستان سمیرم احداث خواهدشد. در این مقاله نتایج تحلیل رفتار ژئوتکنیکی سد از نظر تغییر شکل و نشست در انتهای مرحله‌ی ساخت سد مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور از ۲ روش تحلیل دستی با استفاده از روابط ترزاقی و همچنین نرم‌افزار اجزا محدود Plaxis V8.5 استفاده شده‌است. در تحلیل نرم‌افزاری از مدل رفتاری موهر-کلمب استفاده شد و مراحل ساخت به صورت مرحله‌ای با گام‌های زمانی مختلف، بر طبق شرایط ساخت، تعریف شده‌اند. به‌علاوه تحلیل‌ها به صورت ۲ بعدی و با استفاده از مدل کرنش مسطح انجام شد. در نهایت نتایج حاصل با مقادیر به دست آمده از روش ترزاقی مقایسه شد و مشخص گردید که نتایج به دست آمده از دو روش مطابقت خوبی با یکدیگر دارند .

کلید واژه‌ها: سد خاکی، نشست، سد دهان، نرم‌افزار Plaxis

Abstract:

Consolidation of the left abutments Dohan dams analysis using finite element and manual analysis methods

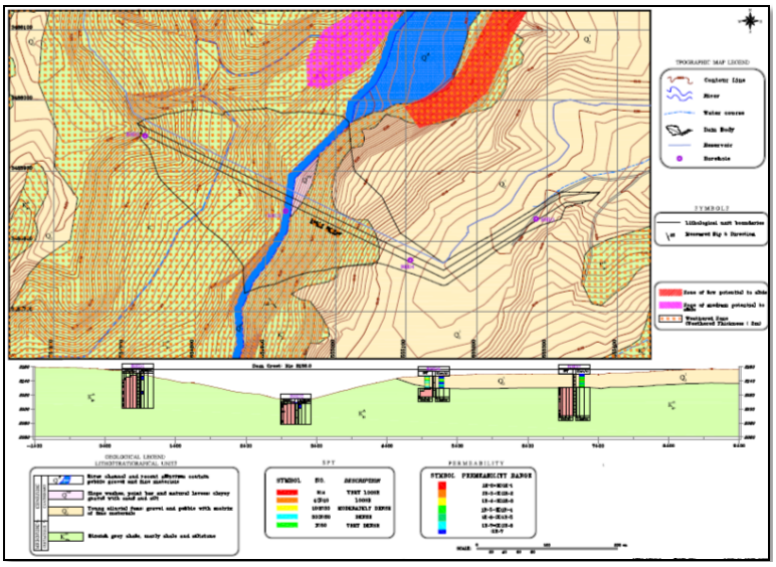
Dahan dam is an earth dam with a clay core that is on the river of Dohan near the Hast village of city function of Semirum will be constructed. In This article analyzes the results of the geotechnical behavior of the deformation and consolidation of the dam at the end of the construction. For this purpose using 2 methods of hand analysis Terzaghi relations and is used as finite element software Plaxis V8.5. In the analysis of software behavior Mohr-Coulomb model was used. Construction process into phases with different time steps, which are defined as construct conditions. In a addition analysis as Two-dimensional and using the Plane strain modele was done. The results were compared with values obtained from Terzaghi method and found that the results obtained by the two methods are in good agreement with each other.

Keywords: earth dam, consolidation, Dohan dam, Plaxis software

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه:

امروزه سدها نقش مؤثری در توسعه صنعت آب دارند، طراحی و احداث خاکریز و بدنه سدها بر روی بسترهای سست یکی از مسائل چالشی در مهندسی ژئوتکنیک به‌شمار می‌رود. از خصوصیات اصلی خاک‌های سست تراکم‌پذیری زیاد و مقاومت برشی کم آن‌هاست که سبب ایجاد تغییر شکل‌های بلند مدت و بروز مشکلاتی در پایداری خاکریز می‌شود.
بر اساس آمار کمیته بین‌المللی سدهای بزرگ و بررسی عوامل مؤثر در خرابی ۳۰۸ سد در نقاط مختلف دنیا نشان داده‌است که نشست غیریکنواخت و گسیختگی پی علت اصلی ۵۰ % خرابی‌ها بوده‌است (نجم، ۱۳۷۹). عمده نشست سدهای خاکی در زمان ساخت آن‌ها صورت می‌گیرد (Gikas, Sakellariou, 2008) و نشست حداکثر همواره در بزرگترین مقطع سد رخ نمی‌دهد (Ik-Soo, 2011). مطالعه نشست سدهای خاکی و پاره‌سنگی بعضاً به نتایج مؤثری منجر می‌شود. برای مثال ساری ابوشرار و همکاران در سال ۲۰۰۹ با بررسی خاکریزی لایه به لایه خاکریز جاده و مدل کردن آن با روش عددی اجزا محدود دریافتند که در اکثر مواقع بیشترین نشست در بخش پنجه خاکریز به وقوع می‌پیوندد (Abusharar et all., 2009).
سد دهان سدی خاکی با هسته رسی است که بر روی رودخانه‌ای به همین نام و در موقعیت جغرافیایی ″۳۸/۶ ،′۳۴ ،°۵۱ طول شرقی و ″۳۹ ،′۱۹ ،°۳۱عرض شمالی احداث خواهدشد. ارتفاع تقریبی سد در حدود ۵۳ متر بوده و تراز تاج سد در ارتفاع ۲۱۶۰ متر از سطح آزاد دریا قرار می‌گیرد. مقطع خاکریز بدنه سد شامل هسته آب‌بندی رسی، لایه‌های فیلتر، زهکش و پوسته بالا دست و پایین دست است. محل ساختگاه سد بر روی شیل‌های آهکی سازند گورپی با سن کرتاسه و رسوبات عهد حاضر قرار خواهدگرفت. رسوبات کواترنری از جنس رس لاغر (CL) می‌باشند که در قسمت فوقانی تکیه‌گاه چپ قرار دارند، به صورتی که در تکیه‌گاه چپ شاهد حضور حدود ۱۸ متر از این رسوبات هستیم (مهندسین مشاور زایندآب).
از آنجایی که نشست پی‌سنگی این سد در حد ناچیز فرض شده‌است تعیین مقدار نشست بخش آبرفتی پی اهمیت بسزایی دارد. نقشه‌ی زمین‌شناسی ساختگاه سد در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل (۱) نقشه زمین شناسی مهندسی ساختگاه سد دهان (مهندسان مشاور زایندآب، ۱۳۸۹)

روش تحقیق:

در این پژوهش نشست تحکیمی لایه رسی پی موجود در تکیه‌گاه چپ ساختگاه سد از دو روش روابط ترزاقی و روش اجزا محدود با استفاده از نرم‌افزار Plaxis بررسی شده و نتایج آن‌ها با هم مقایسه شد.

نشست تحکیمی ناشی از تغییر حجم خاک اشباع به علت رانده‌شدن آب‌های موجود در حفرات است. اولین بار ترزاقی با استفاده از نتایج آزمایش تحکیم معمولی نشست تحکیمی خاک‌های رسی با استفاده

از نتایج آزمایش تحکیم معمولی محاسبه نمود (داس، ۱۳۸۹). اگر افزایش تنش نتیجه شده از یک پی به گونه‌ای باشد که تنش نهایی کمتر از تنش پیش‌تحکیمی باشد، نشست تحکیمی نسبتاً کوچک خواهدبود؛ در حالی که اگر تنش نهایی بزرگتر از مقدار پیش‌تحکیمی باشد، باید انتظار نشست بسیار بزرگتری را داشته باشیم. بنابراین تعیین دقیق فشار پیش‌تحکیمی و تغییرات آن با عمق یکی از مهم‌ترین مسائل در بررسی نشست می‌باشد (Holtz and Kovacs, 1981).
برای رس‌های عادی تحکیم‌یافته که تحت تأثیر فشار پیش‌تحکیمی قرار نداشته‌اند، نشست با توجه به رابطه‌ی (۱) تعیین می‌شود.

$$S = \frac{e_0 \times H}{1+e_0} \log\left(\frac{p_0+\Delta p}{p_0}\right) \quad (۱)$$

در رسهای پیش‌تحکیم یافته که فشار مؤثر بر آن‌ها از فشار پیش‌تحکیمی (P_c)کمتر باشد، نشست با استفاده از رابطه‌ی (۲) محاسبه می‌شود.

$$S = \frac{e_0 \times H}{1+e_0} \log\left(\frac{p_0+\Delta p}{p_0}\right) \quad (۲)$$

و اگر $P_0 + \Delta P > P_c$ باشد، داریم:

$$S = \frac{e_0 \times H}{1+e_0} \log\frac{p_c}{p_0} + \frac{e_c \times H}{1+e_c} \log\left(\frac{p_0+\Delta p}{p_c}\right) \quad (۳)$$

در این روابط:
S: نشست تحکیمی، H: ضخامت لایه‌ی تراکم‌پذیر، P_0: فشار سربار موجود در منطقه، ΔP: افزایش فشار ایجاد شده در اثر ساخت سازه در منطقه است که در این تحقیق از توزیع تنش بار موجود روی پی که توسط بوسینسک برای بارهای مستطیلی ارائه شده به‌دست آمد (رابطه ۴)، e_0: تخلخل اولیه، C_c: شیب نشانه فشردگی و C_s: نشانه‌ی تورم نامیده می‌شود.

$$\Delta p = \int_{y=0}^{B} \int_{x=0}^{L} \frac{3q z^3 (dx\, dy)}{2\pi (x^2+y^2+z^2)^{5/2}} = qI \quad (۴)$$

راه حل دیگر محاسبه‌ی نشست استفاده از روش اجزا محدود و نرم‌افزار Plaxis می‌باشد.
Plaxis نرم‌افزاری المان محدود و پیشرفته است که برای تحلیل تغییر شکل‌ها و پایداري در پروژه‌های مهندسي ژئوتكنيك كاربرد دارد. با این نرم‌افزار می‌توان خاکبرداری و خاکریزی مرحله‌ای با شرایط بارگذاري و مرزي مختلف را توسط المان‌های مثلثي ۶ گرهي و ۱۵ گرهي مدل سازي نمود.
در این نرم افزار مدل‌هاي رفتاري موهر-كلمب (MC)، مدل سنگ درزه‌دار (JR)، مدل سخت‌شوندگي هذلولي (HS)، مدل نرم‌شوندگی (SS) و مدل نرم‌شوندگي خزشي (SSC) قابل به‌كارگيري است، همچنین با این نرم‌افزار مي‌توان فرايند ساخت و حفاري را توسط فعال كردن و غيرفعال كردن اجزاء در مرحله محاسبات مدل كرد. نمونه‌اي از كاربرد اين قابليت، ساخت مرحله‌ای سدها و انجام آناليز لايه به لايه در پايداري شيب‌ها، سدها و تونل‌هاست، در ساخت مرحله‌اي از وزن سد يا دامنه جهت بارگذاری استفاده مي‌شود.

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج:

تعیین نشست با استفاده از رابطه ترزاقی
جهت تعیین دقیق میزان نشست، ضخامت ۱۸ متری آبرفت‌های منطقه به ۳ بخش مساوی ۶ متری تقسیم شد. سپس تنش‌های وارده به مرکز هر بخش محاسبه شد و در نهایت با استفاده از روابط ۱ تا ۳ مقدار نشست به دست آمد. فشار قائم وارده به بخش‌های مختلف در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱) مقادیر بار قائم موجود در اعماق مختلف در اثر توزیع تنش بار مستطیلی به روش بوسینسک

توزیع تنش (KN/m^2)	ضریب تأثیر I	عمق (m)
۶۳/۱۳۶	۰/۲۴۶	۳
۵۱/۸۴	۰/۲۰۲	۹
۳۹/۲۷	۰/۱۵۳	۱۵

بر اساس بررسی‌های آزمایشگاهی و نتایج به‌دست آمده از آزمایش تحکیم معمولی بر روی نمونه‌های دست‌نخورده، پارمترهای مورد نیاز برای تعیین مقدار نشست تحکیمی لایه‌ها تعیین شد. این پارامترها در جدول ۲ ارائه شده‌اند. در نهایت با استفاده از این پارامترها، فشار قائم ناشی از ساخت سازه و فشار سربار موجود (که از ضرب عمق لایه در وزن مخصوص آن به‌دست می‌آید) مقدار نشست محاسبه شد. در عمق ۰ تا ۶ متری لایه پیش‌تحکیم یافته و در اعماق ۶-۱۲ و ۱۲-۱۸ متری، لایه‌ها عادی تحکیم‌یافته می‌باشند. در جدول ۳ مقدار نشست به دست آمده برای هر لایه تعیین شده است.

جدول (۲) پارامترهای به‌دست آمده از آزمایش تحکیم

p_c (KN/m^2)	e_0	c_s	c_c
۱۶۵	۰/۶۷۷	۰/۰۲۶	۰/۳

جدول (۳) نشست لایه‌های مختلف خاک

نشست عمق ۱۲ تا ۱۸ (m)	نشست عمق ۶ تا ۱۲ (m)	نشست عمق ۰ تا ۶ (m)	نشست کل (m)
۰/۰۶۵	۰/۱۲۴۵	۰/۰۳۱۱	۰/۲۲۰۶

محاسبه نشست با استفاده از نرم‌افزار plaxis:

هندسه مدل:

خاکریز بدنه سد در بخش آبرفتی تکیه‌گاه چپ (در قسمت آبرفتی پی تقریباً مسطح است) در نظر گرفته شد. در این قسمت سد ارتفاعی حدود ۱۲ متر دارد. شیب بدنه سد در بالادست ۲/۵ :۱ (V:H) و در پایین دست ۲/۲۵ : ۱ (V:H) مي‌باشد. عرض تاج ۱۱ متر و عرض فیلتر و زهکش نیز ۳ متر است. بستر خاکریز تا عمق ۱۸ متري از خاك سست (CL) تشکیل شده و بعد از این لایه شیل‌های آهکی سازند گورپی قرار می‌گیرند. انتخاب ابعاد مدل باید به اندازه‌ای باشد که بر روی نشست حاصله تأثیر نداشته باشد. بنابراین از هر طرف سد، ۳۰ متر فراتر از بدنه درنظر گرفته شد و هندسه‌ی مدل ترسیم گردید.

شرایط مرزی:

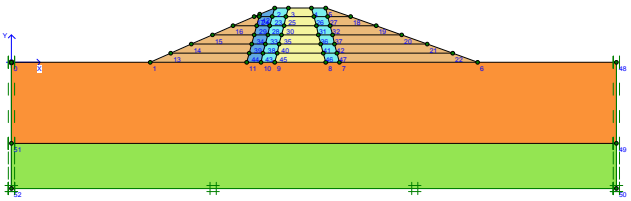
خاک یک محیط نیمه بی‌نهایت است، ولی مدل سازی یک محیط بی‌نهایت در هیچ یک از برنامه‌های تفاضل محدود یا اجزای محدود میسر نیست، لذا همواره بخشی از خاک مدل می‌شود. برای اینکه این مدل تا حد امکان به واقعیت نزدیک باشد، باید شرایط مرزی مناسب به مدل اعمال گردد. در این روش در طرفین مدل از تکیه‌گاه غلتکی با حرکت قائم آزاد و در مرز پایینی از تکیه‌گاه‌های گیردار استفاده شد.

خصوصیات مصالح:

در مرحله ورودی نرم افزار و با استفاده از گزینه Material sets مشخصات مصالح تشکیل دهنده پی و مصالح سد را وارد می‌کنیم (جدول ۴). ملا و همکارانش در سال ۲۰۰۰ در بررسی روش اجزا محدود با موضوعات مرتبط با اندرکنش خاک و سازه، با تبعیت از قانون موهر-کلمب دریافتند که این روش قابلیت تعیین اکثر پارامترهای مکانیکی (تنشهای بینابین، تغییر شکل، جابه‌جایی، فشار حفره‌ای و ...) را داراست (۵). بنابراین در این مرحله برای تحلیل از معیار موهر-کلمب و شرایط زهکشی نشده استفاده کردیم. شکل (۲) هندسه کلی مدل با تعریف شرایط مرزی را نشان می‌دهد.

جدول (۴) مشخصات پی و مصالح تشکیل دهنده‌ی سد

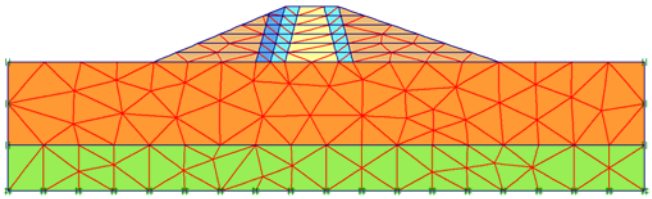
پارامترهای معیارمورکلمب		marls	Clay	هسته سد	پوسته	فیلتر	زهکش
γ_{unsat}	(KN/m^3)	۲۴/۴	۱۸/۱۳	۲۰/۶	۲۳/۵۳	۲۳/۶	۲۳/۷۲
γ_{sat}	(KN/m^3)	۲۴/۶	۱۹/۸۶	۲۱/۳	۲۴/۴۶	۲۴/۶	۲۴/۹
K_x	(m/day)	۰/۰۰۸۶۴	۰/۰۰۸۶۴	۰/۰۰۰۲۵۹۲	۴/۳۲	۸/۶۴	۸۶/۴
K_y	(m/day)	۰/۰۰۰۸۶۴	۰/۰۰۰۸۶۴	۰/۰۰۰۰۲۵۹۲	۰/۴۳۲	۸/۶۴	۸۶/۴
E_{ref}	(KN/m^2)	۸۶۰۲۰۰	۱۳۵۲۶/۴	۱۵۰۰۰	۸۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	۸۰۰۰۰
C_{ref}	(KN/m^2)	۱۰۰۰	۲۷	۴۵	۱۱۹	۰/۱	۰/۱
ν	_	۰/۲۹	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۲۵
φ	[°]	۲۸	۲۱	۲۵	۲۸	۳۵	۳۵
ψ	[°]	۰	۰	۰	۰	۵	۵
نوع رفتار مواد		زهکشی نشده	زهکشی نشده	زهکشی نشده	زهکشی نشده	زهکشی شده	زهکشی شده



شکل (۲) هندسه مدل سد در نرم افزار plaxis

المان بندي:

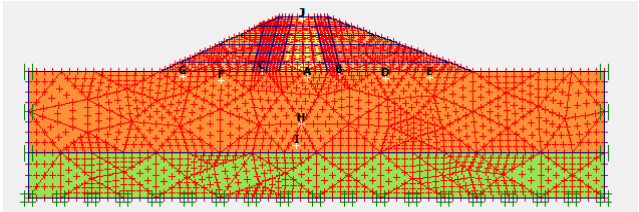
المان‌هاي به‌كار رفته در اين تحليل المانهاي ۱۵ گرهي با مقياس Medium مـي باشـند. شـكل (۲) نحـوة المان بندي مدل را نشان مي دهد.



شكل (۳) مش‌بندی هندسه سد دهان

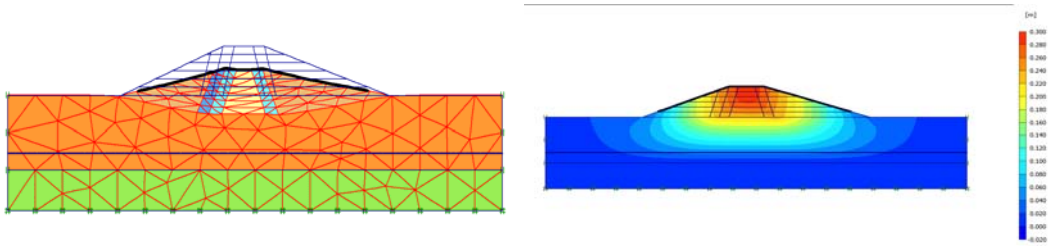
محاسبات:

در مرحله محاسبات ساخت خاكريز به‌صورت مرحله‌اي در ۶ فاز و در لايه‌هايي به ضخامت ۲ متر كه مدت زمان ساخت هر لايه مطابق شرايط ساخت ۱۴ روز طول می‌كشد تعيين گرديد. در اين مرحله برای محاسبه مقدار نشست از فاز محاسباتی Consolidation analysis استفاده شد. شكل (۴) موقعيت نقاط كنترل انتخاب شده براي رسم منحني‌ها را نشان می‌دهد.

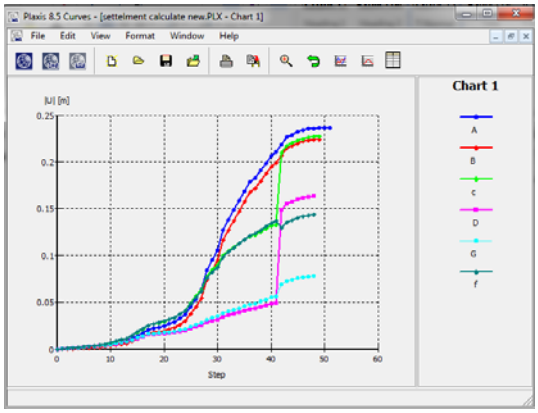


شكل (۴) موقعيت نقاط كنترل براي رسم منحني‌ها

در این مرحله مقدار نشست برای سد به‌دست آمد حداکثر میزان جابه‌جایی خاکریز و پی مربوط به تاج سد و برابر ۰/۳ متر می‌باشد در شکل (۵) مش تغییرشکل یافته و حداکثر جابه‌جایی سد نشان داده شده است. بیشترین مقدار جابه‌جایی مربوط به پی است به صورتی که جابه‌جایی کل در نقطه‌ی A در شکل (۴) که دقیقاً زیر بدنه‌ی سد قرار دارد به ۰/۲۲۴ متر می‌باشد. هرچه از مرکز خاکریز به طرفین حرکت کنیم میزان جابه جایی کاهش می یابد، این مسئله در گراف شکل (۶) نشان داده شده‌است.



شکل (۵) المان تغییر شکل یافته و حداکثر مقدار جابه‌جایی سد دهان در فاز محاسباتی consolidation analysis



شکل (۶) نمودار تغییرشکل نقاط مختلف پی سد

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری:

در این مقاله تغییر مکان‌های قائم حاصل از تحکیم لایه سست واقع در پی سد دهان با استفاده از ۲ روش اجزا محدود و روابط ترزاقی بررسی شد. حداکثر مقدار نشست محاسبه شده در نرم افزار Plaxis برای تاج سد تقریباً برابر ۰/۳ متر به‌دست آمد، این مقدار برای حداکثر جابه‌جایی پی به ۰/۲۲۴ متر کاهش پیدا می‌کند. بیشترین مقدار نشست پی مربوط به قسمت میانی یا ناحیه زیر هسته است هر چه از این ناحیه به طرفین حرکت کنیم مقدار جابه جایی به صفر میل می‌کند. نتایج حاصل از روابط ترزاقی مقدار نشست حاصل از نرم افزار را تأیید می‌کند به‌صورتی که ضریب همبستگی این دو روش حدود ۹۸ % می‌باشد. بنابراین عملکرد نرم افزار Plaxis در تحلیل نشست سد خاکی دهان موفقیت آمیز ارزیابی می‌شود و این موضوع قدرت بالای نرم افزار در تحلیل رفتار سد را اثبات می‌کند.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

در پايان نويسندگان بر خود لازم مي‌دانند تا از همكاري صميمانه شركت مشاور زايندآب، به خاطر در اختيار گذاشتن گزارشات و ايجاد تسهيلات جهت انجام مطالعات صحرايي تشكر و قدرداني نمايند.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي:

بهپورگوهری، م.، روحی‌مهر، ا.، وفایی‌پور، ر.، (۱۳۹۰)، "آموزش جامع Plaxis V8"، چاپ دوم، (۱۵۰-۱۷۰)، انتشارات فروزش، تبریز

داس، ب. ام.، (۱۳۸۹)، اصول مهندسی ژئوتکنیک (جلد اول مکانیک خاک)، ترجمه طاحونی، ش.، (۲۵۵-۲۶۰) انتشارات پارس آئین، تهران

مهندسين مشاور زايندآب، (۱۳۸۹)، "گزارش مطالعات زمين شناسي، زمين شناسی مهندسي و هيدروژئولوژی اراضي جنوب سميرم (سد دهان)"، مطالعات مرحله ي اول، (۱-۴۶)، اصفهان

نجم، ك.، (۱۳۷۹)، "رفتارسنجی و ابزاردقیق در سدها"، چهارمين كنفرانس سدسازي ايران، تهران، ايران، (٤٧٢-٤٨٤)

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Gikas, V., Sakellariou, M., 2008. *"Settlement analysis of the Morons earth dam (Greece) Evidence from numerical modeling and geodetic monitoring"*, Journal of Engineering Structures, 30, p. 3074-3081.

Holtz, R. D., 1981, *"An introduction to geotechnical engineering"*, Prentice-Hall, the University of Michigan, p. 733.

Ik-Soo, H., 2011. *"Earthquake Response of Rockfill Dam with Asymmetric Plan Geometry of Upstream and Downstream Slope with Respect to Dam Axis"*, 21st Century Dam Design Advances and Adaptations, California, USA, p. 1451-1464.

Mellah, R, Auvinet, G., Masrouri, F., 2000, *"Stochastic finite element method applied to non-linear analysis of embankment"*,Probabilistic Engineering Mechanics, 15,p. 251-259.

Sari W,Abusharar, S. W., Zheng, J., Chen, B., 2009, *"Finite element modeling of the consolidation behavior of multi-column supported road embankment"*, Computers and Geotechnics, 36,p. 676–685.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

تحلیل و بررسی ناپایداری گوه‌ای در تکیه گاه‌ها و مخزن سد خلیفان با استفاده از نرم افزار RockpackIII

◇◇◇◇◇◇◇

حامد درزاده ،کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی،سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی جنوب خاوری(کرمان)
کارشناس اداره مخاطرات،۰۹۱۳۰۶۹۰۱۹٤ ، hameddorzadeh@gmail.com
عباس کنگی،استادیار،دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، kangiabas@hotmail.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده

زمین لغزش ها یکی از اشکال طبیعی حرکات توده‌ای مواد، و یکی از بیشترین حوادث و خطرات تکرار شونده و مخرب در کوه‌های نواحی ایران هستند. سد خلیفان که یک سد در دست مطالعه است، تکیه‌گاه‌ها و مخزن سد به منظور پیش‌بینی و جلوگیری از لغزش دامنه‌های سنگی قبل و بعد از آبگیری مورد تحلیل و بررسی واقع شده‌اند. برای تحلیل لغزش از نرم افزارRockpackIII استفاده شده است. پس از وارد کردن داده‌ها در محیط نرم افزار با استفاده از آنالیزهای پایداری استریونت توده سنگ را بصورت سه بعدی مورد آنالیز قرار داده‌ایم. این توانایی امکان شناسایی جهت یافتگی‌های نا مطلوب را در یک دامنه سنگی فراهم نموده، بعلاوه شناسایی هندسه لغزش بهینه را ممکن می‌سازد. در این بخش آنالیز جنبش سنجی بر اساس تئوری مارکلند و با فرض اینکه گسیختگی صفحه ای به طرف پایین می باشد انجام شده است. بر این اساس تکیه‌گاه چپ ،تکیه‌گاه راست و سرریز از نظر خطر لغزش گوه ای پایدار مي‌باشد ولي از آنجايي که معدن سنگ داخل مخزن سد واقع شده برداشت از ضلع شمالي معدن با شيب بيش از۵۰ درجه سبب لغزش گوه ای شده ولي برداشت از ضلع غربي معدن با شيب ۷۰ درجه فاقد لغزش است.

کلید واژه ها: ناپایداری، سد ،خلیفان، لغزش گوه ای،استریونت، RockpackIII

Abstract

Analysis And Review Wedge Failure In Supports And Reservoir Khalifan Dam By Using RockpackIII Software

Landslide is one of the natural forms of materials mass movement and is one of the highest repeated and the most devastating events and dangers in Iran's mountains. For this purpose, Khalifan Dam, which is under study, supports and dam reservoir have been studied in order to predict and prevent the slide of stone mountainsides into the reservoir before and after water-filling process. To analyze landslide, rockpackIII has been used. After entering data to software environment using Strionet Stability Analysis, we can analyze stone mass. This ability provides us the possibility of recognizing the unfavorable directions in a rock mountainside. Moreover, it makes it possible to recognize the optimum slide geometry. In this section, kinematical analysis based on Markland Theory, supposing Plane Disconnection, has been performed. Accordingly, left support, right support, and overflow area have been stable but mine is located within the reservoir and Withdraw from the northern slope of mine with angle more than 50 degrees causing wedge failure, but withdraw from west slope of mine with angle of 70 degrees is without sliding.

Keywords : Instability, dam, Khalifan, wedge failure, Strionet, RockpackIII

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

زمین‌لغزش یکی از اشکال طبیعی حرکات توده‌ای مواد است که هر ساله منجر به خسارت‌های فراوان و جبران ناپذیری، به خصوص در مناطق روستایی کشور می‌گردد. علاوه بر نقش تخریبی این پدیده در جنگل‌ها، مراتع، و اراضی کشاورزی، اثرات بسیار نامطلوبی در پر کردن مخازن سدها، کانال‌های آبیاری و زهکشی، تخریب جاده‌ها، راه آهن و غیره دارد. بنابراین مطالعه دقیق پدیده زمین‌لغزش در نقاط مختلف، به‌منظور جلوگیری از اثرات زیانبار آن در عرصه‌های منابع طبیعی و سایر بخش‌های توسعه عمرانی و اقتصادی کشور از اهمیت زیادی برخوردار است. علاوه بر عوامل طبیعی برخی از فعالیت‌ها و عملکردهای انسان از قبیل ایجاد دریاچه‌های مصنوعی پشت سدها، ایجاد پروژه‌های تغذیه مصنوعی، ایجاد جاده‌های جدید، ترانشه، معدن‌کاری و غیره موجب بهم خوردن تعادل نسبی شیب‌ها در طبیعت و در نتیجه لغزش زمین در برخی نقاط می‌گردد. به این منظور برای جلوگیری از خطرات احتمالی زمین لغزش و پر شدن دریاچه سد و آسیب به تکیه گاه های سد مطالعات صورت پذیرفته است.

منطقه مورد مطالعه

سدخلیفان تیپ سدهای خاکی، هسته رسی با پوشش سنگ ریزه‌ای(Rock Fill) در استان آذربایجان غربی واقع شده است. منطقه مورد مطالعه در محدوده حوضه آبریز رودخانه گدار در جنوب استان آذربایجان غربی قرار دارد. ساختگاه سد خلیفان با مختصات '۴۳ °۴۵ شرقی و'۳۰ °۳۷ شمالی، در فاصله ۸ کیلومتری جنوب شرق نقده قرار می‌گیرد. این سد در دست مطالعه می باشد به این منظور تکیه‌گاه‌ها و مخزن سد به منظور پیش بینی و جلوگیری از لغزش دامنه‌های سنگی به داخل مخزن قبل و بعد از آبگیری مورد تحلیل و بررسی واقع شده است .

علل و ضرورت های تحلیل ناپایداری

زمین‌لغزش‌ها یکی از بیشترین حوادث و خطرات تکرار شونده و مخرب در کوه‌های ناحیه ایران هستند براساس یک تخمین غیر رسمی خسارات اقتصادی زمین‌لغزش‌ها در کشور سالیانه بالغ بر بیش از ۱۰۰ میلیون دلار است (Waltham., 1994) البته از بین رفتن منابع طبیعی به این تخمین‌ها اضافه نشده است (Lashkaripour., 1991). از آنجا که پروژه‌های سد سازی جزو پروژه‌های مهم عمرانی می‌باشند مطالعات دقیق آنها حائز اهمیت است. نمونه‌های بارزی از این ضرورت وجود دارد که از جمله می‌توان به سد وایونت که برروی رودخانه وایونت واقع در دره یخچالی کوه‌های آلپ ایتالیا احداث شده است اشاره نمود این سد برروی توالی ضخیمی از سنگ‌های رسوبی به خصوص سنگ‌های آهکی به همراه لایه های ضخیم رس واقع شده است که طی فرایندهای آلپ چین خورده و شکسته شده‌اند در اثر انحلال سنگ های کربناته و کانال های زیرزمینی در دیواره‌های سد بوجود آمد و پس از آبگیری سبب اشباع شدن دیواره ها و مخزن سد شد و در نتیجه افزایش نیروی شناوری آب نسبت به سنگ‌های منطقه که پی‌آمد آن لغزش دامنه سد به داخل مخزن شد(Montgomery., et. al 1991). بنابراین برای جلوگیری از تکرار چنین حوادثی باید یک سری تمهیدات را از قبل در نظر گرفت .

زمین شناسی عمومی گستره مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه جزیی از پهنه سنندج سرجان می باشد پهنه سنندج سیرجان با عرض ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر در شمال شرق راندگی اصلی زاگرس قرار دارد. این پهنه از غرب دریاچه ارومیه تا گسل میناب امتداد داشته و از دیدگاه زمین ساختی بین گسل پیرانشهر در جنوب و سیستم گسل گایلاتو-تبریز در شمال قرار می گیرد این پهنه در زون فلسی زاگرس واقع شده(Nikandish., et.al.,1998) و شامل

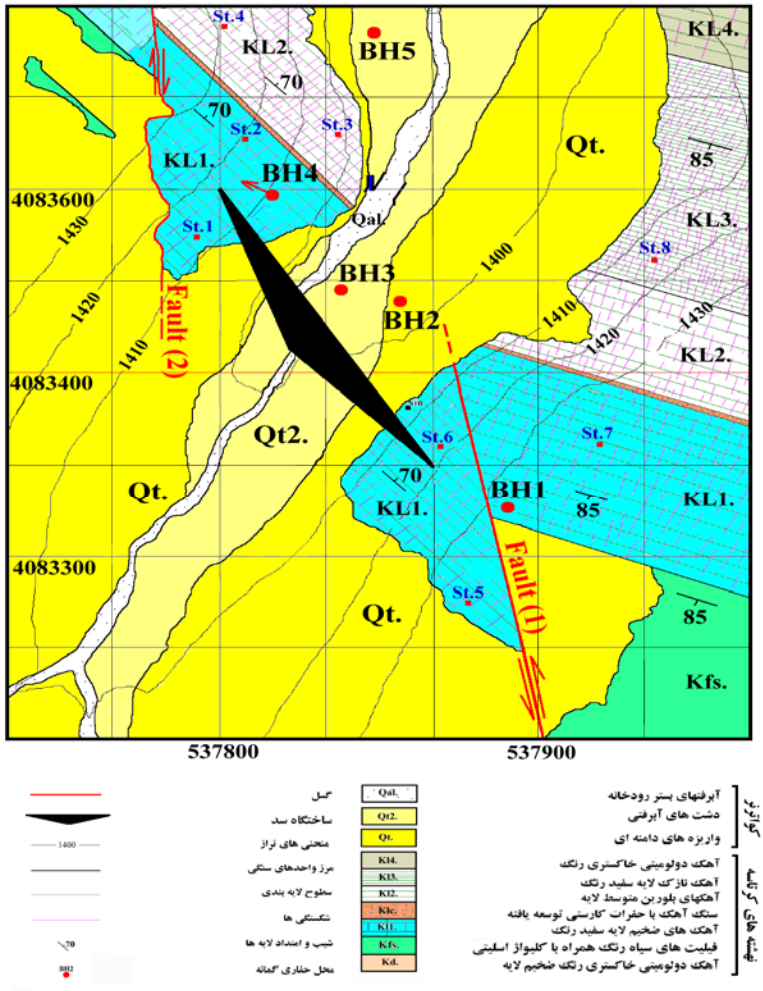
مجموعه‌ای از ورقه‌های تراستی با شیب به سمت شمال شرق می‌باشد. رخنمون‌های سنگی منطقه مجموعه‌ای از رسوبات کرتاسه و عهد حاضرمی باشد که عبارتند از(تصویر۱):

ksh : این واحد گسترده‌ترین واحدهای کرتاسه در این محدوده است که در برگیرنده شیل و ماسه سنگ‌های خاکستری رنگ اسلیتی، شیستی و میکاست و در بیشتر جاها با فرسایش مدادی همراه با میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های ضخیم و نازک لایه است .

Kshl : این واحد بخشی از واحد کرتاسه را در بخش شمال خاوری منطقه در بر می‌گیرد که به طور عمده تناوب شیل‌های شیستوزیته و سنگ آهک‌های نازک لایه است.

Kl: این بخش از واحدهای کرتاسه در برگیرنده سنگ آهک های ضخیم، متوسط تا نازک لایه، خاکستری رنگ ،چرت دار، ریز بلورین می باشد و در امتداد به طور جانبی به شیل ها تبدیل می گردد .

Qal : انباشته های جوانتر موجود در مسیل ها هستند که بطور عمده از قلوه سنگ های گوناگون شن و ماسه تشکیل شده و هر سال با جریان آب تغییر جا و موقعیت می دهند (قائمی، و همکاران.، ۱۳۸۳).



تصویر۱ موقعیت زمین شناسی محدوده سد

ناپایداری در دامنه های سنگی

انواع گسیختگی‌هایی که در اثر عملکرد ناپیوستگی ها (سطوح لایه بندی، گسل ها درزه ها و...) در شیب‌های سنگی ایجاد می شوند، معمولا به یکی از چهار شکل گسیختگی صفحه‌ای، گوه‌ای، واژگونی و گسیختگی نامنظم می باشند. عامل تعیین کننده شکل گسیختگی در درجه اول هندسه و فراوانی ناپیوستگی‌ها می باشد ضمن اینکه هندسه دامنه، مورفولوژی شیب و لیتولوژی مصالح درگیر در لغزش نیز نقش مهمی ایفا می کنند(حسن پور.، ۱۳۷۷).

روش تحلیل

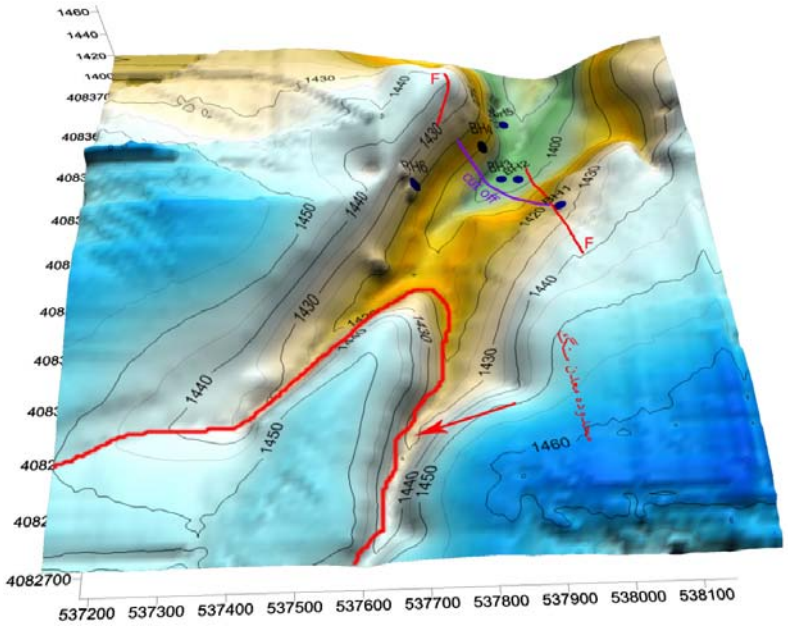
تا کنون روش‌های متعددی برای تحلیل پایداری شیب‌ها از سوی محققین مختلف ارائه شده است. برخی از این روش‌ها از مدل‌های بسیار ساده شده‌ای استفاده می‌کنند که در طبیعت به ندرت یافت می شوند. هنگام انجام تحلیل‌های پایداری، انتخاب روش مناسب بیشترین اهمیت را دارد. در انتخاب روش تحلیل باید به مسائلی مانند زمین شناسی شیب، میزان اعتمادپذیری داده‌ها و اطلاعات موجود و عواقب گسیختگی توجه کرد. درحال حاضر پرکاربردترین روش‌های تحلیلی پایداری شیب‌هاروش‌های تعادل‌حدی هستند. روش آنالیزهای محدود کردن تعادل به صورت ایده‌آل با اعمال نیروی خارجی برای مشابه سازی شرایط گو ناگون و وسیع که ممکن است در صحرا موجود باشد انطباق می‌کند(Alavi., 2004, Willy., 2005).

جمع آوری داده ها

برای تحلیل توسط نرم افزار نیاز به داده‌های ناپیوستگی‌های موجود در محل سد می باشد جهت تعیین مشخصات مربوط به ناپیوستگی‌ها از برداشت‌های سطحی در محدوده محور سد استفاده شده است. تکیه‌گاه‌های سد به روش نقشه برداری خطی و محدوده مخزن سد به روش نقشه برداری پنجره ای درزه نگاری شده است(Alavi., 2004). داده‌هایی که از محور و مخزن سد جمع آوری شده اند مطابق جدول۱ است . این داده‌ها برای تکیه‌گاه‌ها، بخش شمالی و جنوبی سرریز و مخزن سد جمع آوری شده است(تصویر۲). این مشخصات به ما کمک می کند علاوه بر دسته بندی ناپیوستگی‌ها خصوصیات مکانیکی آنها را به دقت ارزیابی کنیم.

جدول ۱ داده های مورد نیاز برای تحلیل ناپایداری

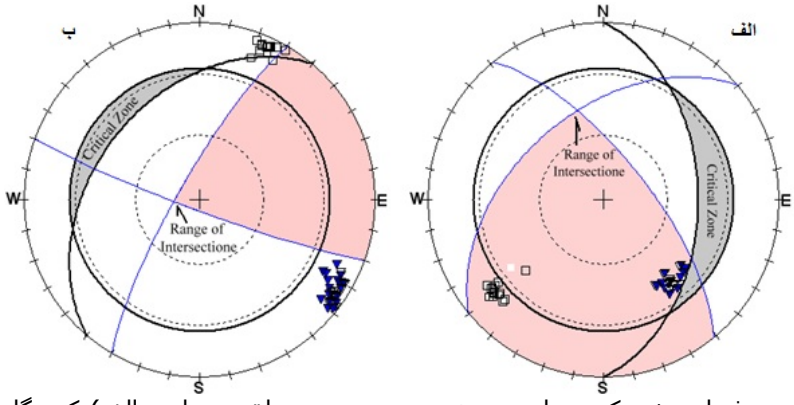
پیوستگی	مقدار شیب	نوع ساختار	Data Set
نوع پرکننده	عرض ناحیه درزه خورده	نوع سنگ	شماره ناپیوستگی
ضخامت پرکننده (میلیمتر)	فواصل بین درزه ها(سانتی متر)	سختی	Traverse Trend
سختی پرکننده	طول ناپیوستگی(متر)	شیب و جهت شیب	فاصله
سختی	شرایط آب	----------	----------



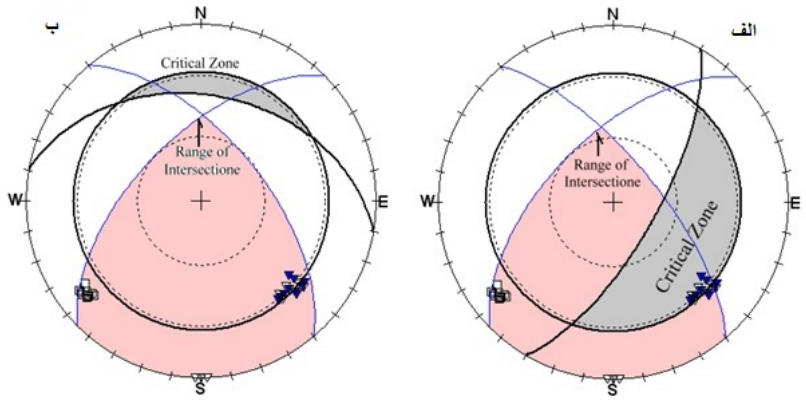
تصویر۲- محدوده تکیه گاه ها و معدن سنگ

نتایج

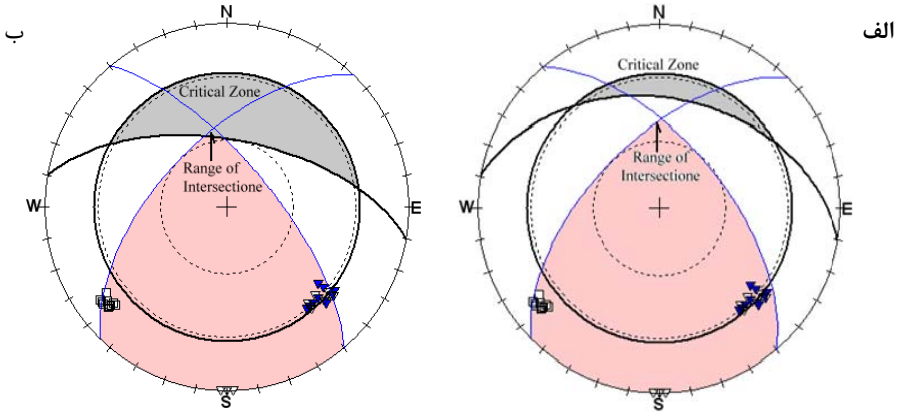
پس از وارد کردن داده ها در محیط نرم افزار با استفاده از آنالیزهای پایداری استریونت که به ما اجازه می‌دهد، توده سنگ را بصورت سه‌بعدی مورد آنالیز قرار دهیم. این توانایی امکان شناسایی جهت یافتگی‌های نامطلوب را در یک دامنه سنگی فراهم نموده، بعلاوه شناسایی هندسه لغزش بهینه را ممکن می‌سازد. در این بخش آنالیز جنبش سنجی بر اساس تئوری مارکلند و با فرض گسیختگی صفحه‌ای بطرف پایین انجام شده است. بر این اساس تکیه‌گاه چپ، راست و مخزن سد مورد آنالیز قرار گرفته است(تصاویر ۳،٤،٥).



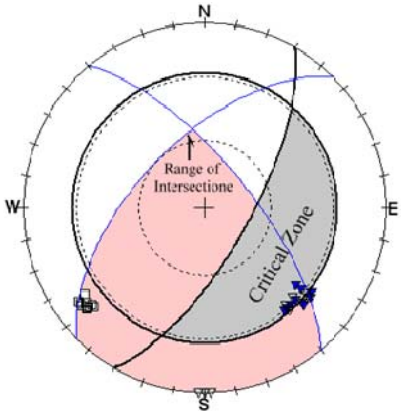
تصویر۳- موقعیت فصل مشترک سطوح منتخب نسبت به منطقه بحرانی الف)تکیه گاه چپ، ب) تکیه گاه راست



تصویر٤- موقعیت فصل مشترک سطوح منتخب معدن نسبت به منطقه بحرانی الف)ضلع غربی ب)ضلع شمالی



تصویر٥- موقعیت فصل مشترک سطوح منتخب نسبت به منطقه بحرانی الف) ضلع شمالی معدن در حالت طبیعی ب) ضلع شمالی معدن با شیب ٦٠ درجه



تصویر ٦- موقعیت فصل مشترک سطوح منتخب نسبت به منطقه بحرانی بخش غربی معدن سنگ

بحث و تفسیر

بر اساس تصویر ۳ الف تکیه گاه چپ و محدوده سرریز دو دسته ناپیوستگی شناسایی شده است قطب کلیه ناپیوستگی ها در دو خوشه متمرکز شده اند که مختصات صفحه منتخب آنها به ترتیب Dr: 320 /50و Dr: 50 /50 است. با در نظر گرفتن زاویه اصطکاک که در تکیه گاه چپ برابر ۲۸ درجه و رویه سنگی برای تکیه گاه چپ، شمال و جنوب سرریز سد به ترتیب Dr: 90/50, 50/50, 150/50، منطقه بحرانی ترسیم شده و موقعیت فصل مشترک سطوح ناپیوستگی منتخب نسبت به این منطقه نمایش داده شده است(تصویر۳ الف). در تکیه گاه راست نیزقطب کلیه ناپیوستگی ها در دو خوشه متمرکز شده اند که مختصات صفحه منتخب آنها به ترتیب Dr: 300 /80 و Dr: 200 /85 است (تصویر ۳ ب) و از آنجا که مصالح سنگی مورد نیاز ساخت سد از داخل مخزن سد قابل تامین می باشد و محل پیشنهادی در محل تقاطع دو رودخانه در داخل مخزن قرار دارد و آبگیری سد سبب زیر آب رفتن محدوده معدن سنگ و در نتیجه اشباع شده توده های سنگی می گردد. بنابراین ضرورت دارد این بخش از نظر پایداری مورد آنالیز قرار گیرد پس از ورود داده‌ها مختصات صفحه منتخب آنها به ترتیب Dr: 315 /60 و Dr: 50 /70 بدست آمد. سپس دو منطقه برداشتی در قسمت شمالی و غربی معدن درحالت طبیعی(تصویر ۵ الف و ٦)، و شیب ٦٠ درجه پس از برداشت سنگ از ضلع شمالی معدن پیشنهاد شده است (تصویر۵ الف).

نتیجه گیری

تکیه گاه راست، بخش شمالی و جنوبی سرریزلغزش گوه ای را نخواهیم داشت به بیان دیگر برای رخداد لغزش باید پلانژ خط متقاطع در محل ناپیوستگی گوه ای کمتر از رویه سنگی باشد.

تحلیل دیاگرام‌های مورد نظر بیانگر آن است که این نوع توده‌های گوه‌ای در هیچ یک از بخش‌های تکیه گاه چپ دارای پتانسیل لغزش نمی‌باشد.

آبگیری سد سبب زیر آب رفتن محدوده معدن سنگ و در نتیجه اشباع شدن توده‌های سنگی می‌گردد بنابر این خطر لغزش افزایش می‌یابد.

تحلیل دیاگرام‌های معدن سنگ بیانگر آن است که این نوع توده‌های گوه‌ای در شرایطی که شیب سنگ برداری معدن بیش از ۵۰ درجه باشد، پتانسیل لغزش در سطح لایه بندی وجود خواهد داشت. بنابراین تحت هیچ شرایط برداشت سنگ از ضلع شمالی معدن پیشنهاد نمی گردد.

در شرایطی که سنگ برداری از ضلع غربی معدن انجام شود به گونه‌ای که رویه سنگی حاصله دارای مختصات Dr 120/70 باشد مشاهده می شود دامنه‌های با شیب ۷۰ درجه نیز فاقد پتانسیل لغزش می‌باشند.

تشکر و قدردانی

در اینجا لازم است از مهندس آرش صالحی برای همکاری بی دریغ با اینجانب در جمع آوری داده های صحرایی و در اختیار گذاشتن نرم افزار تشکر و قدردانی نمایم.

منابع

حسن پور، ج، (۱۳۷۷)،" تحلیل گسیختگی شیب در توده سنگ های خرد شده توسط نرم افزار کامپیوتری Rss1 " مجموعه مقالات دومین همایش ملی رانش زمین و راه های مقابله با خطرات آن

قائمی ، ج .، حدادان ، م، (۱۳۸۳)، "نقشه ی زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه ی نقده"، سازمان زمین شناسی کشور

Alavi, M., 2004,*"Regional Stratigraphy of the Zagros Fold-Thrust Belt of Iran and its Proforeland Evolution"*. American Journal of Science, 304, Pp. 1-20

Lashkaripour, G.R., 1999,*"Hazard evaluation of landslide in Iran"*, proceedings of the international symposium on slope stability Engineering, Matsuyama, Japan, p,1259-1262

Montgomery, C.w., and Dathe, D., 1991, *"Earth: Then and Now"*,Wm.c Brown publishers,p.285-303

Nikandish, N. Mirsanaei, R., and Safari, S.M.,1998, *"Landslide hazard Management in Iran"*. 8th congress of the International Association for Engineering geology and the Environment , 2, p.975-978

Waltham, A.C., 1994,*"Foundation of engineering geology"*, London Blachie Academic, p. 66-67

Wyllie, D.C., and Mah , W.C., 2005, *˝ Rock slope Engineering civil and mining ˝*, Civil and mining 4th edition, p. 153-170, published in the Taylor & Francis e-Library

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده سنگ های ساختگاه فلرهای گاز فازهای ٦، ٧ و ٨ مجتمع گاز پارس جنوبی

◇◇◇◇◇◇◇

محمد آذرافزا*: دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد، m.azarafza.geotech@gmail.com
ابراهیم اصغری کلجاهی: استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، e-asgharu@tabrizu.ac.ir
محمدرضا مشرفی‌فر: استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه یزد، moshrefy@yazd.ac.ir
*: نویسنده مسئول

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

امروزه جهت ایجاد هر نوع سازه سطحی یا زیرسطحی، آشنایی با وضعیت زمین‌شناسی منطقه و پارامتر های ژئومکانیکی واقعی توده‌سنگ، امری بدیهی به نظر میرسد. در طراحي سیستم نگهدارنده برای پروژه‌ها و ساختارهایی مانند دامنه‌ها تحت شرایط گوناگون، نیاز به تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده-سنگ میزبان است. فلر آخرین خط دفاعی در سیستم امنیتی در یک پالایشگاه است، که از آن در دفع محصولات به هدر رفته و پاک‌سازی از پالایشگاه استفاده می‌شود. سایت مطالعاتی مربوط به فلرهای گاز مربوطه به فازهای ۷،۶ و ۸ مجتمع گاز پارس جنوبی می‌باشد. این محدوده بر روی کوهپایه‌ای قرار گرفته که پوشیده از رسوبات آبرفتی درشت‌دانه است. در زیر رسوبات آبرفتی سنگ‌های آهکی و مارنی سازند آغاجاری قرار دارد. هدف از این پژوهش، مطالعه بر روی توده‌سنگ‌های ساختگاه فلرها می‌باشد. در این تحقیق، کیفیت توده سنگ‌های موجود در سایت فلرها با استفاده از سیستم‌های طبقه‌بندی SMR و RMR مورد ارزیابی قرار گرفته است و سپس ویژگي‌هاي ژئومکانیکي توده‌سنگ‌ها با استفاده از مقادیر بدست آمده برآورد شده است.

کلیدواژه‌ها: زمین‌شناسي مهندسي، طبقه‌بندي سنگ، ویژگي‌هاي ژئومکانیکي، مجتمع گاز پارس جنوبی.

Abstract:

Determination Geomechanical parameters of rock mass structure of gas Flare in 6, 7 and 8 phases of South Pars Gas Complex

Todays, to create any kind of surface or subsurface structures, familiarity with the geological situation of area and geomechanical parameters of rock mass it seems obvious. For design the support system for projects and structures, such as slopes under various conditions, needs to determine the geomechanical parameters of the rock mass. Flare is the last line of defense in the security system in a refinery, which it used to the waste disposal and cleanup of the refinery products. Study site is related to Gas Flare area in 6, 7 and 8 Phases of South Pars Gas Complex. This area is located on a mountainside is covered with coarse alluvial deposits. Below the Alluvial limestone and marl are Aghajary Formation. The purpose of this study is study on the rocks mass of Flare site. In this study, the rock mass quality in Flare site using the classification systems SMR and RMR were measured and the geomechanical properties of the rock mass is estimated with using the obtained values.

Keywords : Engineering geology, classification of rock, geomechanical properties, South Pars Gas Complex.

◇◇◇◇◇◇◇

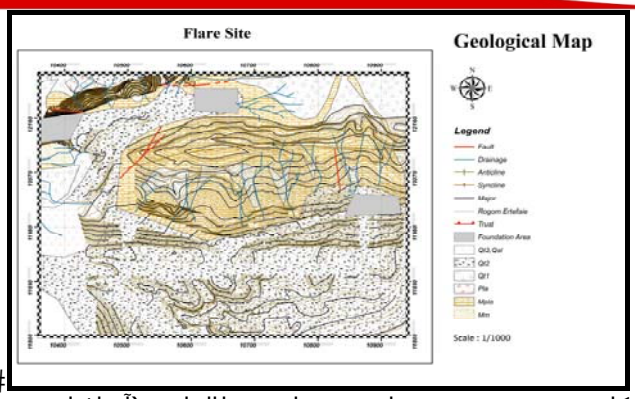
مقدمه :

صنعت نفت و گاز در تمامی کشورهای جهان حساس‌ترین بعد کاری محسوب می‌گردد. بطوری که در اغلب کشورها ستون اساسی اقتصاد آن کشور را شامل می‌گردد. در کشور ما نیز صنعت نفت و گاز ستون اصلی پیشرفت و توسعه بشمار می‌آید. سیستم پالایشگاهی یکی از حساس‌ترین و حتی پیچیده-ترین ساختارهای یک کشور را شامل می‌گردد. بعلت حساسیت و اهمیت بالای پالایشگاه‌ها در تمامی نقاط دنیا و کشور ما، کوچکترین مشکل در هر بخشی از آن خسارات جبران‌ناپذیری در سطح منطقه‌ای و ملی دارد. پالایشگاه‌ها از بخش‌ها و قسمت‌های متفاوتی تشکیل شده است که هر بخش کارکرد و عملکرد خاصی دارد. فلرها یکی از این بخش‌ها هستند. فلر، دودکش یا لوله عمود امتداد یافته‌ای است که به عنوان یکی از قسمت‌های ضروری در چاه‌های نفت، پالایشگاه‌ها و پتروشیمی‌ها، جهت سوختن گازها و مایعات زائد، قابل اشتعال و سمی تخلیه شده بکار می‌رود، و می‌تواند از بروز خطرات آتش سوزی‌ها، انفجار و صدمه دیدن کارکنان جلوگیری نماید. آشنایی با وضعیت زمین‌شناسی منطقه و پارامتر های ژئومکانیکی واقعی توده‌سنگ و درنهایت کنترل پایداری ساختگاه فلرها در برابر مخاطرات ژئوتکنیکی امری مهم در راستای ایمنی فلر و کنترل ثبات پالایشگاه می‌باشد (آذرافزا، ۱۳۹۲).

◇◇◇◇◇◇◇

زمین‌شناسي سايت:

سایت مورد بررسی در منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس، در محدوده مجتمع گاز پارس جنوبی می‌باشد. محل ورودی به سایت در تاقدیس عسلویه و در ابتدای بزرگراه مواصلاتی کنگان - عسلویه می‌باشد. موقعیت جغرافیایی سایت در منطقه انرژی پارس به مختصات ″۱۰/۷۸، ′۳۵، °۵۲ طول شرقی و ″۲۸/۹۰، ′۳۲، °۲۷ عرض شمالی می‌باشد. محل قرارگیری فلرها برای فازهای ۷،۶ و ۸ به ترتیب، برای فلر ۶ به مختصات مختصات ″۱۲/۰۶، ′۳۵، °۵۲ طول شرقی و ″۳۵/۶۸، ′۳۲، °۲۷ عرض شمالی، فلر ۷ به مختصات ″۵۰/۱۱، ′۳۵، °۵۲ طول شرقی و ″۲۹/۷۹، ′۳۲، °۲۷ عرض شمالی و فلر۸ به مختصات ″۲۰/۵۱، ′۳۵، °۵۲ طول شرقی و ″۱۹/۸۶، ′۳۲، °۲۷ عرض شمالی می‌باشد. با توجه به نبود نقشه زمین‌شناسی سایت در هیچ یک از مراکز مرتبط، ابتدا نقشه زمین‌شناسی سایت، توسط نویسنده تهیه گردید. در این مرحله پس از بازدیدهای مقدماتی از سایت و شناسایی کلی سیستم زمین‌شناسی، تکتونیک و مورفولوژی سایت، مسیرهای پیمایش انتخاب و برداشت‌ها انجام پذیرفت. برداشت‌ها در سرتاسر سایت به شرح زیر انجام پذیرفت: برداشت‌های پتروگرافی و نمونه‌برداری شناسایی لیتولوژی سایت مورد مطالعه، برداشت‌های تکتونیکی مانند: برداشت امتداد و شیب درزه‌ها، چین‌ها، گسل‌ها، شناسایی و تفکیک سازندی بر اساس مقایسه با مقطع تیپ و تطابق بین سازندها. محدوده مورد مطالعه بر روی کوهپایه‌ای قرار گرفته که پوشیده از رسوبات آبرفتی درشت‌دانه است. در زیر رسوبات آبرفتی سنگ‌های آهکی و مارنی سازند آغاجاری قرار دارد (آذرافزا، ۱۳۹۲). نقشه زمین‌شناسی تهیه شده از جمله ضروری‌ترین و ارزشمندترین اطلاعات پایه در بررسی مخاطرات زمین‌شناختی سایت محسوب می-گردد (آذرافزا، ۱۳۹۲).



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی سایت مطالعاتی (آذرافزا، ۱۳۹۲)

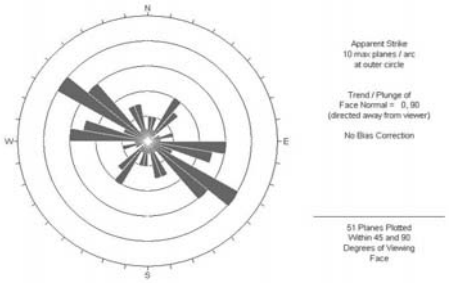
◇◇◇◇◇◇◇

بررسي زمين‌شناسي مهندسي و ژئومکانیکی توده‌سنگ‌های مسیر تونل:

بررسي زمين‌شناسي مهندسي عمدتاً شامل: برداشت ناپيوستگي‌ها و آزمايش‌هاي برجا و آزمايشگاهي توده‌های سنگی ميزبان تونل مي‌باشد (اجلوئیان، محمدی، ۱۳۸۲)

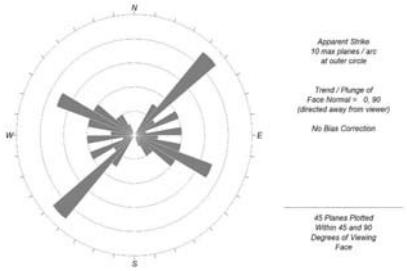
برداشت ناپيوستگي‌ها:

باتوجه به پوشیده شدن سطح زمین از خاک‌های درجای حاصل از فرسایش و نهشته‌های عهد حاضر امکان درزه‌برداری و عملیات برداشت بسیار سخت و وقت‌گیر بود. بدین لحاظ به منظور انجام عملیات برداشت درزه‌ها در سایت مطالعاتی اقدام به مکان‌یابی و گزینش ۳ ایستگاه محلی برداشت در بهترین محل برونزدها در سایت فلرها گردید (تقسیم سایت به سه بلوک تکتونیکی). در اشکال ۲ تا ٤، درزه‌های برداشت شده و رزدیاگرام‌های مربوط به درزه‌های برداشت شده نشان داده شده است (آذرافزا، ۱۳۹۲).



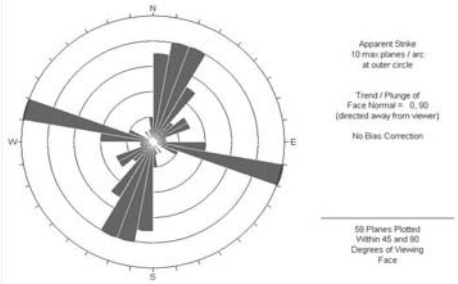
شکل ۲- رزدیاگرام درزهای برداشت شده در ایستگاه ۰۱ (آذرافزا، ۱۳۹۲)

در ایستگاه ۰۱، برپایه برداشت‌های صورت گرفته، سه سیستم درزه مشخص از همدیگر قابل تفکیک می‌باشند که امتداد آن‌ها شمال غربی- جنوب شرقی و شمال شرقی- جنوب غربی می‌باشد و جهت شیب آن‌ها در جهت‌های جنوب‌غربی، جنوب‌شرقی و شمال‌غربی می‌باشد. (آذرافزا، ۱۳۹۲).



شکل ۳- رزدیاگرام درزهای برداشت شده در ایستگاه ۰۲ (آذرافزا، ۱۳۹۲)

در ایستگاه ۰۲، برپایه برداشت‌های صورت گرفته، چهار سیستم درزه مشخص از همدیگر قابل تفکیک می‌باشند که امتداد آن‌ها شمال‌غربی- جنوب‌شرقی و شمال‌شرقی- جنوب‌غربی می‌باشد و جهت شیب آن‌ها در جهت‌های جنوب‌غربی، جنوب‌شرقی و شمال‌غربی می‌باشد. (آذرافزا، ۱۳۹۲).



شکل ۴- رزدیاگرام درزهای برداشت شده در ایستگاه ۰۳(آذرافزا، ۱۳۹۲)

در ایستگاه ۰۳، برپایه برداشت‌های صورت گرفته نیز سه سیستم درزه مشخص از همدیگر قابل تفکیک می‌باشند که امتداد آن‌ها شمال غربی- جنوب شرقی و شمال شرقی- جنوب غربی می‌باشد و جهت شیب آن‌ها در جهت‌های جنوب غربی، جنوب شرقی و شمال غربی می‌باشد. مقدار شیب همه این درزه‌ها از ۲۰ درجه بیشتر می‌باشد اما عمده مقادیر شیب بیشتر از ۶۵ درجه می‌باشد و در بین ۴۵ تا ۶۰ درجه نیز تمرکزی کوچک‌تر مشاهده می‌شود. (آذرافزا، ۱۳۹۲).

آزمایش‌هاي برجا و آزمایشگاهي:

برای تعیین پارامترهای ژئومکانیکی، از نتایج آزمون‌هایی برجا و آزمایشگاهی صورت گرفته در محدوده سایت اصلی پالایشگاه و محدوده تاقدیس عسلویه، استفاده شده است (آذرافزا، ۱۳۹۲).

طبقه‌بندي مهندسي توده سنگ:

تجربه ثابت کرده است که اگر طبقه‌بندی یک توده‌سنگ به دقت صورت گیرد، می‌تواند به عنوان یک ابزار نیرومند در طرحی‌ها به کار گرفته شود. بایستی در نظر داشت که استفاده از یک روش رده‌بندی در واقع ابزار اولیه‌ای برای طراحی دقیق می‌باشد. انجام نشدن طبقه‌بندی توده‌سنگ یکی از مسائل پیش‌روی بسیاری از طرح‌های حین اجرا و ساخته شده است. وجود مشکلات که بعد از ساخت سازه خودنمایی می-کنند، مهمترین دلیل بر این امر است (Fatehi Marji, 2010) (اجل‌لوئیان و محمدی، ۱۳۸۲).

◇◇◇◇◇◇◇

طبقه‌بندی مهندسی توده‌سنگ‌های ساختگاه فلرهای گاز:

سیستم‌هاي طبقه‌بندي توده‌سنگ (SMR و RMR) توسط تعدادي زیادی از محققین مورد استفاده قرار گرفته است و شایستگی خود را در طرح‌های مختلف اثبات کرده است (Romana et al., 2003). کیفیت توده‌سنگ‌هاي موجود در سایت فلرها با استفاده از سیستم‌هاي طبقه‌بندي RMR و SMR مورد ارزیابي قرار گرفته است.

طبقه‌بندی RMR:

در طبقه‌بندي RMR ابتدا امتیاز توده سنگ با توجه به مقاومت تراکمی تک‌محوری ماده سنگ، فاصله‌داري، جهت‌یابی و شرایط درزه‌ها، شاخص RQD و شرایط آب‌زیرزميني تعیین و سپس امتیاز به دست آمده با توجه به جهت، شیب و امتداد درزه‌ها اصلاح گردیده است. در جدول 1 مقادیر RMR محاسبه شده برای سایت فلرها ارائه شده است (Bieniawski, 1989) .

جدول ۱- مقادیر RMR محاسبه شده برای سایت فلرها (آذرافزا، ۱۳۹۲)

No.	Rock Type	q_c	RQD	Joint Spacing	Joint condition	GWC	Joint orientation	RMR
1	Clayey marl	2	3	8	20	10	-5	38

2	Marlstone	2	8	8	20	10	-5	43
3	Carbonate marl	2	8	10	20	10	-5	45

طبقه‌بندی SMR:

به دلیل وجود ۱۱ دامنه شناسایی شده در سایت که یکی از دامنه‌ها به خاطر شرایط زمین‌شناسی حاکم دارای دو رفتار مختلف در دو مقطع خود می‌باشد. برای تعیین دقیق پارامترهای ژئومکانیکی توده-سنگ‌ها از طبقه‌بندی SMR کمک گرفته شده است. (اجلوئیان، محمدی، ۱۳۸۲).

جدول ۲- مقادیر SMR محاسبه شده برای دامنه‌های موجود در سایت فلرها (آذرافزا، ۱۳۹۲)

No.	Slope	RMR_B	F_1	F_2	F_3	F_4	SMR	Class
1	S_{ph6}-01	43	0.4	1.00	-6	+15	55.6	*IIIa*
2	S_{ph6}-02	-	-	-	-	-	-	-
3	S_{ph7}-01	43	0.85	1.00	-25	+15	36.75	*IVa*
4	S_{ph7}-02	43	0.7	1.00	-6	+15	53.8	*IIIa*
5	S_{ph7}-03	43	0.85	1.00	-25	+15	36.75	*IVa*
6	S_{ph8}-01	43	0.85	1.00	-25	+15	36.75	*IVa*
7	S_{ph8}-02	45	0	0.15	0	+15	60	*IIb*
8	S_{TR}-01-1	-	-	-	-	-	-	-
9	S_{TR}-01-2	43	0.4	1.00	-6	+15	55.6	*IIIa*
10	S_{TR}-02	43	0.7	1.00	-6	+15	53.8	*IIIa*
11	S_{TR}-03	-	-	-	-	-	-	-
12	S_{TR}-04	43	0.7	1.00	-6	+15	53.8	*IIIa*

◇◇◇◇◇◇◇

تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده‌سنگ‌های ساختگاه فلرها:

برای محاسبه پارامترهای ژئومکانیکی توده‌سنگ‌های ساختگاه فلرها از معیار شکست هوک و براون استفاده شده است. برای اولین بار معیار شکست هوک - براون در سال ۱۹۸۰ معرفی شد. (Hoek 2002). بر این اساس معیار هوک و براون تعمیم یافته به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci}\left(m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s\right)^a \qquad (4-14)$$

که در آن مقدار کاهش یافته ماده ثابت می‌باشد که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$m_b = m_i \exp\left[\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right] \qquad (4-15)$$

s و a برای توده‌سنگ ثابت می‌باشند که هر دو تابعی از پارامتر دست‌خوردگی D و شاخص مقاومت زمین-شناسی GSI می‌باشند و با استفاده از روابط زیر به دست می‌آیند:

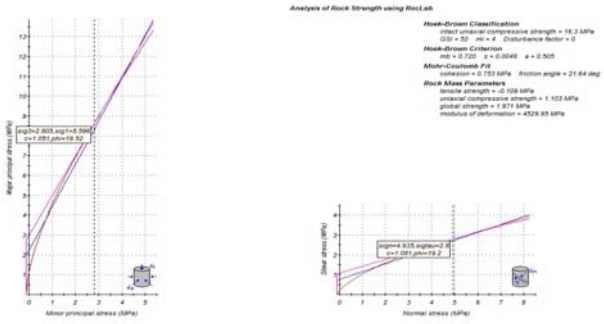
$$s = \exp\left[\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right] \qquad (4-16)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left[e^{\frac{-GSI}{15}} - e^{\frac{-20}{3}}\right] \qquad (4-17)$$

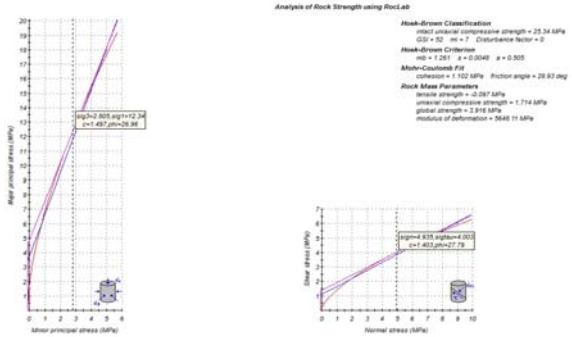
در این روش با داشتن مقاومت تك‌محوري سنگ بکر که از طریق آزمایش مقاومت تراکمی تک‌محوری برآورد شده است، ثابت که بر اساس نتایج حاصل از آزمایش تراکمی سه‌محوری بر روی سنگ بکر و از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$m_i = \frac{1}{\sigma_{ci}}\left[\frac{\Sigma(\sigma_3)\left(\sigma_1 - \sigma_3\right)^2 - \Sigma\sigma_3\,\Sigma\left((\sigma_1 - \sigma_3)^2/n\right)}{\Sigma(\sigma_3)^2 - \left(\left(\Sigma\sigma_3^2\right)/n\right)}\right] \qquad (4-18)$$

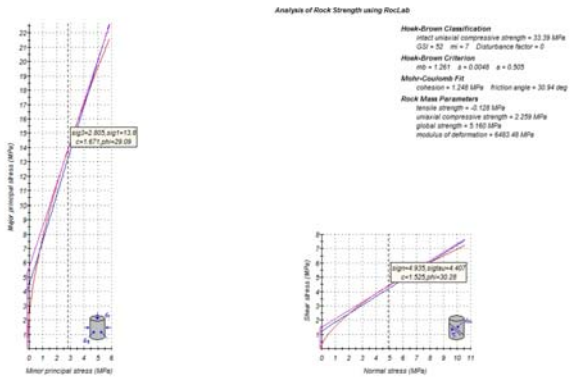
شاخص GSI که از طریق روابط تجربی محاسبه گردید و همچنین شبیه‌سازي آزمون مقاومت فشاري سه‌محوری برجا، مدول تغییرشکل، چسبندگي، زاویه اصطکاک داخلي و مقاومت فشاري توده‌سنگ ارزیابي مي‌شود. در زیر پارامترهای ژئومکانیکی توده سنگ‌های ساختگاه فلرها بوسیله نرم‌افزار Rock Lab برآورد شده است.



شکل ۵- نمای گرافیکی پارامترهای ژئومکانیکی برآورد شده توده‌های مارن رسی در ساختگاه فلرها (آذرافزا، ۱۳۹۲)



شکل ۶- نمای گرافیکی پارامترهای ژئومکانیکی برآورد شده توده‌سنگ‌های مارنی در ساختگاه فلرها (آذرافزا، ۱۳۹۲)



شکل۷- نمای گرافیکی پارامترهای ژئومکانیکی برآورد شده توده‌های مارن آهکی در ساختگاه فلرها (آذرافزا، ۱۳۹۲)

جدول ۳- پارامترهاي ژئومكانيكي محاسبه شده توده‌سنگ‌های ساختگاه فلرها (آذرافزا، ۱۳۹۲)

Rock Type	Intact Parameters			Rock Mass Parameters						
	UCS (Mpa)	E (Gpa)	ν	Cohesion (Mpa)	Friction (Degree)	Deformation Modulus (Mpa)	UCS (Mpa)	Tensile Strength (Mpa)	Global Strength (Mpa)	ν
Clayey marl	16.3	65.5731	0.2	0.753	21.64	4529.95	1.103	-0.109	1.971	0.24
Marlstone	25.34	69.6272	0.2	1.102	28.93	5648.11	1.714	-0.097	3.916	0.24
Carbonate marl	33.39	72.1248	0.2	1.248	30.94	6483.48	2.259	-0.128	5.160	0.24

نتیجه‌گیری:

۱. به منظور تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده سنگ های ساختگاه فلرهای گاز فازهای ٦، ٧ و ٨ مجتمع گاز پارس جنوبی از معیار شکست هوک و براون استفاده شده است.
۲. کیفیت توده‌سنگ‌هاي موجود در سایت فلرها با استفاده از سیستم‌هاي طبقه‌بندي RMR و SMR مورد ارزیابي قرار گرفته است.
۳. در طراحي سیستم نگهدارنده برای پروژه‌ها و ساختارهایی مانند دامنه‌ها تحت شرایط گوناگون، نیاز به تعیین پارامترهای ژئومکانیکی توده‌سنگ میزبان (موجود در ساختگاه) است.
٤. باتوجه به RQD محاسبه شده برای مارن‌های رسی، مارن‌سنگ‌ها و مارن‌های آهکی سایت بر اساس طبقه‌بندي بینیاوسکي در رده IV یا سنگ ضعیف برای مارن‌های رسی و رده III یا سنگ نسبتاً خوب، برای مارن‌سنگ‌ها و مارن‌های آهکی قرار دارد.
٥. بررسی نتایج آزمایشات مختلف نشان می‌دهد که مارن‌های مورد بررسی همگن نبوده و خصوصیات آن‌ها با هم متفاوت است. برای کنترل مارن‌های فوق‌الذکر در سایت باید تمهیداتی بکار گرفته شود.
٦. بر اساس نتایج حاصل از طبقه‌بندی SMR، رده اکثر دامنه‌های موجود در سایت مطالعاتی در کلاس ضعیف (IIIa) می‌باشد. رده بدست آمده برای دامنه‌های Sph7-01، Sph7-03 و Sph8-01 در کلاس بد یا بحرانی (IVa) قرار دارند که حالت ناپایدار دارند.
۷. بر اساس نتایج حاصل از طبقه‌بندی RMR، مارن‌های رسی دارای کمترین و مارن‌های آهکی دارای بیشترین مقدار RMR می‌باشند.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسی:

آذرافزا ، م.، ۱۳۹۲، " بررسی مخاطرات ژئوتکنیکی ساختگاه فلرهای گاز فازهای ٦، ٧ و ٨- مجتمع گاز پارس جنوبی "، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
اجلوییان، ر.، محمدی. د.، ۱۳۸۲، " رده‌بندي توده سنگ-روشی کاربردي در مهندسی "،کتاب تالیفی، انتشارات نشر فن‌آوران.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Hoek, E., Brown, E. T., 2002. *" Vector Empirical strength criterion for rock masses "*, J. Geotech.Engng Div., ASCE 106 (GT9), 1013-1035.
Romana , M., Serón, J, B., Montalar, E., 2003 *" SMR Geomechanics classification: Application, experience and validation "*, ISRM 2003–Technology roadmap for rock mechanics, South African Institute of Mining and Metallurgy.
Fatehi Marji, M., 2010 " Rock mechanics for engineers ", Hand book, Nooronar, Press, Tehran.
Bieniawski , Z. T., 1989 *" Engineering Rock Mass Classifications "*, Wiley, New York. 251 pp.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

جایگاه «ارزیابی اثرات زیست محیطی» در برنامه ریزی توسعه و نقش آن در «توسعه پایدار»: ارائه یک مدل برای استان مازندران

دکتر محمد جواد مقصودی تیلکی[1] ، دکتر معصومه هدایتی مرزبالی [2]
1- پسا-دکتراي شهرسازی، عضو علمی دپارتمان شهرسازی، دانشکده شهرسازی و ساخت محیط -دانشگاه علوم مالزی
تلفن: ۰۰۶۰۱۷٤۰۵۸٤۵٤/ ایمیل: maghsoodi@usm.my
2- پسا-دکتراي معماری منظر، عضو علمی دپارتمان معماری منظر، دانشکده شهرسازی و ساخت محیط -دانشگاه علوم مالزی
تلفن ۰۰۶۰۱۷٤٤۷۱۲۹۵/ ایمیل: hedayati@usm.my

چکیده :

امروزه توسعه پایدار مولفه اي است که بسیاري از برنامه ریزان براي دستیابی به آن در تلاش هستند. از اساسي ترین بنیان هاي توسعه پایدار، محیط زیست است که مازندران بواسطه آن در ایران و کشورهاي حاشیه خلیج فارس متمایز گشته است. ورود میلیونها گردشگر، تبادلات فرهنگي ، توسعه اجتماعي ونیز رونق اقتصادي، تنها نشانه هایي از ضرورت هاي توجه به محیط زیست مازندران مي باشد.تلاشهایي براي نگهداي و ارتقاي شرایط زیست محیطی مازندران انجام شده است، اما واقعیت اینست که زمین در مازندران به شدت در حال تخریب است و تلاشهاي صورت گرفته شده موفق ارزیابي نمي شود. انقطاع چرخه طبیعی حیات، انقراض گونه هاي طبیعي ،آلودگي زمین و دریا، کاهش جنگلهاي موجود و سیلاب نمونه هایي تاسف بار این ادعا مي باشد. اگر توجه به زمین و حفاظت ازمحیط زیست مازندران را ضامن توسعه پایدار بپنداریم، آنگاه انجام «ارزیابي تاثیرات زیست محیطي » -که سابقه اي طولاني در کشورهاي توسعه یافته و جریاني نوپا در کشورهاي در حال توسعه به شمار مي رود- قبل از هر فعالیت توسعه اي در استان الزامي به نظر مي رسد. بکار گیري این فرآیند به برنامه ریزان اجازه مي دهد تا برآورد نمایند به ازاي بهبود ارزشهاي اقتصادي هر فعالیت توسعه اي چه میزان از ارزشهاي زیست محیطی و بالتبع آن ازسرمایه هاي تجدید ناشدنی و کیفیت زندگي مردم کاسته مي شود.این مقاله مي کوشد تا ضمن معرفي «ارزیابي تاثیرات زیست محیطي» ، نقش آن را در دستیابي به توسعه پایدار مازندران ، با توجه به تجربه موفق آن در کشورهاي توسعه یافته و شرایط اجتماعي در کشورهاي در حال توسعه مشخص نماید. یافته نهایی این مقاله ارائه یک مدل برای استقرار و بکار گیری EIA در استان با توجه به شرایط ساختار اداری ایران و مازندران می باشد.

کلید واژه ها: محیط زیست، توسعه پایدار،ارزیابي تاثیرات زیست محیطي، مازندران، ایران

Abstract:

The Situation of Environmental Impact Assessment (EIA) in Development Planning and its Role in Sustainable Development: Present an Approach for Mazandaran Province

Nowadays, sustainable development is recognized as an important component in planning for development whereas planners are trying to reach it. Environmental resources are one of the most foundations for sustainable development, and, Mazandaran province has been highlighted in Iran and Persian Gulf regions due to amazing and rich environment. As a consequence, Mazandran has been influenced by various positive effects including social and economic

development, cultural interaction and tourist attractions. However, several efforts have been implemented to protect Mazandaran environmental resources, but it is the fact that Mazandaran is going to destruction and those efforts are not successful. Thus, different negative effects have been revealed in Mazandaran such as endangered environment resources, soil and sea pollution, deforestation, and floods. As environmental protection is important tools to achieve sustainable development, Environmental Impact Assessment (EIA) is promoted in developing countries while it has been considered in developed countries for development process. EIA offers to planners and authorities to estimate cost-benefit environmental values during a development process. The current paper seeks to illustrate EIA and its roles to achieve sustainable development and then, presents an approach to employ EIA in Mazandaran according to the administrative structure in Iran.

Keywords: Environmental resource, sustainable development, EIA, Mazandaran, Iran.

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

تا دهه ۱۹۶۰ ، اصولا مفهوم توسعه در معناي عام به معناي توسعه اقتصادي به كار مي رفت و به همين دليل بر شاخص هاي كمي مثل افزايش توليد ملي و درآمد ملي ورشد جمعيت شهرنشين استوار بود. اما بعد از اين دهه، تغييرات اساسي در نحوه نگرش به مفهوم توسعه وشاخص هاي آن به ظهور رسيده ، كه به نوبه خود اهداف و روش هاي برنامه ريزي را به شدت تحت تاثير قرار داده است. نتيجه آنكه در شرايط كنوني دو گروه از شاخص هاي اجتماعي و فرهنگي جايگاه محوري در برنامه ريزي و مديريت توسعه يافته اند. در همين راستا، استان مازندران كه بواسطه مناظر طبيعي و بكر خود در در مركز توجهات علاقمندان محيط زيست قرار دارد. در اثر كم توجهي وبي توجهي به سرمايه هاي تجديد ناپذير خود در معرض بحران زيست محيطي قرار دارد، بگونه اي كه تاثيرات توسعه يك بعدي اقتصادي و كالبدي و بعبارتي جامع تر بي توجهي به محيط زيست در سطح استان متاسفانه كاملا مشهود و هويد است.
اگر به جريانهاي جديد فكري در برنامه ريزي و برنامه ريزي چند بعدي توجه شود آنگاه مفاهيمي مانند منافع اقتصادي و واژه گاني چون آيندگان ، محيط زيست، منابع تجديد ناپذير و ذخاير اكولوژيكي هم ارز و معادل خواهند شد. در واقع توسعه پايدار كه امروزه بعنوان راهبرد بنيادين در كشورهاي در حال توسعه امور توسعه اي را در سطوح ملي ، منطقه اي وشهري هدايت و راهبري مي كند به اين مقوله اهتمام كافي مي ورزد.
اين مقاله با معرفي ارزيابي تاثيرات زيست محيطي بعنوان يك استراتژي براي استان مازندران، تلاش خواهد كرد به فرآيند توسعه پايدار بعنوان يك نظريه موفق و كارساز در سطح استان نگريسته و آنگاه مي كوشد با تعريف جايگاه اين نوع ارزيابي در توسعه پايدار، به فوايد و اثرات استفاده از اين تكنيك در سطح استان اشاره نمايد كه حفظ محيط زيست بواسطه سنجش تاثيرات محيط زيستي هر فعاليت توسعه اي ، حفظ و ارتقاي مفاهيمي چون كيفيت زندگي و اطلاع يافتن از دست آوردهاي غير مستقيم توسعه اقتصادي و كالبدي بر استان از مهمترين اين فوايد به شمار مي رود. در انتها مقاله با ارائه يک مدل برای استقرار ارزیابی زیست محیطی با توجه به سیستم اداری استان و کشور مبادرت ورزیده است.

◇◇◇◇◇◇◇

ادبیات تحقیق:

الف-توسعه پايدار

از ۱۹۸۷ براي نخستين بار اصطلاح «توسعه پايدار» در سازمان ملل متحد استفاده شد و تأثير آن بر توسعه اقتصادي و اجتماعي و همچنين صنعت و محيط زيست، در صدر مباحث و مذاكرات اين نهاد بين المللي قرار داشته است. در واقع، اصل پایداری در طرح ها و برنامه های توسعه به عنوان یک هدف کلی بین المللی تعیین شده است اما علیرغم تمامی تأکیداتی که بر توسعه پایدار می شود، هنوز تعریف یگانه ای از توسعه پایدار وجود ندارد و آنچه مسلم است تعاریف زیادی از توسعه پایدار وجود دارد. در این میان ،گزارش سال ۱۹۸۷ از سازمان ملل متحد، کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (WCED) رایج‌ترین

تعریف از مفهوم توسعه پایدار را بیان کرده است که عبارتست از: "توسعه‌ای که نیازهای کنونی را در نظر می‌گیرد بدون نزول توانایی نسل‌های آینده برای مرتفع کردن نیاز هایشان" (WCED, ۱۹۸۷). خوشبختانه بعد از گذشت بیست سال اکنون مفهوم توسعه پایدار به مفهومي عام بدل شده است كه براي نيل به توسعه پايدار، نوعي توافق جمعي در بين سياست گذاران و برنامه ريزان وجود دارد .اگر چه اين توافق جمعي با اهداف گوناگوني صورت مي گيرد اما اين اجماع بر اين اصل مبتني است كه دولت ها و نقش آفرينان غيردولتي اين عرصه، براي رسيدن به اهداف اقتصادي، اجتماعي و زيست محيطي خود بايد همگرايي و سياست هاي توسعه اي ويژه اي داشته باشند.

از سوي ديگر بايد اذعان داشت، مفهوم توسعه پايدار بر تساوی فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی با محیط زیست تاکید می‌کند که منجر به بالا بردن کیفیت زندگی بشر میشود (قیصر و همکاران ، ۱۹۹۵ ؛ نیومن ، ۱۹۹۹ ؛ برکه و کنری ، ۲۰۰۰). در همین راستا،کزنس و همکاران (۱۹۹۹) در تحقیقات خود نشان دادند که استفاده از مفهوم توسعه پایدار در سه زمینهٔ پایداری زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی موضوعیت دارد. آنها همچنین در تحقیقات خود نشان داده اند که استفاده از مدیریت انرژی، حمل و نقل و آلودگی هوا از جمله عوامل برجسته اي است که منجر به پایداری زیست محیطی میشود، این تحقیقات معتقد است که پایداری اجتماعی از طریق سلامت در تجارت و صنایع خدماتی و همچنین احساس مسئولیت کلیه اعضای جامعه امکان پذیر و دست یافتني می‌باشد و بالاخره پايداري اقتصادي نيز بواسطه تساوی حقوق اجتماعی حاصل مي شود (کزنس و همکاران، ۱۹۹۹).

در ميان اين سه مولفه ، طراحان و برنامه ريزان در پايداري زيست محيطي مي توانند بر جامعه تاثير گذاري بيشتري داشته باشند و بعبارت ديگر چگونگي نگهداري وبهره برداري از محيط، نقش مهمی در دستیابی به توسعه پایدار ایفا میکند. در واقع طراحان، برنامه ريزان و معماران بايد فضاهاي مصنوع را بگونه اي طراحي و برنامه ريزي نمايند كه در آنها توازن فرهنگی، اقتصادی، فیزیکی جامعه از يك سو و رضايت اجتماعی مردم از سوي ديگر در بالاترين وضعيت ممكن حاصل شود(برکه و کنری، ۲۰۰۰، ص۲۳).

از آنچه گفته شد مي توان دريافت كه توسعه پايدار، يک فرآيند پويا است كه در آن نيازهای نسل‌های فعلی و آينده جوامع پيش بينی شده و توسعه بايد بر اساس آن وفق داده شود به گونه اي كه تعادل بين سيستم‌های اقتصادی، اجتماعی و محيطی برقرار و ارتقا يابد. با توجه به مفهوم پايداری كه توازن ميان ارزش‌های اقتصادی، اجتماعی و محيطی می‌باشد، قيصرو همكاران (۱۹۹۵) نشان دادند كه بايد يک توازن مناسبی در ميان اين ارزش‌هايی كه گاهی مكمل يكديگر و گاهی نيز متعارض شناخته ميشوند، موجود باشد.

نكته حائز اهميت اين است كه مشاركت عمومی در روند تصميم گيری و تصميم سازی بايد به عنوان فاكتوری مهم به شمار آيد. در اين مورد، مگا (۱۹۹۶) ياد آور گشته است كه "پيوند منافع محلی به منافع اجتماعی" بايد به عنوان يكی از ويژگی‌های پايداری در روند توسعه در نظر گرفته شود. از طرفی ديگر، توسعه پايدار فرآيندی پويا می‌باشد (مكلرن، ۱۹۹۶؛ شپرد و ارتلنو، ۱۹۹۶). كليه فعاليت‌های توسعه در ميان جامعه می بايست تمام فعاليت‌های اجتماع را به سوی پايداری بيشتر و رفاه اجتماعی سوق دهد. برکه و کنری (۲۰۰۰)، شش اصل اساسی را برای تطبيق توسعه‌ها با پايداری بيشتر ارائه كرده اند. اصل اول " هماهنگی با طبيعت" می‌باشد كه به كاربری اراضی اشاره دارد. در واقع، فعاليت‌های توسعه بايد از تنوع زيستی حفاظت كنند. "محيط‌های ساخته شده قابل زندگی" به عنوانه اصل دوم شناخت شده است كه اين اصل به ايجاد فضاهايی ميان اجتماع اشاره دارد كه باعث افزايش ارتباط ميان مردم و فضاهايشان شود. اين اصل بر مكان مناسب ، شكل ، تراكم ، دسترسی مناسب و جانمايی مناسب كاربری‌های زمين شهری استوار می باشد كه افزايش پيوستگی ميان مردم را به ارمغان خواهد آورد و بعلاوه، احساس تعلق مردم را نسبت به محل زندگيشان افزايش خواهد داد. "اقتصاد مبتنی بر مكان" سومين اصلی است كه برکه و کنری ارائه داده اند. بر اين اساس، فعاليت توسعه‌ای بايد نيازهای جامعه را مبنی بر افزايش منابع طبيعی و فعاليت‌های اقتصادی محلی در بر داشته باشد (به عنوان مثال می‌توان به انواع مسكن و زير ساخت‌ها اشاره داشت). اصل چهارم "عدالت و مساوات" در ميان اجتماع می‌باشد كه آسايش همگانی را به همراه خواهد داشت. طراحان و ساير دست اندر كاران در امر توسعه، اصل مساوات در الگوی تقسيم كاربری اراضی را در تصميم گيری‌هايشان بايد امری حائز اهميت به شمار آورند. اين می تواند دسترسی عادلانه از سطوح مختلف مردم به منابع اجتماعی و اقتصادی باشد. "پرداخت هزينه آلاينده ها" اصل ديگری است كه بر اساس اين اصل، هزينه آلودگی بايد توسط افرادی كه باعث ايجاد آلودگی ميشوند، پرداخت گردد كه برای رفاه اجتماعی صرف گردد. در نهايت، "پاسخ گوئی منطقه ای" آخرين اصل می‌باشد كه اشاره دارد بر اينكه منافع عمومی بايد بر منافع شخصی برتری داده شود. با اين حال ، تمام اين اصول ميتوانند برنامه ريزان و متوليان اداره جامعه را در دستيابی به توسعه پايدار در هنگام طراحي فضاهاي مصنوع واستفاده از محيط زيست هدايت كنند.

ب–ارزیابی تاثیرات زیست محیطی

ارزیابی تاثیرات زیست محیطی- Environmental Impact Assessment (EIA) سالهای زیادی است که به عنوان پتانسیلی برای دستیابی به توسعه پایدار از طریق مکانیسم‌های طراحی و تصمیم گیری در نظر گرفته شده است. اساس وشالوده اين تكنيك ارزيابي حفظ تعادل ميان سيستم هاي اجتماعي ، فرهنگي و محيطي است و بدنبال توسعه چند بعدي در جامعه مي باشد. در اين راستا، اين تكنيك دستاوردهاي هر اقدام و فعاليت هايي را در مقابل محيط زيست بيان مي كند. در حالیکه نظریه‌های زیادی در خصوص چگونگی امکان وقوع این تکنیك پیشنهاد شده است، اعتبار تجربی تعدادی از آنها به اثبات رسیده است. اگر چه شرايط محيطي و اجتماعي هر كشوري متفاوت با كشورهاي ديگر مي باشد اما با توجه به اينكه كشورهاي در حال توسعه داراي مسائل مشترك بسياري مي باشند بنابراين مي توان ادعا نمود كه تجربه «ارزیابی تاثیرات زیست محیطی« كه در كشورهايي چون مالزي ، كره جنوبي ، سنگاپور، چين و در كشورهايي چون غنا به شدت پيگيري و اجرا مي شود، شرايط تحقق در ايران را نيز براساس قانون اساسي جمهوري اسلامي كه حفظ و صيانت از محيط زيست را براي متوليان اداره كشور وظيفه مي داند دارا مي باشد. اما متاسفانه تاكنون مجموعه دستوالعمل و يا قانون مدون جهت اجراي اين تكنيك بوجود نيامده است . در اين ميان مازندران بواسطه وجود حساسيت هاي زيست محيطي و محدوديت هاي ذاتي خود در توسعه بواسطه كمبود زمين وفضاي مورد نياز ، داراي اولويت هاي لازم جهت استقرار اين فرآيند نيز مي باشد. ارزيابي تاثيرات زيست محيطي (EIA) یکی از فاکتورهای توسعه ، شناخت شده است که بعنوان يك مرحله در فرآيند سياست گذاري ، طراحي و برنامه‌هاي پروژه‌های زیست محیطی تاثير مي گذارد. در واقع ارزیابی تاثیرات زیست محیطی یک ابزاري است که ارزیابی پیامدهای احتمالی زیست محیطی هر فرآیند توسعه اي را شناسايي و سپس مبادرت به ارزيابي در خصوص منافع و مضرات آن مي كند و برنامه ريزان و طراحان خود را مقيد به تصميم گيري بر اين اساس مي دانند.

تاريخچه ارزيابي زيست محيطي (EIA) ، به سال ۱۹۷۰ در ايالات متحده آمريكا برمي گردد كه بواسطه قانون سياست ملی محيط زيست آمريكا (NEPA) پايه ريزی شد (Cashmore, ۲۰۰۴). اگر چه در طول اين چهار دهه فنون وتكنيك هاي اين ارزيابي دچار تغييرات و تحولات گوناگون شده است اما در حال حاضر بسياری از كشورها، آنرا در برنامه ريزی توسعه به كار ميگيرند. عليرغم سرعت ظهور و پيدايش EIA در سطح بين‌المللی، «ارزيابي زيست محيطي» و دستگاههاي ذيربط هنوز نتوانسته اند جايگاه قانوني واداري خويش را در فرآيند تصميم سازي و تصميم گيري بيابند و بنابراين شاهد بروز محدوديت هايی در اثربخشی EIA در كشورهاي مختلف علي الخصوص در كشورهاي در حال توسعه هستيم . با اين وجود، در نظر گرفتن عوامل محيطی و ارزش گذاري محيط زيست در مقابل منافع اقتصادي در تصميم گيری و تصميم سازی، از دستاوردهای مهم ارزيابي زيست محيطي محسوب ميشود كه در مقايسه با گذشته قدمهاي بسيار موثري در اين خصوص برداشته شده است.

ج–فواید ارزیابی تاثیرات زیست محیطی

بطوركلي، با افزايش هر مرحله به فرآيند توسعه اي ، دو مقوله زمان و سرمايه دچار ريسك خواهد شد. بعبارت ديگر هر پروژه و طرح براي بدست آوردن ايده ال ترين اهداف خود بايد در كمترين زمان ممكن وبا كمترين ضايعات سرمايه و كمترين عوامل تهديد كننده سرمايه، برنامه ريزي واجرا گردد. از اين رو هنگامي كه صحبت از انجام ارزيابي تاثيرات زيست محيطي به زبان مي آوريم ، قبول مي كنيم كه يك مرحله به فرآيند توسعه طرح خود افزوده ايم و بايد در قبال اين مسئله آگاهي داشته باشيم كه چه چيزي از اجراي اين ارزيابي عايد خواهد شد و يا بعبارت ديگر ، ارزيابي زيست محيطي چه چيز را نشان خواهد داد؟

در واقع ارزيابي زيست محيطي چهار زاويه مهم از اجراي طرح را مشخص مي نمايد كه در ذيل به آنها اشاره مي شود:

۱. سنجش تاثير طرح
۲. خروجي مستقيم طرح
۳. جلوگيري از اشتباهات عقلاني و محاسباتي
۴. خروجي غير مستقيم طرح

هر فرآيند توسعه ای كه ارزيابي زيست محيطي را در خود داشته باشد شامل مراحل ذيل خواهد بود:

۱. تفكيك سازي
۲. هدف گذاري
۳. مطالعات ارزيابي زيست محيطي
۴. گزارش ارزيابي زيست محيطي
۵. اطلاع رساني عمومي
۶. تصميم گيري

۷. نظارت و کنترل

د–نقش ارزیابی تاثیرات زیست محیطی(EIA) در توسعه پایدار

در سالیان اخیر، پیشرفت کشور به سمت جامعه‌ای توسعه یافته با آهنگي ملايم در قالب برنامه هاي توسعه و سند چشم انداز ۲۰ ساله توسعه به پیش میرود. اگر چه بواسطه تغییر در قوه مجریه ، تغییر شرايط منطقه اي و بين المللي و ساير عوامل تاثير گذار ميزان پيشرفت وتحقق اين برنامه ها در طول زمان اجرا داراي فراز ونشيب است، اما در هر صورت اين برنامه هاي توسعه و سند چشم انداز ۲۰ ساله توسعه ، نقشه كشور براي توسعه و آباداني در سالیان متمادي شناخته مي شوند. با توجه به تجربه تهيه ، تصويب و اجراي چهار برنامه توسعه اجتماعي ، اقتصادي در بعد از پيروزي انقلاب اسلامي اينگونه انتظار مي رود كه «پايداري توسعه» به عنوان ركن غير قابل انكار در فر آيند توسعه به شمار آمده و به عنوان یک واژه کلیدی باید در برنامه‌های توسعه قرار گیرد. در این صورت ، توسعه باید به سمتی سوق یابد که علاوه بر تامين نيازهاي كنوني جامعه وشهروندان، بتواند از محیط زیست طبیعی و منابع اكولوژيكي براى نیازهای آینده جامعه محافظت نماید. «ارزیابی تاثیرات زیست محیطی« (EIA) به عنوان یکي از اقدامات بنیادین در تحقق این آرمان تاثیر گذار و مفید میباشد. این اصل با در نظر گرفتن محدودیت هاي منابع - علي الخصوص- محيط زيستي مي كوشد به نتايج اجراي هر فعاليت توسعه اى و تاثيرات آن بر محيط زيست پاسخ دهد. بعبارتي ديگر اين تكنيك مي كوشد به نيازهاي كنوني جامعه پاسخ مناسب داده شود، البته در صورتي كه كمترين تبعات ناخوشايند ومضر را بر محيط زيست در ابعاد ملي واستاني تحميل كند. و اين ميسر نمي شود مگر با سنجش دقيق تاثيرات مثبت و منفي هر فعاليت توسعه اي بر محيط زيست.

علاوه بر این، توسعه پایدار نه تنها بر منابع طبیعی و محیط زیست مفید واقع میشود، بلکه با تاثیر گذاری بر چشم انداز محیط، طراحی مناسب برای ایجاد محیط زندگی ایمن، میتواند سلامت روحی و اجتماعی افراد جامعه را تامین نماید.

اگر چه تحقيقات چشمگيري راجع به اين موضوع پر اهميت در ايران صورت نگرفته است اما مزاياي اين تكنيك به گونه اي است كه مي توان اطمينان حاصل كرد كه توسعه منطقه اي همراه با اجراي اين تكنيك هيچگونه يا حداقل كمترين اثرات منفى بر روى زمينه هاي آسيب پذير جامعه و همچنين بر محيط زيست را خواهد داشت.

توسعه پایدار در ایران

تاريخچه توسعه پايدار در اوايل دهه ۱۹۹۰ ميلادي در قالب متون علمي به ايران وارد شد اما بطور عملي ، دولت كميته ملي توسعه پايدار را در شهريور ماه 1372 تاسيس نمود. اين كميته با هدف سياست گذاري و هماهنگي برنامه هاي توسعه اقتصادي و اجتماعي كشور با ملاحظات حفاظت محيط زيست توسط شورايعالي حفاظت محيط زيست با حضور نمايندگان سازمانهاي دولتي و غيردولتي تشكيل شده و يكي از وظايف مهم آن برنامه ريزي و تعيين سياست و ارائه پيشنهادهاي لازم در خصوص اجراي دستور كار 21 است.

وظايف كميته ملي توسعه پايدار:

الف:بررسي پيش نويس چارچوب استراتژي توسعه پايدار و محيط زيست و ارائه پيشنهاد به شورايعالي حفاظت محيط زيست

ب-:ايجاد و گسترش بانك اطلاعات و مركز اسناد در خصوص برنامه هاي دستور كار 21 و كنوانسيونهاي تغيير آب و هوا و حفظ گونه هاي زيستي

ج:ارائه پيشنهاد به منظور تعيين سياست واحد و هماهنگ در خصوص مسائل مربوط به دو كنوانسيونهاي آب و هوا و حفظ گونه هاي زيستي و اصول جنگل و نيز دستور كار 21 در مجامع بين المللي و وزارتخانه ها و سازمانهاي كشوري

د:برنامه ريزي پروژه هاي مشترك اجرائي - تحقيقاتي در زمينه مسائل مربوطه به كنوانسيونهاي تغيير آب و هوا و حفظ گونه هاي زيستي و اصول جنگل و نيز دستوركار 21 با كشورهاي منطقه كه داراي موقعيت هاي مشابه هستند

هـ:بررسي اقدامات انجام يافته جهت اجراي استراتژي توسعه پايدار و محيط زيست و پيگيري اقدامات

اركان كميته ملي توسعه پايدار:

اركان اين كميته شامل كميته ملي ، دبيرخانه ، و كميته هاي فرعي است

الف:تعداد اعضاء كميته ملي توسعه پايدار 18 نفر شامل رييس ، نايب رييس و 16 نفر نمايندگان وزارتخانه ها ، سازمانها و نهادهاي دولتي مي باشد
رييس كميته ملي توسعه پايدار ، معاون رييس جمهور و رييس سازمان حفاظت محيط زيست مي باشد.
در راستاي عمل به قانون اساسي در حفظ محيط زيست در كشور براي نسل آينده، در برنامه چهارم توسعه اقدامات جدي براي حفظ ونگهداري از محيط زيست نگريسته شده است. اساسا در برنامه چهارم توسعه، حفاظت از محيط زيست بر مبناي رويكرد توسعه پايدار و با هدف تقويت روند پايداري براساس چالشها عنوان شده است و در اين راستا، راهبرد ملي توسعه پايدار در ۸ محور مشخص و به عنوان خط مشي زيست محيطي كشور مشخص گرديده است. اين ۸ محور به شرح ذيل مي باشد:
۱. انرژي و آلودگي هوا ۲. آب و بهداشت محيط ۳. فقرزدايي و ساماندهي اسكان شهري و روستايي ۴. كشاورزي ومنابع طبيعي پايدار ۵. تنوع زيستي و توسعه گردشگري طبيعي ۶. صنايع و معادن ۷. آموزش و تحقيقات ۸. مديريت و كاهش مخاطرات (ريسك)
البته بايد عنوان نمود كه در سطح جهان معاهدات بين المللي متعددی براي كاهش گازهاي گلخانه اي و مبارزه براي گرماي زمين مطرح وكشورهاي زيادي نيز به آنها پيوسته اند اما همچنان وضعيت جهان رو به وخامت مي رود در سطح ملي نيز قوانين و مقررات براي نجات و گسترش محيط زيست و حفظ تنوع زيستي وجود دارد اما تصويب اين قوانين و مقررات به تنهايي كافي نمي باشد همچون ديگر مسائل موجود كشور، ميزان كارآمدي قوانين ومقررات ، مجريان قوانين ونيز سيستم قضايي در مجازات مجرمين در حصول نتيجه دخيل و سهيم هستند كه در نوبه خود حائز اهمييت مي باشد.

الف –«ارزیابی تاثیرات زیست محیطی »در مازندران

امروزه مديريت متحول نمودن يك فرايند، جهت تحقق توسعه پايدار در مقياس استاني يكي از چالشهاي بزرگ در ايران به شمار مي رود. شايد يكي از بزرگترين دلايل اين امر، نوع سيستم حكومت در ايران باشد. بر اساس تقسيم بندي هاي صورت پذيرفته شده در انواع حكومتهاي جهان، سيستم حكومت در ايران از نوع متمركز مي باشد كه مسئولين در استانهاي كشور فاقد قدرت قانونگذاري مي باشند از اين رو بواسطه حجم فعاليتهاي حكومتي ايجاد ويا تغيير قوانين ويا ساختار سازماني يك نهاد براي چند استان كشور در اولويت هاي چندم قرار مي گيرد و ممكن است سالها زمان سپري شود. از ديدگاه سياستگذاري ، توسعه پايدر در واقع ازبين بردن كلي پاره اي از مسائل و معضلات است كه براي تحقق آن درجه بالايي از سياستهاي هماهنگ بين دستگاههاي اجرائي را مي طلبد. در اين راستا براي تحقق ارزيابي تاثيرات زيست محيطي در مازندران لازم است كه متولي آن در ابتداي امر مشخص گردد. بر اساس آنچه كه تا كنون در كشورهاي درحال توسعه روي داده است استقرار و تحقق ارزيابي تاثيرات زيست محيطي اغلب با بروز واكنش هاي اداري وسازماني از سوي سازمان هاي مختلف در بدنه دولت همراه بوده است. مازندران با جمعيتي بالغ بر ۳ ميليون ، و تعدد نهادها و سازمانهايي دولتي كه در تلاش هستند تا با انجام فعاليت هاي خود نسبت به گسترش فعاليت ها و يا ارائه خدمات خود بيافزايند، داراي مشكلات عميق واساسي در هماهنگي بين سازماني وحتي هماهنگي درون سازماني بين مركز و استان ونيز مشكلات فقدان قوانين شفاف وجامع مي باشد. از اين رو ارائه مدل مبتنی بر شرايط موجود صورت پذيرفته كه در قسمت بعد به آن اشاره می شود

◇◇◇◇◇◇◇

نتايج :

بنا برآنچه گفته شد، مازندران شاهد محدويت هاي واقعي در مازندران در گسترش افقي وعمودي می باشد . بعبارت ديگر استان مازندران كه نوار باريكي از دشتهاي جلگه اي و سرزمين كوهستاني با مساحت قريب به ۲۳۷۵۶كيلومتر مربع را شامل مي شود بگونه اي بين بزرگترين درياچه جهان وسلسله جبال البرز واقع شده است كه ۸۰ % مساحت آن را جنگل ومرتع تشكيل مي دهند و داراي ۳۳۸ كيلومتر نوار ساحلي مي باشد. در اين حالت براي توسعه بيشتر استان مازندران كه بواسطه جذابيت هاي منحصر بفرد خود در زمينه هاي گوناگون طبيعي و نزديكي به مركز سياسي – اداري كشور همواره از نقاط مهاجر پذير كشور بوده است محدويت هاي جدي وجود دارد كه مهم ترين آن كمبود زمين وفضا براي توسعه منطقه اي مي باشد و فعاليت توسعه اي معادل نابودي محيط زيست و اختلال در اكوسيستم به حساب مي آيد.
بنابراين هر فرايند توسعه اي كه به زمين و فضا نياز دارد بايد قبل از تصميم گيري و اجرا ، بطور نسبي اولويت سنجشي شود تا در اين محدوديت، پروژ ه هايي مطالعه واجرا گردند كه بطور نسبي داراي اولويت براي منطقه مازندران و در سطح ملي براي ايران باشد. از سوي ديگر بايد عنوان نمود كه در ساليان

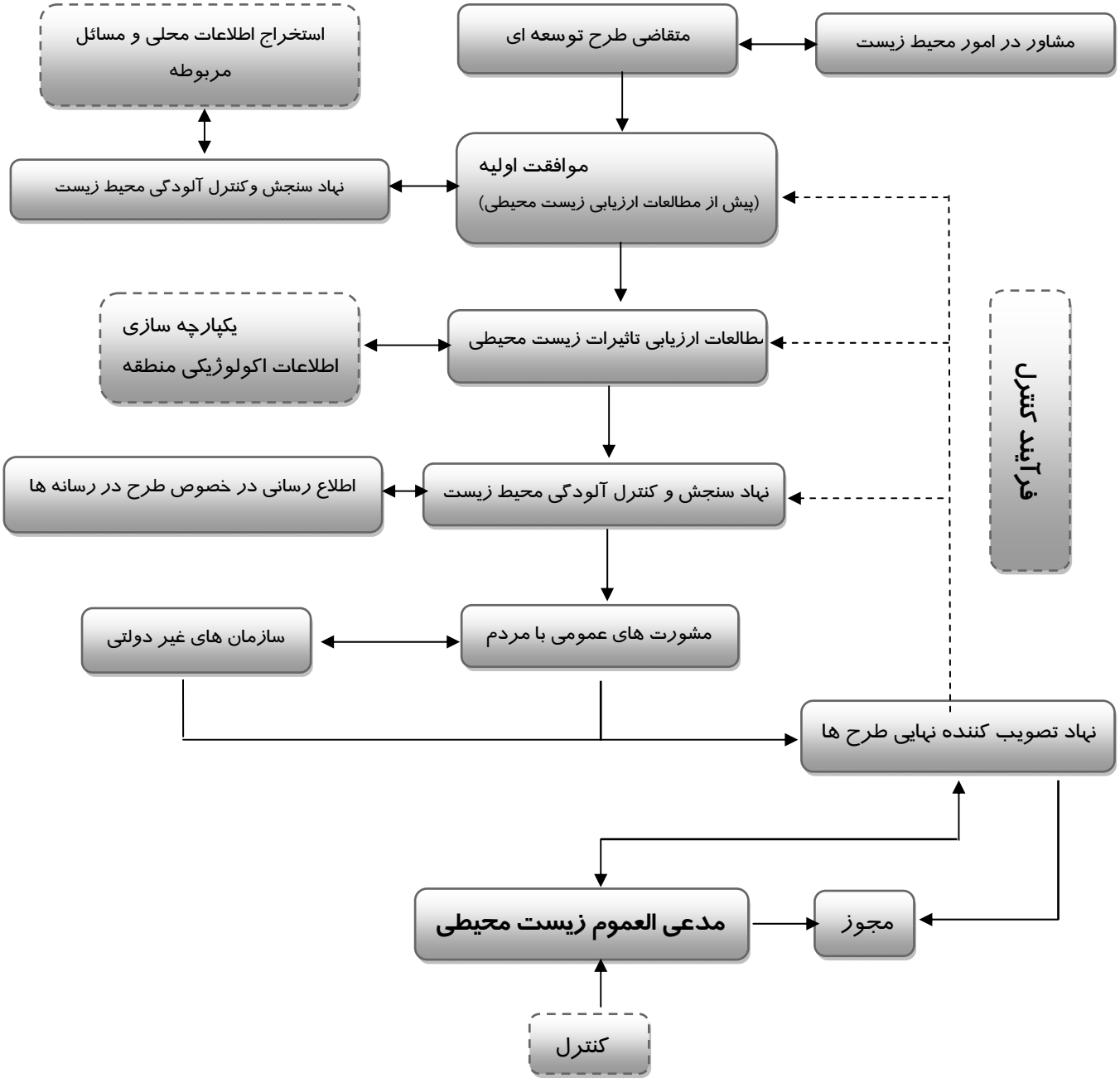
گذشته بعلت عدم ايجاد و گسترش زير ساختهاي لازم، صدمات جدي و جبران ناپذيري به منابع زيستي و منافع انساني مازندران وارد شده است به نحوي كه هر روزه شاهد از بين رفتن فرصتي ديگر براي نجات محيط زيست استان هستيم .
توسعه فضاهاي مسكوني در قالب توسعه شهري و يا ايجاد شهرك هاي مسكوني در نقاط خارج از شهر، ايجاد كاربري هاي صنعتي واسطه اي و تبديلي در خارج از شهرك هاي صنعتي بدون هيچ گونه تعهد به رعايت قوانين و استانداردهاي زيست محيطي موجب شده كه در دهه گذشته شاهد تغييرات آب وهوايي ، كاهش سطح جنگلها و مراتع ، نابودي آبزيان دريايي و آلودگي درياي مازندران هستيم.
بنابراين مي توان اينگونه ادعا كرد كه مازندان به هيچ صورت تاب وتوان استمرار توسعه اينچنيني را نداشته است و در صورت اصرار بر اينگونه فعاليتهاي توسعه اي، ما شاهد تبديل بزرگترين درياچه جهان به بزرگترين منبع فاضلاب و پس آب هاي صنعتي خواهيم بود و مازندران همانند بي جنگل خواهد شد.
بنايراين بايد با ايجاد ساز وكارهاي مشخص و قانونمند ، زمينه ارتقاي جايگاه منافع اجتماع بر منافع اشخاص فراهم گردد. چنين روندي هم با استقرار « ارزيابي تاثيرات زيست محيطي » در مازندران مسير خواهد بود. روندي كه تا كنون توانسته در بسياري از كشورهاي نتايج مثبتي را به همراه آورد.
بطور كلي ، براي استقرار چنين روندي در مازندران بايد به دو دسته از مسائل بايد توجه كرد:
۱ . نهادها وسازمانهاي پيشنهادي
۲ . روابط بين دستگاهها و سازمانهاي پيشنهاد شده
در اين قسمت به اختصار در مورد هر دو دسته توضيحاتي ارائه مي شود

۱. نهاد ها و سازمانهای پیشنهادی

در حال حاضر، در استان مازندران اداره كل حفاظت محيط زيست مازندران ، اداره كل استاندارد مازندران و اداره كل منابع طبيعي استان از مهمترين نهادهايي هستند كه وظيفه نظارت و دفاع از محيط زيست، جنگل ، مراتع ، رعايت استانداردهاي ملي را بر عهده دارند و البته همه اين دستگاهها شامل شرح وظايف مستقل هستند و اين دستگاهها داراي رابطه بين سازماني بين يكديگر نيستند و اگر هم باشند داراي ضعف قانوني وساختاري است بنابراين اينگونه به نظر مي رسد براي تحقق ارزيابي تاثيرات زيست محيطي نياز به نهاد ها وسازمانهاي ذيل باشد:
پيشنهاد كننده يا ذينفع طرح، شركت مهندسي مشاور در محيط زيست ، نهاد سنجش وكنترل آلودگي محيط زيست، نهاد سنجش كننده اثرات زيست محيطي، سازمان هاي غير دولتي (مردم نهاد)، نهاد تصويب كننده نهايي طرح ها و سرانجام نهاد پژوهش خواه محيط زيستي(مدعي العموم زيست محيطي).

۲. روابط بین دستگاهها و سازمانهای پیشنهاد شده

روابط بين سازمانها ودستگاههاي موجود در امور مربوط به توسعه منطقه اي مي بايست بر اساس يك چارچوب كنترل و هدايت شود اما مازندران و ساير استانهاي ايران فاقد يك سازمان و نهاد جهت هماهنگي بين نهاد هاي مرتبط با امور هستند . بعبارت ديگر ، هر سازمان ونهادي در استان بر حسب وظايف ذاتي خود به صورت بخشي فعاليت هاي خود را پيگيري مي كند و در اين ميان حضور يك سازمان فرا بخشي مي تواند عدم هماهنگي ميان بخشي را از بين برده و بر حسب توانمنديهاي لازم و ضرورت ها و نيز اولويت هاي بودجه اي مبادرت به انجام فعاليت ها نمايد. اگر چه سازمان مديريت و برنامه ريزي از لحاظ ماهيت و ساختار مي توانست براي چنين امري اختصاص يابد اما با حذف ساختار قبلي سازمان مديريت وبرنامه ريزي و تبديل نمودن آن به يك معاونت در رياست جمهوري در سطح ملي ونيز تبديل نمودن به يك معاونت در استانداري ها عملا چنين انتظاري نيز غير قابل اجرا و رويايي خواهد بود.
در همين راستا وبا وضعيت كنوني ادارات، سازمانها و نهادهاي موجود در استان مازندران ، سلسله مراتب زير براي امور توسعه اي بر اساس توسعه پايدار و در نظر گرفتن فرآيند «ارزيابي تاثيرات زيست محيطي» مي تواند موثر و راهگشا باشد. در نمودار شماره ۱ فرايند ارتباط ميان نهاد هاي مختلف درانجام پروژه همراه با ارزيابي تاثيرات زيست محيطي نشان داده شده است :



نمودار شماره ۱- فرایند ارتباط میان نهاد های مختلف

البته در فرآیند فوق الذکر، هر یك از نهادها در بخشي از مراحل ارزیابي تاثیرات زیست محیطي شرکت دارند که در جدول شماره ۱ نقش هر یك از نهاد ها در چرخه تصویب نهایي طرح همراه با ارزیابي تاثیرات زیست محیطي نشان داده شده است :

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیري :

مراحل در فرآیند ارزیابی تاثیرات زیست محیطی	شرح وظایف نهاد ها و سازمانهای پیشنهادی				
	متقاضی طرح	نهاد تصویب کننده نهایی	مهندسی مشاور در امور محیط زیست	نهاد سنجش وکنترل الودگی محیط زیست	مردم/ سازمانهای غیر دولتی
تفکیک سازی	تصمیم درمورد نوع پروژه	فراهم کردن مجوز اولیه پروژه	راهنمایی متقاضی برای نخستین مرحله تفکیک منطقه	فراهم نمودن مجوز ابتدایی محل پروژه	----------
هدف گذاری	تهیه محدوده اختیاربر اساس قوانین	تهیه راهنماییهای لازم در صورت درخواست متقاضی	استقرار همه امکانات مورد نیاز ارزیابی زیست محیطی	-------	----------
مطالعات ارزیابی تاثیرات زیست محیطی	مساعدت کردن در مطالعات	-------	هدایت کردن مطالعات	------	-------
گزارش ارزیابی تاثیرات زیست محیطی	ارائه گزارش به نهاد های مسئول	--------	همکاری با متقاضی	هماهنگی برای اطلاع رسانی عمومی	در دسترس بودن برای عموم
اطلاع رسانی عمومی	اجبار به پاسخ گویی به مسائل مطرح شده	------	همکاری با متقاضی	جمع آوری وارسال نظرات عمومی به سازمان تصویب کننده	تهیه نظرات و پیشنهادات در خصوص مسائل مربوطه
تجدید نظر در تصمیم نهایی	ارائه گزارش ارزیابی زیست محیطی به نهاد تصویب کننده نهایی	نهاد در طرح تجدی نظر کرده و مجوز ها را اصلاح می کند	موافقت کردن یا توضیح خواست از نهاد تصویب کننده نهای طرح ها	------	-------
نظارت	پایبندی کامل به شرایط مجوز	نظارت مراحل اجرای طرح	همکاری ومساعدت به متقاضی	نظارت و کنترل در مراحل مختلف	---------

تذکر : نقش ومسئولیت مدعی العموم زیست محیطی در این جدول گنجانده نشده است به این دلیل که بر تمام مراحل فوق حق نظارت وکنترل داشته و در هر مرحله که اقدامی بر خلاف مصالح زیست محیطی استان صورت پذیرد وارد عمل میشود

جدول 1- شرح وظایف نهاد ها ودستگاهها بر حسب مراحل مختلف ارزیابی تاثیرات ریست محیطی

بر حسب آنچه بيان گرديد، توسعه پايدار در مقابل تهاجم شديد به منابع در زمينه هاي مختلف و تخريب بي رويه آنان پديدار گشت و در سه ركن جامعه (زيست محيطي ، اقتصادي و اجتماعي) در تلاش است تا بازدهي منابع را بواسطه تعادل در زمينه هاي مختلف افزايش دهد . در اين چارچوب بايد مشخص گردد كه هر طرح وپروژه بعد از بهره برداري چگونه و به چه ميزان بر سه ركن جامعه اثر مي گذارد . بمنظور ارزيابي تاثيرات زيست محيطي پروژه ها ، اين تكنيك قابل قبول در دهه اخير مورد استفاده كشورهاي در حال توسعه قرار گرفت كه اين ارزيابي نشان دهنده خروجي طرح ها اعم ازمستقيم وغير مستقيم است و به همين دليل مي تواند بازوي قوي براي تصميم گيران طرح ها باشند هنگامي كه اجراي طرح ها بر اساس توسعه پايدار قابليت اجرا تشخيص داده شوند.

ارزيابي تاثيرات زيست محيطي با ارائه ميزان تاثيرات مستقيم وغير مستقيم هر طرح مي تواند نشان دهنده ميزان عوايد حاصل از طرح در مقابل ميزان تبعات منفي طرح ها به محيط زيست ومنابع تجديد ناپذير طبيعت باشد. بنابراين انجام اين تكنيك در فرآيند اداري طرح ها مي تواند متضمن اجراي در طرح ها در قالب توسعه پايدار باشد. اين نوع ارزيابي در مازندران اگر چه در مراحل نخستين مي باشد اما بواسطه محيط زيست مازندران و ميزان آسيب پذيري آن در ساليان گذشته مي تواند راه حلي مطمئن براي كنترل آسيب پذيري محيط زيست مازندران باشد. انجام چنين برنامه اي مستلزم وجود نهاد هاي و سازمانهاي مختلف و نيز وجود ساز وكار مناسب در ارتباط ميان اين نهاد ها مي باشد. اما بايد توجه داشت كه همانند ساير كشورهاي جهان سوم قوانين در كشور ما داراي حالات خاصي هستند. بعبارت ديگر، قوانين در ايران در امور مربوط به محيط زيست فاقد اقتدار و جامع نگري مي باشند و به همين دليل ، افراد و سازمانها با تفسير هاي كوناگون و يا استفاده نمودن از تبصره هاي ذيل قانون عملا هدف قانون گذار را عقيم مي نمايند.به همين و بعنوان پيش شرط بايد اذعان نمود كه اولين قدم در اين عرصه بايد شفاف سازي قوانين و تجديد نظر در مجازات متخلفين وسپس ايجاد نهادها وسازمانهاي مورد نياز و يا تغيير ساختار سازماني نهاد هاي موجود باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

احمدی، ف.،(۱۳۸۲)، " معماری پایدار"، مجله آبادی ، مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری، ۱۳،(٤٦-٧٥).
مرکز آمار ایران.،(۱۳۸۵)، سرشماري نفوس ومسكن، مرکز آمار ایران،تهران.
کمیته ملی توسعه پایدار.،(۱۳۸۸)، راهبردهاي توسعه پايدار،كميته ملي توسعه پايدار،تهران.
قانون اساسي جمهوري اسلامي ايران.، (۱۳٦۸)مجلس شوراي اسلامي ايران، تهران.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Berke, P. R., & Conroy, M. M. 2000. "*Are We Planning for Sustainable Development? An Evaluation of 30 Comprehensive Plans*", Journal of the American Planning Association, 66(1), p. 21-33.

Cashmore, M., 2004. "*The role of science in environmental impact assessment: process and procedure versus purpose in the development of theory*", Environmental impact assessment review, 24(4), p.403-426.

Cozens, P., Hillier, D., & Prescott, G., 1999. "*The sustainable and the criminogenic: the case of new build housing projects in Britain"*, Property Management, 17(3), p.252-261.

- Kaiser, E., Godschalk, D., & Chapin, S., 1995. "*Urban land use planning"*, Chicago: University of Illinois Press.
- Maclaren, V. W., 1996. "*Urban sustainability reporting*", Journal of the American Planning Association, 62(2),p. 184-202.

- Mega, V., 1996. “Our city, our future: towards sustainable development in European cities”. Environment and Urbanization, 8(1), p. 133-146.
- Shepard, A., & Ortolano, L., 1996. “Strategic environmental assessment for sustainable development”. Environmental Impact Assessment Review, *16*, p.248-259.
- World Commission on Environment and Development (WCED)., 1987. “*Our Common Future”*, Oxford: Oxford University Press.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

جایگاه علوم ژئوماتیک (GIS و RS) در مدیریت منابع طبیعی و حرکت به سوی توسعه پایدار زیست محیطی

◇◇◇◇◇◇◇

محمد الماسی نیا[۱] ، محمدعلی شربی[۲] حسن علیزاده[۳]
۱. مربی، گروه آموزشی جغرافیا(GIS) ، دانشگاه پیام نور دورود

2 . دانشجوی دکترا عمران گرایش ژئوماتیک، دانشگاه USM
مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد
3. استادیار، گروه آموزشی زمین شناسی، دانشگاه پیام نور تهران

پست الکترونیکي:almasinia78@gmail.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

علوم ژئوماتیک می تواند به عنوان ابزاري كارآمد نه تنها به عنوان بانك اطلاعاتي و ابزاري جهت گزارش گيري، بلكه از آن در امر مديريت و برنامه ريزي منابع طبيعی و زيست محيطی استفاده نمود. با افزا يش اطلاعات توصيفي از منابع گوناگون در زمانها ي مختلف و همچنين تعدد پارامترهاي دخيل در تصميم گيری، بررسي همه جانبه و تصميم گيری دقيق، نياز به ابزاري دارد كه بتواند اطلاعات را با دقت مناسب دريافت و تجزيه و تحليل نموده و نتيجه را به طور ملموس و قابل درک ارائه نمائيد. تكنولوژی GIS يكي ازمناسب ترين ابزارهايي (نرم افزار) است كه مي تواند اين كار را به خوبي انجام دهد. در اين مطالعه كاربردهاي تصاوير ماهواره اي و مدل هاي كامپيوتري كه اخيرا در علوم مختلف، محافل و مجامع علمي با دو عنوان سنجش از دور و سيستم اطلاعات جغرافيايي شناخته شده اند در حفاظت بهتر از منابع طبيعی و محيط زيست و نحوه به كارگيري اين فنون در مديريت زيست محيطی بررسي مي گردد .

كليد واژه ها: سنجش از دور، سيستم اطلاعات جغرافيايی، مديريت، توسعه پايدار

Abstract:

The function of Geomatics (GIS and RS) towards sustainable development in natural resource management and environmental

Geomatics Science can be used as efficient software not only as a tool for databases and reports, but also in the planning and management of natural resources and environmental applications. Increasing descriptive information and data from various sources in different times and the number of parameters involved in the decision-making of thorough and accurate, there is a need for a tool that is able to receive and analyze the data accuracy and thus can provide a more tangible and understandable. GIS technology is one of the most appropriate tools (software) that can perform the job very well. In this study evaluate the applications of satellite imagery and computer models in recent science, and scientific associations and communities that the two are known as remote sensing and GIS, for better protecting natural resources and the environment, and thus how to apply these techniques in environmental management is discussed.

Keywords : remote sensing, geographic information systems, management, sustainable development

◇◇◇◇◇◇◇

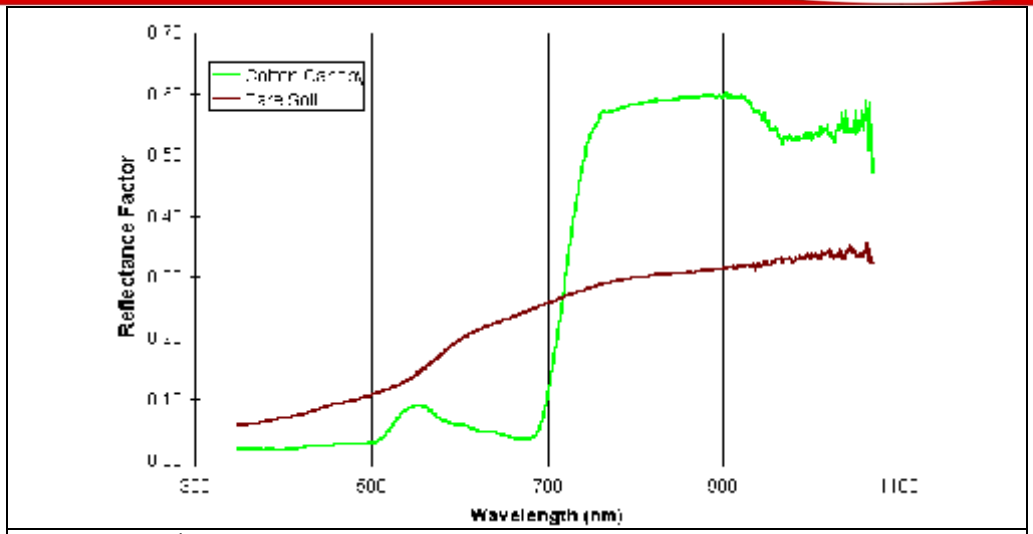
مقدمه :

اعمال مديريت با استفاده از نظارت دقيق بر منابع طبيعي و محيط زيست و استفاده از تلفيق روش هاي مختلف مديريتي چون؛ مديريت زمان، مديريت بحران، مديريت ريسك با ابزارهاي موجود مانند؛ ماهواره ها، نرم افزارها و مدل هاي رايانه اي مي تواند نتايج مثبتي در علوم مختلف خاصه منابع طبيعي و محيط زيست داشته باشد. ژئوماتيک ابزاري کارآمد به عنوان بانك اطلاعاتي جهت گزارش گيري در امر مديريت و برنامه ريزي منابع طبيعي و زيست محيطی استفاده نمود.
ژئوماتیک مجموعه‌ایست از تخصص‌های مرتبط با جمع‌آوری، نگهداری، پردازش، بازیابی و توزیع داده‌های جغرافیایی یا زمین مرجع. این دانش دست آورد پیشرفتهای دانش انفورماتیک در مهندسی نقشه‌برداری و علوم زمین است. واژه ژئوماتيك يك واژه تركيبي از ژئو به معناي زمين و ماتيك كه پسوند واژه انفورماتيك است، مي‌باشد. ژئوماتیک علمی بین رشته‌ایست که کاربردهای بسیاری در علوم مختلف زمین از جمله منابع طبیعی و محیط زیست دارد. از جمله کاربردهای گسترده‌ای که تا کنون از داده‌های مکانی حاصل از ژئوماتیک شده‌است می توان به مدیریت منابع زمینی، آمایش سرزمین و توسعه پایدار، کشاورزی و جنگل‌داری، مقابله و پیشگیری از سوانح، بلایا و حوادث طبیعی، مدیریت حوادث طبیعی و ارزیابیهاي زيست محيطی می تواند یکی از موثرترین و اقتصادي ترين روشها باشد، که مورد استفاده مدیران و تصمیم گیران قرار گرفته تا با کمک اطلاعات دقیق بدست آمده تصمیمات لازم را اتخاذ نمایند.
سنجش از دور را می توان فن شناسائی و تعیین مشخصه هاي پديده هاي محيط زيست بر اساس داده هايي كه از راه دور كسب می شوند، دانست. (مخدوم ، ۱۳۸۳).كه اين فن امروزه به طور گسترده ا ي به عنوان ابزار ي براي دسترسي سر يع به اطلاعات و داده ها ، ترتيب منظم بازنگري و به روز درآوردن اطلاعات و ورود آنها به GIS در سطح جهان به كار برده می شود . از طرف ديگر سيستم اطلاعات جغرافياي(GIS) يک سامانه مبتني بر كامپيوتر مي باشد كه در مورد اطلاعات زمين مرجع چهار قابليت: ورود ، مديريت (ذخيره و بازيابي) ،پردازش و استخراج اطلاعات را فراهم مي سازد. (ثنايي نژاد، ۱۳۷۷). با افزا يش اطلاعات توصيفي از منابع گوناگون در زمانها ي مختلف و همچنين تعدد پارامترهاي دخيل در تصميم گيری، بررسي همه جانبه و تصميم گيری دقيق ، نياز به ابزاري دارد كه بتواند اطلاعات را با دقت مناسب در يافت و تجزيه و تحليل نموده و نتيجه را به طور ملموس و قابل درک ارائه نمائيد. فناوري GIS يكي از ابزارهايي است كه مي تواند اين كار را به خوبي انجام دهد. به اين منظور در اين پژوهش كاربردهاي تصاوير ماهواره اي و نرم افزارها و مدل هاي كامپيوتري كه در علوم مختلف، محافل و مجامع علمي با دو عنوان سنجش از دور و سيستم اطلاعات جغرافيايي شناخته شده اند در منابع طبيعی و محيط زيست و نحوه به كارگيري اين فنون در مديريت زيست محيطی بررسي مي گردد.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

سنجش از دور و ويژگيهاي طيفی _ سنجش از دور قابليت اندازه گيري ويژگيها را براساس مشاهده بدون تماس با آنها فراهم می نمايد .تقريبا تمام كاربردهاي اطلاعات سنجش از دور بر اسا س مشاهده ات مختلف و برپايه طيفهاي الكترومغناطيسی است .مفيد بودن بخشهاي مرئی و مادون قرمز طيف می تواند با مقايسه طيفهاي نوعی حاصل از يک زمين پوشيده از محصول و خاك بدون پوشش مشاهده گردد. همچنانكه در شكل۱ منحنی طيفی مربوط به خاك بدون پوشش و خاك با پوشش گياهی تشريح و نشان داده می شود.



شکل۱. منحنی طیفی مربوط به خاك بدون پوشش و خاك با پوشش گیاهی

۱. پیک منحنی طیف محصول در اطراف um 550 است و این برابر است با رنگ سبز
۲. افت منحنی طیف محصول در اطراف um 690 است و این برابر است با رنگ قرمز که نشان دهنده جذب توسط کلروفیل است.
۳. در مقایسه با خاك محصول در منطقه قرمز کمتر و در منطقه نزدیک یا مادون قرمز بیشتر است .ساختار برگها نقش مهمی در افزایش نسبی انعکاس در منطقه نزدیک مادون قرمز دارند.
ویژگیهایی که در بازتاب قرمز و NIR اندازه گیري می شوند می توانند براي تعیین تفاوت در تراکم پوشش گیاهی استفاده شوند .پاسخ گیاهان در قرمز وNIR بشکل شاخص گیاهی استفاده می شود .یکی دیگر از نواحی طیفی که براي ارزیابی NIR شوند .پاسخ گیاهان در قرمز و وضعیت محصول مفید است بخش طیفی حرارتی(گرمایی) است. اندازه گیري تابش در این ناحیه می تواند ناشی از حرارت سطح محصول باشد. گیاهان آب را از خاك بالا می برند و سپس آنرا از برگها در هوا منتشر می کنند و بدین وسیله آنها خنک می شوند. اگر گیاهی نتواند به اندازه کافی آب دریافت کند درجه حرارت سطح آن افزایش می یابد و نشان دهنده وجود یک مشکل براي گیاه است. با استفاده از این امواج می توان از وضعیت سلامتی گیاهان مطلع بود.

جدول۱. طول موجهاي بکار رفته در عوارض کشاورزي[12]

۱	مناطق با پدیده هاي مختلف کشاورزي	طول موج بکار رفته
۲	هجوم حشرات و آفات گیاهی	0.4-0.9 mm and 6-10 mm
۳	گیاهان طبیعی ,انواع محصولات تجاري موجود	0.4-0.9 mm and 6-10 mm
٤	حجم رطوبت خاك(radar)	04-0.8 mm and 3-100 mm
٥	مطالعه زمینهاي قابل کشت و غیرقابل کشت	0.4-0.9 mm
٦	ارزیابی رشد گیاهان و دقت در پیش بینی برداشت محصول	0.4-0.9 mm
۷	انواع خاك و ساختار آنها	0.4-1.0 mm
۸	کنترل سیلاب و مدیریت آب	0.4-1.0 mm and 6-12mm
۹	آبهاي سطحی موجود, کیفیت آب	0.4-1.0 mm and 6-12 mm
۱۰	انواع سنگ و خاك و شرایط مطلوب آنها براي داشتن مواد معدنی پنها	0.4-1.0 mm and 7-12 mm

٥- دلایل کاربرد سنجش از دور در منابع طبیعی و محیط زیست
فن سنجش از دور شامل تفسیر چشمی تصاویر است که معمولا از طیفهاي چند باندي و با قدرت تفکیک بالا استفاده می شود. بیشترین تصاویري که در کشاورزي مورد استفاده قرار می گیرند تصاویر SPOT, LANDSAT , IKONOSو در بعضی مواقع اطلاعات داده هاي NOAA می باشد. نقشه هاي تهیه شده از این تصاویر در مقیاس یک میلیونیم تا پانصد هزارم بوده و باید تصاویر یکنواخت و بدون ابر باشند.

مهمترین کاربردهاي RS

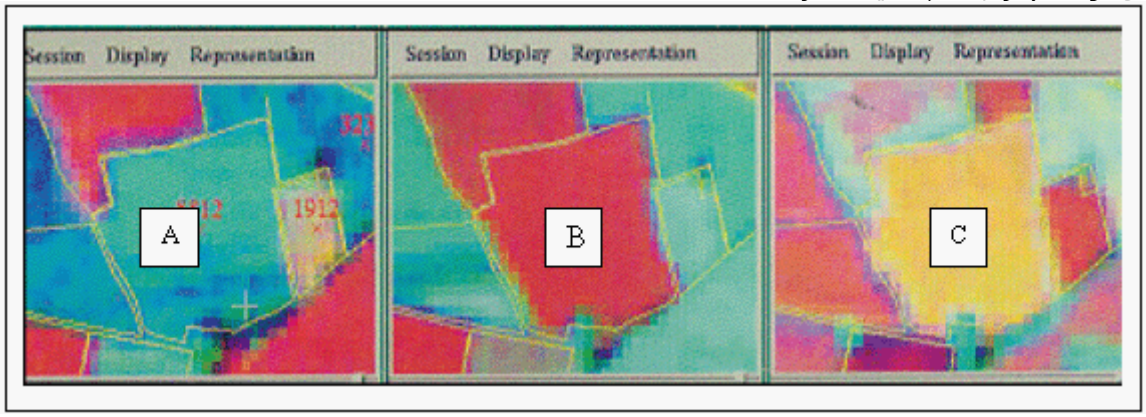
۱- شناسایی و تخمین محصولات اراضی و تراکم آنها

۲- ارزیابی شرایط محصول
۳- پیش بینی و تخمین میزان محصول
٤- تهیه و مشاهده نقشه هاي زمينهاي كشاورزي
٥- مشخص نمودن شرایط و ارزیابی کارایی مراتع ، علفزارها و چراگاهها
٦- بررسی طرحها و وضعيت ساختاري خاك
۷- بررسی منابع آب جهت کشاورزي
۸- نظارت و کنترل شوري و زهكشها

اطلاعات تصاویر ماهواره اي می توانند در تهیه نقشه هاي مربوط به کمیت و وضعیت محصول در زمین درشرایط آب و هوایی متفاوت به عنوان یک ابزار قوي در مدیریت بکار روند. سیستم RS و ارتباط آن با کشاورزي می تواند در کشورهاي درحال توسعه الگوهاي کشاورزي را بهبود بخشیده و متدولوژیها را توسعه دهد.

٦- کاربرد GIS و RS براي پایش محصول

منحنی طیفی مربوط به سلامتی گیاهان سبز تقریبا همیشه داراي یک ساختار پیک و افت می باشد در قسمت افت
بخش طیفی قابل رویت رنگدانه در برگ گیاهان را تعیین می شود .بعنوان مثال کلروفیل انرژي زیادي را در طول موج باندهاي مرکزي 0/67- 0/45 um دارد.
رنگ سبز گیاهان بدلیل این است که آنها توسط برگها جذب بالایی از باندهاي قرمز و آبی را داشته و رنگ سبز را بازمی تابانند .استفاده از یکسري تصاویر در دوره هاي مختلف امکان پیگیري تغییرات را از هنگامی که زمین بدون پوشش (A) ، زیرکشت(B) و برداشت محصول(C) فراهم نموده و با استفاده از این تفاوتها می توان آنها را با هم مقایسه کرد.



شکل۲. تفاوت خاك در مراحل مختلف کشت، (Buchan, 1997)

در صورتیکه محصولات متفاوت باشند شناسایی مشکلی ندارد و با استفاده از تغییرات طیفی می توان آنها را شناسایی نمود. ولی اگر محصولات به صورت همگن باشند روشی که معمولا استفاده می شود بدین صورت است که تخمین توزیع مکانی برگها و جهت برگها بشکل تصادفی در ارتباط با آزیموت مورد استفاده قرار می گیرد .میزان برگ محصول بعنوان یک شاخص از ساختار محصول به میزان زیاد وابسته است به مساحت و جهت برگ در واحد مساحت خاك (شاخص مساحت برگ(LAI) برابر است با حاصلضرب متوسط مساحت برگ و میزان حجم آنها) میزان زیست جرم برگ براي اکثر محصولات با میزان شاخص مساحت برگ به مقدار زیادي همخوانی دارد.

۷- کاربرد RS , GIS در پیش بینی محصول

کارایی و تاثیر پیش بینی و تخمین محصول به مقدار زیادي وابسته به تشخیص نوع محصول و گونه آن ، متغیرهاي خاك مانند نوع و دانستیه آن دارد که نهایتا می تواند بعنوان شاخصمحصول استفاده شود. (Nualchawee , 1984)

روش تخمين محصول در هكتار به روشهاي مختلفی بوسيله محققان بسياري در سراسر جهان ارائه گرديده است. اطلاعات ماهواره اي كامل كننده اطلاعات GIS,GPS و اطلاعات دستی هستند . دو رويكرد در ارتباط با استفاده ازRS براي مدل كردن پيش بينی محصول وجود دارد .اول اطلاعات سنجشاز دور يا پارامترهاي ناشی از آن كه مستقيما وابسته به محصول هستند و ديگرداده هاي سنجش از دور كه براي تخمين محصول بوده و همان پارامترهاي سنجش زيستی وجود هستند كه به عنوان

پارامترهاي ورودي مدل محصول استفاده می شوند .سيستمهايGIS می توانند اطلاعات را ذخيره ، دستكاري، تغيير و تجزيه و تحليل نمايند .مدلهاي شبيه سازي رشد محصول درRS می تواند بعنوان ابزاري قوي براي پايش و تخمين محصول بكار روند.

۸- اثرات اقتصادي RS و GIS در منابع طبيعی و محيط زيست

برتري استفاده از تكنولوژي GIS و RS بستگی به موفقيت آن در حل مشكلات دارد. كاربرد اطلاعات سنجش از دور در منابع طبيعی می تواند به صورت مستقيم (كاهش هزينه نقشه برداري ، پايش و جلوگيري از اتلاف زمان) و غيرمستقيم (قابليت اطمينان و افزايش كيفيت و جزئيات نتايج و اطلاعات) می باشد. هزينه استفاده از اطلاعات سنجش دور به هزينه ورود اطلاعات به سيستم ، تصحيح اطلاعات ، پردازش و تجزيه و تحليل تركيبات بستگی دارد. اين هزينه ها می تواند به دو بخش اصلی شامل گسترش سيستم ماهواره ها و بهره برداري از آنها ، ايستگاههاي دريافت كننده زمينی و تاسيسات پيش پردازش باشند. با استفاده از اين روش، اطلاعات توپوگرافی با دقت بالايی تهيه می شوند. بنابراين، تصاوير ماهواره اي روش مقرون به صرفه تري براي جمع آوري اطلاعات ، مشاهدات و همبستگی بين آنها می باشد. بطوری كه جدول۲ نمونه اي از ميزان سود حاصل از كاربرد GIS و RS را در بخشهای كشاورزی، سيل، مطالعات كيفيت آب و كاربري اراضی را نشان می دهد.

جدول۲. نمونه اي از ميزان سود حاصل از كاربرد GIS و RS

ردیف	نام طرح	ناحیه (sq.km)	زمان (year)	هزینه کاربرد RS (دلار)	هزینه معمول (دلار)	میزان سود B/C
۱	ارزیابی مطالعات سیل	۳۰۰	۱	۳۳۵,۲۰۰ (km2/دلار۱,۱۸۴)	۱,۷۵۷,۷۰۰ (km2/دلار۳۰۰)	۱:۱۳۰
۲	کاربرد GIS در کشاورزی	۲۲۵	۱	۳۲۰,۰۰۰ (km2/دلار۱,٤۲۲)	۲,۸۱۲,۵۰۰ (km2/دلار۱۲,۵۰۰	۱:۹
۳	تهیه نقشه با استفاده داده های ماهواره ای	۱٦,۸٤۸	۱	۱۳٦,۰۰۰ (km2/دلار۷,۵)	۲۱,۰٦۰,۰۰۰ (km2/دلار۱,۲۵۰)	۱:۱٦۷
٤	کاربرد تصاویر ماهواره ا برای مطالعات کیفیت	۱۰,۰۰۰	۱	۳٤,۰۰۰ (km2/دلار۳,٤)	۳۰۰,۰۰۰ (km2/دلار۳۰)	۱:۹
۵	ارزیابی کاربری اراضی	۵,۸۵۹	۱/۲	۱۳,۵۰۰ (km2/دلار۲,۳)	۱,۷۵۷,۷۰۰ (km2/دلار۳۰۰)	۱:۱۳۰

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

اعمال مديريت صحيح در نظارت دقيق بر منابع طبيعی و محيط زيست با استفاده از علوم ژئوماتيک (RSو GIS) بهينه تر مي گردد. تلفيق روش هاي مختلف مديريتي چون؛ مديريت زمان، مديريت بحران، مديريت ريسك با ابزارها و اسلوب های موجود مانند؛ ماهواره، نرم افزارها و مدل هاي رايانه اي مي توانند نتايج مثبتي در علوم مختلف خاصه منابع طبيعي و محيط زيست داشته باشد. در اين راستا بهتر است از علوم ژئوماتيک نه تنها به عنوان بانك اطلاعاتي و ابزاري مناسب جهت گزارش گيري ، بلكه از آن در امر مديريت و برنامه ريزي منابع طبيعی و زيست محيطی به عنوان ابزاري كارآمد استفاده نمود. علاوه بر مطالب ذكر شده حجم بالاي اطلاعات مربوط به منابع طبيعی و محيط زيست به خصوص اين موضوع كه در

طراحي هاي جديد همه اطلاعات به صورت رقومي در آمده اند، طراحان و مديران با انبوهي از اطلاعات طبقه بندي نشده و نامنظم در داخل كامپيوتر روبرو ساخته است. در اين ميان يك سيستم اطلاعات جغرافيايي (GIS) به خوبی قادر است كه كليه داده ها و اطلاعات مكاني و توصيفي يك شبكه را در يك محيط يكپارچه در اختيار مديران قرار دهد. از طرفی طبقه بندي و در دسترس بودن اطلاعات و داده ها و استفاده از تصاوير ماهواره اي به همراه برنامه هاي مناسب جهت تعيين نياز شبكه اين امكان را فراهم مي آورد تا نقاط كنترل شبكه ها با ورود تغييرات توصيفي به هنگام شده و مديريت بهره برداري و نگهداري به صورت سنجش و كنترل از دور بر روي نقاط تحويل، مديريت مصرف بهينه را اعمال نموده و با نمايش هندسي كليه نقاط از آخرين تغييرات وضعيت توصيفي آنها مطلع گردند.

به طور كلي با استفاده از اطلاعات هواشناسي، ضريب محصو لات كشاورزي، دبي، برنامه توزيع آب، اطلاعات توپوگرافي، تصاوير ماهواره اي و نقشه هاي خاكشناسي و تركيب اين اطلاعات در محيط سيستم اطلاعات جغرافيايي مي تواند شاخص هاي ارزيابي را تعريف و محاسبه نموده و بهينه سازي را انجام داد. در ضمن جهت ارزيابي راندمان كاربرد آب، مناطق تحت پوشش گياهي، شناسايي مناطق مناسب براي توسعه شبكه براساس نوع خاك و دستيابي به سيستم زهكشي و حداقل تاثير بر رودخانه مي توان اين اطلاعات را وارد سيستم و از نتايج جهت بهبود راندمان آبياري، تفكيك زمين هاي بایر و غيرحاصلخيز كاهش ميزان تلفات آب ورودي به زهكشها يا سفره هاي زيرزميني و... استفاده نمود.

در نتیجه, علوم روز از قبیل سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیائی می تواند به عنوان ابزاری کارآمد و قوی در مدیریت بهینه این منابع طبیعی و محیط زیست به کمک بشر جهانگیر و متوقع و از طرفی ویرانگر محیط زیست و منابع طبیعی بیاید که شاید با مدیریت بهتر بتوان تا حدودی از ویرانگریهای او کاست و با امید به آینده ای بهتر زیست.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

۱. ارزاني ، ح ، ۱۳۷۵ . *كاربرد تلفيقيGIS,RS براي ارزيابي و مديريت مناطق خشك و بياباني* . دومين همايش ملي بيابان زايي و روشهاي مختلف بيابان زدايي . ص ۱۳-۲٤.

۲. تكاملي ، ا ، ش د ياني ، ح حجازي و ك محمدي ، ۱۳۸۴ . *كارگاه آموزشي تجربيات و نوآوري هاي شبكه آبياري بارانی پيله سوار مغان.*

۳. جاهدي ,فرشيی ,فرخی,شاهرخ ,*مباني سنجش از دور* ,۱۳۷۵, مركز سنجش از دور ايران.

۴. خوزستان . *پايان نامه كارشناسي ارشد* . دانشكده كشاورزي . دانشگاه تربيت مدرس . ص ۱۳۸۱

۵. دياني ، ش ، ۱۳۸۱ . *كاربرد اطلاعات جغرافيايي در مديريت بهينه آب مصرفي شبكه آبياري و زهكشي كوثر*

۶. رنگزن ، ك ، ۱۳۸۳ . *كاربرد سنجش از دور در بهبود مديريت مصرف بهينه آب كشاورزي در شبكه آبياري گتوند.* سيمنار كاربرد سيستم اطلاعات جغرافيايي و سنجش از دور شركت كشت و صنعت نيشكر و صنايع جانبي اهواز.

۷. صباغ زاده ، ٥ ، ۱۳۸۱ . *طراحي و ساخت نمونه مهندسي و صنعتي سيستم اندازه گيري جريانهاي حجمي آب در كانالهاي روباز ، سازه هاي استاندارد و غير استاندارد هيدروليكي و زهكشها لوله هاي نيمه پر و كانالهاي انتقال فاضلاب با استفاده از پديده آكوستيك داپلر به صورت اتوماتيك* . مقاله ارائه شده در سيمنار سازمان آب و برق خوزستان.

۸. طباطبايي ، ح ، ۱۳۸۳ . *معرفي برخي نرم افزارهاي GIS,RS كارگاه آموزشي كاربرد GIS,RS در آبياري و زهكشي*، كميته ملي آبياري و زهكشي.

۹. *فن سنجش از دور در آبياري و زهكشی* ,۱۳۷۸ , نشريه شماره ۲۵ , كميته ملی آبياري و زهكشی.

۱۰. ليلساندو كي (مولف)، ح مالميريان (مترجم) ، ۱۳۸۱ . *اصول و مباني سنجش از دور تعبير و تفسير تصاوير هوايي و ماهواره اي* . ص ۱۵

۱۱. مخدوم,مجيد,*ارزيابی و برنامه ريزي محيط زيست با سامانه هاي اطلاعات جغرافيايی GIS* ،۱۳۸۰انتشارات دانشكاه تهران.

۱۲. هارپر (مولف) ، قادري ، م (مترجم) ۱۳۷۵ . *سنجش از دور* . انتشارات مركز نشر دانشگاهي . ص ۲۵۷

◇◇◇◇◇◇◇

References:

13. Amor, V. M., Das Guptal, A., Loof, R. 2002. Application of GIS and Crop Growth Model in Estinating Water Productivity. Journal of Agriculture Water Management. Volume 54, pp 205-225.
14. ESRI.1995.Online Documentation, Environmental system research institute
15. S. Balaselvakumar , S. Saravanan,Remote Sensing techniques for Agriculture suvey,
16. Tamaluddin Syam, Kamaruzaman Jusoff, Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS) ,Technology for Field Implementation,2001,Mapindia,India
17. Fipp, G., and Leigh, E. 2000. GIS-Based Management System for Irrigation Districts. Proceeding of International Conference on Challenges Facing Irrigation and Drainage in the New Millennium, USCID, Fort Collins, U.S.A., pp 103-116.
18. Gundogdu, K.S., Degirmenci, H. and Demirtas, C. 2002. Creation of GIS Supported Data Base in Irrigation Project Management. International Conference, Cairo, Egypt.ir
19. Menenti, M., Azzali, S., and D'urso, G. 1995. Management of irrigation schemes in arid countries. In: Use of Remote Sensing Techniques in Irrigation and Drainage, ed. Vidal, A., pp. 81-98.
20. Ray, S. S. and Dadhwal, V. K. 2001. Estimation of Crop Evapotranspiration of Irrigation Command Area Using Remote Sensing and GIS. Journal of Agriculture Water Management, Volume 49, pp 230-249.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

جهت ایمن پیشنهادی گسترش شهری در آینده توسط اندازه‌گیری‌های میکروترمور (مطالعه‌ی موردی: شهر طبس)

◇◇◇◇◇◇◇

سعید گرانیان، کارشناس ارشد زمین شناسی زیست‌محیطی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود،
Saeid.geology84@gmail.com
ناصر حافظی مقدس، دانشیار زمین‌شناسی مهندسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه فردوسی مشهد،
nhafez@um.ac.ir
محمد آریامنش، استادیار ژئوفیزیک، گروه علوم زمین، دانشگاه پیام نور تهران، Aryamanesh.geo@gmail.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

مطالعه بر روی عوامل افزایش‌دهنده‌ی خرابی‌های زمین‌لرزه، نشان داد که شرایط زمین‌شناسی ساختگاه، می‌تواند تقویت قابل توجهی در تکان‌های زمین ایجاد و نقش اصلی را در سطح لرزش‌های زمین بازی کند. با توجه به قرار گرفتن اکثر شهرها بر روی رسوبات آبرفتی، این نوع ساختگاه، بخش بیشتری از مطالعات را به خود اختصاص داده؛ و اثر آبرفت بر تشدید خرابی‌ها، محرز گردیده است. در این مطالعه، شهر طبس با داشتن ساختگاه آبرفتی و تجربه‌ی زمین‌لرزه مخرب سال ۱۳۵۷ (Ms=7.4)، به عنوان یک ساختگاه شهری، مورد مطالعه قرار گرفت. جهت ارزیابی اثرات ساختگاهی، برداشت و آنالیز داده‌های میکروترمور در ۷۵ نقطه شهر صورت گرفت و پریود غالب و ضریب تقویت در هر نقطه به دست آمد. بر اساس نتایج این مطالعه، حدود ۶۰ درصد این منطقه، نواحی دارای پریود زیاد (بزرگتر از یک) می‌باشند. در نهایت با تعیین سرعت موج برشی و طبقه بندی لرزه‌ای آبرفت بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ ایران و با تمرکز بر روند گسل‌های کواترنری و تلفیق آن با نتایج آنالیز داده‌های میکروترمور، جهت ایمن برای گسترش آینده شهر تعیین گردید.

کلیدواژه‌ها: اثرات ساختگاهی، طبس، میکروترمور، پریود غالب

Abstract:

Recommended safe direct of urban development in future by microtremor measurements, a case study; Tabas city.

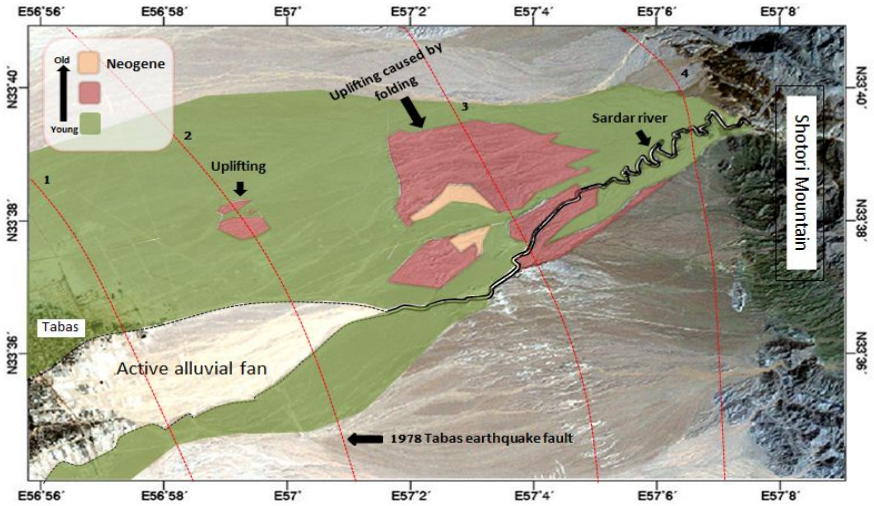
Study on enhancing agents of earthquake damages shows that site geology conditions can generate significant amplifications and play a major role in the level of ground shaking. As regards, the major cities is located on alluvial deposits, this site, has dedicated the most of studies to itself; and alluvium effect on increased damages has been proven. In this study, Tabas city with alluvial site and having experienced 1978 destructive earthquake (Ms= 7.4), as an urban site, were studied. To assessments of site effects, measurement and analyses of microtremor have been employed at about 75 sites and predominant period and amplification factor, were obtained. Based on the results of this study, about 60% of this area are long period (>1) regions. Finally, with determining shear wave velocity and alluvial seismic classification based on Iran 2800 standard and concentrated on quaternary faults trend and combine them with results of microtremors data analysis, the safest route for urban construction were determined.

Keywords : Site effects, Tabas, Microtremor, Predominant period

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

اثر تقویتی آبرفت، بر امواج و تشدید خرابی‌ها، در زلزله‌های مهمی نظیر مکزیکوسیتی (۱۹۸۵)، سانفرانسیسکو (۱۹۸۹)، لس آنجلس (۱۹۹۵)، ازمیت ترکیه (۱۹۹۹)، کوبه ژاپن (۱۹۹۵)، باهوجا هند (۲۰۰۱) و زلزله‌های ۱۳۶۹ منجیل و ۱۳۸۲ بم (برچردات و گیبس، ۱۹۷۶؛ تاکر و کینگ، ۱۹۸۴؛ سید و همکاران، ۱۹۸۸؛ سید و همکاران، ۱۹۹۱؛ برچردات و گلاسیمور، ۱۹۹۲ و توز-کاستا و همکاران، ۱۹۹۶)، به خوبی مشاهده گردید. از آنجا که در نواحی آبرفتی سرعت موج مشخصاً در لایه‌های سطحی آبرفت کمتر است، امواج برشی در بخش سطحی تقریباً به صورت قائم به سطح زمین می‌رسند (Tuladhar, ۲۰۰۲). در واقع رسوبات نرم آبرفتی، به امواج پیشرونده به سمت بالا اجازه خواهند داد تا به سادگی از میان آن‌ها حرکت کنند. در حالیکه لایه‌های سخت زیر آن‌ها، به عنوان یک بازتابنده عمل کرده و امواج پیشرونده به سمت پائین را به بالا بازتاب می‌کنند. این نوع گیر افتادن امواج منجر به بروز پدیده تشدید (Resonance) می‌شود (Nakamura, 1997). در نتیجه زمین به شدت مرتعش می‌شود و ارتعاش‌های غالب در پریودهای مشخص روی می‌دهد. این پریودها پریود غالب (Predominant period) نامید می‌شوند و نسبت به ساختار لایه‌های سطحی تعیین می‌شوند. دانسیته، ضخامت، سن و دیگر ویژگی‌های فیزیکی خاک به علاوه شدت زمین لرزه‌ها، فاکتورهای اولیه موثر روی ویژگی امواج لرزه‌ای هستند (Tezcan et al., 2002). ارزیابي اثر آبرفت به روش‌هاي مختلف تئوري، تجربي و عددي صورت مي گيرد. از جمله روش‌هاي تجربي مورد استفاده كه به دليل سادگي و كم هزينه بودن، امروزه كاربرد وسيعي پيدا نموده، روش نسبت طيف افقي به قائم امواج ميكروترمور مي‌باشد. در اين مطالعه شهر طبس به عنوان يک ساختگاه شهری انتخاب گرديد؛ كه بر روی رسوبات مخروط‌افكنه‌های فعال قرار گرفته است و تاكنون چهار روند گسل كواترنری در گستره‌ی آن شناسايی گرديده است (زارع، ۱۳۸۴)، (شكل ۱). در همين راستا برداشت و آنالیز داده‌های میکروترمور در ۷۵ نقطه صورت گرفت و پریود غالب و ضریب تقویت به دست آمد. سپس با تعیین شاخص آسیب‌پذیری و همچنین طبقه‌بندی لرزه‌ای آبرفت بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران و با تمرکز بر روند گسل‌های کواترنری، ایمن‌ترین مسیر برای ساخت وساز شهری، تعیین گردید.



شکل ۱- مسیر عبور گسل‌های کواترنری (خطوط نقطه چین قرمز شماره‌گذاری شده) و بالاآمدگی ها و مخروط‌افکنه های فعال در راستای آن‌ها (روند شماره ۴، شانزده کیلومتر از شهر طبس فاصله دارد) – پردازش شده بر اساس کارهای والکر و همکاران (Walker et al., 2013)

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

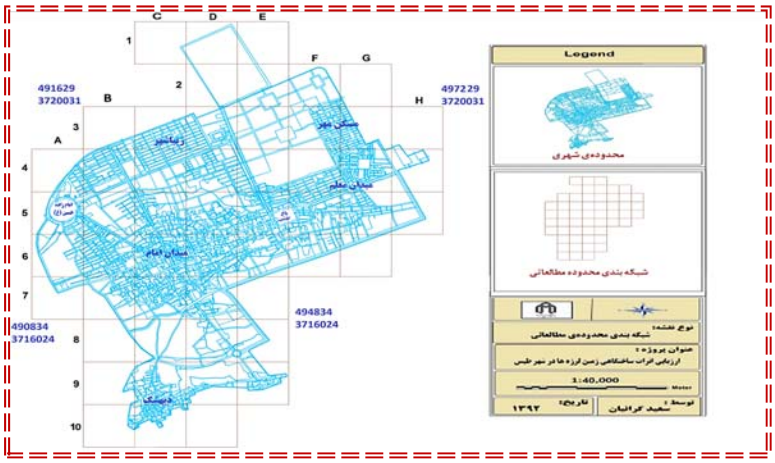
- روش نسبت طیفی مولفه‌ی افقی به عمودی (H/V)

همانطور که می‌دانید، زمین آرام نیست و تقریباً به‌صورت پیوسته در محدوده‌ی پریودهای چند میلی ثانیه تا چند روز و دامنه‌های چند نانومتر تا چند متر ارتعاش می‌کند. مطالعات انجام شده در نقاط مختلف جهان نشان داد که تشابه زیادی بین شکل نسبت طیفی دامنه‌ی حاصل از میکروترمورها با شکل نسبت طیفی

دامنه‌ی نگاشت‌های شتاب‌نگار وجود دارد. در مطالعات تکمیلی دیگر مشخص شد که تفاوت‌های این دو طیف عمدتاً در دامنه و به ندرت در فرکانس تقویت ساختگاه نمود دارد(حافظی مقدس و همکاران، ۱۳۸۷). بر اساس این نتایج، می‌توان بدون آن که در انتظار وقوع زلزله باشیم، خصوصیات ساختگاه (پریود غالب و ضریب تقویت) را، توسط اندازه‌گیری‌های امواج میکروترمور تعیین نمود. ناکامورا برای اولین بار از روش نسبت طیفی مولفه‌ی افقی به عمودی استفاده نمود (Nakamura, 1989). وی بیان داشت که مولفه‌ی عمودی حرکت زمین دارای اطلاعات بیشتری از منبع خود است و کمتر تحت تاثیر شرایط زمین‌شناسی سطحی قرار می‌گیرد. در ادامه محققان زیادی برای بررسی نظریه‌های ناکامورا از این روش استفاده کردند. نتایج مطالعات این محققان نشان داد که روش ناکامورا کارامدی بسیار مناسبی در ارزیابی اثرات ساختگاهی، به خصوص در شرایط ساده زمین‌شناسی دارد. همچنین تاکید مطالعات آن‌ها بر این بود که این روش با وجود این‌که مقادیر حداکثر بزرگنمایی را کمتر از روش‌های دیگر به دست می‌دهد، تخمین دقیقی از پریود تقویت ساختگاه دارد. بنابراین روش استفاده از میکروترمورها به دلیل سرعت زیاد برداشت و عدم تخریب و البته ارزان بودن آن، روز به روز در حال افزایش مقبولیت و محبوبیت در بین محققان می‌باشد. البته با توجه به مشخص نبودن منشاء ایجادکننده میکروترمورها و تاثیرپذیری آن‌ها از نوفه امواج محلی، نحوه‌ی پردازش اولیه و همچنین تحلیل نهایی داده‌های برداشت شده، بر صحت و دقت نتایج به دست آمده تاثیر زیادی می‌گذارد.

- برداشت داده‌های میکروترمور

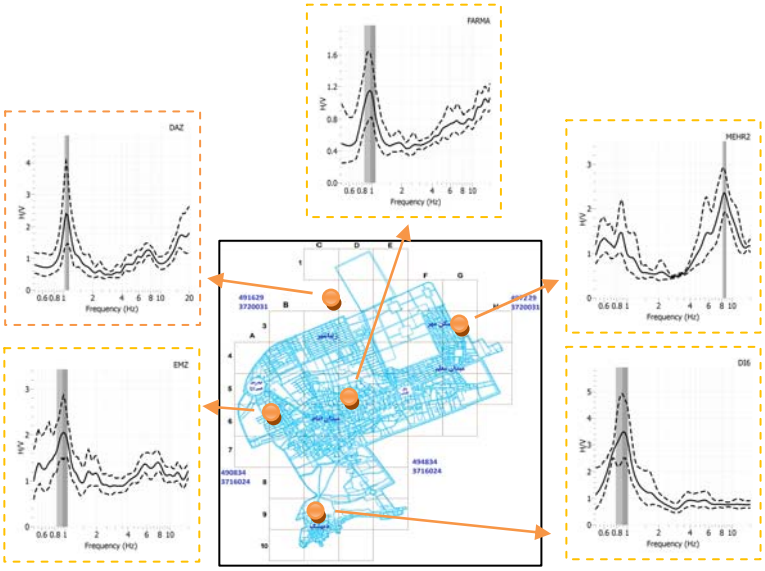
جهت ارزیابی اثرات ساختگاهی زمین لرزه‌ها در شهر طبس، برداشت داده‌ها بعد از تقسیم بندی طبس به شبکه های ۸۰۰ متری (شکل ۲) به دلیل پوشش دادن بیشتر و افزایش تعداد برداشت‌ها، اندازه گیری ها در محل تقاطع شبکه‌ها توسط دستگاه لرزه‌نگار SL07 ساخت شرکت ایتالیایی SARA انجام گردید و بدین ترتیب در ۷۵ نقطه برداشت صورت پذیرفت.



شکل ۲- شبکه‌بندی محدوده‌ی مطالعاتی

- تحلیل داده‌های میکروترمور

تحلیل نگاشت های میکروترمور ثبت شده به روش نسبت طیفی مولفه افقی به عمودی (روش ناکامورا ، ۱۹۸۹) صورت گرفت. برای این منظور ابتدا تمام رکوردها در نرم افزار ژئوپسی فراخوانی گردید. سپس پنجره‌های زمانی ۲۰ ثانیه‌ای برای مراحل بعدی انتخاب شدند. علاوه بر این، در برداشت‌های میکروترمور پنجره های زمانی دارای آشفتگی غیر معمول نیز به صورت دستی حذف گردید. سپس با اعمال فیلتر باتروورث باند گذر با حداقل فرکانس ۰/۲۵ هرتز و حداکثر فرکانس ۱۵ هرتز، به منظور حذف نوفه های شهری، صورت گرفت. در مرحله بعد، طیف دامنه هر پنجره برای ۳ مولفه با استفاده از تبدیل فوریه سریع محاسبه شد؛ همچنین نرم کردن طیف با استفاده از روش کونو و اوماچی (۱۹۹۸) با عرض باند ٤٠ صورت گرفت (Kono & Ohmachi, 1998). سپس مقادیر H/V برای تمام پنجره های زمانی محاسبه گردید و در آخر منحنی های H/V براساس معیارهای عنوان شده در پروژه سزامی (Sesame, 2004a) مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌هایی از منحنی‌های به دست آمده در شکل (۳) نشان داده شده است. پس از اطمینان از منحنی و پیک حاصل شده، مقادیر فرکانس غالب (f0) و دامنه تقویت (A0) برای هر ایستگاه استخراج شد.



شکل ۳- نمونه‌ای از منحنی‌های H/V به دست آمده در گستره‌ی شهر طبس

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

- تعیین آسیب‌پذیرترین مناطق

بعد از تحلیل داده‌های میکروترمور و تعیین فرکانس غالب و ضریب تقویت، مقدار شاخص آسیب پذیری (Vulnerability index) از رابطه‌ی زیر محاسبه گردید:

$$Vi=A0^2/f0 \qquad (۱)$$

سپس با درون یابی مقادیر شاخص آسیب‌پذیری مطابق شکل (٤)، آسیب‌پذیرترین مناطق مشخص گردید. همانطور که در این شکل دیده می‌شود آسیب‌پذیرترین مناطق، مربوط به قسمت‌های غربی، جنوبی و شمال شرقی است؛ که این با مقادیر فرکانس غالب به دست آمده در این مناطق، همخوانی دارد.

- طبقه‌بندی لرزه‌ای آبرفت بر اساس آیین نامه ۲۸۰۰ ایران

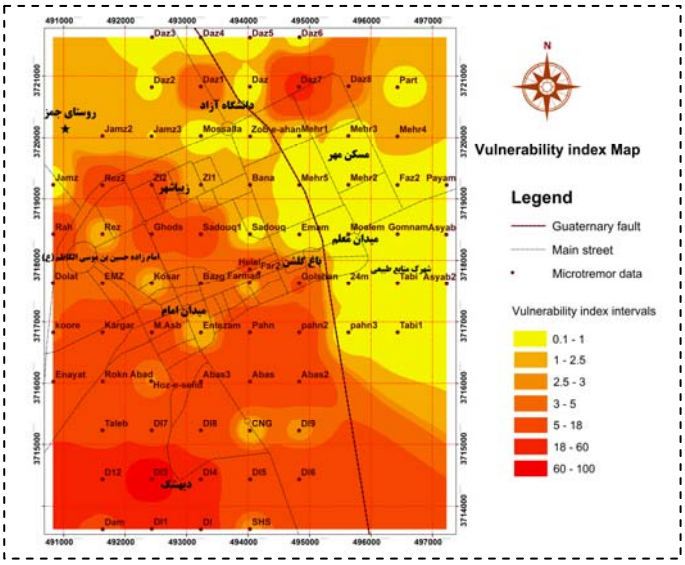
برای طبقه‌بندی لرزه‌ای آبرفت، سرعت موج برشی تعیین گردید. جهت تعیین سرعت موج برشی درسطح شهر طبس، از اطلاعات ٦ گمانه‌ی اکتشافی مربوط به طرح ریزپهنه‌بندی ژئوتکنیک لرزه‌ای شهر طبس با عمق۳۰ متر که در آن، مطالعات درون گمانه‌ای صورت گرفته بود، استفاده گردید. سرعت موج برشی در این گمانه ها به صورت مستقیم و به روش درون گمانه‌ای تعیین شده است. بر اساس نتایج حاصل از گمانه‌های مذکور، رابطه‌ی بین سرعت موج در ۳۰ متر فوقانی خاک و فرکانس غالب ساختگاه، به صورت زیر تعیین شده است:

$$Vs30= 43.4*f0+230 \qquad (۲)$$

سپس بر اساس مقادیر سرعت موج برشی و بر طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ایران (جدول ۱) نقشه‌ی رده‌ی آبرفت به لحاظ لرزه‌ای تهیه گردید که در شکل (۵) آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده، کمترین مقدار سرعت موج برشی در بخش های مرکزی، غربی، جنوبی و شمال غربی و بیشترین مقدار مربوط به قسمت‌های شرقی و شمال شرقی است.

- تعیین مسیر ایمن برای توسعه‌ی ساخت و ساز شهری

جهت انجام این کار سه نقشه‌ی به دست آمده در این مطالعه، شامل نقشه‌ی کاربری اراضی بر اساس طرح جامع توسعه‌ی شهری طبس (۱۳۹۰)، شاخص آسیب‌پذیری بر اساس مقادیر فرکانس غالب و ضریب تقویت و طبقه‌بندی لرزه‌ای آبرفت بر اساس مقادیر سرعت موج برشی با یکدیگر تلفیق، و سپس با در نظر



شکل ۴- نقشه‌ی تغییرات مقادیر شاخص آسیب‌پذیری

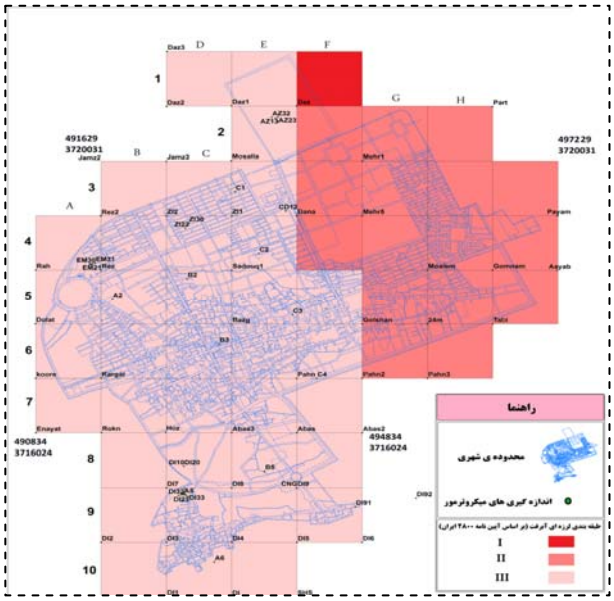
جدول ۱- طبقه‌بندی زمین بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران

نوع زمین	توصیف تهشته‌ها	حدود تقریبی V_s^{30} (m/s)
I	الف) سنگهای آذرین (دارای بافت درشت و ریز دانه)، سنگهای رسوبی سخت و بسیار مقاوم و سنگهای دگرگونی توده‌ای (گنایس ـ سنگهای متبلورسیلیکاته)، طبقات کنگلومرایی ب) خاکهای سخت (شن و ماسه متراکم، رس بسیار سخت) با ضخامت کمتر از ۳۰ متر	بیش از ۷۵۰ ۷۵۰->Vs≥۳۷۵
II	الف) سنگهای آذرین سست (مانند توف)، سنگهای سست رسوبی، سنگهای دگرگونی متورق و به طور کلی سنگهایی که در اثر هوازدگی و تورق (تجزیه و تخریب) سست شده‌اند. ب) خاکهای سخت (شن و ماسه متراکم، رس بسیار سخت) با ضخامت بیش از ۳۰ متر	۷۵۰ >Vs≥۳۷۵ ۷۵۰ >Vs≥۳۷۵
III	الف) سنگهای متلاشی شده در اثر هوازدگی ب) خاکهای با تراکم متوسط، طبقات شن و ماسه یا پیوند متوسط بین دانه‌ای و رس با سختی متوسط	۳۷۵ >Vs≥۱۷۵ ۳۷۵ >Vs≥۱۷۵
IV	الف) نهشته‌های نرم با رطوبت زیاد در اثر بالا بودن سطح آب زیرزمینی ب) هر گونه پروفیل خاک شامل حداقل ۶ متر خاک رس با اندیس خمیری بیشتر از ۲۰ درصد و رطوبت بیشتر از ۴۰ درصد	کمتر از ۱۷۵

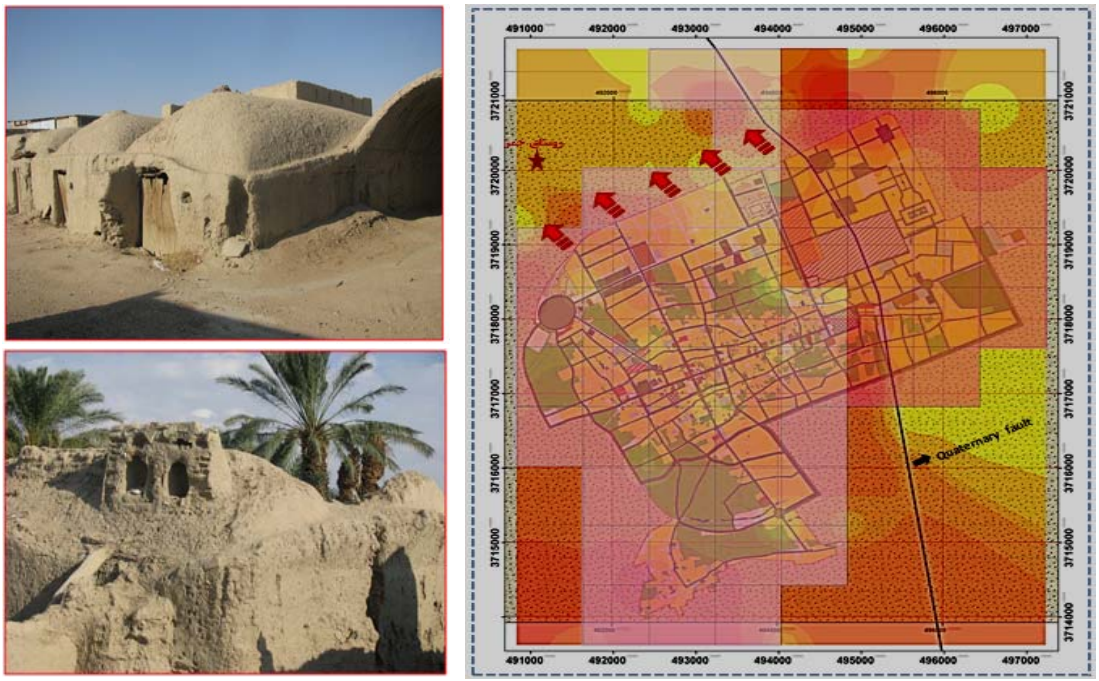
گرفتن مسیر عبور گسل‌های کواترنری، ایمن ترین مسیر، برای توسعه‌ی ساخت و ساز شهری در شهر طبس، به سمت شمال‌غربی، در محدوده‌ی روستای جمز، تعیین گردید (شکل ۶) و برای اثبات این ادعا از بناهای خشت و گلی در روستای جمز که بعد از زلزله سال ۱۳۵۷ طبس سالم باقی مانده است، عکس برداری گردید (شکل ۶).

نتیجه گیری :

بر اساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که شهر طبس با تجربه زمین‌لرزه سال ۱۳۵۷ (Ms=7.4) و همچنین قرار گرفتن بر روی رسوبات مخروط‌افکنه‌های فعال و محرز شدن فعالیت چهار روند گسل کواترنری، دارای ساختگاه مستعد برای تقویت موج زلزله و تشدید خرابی‌ها می‌باشد. همچنین نتایج، نشان داد که، بر اساس نقشه‌ی هم‌پریود، بیشترین مقادیر پریود، مربوط به مناطق غربی و جنوبی است. بنابراین این مناطق در هنگام زمین‌لرزه باعث ماندگاری موج در محیط و اغتشاش بیشتر محیط می‌گردند و همچنین از زمین‌لرزه‌های دور متاثر می‌شوند. به عبارتی این مناطق می‌توانند به عنوان یک تقویت کننده برای موج رسیده از یک زمین‌لرزه دور عمل کنند. از لحاظ شاخص آسیب‌پذیری، بیشترین مقادیر، مربوط به قسمت‌های جنوبی و غربی و شمال شرقی است. سرانجام بر اساس تلفیق نقشه‌های کاربری اراضی، شاخص آسیب‌پذیری و طبقه‌بندی لرزه‌ای آبرفت، ایمن‌ترین مسیر برای توسعه‌ی ساخت و ساز شهری به سمت شمال‌غربی، در محدوده‌ی روستای جمز می‌باشد.



شکل ۵- طبقه‌بندی لرزه‌ای آبرفت بر اساس آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران



شکل ۶- تلفیق نقشه‌های شاخص آسیب پذیری، کاربری اراضی و طبقه‌بندی لرزه‌ای آبرفت- پیکان‌های قرمزرنگ مسیر پیشنهادی برای ساخت و ساز شهری را نشان می‌دهد (سمت راست)؛ سالم ماندن بنای خشت و گلی در روستای جمز مربوط به قبل از زلزله سال ۱۳۵۷ طبس (سمت چپ).

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

- ادیب، ا.، مهرنهاد، ح.، (۱۳۸۸)، "ریزپهنه‌بندی ژئوتکنیک لرزه‌ای شهر طبس"، پژوهشکده سوانح طبیعی، سازمان مسکن و شهرسازی استان یزد، ۲۹۸ صفحه.

- حافظی مقدس، ن.، قائم‌مقامیان، م. ر.، قزی، اعظم.، ۱۳۸۷، "ارزیابی اثرات آبرفت و طبقه بندی زمین در شهر مشهد بر اساس روش نسبت طیفی امواج خردلرزه‌ای"، نشریه مطالعات زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، جلد ۱، شماره ۱.

References:

- Borcherdat, R.D., & Gibbs, J.F., 1976. *"Effects of local geological conditions in the San Francisco Bay region on ground motions and the intensities of the 1906 earthquake"*. Bull. Seis. Soc. Am ., 6:467-500.

- Borcherdt, R., & Glassmoyer,G., 1992. *"On the characteristics of local geology and their influence on ground motion generated by the Loma Prieta earthquake in the San Francisco."* Bull. Seism. Soc. Am., 82:603-641.

- Konno, K., Ohmachi T., 1998, *"Ground-motion characteristics estimated from spectral ratio between Horizontal and vertical components of Microtremor"*, Bull. Seism. Soc. Am, Vol. 88:1, 228-241.

- Nakamura,Y., 1997. *"Seismic vulnerability indices for ground and structures using Microtremor"*, World congress on railway research, Florence-Italy, 16-19 November.

- Nakamura, Y. 1989. "A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface." *Quarterly reports of the Railway Technical Research Institute Tokyo"* Vol 30, pp. 25-33.

- Seed, H.B., Romo, M.P., Sun, J.I., Jaime, A., & Lysmer, J., 1988. " *The earthquake of September 19, 1985 relationship between soil conditions and earthquake ground motion. Earthquake Spectra*", 4:687-729.

– Seed, R.B., Dickenson, S.E., & Mok, C., 1991. *"Seismic response analysis of soft and deep cohesive stations: A brief summary of recent findings",* First Annual Seismic Response Workshop, Sacramento, California, December *34.*

– SESAME, 2004a. *"Guidelines for the implementation of the h/v spectral ratio technique on ambient vibrations measurements, Processing and Interpretation",* Sesame European research project WP12– Deliverable D23.12.

– Teves-Costa, P., Matias, L., & Bard, P.Y., 1996. *"Seismic behavior estimation of thin alluvium layers using ambient noise recordings",* Soil Dyn. Earthq. Eng, 15:201-209.

– Tezcan, S, Kaya, E, Bal, I.E, Ozdemir, Z, 2002. "*Seismic amplification at Avcilar, Istanbul*", Engineering Structure Vol. 24,661-667.

– Tucker, B. E., and J. L. King, 1984. *" Dependence of sediment-filled valley response on input amplitude and valley properties*", Bull. Seisan. Soc. Am. 74, 153-165.

– Tuladhar, R,. 2002."*Seismic Microzonation of the Greater Bangkok with Microtremor Observations"*, thesis for degree of Master of Engineering, Asian Institute of Technology, School of Civil Engineering.

– Walker, R. T., Khatib M. M., Bahroudi, A., Rodes, A., Schnabel, C., Fattahi, M., Talebian, M., Bergman, E., 2013. *"Co-seismic, geomorphic, and geologic fold growth associated with the 1978 Tabas-e-Golshan earthquake fault in eastern Iran"*, Geomorphology, P. 2-16.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

سامانه هشدار سریع زمین‌لغزش: نیازها و کمبودها

◇◇◇◇◇◇◇

مصطفی محمدی واوسری، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۰۲۱۸۲۸۸۴۴۷۰،
mfmdvr@yahoo.com
غلامرضا شعاعی، استادیار گروه زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۰۲۱۸۲۸۸۴۷۷۳، shoaei@modares.ac.ir
فرهاد شهیدی، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس، ۰۲۱۸۲۸۸٤٤۷۰،
f.shahidi@live.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

زمین‌لغزش یکی از وقایع طبیعی است که سالانه موجب جان‌باختن هزاران نفر و تحمیل خسارت مالی فراوان به دولت‌ها می‌شود. به همین دلیل و برای کنترل و کاهش خسارت‌های وارده به وسیله زمین-لغزش‌ها، سامانه هشدار سریع زمین‌لغزش در بسیاری از کشورها شکل گرفته و در سال‌های اخیر بهینه-سازی شده است. این سامانه شامل چهار بخش اصلی طراحی، پایش، پیش‌بینی و آموزش است. هسته اصلی هر سامانه هشدار سریع، بخش پیش‌بینی آن است عنصر اصلی آن نیز تعیین آستانه‌ها است. این عنصر به دلایل سختی ذاتی پیش‌بینی رخدادهای طبیعی و همچنین اقتضائات اجتماعی و قانونی، مسئله‌سازترین قسمت سامانه است. برای تعیین آستانه بارندگی نیاز به پایگاه داده لغزش وجود دارد که در کشور هنوز شکل نگرفته است و به همین دلیل جای خالی پژوهش‌هایی که به تعیین آستانه-ها پرداخته‌اند در کشور احساس می‌شود. از اینرو تاسیس پایگاه داده لغزش می‌تواند کمک بزرگی به انجام این گونه پژوهش‌ها و در نهایت شکل‌گیری سامانه‌های هشدار سریع لغزش نماید. به عنوان اولین قدم در این راه، طی پژوهشی ۱۵۱ رویداد لغزش در حوضه آبریز رودخانه‌های تجن و نکارود ثبت شد. این رویدادها همراه با ۲۳ رخداد بارندگی بررسی شده و برای منطقه مورد مطالعه آستانه شدت-مدت بارندگی تعیین شده است.

کلید واژه‌ها: زمین‌لغزش، پیش‌بینی، سامانه هشدار سریع

Abstract:

Landslide Early Warning System: Needs and Shortcomings

Landslide as a natural disaster annually result in heavy casualties and exert unexpected expenses to the governments. Hence, to reduce the casualties and expenses resulting from landslides, most countries have served Landslide Early Warning System and developed it during the last two decades. This system includes four factors: design, monitoring, forecasting, and education. The main core of each warning system is Forecasting which itself is built upon *Threshold Determination*. The threshold determination is the most problematic part because of the intrinsic difficulty of forecasting natural events, and also due to complicated social and legal requirements. For determining rain threshold, establishment of landslide database and such researches are an inevitable exigency which is absent in Iran. Therefore, the establishment of a landslide database can lead to the formation of Landslide Early Warning System. As a first step, 151 landslide occurrence were recorded in the Tajan and Nekaroud rivers catchment during the study timespan. These occurrences along with 23 rainfall events

were investigated, and consequently, rainfall intensity–duration threshold was determined for this region.

Keywords : Landslide, Warning, Forecasting, EWS

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

زمین‌لغزش همواره در سراسر جهان موجب تحمیل خسارت فراوان مالی و جانی به دولت‌ها و مردم شده است. کشور ایران نیز یکی از کشورهایی است که به دلیل قرار گرفتن در کمربند کوهزایی آلپ-هیمالیا و تشکیل مساحت زیادی از کشور با مناطق کوهستانی، در معرض خطر زمین‌لغزش است. تا آغاز سال ۱۳۹۰، این خسارت که بر اثر ۲۸٤٤۳ مورد لغزش شناسایی شده در کشور برآورد شده، رقمی معادل ۸۰٤٦٤۸ میلیارد ریال است (شریعت‌جعفری، ۱۳۹۰). همگام با افزایش جمعیت، نواحی حساس به زمین-لغزش در حال گسترش بوده، و همچنین فراوانی و بزرگی زمین‌لغزش‌ها و جریان‌های واریزه‌ای هم تحت تأثیر رشد جمعیت و توسعه تأسیسات زیربنایی در حال افزایش است (Staley et al, 2013). بروز پدیده زمین‌لغزش مي‌تواند ناشي از عوامل متعدد زمين‌شناسي، زمين‌ريخت‌شناسی، هيدرولوژي و انساني باشد، ولي معمولا در شروع زمين‌لغزش تنها يك محرك خارجي نقش محوري دارد. بارندگي، ذوب سريع برف، تغييرات ناگهاني سطح آب زيرزميني، زلزله و فرسايش با سرعت زياد از مهمترين عوامل محرک زمين‌لغزش‌ها برشمرده مي‌شوند (Sidle and Ochiai, 2006).
بدین منظور با بررسی داده لغزشی که طی دوره شش ماهه پژوهش، تولید شد، مشاهده گردید که در این منطقه نیز بارندگی علت اصلی تحریک ناپایداری‌هاست. در ادامه نیز آستانه شدت-مدت بارندگی برای شروع زمین‌لغزش‌های کم‌عمق و جریان‌های واریزه‌ای تعیین شد.

◇◇◇◇◇◇◇

بحث :

کاهش خطر زمین‌لغزش یک نیاز ضروری در کشورهای کوهستانی و در امتداد بسیاری از سواحل، دریاچه-ها، رودخانه‌ها و جاده‌ها و مناطق دیگر است (Sassa and Picarelli, 2010). بدین منظور برای کنترل و کاهش خطرات در این مناطق که مستعد لغزش هستند، ایجاد سامانه‌ای که در آن رویداد زمین‌لغزش‌ها پیش‌بینی و به مقامات مسئول برای کاهش خسارات جانی و مالی هشدار داده شود ضروری است. این سامانه "سامانه هشدار سریع زمین‌لغزش"[1] نام دارد. اصطلاح "سامانه هشدار سریع" توسط UNISDR[2] (2009) به این صورت تعریف شده است که: "سامانه هشدار سریع مجموعه‌ای از ظرفیت‌های مورد نیاز برای تولید و انتشار اطلاعات هشدار به‌موقع و معنی‌دار به اشخاص، جوامع و سازمان‌های در معرض خطر است تا آن‌ها را آماده و قادر به انجام عکس‌العمل مناسب در زمان کافی بگرداند و احتمال یا میزان ضرر و زیان را کاهش دهد."
سامانه هشدار سریع برای گستره وسیعی از مخاطرات طبیعی بسط داده شده که رخدادهای آب-وهوایی، سیل و سونامی از مشهورترین آن‌ها هستند. پژوهش‌های زیادی نیز برای شکل‌گیری و بهینه-سازی این سامانه در برخی نقاط دنیا همانند کشورهای ژاپن، چین، ایتالیا، و آمریکا برای رویداد زمین-لغزش انجام شده است (به عنوان مثال Baum et al, 2005, Osanai et al 2010, Tiranti and Rabuffetti, 2010, Yin et al 2010, Intrieri et al 2012).
با توجه به تعاریفی که توسط UNISDR (2009) و DiBiagio and Kjekstad (2007) ارئه شده است، سامانه هشدار سریع زمین‌لغزش را می‌توان به صورت ترکیبی از چهار عنصر اصلی توصیف کرد: طراحی، پایش، پیش‌بینی و آموزش (شکل شماره ۱).

---

[1] - Landslide Early Warning System (LEWS)
[2] - United Nations International Strategy for Disaster Reduction

شکل ۱. عناصر اصلی سامانه هشدار سریع (اقتباس از Intrieri et al., 2013)

طراحی و ایجاد یک سامانه کاربردی هشدار سریع زمین‌لغزش به دلیل ساختار پیچیده آن و همچنین نقشی که متخصصان چندین زمینه مختلف در آن دارند، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق دارد. فاز طراحی سامانه هشدار سریع زمین‌لغزش دارای سه بخش کلیدی است: ۱- تعیین آسیب‌پذیری و نیازهای جمعیت در معرض خطر ۲- شناسایی موانع عملکرد مردم در هنگام خطر ۳- تعیین ویژگی‌های زمین‌شناسی و آب-وهوایی و شرایطی که منجر به شروع زمین‌لغزش می‌شوند.

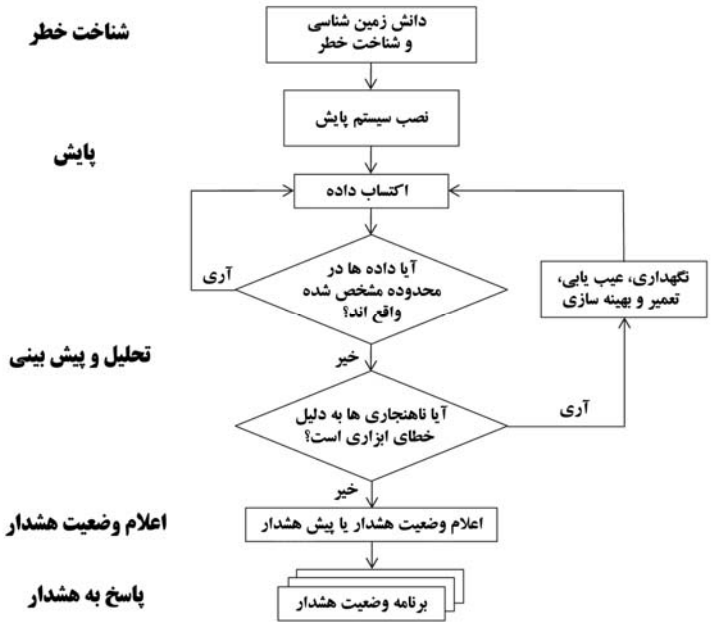
پایش که شامل نصب ابزارها، مخابره داده‌ها و در نهایت تحلیل آن‌ها است، بخش مهمی است که باید در تمام عمر سامانه فعال باشد. یک سیستم پایش کاربردی اطلاعاتی تولید می‌کند که در هنگام خطر، کاربر را از وجود یا نبود احتمال رویداد لغزش آگاه می‌سازد (Reid et al 2008).

پیش‌بینی، هسته اصلی یک سامانه هشدار سریع زمین‌لغزش است که شامل تعیین آستانه‌ها، مدل‌ها و تمام فعالیت‌هایی است که منجر به شناسایی و تعیین وضعیت هشدار می‌شوند. این بخش همچنین مشکل‌ترین و مسئله‌سازترین بخش این سامانه است؛ این امر نه فقط به دلیل سختی ذاتی پیش‌بینی رخدادهای طبیعی، که همچنین به دلیل اقتضائات و پیامدهای جدی اجتماعی و قانونی است. یک آستانه با مقادیر خیلی بالا (از هر نوع، برای مثال سرعت حرکت یا شدت-مدت بارندگی) منجر به کاهش زمان در دسترس برای اجرای برنامه‌های اضطراری هنگام بروز خطر است و در بدترین حالت موجب نادیده گرفتن رخداد خواهد شد. در مقابل، آستانه بیش از حد محافظه‌کارانه ممکن است منجر به شکل‌گیری هشدار کاذب و بروز مشکلات و پیامدهای مربوط به آن شود. به عبارت دیگر پذیرش مقداری خطر و همچنین پذیرش هشدارهای اشتباه، دو روی یک سکه هستند که در تعیین هر آستانه باید هر دوی آن‌ها در نظر گرفته شوند. در این میان نکته‌ای که باید به آن توجه کرد این است که احتمال شکل‌گیری یک هشدار کاذب، قابل کاهش است اما نمی‌توان آن را به طور کامل از بین برد.

در نهایت برای پوشش مسائل مهم اجتماعی و تدارکاتی، آموزش افراد امری ضروری است. آموزش در هر سامانه هشدار سریع باید در نظر گرفته شده و مردم در کانون آن قرار گیرند. هدف اصلی آموزش، افزایش درک عموم مردم از خطرات و توصیف رفتارهای درست هنگام خطر برای آن‌هاست تا از آسیب‌ها و ضرر و زیان جلوگیری شود. اگرچه آموزش، ابزاری بسیار مقرون به صرفه برای کاهش خطر است، اما هنوز گاهی اهمیت آن به دلیل مشکلات فرهنگی و ارتباطی دست‌کم گرفته می‌شود (Twigg, 2006).

یک سامانه هشدار سریع بعد از طراحی، نصب و راه‌اندازی به کاربران آن که ممکن است متخصصینی از علوم مختلف باشند، سپرده می‌شود. از اینرو برای آنکه کاربر بتواند درک درستی از نحوه کارکرد آن داشته باشد، طراحان سامانه، روش عملکرد آن را به صورت فلوچارت‌هایی در آورده و از کاربر خواسته می‌شود تا مطابق با آن‌ها تصمیم گیرد. نمونه‌هایی از این فلوچارت را می‌توان در Baum and Godt (2010)، Safeland (2012) و Intrieri et al (2013) مشاهده کرد.

در شکل شماره ۲ شیوه کارکرد یک سامانه به صورت فلوچارتی ساده به تصویر کشیده است.



شکل ۲. شیوه کارکرد یک سامانه هشدار سریع

در گذشته هشدارهایی که در سامانه‌های هشدار سریع برای وقوع زمین‌لغزش‌های احتمالی داده می‌شد بیش از حد کلی و محافظه‌کارانه بود. با طراحی، نصب و راه‌اندازی سامانه‌های هشدار سریع زمین‌لغزش در مناطق مختلف دنیا و به دنبال آن، بهینه‌سازی آن‌ها، این سامانه‌ها در سال‌های اخیر کاربردی‌تر شده‌اند (Anderson et al., 2011, Maskrey, 2011)؛ طی پژوهشی که توسط Safeland (2012) در ۸ کشور کانادا، سوییس، فرانسه، هنگ‌کنگ، ایتالیا، نروژ، اسلواکی و اسپانیا و با همکاری ۱۴ موسسه مستقر در این کشورها انجام شده است، تا سال ۲۰۱۲ میلادی تعداد ۲۸۴ زمین‌لغزش که در این کشورها روی داده‌اند، تحت نظر قرار گرفته‌اند. از این تعداد، ۳۲ زمین‌لغزش دارای سامانه هشدار سریع هستند و بقیه تنها توسط تجهیزات الکترونیکی پایش می‌شوند.

یه طور کلی چندین نوع از اطلاعات باید با زیرساخت‌های فنی پایش، پیش‌بینی و بهینه‌سازی همراه باشند تا تصمیم‌گیرنده نهایی سامانه بتواند اعلام وضعیت هشدار نماید و این هشدار همراه با جزئیات کافی در مورد زمان، موقعیت و بزرگی زمین‌لغزش احتمالی باشد. این اطلاعات عبارتند از: ۱- نقشه‌های حساسیت یا پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش برای یافتن مناطق با خطر بالا ۲- سطح آب زیرزمینی یا رطوبت خاک مورد نیاز برای رویداد لغزش ۳- آستانه شدت و مدت بارندگی برای شروع لغزش ٤- پیش‌بینی لحظه‌ای رخدادهای هواشناسی

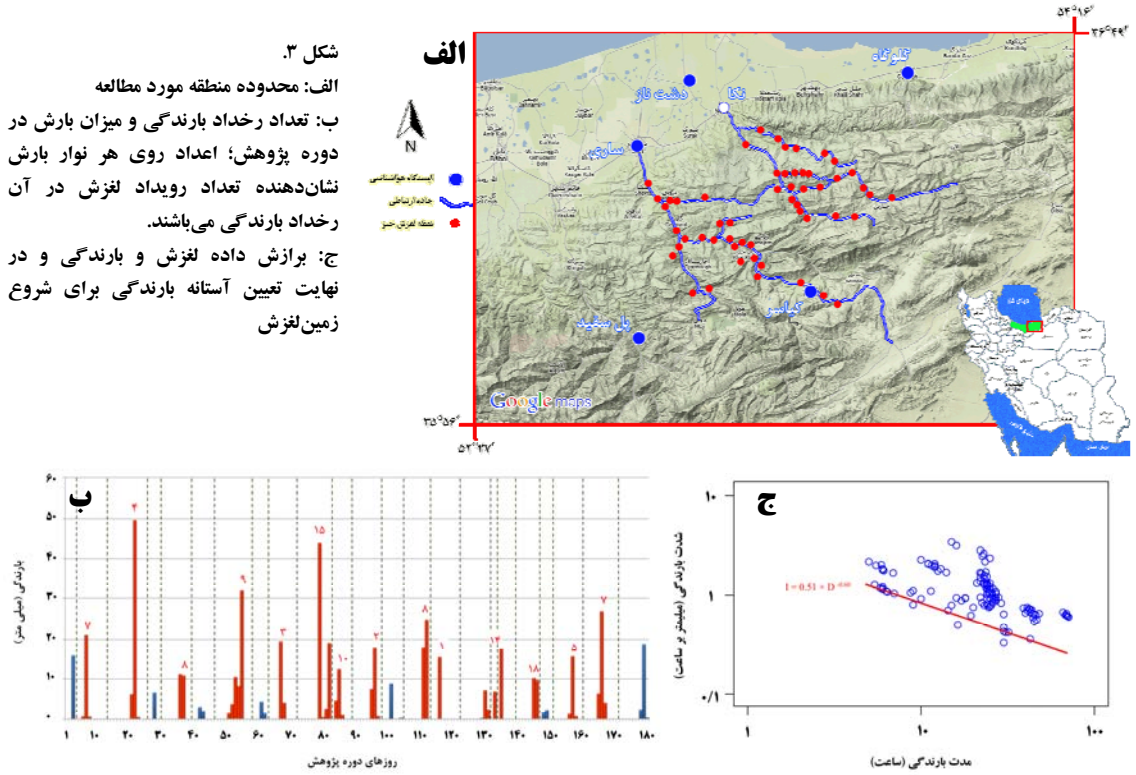
یک سامانه هشدار سریع برای زمین‌لغزش‌های تحریک شده توسط بارندگی از نظر فنی زمانی قابل اجرا، موثر و مفید است که اجزاء هواشناسی، هیدرولوژیکی و ژئوتکنیکی قدرتمندی داشته باشد که تعیین آستانه بارندگی بخش مهمی از اجزاء هواشناسی و هیدرولوژیکی آن است (Baum and Godt, 2010). از این‌رو و نیز به دلایل ذکر شده در بخش‌های مختلف این مقاله، تعیین آستانه بارندگی برای شروع زمین‌لغزش دارای نقش مهمی در شکل‌گیری این سامانه است. برای تعیین آستانه بارندگی، باید داده دقیق زمان و مکان رویدادهای لغزش (حداقل، روی‌داده در سال‌های اخیر) در دسترس باشد.

در کشور ایران از سال‌ها پیش تاکنون مطالعات زیادی برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش صورت گرفته است اما هیچ پژوهشی برای تعیین آستانه‌های مورد بحث انجام نشده است. امروزه در ایران به دو دلیل انجام این گونه پژوهش‌ها سخت و غیرممکن است: ۱- زمان دقیق و مکان تقریبا تمامی رویدادهای لغزش هرگز ثبت نمی‌شوند، ۲- داده دقیق بارندگی تولید نمی‌شود یا امکان دسترسی آسان به داده دقیق بارندگی وجود ندارد. به همین جهت، تنها چند پژوهش توانسته‌اند سعی در تعیین ارتباط رخدادهای بارندگی با رویداد زمین‌لغزش کنند (به عنوان مثال Hosseini and Hosseini, 2011؛ و محمدی واوسری و همکاران، ۱۳۹۲)، هرچند که موفق به تعیین آستانه بارندگی شروع زمین‌لغزش نشده‌اند.

بسیاری از محققان در سراسر جهان، آستانه بارندگی شروع زمین‌لغزش را به منظور پیش‌بینی رویداد زمین‌لغزش‌ها و همچنین هشدار به مقامات مربوطه برای آگاهی از خطرات بالقوه تعیین کرده و توسعه داده‌اند (به عنوان مثال Caine, 1980, Crosta, 1998, Aleotti, 2004, Guzetti et al., 2008, Baum and

(Godt, 2010, Saito et al., 2010) که از این آستانه‌ها می‌توان برای طراحی سامانه‌های هشدار سریع زمین‌لغزش استفاده کرد. از این‌رو لزوم تاسیس پایگاه داده لغزش برای کمک به تولید و فراهم آوردن نیازهای اساسی سامانه هشدار سریع (از جمله تعیین آستانه‌های مورد نیاز)، غیرقابل انکار و انجام آن ضروری است.

در راستای نیل به اهداف توسعه پایدار منطقه‌ای، و با همکاری اداره کل راه و شهرسازی استان مازندران و مسئولین و کارشناسان اداره راه و شهرسازی شهرستان‌های ساری و نکا، پژوهشی جهت تعیین آستانه شدت-مدت باندگی برای شروع زمین‌لغزش‌های کم‌عمق و جریان‌های واریزه‌ای، در بخشی از حوضه آبریز رودخانه‌های تجن و نکارود انجام شد. دوره پژوهش از ابتدای مهرماه ۱۳۹۱ تا انتهای اسفند همان سال است. منطقه مورد مطالعه بین طول‌های ´۵۳°۰۲ و ´۵۳°۵۰ و عرض‌های ´۳۶°۱۲ و ´۳۶°۳۷ قرار داشته و دارای مساحت تقریبی ۳۵۰۰ کیلومترمربع و ارتفاع ۱۲۰۰ تا ۳۲۰۰ متر است (شکل ۳-الف). در این پژوهش داده بارندگی برای ۲۳ رخداد بارندگی به همراه زمان و مکان ۱۵۱ رویداد زمین‌لغزش مورد بررسی قرار گرفت. با تطابق زمان رویدادهای لغزش و رخدادهای بارندگی مشخص شد که تنها ۱۶ رخداد بارندگی مسبب زمین‌لغزش بوده‌اند و از تعداد ۱۵۱ رویداد لغزش، ۱۱۱ رویداد در اثر تحریک رخدادهای بارندگی روی داده‌اند (شکل ۳-ب). در شکل ۳-ج شدت و مدت رخدادهای بارندگی که موجب تحریک زمین‌لغزش‌های کم‌عمق و جریان‌های واریزه‌ای در منطقه مورد مطالعه شده‌اند در یک نمودار تمام لگاریتمی رسم شد و با استفاده از روش آماری رگرسیون چندک آستانه شدت-مدت بارندگی تعیین شد.



شکل ۳.
الف: محدوده منطقه مورد مطالعه
ب: تعداد رخداد بارندگی و میزان بارش در دوره پژوهش؛ اعداد روی هر نوار بارش نشان‌دهنده تعداد رویداد لغزش در آن رخداد بارندگی می‌باشند.
ج: برازش داده لغزش و بارندگی و در نهایت تعیین آستانه بارندگی برای شروع زمین‌لغزش

داده‌های لغزش که از آن‌ها استفاده شد با همکاری دیده‌بانان این پژوهش و فقط برای مدت شش ماهه پژوهش تولید شدند. درنتیجه برای اولین بار و تنها در مدت این پژوهش داده نیمه دقیق زمان و مکان لغزش به این شکل تولید شد.

با توجه به اینکه برنامه‌ریزی مطالعات و پایش لغزش‌ها جهت مدیریت خطر در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور نیز شروع شده است (شعاعی، ۱۳۹۰)، لزوم تاسیس پایگاه داده لغزش بیش از پیش احساس می‌شود.

نتیجه گیری :

سامانه هشدار سریع زمین‌لغزش ترکیبی از چهار عنصر اصلی است: طراحی، پایش، پیش‌بینی و آموزش. پیش‌بینی، هسته اصلی یک سامانه هشدار سریع زمین‌لغزش است که به دلیل پیچیدگی‌های تعیین و کاربرد آستانه‌ها، مشکل‌ترین و مسئله‌سازترین بخش سامانه است.
به دلایل ذکر شده تعیین آستانه عنصری بسیار مهم در سامانه هشدار سریع زمین‌لغزش است. در صورتی در کشور تقریبا هیچ پایگاه داده لغزشی وجود ندارد.
در پژوهشی که انجام شد داده لغزش برای مدت ۶ ماه تولید شد و با استفاده از آن آستانه شدت-مدت بارندگی برای شروع زمین‌لغزش‌های کم‌عمق و جریان‌های واریزه‌ای محاسبه شد. با توجه به نیازی که در کشور برای تعیین آستانه‌های بارندگی و استفاده از آن برای شکل‌گیری سامانه‌های هشدار سریع وجود دارد، ایجاد هرچه زودتر پایگاه داده لغزش برای انجام این مهم ضروری به نظر می‌رسد.
این پژوهش می‌تواند اولین قدم برای شروع این روند باشد تا به مرور پژوهش‌هایی دیگر نیز برای تعیین آستانه‌ها انجام شوند و در نهایت از این آستانه‌ها برای شکل‌گیری سامانه‌های هشدار لغزش استفاده شود.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسی :

شریعت‌جعفری، م.، (۱۳۹۰)، "برنامه راهبردی رانش زمین در کشور"، هفتمین همایش انجمن زمین-شناسی مهندسی و محیط زیست ایران.
محمدی واوسری، م.، شعاعی، غ.، و شهیدی، ف.، (۱۳۹۲)، "نگرشی بر ارتباط بین شروع زمین‌لغزش‌های کم‌عمق و الگوی بارندگی در حوضه آبریز رودخانه‌های تجن و نکارود (شرق مازندران)"، هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، ۲۰۱۶-۲۰۲۲.
شعاعی، ض.، (۱۳۹۰)، "برنامه‌ریزی مطالعات و پایش لغزش‌ها به منظور کنترل و مدیریت ریسک"، هفتمین همایش انجمن زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Aleotti, P., 2004. "*A warning system for rainfall-induced shallow failures*", Engineering Geology, 73, p. 247–265.
Anderson, M.G., Holcombe, E., Blake, J.R., Ghesquire, F., Holm-Nielsen, N., Fisseha, T., 2011. "*Reducing landslide risk in communities: Evidence from the Eastern Caribbean*", Applied Geography, 31, p. 590-599.
Baum, R.L., Godt, J.W., 2010. "*Early warning of rainfall-induced shallow landslides and debris flows in the USA*", Landslides, 7, p. 259–272.
Baum, R.L., Godt, J.W., Harp, E.L., McKenna, J.W., McMullen, S.R., 2005. "*Early warning of landslides for rail traffic between Seattle and Everett, Washington, USA*". In: Hungr, O., Fell, R., Couture, R., Eberhardt, E., (eds) Landslide risk management. Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver, Canada, May 30–June 3, 2005. Balkema, New York, p. 731–740.
Caine, N., 1980. "*The Rainfall Intensity-Duration Control of Shallow Landslides and Debris Flows*", Physical Geography, 62, p. 23-27.
Crosta, G., 1998. "*Regionalization of rainfall thresholds: an aid to landslide hazard evaluation*", Environmental Geology, 35, p. 131– 145.
DiBiagio, E., Kjekstad, O., 2007. "*Early Warning, Instrumentation and Monitoring Landslides*", 2nd Regional Training Course, RECLAIM II, Phuket, Thailand, 29 January–2 February, p. 1–24.
Guzzetti, F., Peruccacci, S., Rossi, M., Stark, C.P., 2008. "*The rainfall intensity–duration control of shallow landslides and debris flows: an update*", Landslides, 5, p. 3–17.

Hosseini, S., Hosseini, S.A., 2011. "*Evaluation rainfall factor in the occurrence of landslide margin of the forest Road (Case Study: Watershed of Pahne kolla)*", Technical Journal of Engineering and Applied Sciences, 1, p. 67-72

Intrieri, E., Gigli, G., Casagli, N., Nadim, F., 2013. "*Brief communication "Landslide Early Warning System: toolbox and general concepts"*", Natural Hazards and Earth System Sciences, 13, p. 85-90.

Intrieri, E., Gigli, G., Mugnai, F., Fanti, R., Casagli, N., 2012. "*Design and implementation of a landslide early warning system*", Engineering Geology, 147–148, p. 124-136

Maskrey, A., 2011. "*Revisiting community-based disaster risk management*", Environmental Hazards, 10, p. 42–52.

Osanai, N., Shimizu, T., Kuramoto, K., Kojima, S., Noro, T., 2010. "*Japanese early-warning for debris flows and slope failures using rainfall indices with Radial Basis Function Network*". Landslides, 7, p. 325–338.

Reid, M.E., Baum, R.L., LaHusen, R.G., Ellis,W.L., 2008. "*Capturing landslide dynamics and hydrologic triggers using near-realtime monitoring*", in: Landslides and Engineered Slopes, edited by: Chen, Z., Zhang, J., Li, Z., Wu, F., Ho, K., Taylor and Francis Group, London, p.179–191.

SafeLand., 2011. "*Guidelines for landslide monitoring and early warning systems in Europe: design and required technology*", 135pp.

Saito, H., Daichi, N., Matsuyama, H. 2010. "*Relationship between the initiation of a shallow landslide and rainfall intensity-duration thresholds in Japan*", Geomorphology, 118, p. 167-175.

Sassa, K., Picarelli, L., 2010. "*Preface for the thematic issue "Early Warning of Landslides*"", Landslides, 7, p. 217

Sidle, R.C., Ochiai, H. 2006. "*Landslides processes, prediction and land use*". Washington. DC, American Geophysical Union. 312 pp.

Staley, D.M., Kean, J.W., Cannon, S.H., Schmidt,K.M., Laber, J.L., 2013. "*Objective definition of rainfall intensity–duration thresholds for the initiation of post-fire debris flows in southern California*". Landslides, 10, p. 547-562.

Tiranti, D., Rabuffetti, D., 2010. "*Estimation of rainfall thresholds triggering shallow landslides for an operational warning system implementation*". Landslides, 7, p. 471-481.

Twigg, J., 2006. "*Disaster Early Warning Systems: People, Politics and Economics*", Benfield Hazard Research Centre Disaster Studies, Working Paper 16, p. 1–4.

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction), 2009. ww.unisdr.org

Yin, Y., Wang, H., Gao, H., Li, X., 2010. "*Real-time monitoring and early warning of landslides at relocated Wushan Town, the Three Gorges Reservoir, China*", Landslides, 7, p. 339–349.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

شبیه سازی ژئوالکتریکی با روش برگردان سازی در ساخت سازه‌های زیر زمینی

علی اکبر مرادی ، دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، دانشگاه اراک ، aam.moradi@gmail.com, 09128111284
محمود میرزایی، دانشیار دانشگاه علوم پایه اراک، m-mirzaie@araku.ac.ir, 09181611250
محمدعلی ریاحی، دانشیار موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، mariahi@ut.ac.ir, 09121227292
مهدی عباسی، کارشناس موسسه مهندسین مشاور ایمن سازان، mehdi_abbasi1980@yahoo.com, 09155095796
محبوبه نظری نسب، دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک ، دانشگاه اراک، mahbubehnazarinasab@yahoo.com, 0936058695

چکیده :

هدف اصلي اين تحقيق آن است كه با برداشت داده هاي ژئوالكتريكي و تفسير آن‌ها بتوان اطلاعاتی در مورد ساختارهای زیر سطحی در امتداد ساخت سازه های زیر زمینی از جمله تونل را فراهم کرد. درصورت امکان از پارامترهاي ديگر اندازه گيري شده مثل سنگ شناسي، هوازدگي و نشت آب درساختار(تونل) استفاده خواهد شد. تعیین مقاومت ویژه ساختارهای زیر سطحی با تفسیر داده‌های برداشت شده مقاومت ویژه ظاهری در امتداد پروفیل‌های مختلف میتواند کمک به این ایده نماید که مقاومت ویژه بالا مرتبط به کیفیت خوب سنگ و بر عکس مقاومت ویژه پایین ممکن است مرتبط به کیفیت پایین سنگ در دست مطالعه برای حفر تونل باشد. با تفسیر داده‌های مقاومت ویژه برداشت شده در امتداد مسیر سازه زیر زمینی در دست احداث، مشخص گردیده که تغییر مقاومت‌هاي ويژه جانبي مي‌تواند مربوط به شكستگي‌هاي موجود در ساختار سنگي باشد. همچنین تفسیر نتایج بدست آمده از داده‌های برداشت شده، سبب شناسایی نواحی شامل نفوذ آب در شکستگي‌ها گردیده که ناشی از کاهش مقاومت ویژه اندازه‌گيري شده در ساختارهای سنگی و آبرفتی می‌باشد. بهرحال از تفاسیر بدست آمده در این مطالعات، اطلاعات با ارزشي از جمله جهت تنش های موجود در اختیار متخصصان حفر سازه قرار خواهد گرفت که براساس آن می توانند تصمیم گيري‌هاي مناسبي را اتخاذ نمايند. براي تبديل داده‌هاي مقاومت ويژه ظاهري به مقادير مقاومت‌هاي ويژه واقعي ساختارهاي سنگي از روش‌هاي برگردان سازي داده‌ها مقاومت‌های ویژه ظاهری برداشت شده در امتداد سوندژهای الکتریکی استفاده گردیده است. بعد از تبدیل این داده‌ها به مقادیر فیزیکي مقاومت ویژه الکتریکی، تصاویر زیر سطحی می تواند از این تفاسیر و مدل‌سازی ترسیم گردد. نتایج بدست آمده از این تفاسیر می تواند کمک بسیار بزرگی به حفاری تونل در ناحیه مورد مطالعه بنماید.
واژه‌هاي كليدي: ۱- سازه۲- زیرزمینی۳- مقاومت ویژه الکتریکی ٤- برگردان سازی

Abstract:

Geoelectric simulation using inverse modeling in underground constructing structures

The main goal of this research is that by collecting geoelectric data and their interpretation can acquire information about subsurface structures and along it such as tunnel. If possible, the other parameters measured, such as lithology, weathering, and leaking structures (eg tunnels) will be used. Determination of resistivity of subsurface structures by interpretation of collected resistivity data along profiles can help to this idea that high and low resistivity are related to good and bad quality of the rocks respectively. By interpreting collected resistivity data along subsurface under constructing, specified that changes in peripheral resistance can be related to fracture the rock structure. Also results of the interpretation cause to detect areas including

seepage of water in the fractures, due to reduction of measured resistivity of alluvial and rock structures. However, from provided interpretations in this study, valuable information such as the existing tensions accommodate professionals that based on can make sufficient decision. To convert apparent resistivity of measured data to real ones, inversion methods are used. After converting the data into physical values, subsurface images can be drawn from this interpretation and modeling. Results of these interpretations can help making sufficient decision for tunnel construction.

Keywords: Structure, underground, Resistivity, Inversion

◇◇◇◇◇◇◇

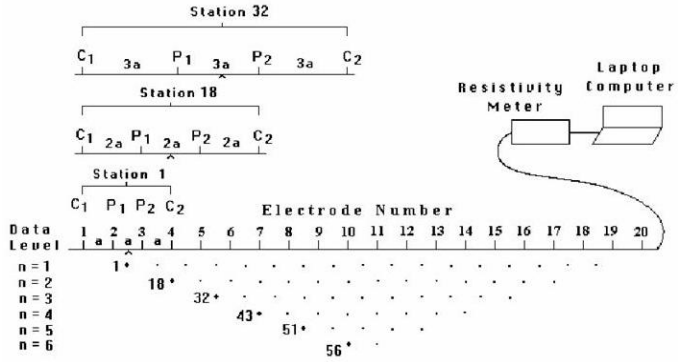
مقدمه :

سازه های زیرزمینی از جمله تونل‌ها برای ساخت خطوط راه آهن ، بزرگراه‌ها و انتقال آب در نواحی کوهستانی یا دشت نیاز به یک مطالعه دقیق زمین شناسی و ژئوفیزیکی مانند روش ژئوالکتریک قبل از اجرای ساخت سازه دارد. اجرای حفاری و کارهای معدنی تحت شرایط خاص زمینگان برای اهداف مذکور با مشکلات فناوری و هزینه‌های مالی بزرگی همراه می باشد که گاه حتی اجرای آن را با مشکل مواجه می‌سازد. این مشکلات ممکن است به نحو قابل توجه‌ای با بکار بردن مطالعات ژئوفیزیکی مثل روش‌های الکتریکی، بدون صرف هزینه‌های بالا، کاهش یابد. لازم به ذکر است که وجود شرایط ناپایدار فیزیکی در زیر سطح زمین گاهی میتواند در تفسیر داده‌ها مشکلاتی بوجود آورد و باعث بوجود آوردن آنومالی های کاذب شود که این امر در مقاطع مورد بررسی تاثیر گذار خواهد بود. مطالعات ژئوالکتریکی ممکن است بطور هدفمند با محدودیت‌هايي طوری طراحی شود که ممکن باشد تا اثرات ناشی از زمینگان در برداشت‌های الکتریکی را حذف نموده و مقاطع ژئوالکتریکی واقعی را فراهم آورد که گویای سیمای ساختارهای زیر سطحی باشد. بدین منظور تعداد ۱۲ پروفیل ژئوالکتریک در منطقه گلاس واقع در شمال غربی ایران به منظور احداث تونل دسترسی برداشت شده است و تفاسیر روی این داده‌ها انجام شده است.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

پس از انجام مطالعات صحرایی و تفسیر دستی و با توجه داده های حاصل از روش سونداژ زنی قائم و افقی (CVES) و تصویر سازی شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری و تلفیق این دو ، پروفیل هایی از منطقه ترسیم گردید. تفسیر داده ها با روش برازش آنها با منحنی های دولایه استاندار و سپس بهینه سازی آنها با روش های معکوس سازی یک بعدی و دو بعدی صورت گرفته است. سپس مقاطع شبه دو بعدی و دو بعدی با استفاده از نتایج برگردان سازی داده ها و با فرض مدل های یک بعدی و دو بعدی فراهم گردیده است. مقاطع بدست آمده از برگردان سازی داده ها با بکار بردن نتایج حاصل از مطالعات زمین شناسی و لاگ چاه‌های حفاری برداشت شده، توانسته است ارتباط موثری بین مقاومت ویژه الکتریکی و میزان شاخص کیفیت سنگ برقرار نماید.
این روش که با استفاده از آرایه شلومبرگر انجام شده است از طریق افزیش عمق نفوذ بوسیله افزایش فاصله های الکترودی و افزایش عمق نفوذ جریان و جابجایی آن ها در طول یک پروفیل صورت می گیرد(شکل ۱).



شکل ۱: روش سونداژ زنی قائم و افقی

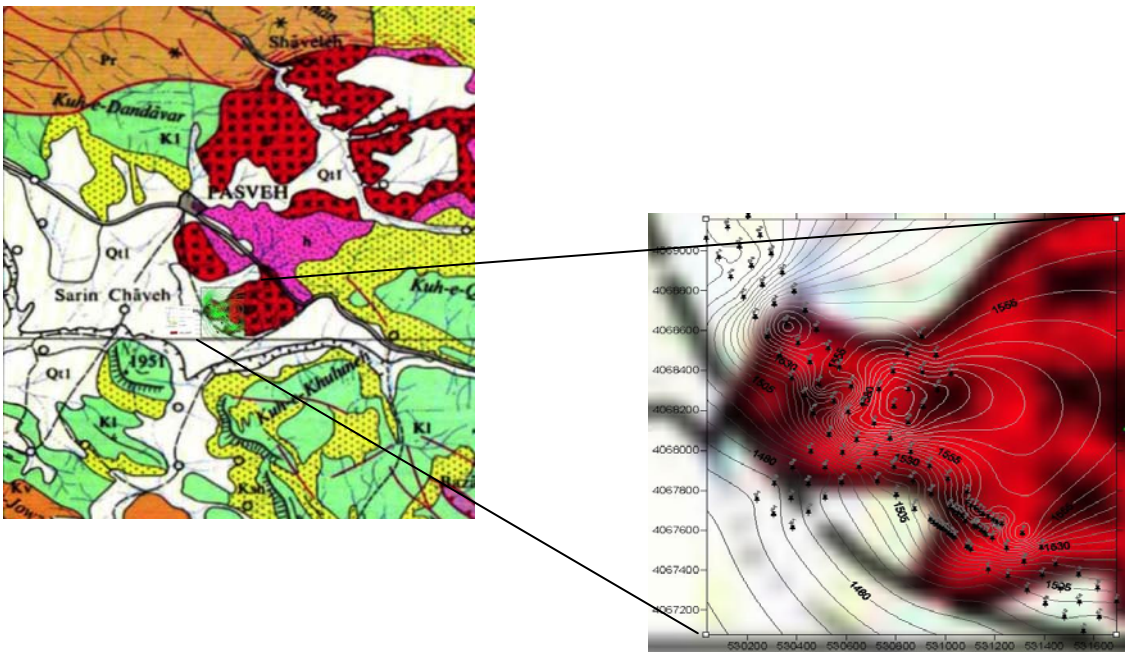
پس از انجام تفسیرات دستی و مدل سازی های عددی و تلفیق داده های حاصل از زمین شناسی و لاگ های منطقه لایه های زمین در منطقه تونل دسترسی لایه های زمین به شرح زیر تعیین گردیدند: رسوبات آبرفتی دانه ریز (Qt1)؛ رسوبات آبرفتی دانه متوسط (Qt2)؛ رسوبات آبرفتی دنه درشت(Qt3)؛ گرانیت های هوازده(Grw)؛ گرانیت(Gr)؛ هورنفلس(Hf).

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

۱ نقشه منطقه و محل سونداژها

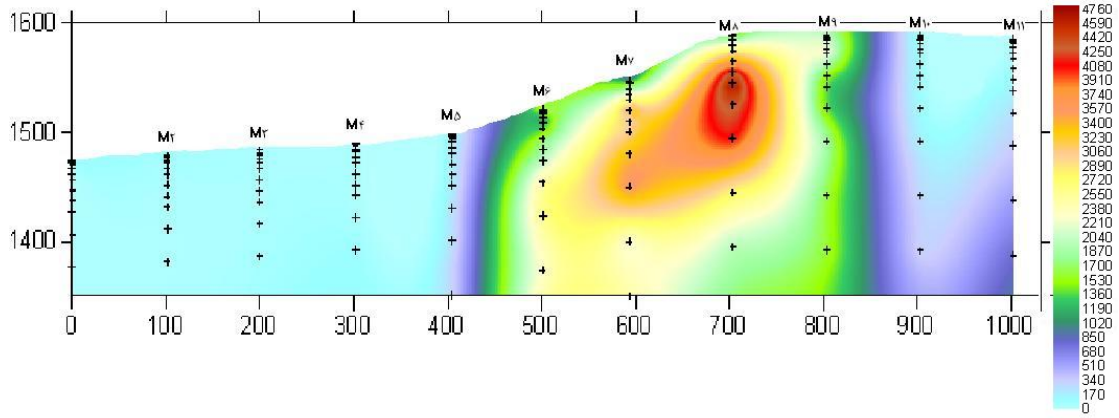
با پیاده سازی سونداژها روی نقشه زمین شناسی و تلفیق آن با توپوگرافی منطقه برداشت شده سونداژهای الکتریکی، می توان محل قرارگیری آن ها را روی ساختارهای زمین شناسی مشاهده نمود. این ساختارها همان گونه که از نقشه زمین شناسی بر می آید شامل تشکیلات گرانیتی، دگرگونی و مواد آبرفتی می باشند(شکل ۲).



شکل ۲: نقشه زمین شناسی منطقه تونل دسترسی گلاس و تلفیق با توپوگرافی و محل سونداژها

۲ مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه ظاهری

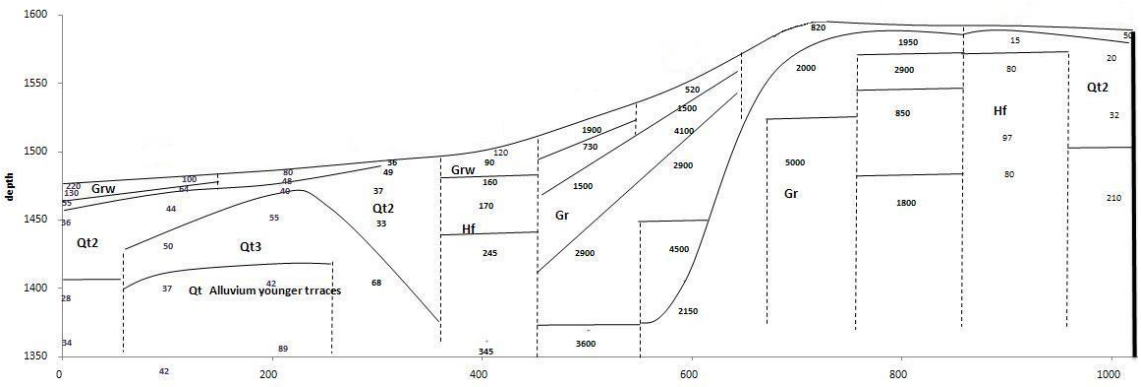
یک مقطع مقاومت ویژه ظاهری نشان دهنده تغییرات مجموع مقاومت ویژه ظاهری لایه های مختلف می باشد. به منظور مشاهده تغیرات مقاومت ویژه ظاهری زیر سطحی که انعکاس دهند تغیر ساختارهای زیر سطحی بصورت کیفی می باشد برای تمامی پروفیل ها این مقاطع ترسیم گردیده اند که در زیر تنها تصویر یکی از مقاطع پروفیلی نشان داده شده است (شکل ۳). در مقطع زیر نواحی پر مقاومت که نشانی از ساختارهای سنگی می باشند(سمت راست) از نواحی آبرفتی (سمت چپ) با مقاومت ویژه کم به وضوح تفکیک شده اند. بنابراین با مطالعه این مقاطع می توان نواحی آبرفتی ، توده های نفوذی، شکستگی ها و گسل ها را در امتدا پروفیل ها به وضوح تمیز داد.



شکل ۳: مقطع دوبعدی مقاومت ویژه ظاهری

۳ مقاطع شبه دوبعدی مقاومت ویژه

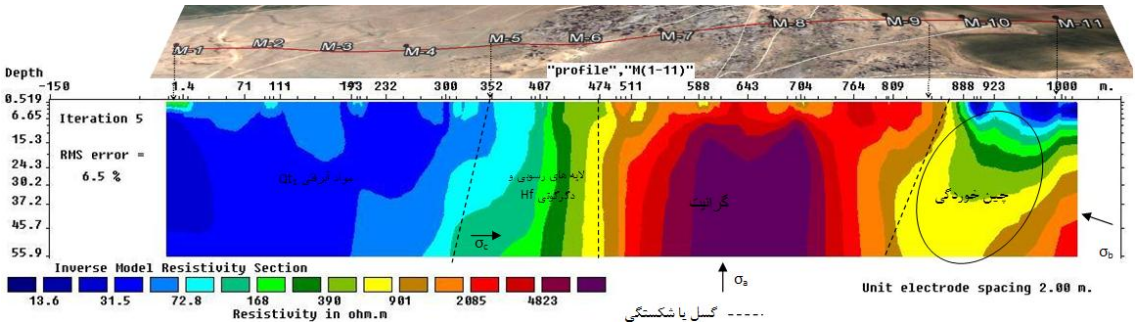
این نوع مقاطع از تفسیر حاصل از برازش داده های مقاومت ویژه ظاهری برداشت شده با منحنی های استاندارد و لایه، به همراه بکار گیری اطلاعات زمین شناسی منطقه فراهم شده‌اند. این مقاطع می-توانند سیمای بهتری از ساختارهای زمین شناسی زیر سطحی نسبت به مقاطع بدست آمده از مقاومت ویژه ظاهری ارائه نمایند. این مقاطع برای تمامی پروفیل ها رسم و تفسیر گردیده اند که در شکل ۴، یک نمونه ارائه گردیده است. در این مقطع، در سطح آن لایه های کم مقاومت آبرفتی و هوازده گرانیتی که ضخامت کمی را نیز دارا می باشند تفکیک گردیده و تغیرات ناگهانی مقاومت ویژه جانبی به شکستگی‌ها نسبت داده شده اند که نشان از تغیر ساختارهای زمین شناسی جانبی دارند.



شکل ٤: مقطع شبه دوبعدی مقاومت ویژه

۴ مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه، ناشی از برگردان سازی دو بعدی داده ها

مقاطع دو بعدی مقاومت های ویژه، ناشی از برگردان سازی دو بعدی داده های مقاومت ویژه ظاهری برای تمامی پروفیل ها ترسیم شده اند که این مقاطع حاصل از مدل سازی های عددی و روش معکوس می باشند و دارای ویژگی های خاص در ساخت ساختارهای زیر سطحی می باشند. با استفاده از این مقاطع، نتایج حاصل از مطالعات زمین شناسی و لاگ چاه‌های حفاری می توان تغیر مقاومت های ویژه را به ساختارهای مختلف، شکستگی ها، گسل ها،چین خوردگی‌ها، جهت تنش‌های موجود در منطقه، لایه‌های رسوبی و نحوه‌ی قرارگیری آنها نسبت به هم، توده نفوذی آذرین و جهت حرکت آن، نواحی دارای آب، آب بین ذره ای و محل قرارگیری رسوبات دانه ریز نسبت داد. در شکل زیر تنها یکی از این مقاطع به تصویر کشیده شده است که درروی آن تفسیر حاصل از تغییرات مقاومت ویژه و نسبت آن به ساختارهای مختلف قابل مشاهده می باشد(شکل ۵).



شکل ٤: مقطع دوبعدی مقاومت ویژه حاصل از برگردان سازی داده‌ها

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

با توجه به تحلیل، بررسی و تفسیر داده های برداشت شده مقاومت ویژه ظاهری، با استفاده از روش برگردان سازی یک بعدی و دو بعدی داده ها، لایه های زیر سطحی، توده های نفوذی در منطقه مشخص شده و نواحی حاوی آب نیز شناسایی گردیدند. همچین نواحی شامل تغیرات ناگهانی مقاومت ویژه افقی به ناپیوستگی و گسل های نسبت داده شدند. جهت تنش های موجود در منطقه که باعث بوجود آمدن چین های متقارن و نامتقارن در زیر سطح زمین شده اند نیز شناسایی گردیده‌اند. وجود توده نفوذی در منطقه و جهت بالا آمدگی این توده با توجه به نتایج بدست آمده از تفسیر برگردان سازی داده در روی مقاطع ژئوالکتریک به تصویر کشیده شدند و دگرگونی مجاورتی حاصل از دمای بالای توده نفوذی گرانیتی نیز با تطبیق داده های حاصل از گزارشات زمین شناسی منطقه و داده‌های حاصل از معکوس سازی قابل نمایش گردیدند. لایه های رسوبی نیز با توجه به حالت لایه‌ای بودن آنها با مقاومت ویژه های کمتر با توجه به تطابق داده‌های حاصل از گمانه ها نیز مشخص گردیدند. با استفاده از مقاطع حاصل از مدل سازی و محدوده عددی مقاومت های ویژه بدست آمده ناحیه زیر سطحی شامل توده گرانیتی در منطقه مورد مطالعه، قابل شناسایی شدند.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

محققان این تحقیق بر خود واجب می دانند که از موسسه مهندسین مشاور ایمن سازان به خاطر در اختیار قراردادن داده‌ها، و سایر اطلاعات تشکر و قدردانی فراوان نمایند.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

1. Danielsen, B.E. and Dahlin, T. (2007) Comparison of geoelectrical imaging and tunnel documentation. Submitted for publication to Engineering Geology.
2. Danielsen, B.E. and Dahlin, T. (2006) Geophysical and hydraulic properties in rock. Conference proceeding. 12th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, 4-6 September 2004, Helsinki, Finland, 4p

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

شبیه‌سازی شکست سد مخزنی خاکی برنجستانک تحت تاثیر فرسایش درونی

محمدرضا مددی*[۱]، سیروس نیری[۲]، مجید رحیم‌پور[۳] ، شهرام کریمی گوغری[۳]

۱-دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲-مدیر امور بهره برداری از سدها، شرکت آب منطقه‌ای مازندران
۳-استادیار بخش مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان

(*نویسنده مسئول: Mohamad_reza_madadi@yahoo.com)

چکیده :

احداث سدها با اهداف مختلفی نظیر ذخیره‌سازی آب، تامین انرژی، تامین نیاز آبیاری، کنترل سیلاب‌ها و .... صورت می‌گیرد. در حال حاضر درصد بالایی از سدهای ساخته شده و در دست ساخت جهان را سدهای خاکی تشکیل می‌دهند. علي رغم تمام تجربيات و پيشرفت‌هايی که در زمينه ساخت اين نوع سدها بدست آمده است، به دليل شرايط متنوع زمين شناسي و ژئوتكنيك، هيدرلوژيك و ژئوهيدرولوژيكي و شرايط اقليمي، طراحی و احداث اين نوع سدها هنوز با مشكلات زيادی مواجه است كه ناديده گرفتن آن‌ها ممكن است به شكست پروژه و وارد شدن خسارات جاني و مالي فراوان ختم گردد. بنابراين مطالعات مربوط به شکست سد بایستی با دقت و حساسیت زیادی در هر پروژه سد سازی مورد توجه قرار گیرد. در این مقاله فرایند شکست سد خاکی برنجستانک واقع در استان مازندران تحت سناریوی فرسایش درونی (پایپینگ) با استفاده از مدل عددی Breach GUI شبیه‌سازی گردید و جریان طغیانی حاصل از این شکست و تغییرات عمق رودخانه پایین‌دست سد تحت تاثیر سیلاب ایجاد شده مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد مدل مذکور در صورت فراهم بودن اطلاعات ورودی صحیح می‌تواند پدیده شکست سد را به خوبی شبیه‌سازی نماید.

کلید واژه ها: شکست سد، سد خاکی برنجستانک، فرسایش درونی، مدل عددی Breach GUI.

Berenjestanak earth dam failure simulation due to piping

M.R. Madadi[1], S. Nayyeri[2], M. Rahimpour[3], Sh. Karimi Googhari[4]

1 Ph. D. Candidate of Water Structures, Shahid Bahonar University Of Kerman
2 Manager of Dams Operation proceedings, Mazandaran Regional Water Co.
3 Assistant Professor, Shahid Bahonar University of Kerman

Abstract:
The dams are constructed for various purposes such as water storage, energy production, irrigation supply, flood control, etc. currently, a large percentages of built and under construction dams are the earth dams. Despite good experiences and progresses in the construction of earth dams, because of complexity of geotechnical, hydrological, geo-hydrological and climate conditions, the design and construction of these dams are still faced with many problems that ignoring them may led to many human and financial losses. Thus, the dam failure studies should be carried out in dam construction projects. In this paper, the Berenjestanak earth dam failure due to piping phenomenon is simulated using BREACH GUI software. The flood flow discharge and the variation of downstream river depth are investigated. The results show that the mentioned model can simulate the failure processes providing that accurate input data are available.

Keywords: Dam Failure, Berenjestanak Earth Dam, Piping, BREACH GUI.

مقدمه

سدها سازه‌های عظیمی هستند که با صرف هزینه‌های زیاد مالی و زمانی ساخته می‌شوند. در حال حاضر بیش از چهل و پنج هزار سد با ارتفاع بیش از پانزده متر در جهان وجود دارد که افزون بر هفتاد و سه درصد آن‌ها در یکصد و پنجاه سال پیش ساخته شده‌اند. از این تعداد سد، نزدیک به دو هزار سد ارتفاع بیش از شصت متر و هفت هزار سد ارتفاعی بین سی تا شصت متر دارند. از مجموع تعداد دو هزار سد بلندتر از شصت متر، ۳۰ درصد آنها بتنی وزنی، ۲۰ درصد بتنی قوسی و بقیه از نوع سدهای خاکی که اغلب از نوع خاکی سنگریزه‌ای‌اند می‌باشند. در واقع از ۳۵۰۰۰ سد بزرگ کمتر از ۳۰ متر، حدود ۹۰ درصد آنها از نوع خاکی‌اند (فولادی، ۱۳۷۹؛ ICOLD 1998). بنابراین مطالعات مربوط به شکست این سدها بایستی با دقت و حساسیت زیادی در هر پروژه سد سازی مورد توجه قرار گیرد. طبق تعریف هرگونه خرابی جزئی یا ناگهانی یک سد که منجر به رها سازی حجم غیر قابل کنترلی از آب شود، شکست سد نامیده می‌شود (ابارشی، ۱۳۸۸). درحالت کلی مبحث شکست در سدها به دو صورت شکست آنی (سدهای بتنی؛ مدت زمان شکست بسیار کوتاه) و شکست تدریجی (سدهای خاکی) مطرح می‌گردد.
در نشریه ۱۱۱ کمیته جهانی سدهای بزرگ (ICOLD) از آنالیز شکست سد به عنوان یک هنر نام برده شده است که خود گویای دانش ناکافی در این زمینه است. آمارها نشان می‌دهد که احتمال شکست سالانه سد برابر 10^{-4} و احتمال شکست آن در زمان عمر مفید آن برابر 10^{-2} است (هوشمندزاده، ۱۳۸۷).
در تحلیل شکست سد، پیش از هر مورد دیگری ابتدائا بایستی علل و عوامل شکست سدها شناخته شود تا با شناخت آنها از وقوعشان جلوگیری کرده و یا روش‌های مناسبی را برای کنترل این عوامل به کار بست. تجزیه و تحلیل آمار سدهای بزرگ شکسته شده در سطح جهان نشان می‌دهد که مهمترین عوامل شکست سدها ناشی از طراحی ناقص، کیفیت مصالح و روش ساخت، وقوع پدیده‌های پیش‌بینی نشده یا وقوع پدیده‌هائی با مقادیر غیر مجاز و ناهنجاری در رفتار سازه‌ای می‌باشد(فولادی، ۱۳۷۹؛ ICOLD 1998) . شکست سد تحت تاثیر عواملی نظیر عوامل هیدرولیکی، کهولت سد، تاریخ ساخت سد، کم بودن ظرفیت مخزن، و عدم کارکرد سازه‌های جنبی آنها نیز در منابع مختلف به طور جداگانه بررسی گردیده‌اند (فولادی، ۱۳۷۹). رقم میانگین خطر شکست سدهاي جهان (تعداد شکست در یک دوره معین) بطور متوسط یک سد از هر ده هزار سد اعلام شده است (موسوی ندوشنی، ۱۳۸۸). از مهمترین سدهای شکسته شده در دنیا می‌توان از سد تتون[1]، سد سنت فرانسیس[2]، سد لاون لیک[3]، سد کلی بارنز[4]، سد بالدوین هیلز[5]، سد لوس فرایلس[6]، سد اولد استونی ریور[7]، بوفالو کریک[8]، گووهو[9]، استکتون کریک[10]، سد هیته چووت[11]، سد مانیکو گان ۳ [12] نام برد.
در زمینه مدلسازی عددی و آزمایشگاهی شکست سد تاکنون مطالعات خوبی صورت گرفته است. معصومی (۱۳۷۷) در یک مطالعهٔ موردي پارامترهاي مقطع شکست سد پاشا کلا را بررسی نمود. سبزواری و همکاران (۱۳۸۳) با استفاده از داده‌های ۱۰۸ سد خرای شده‌ی دنیا، تاثیر پارامترهایی نظیر جنس مصالح سد، حجم مخزن و ارتفاع سد را بر روی حداکثر دبی خروجی از مقطع شکست، ابعاد مقطع شکست و زمان شکست با شبکه‌های عصبی مصنوعی بررسی نمودند. شمسایی و موسوی (۱۳۸۳) با استفاده از روابط تجربی و مدلهای کامپیوتری BREACH و FLDWAV شکست سد خاکی آیدوغموش و پهنه‌بندی سیلاب ناشی از آن را مورد بررسی قرار دادند. شمسایی و پایا (۱۳۸۳) در یک مطالعه موردی که بر روی سد سیلوه صورت پذیرفت، مشخصات شکاف ایجاد شده در این سد را همراه با زمان توسعه شکاف مد نظر قرار داده و به کمک نرم افزار Dam Break عواقب حاصل از شکست احتمالی این سد را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. قدم پور و همکاران (۱۳۸۵) شکست سد تنگ سرخ بر روی رودخانه خشک شیراز را با استفاده از نرم افزارهای BREACH، Mike11 و HEC-RAS مورد بررسی قرار دادند و به پهنه بندی سیلاب ناشی از آن پرداختند. بمبئی چی و حسینی (۱۳۸٦) با استفاده از مدل HEC-RAS به مدلسازی توسعه شکاف در بدنه سد بیدواز استان خراسان شمالی پرداختند. آنها سپس به روندیابی سیلاب حاصل در پایین دست سد اقدام نمودند. از دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه در داخل کشور می‌توان به مطالعات زمردیان و بهبهانی (۱۳۸۷)، عباسی و همکاران (۱۳۸۸)، عزیزیان و همکاران (۱۳۸۹)، حیدری (۱۳۹۰)، حمیدیان دیوکلائی و همکاران (۱۳۹۱)، بهمن‌پوری و همکاران (۱۳۹۱) اشاره کرد. در خارج از کشور نیز مطالعات خوبی در زمینه شکست سد صورت پذیرفته است (وال ۱۹۹۷، کاتسوینوس و همکاران ۲۰۰۱، پونس و همکاران ۲۰۰۳، هودک و جاندرا ۲۰۰٤، وانگ و باولز ۲۰۰٦، جی ۲۰۰۸، گوران و گوران ۲۰۰۹). سینگ (۱۹۹٦) هزار مورد شکست سد را از قرن دوازدهم تاکنون گزارش کرده که حدود دویست مورد آن در قرن بیستم روی داد و هشت هزار مورد تلفات انسانی و خسارات دیگر به ارزش

---

[1] Teton Dam [2] St. Francis Dam [3] Lawn Lake [4] Kelly Barnes [5] Baldwin Hills [6] Los Frailes
[7] Old Stoney River [8] Buffalo Creek [9] Guohou [10] Stockton Creek [11] Hytte Juvet [12] Manicougan(3)

میلیون‌ها دلار را به همراه داشته‌اند. پیلاتی و همکاران (۲۰۱۱) در یک مقاله به بررسی کامل شکست سد گلنو به عنوان مهمترین حادثه شکست سد در ایتالیا پرداختند. سیدک و همکاران (۲۰۱۱) به مدلسازی هیدرودینامیکی شکسست سد خاکی سدل واقع در مالزی پرداختند. آنها از نرم افزار MIKE 11 برای این منظور استفاده کردند. لارسک و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی عددی و آزمایشگاهی پروفیل سرعت جریان حاصل از شکست سد پرداختند. اگرچه با استفاده ازنتایج این مطالعات و با گذشت زمان و پیشرفت علم و تکنولوژی، تعداد شکست سدها روند نزولی پیدا کرده است با این حال با توجه به اهمیت مسئله و تجارب تلخ عینی موجود، نادیده گرفتن آن غیر منطقی بوده و بررسی لازم و ضروری به نظر می-رسد. در این تحقیق شکست سد خاکی برنجستانک با استفاده از نرم افزار BREACH GUI مورد بررسی قرار می‌گیرد.

◇◇◇◇◇◇◇

معرفی مدل مورد استفاده

با گسترش رایانه‌ها، استفاده از آن‌ها جهت پیش‌بيني و تجزیه و تحلیل شکست‌ها کاربرد فراواني یافته است. نرم‌افزارهاي متعددي تاکنون در زمینه شکست سد به کار رفته‌اند. مدل عددی BREACH توسط سرویس آب و هوای جهانی به منظور پیش‌بینی پارامترهای هیدروگراف سیلاب خروجی از شکست سد خاکی، در سال ۱۹۸٤ ارائه شده است. مدل ارتقا یافته آن که در حال حاضر استفاده می‌گردد، BREACH GUI می‌باشد که در سال ۲۰۱۰ وارد بازار شده است. این مدل می‌تواند شکست سدهای خاکی همگن و یا تشکیل شده از دو لایه‌ی هسته و پوسته را شبیه‌سازی کند. این مدل همچنین قادر است شکست سدهای خاکی را در هر دو حالت سرریزی و فرسایش درونی مدل کند(سیفی زاده و همکاران، ۱۳۹۱). مدل مذکور بصورت فیزیکی و بر پایه‌ی اصول هیدرولیکی، انتقال رسوب، مکانیک خاک استوار است و بر پایه‌ی درنظر گرفتن همزمان بقای جرم جریان ورودی به مخزن، جریان خروجی از سرریز و جریان خروجی شکست با ظرفیت انتقال رسوب جریان غیریکنواخت غیرماندگار در طول کانال شکسته شده، توسعه یافته است(سیفی زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

◇◇◇◇◇◇◇

اطلاعات مورد نیاز مدل

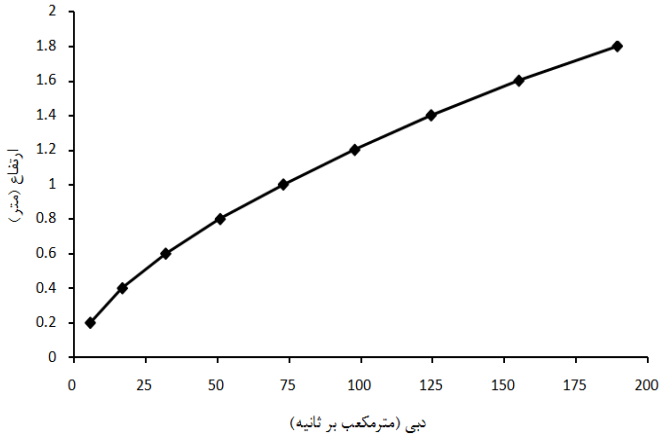
اطلاعات مورد نیاز مدل BREACH GUI شامل ۱- اطلاعات ارتفاعی(ارتفاع اولیه سطح آب در مخزن، ارتفاع تراز بالای سد، ارتفاع تراز کف سد، ارتفاعی که شکست از نوع فرسایش درونی از آنجا آغاز می‌شود، ارتفاع تاج سرریز و...)، ۲- خصوصیات سد(شاخص پلاستیسیته متوسط رس، ضریب تنش برشی بحرانی رس، شیب وجه بالادست سد و پایین دست سد و...)، ۳-اطلاعات جریان (هیدروگراف ورودی به مخزن سد)، ٤-اطلاعات مساحت-ارتفاع، ٥-اطلاعات سطح مقطع(ضریب زبری مانینگ ارتفاع سطح آب و عرض بالای جریان در مقاطع پایین دست سد)، ٦-اطلاعات مصالح سد (اندازه موثر مصالح سد، نسبت تخلخل، وزن مخصوص مصالح سد، ضریب مانینگ مصالح سد، زاویه اصطکاک داخلی مصالح، مقاومت چسبندگی مصالح و...)، ۷-اطلاعات مربوط به نحوه شکست(نسبت عرض شکست به عمق جریان برای مستطیل شکست اولیه، عرض تاج سرریز، طول تاج سرریز، شیب کف رودخانه پایین دست، نسبت D90 به D30 مصالح وجه پایین دست، ماکزیمم عرض مجاز کف شکست، ماکزیمم عرض مجاز بالایی مقطع شکست و...)، ۸-اطلاعات سرریز(منحنی سنجه سرریز) و ۹-سایر اطلاعات مورد نیاز(گام زمانی انجام محاسبات، پارامتر کنترل خروجی، گامهای زمانی برای رسم نمودارها، مدت زمان شبیه سازی) می‌باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

معرفی سد خاکی برنجستانک

حوضه آبریز رودخانه برنجستانک بین طول‌های جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۳ دقیقه و ۵۳ درجه و ۵۲ دقیقه و عرض‌های جغرافیایی ۳٦ درجه و ۲۰ دقیقه و ۳٦ درجه و ۲٤ دقیقه واقع شده است. این حوضه از شمال به خط‌الراس‌های حوضه آبریز رودخانه سیاهرود، از غرب به رودخانه اصلی تالار و از جنوب و شرق به ترتیب به حوضه آبریز رودخانه‌های تجون (روشن آب) و سالارده که خود از سرشاخه‌های فرعی رودخانه تجن است محدود شده است. حداکثر و حداقل ارتفاع حوضه به ترتیب در منتهی الیه قسمت جنوب شرقی با ارتفاع ۸۰٦ متر و در محل خروجی (محل احداث سد) با ارتفاع ۵۳ متر می‌باشد و ارتفاع میانه حوضه ۳٥٤ متر می‌باشد. شیب متوسط حوضه ۱۹/۵ درصد برآورد شده است. همچنین مساحت حوضه آبریز رودخانه برنجستانک ٥٦ کیلومتر مربع می‌باشد. طول حوضه آبریز از محل سد تا منتهی الیه خط الراس حوضه ۱۲/۲۵ کیلومتر و حداکثر و حداقل عرض حوضه به ترتیب ۵/۵ و ۲ کیلومتر می‌باشد. رودخانه برنجستانک (توجی) با حجم جریان سالانه بطور متوسط ۲۲ میلیون متر مکعب در فاصله ۱۰ کیلومتری جنوب قائم‌شهر و شرق جاده قائم‌شهر-شیرگاه-فیروزکوه به رودخانه تالار ملحق می‌گردد. سد خاکی برنجستانک در فاصله هیجده کیلومتری شهرستان قائمشهر در نزدیکی برنجستانک روی این رودخانه احداث شده است و در سال ۱۳۷۲ به بهره برداری رسیده است. هدف از ساخت این سد آبیاری اراضی پایین دست بوده

است. سد مخزنی خاکی برنجستانک با هسته ناتراوای رسی از نوع سدهای منطقه بندی۲ شده می-باشد و عمدتا از مصالح رس پیش تحکیم یافته با پلاستیسیته کم تشکیل یافته که در بخش‌هایی از آن مصالح درشت دانه شنی همراه با رس و ماسه مشاهده می‌شود. عمر مفید پیش بینی شده برای سد برنجستانک ۵۰ سال می‌باشد. مشخصات هندسی سد به صورت ارتفاع سد از پی ۳۱/۸ متر ، ارتفاع سد از بستر رودخانه ۲۵/۷ متر، ضخامت سد در تاج ۱۰ متر، ضخامت سد در پی ۱۹۰/۳۵ متر، طول تاج ۲٤۸/٥ متر، رقوم تاج سد ۹۵، رقوم بستر رودخانه ٦۹/۳۰ متر، رقوم پی سد ٦۳/۲ متر، رقوم نرمال تراز آب ۹۱، شیب وجه بالادست ۱:۳، شیب وجه پایین دست ۲/٥ :۱، حجم مخزن ۳/۳ میلیون متر مکعب، حجم مفید مخزن ۳/۱ میلیون متر مکعب و حجم آب تنظیمی ۹ میلیون متر مکعب. این سد دارای سرریز اوجی بدون دریچه از جنس بتن مسلح می‌باشد که رقوم تاج آن ۹۱ متر و طول کل سرریز با پایه ۳٦/٥ متر می-باشد. این سرریز قادر است دبی حداکثر ۱٦۸ متر مکعب بر ثانیه را از روی خود عبور دهد. همچنین رقوم حداقل(رقوم تخلیه)، ۷٦ متر می‌باشد. شکل زیر منحنی دبی-اشل سرریز را نشان می‌دهد(وزارت نیرو، شناسنامه سد مخزنی- خاکی برنجستانک).



شکل ۱- تغییرات دبی بر حسب ارتفاع آب روی محور تاج سرریز سد برنجستانک

طبق گزارشات مربوط به مشخصات مصالح سد، نفوذپذیری مصالح هسته ٥-۱۰ متر بر ثانیه و شاخص پلاستیسیته آن (PI) ۱۲ می‌باشد. همچنین دانه بندی مصالح پوسته از نوع SW قید شده است. در جدول (۱) مشخصات مکانیک خاک مصالح هسته و پوسته ارائه گردیده است (وزارت نیرو، گزارش آنالیز پی و بدنه سد مخزنی-خاکی برنجستانک).

جدول ۱- ویژگی‌های مکانیکی مصالح هسته و پوسته سد برنجستانک

نوع مصالح	وزن مخصوص اشباع (KN/m^3)	زاویه اصطکاک داخلی (درجه)	چسبندگی (KN/m^2)
هسته	۱۹	۲۰	۴۰
پوسته	۲۰	۳۵	۰

متوسط جریان سالانه این رودخانه ۷۰۳ لیتر بر ثانیه می‌باشد ولی واضح است که برای شبیه‌سازی شکست سد احتیاج به هیدروگراف سیلاب با دوره برگشت‌های طولانی می‌باشد. در جدول (۲) دبی ماکزیمم برآورد شده رودخانه برنجستانک در محل سد برنجستانک ارائه شده است(وزارت نیرو، گزارش هیدرولوژی طرح سد مخزنی-خاکی برنجستانک).

جدول ۲- دبی سیلاب برآورد شده رودخانه برنجستانک در محل سد برنجستانک بر حسب متر مکعب بر ثانیه

دوره برگشت (سال)	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	P.M.F
دبی سیلاب (m3/s)	۷۵	۹۰	۱۱۰	۱۲۵	۱۸۰	۲۲۰	۲۵۰	۳۲۰

◇◇◇◇◇◇◇

تحلیل شکست سد برنجستانک برای شکست نوع Piping

بر اساس اطلاعاتی که در بخش قبل شرح داده شد مدل BREACH برای تحلیل شکست از نوع فرسایش درونی (Piping) اجرا گردید. در این راستا ارتفاع اولیه سطح آب در مخزن ۷۰ فوت در نظر گرفته شد و فرض شد که وقتی تراز سطح آب در مخزن سد به ٦۰ فوت برسد، فرسایش درونی آغاز می‌گردد. از هیدروگراف

[2] Zoned Dam

مربوط به دبی سیلاب با دوره برگشت ۱۰۰۰۰ سال به عنوان جریان سیلاب ورودی به مخزن سد استفاده شد. دقت گردد که در پر کردن اطلاعات مورد نیاز مدل همه اعداد بایستی بر حسب سیستم انگلیسی وارد مدل شوند. مشخصات مصالح پوسته نظیر چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی طبق اطلاعات جدول (۲) وارد گردید. نسبت عرض شکست به عمق جریان در مستطیل اولیه شکست برابر با یک فرض شد. سایر اطلاعات مورد نیاز مدل نظیر منحنی‌های ارتفاع-سطح-حجم در مرجع وزارت نیرو، گزارش هیدرولوژی طرح سد مخزنی-خاکی برنجستانک ذکر گردیده است. در مورد برخی اطلاعاتی که امکان دسترسی به آنها از طریق گزارشات آب منطقه‌ای فراهم نبود، از تجربیات و مطالعات محققین قبلی و فرضیات مهندسی استفاده گردید. پس از وارد کردن این اطلاعات می‌توان مدل را اجرا نمود. مراحل شکست سد بدین صورت است که ابتدا سیلاب وارد مخزن شده، با ورود سیلاب، تراز آب در مخزن افزایش یافته و همزمان جریان سیلاب از سرریز سد در حال خارج شدن است. در شروع شبیه‌سازی، اولین حفره در رویه پایین‌دست سد ایجاد شده و این حفره کم‌کم لوله جریان را ایجاد می‌کند، لوله در دو جهت بالا و پایین گسترش یافته و به رویه بالادست سد می‌رسد. پس از آن لوله به سرعت فرسایش یافته و بزرگتر می‌شود و تراز آب در مخزن به سرعت پایین می‌آید. لحظه‌ای که تراز آب در مخزن به تراز بالای لوله فرسایش می‌رسد، مصالح باقیمانده در بالای لوله جریان ناگهان فرو می‌ریزد و سیلاب شکست با بیشترین شدت خارج می‌شود. سپس پیک سیلاب خروجی فروکش می‌کند و دیواره‌های دو طرف محل شکست، فرسایش می‌یابد و به تدریج آب باقیمانده در پشت سد از آن خارج می‌شود. این روند تا جایی ادامه می‌یابد که عرض ذوزنقه ایجاد شده در اثر شکست در بالا و پایین، به مقدار تعریف شده برای آن در مدل برسد و همه آب ذخیره شده در مخزن خارج شود(سیفی زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

◇◇◇◇◇◇◇

خروجی‌های مدل

خروجی‌های مدل به صورت‌های متنی، جدول و نمودار (هیدروگراف‌ها) می‌باشند. همچنین مدل قادر است مراحل لحظه به لحظه شکست سد را بصورت انیمیشن شبیه‌سازی نماید. در شکل (۲) گزارش خلاصه‌ای از خروجی مدل پس از اجرا به صورت متنی ارائه شده است. همانطور که مشخص است برای اطلاعات مربوط به سد برنجستانک، بیشترین دبی خروجی شکست و زمان وقوع آن، مشخصات هندسی نهایی مقطع شکست، شیب جانبی مقطع شکست و مشخصات هیدروگراف جریان ناشی از شکست سد قابل مشاهده می‌باشد.

OUTPUT SUMMARY

QBP	MAX OUTFLOW(CFS) THRU BREACH	37036.
TP	TIME(HR) AT WHICH PEAK OUTFLOW OCCURS	1.75
QP	MAX TOTAL OUTFLOW(CFS) OCCURRING AT TIME TP	37036.
TRS	DURATION(HR) OF RISING LIMB OF HYDROGRAPH	1.75
TB	TIME(HR) AT WHICH SIGN. RISE IN OUTFLOW STARTS	0.00
BRD	FINAL DEPTH(FT) OF BREACH	77.66
BRW	TOP WIDTH(FT) OF BREACH AT PEAK BREACH FLOW	34.23
HU	ELEV(FT) OF TOP OF DAM	77.81
HY	FINAL ELEV(FT) OF RESERVOIR WATER SURFACE	-24805.26
HC	FINAL ELEV(FT) OF BOTTOM OF BREACH	0.153
AGL	ACUTE ANGLE THAT BREACH SIDE MAKES WITH VERTICAL AT QBP	0.000
QO	OUTFLOW (CFS) AT T=0.0	2.3624
Z	SIDE SLOPE OF BREACH (FT/FT) AT PEAK BREACH FLOW	0.00
TFH	TIME OF FAILURE (HR) WHICH IS LINEAR EQUIVALENT OF TRS OBTAINED BY USING SIMPLIFIED DAM-BREAK DISCHARGE EQUATION	0.57
TFHI	TIME OF FAILURE (HR) WHICH IS LINEAR EQUIVALENT OF TRS OBTAINED BY INTEGRATING QB VS TIME FROM T=0 TO T=TP	0.34

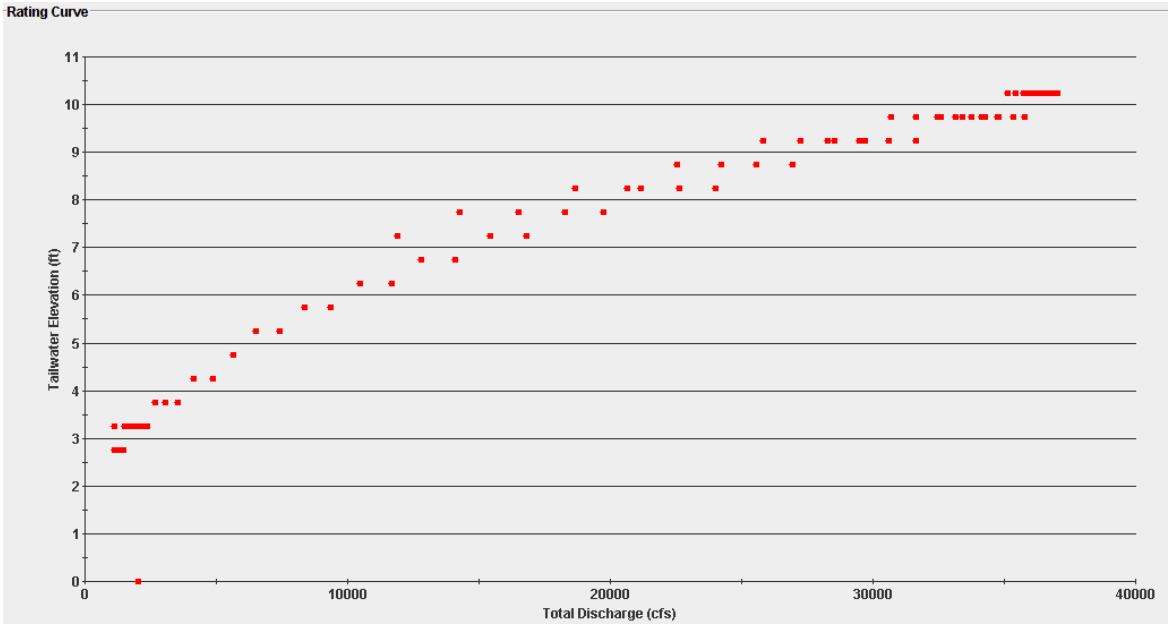
شکل ۲- خلاصه خروجی‌های مدل بریچ برای سد برنجستانک

همچنین شکل (۳) نشان می‌دهد که نرم افزار BREACH GUI قادر است تغییرات تراز سطح آب در مخزن سد و پایین دست سد را برای زمان‌های مختلف بصورت جدول ارائه دهد و میزان جریان خارج شده در هر گام زمانی را محاسبه نماید.

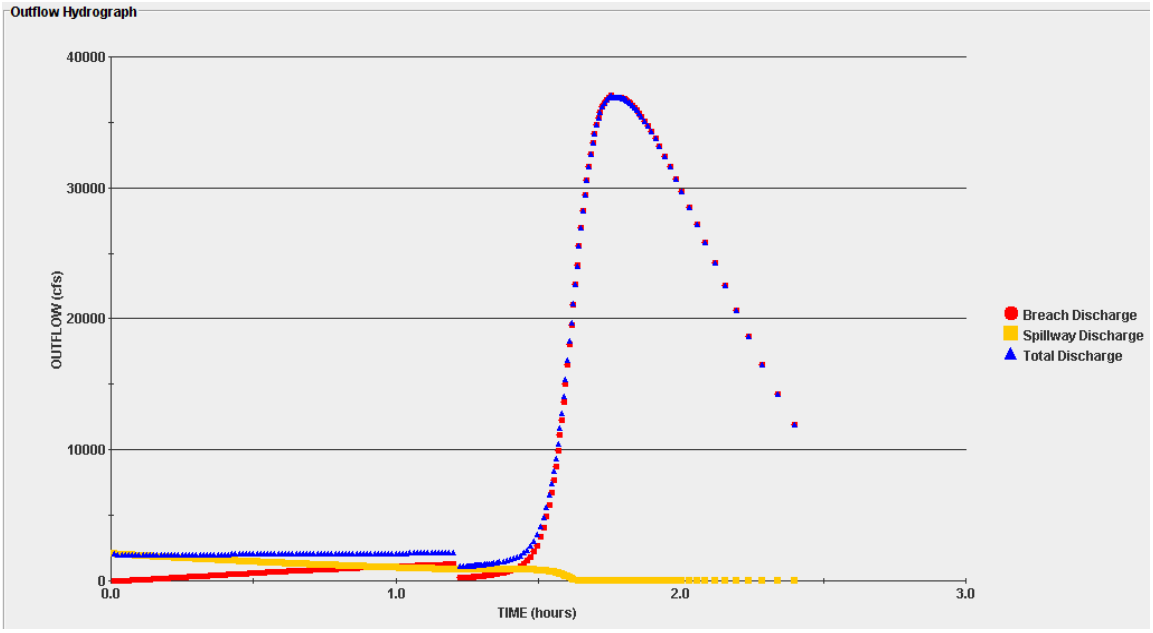
Time(hr...	Total Fl...	Breach Flow	Spillway Flow	Pool Elevation	Tailwater Depth
0.0125	2038.0	2.0	2036.0	70.0	0.0
0.025	2028.0	9.0	2019.0	69.9	3.25
0.0375	2020.0	18.0	2002.0	69.9	3.25
0.05	2013.0	28.0	1985.0	69.9	3.25
0.0625	2008.0	40.0	1968.0	69.9	3.25
0.075	2005.0	53.0	1952.0	69.8	3.25
0.0875	2002.0	66.0	1936.0	69.8	3.25
0.1	2000.0	81.0	1919.0	69.8	3.25
0.1125	1999.0	95.0	1903.0	69.7	3.25
0.125	1998.0	111.0	1887.0	69.7	3.25
0.1375	1998.0	126.0	1871.0	69.7	3.25
0.15	1998.0	142.0	1856.0	69.6	3.25
0.1625	1998.0	158.0	1840.0	69.6	3.25
0.175	1999.0	174.0	1824.0	69.6	3.25
0.1875	2000.0	191.0	1809.0	69.5	3.25
0.2	2001.0	207.0	1793.0	69.5	3.25

شکل ۳– خلاصه خروجی‌های جدولی مدل بریچ برای سد برنجستانک

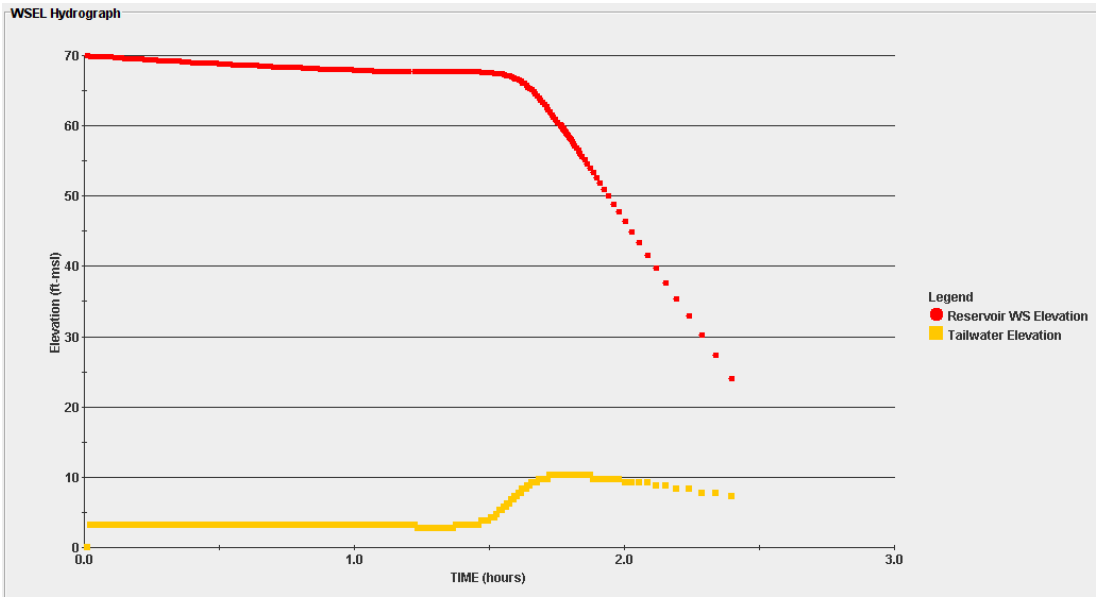
توانایی این مدل در شبیه‌سازی پدیده شکست سد به صورت انیمیشن باعث درک بهتری از این پدیده شده و تغییرات لحظه به لحظه شکست سد به صورت دو بعدی و سه بعدی را برای ما فراهم می‌کند. در شکل (٤)، منحنی سنجه به عنوان یکی از نمودارهای خروجی مدل BREACH GUI قابل مشاهده است. منحنی سنجه یا همان منحنی دبی-اشل، یکی از مهمترین نمودارهای بهره‌برداری از سدها و سازه‌های کنترل جریان می‌باشد که تغییرات دبی خروجی را به ازای ترازهای مختلف سطح آب نشان می‌دهد. شکل (٥) تغییرات دبی خارج شده ناشی از شکست سد را برای زمان‌های مختلف نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل مشخص است در زمان ۱/۷۵ ساعت بعد از شکسته شدن سد، دبی خروجی به بیشترین مقدار خود که مقدار ۳۷۰۳٦ فوت مکعب بر ثانیه می‌باشد رسیده است و سپس با توجه به تخلیه شدن مخزن سد، با گذشت زمان از مقدار جریان خروجی کاسته می‌شود تا نهایتا دبی ورودی و خروجی با هم برابر گردند. در شکل (٦) نمودار تغییرات سطح آب بالادست (مخزن) سد و پایین دست سد در زمان شکست ارائه شده است. با شکسته شدن سد در اثر خروج دبی، تراز آب در مخزن بالادست آن کاهش یافته و بر عمق آب پایین دست افزوده می‌شود. در لحظه‌ای که دبی خروجی شکست به بیشترین مقدار خود رسیده است، عمق آب پایین دست نیز به بالاترین مقدار خود که بیش از ۱۰ فوت می‌باشد رسیده است. از این لحظه به بعد عمق آب بالادست و پایین دست کاهش یافته تا به مقدار برابری برسند که همان عمق نرمال قبل از شکست می‌باشد.



شکل ٤– منحنی سنجه در هنگام شکست سد برنجستانک



شکل ٥– هیدروگراف جریان خروجی در هنگام شکست سد برنجستانک



شکل ٦– هیدروگراف تغییرات سطح آب بالادست (مخزن) سد و پایین دست سد در زمان شکست

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری

در این تحقیق پس از ارائه آماری از سدها و علل شکست آن‌ها، مطالعات محققین مختلف در این زمینه مرور گردید. سپس با استفاده از داده‌های جمع آوری شده مربوط به سد برنجستانک واقع در استان مازندران، مدل عددی BREACH GUI برای شبیه‌سازی شکست ناشی از فرسایش درونی اجرا گردید و خروجی‌های آن بصورت نمودار و جداول عددی تشریح و مورد تحلیل قرار گرفت. مدل عددی BREACH GUI

در صورت استفاده از داده‌های صحیح، یک مدل عددی مناسب برای تحلیل شکست سد محسوب می-شود.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسی

ابارشی، مریم.، ۱۳۸۸. بررسی تبعات شکست سد (مطالعه موردی سد طرق)، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد.
بمبئی چی، ساناز، حسینی، سیدمحمود.، ۱۳۸٦.، تجربیاتی چند در کار با مدل HEC-RAS در تحلیل جریان غیر دائمی شکست سد، مطالعه موردی: سد بیدواز اسفراین، ششمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه شهر کرد
بهمن پوری، فرهاد.، منتظری نمین، مسعود.، امید نایینی، سیدتقی.، ۱۳۹۱، جریان شکست سد بر روی بستر فرسایش پذیر، مطالعه آزمایشگاهی، نهمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران، اهواز.
حمیدیان دیوکلایی، مریم.، بنی‌هاشمی، محمدعلی.، میرقاسمی، علی اصغر.، امید نائینی، سید تقی، ۱۳۹۱، شکست سد بر اثر روگذری جریان، مطالعه آزمایشگاهی، یازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه ارومیه
حیدری، محمدرضا.، ۱۳۹۰، پهنه بندی سیلاب و مدلسازی شکست سد، مطالعه موردی سد شهرچای ارومیه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شریف
زمردیان، سید محمدعلی، علینقیزاده بهبهانی، ستار.، ۱۳۸۷، شبیه سازی شبکه عصبی مصنوعی در برآورد ماکزیمم دبی خروجی شکست سدهای خاکی و زمان شکست، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۲۹، شماره ۱، صص ۱ تا ۱۲.
سبزواری، تورج.، محمدپور، رضا.، زمردیان، سیدمحمدعلی.، ۱۳۸۳، برآورد پارامترهای شکست سدهای خاکی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، اولین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.
سیفی زاده، مینا.، عمادی، علیرضا.، فضل اولی، رامین.، ۱۳۹۱، معرفی و کاربرد مدل فرسایشی شکست سد (BREACH GUI)، دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست. تهران
شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران وابسته به وزارت نیرو، شناسنامه سد خاکی مخزنی برنجستانک
شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران وابسته به وزارت نیرو، گزارش هیدرولوژی طرح سد مخزنی-خاکی برنجستانک
شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران وابسته به وزارت نیرو، گزارش آنالیز پی و بدنه سد خاکی برنجستانک
شمسایی، ابوالفضل.، پایا، محمدرضا.، ۱۳۸۳.، تحلیل پدیده شکست در سدهای خاکی با توجه به مشخصات شکاف، مجله آب و فاضلاب، ۱۵جلد، شماره ۱، مسلسل ٤۹، صص ۵۰ تا ۵۷.
شمسایی، ابوالفضل.، موسوی، شهرام.، ۱۳۸۳، تخمین پارامترهای شکست سدهای خاکی و روندیابی سیلاب ناشی از آن، اولین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.
عباسی، بهرام.، اسماعیلی، کاظم.، و ابریشمی، جلیل.، ۱۳۸۸.، مدلسازی آزمایشگاهی همزمانی شکست هیدرولیکی سد با ورود سیلاب سریع به مخزن، نشریه آب و خاک، جلد ۲٤، شماره ۱، صص ۷۵ تا ۸۳.
عزیزیان، اصغر.، آغاز، مرضیه.، امیری تکلدانی، ابراهیم.، کاربرد مدل عددی CCHE2D-DAMBREAK در پیش بینی سیلاب ناشی از شکست سد، نهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه تربیت مدرس.
فولادی، چنگیز.، ۱۳۷۹. درسهایی از شکست سدهای بزرگ، چهارمین کنفرانس سدسازی ایران، تهران.
قدم پور، زهرا.، طالب بیدختی، ناصر.، میرباقری، سید احمد.، ۱۳۸۵.، شکست سد و پهنه بندی سیلاب ناشی از آن با استفاده از نرم افزارهای Arcview، BREACH، Mike 11، HEC-RAS 3.1.1 (مطالعه موردی سد تنگ سرخ شیراز)، هفتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، دانشگاه تربیت مدرس.
معصومی، سیدمجتبی.، ۱۳۷۷. بررسی شکست سد و تعیین پارامترهای مقطع شکست، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شریف
موسوی ندوشنی، ۱۳۸۸.، بررسي و انتخاب معیارهاي سیلاب طراحي http://www.pwut.ac.ir/FA/Staff/S_Mousavi/PresantationFiles/F_design.ppt
هوشمندزاده، محمد.، ۱۳۸۷.، تاثیر شیب کف کانال در بررسی مسئله شکست سد، چهاردهمین کنفرانس دانشجویان مهندسي عمران سراسر کشور، دانشگاه سمنان

References

Gee, M., 2008., Comparison of Dam Breach Parameter Estimators., Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center, Report.

Goran, G., and Goran, L., 2009., Predicting Breach Formation through Embankment Dam, International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering, Ohrid/Macedonia, 1-5 September 2009, Paper: A98.

Hodák, J., and Jandora, J., 2004., Statistical Approach for Modelling of Dam Breach due to Overtopping, Wasserbauliche Mitteilungen, Heft 27, Institut für Wasserbau und THM der TU Dresden.

International Committee on Large Dams (ICOLD) Bulletin 111., 1998., Dam Break Flood Analysis, review and recommendations.

Kotsovinos, N.E., Andreakou, D., and Angelidis, P.B., 2001, Dam Break Analysis of Evinos Earth Dam: Forecasting the Characteristics of the Downstream Flood Wave, XXIX IAHR Congress, Beijing, China.

LaRocque, L.A., Imran, J., and Chaudhry, M.H., 2013., Experimental and Numerical Investigations of Two-Dimensional Dam-Break Flows, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 139, No. 6,569-579.

Pilotti, M., Maranzoni, A.,Tomirotti, M, and Valerio, G., 2011, 1923 Gleno Dam Break: Case Study and Numerical Modeling, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 137, No. 480-492.

Ponce, V.M., Taher-shamsi, A., and Shetty, A.V. 2003., Dam-Breach Flood Wave Propagation Using Dimensionless Parameters, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 129, No. 10, 777-782.

Sidek, L.Y., Ros, F.C., Ibrahim, N.N.N., Razad, A.Z.A., and Ahmad, M.N., 2011., Hydrodynamic Dam Breach Modelling of Earthfill Saddle Dam, Journal of Energy & Environment, Vol. 3, No. 1, 28-32.

Singh, V.P., 1996., Dam Breach Modeling Technology, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Wahl, T.L., 1997. Predicting Embankment Dam Breach Parameters- A Needs Assessment, Proceedings, 27th IAHR Congress, San Francisco, California, August 10-15, 1997.

WAHL, T.L., 1997., Predicting Embankment Dam Breach Parameters - A Needs Assessment, XXVIIth IAHR Congress, San Francisco, California.

Wang, Zh., Bowles, D.S., 2006., Dam breach simulations with multiple breach locations under wind and wave actions, Advances in Water Resources 29, 1222–1237.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

شناسايي ريزساختارهاي زمين شناختي پنهان با استفاده از Dowsing Rod در جهت توسعه پايدار شهر و روستا

◇◇◇◇◇◇◇

عطاالله داداش پور، دانشجوي دكتراي زمين شناسي، معاون مديركل مديريت بحران استان مازندران،
شماره همراه : ۰۹۱۱۳۲۶۰۴۰۹ ، پست الكترونيك : dadashpour2006@yahoo.com
محمود شيرچي، دانشجوي كارشناسي ارشد، كارشناس اداره كل مديريت بحران مازندران،
شماره همراه : ۰۹۱۱۱۱۵۴۳۲۷ ، پست الكترونيك : mshirchi@yahoo.com
عشرت احمدي خطير، ليسانس شيمي، پست الكترونيك : Esharat827@yahoo.com

◇◇◇◇◇◇◇

چكيده :

از اهداف اوليه بررسي ژئوتكتونيكي، تعيين وضعيت فضايي مصالح و آب زيرزميني در زير و اطراف سازه است كه معمولا بصورت نيمرخ زمين شناسي، نمودار گمانه هاي حفاري و نيمرخ هاي ژئوفيزيكي ارائه مي شوند. (معماريان، ١٣٨٤)
همانگونه كه مي دانيم براي تعيين پارامترهاي ژئوتكنيكي روش هايي مانند ژئوفيزيك، ژئوالكتريك، حفر گمانه، حفر ترانشه و ... وجود دارد كه استفاده از اين روش ها پر هزينه و زمان بر مي باشد.
بنابراين يافتن روشي براي شناخت پارامترهاي اوليه زمين ساختي با هزينه اي به مراتب پايين تر و در مدت زمان كوتاهتر و با دقت نسبتا بالا از ضروريات مي باشد. بدين منظور از روش شناسايي الكترومغناطيسي و با كمك دستگاه هاي Dowsing Rod و GPS، استفاده گرديده است. با استفاده از اين روش بررسي ميداني دقيقي از بخشي از روستاي شهرودكلاي قائمشهر انجام گرديد و راستا و عرض شكستگي هاي پنهان در زير پروفيل خاك مشخص و به صورت نقشه ترسيم شده است.
اين شكستگي هاي اصلي و فرعي پنهان كه باعث بروز زمينلغزش در پهنه دامنه اي به عرض ١۴٠ متر و طول ١۵٠ متر در ورودي روستاي شهرودكلا شده است. اين زمين لغزش باعث خسارت به ۵ واحد مسكوني، يك گرمابه قديمي، ١۴٠ متر راه آسفالته و همچنين باغات مركبات شده است. اين شناخت بدست آمده و بررسي دقيق ميداني منجر به ارائه راه حل مناسب جهت ساخت و ساز هاي ايمن تر و تثبيت لغزش موثرتر، مي گردد.

كليد واژه ها:
توسعه پايدار، الكترومغناطيس، Dowsing Rod، ژئوتكنيك، آب زيرزميني

Abstract:

The primary objective of the geotechnical study is to determine the spatial condition of underground water and material under the structures which are usually represented in the form of geological profiles, borehole charts and geophysical profiles. (Memarian, 1384).
As we know, in order to determine geotechnical parameters there are some methods such as geophysical and geoelectrical methods, digging boreholes and trenches and so on which are costly and time consuming. Therefore, finding a method to identify primary structural parameters with a much lower cost and in shorter time and with relatively high accuracy is necessary. For this purpose, we use electromagnetic method by the means of Dowsing Rod and GPS. With this method, we started an accurate

survey on a part of Shahrourkola Village in Qaemshar, and the length and width of hidden fractures in the soil profile was determined and drawn in the form of map.

These hidden major and minor fractures are the main cause of a landslide in the area 140 meters long and 150 meters wide at the entrance of the village. This landslide cause damage to 5 residential units, an ancient bath houses, 140 meters of paved roads and garden. The knowledge obtained by field investigation led to propose a better solution to construct more secure structures and to stabilize landslides more effective.

Keywords:
Sustainable Development, Electromagnetic, Dowsing Rod, Geotechnic, Groundwater

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

با افزايش روزافزون جمعيت، شاهد گسترش محدوده شهرها و روستاها هستيم، و اين گسترش از دو جهت در جريان مي باشد: توسعه در سطح و توسعه در ارتفاع كه در هر دو حالت شناخت دقيق ويژگي هاي ساختاري زمين از ضروريات است.
صرفنظر از مبحث مربوط به زلزله كه در جاي خود چالش هاي فراواني براي بحث به همراه دارد، گسترش ساخت و ساز در مناطق با پايداري نسبي قابل قبول مي تواند در توسعه پايدار نقش كارآمدي داشته باشد. در بسياري از مناطق دشتي و تپه ماهوري و حتي كوهپايه اي و كوهستاني، به دليل وجود رسوبات عهد حاضر، نه تنها شكستگيهاي كوچك، بلكه شكستگيهاي متوسط نيز در سطح زمين آثاري ندارند. در نتيجه براي شناختن دقيق اين شكستگيها نياز به ابزار و تجهيزات ويژه اي مي باشدكه البته تهيه آنها بسيار هزينه بر است. به منظور كاهش هزينه ها و همچنين بررسي سريعتر و دقيق تر، از روش الكترومغناطيسي با استفاده از دستگاه كمك گرفته شده است.
هدف از اين مقاله معرفي راهكاري است كه بتوان قبل از بروز هرگونه مخاطرات زمين شناختي در جهت پيشگيري از خسارات و همچنين توسعه پايدار روستاها، مراكز جمعيتي و شهرها اقدام شود و كمك كار مطالعات طرح هاي هادي روستايي و طرح تفضيلي شهرها باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقيق:

روش تحقيق بر مبناي منطق فازي و از طريق الكترومغناطيس مي باشد. مي دانيم كه تكتونيك صفحه اي باعث بروز كوهزايي مي گردد و در فرآيند مربوط به كوهزايي، ساختار گوناگون زمين شناسي اتفاق مي افتد كه از جمله اين ساختارها، گسل هاي اصلي و فرعي و دسته شكستگي هاي كوچك و بزرگ مي باشد. گسل هاي اصلي و فرعي در سطح رويي زمين داراي نشانه هاي بارزي هستند كه قابل تشخيص مي باشد ولي يك سري شكستگي هاي مدفون وجود دارند كه در روي سطح زمين قابل شناسايي نيستند. پهنه و راستاي اين شكستگي ها با ساير نقاط تفاوت قابل تشخيصي ندارد. نه تنها در مناطق دشتي شمال گسل خزر بلكه در مناطق تپه ماهوري و دامنه اي جنوب گسل خزر نيز قابل شناسايي نيستند. عدم تشخيص اينگونه شكستگيها، چالش هاي فراواني را به همراه خواهد داشت.
حال سوال اينجاست كه آيا نمي توان با پهنه بندي خطر ساختارهاي موجود زمين شناختي در مناطق مسكوني، راههاي ارتباطي، اراضي كشاورزي و ... قبل از رسيدن به نقطه بحراني، از خسارات قابل توجه جلوگيري نمود؟ آيا نمي توان با هزينه هاي بسيار كمتر، مسير توسعه مناطق مسكوني و روستايي را علي الخصوص در نقاط دامنه اي به شكل صحيح مديريت كرد؟ آيا بهتر نيست شكستگيهاي مدفون و مشكوك، به درستي شناسايي و در قالب نقشه هاي كاربردي تهيه و به مراجع و دستگاههاي اجرايي مربوطه اعلام گردد تا از بروز خسارات پيشگيري شود؟

در اين مقاله سعي شده نه تنها آشكارسازي اين شكستگي ها در قالب نقشه مشخص شود بلكه پيامدهاي ناشي از شكستگي هاي مدفون در مبحث توسعه روستايي و مراكز جمعيتي مورد بحث قرار گيرد. بدين منظور از دستگاهي به نام Dowsing Rod استفاده شده است. اين دستگاه شامل يك عدد آنتن، يك دسته استوانه اي از جنس برنج و دو عدد بلبرينگ مي باشد. شيوه كار اين دستگاه بر مبناي دريافت امواج الكترومغناطيس ناشي از سفره هاي آب زيرزميني مي باشد.
همانگونه كه مي دانيم علاوه بر تشكيلات زمين شناسي كه داراي تخلخل بافتي قابل توجه هستند، در محل شكستگي ها و زون گسل ها، قابليت تشكيل سفره هاي آب زيرزميني محدود و حتي قابل توجه دور از انتظار نيست و اين پارامتر فاكتور بسيار خوبي براي تشخيص راستاي شكستگي ها بر مبناي امواج الكترومغناطيس ساطع شده از سطح سفره هاي آب زيرزميني خواهد بود.
با استفاده از دستگاه Dowsing Rod و GPS و بررسي ميداني بخشي از روستاي شهرودكلا در محل ورودي روستا، عرصه اي به طول ۵۰۰ متر و عرض ۳۵۰ متر به مساحت تقريبي ۱۷۵۰۰۰ مترمربع انجام شد. در اين بررسي ميداني تعداد ۴۶ نقطه با استفاده از GPS در طرفين شكستگي ها ثبت شد. يك شكستگي مدفون اصلي به عرض ۹ متر و با راستاي N10W شناسايي شد.
اين شكستگي در قسمتي از روستا كه از نظر توپوگرافي به عنوان خط الراس محدوده روستا محسوب مي شود قرار دارد و از منظر موقعيت جغرافيايي، تا قسمت شمالي روستا رهگيري شده و در قسمت جنوبي روستا، تا آبراهه جاري در جنوب شرق روستا پيگيري گرديد. (در اين بررسي تنها ۱۴۰۰ متر از طول شكستگي رهگيري شد). در ادامه بررسي سه شكستگي فرعي منشعب از شكستگي اصلي فوق الذكر شناسايي شد كه راستاي عمومي شكستگي هاي فرعي شرقي- غربي مي باشد.
عرض شكستگي هاي فرعي بين ۵ تا ۶ متر و طول آنها تا ۴۵۰ متر به سمت غرب رهگيري شده است. شكستگي اصلي داراي كد ارتفاعي ۱۸۳ متر در محل امامزاده روستا بوده كه در محل برخورد اولين شكستگي فرعي به ۱۶۰ متر كاهش مي يابد و اين درحالي است كه كد ارتفاعي در محل برخورد شكستگي هاي فرعي با راه آسفالته روستا ۱۳۵ متر مي باشد. شيب عمومي دامنه ۳۰ درجه با جهت غربي كه در انتها به اراضي شاليزاري ختم مي شود. هدف از بيان موارد بالا بيان موقعيت جغرافيايي شكستگي ها نسبت به هم و شرايط توپوگرافي محدوده مورد بررسي مي باشد.
نكته قابل تعمق اين است كه در سال ۱۳۸۶ زمين لغزشي به عرض ۱۴۰ متر و طول ۱۵۰ متر اتفاق افتاده است كه اسكارپ جنوبي آن منطبق بر شكستگي فرعي جنوبي و اسكارپ شمالي آن نيز منطبق بر شكستگي فرعي شمالي بوده است و شكستگي سوم توده لغزشي را به قسمت شمالي – جنوبي تقسيم نموده است. اين زمين لغزش باعث آسيب ديدگي و تخريب ۵ واحد مسكوني، يك دستگاه گرمابه قديمي، ۱۴۰ متر جاده آسفالته، شريان هاي حياتي (آب، برق، مخابرات)، اراضي باغي (مركبات) شده است. در راستاي صحت سنجي عملكرد دستگاه Dowsing Rod نتايج حاصل از پروژه اجرايي ذيل مي تواند گواه مناسبي باشد. به منظور تثبيت توده لغزشي روستاي شهرودكلا، بنياد مسكن انقلاب اسلامي استان با استفاده از اعتبارات اداره كل مديريت بحران استان، يك حلقه چاه به مختصات ۴۰۳۱۴۳۲ عرض شمالي و ۶۶۶۴۱۹ طول شرقي در سيستم UTM تا عمق ۳۰ متري بر روي شكستگي اصلي حفر نموده است. از اين چاه به مقدار ۵۳۵۰ ليتر آب در شبانه روز و ۳۷۴۵۰ ليتر آب در هفته استحصال شده است كه باعث افت سطح ايستابي آب در توده لغزشي به ميزان ۱۴۱۰ سانتي متر شد.

(ميزان افت سطح ايستابي در چاه مشاهده اي كه داخل توده لغزشي حفر گرديد اندازه گيري شده است). همچنين تخريب كامل يك واحد مسكوني واقع بر روي شكستگي فرعي و احداث ترانشه در محل شكستگي كه رسوبات پليوسن را قطع نموده است از ديگر دلايل آشكار سازي شكستگي پنهان توسط دستگاه فوق مي باشد.

تصوير ۱: شكستگي هاي آشكار شده در روستاي شهرودكلاي شهرستان قائمشهر

◇◇◇◇◇◇◇

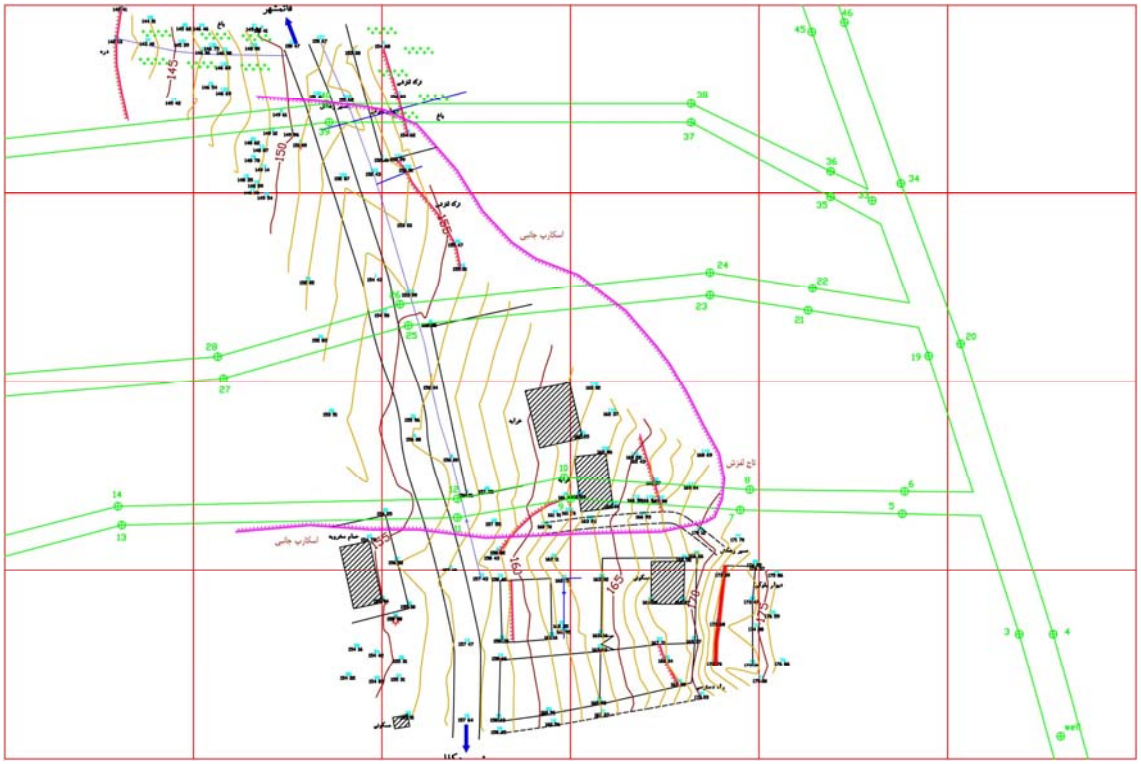
نتایج :

در راستاي بررسي ميداني از محدوده مطالعاتي، با استفاده از دستگاه GPS تعداد ۴۶ نقطه در دوطرف شكستگي هاي اصلي و فرعي ثبت شده است كه به شرح جدول زير مي باشد:

شماره نقطه	x	y	z
۱	۴۰۳۱۳۶۲	۶۶۶۴۳۹	۱۶۷
۲	۴۰۳۱۳۶۲	۶۶۶۴۳۹	۱۶۷
۳	۴۰۳۱۴۳۳	۶۶۶۴۱۹	۱۶۷
۴	۴۰۳۱۴۳۳	۶۶۶۴۲۸	۱۶۷
۵	۴۰۳۱۴۶۵	۶۶۶۳۸۸	۱۶۱
۶	۴۰۳۱۴۷۱	۶۶۶۳۸۹	۱۶۱
۷	۴۰۳۱۴۶۶	۶۶۶۳۴۵	۱۴۷
۸	۴۰۳۱۴۷۱	۶۶۶۳۴۸	۱۴۷
۹	۴۰۳۱۴۶۹	۶۶۶۳۰۰	۱۳۸
۱۰	۴۰۳۱۴۷۵	۶۶۶۲۹۸	۱۳۷
۱۱	۴۰۳۱۴۶۴	۶۶۶۲۷۰	۱۴۰
۱۲	۴۰۳۱۴۶۹	۶۶۶۲۷۰	۱۴۰
۱۳	۴۰۳۱۴۶۲	۶۶۶۱۸۱	۱۱۷
۱۴	۴۰۳۱۱۱۷	۶۶۶۱۸۰	۱۱۷
۱۵	۴۰۳۱۴۴۳	۶۶۶۰۸۷	۱۰۵
۱۶	۴۰۳۱۴۳۷	۶۶۶۰۸۷	۱۰۵
۱۷	۴۰۳۱۴۳۲	۶۶۵۹۸۰	۱۰۵
۱۸	۴۰۳۱۴۳۸	۶۶۵۹۷۸	۱۰۵
۱۹	۴۰۳۱۵۰۷	۶۶۶۳۹۵	۱۵۷
۲۰	۴۰۳۱۵۱۰	۶۶۶۴۰۳	۱۵۷
۲۱	۴۰۳۱۵۱۹	۶۶۶۳۶۳	۱۵۱
۲۲	۴۰۳۱۵۲۵	۶۶۶۳۶۴	۱۵۱
۲۳	۴۰۳۱۵۲۳	۶۶۶۳۳۷	۱۴۶
۲۴	۴۰۳۱۵۲۹	۶۶۶۳۳۷	۱۴۶
۲۵	۴۰۳۱۵۱۵	۶۶۶۲۵۷	۱۴۰
۲۶	۴۰۳۱۵۲۰	۶۶۶۲۵۵	۱۴۰
۲۷	۴۰۳۱۵۰۱	۶۶۶۲۰۸	۱۲۵
۲۸	۴۰۳۱۵۰۷	۶۶۶۲۰۶	۱۲۵
۲۹	۴۰۳۱۴۹۱	۶۶۶۰۸۶	۱۰۴
۳۰	۴۰۳۱۴۹۷	۶۶۶۰۸۶	۱۰۴
۳۱	۴۰۳۱۴۷۹	۶۶۵۹۸۰	۱۰۵
۳۲	۴۰۳۱۴۸۴	۶۶۵۹۸۰	۱۰۵
۳۳	۴۰۳۱۵۴۸	۶۶۶۳۸۰	۱۵۳
۳۴	۴۰۳۱۵۵۶	۶۶۶۳۸۵	۱۵۳
۳۵	۴۰۳۱۵۴۹	۶۶۶۳۶۹	۱۵۱
۳۶	۴۰۳۱۵۵۶	۶۶۶۳۶۹	۱۵۱
۳۷	۴۰۳۱۵۶۹	۶۶۶۳۳۳	۱۴۶
۳۸	۴۰۳۱۵۷۴	۶۶۶۳۳۳	۱۴۶
۳۹	۴۰۳۱۵۶۹	۶۶۶۲۳۶	۱۳۸
۴۰	۴۰۳۱۵۷۴	۶۶۶۲۳۵	۱۳۸
۴۱	۴۰۳۱۵۵۰	۶۶۶۰۶۲	۱۰۵
۴۲	۴۰۳۱۵۵۵	۶۶۶۰۶۱	۱۰۵
۴۳	۴۰۳۱۵۳۵	۶۶۵۹۷۱	۱۰۵
۴۴	۴۰۳۱۵۴۱	۶۶۵۹۷۱	۱۰۵
۴۵	۴۰۳۱۵۹۳	۶۶۶۳۶۴	۱۴۸
۴۶	۴۰۳۱۵۹۶	۶۶۶۳۷۳	۱۴۸

جدول ۱ : نقاط برداشت شده مسير شكستگي ها توسط دستگاه Gps

نتایج حاصل از برداشت توسط دستگاه Dowsing Rod و دستگاه GPS بصورت نقشه زیر ترسیم گردید:



نقشه ۱: نقشه شکستگي ها و سایر عوارض در روستاي شهرودکلاي شهرستان قائمشهر

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

حسب بازديدهاي ميداني از مناطق مختلف سطح استان به ويژه روستاهاي مناطق كوهپايه اي در طي سال هاي اخير در قالب كارگروه تخصصي مخاطرات زلزله و لغزش لايه هاي زمين صورت گرفته نشان مي دهد كه يكي از چالش هاي اساسي، عدم شناخت كافي در مباحث مربوط به زيرساختارهاي زمين شناختي پنهان مي باشد كه چنانچه به درستي شناسايي و عملكرد آن مشخص شود چه بسا از هدر رفت قابل توجهي از سرمايه هاي ملي و همچنين منابع بخش خصوصي و مردمي پيشگيري گردد.

پيشنهادات كلي و عمومي:

۱- شناسايي دقيق شكستگي هاي پنهان موجود در بافت روستايي در قالب مطالعات طرح هادي روستاها به وسيله دستگاه Dowsing Rod

۲- شناسايي دقيق اين شكستگي ها در مسير راه هاي اصلي و فرعي سطح استان به منظور پيشگيري از بروز زمين لغزش ها در محور راه ها

۳- شناسايي دقيق شكستگي هاي مدفون در مناطق شهري به منظور پيشگيري از نشست سازه ها.

۴- استفاده از اين روش در شناخت آبهاي زيرزميني به منظور ساماندهي مناسب حفر چاه آب شرب و كشاورزي.

۵- از جمله مزاياي استفاده از دستگاه Dowsing Rod نسبت به ساير روش ها (ژئوفيزيك، ژئوالكتريك و ...)، بررسي كاملا ميداني در كوتاهترين زمان و هزينه پايين مي باشد. بعلاوه اينكه در ساير روش ها با اين سرعت و دقت نمي توان شكستگي هاي پنهان را آشكار ساخت.

پيشنهادات اختصاصي براي منطقه مورد بررسي:

۱- عدم ساخت و ساز بر روي مسير شكستگي هاي مشخص شده روي زمين

۲- در حال حاضر زمين لغزش فعال بوده و نشانه آن نشست راه آسفالته مي باشد كه هرچند وقت يكبار بازسازي مي شود، لذا نياز به اجراي زهكش در بالادست جاده به عمق سطح لغزش مي باشد.
۳- احياي چاه احداثي بر روي شكستگي اصلي كه بطور خودكار آب ذخيره شده را از توده لغزشي دور نمايد.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدير و تشكر:

از زحمات پدر بزرگوارم و همچنين آقاي مسيبي، دهيار روستاي شهرودكلا كه در بازديد و بررسي ميداني و برداشت زميني با اينجانب و تيم همراهم همكاري لازم را داشتند كمال تشكر و قدرداني را دارم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

۱- عليزاده، الف.، ۱۳۸۷، "اصول هيدرولوژي كاربردي"، دانشگاه اما رضا، مشهد
۲- مدني، ح.، ۱۳٦۷، "زمين شناسي ساختماني و تكتونيك"، جهاد دانشگاهي، تهران
۳- معماريان، ح.، ۱۳۸٤، "زمين شناسي مهندسي و ژئوتكنيك"، دانشگاه تهران، تهران

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

شناسایی مناطق سیل خیز با استفاده از ویژگی های هندسی در حوضهٔ صادق آباد شهرستان آباده در استان فارس

◇◇◇◇◇◇◇

نویسندگان:
۱- یاسر مقامی، کارشناسی ارشد سنجش از دور و **GIS** ، دانشگاه تهران
Yaser Maghami, M.A. in RS and GIS, university of Tehran
Maghami39@yahoo.com تلفن تماس: ۰۹۱۷۱۵۰۲۹۰۵
۲- سیامک شرفی ، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تهران و مدرس گروه علوم جغرافیایی دانشگاه لرستان
Siyamack Sharafi, M.A. in Geomorphology, university of Tehran
sharafi.s64@gmail.com تلفن تماس: ۰۹۱۶۳۹۸۸۷۲۳

چکیده :

سیل یکي از پدیده هاي پیچیده و مخرب طبیعي است که خسارات سالیانه قابل توجهي را بدنبال دارد. مجموعه متغیرهاي موجود در هر حوضه (اقلیمي، مرفولوژیکي، هیدرولوژیکي و سطحي) با یکدیگر ارتباط داشته و اثرات متقابلي روي همدیگر دارند که بعضي از اجزاي آنها نقش افزایندگي و بعضي نقش کاهندگي در بروز سیلاب دارند. در این تحقیق حوضه آبخیز صادق آباد شهرستان آباده در استان فارس مورد مطالعه قرار گرفته است. هدف از این تحقیق شناسایی مناطق سیل خیز در این حوضه با استفاده از برخی پارامترهای هندسی موثر در بروز سیلاب می باشد. به همین منظور ابتدا نقشه های پایه حوضه مورد مطالعه تهیه گردید. در ادامه ٤ فاکتور کاربری اراضی، سازندهای زمین شناسی، شیب و ضریب فشردگی به عنوان عوامل مهم در بروز سیلاب شناسایی شدند. سپس مناطق مسکونی و اراضی مرتعی با پوشش ضعیف، سازندهای آبرفتی، شیب کمتر از ٥ درصد و ضریب فشردگی بین۳/۱-۱ در این ٤ فاکتور به عنوان مناطق سیل خیز معرفی شدند. سپس لایه های به دست آمده در هم ضرب شده و نقشه پهنه بندی سیلاب حوضه مورد مطالعه به دست آمد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که مناطق سیل خیز در مراتع با پوشش ضعیف در اطراف مناطق شهری واقع شده اند.

کلید واژه ها: سیل، ویژگی های هندسی، پهنه بندی، حوضه صادق آباد

Abstract:

Identification of flood prone areas using geometric attribute Sadegh Abad in the basin Abadeh city in Fars province

Complex and devastating floods are natural phenomenon that leads to substantial annual losses. Set of variables relate to one another in each basin and interactions with the other components, some of them increasing and some attenuation of the flood risk. sadegh Abad in the study catchment Abadeh city in Fars province was studied. The purpose of this study was to identify areas prone to flooding in the basin using some geometric parameters affecting the flood risk. Therefore, the base map of the study area was prepared. Then, four factors, land use, geology, slope and compression ratio was identified as important factors in the flood risk. The residential areas with poor coverage and pasture lands, alluvial formations, slopes less than 5% compression rate between 3/1-1 in these four factors were identified as flood prone areas. The layers obtained by multiplying the flood zonation map of the study area were obtained. The results of this study show that low coverage grassland areas prone to flooding in urban areas are located.

Keywords :(flood, geometric attribute, zonation, sadegh abad basin)

مقدمه :

سيل يكي از پديده هاي پيچيده و مخرب طبيعي است كه خسارات ساليانه قابل توجهي را بدنبال دارد. طبق آمار سازمان ملل متحد در یک دهه در ۱۳۰ مورد رویداد بزرگ بیش از ٦١٠٣ نفر تلفات انسانی و ۹/۰٦ میلیارد دلار خسارت اقتصادی محسوس بجا گذاشته است(افشار، ١٣٨٤، ص٢). توزیع وقوع سیلاب در نقاط مختلف جهان از سال ١٩٧٤ تا ٢٠٠٧ نشان می دهد که کشور ما در بین مناطق متوسط از نظر وقوع سیلاب قرار دارد(بزرگی و همکاران، ١٣٨٥، ص ٦٤).

سیل هنگامی اتفاق می افتد که کانال رودخانه نتواند ظرفیت طغیان را تحمل نماید. بطور كلي مي‌توان گفت مجموعه متغيرهاي موجود در هر حوضه (اقليمي، مرفولوژيكي، هيدرولوژيكي و سطحي) با يكديگر ارتباط داشته و اثرات متقابلي روي همديگر دارند كه بعضي از اجزاي آنها نقش افزايندگي و بعضي نقش كاهندگي در بروز سيلاب دارند. تخريب شديد منابع طبيعي و تغيير كاربري اراضي نيز موجب شده است كه سيلاب ها سال به سال چه از نظر تعداد و وقوع و چه از نظر شدت خسارات افزایش یابد(اریک[1]، ١٩٩٩).

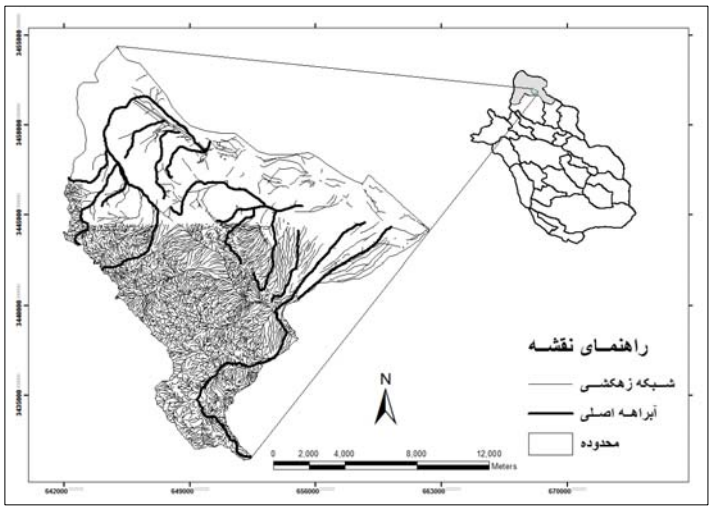
بررسی آمار و اطلاعات خسارات سالانه ناشی از وقوع سیلاب ها در ایران و جهان بیانگر گستردگی صدمات ناشی از سیلاب به منابع طبیعی، انسانی، و اقتصادی مناطق مختلف می باشد. لذا تدوین برنامه ای جامع با هدف مهار ، کنترل و بهره برداری بهینه با اعمال اقدامات مدیریتی، متناسب با کلیه عوامل دخیل در ایجاد و طغیان سیلاب های منطقه ای ضروری می باشد(وهابی، ١٣٨٤، ص ٣٤). همچنین ایجاد مدیریت پایدار در امر کنترل سیل می تواند در کاهش اثر خطر سیل در آینده بسیار موُثر باشد (کارتر[2]، ٢٠٠٩).

از جمله اقدامات مدیریتی که می تواند نقش به سزایی در کاهش خسارات ناشی از وقوع سیلاب داشته باشد، پهنه بندی خطر سیل و تعیین نقاط حادثه خیز سیل می باشد. با توجه به اهمیت پدیده سیل و تعیین نقاط سیل خیز، تا کنون در بسیاری از نقاط جهان و کشور ما مطالعات متعددی انجام گرفته است. از جمله این تحقیقات می توان به کارهای سلیمانی و همکاران(١٣٨٧)، غیاثی و همکاران(١٣٨٣)، باری و همکاران[3] (١٩٨٦)، ریچارد و همکاران[4] (١٩٩٩)، لوکاس و همکاران[5] (٢٠٠٠)، اسلام و همکاران[6] (٢٠٠٠) اشاره نمود که با استفاده از روش های مختلف به بررسی سیل پرداختند.

بنابراين با توجه به توضيحات داده شده، هدف از اين تحقيق نيز شناسايي عوامل موثر در سيل خيزي حوضه و تعيين نقاط سيل خيز حوضه آبخيز صادق‌آباد به وسعت ٢٠٦ كيلومتر مربع در مجاورت شهرستان آباده می باشد. از نظر تقسيمات سياسي- اداري، حوضه آبخيز مورد مطالعه در چارچوب مرزهاي سياسي استان فارس قرار دارد. حوضهٔ مورد مطالعه در محدوده عرض جغرافيايي "٠٠ '٠٠ °٣١ تا "٠٠ '١٥ °٣١ شمالي و طول جغرافيايي "٠٠'٣٠ °٥٢ تا " ٠٠ ' ٤٥ °٥٢ شرقي واقع شده است. اين حوضه از جهات شمال، شمال غرب و شمال شرق به دشت و زمينهاي نسبتاً هموار و اراضي زراعي موجود در اطراف شهرهاي آباده و صغاد منتهي مي‌شود. حداكثر ارتفاع حوضه ٣٠٤٠ متر و حداقل ارتفاع آن ١٩٨٩ متر است. ميانگين وزني ارتفاع حوضه ٢٢٢٤/٧ متر مي‌باشد و محدوده ارتفاعي ٢١٠٠- ٢٠٠٠ متر بيشترين مساحت از سطح حوضه را تشكيل مي‌دهد. متوسط بارش سالانه آن حدود ١٥٦/١٥ ميليمتر مي‌باشد. شكل(١) موقعيت منطقه مورد مطالعه و جدول (١) نيز خصوصيات فيزيوگرافی زير حوضه ها را نشان می دهد.

---

[1] - Eric
[2] - Carter et al.
[3] – Barry et al.
[4] - Richard et al.
[5] -Loukas et al.
[6] – Islam et al.



شکل(۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان فارس

جدول ۱: خصوصیات فیزیوگرافی زیر حوضه ها

زیر حوضه	مساحت	محیط	حداکثر ارتفاع	حداقل ارتفاع	ضریب فشردگی	شیب متوسط
۱	٦٨/٦	٤٦/٦	٣٠٤٠	٢١٣٠	١/٦	١٣/١
٢	٣/٧	٧/٨	٢٥٨٠	٢١٨١	١/١	١١/٧
٣	٦/٤	١٥/٢	٢٥٦٠	٢١٩٢	١/٧	١٢/٩
٤	٢/٣	٧/٣	٢٣٨٠	٢١٩٥	١/٤	٩/٥
٥	١٤/٨	١٩	٢٥٦٠	٢٢٢٢	١/٤	٩/٣
٦	٢/٣	٨/٨	٢٣٦٠	٢١٨٠	١/٦	٨/٨
٧	١٠/٥	١٦/٤	٢١٤٠	١٩٨٩	١/٤	١/٣
٨	٧/٧	١٣/٨	٢٢٨٠	٢٠٤٩	١/٤	١/٩
٩	٧/٤	١٢/٣	٢٤٠٠	٢٠٤٩	١/٣	٧/٦
١٠	٣	١٠/٢	٢٤٠٠	٢٠٦٥	١/٧	٩
١١	٢/٢	٦/٤	٢٣٦٠	٢٠٥٦	١/٢	٧/٧
١٢	٧/٣	١٣/٥	٢٤٢٠	٢٠٤٧	١/٤	٨/٧
١٣	٥/٢	١٠/٨	٢٣٢٠	٢٠٦٠	١/٣	٧/٦
١٤	٣/٦	٩/٩	٢٤٢٠	٢٠٩٩	١/٥	٥/٣
١٥	٤/٩	٨/٩	٢٣٦٠	٢١٠٦	١/١	٩/٣
١٦	٢٠	٢٥/٢	٢٣٢٠	٢٠٨٠	١/٦	٣/٥
كل	٢٠٦/٣	٧٧/٩٤	٣٠٤٠	١٩٨٩	١/٥٣	٧/٦٧

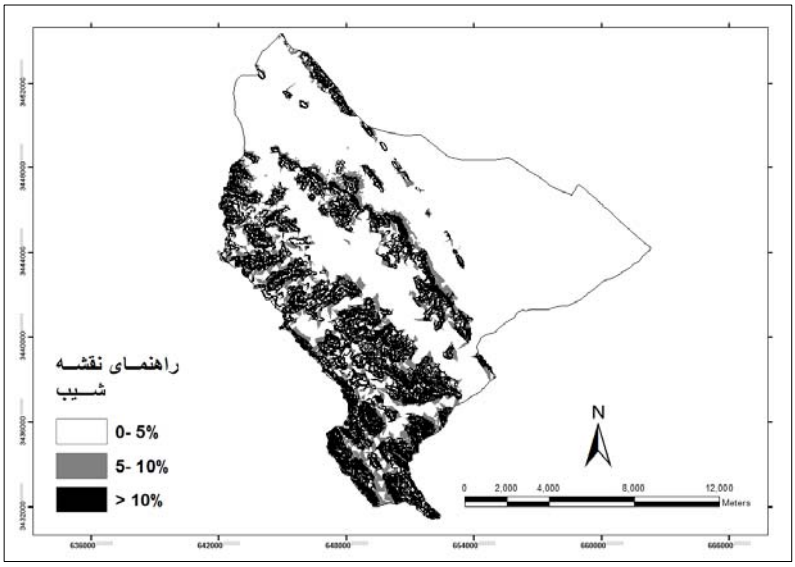
روش تحقیق:

پهنه بندی خطر سیل ابزاری اساسی جهت مدیریت کاهش خطرات سیل می باشد. گروه بندی سیلاب دشت ها ممکن است بر اساس معیارهای هیدرولیکی، خطرات سیل، کاربری اراضی و یا برنامه های توسعه انجام گیرد(تلوری، ١٣٧٦). برای تهیه نقشهٔ سیل خیزی حوضهٔ مورد مطالعه از نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی، شیب، کاربری اراضی و نقشه ضریب فشردگی زیر حوضه ها استفاده شده است. در ابتدا نقشه های زمین شناسی، توپوگرافی، کاربری اراضی و نقشهٔ زیرحوضه ها در نرم افزار Arc GIS رقومی گردید. سپس با استفاده از این نرم افزار نقشهٔ شیب منطقه تهیه شد. هم چنین با داشتن مساحت و محیط هر یک از زیر حوضه ها، مقدار ضریب فشردگی برای بررسی شکل هر یک از زیر حوضه ها به دست آورده شد. پس از بررسی نقشه های مذکور، مناطق زیر به عنوان مناطق سیل خیز در نظر گرفته شد. این مناطق شامل مناطق آبرفتی در نقشه های زمین شناسی، شیب زیر ٥ درصد، مناطق

مسکونی و مراتع با پوشش ضعیف در نقشه کاربری اراضی و ضریب فشردگی بین ۱/۳-۱ در زیر حوضه ها. در نهایت تمامی لایه ها در هم ضرب گردید و نقشه پهنه بندی مناطق سیل خیز به دست آمد.

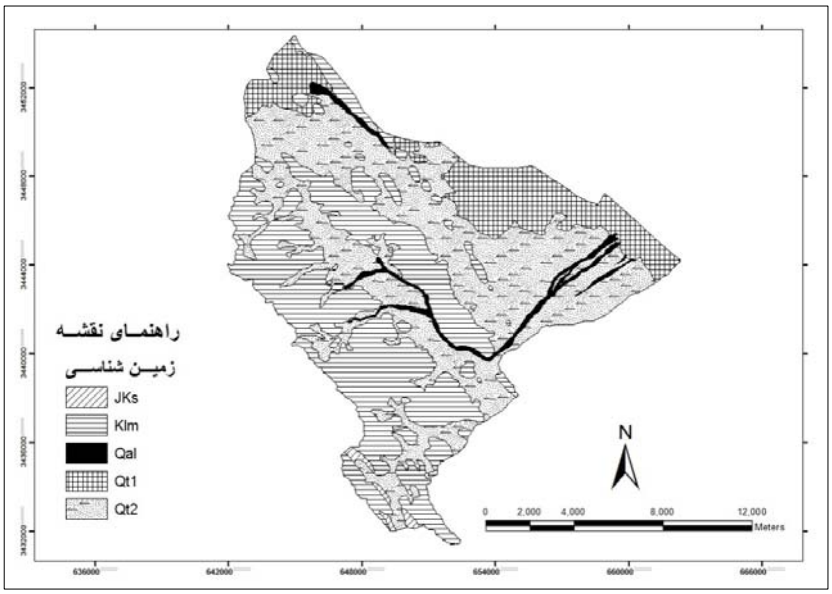
نتایج :

پس از مشخص نمودن متغیرهای موثر بر سیلاب، اقدام به تهیهٔ نقشه های هر متغیر در محیط نرم افزاریArc GIS گردیده است. خلاصه ای از این روش برای تعیین مناطق سیل خیز در حوضهٔ مورد مطالعه در زیر ارائه گردیده است.
در ابتدا حوضهٔ مورد مطالعه با استفاده از شبکه زهکشی و خط الراس ارتفاعات، به ۱۵ زیر حوضه تقسیم گردید(شکل ۵). سپس برای تهیه نقشهٔ سیل خیزی محدوده مورد مطالعه، نقشه های مورد نیاز جمع آوری گردید.
از نقشه های توپوگرافی رقومی $\frac{1}{50000}$ برای تهیه نقشهٔ شیب محدوده مورد مطالعه مورد استفاده شده است. پس از تهیه نقشه شیب و بررسی سیل خیزی منطقه، سیل خیزترین مناطق در این حوضه در شیب های کمتر از ۵ درصد مشاهده گردید. بنابراین در بررسی عامل شیب، فقط شیب بین ۱ تا ۵ درصد به عنوان نقاط سیل خیز معرفی گردید(شکل ۲).



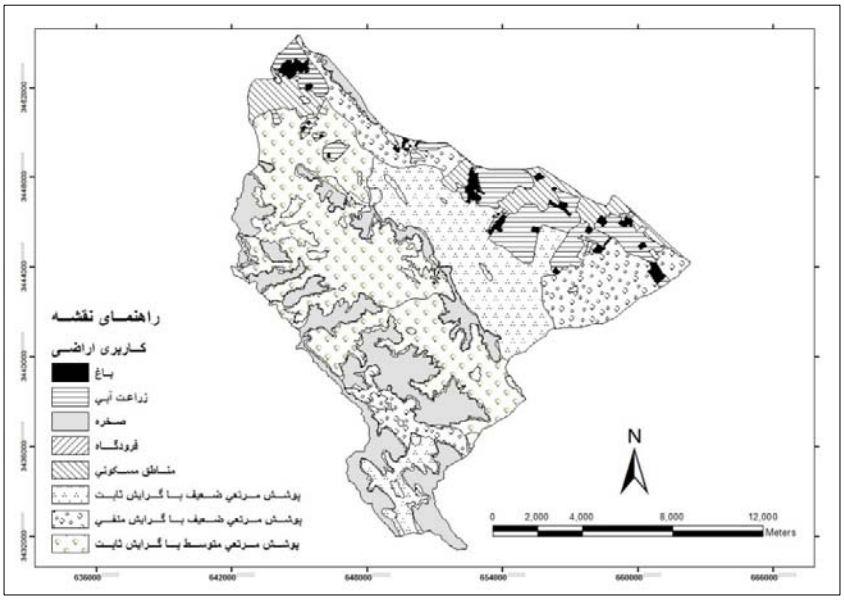
شکل ۲: نقشه شیب محدودهٔ مورد مطالعه

با استفاده از نقشهٔ زمین شناسی $\frac{1}{100000}$ حوضهٔ مورد مطالعه، ابتدا واحدهای زمین شناسی محدودهٔ حوضه در نرم افزار Arc GIS رقومی گردید. سپس با توجه به وجود گسترش سازندهای آبرفتی در مناطق سیل خیز حوضه، این سازندها به عنوان مناطق سیل خیز حوضه در نظر گرفته شدند(شکل ۳).



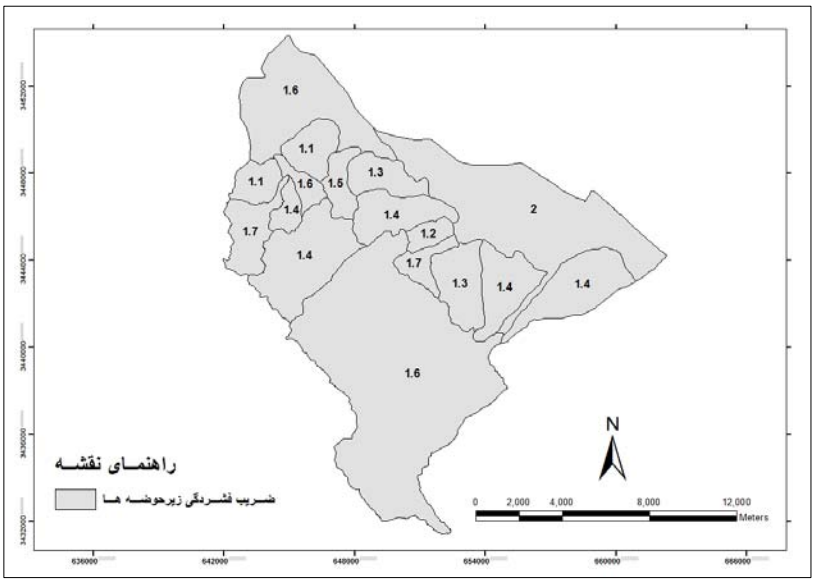
شکل ۳: سازندهای زمین شناسی محدودهٔ مورد مطالعه

کاربری اراضی به عنوان یکی از مهمترین عوامل در سیل خیزی در تمام مناطق دنیا معرفی شده است. برای بررسی کاربری اراضی در محدودهٔ مورد مطالعه، از نقشهٔ کاربری اراضی منطقه استفاده شده است. در این نقشه مناطق مسکونی و مراتع با پوشش ضعیف به عنوان مناطق سیل خیز شناخته شدند(شکل ٤).



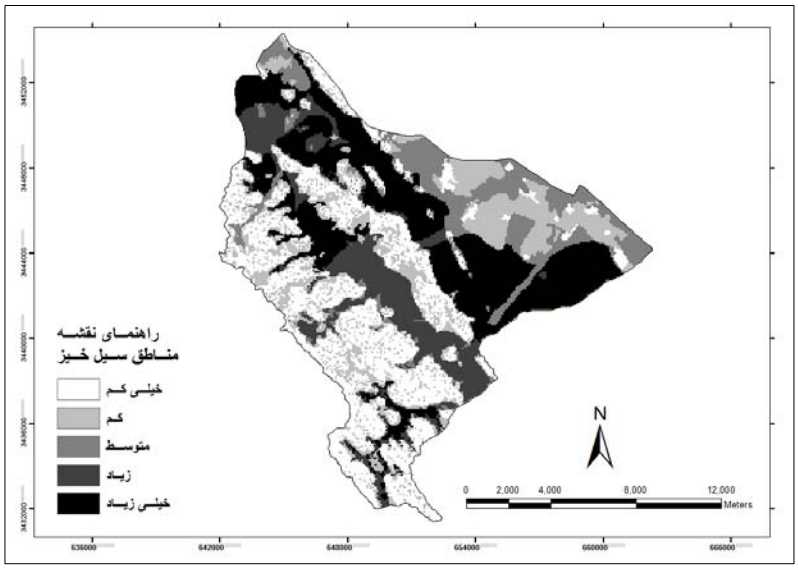
شکل ٤: کاربری اراضی حوضه مورد مطالعه

در نهایت باتوجه به اینکه بررسی شکل حوضه ها می تواند بیانگر مناطق سیل خیز باشد، ضریب فشردگی هر یک از زیر حوضه ها با توجه به محیط و مساحت آنها به دست آمد. سپس ضریب فشردگی بین ۱ تا ۱/۳ که بیانگر شکل حوضه ها از دایره ای تا مثلثی شکل می باشد، به عنوان مناطق سیل خیز در نظر گرفته شدند. ذکر این نکته لازم است که هرچه ضریب فشردگی کمتر باشد، نشانگر سیل خیزی حوضه می باشد. (شکل ٥).



شکل ۵: ضریب فشردگی زیر حوضه ها

در پایان پس از تهیه لایه های مورد و تبدیل آنها به لایه های رستری[۷]، این لایه ها در هم ضرب و در نهایت نقشهٔ پهنه بندی مناطق سیل خیز در این حوضه به دست آمد(شکل ٦).



شکل ٦: نقشه مناطق سیل خیز در حوضه مورد مطالعه

نتیجه گیری :

پارامترهای هندسی مانند مساحت، محیط، شیب، ارتفاع، ضریب فشردگی، کاربری اراضی و سازندهای زمین شناسی و غیره نقش تعیین کنندهای در بروز سیلاب دارند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که پارامترهای هندسی می توانند تعیین کنندهٔ مناطق سیل خیز در حوضه آبخیز مورد مطالعه باشند. با توجه به نقشه نهایی پهنه بندی خطر سیل و تحلیل های انجام شده، زیر حوضه های ۹، ۱۱، ۱۳ به

[7] -Raster

عنوان مناطقی با شدت سیل خیزی خیلی زیاد شناخته شد. زیر حوضه های ۷ و ۸ و قسمت هایی از زیر حوضه های ۲، ۱۲، ۱۵ و ۱۶ از نظر شدت سیل خیزی در رده بعدی قرار می گیرند. این مناطق از نظر زمین شناسی در سازندهای آبرفتی و از نظر کاربری اراضی، در مراتع با پوشش ضعیف و اکثرا نواحی اطراف شهرها می باشند. مناطق شهری با وجود داشتن پتانسیل بالای تولید رواناب، در نقشهٔ پهنه بندی خطر سیل، با شدت سیل خیزی کم مشخص شده اند که دلیل آن را می توان ضریب فشردگی بالای آن(حدود ۲) دانست. زیرا با افزایش مقدار ضریب فشردگی، شدت سیل خیزی کمتر می شود. البته نباید از نظر دور دانست که شیب عمومی حوضه به سمت مناطق شهری می باشد و سهم قابل توجهی از رواناب حوضه به سمت شهر جریان می یابد که این ناحیه را با مشکل مواجه می سازد. لازم به ذکر است در حاشیهٔ شهر با احداث سیل بند، رواناب به خارج از حوضه منتقل شده و شهر را با خطر مواجه نمی سازد. در مناطق شهری نیز با احداث کانالهای انتقال آب، سیلاب را به مسیل پشت شهر منتقل می کند.

منابع فارسي :

افشار، ع.،۱۳۸۴،" مدل مدیریت به روز کنترل سیلاب"، نشریه مدیریت به روز کنترل سیلاب، چاپ اول.
بزرگی، ب و ابراهیمی لویه، ع.، ۱۳۸۵، "بررسی نقش آموزش و ارتباطات در ارتقاء آگاهی های عمومی با هدف مدیریت ریسک سیلاب"، کارگاه فنی همزیستی با سیلاب.
تلوری، ع.، ۱۳۷۶، "مدیریت مهار سیلاب و کاهش خسارات سیل"، کارگاه آموزشی- تخصصی مهار سیلاب رودخانه ها.
سلیمانی، ک.، بشیر گنبد، م.، موسوی، س.، خلیقی، ش.، ۱۳۸۷،" پتانسیل تولید سیل در حوضه های آبخیز با استفاده از مدل HEC- HMS در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی(مطالعه موردی حوضه معرف کسیلیان)"، پژوهش های جغرافیا طبیعی، (شماره ۶۵).
غیاثی، ن.، عرب خدری، م.، غفاری، ع.، ۱۳۸۳، "بررسی تاثیر برخی ویژگی هندسی آبخیزها بر سیلاب های حداکثر لحظه ای با دوره برگشت های مختلف"، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، (شماره ۶۲).
وهابی، ج.، ۱۳۸۵، "پهنه بندی خطر سیل با استفاده از مدل های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی(مطالعه موردی طالقان رود)"، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، (شماره ۷۱).

Barry, P. R & ,.P. Wigington Jr., 1986. *"Surface runoff from south eastern Oklahoma forested watersheds"*, Proc.Ocla.Acad.Sci, 66: 7-13.

Eric Tate , M.S.E. 1999. *"Flood plain mapping using HEC–RAS and ArcView GIS Bureau of Engineering Research"* ,The University of Texas at Austin J. Pickle Research Campus , Austin , TX 78712-4497.

Islam, M., & Sado, K., 2000." *Development of flood hazard maps Bangladesh using NOAA-AVHRR images with GIS*", Hydrological sciences-Journal, 45(3), pp337-355.

Jeremy G, Carter, Iain White, Juliet Richards, 2009. "*Sustainability appraisal and flood risk management"*, Environmental Impact Assessment Review Journal. No. 29. P.7-14.

Loukas, A., L. Vasiliades, N. R. Dalezios., 2000. *"Flood producing mechanisms identification in southern British Cloumbia, Canada"*, Journal of Hydrology, Vol. 227, PP:218-235

Richard A. et al, 1999. *"flood plain determination using Arc View and HEC- RAS"*, www.esri.com/library/userconf/proc99/procced/papers/pap808.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

کنترل سیلاب از طریق احداث سد

محمود یخکشی[۱]، محمدرضا مددی*[۲]، مجید رحیم‌پور[۳]، شهرام کریمی گوغری[۳]

۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲ دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳ استادیار بخش مهندسی آب، دانشگاه شهید باهنر کرمان

(* نویسنده مسئول: Mohamad_reza_madadi@yahoo.com)

چکیده :

در این تحقیق با استفاده از مدل‌های تحلیل رودخانه(HEC-RAS) و سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) و بهره‌گیری از نرم‌افزار Google Earth، به پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ سال در رودخانه نرمآب واقع در استان گلستان پرداخته شد. سپس تاثیر احداث سد نرماب بر روی پهنه سیلاب در اراضی پایین‌دست مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور سناریوهای مختلفی برای حجم ذخیره سیلاب سد مذکور مورد بررسی قرار گرفت و پهنه سیل در هر حالت پیش‌بینی شد. نتایج نشان داد که احداث سد نرمآب با حجم ذخیره سیلاب ٦ میلیون متر مکعب، می‌تواند تا ۷۵/۱ درصد از مساحت سیل-گرفتگی سیلاب ۵۰ ساله و تا ٤۰/۷ درصد از مساحت سیل ۱۰۰۰ ساله بکاهد.

کلید واژه ها: کنترل سیل، سد مخزنی نرمآب، استان گلستان، HEC-RAS، GIS

Flood Control by Construction of Dam

M. Yakhkeshi[1], M.R. Madadi*[2], M. Rahimpour[3], Sh. Karimi googhari[3]

1 M.Sc. Graduated, Dep. of Water Eng., Gorgan Agricultural and Natural Resources University
2 Ph. D. Candidate, Dep. of Water Eng., Shahid Bahonar university of Kerman
3 Assistant professor, Dep. of Water Eng., Shahid Bahonar university of Kerman

(Corresponding author: Mohamad_reza_madadi@yahoo.com)

Abstract

In this study, using River Analysis Systems(HEC-RAS) and Geographic Information System(GIS) and utilizing Google-Earth software, the floodplain with frequency of 50, 100, 500 and 1000 years investigated at Narmaab River of Golestan. Then, the effect of construction of Narmaab Dam on reducing the flood plain at downstream lands has been studied. Several scenarios were defined for dam flood storage volume and in any case, the flood inundated area was estimated. The results showed that the construction of Narmaab Dam with a flood storage volume equal to 6 million cubic meters can reduce the flooded area about %75.1 and %40.7 for flood with frequency of 50 and 1000 years respectively.

Keywords: Flood Control, Narmaab Storage Dam, Golestan Province, HEC-RAS, GIS.

مقدمه :

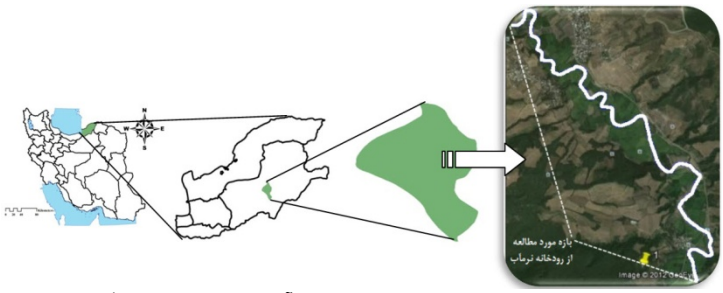
سیل یکی از پدیده‌های پیچیده و مخرب طبیعی است که هر ساله در نقاط مختلف جهان و کشور خسارت‌های جانی و مالی فراوانی به بار می‌آورد. طبق تعریف، سیلاب افزایش سریع و کوتاه مدت ارتفاع سطح آب یک رودخانه نسبت به مقادیر عادی تا رسیدن به اوج است که از آن پس با سرعت کمتری کاهش می‌یابد[۱۱]. آمارهای سیل در ایران نشاندهنده وقوع فزاینده این پدیده در طی دهه‌های اخیر بوده است[۳]. روش‌های کنترل سیل به طور کلی به دو بخش اقدامات سازه‌ای و غیر سازه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند[٤]. احداث سد یکی از روش‌های سازه‌ای می‌باشد که نقش مهمی در کنترل سیلاب دارد. یک سد با ذخیره کردن مقداري از حجم سیلاب باعث کاهش ارتفاع موج سیل شده و خطر سیلاب را در نواحی پایین‌دست کاهش می‌دهد. در زمینه کاربرد مدل‌های هیدرولیکی و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در پهنه‌بندی سیلاب مطالعات متعددی در نقاط مختلف جهان صورت گرفت. بیورز(۱۹۹٤) اولین فعالیت‌ها را در زمینه برقراری پیوند بین مدل‌های هیدرولیکی و GIS انجام داد. لیانگ و موهانتی(۱۹۹۸) در منطقه ماهاندای اوراسیای هندوستان، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی اقدام به پهنه‌بندی سیل کرده و مدیریت سیل بر اساس این نوع پهنه‌بندی را روش غیر سازه‌ای مفید در کنترل سیل معرفی کردند. ایکرمن و همکاران(۱۹۹۹) از HEC-Geo-RAS به عنوان برنامه مرتبط‌کننده ArcView و HEC-RAS استفاده کردند که از آن به منظور استخراج اطلاعات جغرافیایی مورد نیاز HEC-RAS استفاده می‌شود. سوریا و موگال(۲۰۱۱) در یک مطالعه موردی در حوضه آبریز تیروسولام هند با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS تاثیر تغییر کاربری اراضی تحت تاثیر توسعه شهرنشینی را بر نقشه خطر سیل مورد مطالعه قرار دادند. در ایران نیز حسین زاده(۱۳۸۳) به پهنه‌بندی سیل رودخانه لاین‌سو واقع در شمال خراسان با دوره بازگشت ۱۰ تا ۲۰۰ سال پرداخت. نتایج کار او نشان داد که تلفیق سامانه اطلاعات جغرافیایي با مدل HEC-RAS در تحلیل مناطق سیل‌گیر بسیار توانمند و کارا است. زرگر و معصومی‌نژاد(۱۳۹۰) با مطالعه بر روی رودخانه چناران بجنورد، کاربرد GIS را در تعیین حد حریم و بستر رودخانه‌ها مورد بررسی قرار دادند و به پهنه‌بندی سیلاب در سطح این رودخانه پرداختند. در این تحقیق ابتدا به پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف در رودخانه نرمآب پرداخته شد و سپس تاثیر احداث سد مخزنی نرمآب بر پهنه‌بندی سیلاب بررسی گردید.

مدل‌های به کار رفته در این تحقیق

در این تحقیق از نرم افزارهای HEC-RAS (جهت انجام محاسبات هیدرولیکي رودخانه و بررسی وضعیت جریان) نرم‌افزار GIS (جهت تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات جغرافیایی)، نرم‌افزار HEC-GeoRAS (الحاقیه-ای در بسته نرم‌افزاری ArcView GIS است که برای پردازش داده‌های زمینی در سیستم تحلیل رودخانه(HEC-RAS) و تهیه لایه‌های ورودی به HEC-RAS در محیط ArcView GIS به کار می‌رود) و نرم‌افزار Google Earth (برای مشاهده سه بعدی سیلابدشت) استفاده گردید.

منطقه مورد مطالعه

رودخانه نرماب در قسمت غربی حوزه رودخانه چلی‌چای واقع در استان گلستان می‌باشد که از نواحی کوهستانی-جنگلی جنوب حوزه گرگانرود سرچشمه می‌گیرد و به رودخانه چلی‌چای در خروجی شهر مینودشت می‌پیوندد. محدوده مطالعاتی در این تحقیق، قسمتی از رودخانه به طول ۵ کیلومتر با شیب طولی متوسط ۰/۰۰٦۲ می‌باشد که از محل سد مخزنی نرمآب شروع شده و تا محل اتصال به رودخانه چلی‌چای ادامه دارد. شکل ۱ موقعیت رودخانه نرمآب را نشان می‌دهد[۵].



شکل ۱- موقعیت رودخانه نرمآب واقع در استان گلستان

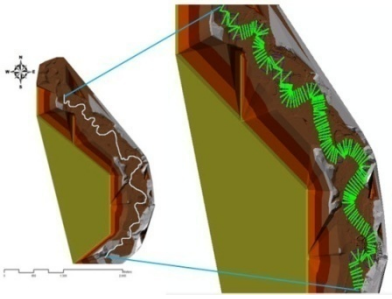
مشخصات سد مخزني نرماب

سد مخزنی نرمآب با ارتفاع ٦۰ متر و طول تاج ۸۰۷ متر از نوع سدهای خاکی همگن می‌باشد که در شمال ایران و در فاصله ۱۲۰ کیلومتري گرگان و ٤/۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان مینودشت در حال

احداث می‌باشد. این سد با داشتن سرریزی با طول تاج ۳٤ متر قادر است ۱۱۵/۳ میلیون مترمکعب آب را در تراز نرمال خود ذخیره کند[٥].

روش تحقیق

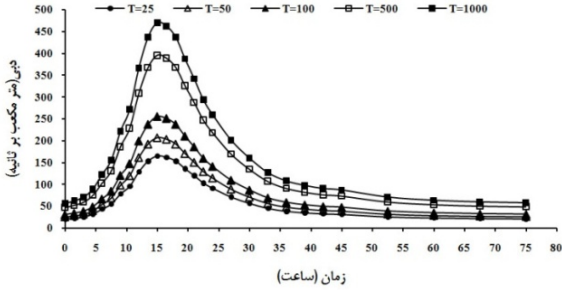
پس از تهیه نقشه‌های رقومی حوضه با مقیاس ۱:۱۰۰۰، پلان رودخانه تهیه و در محیط اتوکد اقدام به تصحیح و انجام اصلاحات لازم بر روی آن‌ها شد. سپس این نقشه‌ها در محیط ArcView باز و نقشه TIN رودخانه مورد نظر تهیه گردید(شکل٤). لایه TIN در واقع مبنای استخراج خطوط تراز و لایه‌های مورد نیاز HEC-RAS است. سپس با استفاده از الحاقیه HEC-Geo RAS به شبیه‌سازی هندسی رودخانه و ایجاد لایه‌های HEC-RAS در محیط ArcView پرداخته شد. این لایه‌ها شامل خط مرکزی جریان، سواحل کانال اصلی، خطوط تمرکز سیل‌راه و خطوط برش مقاطع عرضی می‌باشند(شکل ۲). گام بعدی انتقال اطلاعات تولید شده در محیط GIS به مدل هیدرولیکی HEC-RAS است که با استفاده از HEC-Geo RAS صورت می‌گیرد. مرحله بعد باز کردن و تکمیل مشخصات هندسی رودخانه در محیط HEC-RAS می‌باشد. در این مرحله مشخصات هیدرولیکی و هیدرولوژیکی جریان رودخانه نظیر سازه‌های متقاطع مسیر، ضرایب افت انرژی، شرایط مرزی بالادست و پایین‌دست، نوع رژیم جریان، دبی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف و



شکل۲- نمایش نقشه TIN منطقه و خطوط مقاطع عرضی ایجاد شده در طول رودخانه توسط HEC-GeoRAS

ضریب زبری مانینگ به مدل هیدرولیکی HEC-RAS وارد می‌شود. لازم به ذکر است که در این تحقیق ضریب زبری مانینگ پس از بازدید محلی با استفاده از رابطه کاون بدست آمد. در گام بعدی نتایج نرم‌افزار HEC-RAS به GIS منتقل شد و به کمک آن نقشه‌های مربوط به پهنه‌بندی سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف بدست آمد. پهنه‌های سیلاب بدست آمده وارد محیط نرم‌افزار Google Earth شد و نقشه‌های سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف در محیط واقعی به نمایش گذاشته شد. در این نرم‌افزار کاربری اراضی اطراف رودخانه و جاده‌ها و سایر شاخص‌های جغرافیایی به خوبی قابل نمایش است. در ادامه اهم اقدامات صورت گرفته در تحقیق حاضر به طور خلاصه ذکر می‌شود.

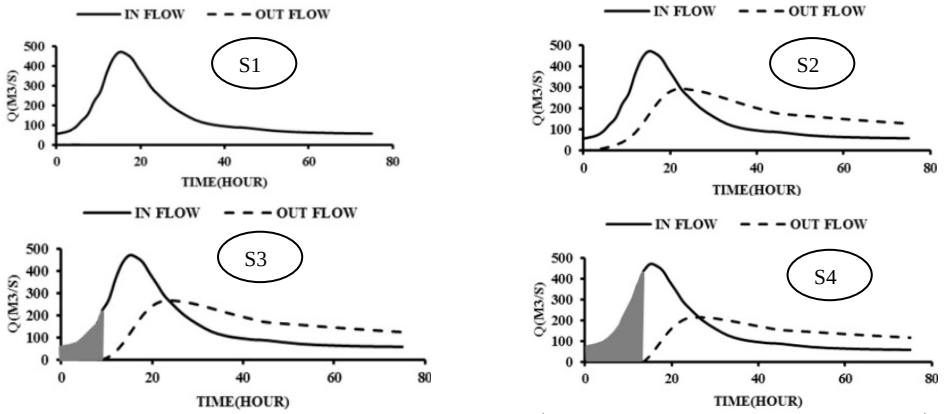
برآورد هیدروگراف سیل با دوره بازگشت‌های مختلف در محل سد مخزنی: همان طور که گفته شد یکی از ورودی‌های مدل HEC-RAS دبی سیلاب یا هیدروگراف سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های مختلف است. در این تحقیق این دبی با استفاده از روش هیدروگراف شاخص سیلاب استخراج شد. این هیدروگراف‌ها در شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل۳- هیدروگراف سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف در محل سد مخزنی

تعریف سناریوهای مختلف برای حجم کنترل سیلاب: در این تحقیق سه سناریو برای حجم ذخیره سیل سد مخزنی نرماب در نظر گرفته شد. بنابراین در کل چهار سناریوی ۱-بدون سد(S1)، ۲-مخزن سد پر یا سد بدون حجم ذخیره سیل(S2)، ۳-سد با حجم ذخیره سیل ۳ میلیون متر مکعب(S3) و ٤-سد با حجم ذخیره سیل ٦ میلیون متر مکعب(S4) در نظر گرفته شد و در هر حالت پهنه سیل بدست آمد.

روندیابی سیل در مخزن سد نرماب: جهت روندیابی سیلاب‌های با دوره بازگشت‌های مختلف، از روش پالس ذخیره‌ای استفاده شد. بدین صورت که با توجه به پیش‌بینی حجم انتظار در مخزن، و با فرض تله‌اندازی تا حجم پیش‌بینی شده و خروجی صفر تا پر شدن مخزن، مقدار حجم پیش‌بینی شده در هر سناریو که توسط مخزن تله‌اندازی می‌شود از هیدروگراف ورودی جداسازی گردید و مقدار تعدیل شده آن در روندیابی دخالت داده شد. برای جداسازی از انتگرال‌گیری عددی به روش ذوزنقه استفاده شد. در شکل (٤) هیدروگراف سیلاب ورودی به مخزن سد و هیدروگراف روندیابی شده برای سناریوهای مختلف در دوره بازگشت ۱۰۰۰ سال نشان داده شده است.

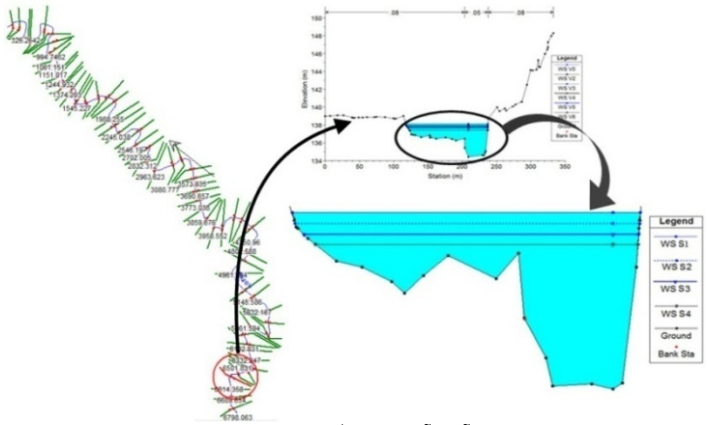


شکل٤- هیدروگراف ورودی و روندیابی سیل با دوره بازگشت ۱۰۰۰ سال به روش پالس ذخیره‌ای برای سناریوهای مختلف

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج

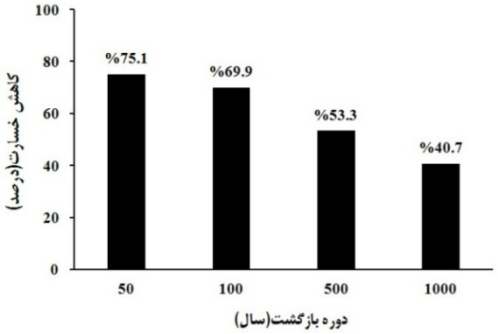
پس از تهیه ورودی‌های مورد نیاز مدل پروفیل طولی سطح آب و نقشه پهنه‌های سیل‌گیر به ازای سناریوها و دوره بازگشت‌های مختلف محاسبه شد. شکل (٥) یک نمونه از مقاطع عرضی رودخانه را به ازای سناریوهای مختلف برای دوره بازگشت ٥٠٠ سال نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است سطح آب در حالتی که سدی در مسیر وجود ندارد(S1) بیشترین تراز را دار می‌باشد. با احداث سد حتی در صورتی که مخزن سد پر باشد، سطح آب نسبت به حالت بدون سد افت می‌یابد. در واقع در این حالت حجمی از سیلاب ورودی به مخزن سد بصورت موقت ذخیره می‌شود و به همین دلیل از دبی پیک سیلاب کاسته می‌شود. در ادامه با افزایش حجم ذخیره سیلاب در سناریوهای S3 و S4، روند افت عمق آب در رودخانه پایین‌دست ادامه می‌یابد. در این تحقیق برای محاسبه سطح خالص اراضی که زیر سیل رفته‌اند، پهنه سیلاب با دوره بازگشت ٢٥ سال به عنوان حریم رودخانه در نظر گرفته شد[٦] و از تفاضل پهنه سیل در هر یک از سناریوهای تعریف شده با پهنه سیل ٢٥ ساله، مساحت خالص اراضی سیل‌زده محاسبه شد که در جدول ١ ارائه شده است. در شکل ٦ نقش احداث سد مخزنی نرماب در کاهش مساحت سیل گرفتگی اراضی پایین‌دست در حالتی که حجم ذخیره سیلاب آن ٦ میلیون متر مکعب باشد(سناریوی S4) نسبت به حالت بدون سد(سناریوی S1) نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که نقش احداث سد بر کاهش مساحت سیل‌گیری با افزایش دوره بازگشت سیل‌ها کمرنگ‌تر می‌شود.



شکل٥- نمونه‌ای از مقاطع عرضی رودخانه و سطح آزاد آب در هنگام وقوع سیل ٥٠٠ ساله تحت سناریوهای مختلف

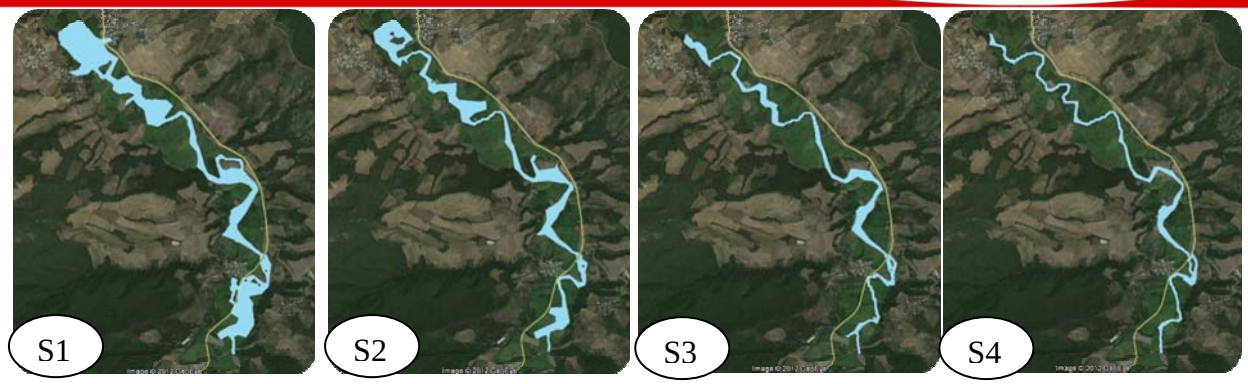
جدول ۱- دبی و پهنه سیلاب در دوره بازگشت‌ها و سناریوهای مختلف

دوره بازگشت (سال)	سناریو	دبی سیلاب (مترمکعب بر ثانیه)	مساحت خالص سیل –گرفتگی (هکتار)
۵۰	S1	۲۰۷	۵۰/۲
	S2	۱۱۰	۳۳/۲
	S3	۵۸	۲۰/۱
	S4	۲۳	۱۲/۵
۱۰۰	S1	۲۵۶	۵۶/۱
	S2	۱۴۲	۴۰/۷
	S3	۸۸	۲۹/۴
	S4	۴۲	۱۶/۹
۵۰۰	S1	۳۹۵	۶۵/۷
	S2	۲۳۸	۵۴/۱
	S3	۱۷۳	۴۵/۸
	S4	۱۰۴	۳۲/۱
۱۰۰۰	S1	۴۷۰	۷۴/۷
	S2	۲۹۳	۶۰/۵
	S3	۲۳۶	۵۳/۶
	S4	۱۵۷	۴۴/۳

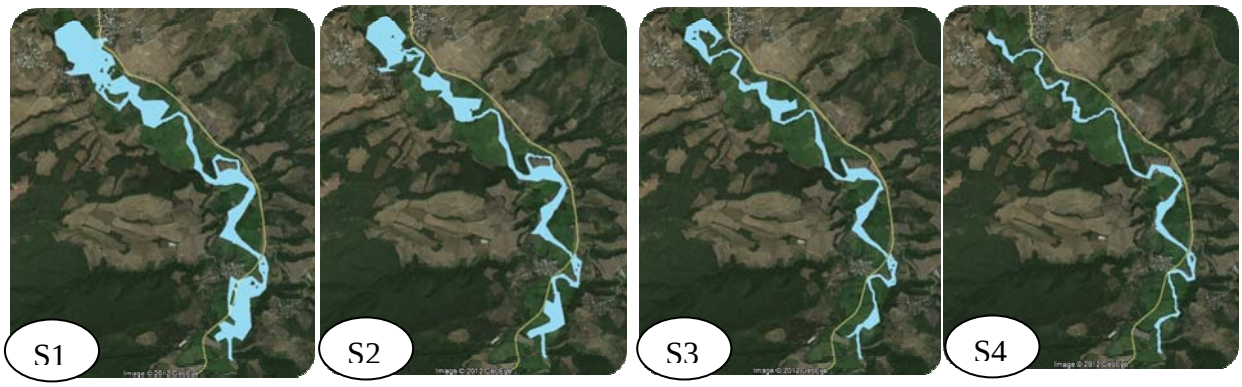


شکل۶- کاهش مساحت سیل گرفتگی تحت تاثیر سناریو S4 نسبت به حالت بدون سد به ازای دوره بازگشت‌های مختلف

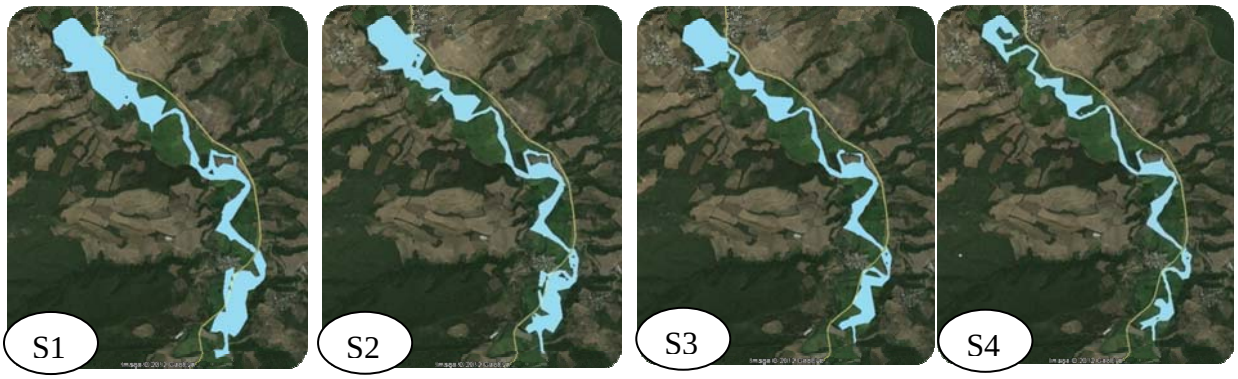
در شکل‌های (۸) تا (۱۱) پهنه سیلاب به ازای دوره بازگشت‌های مختلف، قبل و بعد از احداث سد توسط نرم‌افزار Google Earth در محیط واقعی نشان داده شده است. تاثیر احداث سد در کاهش پهنه سیل در همه دوره بازگشت‌ها مشهود است. مقایسه پهنه سیلاب در سناریوهای مختلف نشان می‌دهد که احداث سد نرمآب تا حد زیادی می‌تواند سبب کنترل سیل شده و سطح اراضی زیر آب رفته را کاهش دهد. نتایج نشان می‌دهد که در سناریوی S4 نسبت به S1، میزان خسارت وارد به اراضی شالیزاری در اثر وقوع سیل با دوره بازگشت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ سال به ترتیب ۷۵/۱، ۶۹/۹، ۵۳/۳ و ۴۰/۷ درصد کاهش یافت و این یعنی این که در یک حجم ذخیره ثابت، با افزایش دوره بازگشت سیل، نقش سد در کاهش خسارت وارد به اراضی پایین‌دست کمتر می‌شود.



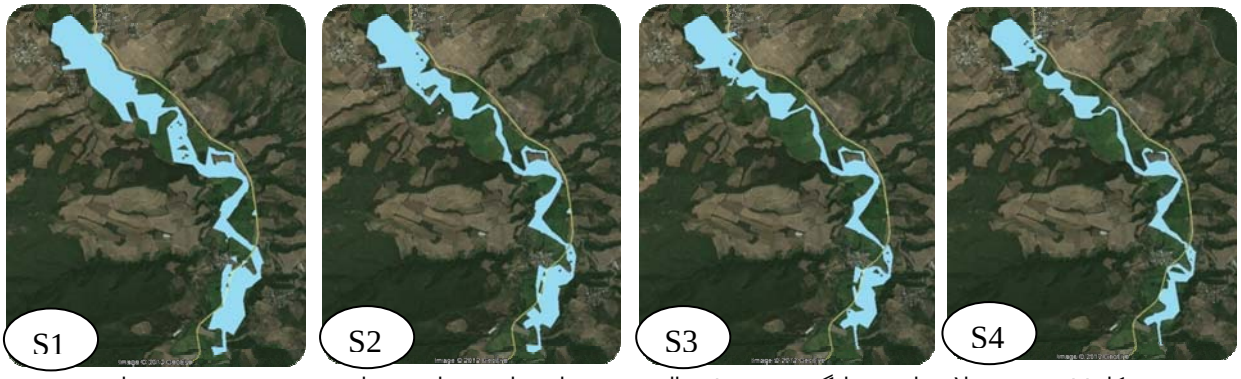
شکل۸- پهنه سیلاب با دوره بازگشت ۵۰ سال تحت سناریوهای مختلف و نمایش وضعیت پوشش منطقه



شکل۹- پهنه سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰ سال تحت سناریوهای مختلف و نمایش وضعیت پوشش منطقه

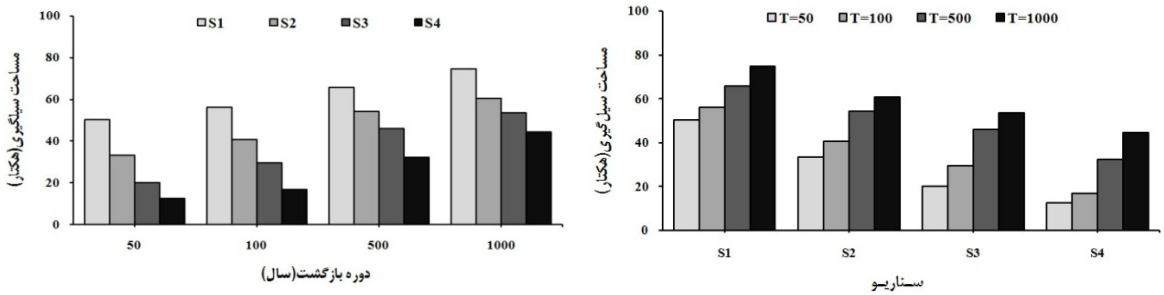


شکل۱۰- پهنه سیلاب با دوره بازگشت ۵۰۰ سال تحت سناریوهای مختلف و نمایش وضعیت پوشش منطقه



شکل۱۱- پهنه سیلاب با دوره بازگشت ۱۰۰۰ سال تحت سناریوهای مختلف و نمایش وضعیت پوشش منطقه

نمودارهای شکل ۱۲ تاثیر سناریوها و دوره بازگشت‌های مختلف را بر مساحت سیل‌گیری اراضی شالیزاری مقایسه می‌کند.



شکل۱۲- مساحت پهنه سیل به ازای سناریوها و دوره بازگشت‌های مختلف

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه‌گیری

در این تحقیق در مرحله نخست با کاربرد مدل هیدرولیکی HEC-RAS و سامانه اطلاعات جغرافیایی(GIS) و استفاده از نرم‌افزار Google Earth شبیه‌سازی پهنه سیلاب رودخانه نرمآب به ازای دوره بازگشت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ سال صورت گرفت. در مرحله دوم تاثیر احداث سد مخزنی نرمآب -با در نظر گرفتن سه سناریو برای حجم ذخیره آن- بر پهنه سیلاب این رودخانه بررسی گردید. نتایج نشان داد که احداث این سد تا حد زیادی سبب کنترل سیلاب می‌شود به طوری که در سناریوی S4 نسبت به S1، مساحت اراضی سیل زده ناشی از سیل با دوره بازگشت‌های۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ سال به ترتیب ۷۵/۱، ۶۹/۹، ۵۳/۳ و ۴۰/۷ درصد کاهش یافت.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي

۱-حسین‌زاده ع. ۱۳۸۳. پهنه‌بندی سیل با استفاده از هکرس در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی(رودخانه لاین‌سو). پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه آبیاری دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
۲-زرگر م. و معصومی‌نژاد ا. ۱۳۹۰. کاربرد سامانه‌هاي اطلاعات جغرافيايي GIS در مطالعات تعيين حد حريم و بستر رودخانه‌ها مطالعه موردي: حوضه آبريز رودخانه چناران بجنورد. چهارمين كنفرانس مديريت منابع آب ايران. دانشگاه صنعتی اميركبير.
۳-مهدوی م. ۱۳۷۶. بررسی آثار اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی خسارت سیل. مجموعه مقالات کارگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه. انجمن هیدرولیک ایران. ۱۶۰-۱۸۸.
٤-مهدوی، م. ۱۳۷۹. مدیریت سیل، طرح ملی آمادگی و کنترل سوانح طبیعی، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.
۵-مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار. ۱۳۸۵. مطالعات مرحله دوم سد نرمآب: گزارش فنی طراحی هیدرولیکی و سازه‌های وابسته به سد.
٦-مهندسین مشاور لار. مطالعات طرح جامع سیل‌خیزی استان گلستان. جلد ۳،۱۰-الف.

7-Ackerman C.T. Thomas A.E. and Brunner G.W. 1999. HEC-GeoRas: Linking GIS to Hydraulic Analysis using ARC/INFO and HEC-RAS. International ESRI user conference. ESRI. Redlands.
8-Beavers M.A. 1994. Floodplain Determination using HEC-2 and GIS. Master's Thesis. Department of Civil Engineering. The University of Texas at Austin.
9-Liang S. and Mohanty C.R.C. 1997. Optimization of GIS-based Flood Hazard Zoning- A Case Study at Mahandy Command Area in Cuttack District. Orrisa. India. Journal of Chinese Soil and Water Conservation. 28(1), pp.11-20.
10-Suria, S. and Mudgal B.V. 2011. Impact of urbanization on flooding: the Thirusoolam sub watershed- A case study. Journal of hydrology. Volume 412-413. Pages 210-219.
11-UNESCO. 1993. International Glossary of Hydrology. second edition. 413 pp.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

کنترل نتایج مطالعات ژئوفیزیکی به‌وسیله گمانه‌های اکتشافی ژئوتکنیک به‌منظور شناسایی ضخامت آبرفت

◇◇◇◇◇◇◇

سعید عباسی دشتکی[۱*]، رسول اجل لوئیان[۲]، امیرحسین صادقپور[۳] ، صادق امیری ابراهیم محمدی[٤]

[۱*]دانشجوی کارشناسی ارشد، زمین شناسی مهندسی، دانشگاه اصفهان
Email: saeidabbasi86@yahoo.com،۰۹۱۳۸۸۳۶۳۵۳

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده:

ساختگاه سد آقبلاغ بر روي رودخانه آقبلاغ (یکی از سرشاخه‌های رودخانه کارون) در فاصله ۳۲ کیلومتری جنوب شهرستان بروجن در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است. به‌منظور شناسایی وضعیت زیر سطحی، مطالعات ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکي در محدوده ساختگاه سد انجام گرفت. در مطالعات ژئوفیزیکی سد، ترکیبی از روش‌های ژئوالکتریکی و لرزه نگاري برای شناسایی ضخامت آبرفت مورد استفاده قرار گرفته است.
نتایج مدل‌سازی‌های انجام شده بر روي داده‌های ژئوالکتریکي و لرزه‌ای نشان می‌دهد که لایه‌های زیر سطحي در منطقه مورد مطالعه به طور کلي از دو بخش آبرفت و سنگ کف تشکیل شده‌اند که ضخامت آبرفت از ۰ تا ۳۰ متر متغیر است. داده‌های ژئوتکنیک حاصل از گمانه‌های حفاری شده در محل برداشت‌های ژئوالکتریک و لرزه‌ای مؤید شناسایی درست و دقیق ضخامت آبرفت با استفاده از روش ژئوفیزیکی می‌باشند.

کلیدواژه‌ها: مطالعات ساختگاهی، سد آقبلاغ، ژئوتکنیک، ژئوفیزیک، لرزه نگاری، ژئوالکتریک

Abstract:

geophysical studies controlled by Geotechnical borehole the In order to identify the thickness of the alluvium

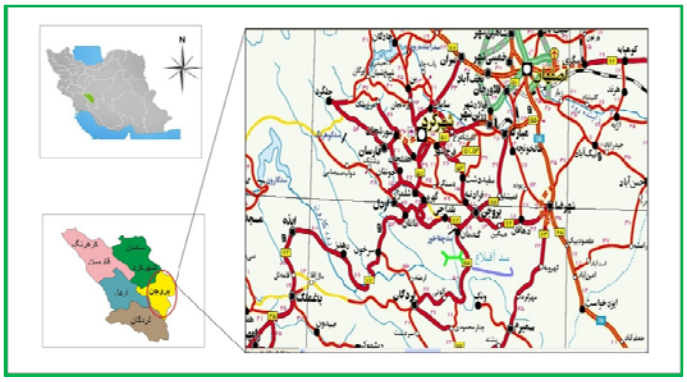
Aghbolagh Dam Site on the river (one of the branches of the Karun River) is located at a distance of 32 km south of the city of Borujen in Chaharmahal & Bakhtiari. In order to determine the subsurface, geotechnical and geophysical studies were conducted within the dam. Reservoir geophysical studies, seismic and geoelectric combination of methods was used to identify the thickness of the alluvium.Geotechnical data obtained from boreholes and seismic Geoelectrics in place and confirm the identification of the exact thickness of the alluvium are using geophysical methods.

Keywords: Site studies, dam Aghbolagh, geotechnical, geophysical, seismic, Geoelectrics

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه:

سد خاکی آقبلاغ در فاصله ۳۲ کیلومتري جنوب شهرستان بروجن در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است. مختصات جغرافیايي محور سد آقبلاغ در سيستم UTM عبارت است از: x= 520363 و Y= 3512353



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین شناسی و زمین ساختی در زون زاگرس و در زیر زون راندگی می‌باشد که به لحاظ چينه شناسي، سنگ‌های مزوزوئيك و سنوزوئيك به‌ويژه سنگ‌های كرتاسه در آن غالب بوده و به لحاظ ساختاري گسل‌های بزرگي چون گسل اصلي زاگرس و گسل دنا نقش عمده‌ای در آن داشته‌اند (گزارش شرکت مهندسی قدس نیرو، ۱۳۹۲).
شناخت خصوصیات ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی ساختگاه سد از مهم‌ترین مراحل عملیات اکتشافی برای به‌دست آوردن اطلاعات لازم در طراحی و ساخت آن می‌باشد (Grant, West, 1965). به طور کلی روش‌های ژئوفیزیکی کاربرد وسیعی در حل ابهامات زمین‌شناسی دارند که بر مبنای نتایج به‌دست آمده از عملیات ژئوفیزیک مراحل بعدی اکتشافات و بررسی‌های زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، آغاز می‌شود و با تطابق نتایج موجود، می‌توان محل ساختگاه سد و گمانه‌های اکتشافی را با دقت بیشتری انتخاب نمود (Johnson, Degraff, 1988).
اندازه‌گیری‌های مقاومت ويژه همراه با برداشت‌های لرزه‌ای، يك روش قدرتمند براي بررسی‌های مختلف می‌باشد (کلاگری، ۱۳۷۱). گستره تغييرات مقاومت ويژه مواد مختلف عمدتاً به ميزان خردشدگي، درصد تخلخل، درصد شكستگی‌های پر شده از آب در آنها بستگي دارد (moony, 1980) و (Zohdy, Bisdorf, 1989). همچنين گستره تغييرات سرعت (V) مواد مختلف با جنس، فشار، ميزان رطوبت و درصد تخلخل آنها بستگي دارد (Sheriff, 1982).

◇◇◇◇◇◇◇

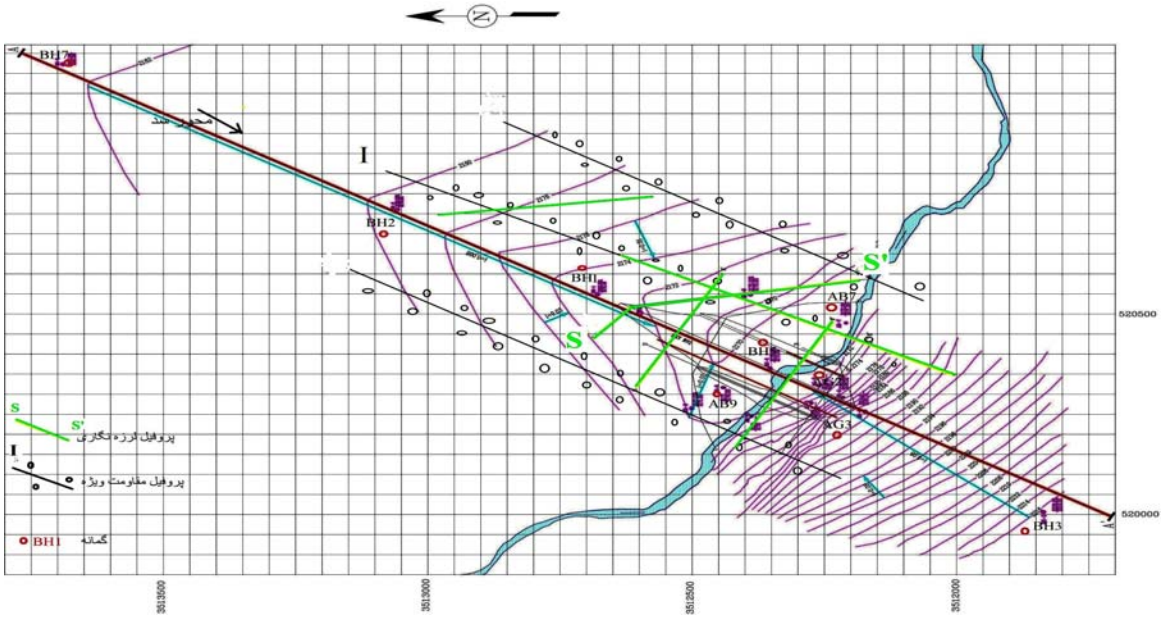
روش تحقیق:

در اين تحقيق ميزان ضخامت آبرفت، ابتدا از عمليات لرزه‌ای با ۱۳ پروفيل و با فواصل ژئوفن ۱۵ متري، از طريق انفجار ديناميت با چاشني تأخير صفر الكتريكي به‌عنوان چشمه لرزه‌ای محاسبه شد كه در اين راستا از نرم افزار winsism استفاده شد.
عمليات ژئوالكتريك برای تعيين ضخامت آبرفت با استفاده از تعداد ۸۳ نقطه براي انجام عمليات سونداژ زني مقاومت ويژه با آرايش شلومبرژه در نظر گرفته شد كه اين نقاط بر روي ٦ خط پروفيل واقع شدند و از نرم افزار Res2dinv برای مدل‌سازی مقاطع استفاده شد.
سپس برای کنترل این نتایج، تعداد بیش از ٤٠ حلقه گمانه با طول بیش از ۲۰۰۰ متر در محل برداشت‌های ژئوالکتریک و لرزه‌ای حفاری شده و ضخامت دقیق آبرفت محاسبه و مقایسه گردید.

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج:

به‌منظور شناسایی وضعیت زیر سطحی ساختگاه،۱۳ پروفیل لرزه‌ای، ٦ پروفیل مقاومت ویژه،٤٠ حلقه گمانه مورد مطالعه قرار گرفت که موقعیت تعدادی از پروفیل و گمانه‌های مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: نقشه موقعیت قرار گیری پروفیل‌های مقاومت ویژه و لرزه‌ای و گمانه‌های کنترلی در ساختگاه سد

مدل لرزه‌ای:

سرعت موج در تشکیلات مختلف متفاوت بوده و تابعی از جنس، چگالی، تخلخل، محتوای آب و در مجموع ویژگی‌های الاستیک محیطی است که موج در آن منتشر می‌شود.

جدول ۱: سرعت تقریبی امواج طولی و عرضی در برخی مواد (Robinson, Coruh, 1988).

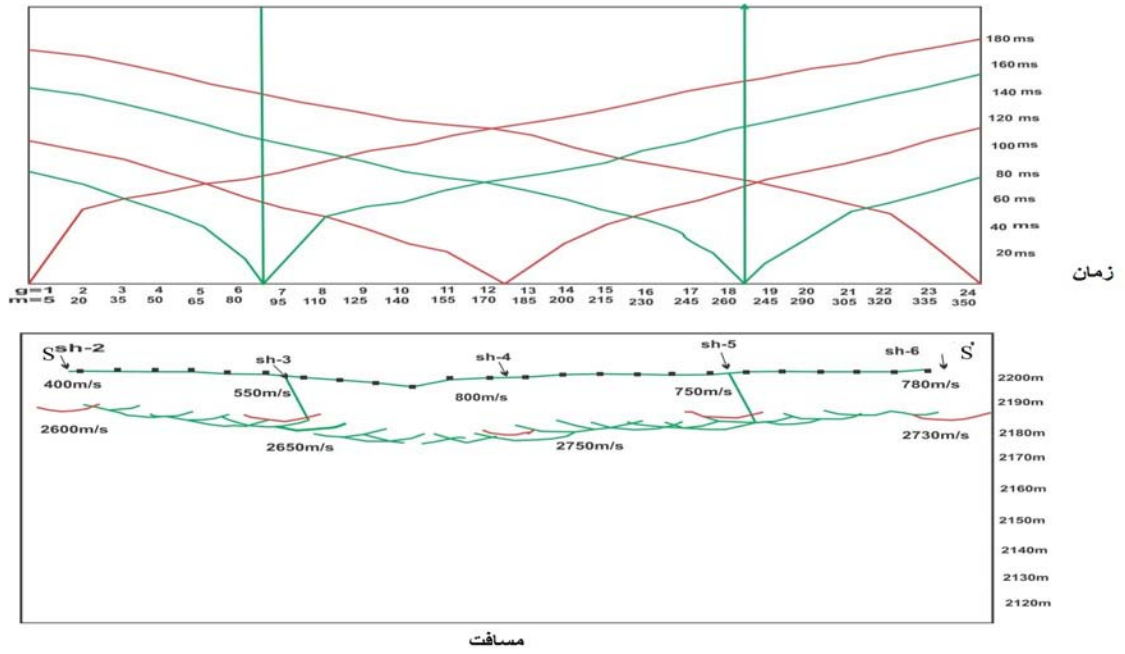
نوع ماده	سرعت موج طولی (m/s)	سرعت موج عرضی (m/s)
آب	1450	-
شن و ماسه	300-1900	100-800
سنگ‌آهک	2000-6000	1000-3500
گچ	1700-3000	600-1500
مارن	1600-2400	600-1300

مطالعات لرزه نگاری شکست مرزی مطابق جدول ۲ در امتداد ۱۳ پروفیل در محدوده ساختگاه سد صورت گرفته است. این مطالعات به‌منظور تفکیک لایه‌ها بر اساس سرعت انتشار امواج فشاری (V_P) و امواج عرضی (V_S) صورت گرفته و با توجه به طول پروفیل‌ها میزان تقریبی عمق مورد بررسی حدود ۸۰ متر می‌باشد.
مطالعات لرزه نگاری شکست مرزی انجام شده بر اساس سرعت امواج به‌دست آمده، تفکیک دو لایه را در راستای مقاطع نشان می‌دهد.

جدول ۲: سرعت امواج سطحی در لایه‌های مختلف ساختگاه سد بر حسب متر بر ثانیه

نام پروفایل		AA'	BB'	CC'	DD'	KK'	LL'	MM'	NN'	OO'	PP'	QQ'	RR'	SS'
لایه اول	Vp(m/s)	775	775	825	700	725	700	700	750	700	775	750	825	800
	Vs(m/s)	542	542	577	490	575	490	490	525	490	525	542	577	560
لایه دوم	Vp(m/s)	2750	2950	2750	2850	3000	2700	2430	2640	2675	2100	2075	2075	2550
	Vs(m/s)	1925	2060	1925	1990	2100	1890	1700	1640	1170	1470	1450	1450	1785

براي هر پروفيل بعد از انجام انفجار و ثبت تريس‌ها، اطلاعات بر روي يك ديسكت ثبت و مورد استفاده قرار گرفته است .اين داده‌ها توسط نرم افزار winsism كه يک نرم افزار شكست مرزي بسيار قوي است و در حال حاضر از جديدترين نرم افزارهاي موجود در بازار می‌باشد، زمان اولين رسيد آنها قرائت شده است و بعد از قرائت اولين رسيد، نمودار زمان – مسافت مربوط به هر پروفيل رسم شده است. در شكل زير نمودار زمان - مسافت پروفيل'SS (با روند شمالی-جنوبی در تكيه گاه سمت راست ساختگاه) نشان داده شده است.

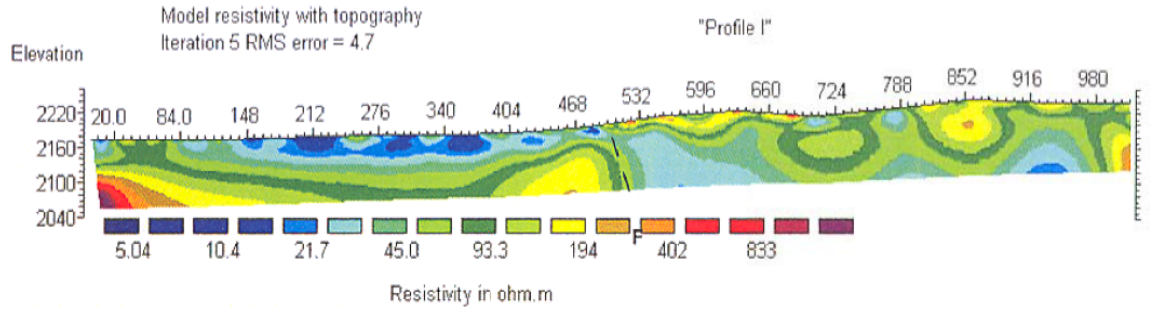


شكل ۳: نمودار زمان – مسافت مربوط به پروفيل 'SS (در تكيه گاه سمت راست ساختگاه)

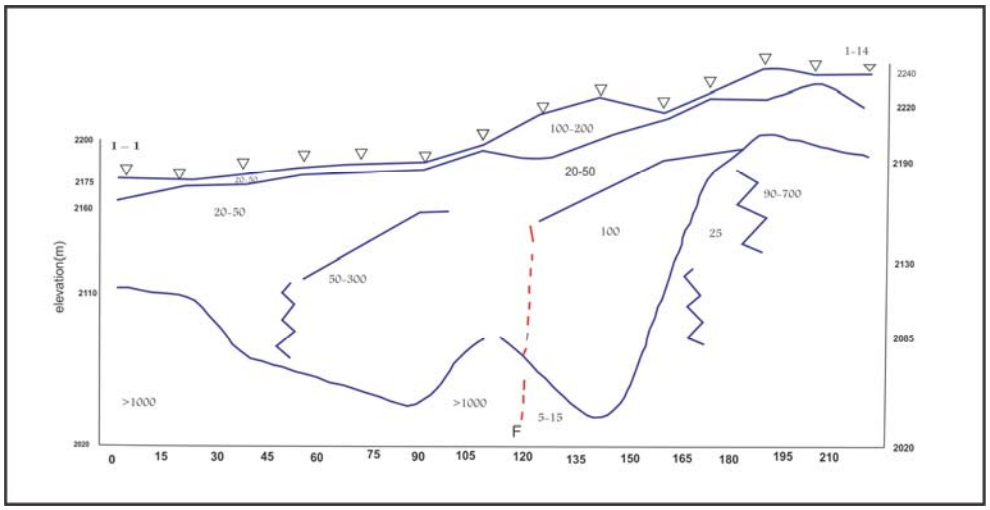
پس از تفسير داده‌ها، عمق و سرعت لايه‌ها مورد محاسبه قرار گرفت .در مقاطع به‌دست آمده از پروفيل‌ها به لحاظ اختلاف سرعت انتشار امواج، دولايه تشخيص داده شده است. لايه اول با سرعت كمتر از ۹۵۰ متر بر ثانيه را می‌توان به لايه آبرفتی نسبت داد كه دارای ضخامت حداكثر ۲۵ تا ۳۰ متر می‌باشد و سرعت دومين لايه بين ۱۹۰۰ تا ۳۲۰۰ متر بر ثانيه به‌دست آمد كه بيانگر متراكم بودن اين لايه می باشد.

مدلسازی ژئوالکتریکی:

به‌منظور شناسایی وضعیت زیر سطحی ساختگاه، عملیات ژئوالکتریك با تعداد ۸۳ نقطه براي انجام عملیات سونداژ زني مقاومت ویژه با استفاده از آرایه شلومبرژه انجام شد که این نقاط بر روي ٦ خط پروفیل واقع شدند. به‌منظور پي بردن به چگونگي تغییرات مقاومت ویژه لایه‌های مختلف زیر زمین، اطلاعات سوندژها ابتدا در نرم افزار IPI2WIN پردازش شده، سپس اطلاعات هر پروفیل در نرم افزار Res2dinv مدلسازی و نتایج به‌صورت مقاطع نشان داده شده است. در شکل زیر مقطع مدلسازی شده پروفایل I (موازی محور سد در تکیه گاه راست ساختگاه) نشان داده شده است.

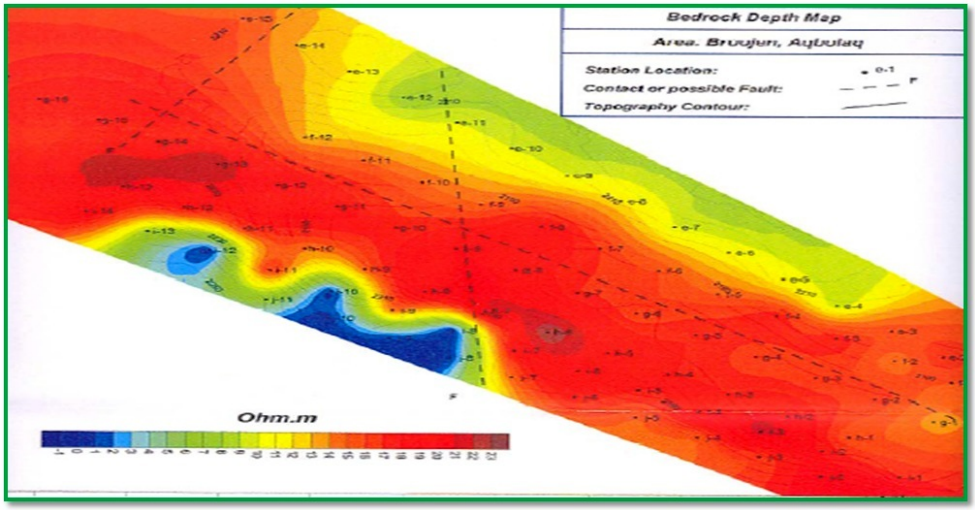


شکل ٤: مقطع مدلسازی شده پروفایل I (موازی محور سد در تکیه گاه راست ساختگاه)



شکل ٥: مقطع ژئو الکتریکي حاصل از مدلسازی یک بعدی پروفایل I (موازی محور سد در تکیه گاه راست ساختگاه)

نتایج حاصل از مقاطع مدلسازی شده پروفیل‌ها، محل مذکور را به دلیل اختلاف مقاومت ویژه الکتریکي، دو لایه آبرفت و سنگ بستر نشان می‌دهد که نواحی آبرفتی با مقاومت الکتریکی کمتر از ۱۰۰ اهم متر و با طیف رنگ آبی نشان داده شده است.
سنگ بستر از نوع آهک می‌باشد و با توجه به این که عمق سنگ بستر باضخامت آبرفت در منطقه یکسان است، نقشه هم عمق سنگ بستر یا ضخامت آبرفت تهیه شد که عمق سنگ بستر با طیف رنگی آبی-سبز تا قرمز به ترتیب از کم به زیاد به تصویر کشیده شد.



شکل ٦: نقشه هم عمق سنگ کف و ضخامت آبرفت

با توجه به نقشه هم عمق سنگ بستر، حداقل ضخامت آبرفت در ارتفاعات آهکی می باشد که با طیف رنگ آبی مشاهده می‌شود. سنگ بستر در ارتفاعات دارای مقاومت مخصوص بالا در حدود ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ اهم متر می‌باشد و حداکثر ضخامت آبرفت که با طیف رنگ قرمز مشاهده می‌شود در مسیر رودخانه با مقاومت مخصوص کمتر از ۲۵۰ اهم متر می‌باشد.

ژئوتکنیک

برای بررسي دقیق‌تر منطقه، داده‌های ژئوتکنیک حاصل از حفاری ٤٠ حلقه گمانه در محل برداشت‌های ژئوالکتریک و لرزه نگاری برای تعیین ضخامت آبرفت مورد بررسی قرار گرفت که در زیر به‌منظور اعتبار سنجی نتایج ژئوفیزیک تعداد ۱۰ حلقه گمانه مورد ارزیابی قرار گرفت که موقعیت هر یک از گمانه‌های حفرشده در شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل ۷: نتایج گمانه‌های حفر شده در محل برداشت‌های ژئوالکتریک و لرزه‌ای

به‌طوری‌که در شکل ۷ مشاهده می‌شود عمق سنگ کف در گمانه‌های حفر شده در مناطق مختلف متفاوت بوده و از ۰ تا ۲۷ متر متغیر است که بررسی‌های صحرایی نشان می‌دهد که هر چه به سمت بستر رودخانه نزدیک می‌شویم ضخامت آبرفت بیشتر شده و سنگ بستر ساختگاه در عمق بیشتری دیده می‌شود.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه‌گیری:

همان‌طور که مشاهده می‌شود داده‌های ژئوتکنیک حاصل از حفاری ٤٠ حلقه گمانه در محل برداشت‌های ژئوالکتریک و لرزه‌ای مؤید شناسایی درست و دقیق ضخامت آبرفت با استفاده از روش ژئوفیزیکی می‌باشند و ضخامت آبرفت به‌دست آمده از روش‌های ژئوفیزیک و ژئوتکنیک از تطابق خوبي برخوردار می‌باشند.
بر اساس این نتایج، لایه‌ها به طور کلي از دو بخش آبرفت و سنگ کف تشکیل شده اند که ضخامت آبرفت از ۰ تا ۳۰ متر متغیر بوده و حداکثر ضخامت آبرفت در حواشی بستر رودخانه می‌باشد که هر چه به ارتفاعات منطقه نزدیک شویم از ضخامت آبرفت کاسته می‌شود.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

بدین‌وسیله از شرکت مهندسی مشاور قدس نیرو که از نظر اطلاعات ژئوتکنیك و ژئوفیزیک کمال همکاري را نموده‌اند و همچنین از کمک‌های مالی دانشگاه اصفهان تشکر و قدر داني را به عمل می‌آورم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي:

شرکت مهندسی مشاور قدس نیرو. (۱۳۹۲)، "گزارش ژئوتکنیک سد آقبلاغ"، ۱۳۵ ص
کلاگري، ع. (۱۳۷۱)، "اصول اکتشافات ژئوفیزیکي"، (۱ – ۵۹۰)، انتشارات دانشگاه تبریز

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Grant, F.S., West, G.F., 1965. *"Interpretation theory in applied geophysics"*, International series in the earth sciences, McGraw-Hill Books Company, New York, 584 p.
Johnson, R. B., Degraff J. V., 1988. "*Principles of engineering geology"*, John Wiley & Sons, USA.
Moony, H., 1980. "*Handbook of Engieering Geophysics"*, 2nd ed. John Wiley & Sons, New York, 198p.
Robinson, E.S., Coruh, C.,1988. *" Basic exploration geophysics "*, John Wiley, 562p.
Sheriff. R. E., 1982. "*Exploration Seismology,"* 2nd edition, Cambridge University Press, 617p.
Zohdy, A.A.R., Bisdorf, R.J., 1989. *"Schlumberger Sounding Data Processing and Interpretation Program"*, USGeological Survey, Denver.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

لغزش هاي مخزن سد و اثرات مخرب آن در سد شيخ حسن جوري فرومد شاهرود

علی اصغر ربانی فرد ، کارشناسی ارشد ، مدرس دانشگاه فرهنگیان و پیام نور گرگان ، asgharrabani@yahoo.com

چکیده :

سد خاكي شيخ حسن جوري در روستای فرومد شهرستان شاهرود قرار دارد. پس از بهره برداري از اين سد وقوع لغزش هاي متعدد در مخزن سد گزارش گرديده است. بطور كلي يكي از مسايلي كه بعد از ساخت سدها ممكن است مشكلاتي در بهره برداري بهينه و موردنظر از اين سازه ها ايجاد نمايد، وقوع لغزش در دامنه هاي دربرگيرنده مخزن يا رودخانه بالادست سدهاست. اين پديده بسته به ميزان گستردگي آن و شرايط مختلف موجود در منطقه، خسارات گوناگوني را سبب مي شود. . نوسان سطح آب در مخزن سد شيخ حسن جوري سبب تحريک و حركت زمين لغزش هاي زيادي در مخزن اين سد شده است. وقوع اين پديده باعث ورود حجم زيادي از نهشته هاي رسوبي بصورت مستقيم و مقدار قابل توجهي رسوبات در اثر فرسايش پذيري توده هاي لغزشي و حمل آنها توسط آب به داخل مخزن شده است. با تكرار اين پديده در آينده نيز حجم مفيد مخزن سد تا حد زيادي كاهش خواهد يافت. در ضمن اثرات زيست محيطي آن نيز قابل توجه خواهد بود. بي شک اقدامات متناسب در اين مورد باعث كاهش خسارات ناشي از اين پديده خواهد شد.

كليد واژه ها: سد خاكي شيخ حسن جوري ؛ فرومد؛ لغزش

Abstract:

Shikh hasan jory dam was constructed near the fromad in shahrod city. After dam construction many landslides occurred in dam reservoir. The materials of these landslides filled part of the dam reservoir directly and added the dead storage. The landslides outside the reservoir caused sedimentation that effects the damُ s reservoir indirectly. This paper deals with some of these cases in the Shikh hasan jory dam reservoir and important factors that form a landslide in this area. This problem causes by rises and draw down of water level in Shikh hasan jory damُ reservoir.

مقدمه :

زمين لغزش ها يكي از پديده هاي زمين شناسي و بلاياي مهم طبيعي است كه تحت تأثير عوامل مختلفي بوقوع مي پيوندد. از جمله عوامل ايجاد اين پديده مي توان به دخالت هاي انسان در طبيعت، مانند ايجاد سد در مناطق داراي پتانسيل لغزش اشاره نمود.اين لغزش ها كه در بالادست سدها و غالباً

به درون مخازن آنها صورت مي گيرد ممكن است خسارات گوناگوني ببار آورد.نمونه هاي زيادي از لغزش هاي مرتبط با آبگيري مخازن سدها در نقاط مختلف جهان گزارش شده است. از آن جمله مي توان به حادثه سد وايونت در ايتاليا در سال ۱۹٦٤ (Waltham, 1994)و رانش ساحل چپ سد لتيان در ايران در سال ۱۳٤۹ (لشكري پور، ۱۳۷۷) اشاره نمود.بطوركلي بالا رفتن سطح آب پشت سدها در كاهش پايداري شيبهاي مجاور نقش مهمي دارد.

لغزش هايي كه به درون درياچه سدها روي مي دهند ممكن است سبب ويراني يک شهر گردند مانند شهر لانگارون(Langarone) ايتاليا كه در اثر سرريز آب درياچه سد وايونت،كه خود نتيجه لغزش توده بزرگي از زمين بود كه به درون آن فروريخت، ويران گرديد. از سوي ديگرممكن است لغزش هاي كوچک تر باعث افزايش انتقال رسوبات و نهشته ها به درون سد و كاهش حجم مفيد مخزن آن گردد، كه امروزه پرشدگي مخازن سدها يكي از معضلاتي است كه در موارد متعددي در سطح دنيا و كشورمان باعث كاهش بهره وري سدها و كاهش عمر مفيد آنها گرديده است(مانند سد سفيدرود). اين مقاله به بررسي اين پديده در سد شيخ حسن جوری فرومد پرداخته و ضمن بررسي اجمالي زمين شناسي منطقه و محدوده سد، زمين لغزش هاي موجود در آن بحث و به نتايج و اثرات احتمالي آن اشاره شده است.

موقعيت ومشخصات سد

سد شيخ حسن جوري فرومد در ۱۸۰ كيلومتري شرق شهر شاهرود و در عرض جغرافيايي '٥٦ و°٤٥ طول شرقي وطول'۳٦و°۳۰ برروي رودخانه فرومد واقع شده است.اين سد از نوع خاكي با هسته رسي غير همگن است. طول تاج آن ۱۷٥متر، عرض تاج ٦ متر وارتفاع آن۲۷ متر از كف است. حجم كلي مخزن آن ۳ ميليون متر مكعب است كه ۲٥۰ ليتر آب در ثانيه از دريچه هاي آن خارج مي شود. مساحت حوزه آبريز آن نيز ۸۰ كيلومتر مربع وسعت دارد. هدف از ايجاد سد مهار نمودن سيلاب و زير كشت بردن بيش از ۷۰۰ هكتار از اراضي منطقه مي باشد.حوزه آبريز سد بطور كلي از تشكيلات رسوبي پوشيده شده است، در اطراف مخزن واحدهاي كنگلومراي دانه درشت نئوژن با لايه بندي ضخيم برروي لايه هاي رنگين مارني رسي و توف قرار دارد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتايج :

پراكنش زمين لغزش ها درمنطقه مورد مطالعه

جهت ارزيابي و تعيين خطر زمين لغزش در هر منطقه مهمترين مرحله، شناسايي و بررسي زمين لغزشهاي بوقوع پيوسته درآن منطقه است. به عبارت ديگر با

شنا سايي زمين لغزشهاي منطقه و بدست آوردن ارتباط آنها با ويژگيهاي عمومي ناحيه ميتوان فاكتورهاي مؤثر بر ايجاد يا تسريع زمين لغزش را تعيين نمود و مطالعات گسترده بعدي را روي آنها انجام داد. علاوه بر اين با در دست داشتن فهرستي از موقعيت و نوع زمين لغزشها مي توان در صورت فعال شدن آنها به هر دليل مانند بارندگي شديد ، زمين لرزه و... آنها را شناسايي نمود (كمالي اردكاني و غفوري، ۱۳۸۰).

در اينجا سه مورد از زمين لغزش هاي مهمي كه در منطقه مورد مطالعه بوقوع پيوسته است مورد بررسي قرار گرفته و توزيع آنها نمايش داده شده است.

توده لغزش شماره۱

اين توده در محدوده درياچه سد واقع شده است.لايه هاي رسوبي داراي امتداد S ۸۰E و شيب۲۰ درجه به سمت شمال شرق است. ناپيوستگيهاي موجود در سنگها با دامنه هم شيب بوده و زاويه شيب دامنه ۳۱ درجه است كه نقش مهمي در وقوع لغزش دارد. وضعيت زهكشي دامنه لغزش به گونه اي است كه جريان آبهاي سطحي و زيرزميني به سمت داخل توده لغزشي ميباشد. نوع لغزش ، چرخشي پيش رونده و مكرّر بوده و تركهاي طولي و هلالي بسيار باز در سطح لغزش مشاهده مي شود. در اين لغزش توده اي از سنگ وخاک به حجم ٦٦۰۰۰ متر مكعب لغزش يافته و ميزان حركت آن كمتر از۱۰ متر است. در صورت ادامه حركت توده مذكور بالغ بر ٥۰۰۰۰ متر مكعب نهشته وارد مخزن سد خواهد شد.

توده لغزشي شماره ۲

لايه هاي رسوبي داراي امتدادW N۸٤ و شيب ۱٤ درجه به سمت شمال شرق است.شيب دامنه۲٤ درجه بوده و لايه ها با دامنه بصورت هم شيب مي باشند.

از نظر زهكشي آبهاي سطحي و زيرزميني به گونه اي است كه آبهاي سطحي به طرف خارج توده و آبهاي زيرزميني به طرف داخل توده لغزش جريان دارد. لغزش از نوع چرخشي بوده و تركهاي هلالي كمي باز بر روي توده لغزش مشاهده مي شود. در اين لغزش توده اي از سنگ و خاک به وسعت٥٥۰ متر مربع و حجم۱٦٥۰ متر مكعب لغزش يافته وميزان حركت آن كمتر از۱۰متر است.درصورت ادامه حركت اين توده لغزشي حجمي معادل ۱٦٥۰ مترمكعب نهشته لغزشي وارد مخزن سد خواهد شد.

توده لغزشي شماره۳

در اين توده لايه هاي رسوبي داراي امتداد N۷۵W و شيب ۱۷ درجه به سمت شمال شرق است. زاويه شيب دامنه ۲۸ درجه و رابطه شيب ناپيوستگي و شيب دامنه بصورت مايل است.جهت جريان آبهاي سطحي و زيرزميني به طرف داخل توده لغزش مي باشد. نوع لغزش ، چرخشي پيشرونده بوده و توده اي از سنگ و خاک به مساحت ۲۹۷۵ مترمربع و حجم ۱۳۹۷۵ مترمکعب لغزش يافته است. در اثرحرکت اين توده حدود۸۵۰ مترمربع از اراضي مرتعي تخريب شده است.عوامل مؤثردر وقوع اين لغزش ها به ترتيب اهميت عبارتند از:

۱. ترکيب کاني شناسي و شيميايي مصالح دامنه و آبگيري کانيهاي رسي
۲. ايجاد درياچه مصنوعي و نوسانات سطح آب
۳. رودخانه دائمي که در پايين دست دامنه جريان دارد.
٤. مقدار شيب و جهت شيب دامنه
٥. تناوب طبقات تراوا و ناتراوا
٦. بارندگي

عوامل کلي تأثيرگذار و محرک

جنس نهشته ها، نوسان آب مخزن سد، هم شيبي لايه بندي با شيب دامنه، دره هاي ۷ شکل و شيب زياد آنها، عبور رودخانه در پايين دامنه لغزشي و... .
با توجه به لرزه خيزي منطقه و وجود گسل ميامی در محل، امکان تشديد اين پديده توسط زمين لرزه نيز وجود دارد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

زمين لغزش هايي که در داخل مخزن سد رخ داده اند بصورت مستقيم باعث افزايش حجم مرده سد شده اند. زمين لغزشهايي که در ساير نقاط بالادست سد اتفاق افتاده سبب شديدتر شدن فرسايش شده و در نتيجه بطور غير مستقيم حجم مفيد مخزن را کاهش داده اند. با توجه به اينکه ميزان رسوب سالانه حوزه ۷۱۵۲٤,٤ تن (تقريباً معادل ۵۵۰۱۸ مترمکعب) تخمين زده شده است؛ مشاهده مي شود که ورود مستقيم تنها يکي از لغزشها به درياچه به اندازه تمام رسوبات يک سال رودخانه حجم اشغال خواهد کرد و در نتيجه يک سال از عمر مفيد آن مي کاهد. با توجه به استعداد منطقه براي تکرار زمين لغزش هاي مشابه ديگر، جدا از تشديد مشکلات ذکر شده، تخريب محيط زيست و فرسايش خاک حاصل از آن نيز موضوع قابل توجهي خواهد بود.علاوه بر شرايط زمين شناسي عوامل مؤثر ديگر از قبيل وجود رودخانه دائمي، مقدار شيب و جهت شيب، تناوب لايه هاي نيمه تراوا و ناتراوا و بارندگي در وقوع زمين لغزش در منطقه مؤثر مي باشد. با توجه به مطالبي که ذکر شد، اهميت مطالعه دقيق تر منطقه و جلوگيري از لغزش جهت جلوگيري از تخريب سد لازم و ضروري مي باشد.

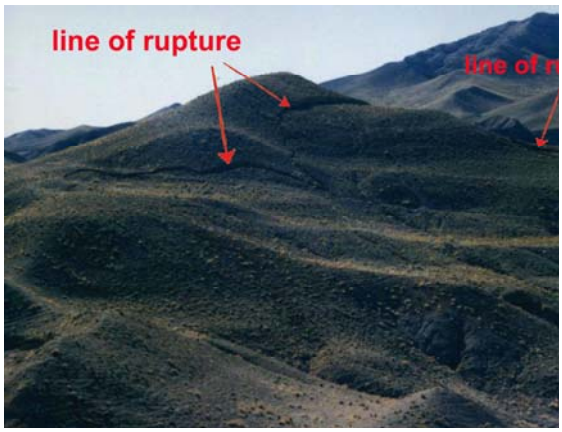
◇◇◇◇◇◇◇

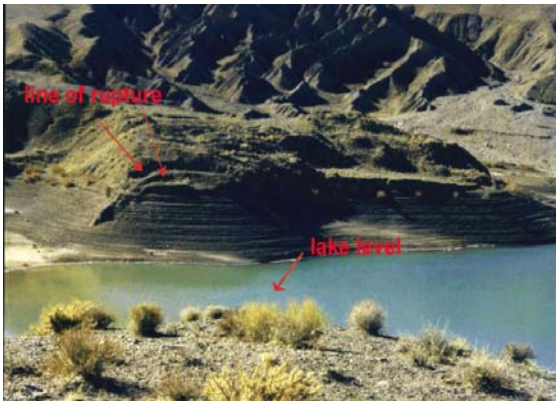
References:

- کمالي اردکاني، مژگان و غفوري،محمد، ۱۳۸۰، مطالعه زمين لغزش هاي حوضه مخزن سد کارون ۳ وارزيابي پتانسيل لغزش در آن،مجموعه مقالات دومين کنفرانس زمين شناسي مهندسي و محيط زيست ايران.

- لشکري پور، غلامرضا، ۱۳۷۷، رانش زمين و ريزش هاي سنگي در سد لتيان، مجموعه مقالات دومين همايش ملي رانش زمين و راههاي مقابله با خطرات آن.

- Waltham, A.C. (1994). Foundation of Engineering Geology, water in landslide, Blackie Academic and Professional, London


line of rupture


line of rupture
lake level

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

مباني فرونشست زمين ناشي از كاهش فشار در آبخوان‌هاي آبرفتي

◇◇◇◇◇◇◇

سامان جوادي، عضو هيات علمي گروه آبياري پرديس ابوريحان، دانشگاه تهران Javadis@ut.ac.ir
فاطمه جعفري، كارشناس ارشد آب زيرزميني، پژوهشكده منابع آب مؤسسه تحقيقات آب fm_Jafari@yahoo.com
ابوذر احمدي، دانشجوي كارشناسي ارشد، دانشگاه شهيد عباسپور

◇◇◇◇◇◇◇

چكيده :

يكي از مهمترين مخاطرات پيشرو در خصوص آبخوانهايي كه با افت قابل ملاحظه روبرو شده‌اند، فرونشست زمين مي‌باشد كه پديده‌اي برگشت ناپذير است. فرونشست سطح زمين عموماً در نواحي رخ مي‌دهد كه برداشت شديد آب زيرزميني ناشي از تحكيم نهشته‌هاي رسوبي در نتيجه افزايش فشار مؤثر حاصل مي‌گردد. افت غير يكنواخت آب زيرزميني در بخش‌هاي مختلف آبخوان منجر به تراكم ناهمگن آبرفت شده و در نتيجه نشست متفاوت سطح زمين و ترك و يا شكاف‌هايي در سطح زمين ايجاد مي‌گردد. ميزان نشست به دانه‌بندي و قابليت تراكم رسوبات و همچنين ميزان كاهش فشار ناشي از افت وابسته است. به علاوه اين پديده مدت زمان طولاني ادامه مي‌يابد و اين مدت با ضخامت لايه قابل تراكم و جنس رسوبات آن وابسته است. با توجه به ضرورت بررسي اين مسئله لزوم شناخت صحيح از نحوه عملكرد، عوامل مؤثر بر آن و مدت زمان آن به منظور جلوگيري و كنترل اين پديده مخرب از اهميت بسزايي برخوردار است. لذا در اين تحقيق به بررسي مباني فرونشست و سازوكار آن در اثر افت تراز آب زيرزميني پرداخته مي‌گردد.

كليد واژه ها: فرونشست، افت آب زيرزميني، مخاطرات آب زيرزميني

Abstract:

Fundamentals of subsidence by groundwater over exploration

Nowadays one of the most problems in related to aquifers is subsidence which is an irreversible phenomenon. Land subsidence could occur because of groundwater over exploration by compaction in compressible soil layers. In addition this compaction would not be monotonous in varies part of aquifer so this cause to cracks in land surface. However subsidence is related to deposits size and its materials and also decline in groundwater level. Additionally this phenomenon is a time consuming process and this would be depend on composition size and compressible layer thickness. Thereby it is important to concern and gain sufficient knowledge in critical problem and know how we could come to terms with.

Keywords : Subsidence, Groundwater drawdown, groundwater hazard

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

امروزه بحران آب از تعاريف، اصطلاحات و عبارات رايج گذشته نظير كاهش بارندگي‌ها، كسري مخازن و ذخاير آبي، اقليم خشك و نيمه خشك آن‌ها عبور كرده و به از دست رفتن كامل درياچه‌ها، رودخانه‌ها و سفره‌هاي آب زيرزميني، خالي شدن روستاهاي بزرگ و كوچك از سكنه و نزاع‌ها و كشمكش‌هاي اجتماعي و استاني و به عنوان مهم‌ترين مسايل و بحران روز اجتماعي، سياسي و محيط زيستي تبديل شده است. اين وضعيت به ويژه در سفره‌هاي آب زيرزميني داراي حساسيت بيشتري مي‌باشد. مدت‌هاست بحث كسري مخازن، افت‌هاي پي در پي و فرو نشست‌های زمین به امري رايج در آبخوان‌های كشور تبديل شده است.

در واقع فرونشست از تحكيم نهشته‌هاي رسوبي كه نتيجه فشار مؤثر افزاينده است، حاصل مي‌گردد (Bell et al., 2002). از طرف ديگر فرونشست تدريجي به عنوان پيامد تحكيم در مواد تحكيم‌نيافته زماني رخ مي‌دهد كه سطح ايستايي افت كرده است. ميزان فرونشست منعكس‌كننده ضخامت و نسبت نهشته‌هاي تحكيم‌نيافته به تحكيم‌يافته است. ضخامت اين نهشته‌ها از اطراف تغيير مي‌كند، به اين ترتيب موجب افزايش در پتانسيل فرونشست مي‌گردد كه شكاف‌هاي بزرگي در سطح زمين ايجاد مي‌شود، كه مهمترين و شاخص‌ترين شكاف‌ها غالباً نواحي فرونشست را مشخص مي‌كنند.

اغلب نواحي اصلي فرونشست سراسر جهان در نيم قرن اخير توسعه يافته‌اند كه احتمالاً در طي جنگ جهاني دوم شروع شده و تاكنون ادامه داشته است (Barends et al., 1995). امروزه کشورهای بسیاری از جمله ايالات متحده، ژاپن، هلند، عربستان، ايتاليا، چين، ونزوئلا شاهد پديده فرونشست بوده و درصدد يافتن روش‌هايي جهت كنترل و پيش‌گيري از آن می‌باشند. برندز و همكاران (۱۹۹۵) عنوان نمودند كه بيش از ۱۵۰ ناحيه فرونشست، تعدادي با فرونشست حدود ۱۰ متر در كشورهايي از قبيل مكزيك، ژاپن و ايالات متحده شناخته شده است. اغلب اين نواحي در چند دهه اخير به دليل استخراج شديد منابع طبيعي جهت تأمين نيازهاي افزايش جمعيت و توسعه صنعت در بسياري از كشورهاي توسعه يافته جهان ايجاد شده‌اند. پولند (۱۹۸۴) نشان داد كه فرونشست در قسمت‌هايي از مكزيكوسيتي با سرعت ۱ ميلي‌متر در روز اتفاق مي‌افتد. اين فرونشست، حاصل برداشت آب از چندين آبخوان ماسه‌اي واقع در رس بسيار نرم با منشاء ولكانيك مي‌باشد. از نظر تاد (۱۹۸۰)، فرونشست زمين در مناطق پمپاژ شديد از آبخوان‌هاي محبوس مشاهده شده است كه نمونه بارز آن را سن‌جوز كاليفرنيا ذكر كرده و بيان مي‌دارد كه در يک دوره ۱۵ ساله (۱۹۳۵-۱۹۲۰) ميانگين نسبت فرونشست ۱/۱۳ اين منطقه به اين موضوع اشاره مي‌كند كه سطح زمين به ازاي هر ۱۳ متر كاهش سطح پيزومتريك، ۱ متر فرونشست پيدا مي‌كند.

در ايران نيز كه فرونشست سابقه سی و چند ساله دارد، كه ناشي از مديريت نادرست در زمينه برداشت غيراصولی و بی‌رويه آب زيرزميني در بسياری از دشت‌های كشور از قبيل رفسنجان، مشهد، كرمان، خوزستان، تهران، همدان و غيره مي‌باشد.

علي رغم مشاهدات فرونشست در ايران متأسفانه پژوهش كافي در اين خصوص صورت نگرفته است. اين پژوهش‌ها عمدتاً توصيفي بوده و به دليل فقدان برنامه‌ريزي، نتوانسته اهداف مشخصي را دنبال نمايد. لذا در اين پژوهش، فرونشست مرتبط با برداشت آب زيرزميني مدنظر بوده و مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس مطالعات انجام شده، به طور كلی عوامل بسياری از نظر كمی و كيفی، در فرونشست زمين در اثر برداشت آب زيرزميني مؤثرند، مانند تخلخل مواد تشكيل‌دهنده لايه‌های خاک، تراكم، نوع، جنس و تركيب لايه‌ها، نحوه پمپاژ، ساختار زمين‌شناسی منطقه، هدايت هيدروليكی لايه‌های آبدار، بارندگی، دما و غيره كه در اين مقاله به تعدادي از آنها پرداخته مي‌شود.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقيق:

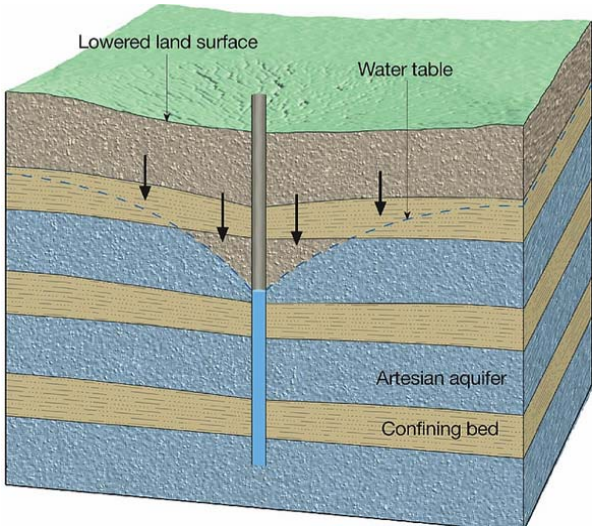
بطوركلي نواحي مستعد فرونشست زمين شامل (۱) نهشته‌هاي آبرفتي سست كم رطوبت (۲) نهشته‌هاي لسي كم رطوبت هستند مي‌باشد. به دليل اينكه اغلب مواد سفره‌هاي نيمه‌تراوا خاك‌هاي ريزدانه هستند، فرآيند تراكم بسيار آهسته و كند است، اما اوج تراكم نهايي بسيار بزرگتر از آبخوان اصلي است كه معمولاً از مواد درشت‌دانه تشكيل يافته است. فرونشست كلي زمين در هر خط عمودي، جمع جبري تراكم‌هاي تمامي لايه‌هاي خاك است كه شامل آبخوان و سفره‌هاي نيمه‌تراوا مي‌باشد (شكل۱)ط.

از نظر خامه‌چيان (۱۹۹۵) فرونشست می‌تواند به دو صورت باشد:

۱- ناشی از عوامل طبیعی از قبیل چین‌خوردگی، رانش قاره‌ای، گسل، آتشفشان.

۲- ناشی از عوامل مصنوعی که همان فعالیت انسان می‌باشد از قبیل ساخت و ساز، استخراج سیال (آب، گاز و نفت)، استخراج معادن.

افت غير يكنواخت آب زيرزميني در بخش‌هاي مختلف آبخوان منجر به تراكم ناهمگن آبرفت و در نتيجه نشست متفاوت سطح زمين و ايجاد ترك و يا شكاف‌هايي در سطح زمين مي‌شود. در ادامه به برخي از تعاريف مصطلح در ارتباط با فرونشست پرداخته مي‌شود.



شکل۱- تصویر شماتیك از فرونشست زمین در اثر بهره‌برداري

- تنش پیش تحکیمی Preconsolidation Stress

تنش در گستره‌ی کمتر از تنش پیش تحکیمی سبب تغییر شکل‌های جزئی الاستیک و برگشت‌پذیر می‌شود. در مواد ریزدانه، تنش‌های بیش‌تر از تنش پیش تحکیمی، تغییر شکل‌های بزرگ‌تر ایجاد می‌کنند، که غیر الاستیک و برگشت‌ناپذیر هستند.

- تراکم Compaction

عبارت «Compaction» برای فرایند تراکم و نیز تغییر ضخامت اندازه‌گیری شده، استفاده می‌شود. تراکم رسوبات در واکنش به افزایش تنش اعمال شده رخ داده و اگر تنش موجود و افزایش آن کمتر از محدوده تنش پیش تحکیمی باشد تغییرات ضخامت الاستیک بوده و با برداشتن تنش مازاد، خاک به شرایط اولیه خود باز خواهد گشت؛ بنابراین این توع تراکم را تراکم برگشت‌پذیر یا الاستیک «Elastic» می‌نامند و اگر تنش مجموع فراتر از حد تنش پیش تحکیمی باشد، آنگاه تراکم خاک ثابت بوده و تغییر شکل ایجاد شده در خاک باقی خواهد ماند. این نوع تراکم را تراکم برگشت‌ناپذیر یا غیر الاستیک «Non-Elastic» می‌نامند.

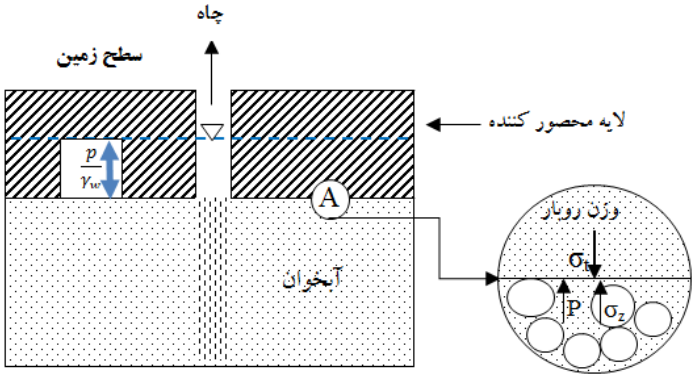
- نشست Subsidence

ایجاد حفره (Sinking) یا پایین رفتن زمین (Settlement) می‌باشد که به علت فرایندهای متعددی اتفاق می‌افتد. همان‌گونه که معمولاً استفاده می‌شود، این واژه به جابجایی و پایین رفتن سطوح طبیعی به‌صورت عمودی و که در عین حال ممکن است با حرکات افقی همراه باشد، اشاره دارد. این ترم شامل زمین لغزش (Landslide)، که جابجایی‌های افقی بزرگ مقیاس یا نشست و پایین افتادن واریزه‌های طبیعی است، را شامل نمی‌شود.

تنش‌های مؤثر در آبخوان

فشاری که به آب درون خلل و فرج در یک محیط متخلخل اشباع وارد می‌شود به فشار منفذی موسوم است. بار این فشار در نقطه‌ای مانند A (شکل۲) به‌وسیله‌ی ارتفاع آب در پیزومتری که انتهایش در تراز نقطه A قرار دارد، اندازه‌گیری می‌شود. فشار یا تنش کل (σt) در نقطه‌ای A اساساً با وزن روبار نقطه A (وزن کلیه مواد آبخوان و آب که بالای نقطه A قرار گرفته) در واحد سطح برابر می‌باشد، قسمتی از وزن روبار (سربار) بالای نقطه A توسط فشار منفذی P و قسمت دیگری توسط تنش بین دانه‌ای σz تحمل می‌شود. تنش بین دانه‌ای یک مقدار ماکروسکپی است که بر حسب تعریف با اختلاف تنش کل و فشار منفذی برابر می‌باشد:

$$\sigma_t = \sigma_z - P$$



شکل۲- تنش در یک آبخوان تحت فشار

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

عوامل ایجاد فرونشست

در مناطقي كه سفرههاي آب زيرزميني تحت فشار و نيمه فشار در آبرفتهاي منفصل تشكيل شده شدهاند كاهش فشار سفره در اثر پمپاژ آب زيرزميني ميتواند منجر به فرونشست زمين گردد. كاهش فشار سفره آرتزين منتج به افزايش تاثير فشار حاصل از بار رسوبات بالايي روي سفره گرديده و تعادل قبلي ذرات سفره بهم خورده و رسوبات خود را با وضعيت جديد تطبيق داده و با جورشدگي مجدد، تحت فشار موثر لايههاي بالايي سفره (برايند فشار پيزومتريك سفره و فشار حاصل از وزن مرطوب رسوبات بالايي) ضمن كاهش تخلخل و افزايش تراكم، موجب نشست سطح زمين ميگردند.
در سفرههاي آزاد كاهش فشار هيدرواستاتيكي بر اثر افت سطح آب زيرزميني ميتواند منجر به افزايش فشار لايههاي بالايي روي سفره و تراكم آن گردد كه نتيجه به صورت نشست و كاهش تخلخل نمايان ميگردد.

زمان نشست

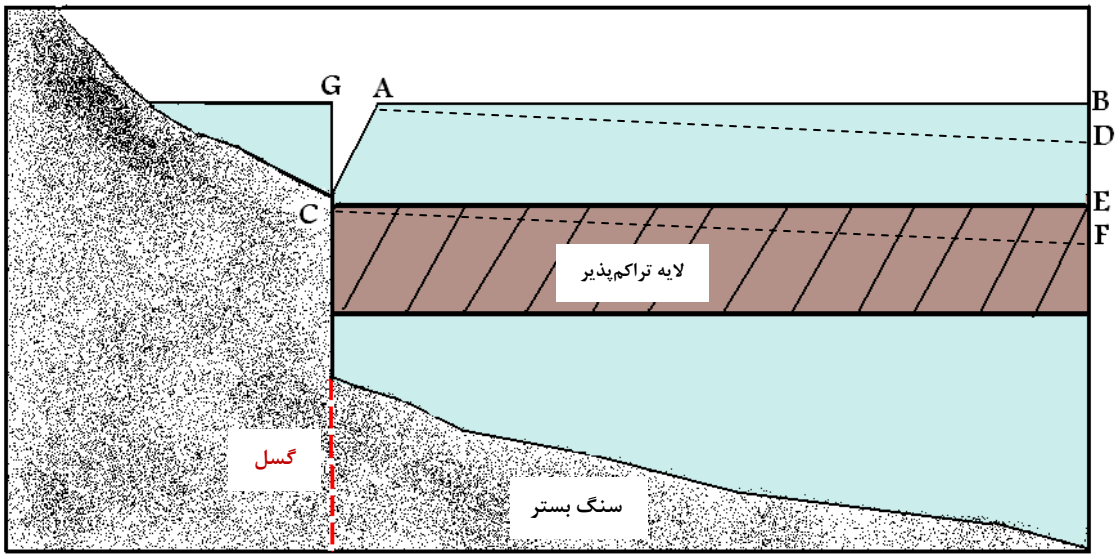
زمان نشست در سفرههاي تحت فشار پس از وقوع كاهش فشار، مدت زمان معيني است كه در رسوبات تراكم ايجاد نموده و وضعيت تعادلي جديد را ايجاد مينمايد و طبق نظر ترزاقي اين زمان متناسب با مجذور ضخامت رسوبات بوده و نيز جنس ذرات لايههاي سفره در اين زمان نقش موثري دارند. در لايههاي سيلتي ماسهاي بيشترين فشردگي در چند سال صورت ميگيرد و در لايههاي رسي كم ضخامت در مدت چند دهه و در لايههاي رسي ضخيم در در مدت چند صده به طول ميانجامد.

ميزان نشست

ميزان نشست به دو عامل بستگي دارد: ۱- نوع رسوبات: دانه بندي ريزتر و ميزان رس بيشتر منجر به امكان قابليت تراكم بيشتر و در نتيجه نشست بيشتر سطح زمين ۲- افزايش فشار بين ذرهاي در اثر افت سطح آب زيرزميني
محاسبه تراكم لايههايي كه در آن فشار بين ذرهاي افزايش يافته است از طريق محاسبه كاهش خلل و فرج با روشهاي آزمايشگاهي مكانيك خاك تعيين ميگردد. در يك لايه يكنواخت چون مقدار فشار بين ذره-اي با افزايش عمق افزايش مييابد، مقدار مدول الاستيسيته خاك (E) افزايش خواهد يافت. با اعمال يك بار استاتيك بر روي لايه درشت دانه مانند ماسه در ابتداي تغيير شكل بر اثر تخريب ساختمان و آرايش قبلي ذرات به وجود ميآيد و طبيعتاً با كاهش حجم توده خاك همراه بوده كه به تدريج از شدت آن كاسته ميگردد.

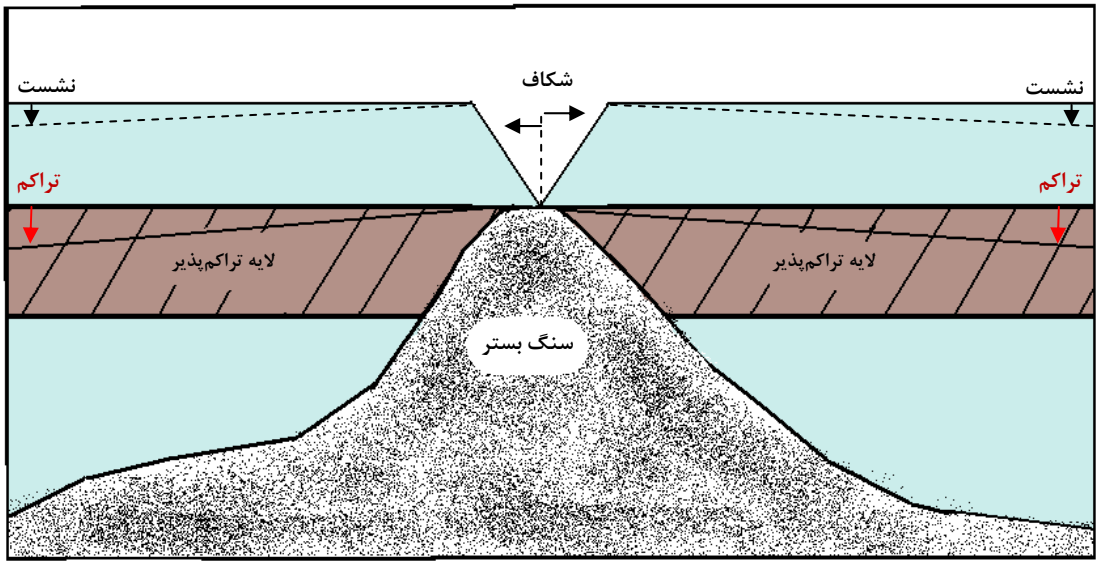
پديده نشست و نحوه عملكرد

چنانچه ذكر گرديد نشست زمين ناشي از بهرهبرداري از منابع آب زيرزميني در اثر افزايش فشار بين ذرهاي در آبرفت ميباشد. اين افزايش فشار در سفرههاي آزاد نتيجه از بين رفتن شناوري ذرات جامد در بخشي از سفره است كه سطح آب در آن پايين افتاده است. افت ناموزون سطح آب زيرزميني و ناهمگني تراكم آبرفت موجب نشست ناموزون سطح زمين و ايجاد شكافهايي در پوسته زمين ميگردد.
شكافهاي كششي واقع در روي سطوح مخفي گسلي كه عمدتاً در حاشيه حوضه وجود دارند نتيجه افزايش خطي پديده نشست از اطراف منطقه به مركز آن ميباشد. اين پديده ميتواند منجر به حركت لغزش (چرخشي) رسوباتي كه در سطح گسل قرار دارند شود. (شكل ۳)



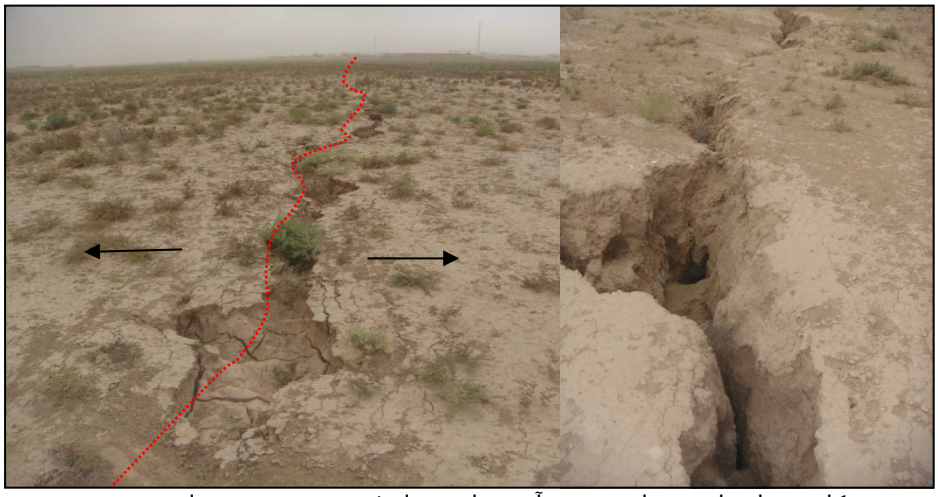
شکل ۳- ایجاد شکافهاي حاشیه دشت ناشي از فرونشست

افزایش خطي نشست از اطراف منطقه بهره‌برداري به طرف مرکز منطقه همچنین ممکن است به علت بهره‌برداري بیشتر آب در مرکز دشت و در نتیجه افت بیشتر در این نواحي مي‌باشد.
به علاوه افزایش نشست به علت وجود لایه‌هاي ضخیم رسي در مرکز منطقه مي‌باشد و کاهش ضخامت این لایه‌ها در حواشي دشت مي‌باشد.
تحت چنین شرایطي تراکم لایه‌هاي رسي و رسوبات دیگر در زیر سطح آب از اطراف منطقه بهره‌برداري به طرف مرکز افزایش مي‌یابد و باعث مي‌گردد مطابق شکل ٤ رسوبات بالایي از امتداد CE به CF در روي لایه‌هاي متراکم شده و از AB به AD در سطح زمین لغزش (چرخش) نماید. و درنتیجه شکافي در بالاي سطح گسل بوجود مي‌آید.
در منطقه‌اي که سنگ کف سفره در عمق کم قرار دارد به علت ضخامت ناچیز آبرفت امکان حفر چاه و بهره‌برداري وجود ندارد، لذا آب‌هاي زیرزميني به سمت مناطق داراي ضخامت بیشتر انتقال یافته و این پدیده منجر به افزایش نشست و جابجایي افقي لایه‌ها در آن منطقه مي‌گردد. این جابجایي افقي منجر به ایجاد شکاف‌هاي در راستاي بالا آمدگي سنگ کف مي‌گردد.



شکل ٤- تاثیر توپوگرافي سنگ کف در نحوه فرونشست و شکافهاي ناشي از آن

نشست زمين معمولاً همزمان با افت سطح آب زيرزميني اتفاق نمي‌افتد، زيرا تراكم در لايه‌هاي رسي طي مدت زمان طولاني صورت مي‌گيرد. در صورتي كه لايه‌هاي رسي ضخيم و رس متراكم باشد دهها سال طول خواهد كشيد تا آب درون حفرات رسي تخليه شده و فشار موثري كه لايه‌هاي رسي تحمل نموده‌اند به طور كامل در تمام نقاط تماس ذرات به يكديگر مستهلك گردد. در اين حالت نشست زمين مي‌تواند تا سال‌ها پس از آنكه افت سطح آب متوقف شده است ادامه يابد. شكل‌هاي شماره (٥) وشكافهاي ايجاد شده در سطح زمين را نشان مي‌دهد.



شكل٥- ترك‌ها و حفرات بوجود آمده ناشي از فرونشست در حواشي دشت

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

نتايج اين تحقيق نشان مي‌دهد، عوامل متعددي در وقوع فرونشست زمين موثر مي‌باشد. طبق نتايج اين پژوهش يكي از مهمترين عوامل ايجاد نشست زمين در آبخوانهاي كشور بهره‌برداري بيش از حد از منابع آب زيرزميني در مناطقي است كه لايه‌هاي تراكم‌پذير با ضخامت قابل ملاحظه در آبخوان وجود دارند. اين لايه‌ها معمولاً از رس تشكيل شده و نيمه تراوا مي‌باشند، كه با افزايش فشار منفذي ناشي از كاهش فشار آب زيرزميني متراكم شده و منجر به به وجود آمدن فرونشست در آن مناطق مي‌گردند. عمدتاً فرونشست‌ها در بخش‌هاي مركزي آبخوان ايجاد مي‌گردد و به صورت تدريجي پس از برداشت از آبخوان شكل مي‌گيرد. در نهايت فرونشست پس از كاهش تراز آب زيرزميني از حد بحراني (Critical Head) شروع مي‌شود و برگشت ناپذير بوده كه با ادامه افزايش بهره‌برداري منجر به تغيير در خصوصيات هيدروژئولوژيكي آبخوان خواهد شد.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Bell, J.W., Amelung, F. and Ramelli, A.R. 2002. *"Land subsidence in Las Vegas, Nevada, 1935-2000: New Geodetic Data Show Evolution, Revised Spatial Pattern, and Reduced Rates"*, Environmental and Engineering Geoscience, 8 (3), p. 155-174.

Barends, F.B.J., Brouwer, F.J.J. and Schröder, F.H. 1995. *"Land subsidence (natural causes, measuring techniques, the Groningen gasfield)"*, A.A. Balkema Publishers.

Todd, D.K. 1980. *"Ground water hydrology"*, Second Edition, John Wiley and Sons, Inc, 253-266.

Poland, J.F. 1984. *"Guidebook to studies of land subsidence due to ground–water withdrawal"*, Prepared for the International Hudrological Programme. Working Group 8.4, U.S. of America, 340.

Khamechiyan, M. (1995). *"Study on geotechnical and geoenvironmental aspects of land sbsidencs due to withdrawal of ground water"*, PhD thesis, Saga University, Sapan.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

مطالعه خصوصيات ژئوتكنيكي خاك هاي باقيمانده در پائين دست محل سد اكباتان (جنوب شرق همدان)

رحیم مرتضایی[۱]،محمدحسين قبادي[۲]،محمدرضا رسولی فرح[۳]، هانا مراد سلیمی[۱]، مینا صدقی[۱]،

محسن احمدی پور[۱]

۱- دانشجویان کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲- استاد گروه زمین شناسی دانشگاه بوعلی سینا،همدان

۳-کارشناس ارشد آزمایشگاه زمین شناس مهندسی دانشگاه بوعلی سینا،همدان

چکیده

سنگ هاي رسوبي فراوان ترين سنگ هاي سطح زمين مي باشند. این نوع سنگ هابا توجه به شرایط محیط رسوبی و به علت داشتن تنوع در نوع كاني های تشکیل دهنده و نوع و مقدار سیمان می توانندخواص ژئوتكنيكي متغييري داشته باشند .لذا جهت شناخت خصوصيات خاك هاي باقيمانده حاصل از این سنگ ها در پائین دست محل سد اکباتان واقع در جنوب شرقي همدان نمونه هايي از ماسه سنگ، شیل و سیلت استون و خاکهای باقیمانده حاصل از هوازدگی آنها تهیه گردید. و در آزمایشگاه خصوصیات سنگ شناسي و همچنین خصوصيات ژئوتكنيكي خاكها مانند رطوبت، چگالي، دانه بندي، حدود اتربرگ، همارزماسه، دانسیته در محل، تراكم، برش مستقيم وضرائب تحكيم خاک تعيين شد. بر اساس نتايج حاصله خاك باقيمانده ماسه اي است و مي تواند در تهيه بتن بكار برده شود. با توجه به دانه بندي و پايين بودن تراكم پذيري و تورم پذيري مي تواند برای ساخت زیر اساس جادها مورداستفاده قرار گیرد.

كلمات كليدي : ماسه سنگ، شیل ، سیلت استون، خاك برجا، خصوصيات ژئوتكنيكي

Abstract:
Sedimentary rocks is most abundance rock of the surface, and they have very distribution in Iran, therefore a lot of projet encounter to them. This rock have diverse characteristics of mineralogy and gradation geotechnic aspects. To identify of residual soils characteristics produce of confine Ekbatan dam in southeast of Hamedan rock, pices of sandstone, shale and siltstone were collect and in laboratory were determined respected to their petrology and geotechnic characteristics for example water content, specific gravity, sieve analysis, atterberg limits, sand equivalent, sand cone, compaction, direct shear and consolidation. According to the residual soil is sandy and can be use in concrete and asphalt product. In resulting research some where shale and siltstone are spread and fine grained and clay mineral in soil cause the soil quality be decrease. According of mechanical analysis and be low of compactibility and swelling can be use in subbase.

Keywords:Terigenous rock, residual soil, geotechnical characteristics

مقدمه

خاك هاي رسوبي از نظر منشأ داراي تنوع هستند كه ناشي از شرايط تشكيل اين سنگ ها مي باشد . خاك هاي ايجاد شده بر روي سنگ مادر به خاك هاي باقيمانده معروف هستند (Das,۱۹۹۰). خاك هاي مذكور در صورتي كه داراي مقاومت مناسبي باشند از نظر مهندسي كاربردی خواهند بود .بعلت سهولت دسترسي و برداشت خاك هاي برجاي رسوبي كه گسترش وسيعي درجنوب همدان دارند، مطالعه اين خاك در محدوده سد اکباتان انجام شده که نتایج آن در این مقاله ارائه شده است.

روش تحقیق:

براي انجام اين تحقيق ضمن تهيه نقشة زمين شناسی و توپو گرافي منطقه وانجام بازديدهای صحرايی اقدام به نمونه برداری از خاک محل و نمونه هايی از سنگ مادر و تهيه مقاطع نازک از آنها و نيزانجام آزمايشات مختلف در آزمايشگاه گرديد.

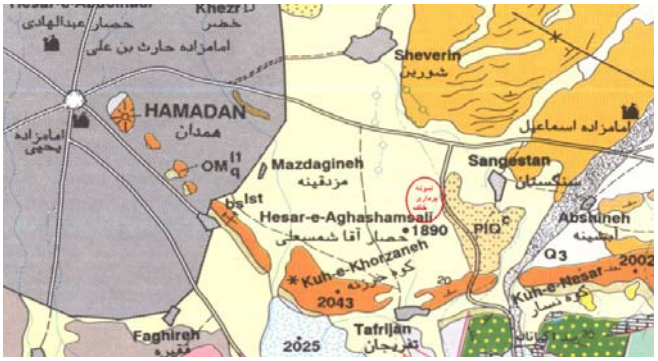
موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه و نمونه برداری در ۵ کیلومتری در جنوب شرقی شهر همدان (در جاده همدان – ملایر) با طول جغرافیایی ´۳۵,۱۲۳ °۴۸ و عرض جغرافیایی ´۴۷,۱۵۰ °۳۴ و با ارتفاع از سطح دریا ۱۸۸۱ متر میباشد.

شکل ۱ : موقعیت محدوده مورد مطالعه در جنوب شرق همدان

زمین شناسی

منطقه مورد مطالعه در زون سنندج – سيرجان واقع مي باشد سنگهاي رسوبي جنوب همدان با سن کرتاسه و جديدتر، بخش اعظم منطقه را پوشانده است بخش ديگر سنگهاي حنوب همدان شامل سنگهاي دگرگوني مثل اسليتها و شيستها است(،درويش زاده۱۳۷۰)



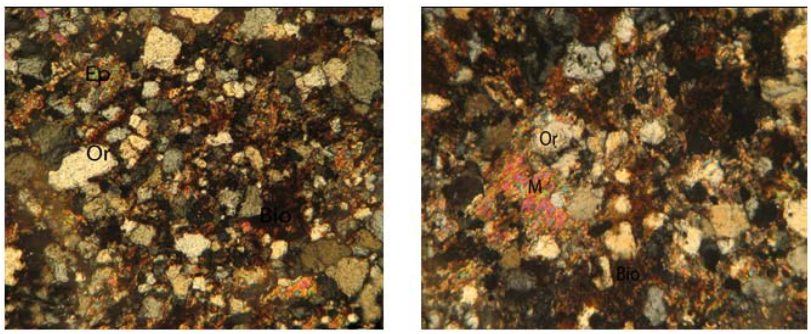
شکل ۲: موقعیت محدوده مورد مطالعه بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ همدان

بطور کلي، روند تشکيل رسوبات کواترنر در اطراف شهر همدان متأثر از مجموعه فرايندهاي زمين شناسي و تکتونيك حاکم بر منطقه مي باشد (۱۳۷۰ ،درويش زاده) .ساختار اصلي زمين شناسي محل مورد مطالعه يك چين خوابيده است که در واحدهاي سنگي پليستوسن- کواترنري قرار دارد .اين واحدهاي سنگي شامل شيل و ماسه سنگ مي باشند که در ترانشه شرقي در مسير جاده سد اکباتان مشاهد مي شود، دراين ترانشه علاوه بر چين خوابيده چين هايجعبه‌ای نيز ديده مي شود که در رسوبات نرم ايجاد گرديده‌است(رجائي و

محجل، ۱۳۸۵).برخی از لایه های بهم ریخته مشاهده شده در این منطقه به صورت اولیه است يعني هم زمان با رسوبگذاري صورت گرفته و در اثر عوامل تكتونيكي نمي باشد،بدين صورت كه جريان هاي توربيديتي باعث آشفتگي رسوبات كف حوضه شده است. در منطقه چين با يال موازي و خوابيده نيز ديده مي شود، در اين چين ها يك ساختار جالب دالبري شكل ديده مي شود كه علت آن وجود يك لايه با ويسكوزيته كم است كه نوك دالبر به سمت لايه با ويسكوزيته بالا مي باشد.

سنگ شناسی

جهت انجام مطالات سنگ شناسی اقدام به اخذ دو نمونه از سنگ مادر منطقه گردید که بصورت B-2، B-1 و نامگذاری و از آنها مقاطع نازک تهیه گردید. بسنگ مذکور دارای بافت گرانوپلاستیک با دانه بندی ریز ومتشکل از کانیهای مسکوویت، ارتوزکلاز، اپیدوت، بیوتیت، اکسیدآهن میباشد. آلتراسیون شدید از مشخصه های بارز سنگهای منطقه است که در نمونه های دستی نیز مشهود بوده و تهیه مقطع از آنها را دچار مشکل مینمود.لذا برای تهیه این مقاطع از کانادابالزام استفاده گردید.آنچه لازم به ذکر است اینکه مشخصات سنگ شناسی ونیز نوع کانیها بر ویژگی‌های‌فیزیکی‌ومکانیکی خاک مورد مطالعه تاثیر مستقیمی دارد.



شکل ۳ مقاطع تهیه شده از نمونه B-2، B-1

آزمایشهای ژئوتکنیکی

در این مطالعه با بهره گیری از دستورالعمل ASTM نسبت به نمونه برداری و انتقال آنها به آزمایشگاه اقدام گردید (ASTM،۱۹۹۲). بر این اساس آزمونهای مختلفی برای تعیین خصوصیات زمین شناسی مهندسی خاک محدوده مورد مطالعه انجام شد به شرح زیر میباشد.

- آزمایش تعیین درصد رطوبت :

طبق استاندارد90 -ASTM 2216 ، مقدار میانگین درصد رطوبت خاک منطقه مورد مطالعه تعیین گردید. برای این منظور اقدام به برداشت سه نمونه از خاک منطقه تا عمق ۵۰ سانتیمتری از سطح زمین گردید و مقدار رطوبت متوسط آنها برابر۷/۹ درصد بدست آمد.

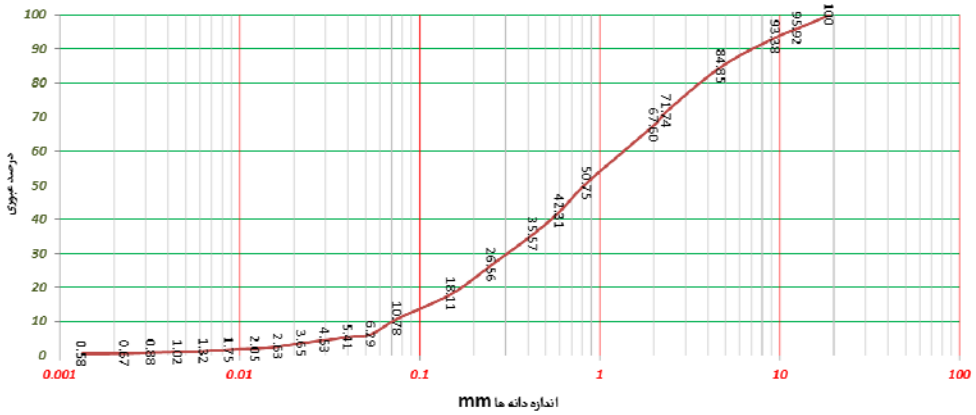
- تعیین مقدار وزن مخصوص توده جامد خاک (G_s) :

با توجه به اهميت G_s يا چگالي خاك در خواص مهندسي خاك بخصوص در روابط وزني و حجمي خاك اين آزمايش طبق استاندار87 -ASTM D 854 براي خاك مورد مطالعه انجام گرديد كه مقدار آن ۲/۷۵ مي باشد كه با توجه به آلتراسيون كاني هاي تشكيل دهنده اين منطقه و وجود كاني هاي رسي اين عدد كاملا با خاك منطقه(رس و رس سيلت دار) مطابقت مي كند.

- آزمایش دانه بندی :

دانه بندي يا تفكيك خاك براساس اندازه ي ذرات آن، به منظور طبقه بندي خاك براي اهداف مهندسي انجام ميگردد براي انجام دانه بندي از دو روش مكانيكي طبق استاندارد63 -ASTM D422 و هيدرومتري طبق

استانداردASTM D421- 63 استفاده ميشود .با توجه به نوع منحني دانه بندي خاك خوب دانه بندي شده مي باشد كه ضريب يكنواختي(cu)آن معادل ۱۳/۳۳ و ضريب دانه بندي (cc) آن ۰/۷۱ مي باشد.



نمودار ۱ : تلفيق نمودار دانه بندي تر و هيدرومتري

-آزمايش حدودآتربرگ

در آزمايش حدود اتربرگ ، با توجه به آزمايش هاي تعيين حد رواني خاك مطابق بااستاندارد84 -ASTM 4318 و تعيين حد خميری طبق استاندارد۸۴ -ASTM 4318 براي خاك مورد آزمايش كه با توجه به ماسه اي بودن خاك رفتار خاك غير پلاستيك مي باشد. و براي طبقه بندي نوع خاك منطقه طبق رده بندي آشتو در دسته3 -A و براساس طبقه بندي متحدSP مي باشد.

-آزمايش هم ارز ماسه

براي تعيين سريع كيفيت مصالح از آزمايش هم ارزش ماسه استفاده شد . اين آزمايش طبق استاندارد۹ ASTM D2 431انجام گرديد و نتيجه آزمايش داراي SE معادل ۷۳ % می باشد، اين عدد به ۱۰۰% نزديک بوده در نتيجه ماسه مورد آزمايش از تميزي بالايي برخوردار بوده و براي مصارف متعددي كه نيازمند ماسه تميز می باشد و همچنين برای مصالح بتنی، قابل استفاده است.

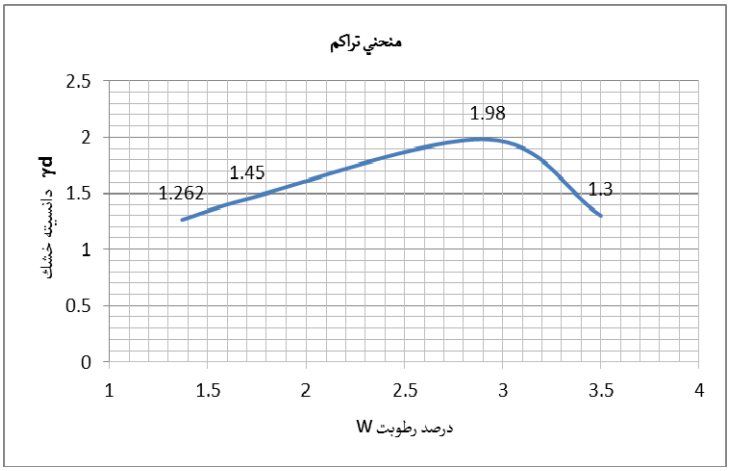
- آزمايش دانسيته در محل :

اين آزمايش طبق استاندارد82 -ASTM D 1556 انجام شد و وزن مخصوص خشکgr/cm^3 ۱/۶۲۶ و وزن مخصوص مرطوب gr/cm^3 ۱/۶۷ بدست آمد. با توجه به اين كه خاك از نوع برجا مي باشد و در نتيجه ازهوازدگي سنگهاي رسوبي منطقه حاصل شده است لذا مقدار دانسيته با شرايط طبيعي خاك تطبيق مي كند ،چراكه هيچ گونه عوامل طبيعي و مصنوعي بعد از تشكيل اين خاك باعث ايجاد تراكم خاك نشده است و خاك سرباري را تحمل نكرده است.

- آزمايش تراكم :

براي آزمايش تراكم استاندار ، از استاندارد78 -ASTM D 698 و آزمايش تراكم اصلاح شده از استاندارد ASTM D 1557- 78 استفاده شده است نتايج آزمايش به ترتيب براي تراكم استاندارد و اصلاح شده به ترتيب در نمودارهاي شكل نشان داده شده است .مقدار رطوبت بهينه در دو آزمايش استاندارد و اصلاح شده به ترتيب ۱۲/٦٦ و ۲/۹۲ درصد و حداكثر دانسيته خشك نيز به ترتيب ۱/۹٤ و ۱/۹۸ گرم بر سانتيمتر مكعب ميباشد.

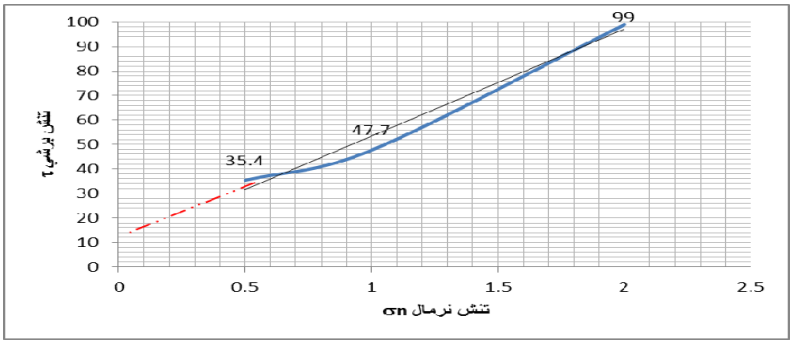
نمودار ۲: منحني تراكم استاندارد خاك مورد مطالعه



نمودار ۳: منحني تراكم اصلاح شده مورد مطالعه

- آزمايش برش مستقيم :

در اين آزمايش از روشCU با سرعتي برابر 2 mm/min استفاده شده كه طبق استاندارد ASTMD 308-72 انجام شده است. با توجه به آزمايش(CU) و در نظر گرفتن مقدار چسبندگي خاك مورد نظر برابر ۱۰، مقدار زاويه اصطكاك داخلي آن حدود ۳۵/٤ درجه مي باشد كه در محدود خاك هاي ماسه اي قرار داشته و قابل قبول است.



نمودار ٤ : منحنى آزمايش برش مستقيم

- آزمایش تحکیم :

برای تعیین سرعت و مقدار فشردگی خاک از آزمایش تحکیم (ادئومتری تک بعدی) استفاده شد.در این آزمون با استفاده از دستگاه تحکیم یک بعدی و بارگذاری نمونه با دوره افزایشی ۲۴ ساعته(مقدار بار ۲ برابر میشود)مقدار نشست آن بوسیله گیج ها ثبت ونهایتا اقدام به محاسبه نسبت تخلخل نمونه در زمانهای مختلف شد و پس از رسم نمودار e-log p با استفاده از روش کاساگرانده مقدار فشار پیش تحکیمی ، نشانه فشردگی (Cc) ، ونیز نشانه تورم(Cs) گردید که نتایج بصورت زیر تقدیم میگردد.

نمودار5 : منحنی e – log p

باا استفاده از منحنی فوق مقدار فشار پیش تحکیمی برابر ۵۰۱ کیلو پاسکال بدست آمد .ضمنا جهت محاسبه مقدارنشانه فشردگی (Cc) ونیز نشانه تورم (Cs)از روش کاساگرانده استفاده و ضمن رسم نمودارهای آن و با استفاده از فزمول های مربوط مقدار آنها محاسبه شد :

Cs= 0/0297 Cc = 0/297

بحث و نتیجه گیری

۱-همانگونه که ذکر آن رفت رفتار خاک بعلت عدم وجود ذرات رس در آن بصورت غیر پلاستیک بوده و لذا مقدار چسبندگی در آن در حد صفر میباشد و سهم عمده مقاومت برشی در آن بعهده زاویه اصطکاک داخلی است.زاویه داربودن ذرات بعلت عدم حمل و جابجایی(خاک باقیمانده) باعث افزایش زاویه اصطکاک شده است.

۲- هر چند نتایج آزمایشات فیزیکی و مکانیکی این نوع خاک در بعضی از آیتم ها همچون SE ونیز حدود اتربرگ نشاندهنده کیفیت نسبتا مناسب جهت استفاده بعنوان منابع قرضه (مخصوصا ساب بیس در راه سازی)است. اما بعلت زیاد بودن دانه های کوارتزو نیز ریزدانه بودن استفاده بعنوان مصالح اولیه تولید آسفالت توصیه نمیشود.ضمنا کاربرد آن در تولید بتن نیز نیاز به انجام تست های تخصصی دیگری دارد.

۳-با توجه به نتیجه دانه بندي اين منابع مي تواند به عنوان زير اساس استفاده شوند . ضريب تراكم پذيري و تورم پذيري كه مقادير نسبتا پاييني براي اين خاك به دست آمده است استفاده از آن ها را براي هدف مذكور تاييد مي كند.

٤- بطور كلي با توجه به نتايج آزمايشگاهي و نزديكي منابع مورد مطالعه به شهر همدان و ذخيره مناسب اين منابع استفاده از آنها در پروژه هاي راه سازی با توجه به اقتصادي بودن استخراج توصيه مي شود.

منابع :

۱- رجائي . ع، محجل . م ۱۳۸۵ . "ساختارهاي غير تكتونيكي خاور همدان"دهمين همايش انجمن زمين شناسي ايران دانشگاه تربيت مدرس، ۱۲۸۸-۱۲۹۳

۲- درويش زاده . علي . ۱۳۷۰ ، زمين شناسي ايران ، انتشارات نشر دانش امروز

۳- معماريان . حسين . ۱۳۷٤ ، زمين شناسي مهندسي و ژئوتكنيك ، انتشار دانشگاه تهران

٤- فريدونی.م،. فاتحی.د،. مرادی سلیمی، ۱۳۹۱.ه. " گزارش عملیات صحرایی". دانشگاه بوعلی سینا

٥- قبادی.م، کارگریان.س، رسولی فرح.م، عبدالوند.ر، ۱۳۸۸ ، "مطالعه خصوصيات ژئوتكنيكي خاك هاي باقيمانده حاصل از سنگ هاي آواري در منطقه سد اكباتان (جنوب شرق همدان) "، ششمين كنفرانس زمين شناسي مهندسي و محيط زيست ايران دانشگاه تربيت مدرس

1-American Society for Testing and Materials, ASTM,1992. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, Vol /4 ,08

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

مطالعه خصوصیات فیزیکی و مکانیکی گرانیت های جنوب مشهد در محدوده رباط طرق

پوریا دهقان ، دانشجوی دکتری زمین شناسی مهندسی ، دانشگاه فردوسی مشهد pooria.dehghan@yahoo.com
غلامرضا لشکری پور ، استاد گروه زمین شناسی ، دانشگاه فردوسی مشهد Lashkaripour @um.ac.ir
محمد غفوری ، استاد گروه زمین شناسی ، دانشگاه فردوسی مشهد Ghafoori@um.ac.ir
منا حسین پور مقدم ، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی ، دانشگاه فردوسی مشهد
Mona _hosseinpour@yahoo.com

چکیده :

شناخت خصوصیات مهندسی سنگ بکر ، در پروژه های عمرانی که با پی های سنگی سر و کار دارند از اهمیت چشمگیری برخوردار است و در مراحل اولیه اجرای سازه های مهندسی به طور جدی مد نظر قرار می گیرد. در این تحقیق به منظور مطالعه خصوصیات مهندسی سنگ های گرانیتی جنوب مشهد، سه حلقه گمانه مطالعاتی تا عمق ۱۰ متر در توده سنگی حفر گردید و پس از انتقال نمونه های سنگی به آزمایشگاه، آزمایشات مربوط به تعیین خصوصیات مکانیکی و فیزیکی آن ها از قبیل آزمایش تک محوری، سه محوری، برش مستقیم، دانسیته خشک و اشباع، تخلخل و جذب آب سنگ صورت پذیرفت و در نهایت ضریب زبری درزه ها با استفاده از روش بارتون تخمین زده شد. نتایج این تحقیق می تواند در محاسبه ظرفیت باربری توده سنگی و طراحی بهینه فونداسیون، جهت احداث سازه های بلند مرتبه مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه ها: گرانیت، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی، مشهد، سازه های مهندسی

Abstract:

Study of physical and mechanical properties of the south Mashhad's granites, Robat Torogh's area

Recognition of original stone’s engineering characteristics in construction projects that are dealing with the foundation stone, is quite important and in theearly stages of implementing engineering structures will beseriously considered. In this research, to study the engineering properties of granitic rocks in south of Mashhad, three borehole’s were drilled to a depth of 10 meters in the rock mass and the rock samples were transported to the laboratory to determine the physical and mechanical properties such as single-axistests, triaxial, direct shear, dry density and saturation, porosity and rock‘s water absorption and finally joint’s roughness coefficient was estimated by the method of Barton.The results can be used for calculation of bearing capacity of rock mass and also in optimal designing of the construction of tall structures.

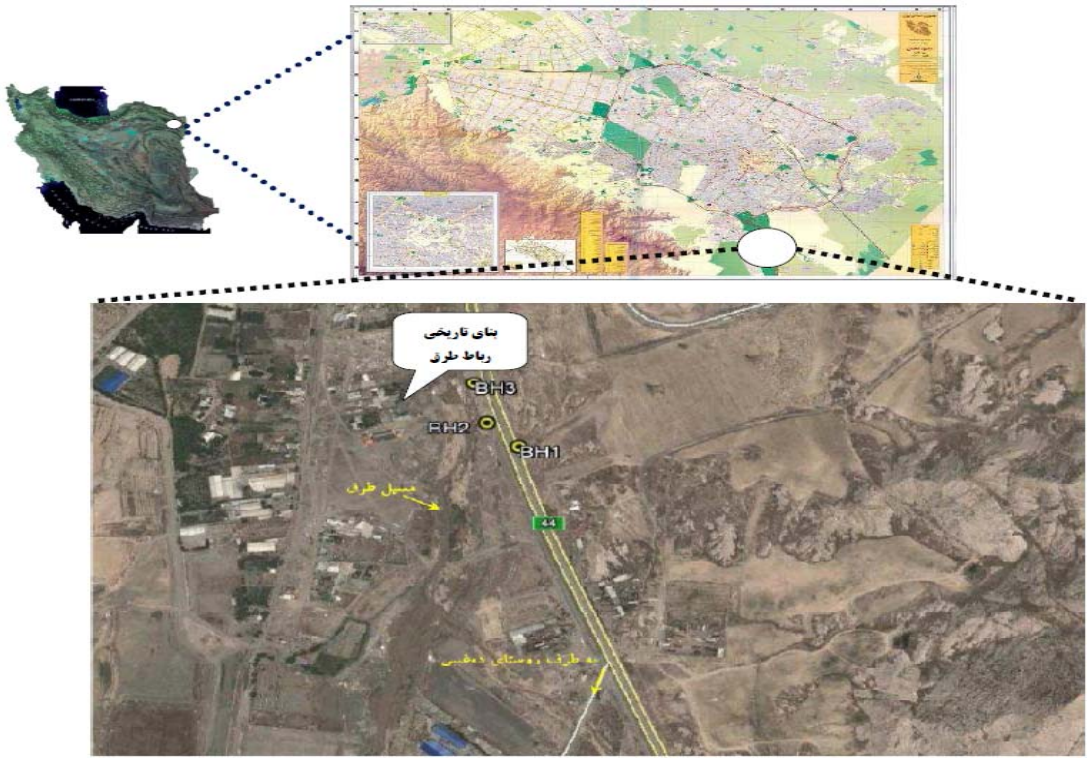
Keywords:Granite, physical and mechanical properties,Mashhad, engineering structures

مقدمه :

شناخت و ارزیابی ویژگی های مهندسی توده های سنگی در اجرای پروژه های عمرانی از اهمیت بسزایی برخوردار است (نوری و همکاران ، ۱۳۹۲). با توجه به گسترش و فراوانی توده های گرانیتی در کشور و تنوع در ویژگی های ژئوتکنیکی آن ها و همچنین در تماس بودن بسیاری از پروژه های عظیم عمرانی با این نوع سنگ ، مطالعه خصوصیات مهندسی گرانیت ها می تواند نقش مهمی در طراحی بهینه سازه ها ایفا نماید. بطور کلی می توان ویژگی های ژئوتکنیکی مصالح زمین شناسی را با توجه به طبیعت و کارآیی آن ها به دو گروه ویژگی های فیزیکی و ویژگی های مکانیکی تقسیم بندی نمود (خواجه ، ۱۳۸۱). تاکنون مطالعات زیادی در خصوص ویژگی های مهندسی سنگ ها صورت پذیرفته است که منجر به ارائه معادلات مختلفی در رابطه با خصوصیات فیزیکی و مکانیکی توده های سنگی در سازندهای مختلف زمین شناسی گردیده است (Koukis et al ,2001)(Diamantis et al , 2009) . با توجه به افزایش روز افزون احداث سازه های بلند مرتبه در نواحی جنوبی شهر مشهد و لزوم اطلاع از خصوصیات ژئوتکنیکی رخنمون های گرانیتی منطقه به منظور کاربرد در طراحی فونداسیون های پایدار، در این تحقیق پس از حفاری ۳ حلقه گمانه مطالعاتی به عمق ۱۰ متر در مجاورت رباط تاریخی طرق و انتقال مغزه های گرانیتی به آزمایشگاه شرکت مهندسی مشاور جهد آزما ، آزمایشات مربوط به تعیین خصوصیات مکانیکی و فیزیکی آن ها از قبیل آزمایش تک محوری، سه محوری، برش مستقیم، دانسیته خشک و اشباع، تخلخل و جذب آب بر روی نمونه ها صورت پذیرفت و در نهایت ضریب زبری درزه ها با استفاده از روش بارتون تخمین زده شد که نتایج حاصل بر اساس استاندارد های مربوطه ارائه گردیده است.

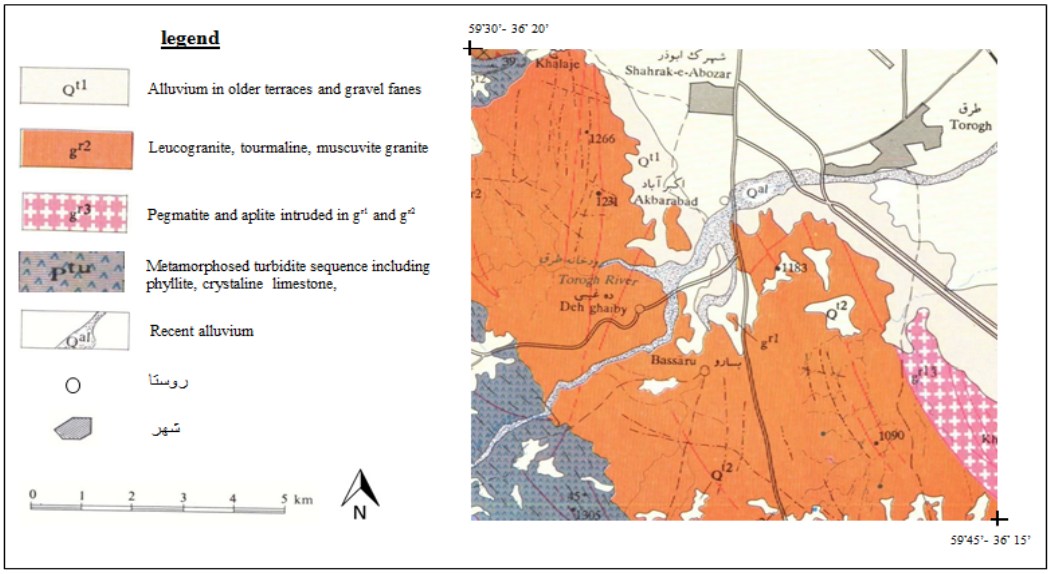
موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی محدوده مورد مطالعه

در شکل (۱)موقعیت جغرافیایی محدوده فوق به همراه موقعیت گمانه های حفاری شده نشان داده شده است. محدوده مورد مطالعه در جنوب شهر مشهد و درمجاورت بنای تاریخی رباط طرق واقع گردیده است.



شکل ۱ – موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه و نقاط حفاری گمانه های مطالعاتی

شهر مشهد در شمال استان خراسان رضوی قرار دارد . دشت مشهد در حد فاصل طول جغرافیایی 20' ، 58° تا 50' ، 8° شرقی و عرض جغرافیایی 40' ، 35° تا 3' ، 36° شمالی در شمال شرق ایران واقع است و از شمال به خط الراس ارتفاعات هزار مسجد و از جنوب به خط الراس ارتفاعات بینالود محدود می گردد(حسین پور مقدم و همکاران ، ۱۳۹۲). از لحاظ زمین شناسی ، محدوده مورد مطالعه بخشی از یک باند گرانیتوئیدي می باشد که با امتداد شمالغرب – جنوب شرق رخنمون یافته است. بررسي هاي انجام شده نشان میدهد که گرانیت ها، پگماتیت ها و متامورف هاي نواحی جنوب مشهد مي توانند منشأ قاره اي داشته و حاصل برخورد دو پوسته قاره اي باشند (ولی زاده ، کریم پور، ۱۳۷٤). قسمت اعظم مجموعه گرانیتي محدوده مطالعاتی را لوکوگرانیتها تشکیل مي دهند که توسط رگه هاي متعدد پگماتیت و آپلیت قطع شده اند . رنگ روشن گرانیتهاي منطقه نمایانگر افزایش درجه کانیهاي روشن از جمله کوارتز و فلدسپات می باشد. در شکل (۲) نقشه زمین شناسی محدوده مطالعاتی نشان داده شده است.



شکل ۲- نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه

روش کار:

در راستای این پژوهش ، پس از جانمایی سه حلقه گمانه مطالعاتی ، عملیات حفاری به روش روتاری انجام گردید و نمونه برداری اعم از دست خورده (کلیه لایه ها)و دست نخورده (از سنگ بکر بصورت موم اندود) صورت پذیرفت. در جدول (۱) مشخصات عمومی گمانه های مطالعاتی و در جدول (۲) عمق نمونه های موم اندود سنگی ارائه گردیده است.

جدول ۱- مشخصات عمومی گمانه های مطالعاتی

گمانه	مختصات UTM		عمق حفاری (متر)	حدود تراز گمانه به کف مسیل طرق (متر)	عمق خاک دست ریز (متر)	عمق مصالح واریزه ای و هوازده (متر)	عمق سنگ بکر (متر)
	X	Y					
BH1	735960	4008037	10	+4	-	2	2
BH2	735919	4008091	10	+4	0.72	-	0.72
BH3	735908	4008174	10	+5	0.84	-	0.84

جدول ۲- عمق نمونه های موم اندود سنگی

گمانه	عمق نمونه		
BH1	3 – 3.42	6.47 – 6.85	8 – 8.52
BH2	4 – 4.63	6.42 – 6.9	8.38 – 9
BH3	4 – 4.5	6 – 6.7	-

پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه ، آزمایشات فیزیکی مانند تعیین دانسیته خشک ، دانسیته اشباع ، درصد جذب آب و درصد تخلخل بر اساس استاندارد ISRM بر روی ۵ نمونه منتخب صورت پذیرفت. همچنین آزمایش مکانیکی تک محوره سنگ بر روی ۵ نمونه و آزمایشات سه محوره و برش مستقیم بر روی ۲ نمونه منتخب و بر اساس استاندارد ASTM انجام گردید .

بحث و نتایج :

خصوصیات فیزیکی

خواص فیزیکی سنگ بکر به ریزساختارهای آن بستگی دارد. این ریز ساختارها شامل کانی ها ، رخ ،مرزهای دانه ای و ریز شکست ها می باشد. ریزشکست ها بر روی مقاومت سنگ و جهت شکست تاثیر می گذارد (Shalabi et al,2007).در جدول شماره (۳) نتایج حاصل از آزمایشات فیزیکی صورت گرفته نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج آزمایشات فیزیکی بر روی نمونه های سنگی

گمانه	عمق (متر)	نوع سنگ	دانسیته خشک gr/cm3	دانسیته اشباع gr/cm3	جذب آب %	تخلخل %
BH1	0 - 2	گرانیت	2.586	2.609	0.878	2.272
BH1	5 - 6	پگماتیت با رگه ارتوکلاز	2.596	2.608	0.472	1.225
BH2	1 - 2	گرانیت	2.623	2.638	0.414	1.087
BH2	7 - 8	گرانیت	2.619	2.631	0.462	1.209
BH3	2 - 3	گرانیت	2.539	2.595	2.229	5.658

نتایج بدست آمده نشان می دهد که با افزایش وزن مخصوص در نمونه های مورد مطالعه، تخلخل کاهش می یابد. بر اساس طبقه بندی (Anon,1979) برای وزن مخصوص و (Bell,2000) برای تخلخل ، سنگ های مورد مطالعه در رده سنگ هایی با وزن مخصوص خیلی بالا و از نظر تخلخل در رده سنگ هایی با تخلخل خیلی پایین قرار می گیرند.

خصوصیات مکانیکی

تعیین و تحلیل خواص مکانیکی سنگ ها و توده های سنگی مهمترین بخش در هر پروژه زمین شناسی مهندسی می باشد (Diamantis et al , 2009). از جمله آزمایشات مکانیکی می توان به آزمایشات تک محوره ، سه محوره و برش مستقیم اشاره نمود. آزمایش مقاومت فشاری تک محوری (UCS) مرسوم ترین آزمون آزمایشگاهی برای مطالعات مکانیکی سنگ بکر می باشد (نوربخش رزمی و همکاران ، ۱۳۹۲). در جدول شماره (۴) نتایج آزمایش تک محوره سنگ که بر اساس استانداردهای ASTM 2938 و ASTM D 3148 بر روی ۵ نمونه منتخب از مغزه های حفاری شده انجام شده ارائه گردیده است . همانطور که در جدول فوق مشاهده می شود مقادیر مقاومت فشاری بین 24.28 تا 55.94 متغیر است که این تفاوت ممکن است ناشی از ناپیوستگی های داخلی ، تفاوت پتروگرافی و یا پیچیدگی ساختار گرانیت باشد.

جدول ۴- نتایج آزمایش تک محوره سنگ

گمانه	عمق (متر)	نوع سنگ	شرایط نمونه	دانسیته (gr/cm3)	مقاومت فشاری (MPa)	E (GPa)	υ
BH1	3.00-3.42	گرانیت	اشباع	2.61	43.34	41.96	0.36
BH1	6.47-6.85	گرانیت	اشباع	2.61	34.68	23.66	0.40
BH2	6.42-6.9	گرانیت	خشک	2.61	55.94	52.28	0.37
BH2	8.38-9.00	گرانیت	اشباع	2.60	52.49	40.60	0.37
BH3	4-4.5	پگماتیت	خشک	2.65	24.28	23.08	0.34

شکل (۳) وضعیت نمونه ها را در آزمایش تک محوری ، قبل و بعد از آزمایش نشان می دهد.

شکل ۳ – وضعیت نمونه در آزمایش تک محوری : قبل از آزمایش در چپ و بعد از آزمایش در راست

سنگ ها در طبیعت و در شرایط واقعی تحت تنش سه محوری قرار دارند . مقاومت آن ها در چنین شرایطی برای محاسبه طرفیت مجاز باربری پی سنگ ها ، طراحی سدها ، مطالعه مکانیزم ایجاد گسل و چین خوردگی ها و حفاری های زیرزمینی حائز اهمیت است (فهیمی فر و سروش ،۱۳۸۰). در جدول شماره (۵) نتایج آزمایش سه محوره سنگ که بر اساس استاندارد ASTM D 2664 بر روی ۲ نمونه منتخب از مغزه های حفاری شده انجام شده ارائه گردیده است.

جدول ۵- نتایج آزمایش سه محوره سنگ

گمانه	عمق(m)	نوع سنگ	شرایط نمونه	دانسیته خشک	رطوبت (%)	C (Kg/cm2)	ϕ (Deg)
BH2	4.00-4.63	گرانیت	اشباع	2.60	0.27	0.40	36.4
BH3	6.00-6.70	پگماتیت با ارتوکلاز فراوان	اشباع	2.59	0.33	0.30	36.9

از نتایج فوق می توان برای تعیین پارامتر های مهندسی سنگ استفاده کرد. شکل (۴) وضعیت نمونه ها را در آزمایش سه محوری ، قبل و بعد از آزمایش نشان می دهد.

شکل ٤ – وضعیت نمونه در آزمایش سه محوری : قبل از آزمایش در چپ و بعد از آزمایش در راست

جهت تعیین مشخصات مکانیکی سنگ های گرانیتی مورد مطالعه علاوه بر آزمایش های تک محوری و سه محوری ، آزمایش برش مستقیم بر روی سطح شکسته شده (سطح اره بر) و سطح درز طبیعی ۲ نمونه سنگ بر اساس استاندارد ASTM D 5607 صورت پذیرفت تا برآوردی از مقاومت برشی سنگ در سطوح ضعف هم بدست آید. در جدول شماره (۶) نتایج آزمایش برش مستقیم سنگ که بر روی ۲ نمونه منتخب از مغزه های حفاری شده انجام شده ارائه گردیده است .

جدول ٦ – نتایج آزمایش برش مستقیم سنگ

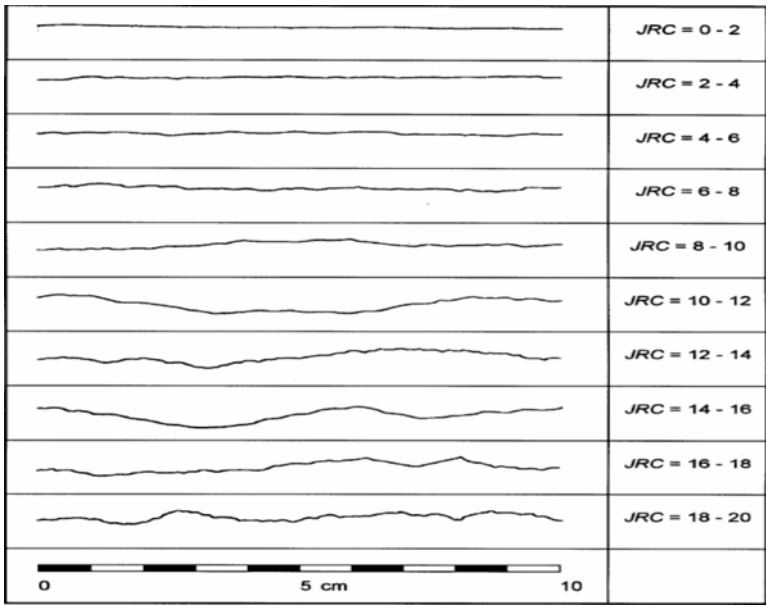
گمانه	(m) عمق	نوع سنگ	شرایط نمونه	دانسیته خشک	رطوبت (%)	C (Kg/cm2)	ϕ (Deg)	توضیحات
BH1	3.0-3.42	گرانیت	خشک	2.62	0.19	0.70	30.3	برش بر روی سطح درزه
BH3	4.50-4.80	پگماتیت هوازده با مسکوویت فراوان	اشباع	2.60	0.33	0.23	27.2	برش بر روی سطح اره بر

تعیین ضریب زبری درزه (JRC)

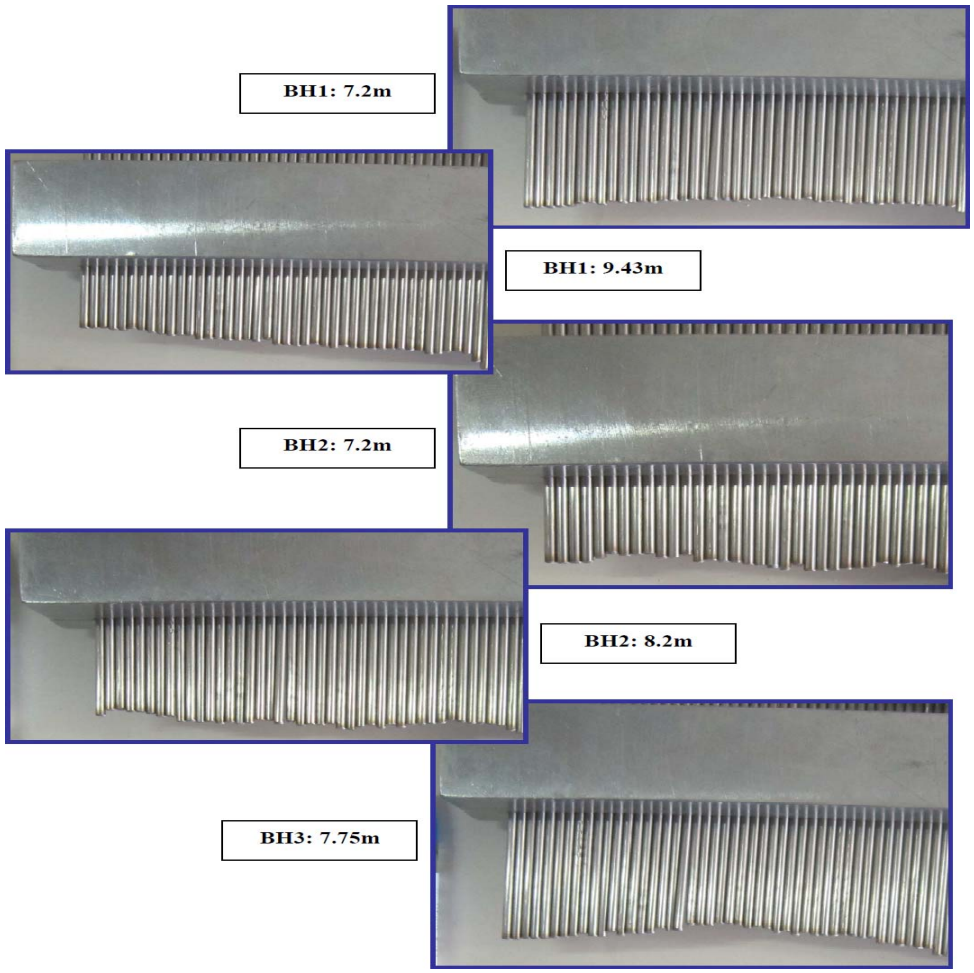
ضریب زبری درزه عددی است که با استفاده از آن می توان مقاومت برشی یک سطح ناپیوستگی را در تنش های نرمال بالاتر از حد آزمایشگاهی تخمین زد. در تنش های نرمال بالا ، دندانه های سطوح شکسته شده و مقاومت برشی نزدیک به مقاومت سنگ بکر خواهد بود (جهد آزما ، ۱۳۹۲). ضریب زبری درزه به وسیله مقایسه ظاهر ناپیوستگی با پروفیل های استاندارد منتشر شده توسط (Barton , choubey , 1977) که در شکل (۵) نشان داده شده تعیین می شود. در جدول (۷) میزان ضریب زبری درزه برای ۵ نمونه و در شکل(۶) نوسانات سطوح ناپیوستگی اندازه گیری شده نشان داده شده است.

جدول ۷ – مقدار ضریب زبری درزه (JRC)

گمانه	عمق(m)	طول درزه (cm)	دامنه زبری (mm) (Asperity amplitude)	مقدار JRC با استفاده از پروفیل های بارتون
BH1	7.2	8.2	2.5	8-10
BH1	9.43	8	3	10-12
BH2	7.2	6.2	15	12-14
BH2	8.2	8.1	2	8-10
BH3	7.75	9	10	16-18



شکل ۵ – پروفیل های زبری و تخمین JRC



شکل ٦ – نوسانات سطوح ناپیوستگی اندازه گیری شده

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

با توجه به افزایش ساخت و سازها در مناطق جنوبی شهر مشهد و وجود رخنمون های گرانیتی در این نواحی ، مطالعه خواص فیزیکی و مکانیکی این سنگ ها بسیار حائز اهمیت می باشد. با توجه به مقادیر مقاومت تک محوره و بر اساس طبقه بندی دیر و میلر ، سنگ های مورد مطالعه در رده مقاومت بالا و همچنین نسبت مدولی بالا قرار می گیرند که نشاندهنده مدول الاستیسیته بالا و تراکم پذیری کم این سنگ ها می باشد.بر اساس طبقه بندی Anon سنگ های مورد مطالعه در رده سنگ های با وزن مخصوص خیلی بالا و تخلخل خیلی پایین قرار می گیرند . با توجه به آزمایش برش مستقیم ، پارامتر چسبندگی مربوط به این سنگ ها ۰/۷۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و زاویه اصطکاک ۳۰/۳ درجه می باشد که در محاسبات مهندسی سنگ مورد استفاده قرار می گیرد.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

بدینوسیله از شرکت مهندسین مشاور محترم جهد آزما به جهت در اختیار قراردادن امکانات آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می گردد.

منابع فارسي :

حسین پور مقدم ، م . دهقان ، پ. لشکری پور ، غ . غفوری ، م .، (۱۳۹۲)، " ارزیابی اثرات زیست محیطی تخلیه نخاله های ساختمانی بر روند احداث پروژه های عمرانی ، مطالعه موردی : دریاچه های مصنوعی پارک ملی چهل بازه "، اولین کنفرانس ملی ژئوتکنیک ایران ، دانشگاه محقق اردبیلی

خواجه ، ح .، (۱۳۸۱)، " بررسی خواص مهندسی و ژئوتکنیکی کنگلومراهای ساختگاه سد آغ چای خوی" ، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی ، دانشکده علوم ، دانشگاه بوعلی سینا ، همدان

فهیمی فر ، ا . سروش ، ح .، (۱۳۸۰)،" آزمایش های مکانیک سنگ"، جلد اول ، انتشارات شرکت سهامی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک ، تهران

مهندسین مشاور جهد آزما .، (۱۳۹۲)،" گزارش مطالعات مکانیک سنگ تقاطع غیر همسطح شهید طالقانی مشهد "، جلد اول ، ۱۲۶ صفحه

نوری ، م . حیدری ، م . رفیعی ، ب .، (۱۳۹۲)،" مطالعه ویژگی های ژئوتکنیکی کنگلومراهای شمال شرق همدان "، هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران ، دانشگاه فردوسی مشهد

نوربخش رزمی ، ز . لشکری پور ، غ . غفوری ، م .، (۱۳۹۲)،" تعیین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی سنگ های اولترامافیک مشهد"، هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران ، دانشگاه فردوسی مشهد

ولی زاده ، م . کریم پور ، م . ح .، (۱۳۷٤)، " منشا و موقعیت تکتونیکی گرانیت های جنوب مشهد"، مجله علوم دانشگاه تهران، دوره ۱ ، (۲۵ – ۳۸)

References:

Anon,k.,1979. *"Classification of rocks & soils for engineering geological mapping "*part 1:rock & soil
materials,Bull.IAEG,19,p.364 – 371.

Barton,N.,Choubey,v.,1977. *"The shear strength of rock joints in theory & practice"* Rock mechanics,80,p.1-54.

Bell,F.G.,2000. *"Engineering properties of soils & rocks"*,Black well science.482 p.

Diamantis,K.,Gartzos,E.,Migiros,G.,2009. *" Study on uniaxial compressive strength,point load strength index, dynamic & physical properties of serpentinites from central greece:test results & empirical relation"* Engineering Geology,vol 108,p.199-207.

Koukis,G.,Sabatakakis,N.,Tsiambaos,G., Bourounis,CH.,2001. *"Correlation between physical & mechanical properties of rock in greek territory"* Bull.Geol.Soc.Greece,vol 34,p.1689-1695.

Salabi,F.I.,Cording,E.J.,Al Hattamlen,o.h.,2007. *"Estimation of rock engineering properties using hardness tests"* Engineering Geology,vol 90,p.138-147

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

مطالعه ساختارهای زمین‌شناسی سد سورک با استفاده از مطالعات لرزه‌نگاری

مقداد علمی،فوق لیسانس مهندسی اکتشاف معدن از دانشگاه صنعتی شاهرود، meghdad_66@yahoo.com
محمدرضا آزاد، فوق لیسانس مهندسی اکتشاف معدن از دانشگاه صنعتی شاهرود، azad66.mohammad@yahoo.com
علی ازاد، فوق لیسانس استخراج معدن از دانشگاه صنعتی شاهرود، ali_azad1362@yahoo.com

چکیده:
تشخیص ساختارهای زمین‌شناسی زیرساختی در احداث سد امری لازم در مراحل اولیه عملیاتی می‌باشد. مدل‌سازي به عنوان يك ابزار ژئوفيزيكي مناسب در بدست آوردن تصاوير دو و سه‌بعدي از ساختارهاي زمين‌شناسي بكار می‌رود. روش لرزه‌ای شکست مرزي تغييرات فضايي پارامترهای پتروفیزیکی از قبیل سرعت لرزه‌ای و پارامتر جذب را بوسيله آناليز اولين زمان رسيدهاي سيگنال‌های لرزه‌ای تولید شده، بررسی می‌کند. این پارامترها می‌تواند وابسته به جنس سنگ، تخلخل، درزه‌ها، هوازدگی و سایر فاکتورهای زمین‌شناسی باشد. اساس اين روش بر مبناي حركت امواج لرزه‌اي شكست مرزي و انكسار آنها از لايه‌هاي مختلف، مي‌باشد. در این مطالعه در نظر است که با استفاده از داده‌های لرزه‌ای شکست مرزی برداشت شده از منطقه‌ای واقع در لنجان از استان اصفهان با استفاده از روش زمان برگشتی (RTM) و پردازش یارانه‌ای ساختارهای زمین‌شناسی منطقه برای احداث سد سورک مورد تحلیل قرار گیرد که بدین وسیله بتوان دید کلی از ساختارهای زیرسطحی منطقه بدست آورد.

واژه‌های کلیدی؛ سد، روش شکست لرزه‌ای، مدل‌سازی، زمان رسید، تفسیر زمین‌شناسی

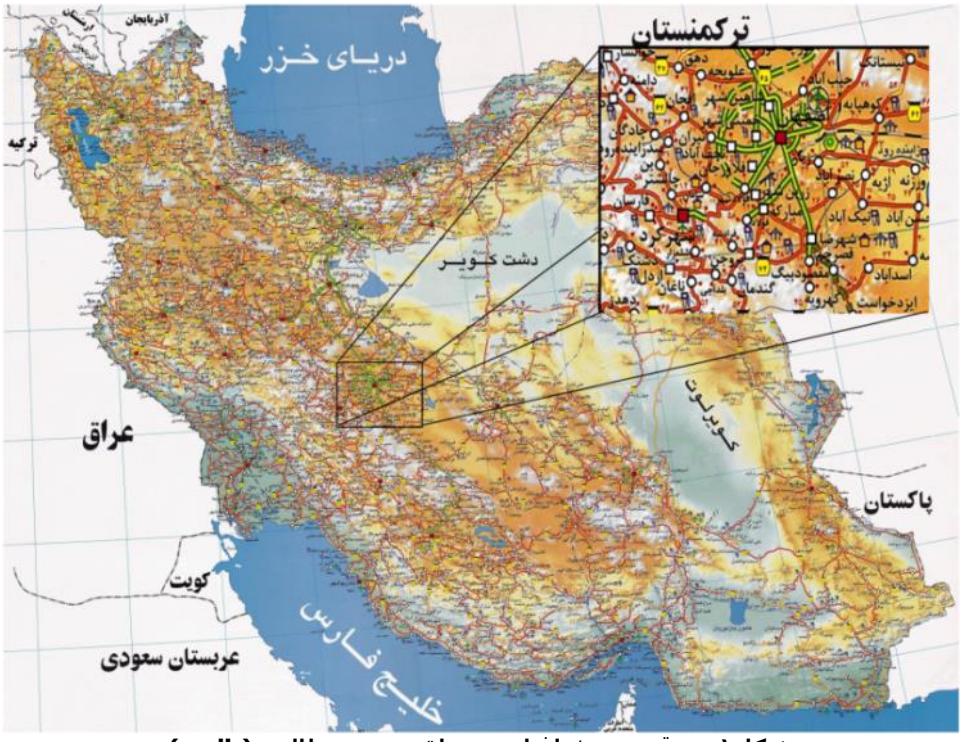
Geological structures studies of Soork dam by using seismic tomography

Abstract:
Identify the geological structures of the dam infrastructure is necessary in the early stages of operational. Modeling is used as a geophysical tool for obtain of two-and three-dimensional images of structures. Seismic refraction method considered spatial variations petro physical parameters such as velocity and absorption parameters by analyzing seismic first time receipts generated signal. These parameters can be related to rock porosity, joints, geological weathering and other factors. The method is based on seismic refraction and diffraction of waves moving in different layers. In this study, using data that a refraction seismic taken from that region located in the Esfahan using return time method (RTM) and processing of subsidies land area for construction of dam structures are analyzed that can obtained a whole idea of sub-surface structures of study area.

Keywords: Dam, Seismic fraction method, Modeling, Time receipt, Geological interpretation.

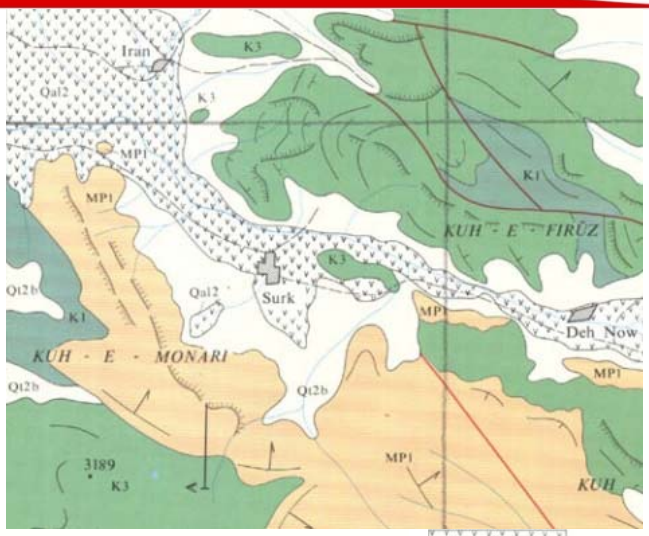
مقدمه:
امروزه تلاش برای شناسایی ساختارهای زیرسطحی و دستیابی به منابع زیرسطحی گسترش وسیعی پیدا کرده است و ژئوفیزیک مخصوصاً روش شکست لرزه‌ای یکی از ابزارهای شناسایی این ساختارها

است. تاریخچه روش شکست لرزه‌ای به سال ۱۹۱۰ بر می‌گردد یعنی زمانی که ژئوفیزیک‌دان آلمانی مینتروپ به کاربرد خاصی از حرکت موج‌های لرزه‌ای در داخل زمین اشاره کرد. درسال ۱۹۱۹ مینتروپ، پروفیل شکستی رابرای تخمین عمق‌هاونوع ساختارزیرسطحی به کاربرد و درهمان سال تقاضای ثبت روش شکستی را کرد (Palmer, 1980). روش لرزه‌ای شکست مرزی به عنوان یکی از روش‌های اساسی ژئوفیزیکی در بررسی لایه‌های نیمه سطحی و یا آنومالی‌های محلی بکار می‌رود. این روش در موارد زیادی مانند مهندسی، محیط زیست، آب‌های زیرزمینی، ذخایر هیدروکربنی و اکتشاف معدن به کار می‌رود (Khalil and Hanafy, 2008). درسال ۱۹۲۰ روش شکست لرزه‌ای موفقیت خاصی را با اکتشاف گنبدهای نمکی در ایران با نقشه‌برداری از ساختارهای بزرگ بدست آورد (Palmer, 1986). آیرز در سال ۲۰۰۰ این روش را براي آنالیز لایه‌هاي شیبدار در تفسیر داده‌هاي لرزه‌اي شکست مرزي ارائه داد. وی در این روش محاسبات کاملي از حل مساله مستقیم براي لایه‌هاي شیبدار را که گام اساسي در وارون‌سازي داده‌هاي شکست مرزي است ارائه مي‌دهد (Ayers, 2000). گریل و همکاران در سال ۲۰۰۹ برای تعیین سرعت امواج برشی و فشاری از روش لرزه‌ای شکست مرزی استفاده کردند و با استفاده از انتشار این امواج در مرز مشترک بین دو لایه اشباع و غیر اشباع، یک شاخص (WSI) را برای تعیین سطح آب ارائه کردند (Grelle and Guandago, 2008). در ادامه این تحقیق، ابتدا موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه بررسی می‌شود و سپس مباحث و نتایج حاصل از مدل‌سازی دوبعدی داده‌های لرزه‌ای شکست مرزی منطقه، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. منطقه مورد مطالعه در ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر کرد در شهر لنجان واقع شده که در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (ngdir)

اجزا و ساختارهای زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه شامل رسوبات آبرفتی، کنگلومرا و ماسه‌سنگ‌های رسی معروف به سازند کنگلومرایی بختیاری مربوط به میوسن و آهک‌ها با سن کرتاسه می‌باشد. موقعیت سد سورک در رسوبات در نقشه زمین‌شناسی دیده می‌شود (شکل۲). در شکل ۳ نیز موقعیت پروفیل‌های برداشت ژئوفیزیکی و جزئیات منطقه آورده شده است.



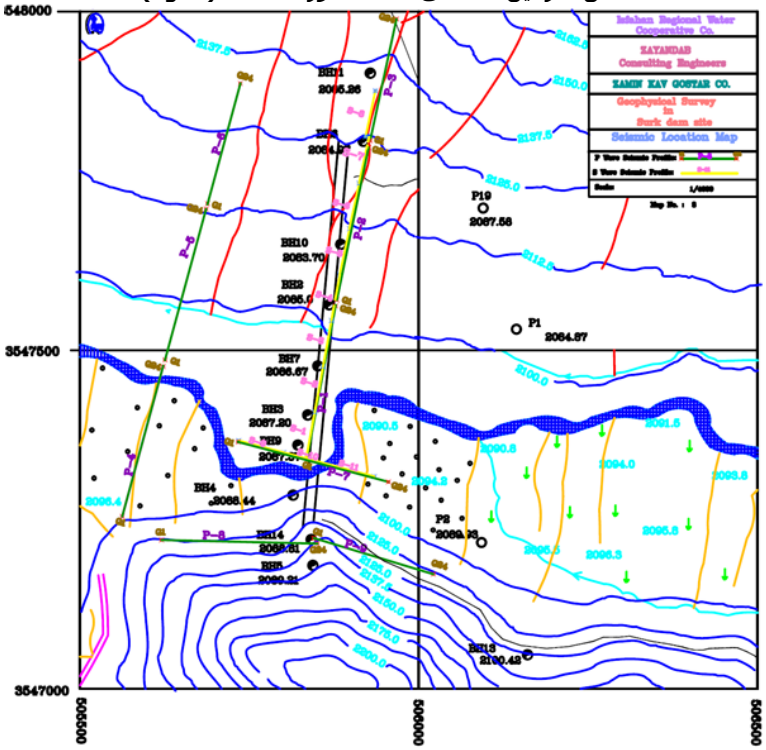
MP1 Conglomerate and red argillaceous sandstone, Bakhtiari Conglomerate

QAl2 Agricultrual soils, green fields and trees

K3 Grey limestone containing orbitolinas and ammonites

Qt2b gravel plain ("dasht")

شکل۲- زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه(ngdir)



شکل۳- موقعیت برداشت‌های ژئوفیزیکی لرزه‌نگاری در منطقه مورد مطالعه

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

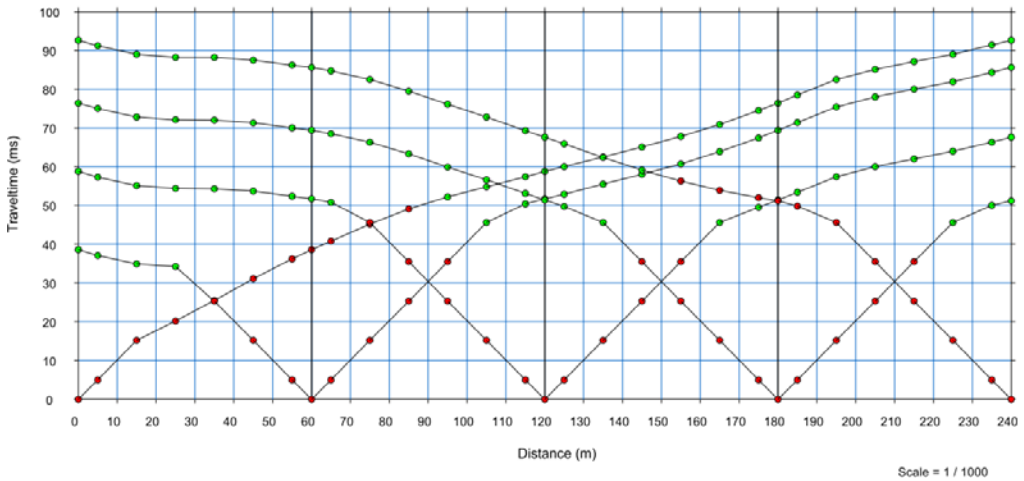
روش زمان برگشت (RTM) یک تکنیک برای تفسیر داده‌های پروفیلي شکست لرزه‌ای می‌باشد که از زمان رسیدهاي مستقیم و وارون امواج لرزه‌اي استفاده مي‌کند. روش RTM شامل دو مرحله اساسي است؛ در مرحله اول آنالیز سرعت امواج لرزه‌ای در مورد هر بازتابنده انجام مي‌شود و در مرحله دوم عمق هر

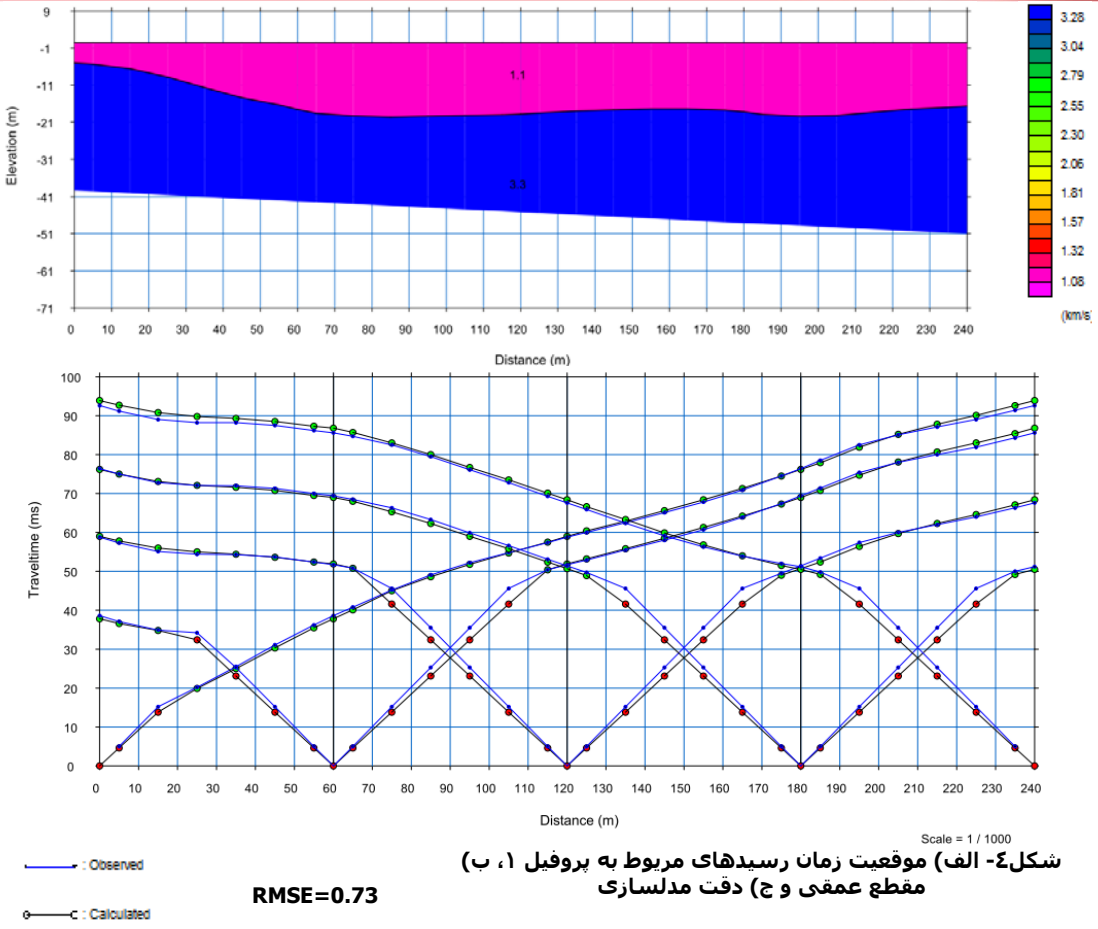
بازتابنده بوسيله آناليز عمق- زمان براي هر ايستگاه گيرنده محاسبه مي‌شود (Palmer, 1986). بعد از محاسبه سرعت‌ها و مقطع عمقی بدست آمده، با استفاده از Ray Tracing داده‌هاي لرزه‌اي شكست مرزي از مقطع بدست آمده محاسبه مي‌شود. اين داده‌ها با داده‌هاي واقعي مقايسه و دقت مدل‌سازي‌ها با استفاده از مقادير باقي‌مانده بر اساس ميانگين مربع خطا (RMSE) مورد مطالعه قرار مي‌گيرد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج:

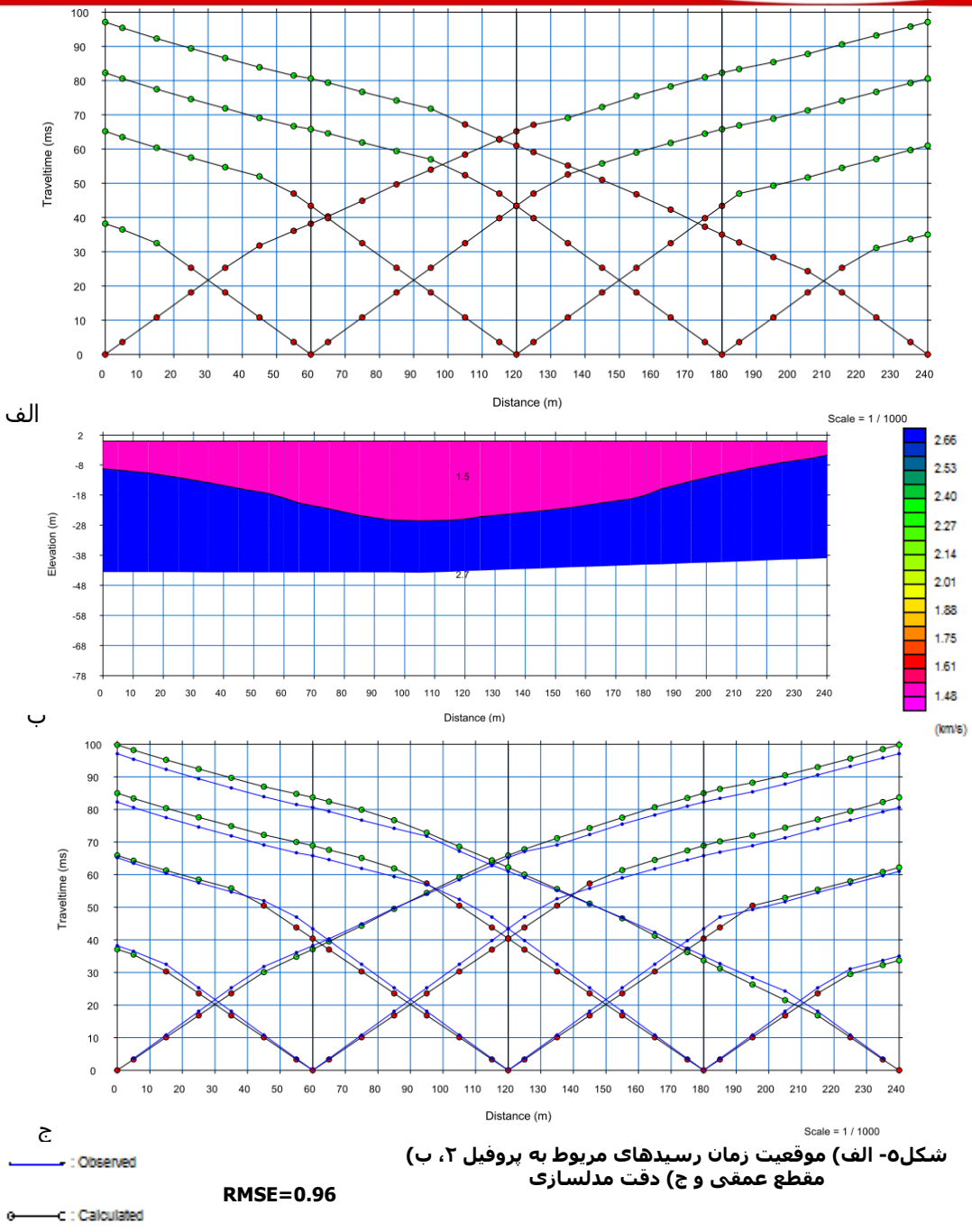
در منطقه مورد مطالعه ۹ پروفیل برداشت شده است که هر پروفیل شامل ۲۴ ژئوفون می‌باشد، فاصله ژئوفون‌ها از یکدیگر ۱۰ متر می‌باشد. در هر پروفیل ۵ نقطه انفجار با فاصله ۶۰ متر از همدیگر واقع شده است. پروفيل‌هاي شماره ۱ تا ۳ در امتداد يك خط مبنا كه تقريباً محدوده محور سد را پوشش مي‌دهد، واقع شده‌اند. به موازات خط مبناي مذكور و تقريباً به فاصله ۲۵۰ متري غرب آن، خط مبناي ديگري در نظر گرفته شده كه در راستاي آن پروفيل‌هاي شماره ۴، ۵ و ۶ برداشت شده‌اند. بنابراین بعد از برداشت اولین زمان رسیدهای مربوط به هر انفجار، تمامی برداشت‌های انجام شده در یک پروفیل را وارد نرم‌افزار می‌کنیم. سپس زمان رسیدهای مربوط به لایه اول و دوم را مشخص می‌کنیم. شکل ۴ الف، موقعیت زمان رسیدهای مربوط به پروفیل ۱ بهمراه لایه‌بندی را بعد از وارد کردن داده‌ها به نرم‌افزار می‌باشد. در مرحله بعد، مدلسازی زیرساختی مربوط به پروفیل معرفی شده توسط نرم‌افزار انجام می‌شود. شکل ۴ب، نتایج مدلسازی مقطع عمقی ساختار زیرسطحی پروفیل ۱ نشان داده شده است. با بدست آمدن مقطع عمقی ملاحظه مي‌شود كه ضخامت لايه اول از ابتدا به انتهاي پروفيل افزايش مي‌يابد. ضمناً افزايش تدريجي تراكم رسوبات آبرفتي به خوبي توسط نمودارهاي زمان – مسافت مشهود است. در لايه سطحي امواج فشاري با سرعت ۱۱۰۰ متر برثانيه منتشر مي شوند. از تلفيق نتايج مي‌توان پي برد كه محدوده واقع در قسمت‌هاي انتهايي پروفيل از آبرفت‌هاي متراكم‌تري تشكيل شده‌اند. سرعت انتشار امواج فشاري در لايه آهكي (لايه دوم) در حدود ۳۳۰۰ متربرثانيه تعيين شده است. بعد از محاسبه سرعتها و مقطع عمقی، با استفاده از Ray Tracing داده‌هاي لرزه‌اي شكست مرزي از مقطع بدست آمده محاسبه مي‌شود. اين داده ها با داده‌هاي واقعي مقايسه و دقت مدل‌سازي‌ها مورد مطالعه قرار مي‌گيرد كه در شكل ۴ج آورده شده است.





شکل٤- الف) موقعیت زمان رسیدهای مربوط به پروفیل ۱، ب) مقطع عمقی و ج) دقت مدلسازی

تمامی مراحل ذکرشده در تفسیر پروفیل ۱ برای پروفیل ۲ نیز بایستی انجام شود که دومین پروفیل در امتداد پروفیل شماره ۱، با همان راستا و تقریباً منطبق با محدوده پیشنهادي محور سد برداشت شده است. به این ترتیب که اولین گیرنده پروفیل شماره ۲ در فاصله ۱۰ متري آخرین گیرنده پروفیل شماره ۱ واقع شده است. در شکل۵ بترتیب زمان رسیدها، نتایج مدلسازی مقطع عمقی ساختار زیر سطحی و Ray Tracing پروفیل ۲ نشان داده شده است. همانگونه که در منحني‌هاي زمان - مسافت متناظر با برداشتهاي لرزه‌ای دیده مي‌شود، با افزایش عمق بویژه در ابتداي پروفیل به میزان تراکم رسوبات آبرفتي نسبتاً ریزدانه که دره آبرفتي ساختگاه را با ضخامت قابل توجهي پوشانیده‌اند افزوده مي‌شود. در این مقطع نیز سرعت‌هاي مربوط به بخش سطحي لایه آبرفتي ۱۵۰۰ متربرثانیه است. در لایه آهکي سرعت انتشار امواج ۲۷۰۰ متربرثانیه است.



شکل۵- الف) موقعیت زمان رسیدهای مربوط به پروفیل ۲، ب) مقطع عمقی و ج) دقت مدلسازی

نتیجه‌گیری:

با توجه به مشاهدات، انطباق خوبی بین نتایج مدلسازی و زمین‌شناسی در هر دو پروفیل ۱ و ۲ وجود دارد. همانطور که در تفسیر مقطع بدست آمده از پروفیل ۱ ذکر شد ضخامت لایه اول از ابتدا به انتهاي پروفیل افزایش مي‌یابد و افزایش تدریجي تراکم رسوبات آبرفتي به خوبي توسط نمودارهاي زمان – مسافت مشهود است. همچنین با توجه به سرعت انتشار امواج، لایه دوم از رسوبات آهک تشکیل شده که در زمین‌شناسی منطقه وجود آهک‌های کرتاسه تایید شده است. تفسیر مقطع بدست آمده از پروفیل ۲ نیز همانند پروفیل ۱ توسط زمین‌شناسی منطقه تایید شده است. با توجه به خطای

erms مدل‌سازی پروفیل ۱و ۲، مقاطع بدست آمده همبستگی بالایی با داده‌های شبیه‌سازی شده دارند. در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری نمود که این روش برای مدل‌سازی داده‌های لرزه‌ای شکست مرزی مناسب بوده و نتایج بدست آمده با زمین‌شناسی منطقه هماهنگی خوبی نشان داده است.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع:

سازمان آب منطقه‌اي اصفهان اداره كل امور آب استان چهارمحال و بختياري (۱۳۸۳)، "گزارش نهايي ژئوفيزيك سد سورك".

References:

Ayers, J. F., 2000, *"Seismic Refraction Analysis of Multiple Dipping Interfaces—Revisited"*, Journal of Environmental and Engineering Geophysics, 5, p. 1-5

Grelle, G., and Gudagno, F. M., 2009, *"Seismic refraction methodology for groundwater level determination"*, Journal of Applied Geophysics, 68, p. 301-320.

Khalil, M. H., and Hanafy, S. M., 2008, "*Engineering applications of seismic refraction method: A field example at Wadi Wardan, Northeast Gulf of Suez"*, Sinai, Egypt, Journal of Applied Geophysics, 68, p. 132-141.

Palmer, D, 1980, *"The generalized reciprocal method of seismic refraction interpretation"*, SEG, Tulsa, p. 1-140.

Palmer, D., 1986, *"Handbook of Geophysical Exploration"*.
www.ngdir.com

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

مطالعه سنگهاي آهكي منطقه سقاوه مارگون جهت استفاده در سنگ پوشش و بتن سازه‌های سد سقاوه

ابراهيم اصغري كلجاهي دكتری زمین شناسی مهندسی گروه زمين شناسي دانشگاه تبريز e-asghari@tabrizu.ac.ir
پدرام بحريني كارشناس ارشد زمين شناسي مهندسي شركت پژوهش عمران راهوار pedram_b@yahoo.com
سيد علی پسند كارشناس ارشد زمين شناسي مهندسي شركت پژوهش عمران راهوار salipasand@yahoo.com

چكيده :

سنگ پوشش محافظ سد يا ريپ رپ (Rip rap) نقش بسيار مهمي در سدهاي خاكي دارد. مهمترين نقش اين لايه محافظت از خاكريز و بدنه سد در برابر فرسايش ناشي از امواج درياچه سد است. سنگهاي مورد استفاده بايد از قابليت مكانيكي خوبي برخوردار بوده و همچنين بايد در برابر فرسايش فيزيكوشيميايي از خود مقاومت كافي نشان دهند.
سد مخزني سقاوه در بخش مارگون از توابع استان كهگيلويه و بويراحمد ساخته می‌شود. اين سد از نوع سد خاكي با هسته رسي مي‌باشد كه براي تامين آب كشاورزي اراضي پايين دست و همچنين واحدهاي صنعتي موجود در اين منطقه از جمله كارخانه سيمان (در حال ساخت) احداث مي‌شود. براي سنگ پوشش محافظ و توليد مصالح بتن جهت سازه‌هاي بتني، از سنگهاي آهكي متعلق به سازند گورپي استفاده مي‌شود كه بدين منظور نيز دو معدن شناسايي شده است. بر روي نمونه‌هاي اخذ شده از هر معدن آزمايشات تعيين خصوصيات فيزيكي و مكانيكي و مقاومت در برابر مواد شيميايي صورت گرفته است. در اين مقاله ضمن ارائه نتايج آزمايشات، كيفيت سنگها با توجه به استانداردهاي موجود در زمينه در ريپ رپ مورد ارزيابي قرار گرفته است. سنگهای آهکی مذکور براي استفاده در ساخت بتن مناسب و براي سنگ پوشش طبق برخي آئين نامه‌ها مناسب و طبق برخي ديگر غيرمناسب تشخيص داده شده است.
كليد واژه ها: سد سقاوه، ريپ رپ، خصوصيات فيزيكي، خصوصيات مكانيكي سنگ.

Abstract:

Rip rap has an important role in earth dams. The most important effect of this layer is protecting embankment and the body of earth dams in front against erosions caused by dams lake waves. The used rocks should have appropriate mechanical properties and also should prove enough resistance against physicochemical erosion.
Saghave reservoir dam is being constructed in Margoon region of kohgloyeh and boouerahmad province. This dam is an earth dam with a clay core that is going to be constructed for supplying the irrigation water of downstream areas and industrial units of this area such as cement factory. For the rip rap and the concrete's ingredients used in the nearby concrete structures, the lime stones belonged to Goorpy formation was used and for achieving this purpose two mines were detected in the area. On the obtained samples from each mine the determination test for physical, mechanical properties and resistance against chemical has been undertaken. In this paper, alongside presenting laboratory results, rocks quality was assessed with regard to existing standards in the field of rip rap. The above mention lime stones used for building the rip rap was identified appropriate base on some manuals and inappropriate base on some the others.

Keywords : saghave dam, rip rap, physical parameter, rock mechanics parameter

مقدمه :

ريپ رپ يا لايه سنگ پوشش محافظ بدنه سد، لايه‌اي متشكل از مصالح سنگي در ابعاد متفاوت است كه در خارجي‌ترين بخش يک سد خاكي قرار مي‌گيرد. نقش اين لايه محافظت از خاكريز و بدنه سد در برابر فرسايش ناشي از امواج آب درياچه است. لذا مصالح مورد استفاده در اين بخش هم بايد از قابليت مكانيكي خوبي برخوردار باشند و هم بايد در برابر فرسايش فيزيكوشيميايي از خود مقاومت كافي نشان دهند. براي استفاده از سنگها جهت استفاده در سنگ پوشش استانداردهاي متفاوتي وجود دارد. البته برخي از اين استانداردها مربوط به استفاده از سنگها در موج شكنها هستند كه گاهاً براي طراحي لايه سنگ پوشش بدنه سد مد نيز نظر قرار مي‌گيرند. با اين حال در اكثر آئين نامه‌ها آزمايشات مورد نياز براي تاييد يک نوع مصالح سنگي جهت استفاده در سنگ پوشش يكسان هستند. مهمترين اين آزمايشات به طور خلاصه در زير است:

۱-۱- ويژگيهاي ظاهري و مطالعات مقاطع ميكروسكوپي:

ويژگيهاي ظاهري سنگ مورد استفاده شامل هوازدگي، وجود ترکها و شكافها، دگرساني، عدم وجود كانيهاي رسي، داشتن قابليت چكش‌خواري و ... است كه در مطالعه مقاطع ميكروسكوپي هم مد نظر قرار مي‌گيرند.

۱-۲- خصوصيات فيزيكي:

منظور از خصوصيات فيزيكي، دانسيته، تخلخل و درصد جذب آب سنگ است. دانسيته و تخلخل دو خصوصيت فيزيكي بسيار مهم سنگهاي رسوبي مي‌باشند. اين دو پارامتر تأثير بسيار عمده‌اي بر مقاومت فشاري تك محوري، مدول يانگ، درصد رطوبت و شاخص بار نقطه‌اي، سنگها دارد. چگالي سنگها تابع منافذ، درزه‌ها، شكافها و ساير فضاهاي باز موجود در سنگ مي‌باشد و هوازدگي باعث كاهش آن مي‌شود. اين موضوع به خاطر افزايش شكستگي‌ها در سنگ، تجزيه شيميايي و تورم برخي از كاني‌ها در اثر هوازدگي مي‌باشد. اختلاف در چگالي سنگها بيشتر مربوط به تخلخل آنهاست، لذا همبستگي زيادي بين چگالي و تخلخل وجود دارد (پسند، ۱۳۸۳). براي تعيين اين خصوصيات آزمايش تعيين خصوصيات فيزيكي سنگ طبق استاندارد ISRM انجام مي‌شود. آنون (Anon, 1979) نيز سنگها را بر اساس تخلخل و وزن واحد حجم خشک طبقه‌بندي كرد. اين طبقه‌بندي در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱ - رده‌بندي سنگها بر اساس تخلخل و دانسيته خشک، (آنون ۱۹۷۹)

رده	درصد تخلخل	توصيف تخلخل	دانسيته خشک (gr/cm3)	توصيف دانسيته
۱	>30	خيلي بالا	<1.8	خيلي پايين
۲	15-30	بالا	1.8-2.2	پايين
۳	5-15	متوسط	2.2-2.55	متوسط
٤	1-5	پايين	2.55-2.75	بالا
٥	<1	خيلي پايين	>2.75	خيلي بالا

۱-۳- مقاومت (دوام) در برابر تر و خشک شدن:

فرآيندهاي پوسته پوسته شدن، آبگيري (هيدراسيون)، شكفتن (وارفتگي)، انحلال، اكسيداسيون، سايش باعث تغيير در ويژگيهاي فيزيكي و مكانيكي سنگها مي‌شوند. اما داشتن يك شاخص مناسب براي تعيين حساسيت سنگ در مقابل دگرساني ضروري است. يك شاخص بسيار مناسب براي نشان دادن حساسيت سنگ در مقابل تر و خشك شدن متوالي و تأثيرات شيميايي آب، شاخص دوام وارفتگي است كه روش تعيين آن توسط فرانكلين و چاندرا در سال ۱۹۷۲ ارايه گرديد (سينگ و گويل، ۱۳۸۲). اين آزمايش در سال ۱۹۷۹ توسط انجمن بين‌المللي مكانيك سنگ (ISRM) به صورت استاندارد درآمد و به روش‌هاي دو مرحله‌اي و تك مرحله‌اي تقسيم گرديد. فرانكلين و چاندرا (۱۹۷۲)، سنگها را بر اساس شاخص دوام اولين مرحله رده بندي نمودند كه اين رده‌بندي در جدول (۲) آورده شده است (پسند، ۱۳۸۳). همچنين گمبل (۱۹۷۱)، سنگها را بر اساس شاخص دوام آبديدگي دومين مرحله رده بندي نمود كه اين رده بندي نيز در جدول (۲) ارائه شده است (Gamble, 1971).

۱-٤- مقاومت فشاري تک محوري:

آزمون مقاومت فشاري تك محوري يا نامحصور (UCS) متداولترين آزمون آزمايشگاهي براي مطالعه خواص مكانيكي سنگ بكر مي‌باشد كه با وجود ظاهري ساده، انجام دقيق آن بسيار مشكل است. براي مصالح ريپ رپ نيز تعيين مقاومت فشارشي تک محوري در دو حالت خشک و اشباع ضروري است.

۱-۵- تعیین درصد سایش به روش لوس آنجلس:
آزمایش لوس آنجلس شاخص بسیار خوبي براي تعيين مقاومت سنگها و مصالح درشت‌دانه در برابر فرسايش مكانيكي است. اين آزمايش مطابق استاندارد ASTM C131 انجام مي‌شود.
۱-٦- تعيين مقاومت در برابر عوامل جوي (ساندنس):
آزمايش ساندنس در حقيقت شاخصي بسيار مهم براي تعيين ميزان مقاومت مصالح سنگي و سنگدانه‌اي در برابر هوازدگي شيميايي يا همان عوامل جوي است. اين آزمايش مطابق با استاندارد ASTM C88 انجام مي‌شود. بدين منظور از دو محلول سولفات سديم و منيزيم براي تعيين مقاومت مصالح در برابر عوامل جوي استفاده مي‌شود. نوع محلول با توجه به جنس سنگ انتخاب شده و براي سنگهاي آذرين از محلول سولفات منيزيم و براي سنگهاي كربناته از محلول سولفات سديم استفاده مي‌شود (ASTM, 2003).

جدول ۲- رده بندي سنگها بر اساس شاخص دوام وارفتگي

(Gamble, 1971)		(فرانكلين و چاندرا ۱۹۷۲)	
شاخص دوام وارفتگي دومين مرحله Id2 (%)	توصيف	شاخص دوام وارفتگي اولين مرحله Id1 (%)	توصيف
0-30	خيلي ضعيف	0-25	خيلي ضعيف
30-60	ضعيف	25-50	ضعيف
60-85	متوسط	50-75	متوسط
85-95	كمي مقاوم	75-90	مقاوم
95-98	مقاوم	90-95	خيلي مقاوم
98-100	خيلي مقاوم	95-100	شديدا مقاوم

۱-٦- تعيين مقاومت در برابر انجماد و ذوب:
اين آزمايش شاخص مناسبي را جهت بررسي مقاومت سنگها در برابر چرخه‌هاي متوالي انجماد و ذوب فراهم مي‌كند. معمولاً توصيه‌هاي متفاوتي براي تعيين تعداد چرخه‌هاي انجماد و ذوب وجود دارد كه در برخي آئين نامه‌ها حداقل آن ۱۲ سيكل است.
۱-۷- تعيين شاخص بار نقطه‌اي و مقاومت كششي سنگ:
براي تعيين سريع شاخصي براي نشان دادن مقاومت سنگ، آزمايش بار نقطه‌اي صورت مي‌پذيرد. اين آزمايش در متداولترين شيوه خود روي مغزه هاي سنگي و به صورت قطري انجام مي شود. برخي منابع تقسيم‌بنديهايي بر پايه مقاومت بار نقطه‌اي براي سنگها انجام داده‌اند كه يكي از بهترين آنها در جدول (۳) نشان داده شده است (فهيمي فر و سروش،۱۳۸۰).

جدول ۳- رده بندي سنگها بر اساس شاخص بار نقطه‌اي ((Is (50)

رده	توصيف	Is(50) (MPa) – نقل از دير	Is(50) (MPa) – نقل از بنياوسكي
A	مقاومت خيلي بالا	>10	>8
B	مقاومت بالا	5.0-10.0	4.0-8.0
C	مقاومت متوسط	2.5-5.0	2.0-4.0
D	مقاومت پايين	1.5-2.5	1.0-2.0
E	مقاومت خيلي پايين	<1.5	<1.0

مقاومت كششي نيز معمولاً به طور غيرمستقيم با استفاده از آزمايش برزيلين تعيين مي‌شود. البته اين دو پارامتر در آئين نامه‌هاي معتبر توصيه نشده‌اند و فقط در برخي از آئين نامه‌ها بدانها اشاره شده است.
۱-۸- آزمايشات واكنش قلياي:
به علت كمبود منابع قرضه درشت دانه مناسب براي ساخت بتن از همان سنگهاي مورد استفاده براي سنگ پوشش پس از خردايش و عمل آوري استفاده خواهد شد. براي استفاده از اين مصالح در ساخت بتن مهمترين چيزي كه بايد مد نظر قرار گيرد واكنش‌زائي آنهاست. دو نوع واكنش قلياي سنگدانه شناسايي شده است:
- واكنش قلياي - سيليسي
- واكنش قلياي - كربناته

واكنش قلياي- سيليسي ميان كانيهاي مختلف حاوي سيليس آمورف (فعال) در سنگدانه‌ها روي مي دهد و حاصل آن به صورت حاشيه‌اي تيره رنگ برخي قسمتهاي سنگدانه‌ها را فرا مي‌گيرد و ژلي توليد مي نمايد كه داراي كلسيم فراوان است و ميل تركيبي زيادي با آب دارد. اگر ژل آب و رطوبت جذب نمايد، حجم آن افزايش مي يابد و سبب انبساط و ترك خوردگي بتن مي گردد. البته نوعي واكنش قلياي- سيليسي با روند آهسته نيز شناسايي شده است كه در سنگهاي حاوي كوارتز رخ مي‌دهد. واكنش قلياي- كربناته اغلب در سنگ آهك دولوميتي - آرژيليتي (رس دار) كه در آنها كريستال هاي دولوميت با قطر متوسط ۵۰ ميكرون در ميان كانيهاي كلسيت و رس پراكنده شده‌اند، رخ مي دهد Berube and (Fournier, 1992). آزمايشات تعيين واكنش قلياي طبق ۵ روش انجام زير مي‌شوند:

آزمايش فعل و انفعال قلياي طبق ASTM C586 كه ميزان انبساط نمونه‌هاي سنگ كربناته را اندازه‌گيري مي‌كند (ASTM, 2003). آزمايش فعل و انفعال قلياي طبق CSA23.2-26A كه آزمايش پتانسيل آلكالي – كربناته خوانده مي‌شود كه در آن اكسيدهاي كلسيم، آلومنيوم و منيزيم اندازه‌گيري شده و با استفاده از آنها پتانسيل واكنش‌زايي سنگها مورد بررسي قرار مي‌گيرد (CSA, 2005). آزمايش پتانسيل آلكالي- سيليسي به روش شيميايي كه طبق ASTM C289 انجام مي‌شود. آزمايش واكنش قلياي تسريع شده كه طبق ASTM C1260 صورت مي‌گيرد و آزمايش فعل و انفعال قلياي به روش فيزيكي كه طبق ASTM C1293 انجام مي‌شود و قابل اعتمادترين آزمايش واكنش‌زايي مي‌باشد (ASTM, 2003). اين آزمايش بسيار وقت گير و گران قيمت بوده (زمان انجام آزمايش يكسال طول مي‌كشد) و معمولاً در پروژه‌هاي بسيار حساس و بزرگ انجام مي‌شود و به همين دليل در اين پروژه انجام نشده است.

همان طور كه قبلا هم بيان شد، يک نمونه سنگ براي استفاده در ريپ رپ بايد داراي خصوصيات خاصي از لحاظ ويژگيهاي فيزيكي، شيميايي و مكانيكي باشد. اين ويژگيها ركن اصلي و پايه آئين نامه‌هاي خصوصيات ريپ رپ هستند. مهمترين اين آئين نامه‌ها، استانداردهاي USACE و USBR مي‌باشند. البته در برخي از كتب استانداردهاي ديگري نيز ذكر شده است. برخي از طراحان نيز از آئين نامه‌هاي مربوط به موج شكنها براي ريپ رپ استفاده مي‌كنند. جداول (٤) و (٥) برخي از اين استانداردها را نشان مي‌دهد. جدول (٤) استانداردهاي USACE و USBR و جدول (٥) نيز استانداردي را كه براي سدهاي سنگريزه اي مورد استفاده قرار مي‌گيرد نشان مي‌دهد. از اين استاندارد نيز براي طراحي ريپ رپ استفاده مي‌شود.

جدول ٤ - ويژگيهاي مصالح مناسب براي ريپ رپ بنا بر توصيه‌هاي USACE و USBR

Test	Approximate Criterion for Suitability	
	USACE	USBR
Petrography	Fresh, interlocking crystalline, with few vugs, no clay minerals, and no soluble minerals	
Unit Weight	Dry unit weight 2.56 gr/cm3 or greater	Dry unit weight 2.6 gr/cm3 or greater
Absorption	Less than 1 percent	Less than 2 percent
Sulfate Soundness	Less than 5 percent loss	Less than 10 percent loss
Glycol Soundness	No deterioration except minor crumbs from surface	
Abrasion	Less than 20 percent loss for 500 revolutions	Less than 40 percent loss for 500 revolutions
Freezing-Thawing	Less than 10 percent loss for 12 cycles	
Wetting-Drying	No major progressive cracking	
Field Visual	Distinctions based on color, massiveness, and other visual characteristics	
Field Index	Distinctions based on scratch, ring, and other physical characteristics	
Drop Test	No breakage or cracking	
Set Aside	No breakage or cracking after one season cycle	

لازم به ذكر است كه براي انجام آزمايشات توصيه شده در اين استانداردها بايد از نمونه سنگ بكر نمونه-گيري به صورت بلوكي يا مغزه‌گيري (حفر گمانه اكتشافي) انجام مي‌گيرد. فرآيند نمونه‌گيري بايد به گونه-اي باشد كه نمونه فاقد هرگونه آثار هوازدگي، رنگ برگشتگي، دگرساني، شكستگي، حفرات انحلالي و ... باشد. نمونه‌هاي بلوكي بايد به گونه‌اي اخذ شوند كه بيانگر كليه خصوصيات سنگ بكر مورد نظر باشد. براي نيل به چنين هدفي بر اساس آئين نامه‌ها حداقل ابعاد نمونه بلوكي بايد ۳۰×۳۰×۳۰ سانتيمتر باشد. بديهي است كه نمونه‌گيري به صورت گمانه اكتشافي ديد بسيار كاملتري از معدن به دست مي دهد. اين روش بسيار گرانتر از اخذ نمونه بلوكي بوده ولي از لحاظ فني ارجحيت دارد و مي‌توان با كمک آن حجم معدن و نوع و ويژگيهاي سنگ را در زير سطح هم تعيين كرد. روش حفر گمانه اكتشافي معمولاً در سدهاي بسيار بزرگ و يا در حالتي كه در محل معدن ترانشه وجود نداشته باشد و نتوان ارزيابي كاملي از وضعيت سنگ در برداشتهاي سطحي به دست آورد مورد استفاده قرار مي‌گيرد.

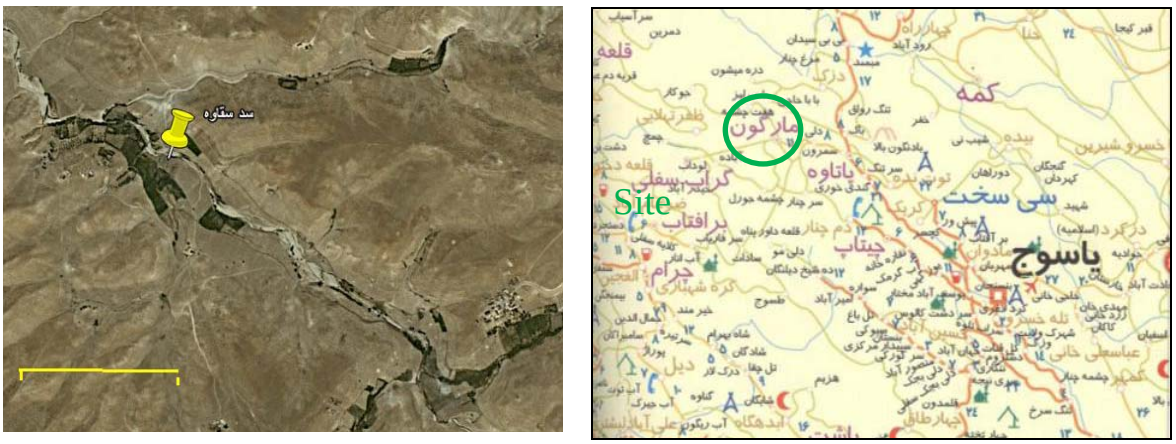
جدول ۵ – ویژگیهاي مصالح مناسب براي سدهاى سنگريزه‌اى بنا بر توصيه USACE

Source rock intact properties	
Uniaxial compressive strength	20–200 MPa (mostly 40–100 MPa)
Wet/dry UCS ratio	0.4–0.6
Tensile strength	3–10 MPa
Point load strength	1–5 MPa
Elastic modulus	2–40 GPa
Specific gravity	2.2–2.6 (mostly 2.3–2.5)
Water absorption	1–6% (mostly 2–4%)

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقيق:

سد خاكي سقاوه به منظور تامين آب كشاورزي و صنعتي بخش مارگون در استان كهگيلويه و بويراحمد احداث خواهد شد. دسترسي به محل سد از طريق جاده ياسوج- پاتاوه- مارگون امكان پذير است. شكل (۱) تصوير محدوده مورد مطالعه را بر روي نقشه راههاي ايران و عكس ماهواره‌اي محدوده مورد مطالعه نشان مي‌دهد.
ساختگاه سد سقاوه بر روي يال شمالي يكي از تاقديسهاي زاگرس چين‌خورده قرار دارد كه از مارنهاي آهكي، آهک و آهكهاي مارني متعلق به انتهاي دوران دوم تشكيل شده است. اين نهشته‌ها به سازند گورپي تعلق دارند. بهترين برونزد اين نهشته‌ها در پايين دست محور سد و در جناح راست رودخانه بوده كه به رنگ قهوه‌اي بسيار روشن تا كرم‌رنگ ديده مي‌شوند. لايه‌هاي مارني از مقاومت بسيار كمتري نسبت به لايه‌هاي آهكي و آهک مارني برخوردار بوده و به شدت مستعد هوازدگي هستند به نحوي كه در بسياري از محلهاي برونزد حالت سنگي خود را از دست داده و به خاک برجا تبديل شده‌اند. هوازدگي شديد در برخي از قسمتها تا عمق بسيار زيادي از اين سنگها نفوذ كرده است. لايه‌هاي سازند گورپي در محل بستر رودخانه و اطراف آن توسط پوششي از مواد آبرفتي به ضخامت حداكثر ۲۰ متر پوشانده شده‌اند. پوشش آبرفتي از لايه‌هاي ريزدانه و درشت‌دانه به صورت متناوب تشكيل شده است. نهشته‌هاي ريزدانه عمدتاً رسهايي با پلاستيسته كم و نهشته‌هاي درشت‌دانه بيشتر از شنهاي رس‌دار تشكيل شده‌اند كه البته درصد مواد ريزانه در آنها زياد بوده و بعضي مواقع ميزان آنها تا ٤٠ درصد هم مي‌رسد.



شكل ۱- موقعيت سد سقاوه بر روي نقشه راههاي ايران و تصوير ماهواره‌اي

بر خلاف محل سد و مخزن آن، واحدهاي سنگي كه براي استفاده در ريپ رپ مد نظر قرار گرفته‌اند، متعلق به آهكهاي تخريبي سازند گورپي مي‌باشند. اين آهكها كاملاً چكش خوارند و ستيغها و پرتگاههاي موجود در منطقه را تشكيل مي‌دهند. به دليل ماهيت شكننده، درزه‌ها و شكافها در آنها گسترش بيشتري داشته و در آنها حداقل دو دسته ناپيوستگي قابل تشخيص است. البته اكثر ناپيوستگيها با كلسيت پر شده‌اند. باز شدگي ناپيوستگيها در اين لايه‌ها بين ۸ تا ۲۰ ميليمتر متغير است كه طبق رده‌بندي آنون (Anon, 1979) در زمره ناپيوستگيهاي باريک (تنگ) قرار مي‌گيرند. فاصله‌داري ناپيوستگيها در

این لایه‌ها زیاد بوده و معمولاً بیش از ۲ متر است. در این سنگها به ندرت آثاري از میکروفسیلها به چشم مي‌خورد. حفرات انحلالي و آثار کارستیک در این سنگها دیده نمي شود و به صورت ضخیم لایه مشاهده مي‌شوند.
به منظور استفاده از این سنگها در ریپ رپ و به عنوان سنگدانه بتن پس از خردایش و فرآوري دو معدن در نظر گرفته شده که از آنها نمونه‌برداري صورت گرفته است. این دو معدن به اختصار R1 و R2 نامگذاري شده‌اند. در محل هر دو معدن لایه بندی سنگهای آهکي داراي امتداد N40W تا N60W مي‌باشند. شیب لایه‌ها نیز متفاوت بوده و از ۳۰ درجه تا ۵۰ درجه تغییر مي‌کند. جهت شیب لایه‌ها به سمت جنوب غرب بوده و به دلیل گسترش سیستم درز و شکاف بیشتر به صورت بلوکهایي با ابعاد درشت مشاهده مي-شوند. در بررسیهاي میکروسکوپي صورت گرفته بر روي نمونه‌هاي هر دو معدن، مشخص شد که این سنگها از نوع بایواسپارایت یا بایومیکرایت مي‌باشند.
براي انجام آزمایشات کنترلي ریپ رپ سد سقاوه، از معدن R1 تعداد ٤ نمونه و از معدن R2 تعداد ٥ نمونه بلوک سنگ اخذ گردید. فرآیند نمونه‌گیري کاملاً منطبق با آئین نامه‌ها و دستورالعملها صورت گرفت. پس از اخذ نمونه‌ها و انتقال آنها به آزمایشگاه، آزمایشات مورد نظر انجام گرفت که نتایج آنها در ادامه ارائه مي-شود.
نخستین آزمایشي که بر روي نمونه‌ها صورت گرفت آزمایشات تعیین خصوصیات فیزیکي مي باشد که نتایج آن در جدول (٦) ارائه شده است.

جدول ٦- خلاصه نتایج آزمایشات تعیین خصوصیات فیزیکي

پارامتر	معدن R1			معدن R2		
	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر
دانسیته (gr/cm3)	2.62	2.68	2.71	2.61	2.65	2.69
درصد جذب آب	1.7	2.0	2.3	1.5	2.1	2.7

ملاحظه مي‌شود که با توجه به جدول (١) سنگها در رده سنگهایي با دانسیته بالا قرار مي‌گیرند. پس از انجام آزمایشات فیزیکي، آزمایش تعیین مقاومت تک‌محوري، تعیین مقاومت کششي به روش برزیلین و مقاومت بار نقطه‌اي بر روي نمونه‌ها در دو حالت خشک و اشباع انجام شد که خلاصه نتایج آن در جدول (٧) ارائه شده است. نکته مهمي که در مورد نتایج آزمایشات تک محوري وجود دارد تاثیر اشباع شدن بر آن است. ملاحظه مي‌شود که اشباع شدن تاثیر زیادی بر روي نمونه‌هاي معدن R2 دارد و در برخي مواقع باعث شده که میزان مقاومت فشارشي تک محوري تا ۵۰ درصد کاهش یابد. بر اساس نتایج جدول (٧) و مقایسه شاخص بار نقطه‌اي با جدول (٣) ملاحظه مي‌شود که نمونه‌هاي هر دو معدن در رده‌هاي C تا E قرار مي‌گیرند.
در مرحله بعد آزمایشات مقاومت در برابر عوامل فیزیکي یعني لوس آنجلس، دوام، ساندنس و مقاومت در برابر ذوب و یخبندان انجام شد که نتایج آنها به طور خلاصه در جدول (٨) ارائه شده است.

جدول ٧- خلاصه نتایج آزمایشات تعیین مقاومت تک محوري، مقاومت کششي و شاخص بار نقطه‌اي در حالات خشک و اشباع

پارامتر	معدن R1		معدن R2	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
qu (Mpa) - Dry	46.7	95.4	35.5	75.3
qu (Mpa) – Sat.	35.0	69.6	20.2	50.0
E (Gpa) - Dry	4.0	10.5	4.5	18.7
E (Gpa) – Sat.	3.3	10.5	2.4	5.7
qt (MPa) - Dry	3.6	7.5	2.5	6.4
qt (MPa) – Sat.	2.6	5.7	1.8	4.1
Is(50) (MPa) - Dry	2.0	4.0	1.3	3.2
Is(50) (MPa) – Sat.	1.35	2.7	0.8	2.0

جدول ۸- خلاصه نتایج آزمایشات مقاومت در برابر عوامل فیزیکی

پارامتر	معدن R1		معدن R2	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
شاخص دوام (سیکل اول)	96.1	99.2	82.1	93.6
شاخص دوام (سیکل دوم)	94.2	99.0	72.4	91.5
ساندنس	0.2	1.0	0.2	0.9
ذوب و یخبندان (۵۰ سیکل)	2.3	6.5	5.9	9.3
لوس آنجلس پس از ۵۰۰ دور	13.8	28.4	15.2	27.4

در نهایت بر روي نمونه‌ها آزمایشات واکنش‌زایي قلیایي صورت گرفت. نتایج این آزمایشات به شرح زیر است:
طبق آزمایش فعل و انفعال قلیایي به روش تسریع شده فیزیکي بر اساس ASTM C1260 انبساط طولي نمونه معدن R1، در حالت ١٤ روزه برابر با ۰,۰۵۷ درصد و براي معدن R2 برابر با ۰,۰۸۷ درصد اندازه‌گیري شده است. بر اساس استاندارد ASTM C1260 چون انبساط طولي نمونه در حالت ١٤ روزه کمتر از ۰,۱۰ مي‌باشد، لذا نمونه‌هاي هر دو معدن غیر واکنش‌زا هستند(ASTM, 2003). لازم به ذکر است که این آزمایش به دلیل وجود قطعات کوارتز در سنگهاي هر دو معدن (که در نتیجه مطالعات مقاطع میکروسکوپي بدان پي برده شد) انجام شد.
طبق آزمایش فعل و انفعال قلیایي- کربناتي بر اساس ASTM C586، انبساط طولي نمونه‌هاي ٢٨ روزه معدن R1، ۰,۰۲۱ درصد و نمونه‌هاي ٢٨ روزه معدن R2، ۰,۰۱۹ درصد مي‌باشد که مطابق با استاندارد ASTM C586 چون میزان انبساط طولي نمونه کمتر از ۰,۱۰ درصد است، لذا نمونه‌هاي هر دو معدن از نظر واکنش قلیایي- کربناته مضر نیستند (ASTM, 2003).
طبق آزمایش فعل و انفعال قلیایي- سیلیسي به روش شیمیایي بر اساس ASTM C289 تمام نمونه‌هاي هر دو معدن در محدوده غیرواکنش‌زا قرار گرفتند. بر طبق آزمایشات صورت گرفته و بردن نتایج بر روي گرافهاي مربوطه (ASTM, 2003)، میزان انبساط نمونه‌ها کمتر از ۱ درصد در سال خواهد بود. ضمن اینکه هیچ گونه مواد واکنش‌زایي تشخیص داده نشد.
بر اساس نتایج آزمایش فعل و انفعال قلیایي- کربناتي به روش شیمیایي طبق CSA23.2-26A (که در آن اکسیدهاي کلسیم، آلومنیوم و منیزیم اندازه‌گیري شده و سپس به نمودارهای مربوطه منتقل شده‌اند) (CSA, 2005) نمونه‌هاي معدن R1 داراي پتانسیل واکنش‌زایي و نمونه‌هاي معدن R2 فاقد پتانسیل واکنش‌زایي تشخیص داده شدند.

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

با توجه به مطالعات صورت گرفته و مقایسه نتایج حاصله با استانداردهاي مصالح ریپ رپ، نمونه‌هاي معادن R1 و R2 اکثر معیارهاي مورد نظر براي استفاده در ریپ رپ سدهاي خاکي را دارا هستند. البته بر اساس توصیه‌هاي USACE و USBR نمونه‌هاي هر دو معدن جذب آبي بیش از حد مجاز دارند. ضمن این که نمونه‌هاي معدن R1 در شرایط مرزي قرار مي‌گیرند. در آزمایشات تعیین مقاومت در برابر عوامل فیزیکي برخي از نمونه‌هاي هر دو معدن شاخصهاي مورد نیاز آئین‌نامه USACE مربوط به آزمایش لوس آنجلس را تامین نمي‌کند. همچنین با توجه به جدول (٢) نمونه‌هاي معدن R2 از نظر شاخص دوام سیکل دوم در رده متوسط قرار مي‌گیرند که براي استفاده از آنها در ریپ رپ مشکل ایجاد مي‌کند. خصوصیات دیگري مثل سلامت و ذوب و یخبندان سایر معیارهاي دو آئین‌نامه اصلي USACE و USBR را تامین مي‌کند. بر اساس نتایج آزمایشات تک محوري همه نمونه‌ها داراي مقاومت و مدول یانگ مناسبي براي استفاده در ریپ رپ سد هستند، هرچند نسبت مقاومت فشاري تک محوري در حالت خشک و اشباع در معدن R1 بیش از ۰,٦ است اما چون در اکثر آئین‌نامه‌ها حد بالایي ۰,٦ مورد توجه قرار نمي‌گیرد و فقط حد پائین ۰,٤ مورد استناد قرار مي‌گیرد، مي‌توان نمونه‌هاي این معدن را مناسب دانست. بر اساس نتایج آزمایشات شاخص بار نقطه‌اي و مقاومت کششي برخي از نمونه‌هاي هر دو معدن شرایط مورد نظر براي استفاده در ریپ رپ سدهاي خاکي را تامین نمي‌کنند. در آزمایشات فعل و انفعال قلیایي نیز هر دو معدن فاقد پتانسیل واکنش‌زایي تشخیص داده شدند. البته نتایج آزمایش فعل و انفعال قلیایي- کربناتي به روش شیمیایي نمونه‌هاي معدن R1 را داراي پتانسیل واکنش‌زایي معرفي کرد که با توجه به نتایج سه آزمایش فعل و انفعال قلیایي دیگر مي‌توان از آنها به عنوان مصالح بتن استفاده کرد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

بر اساس مطالعات صورت گرفته، نمونه‌هاي هر دو معدن مورد نظر براى تامين سنگ پوشش بدنه سد سقاوه، تا حدودي شرايط لازم در آئين‌نامه USBR را براي استفاده در سدهاي خاكي را دارا مى‌باشند، در حالي كه برخي از شرايط مورد نياز آئين‌نامه‌هاي ديگر از جمله آئين‌نامه USACE را تامين نمي‌كنند. اين امر احتمالاً ناشي از وجود ميان لايه‌هاي رسي نازک در هر دو معدن است. لذا اخذ نمونه‌هاي مجدد از معادن و انجام آزمايشات جديد براي رفع شبهات ضروري است. همچنين اين كه از كدام معيار براي طراحي و استفاده از مصالح جهت ريپ رپ استفاده شود به نظر طراح سازه بستگي دارد. همچنين استفاده از اين سنگها پس از خردايش و فرآوري در بتن مورد نياز براي سازه‌هاي بتني سنگ با توجه به نتايج آزمايشات فعل وانفعال قلياي بلامانع تشخيص داده شد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

پسند، س.ع. ، ۱۳۸۳ ، بررسي خصوصيات مهندسي توده‌هاي سنگي در مسير قطعه دوم تونل گلاب، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه بوعلي سينا.
سينگ، ب و گويل، ر.ک، ۱۳۸۲ ، رده‌بندي توده‌سنگ روش كاربردي در مهندسي عمران (ترجمه: اجل لوئيان و محمدي)، انتشارات فن‌آوران.
فهيمي‌فر، ا. سروش، ح.، ۱۳۸۰ ، آزمايشهاي مكانيک سنگ، مباني نظري واستانداردها، جلد اول :آزمونهاي آزمايشگاهي، انتشارات آزمايشگاه فني و مكانيک خاك
مهندسين مشاور پژوهش عمران راهوار، ۱۳۹۰ ، گزارش مطالعات ژئوتكنيک سد سقاوه
Anon, 1979.Classficatoin of rocks and soils for engineering geological mapping, part 1-Rocks and soils material. Bulletin International Association Engineering Geology, No. 19, 71-364.
Annual Book of ASTM Standards, Part 19, Soil and Rock, American Society for Testing and
Materials (ASTM), 2003
Berube, M.A. and Fournier, B . 1992, “Accelerated test methods for Alkali – Aggregate Reactivity”, CANMET - ACI International Symposium on Advances in Concrete Technology, Athens , Greece
CSA Standards: CAN/CSA-A23.2-14A-M90 Test Methods for Potential Expansively of Cement-Aggregate Combination, 2005
Gamble J. C., 1971," Durability plasticity classification on shales and order argillaceous rocks, Ph. D. Thesis. University of Illino

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

مطالعه عوامل مؤثر بر وقوع سیل در استان مازندران با تأکید بر مدیریت جامع حوزه های آبخیز

سید محسن موسوی تاکامی[۱]، علی رحمانی فیروزجاه[۲]، احمد زلیکانی[۳]، اسماعیل مختارپور[۴]، محمدعلی هادیان امری*[۵]

۱- کارشناس ارشد مدیریت، معاون آبخیزداری مازندران.
۲- دانشجوی کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، رییس و کارشناس اداره مطالعات آبخیزداری مازندران.
۳- دانشجوی کارشناسی‌ارشد هواشناسی کشاورزی، کارشناس اداره مطالعات آبخیزداری مازندران و عضو کارگروه سیل استان.
۴- کارشناس ارشد زمین شناسی، کارشناس کمیته فنی اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری مازندران.
۵- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری دانشگاه مازندران.

* نویسنده مسؤول: bk_hadian@yahoo.com و bk.hadian@gmail.com

چکیده

وقوع سیل یکی از بزرگترین و اصلی‌ترین معضلات حوزه‌های آبخیز استان مازندران است که به دلیل فعالیت‌ها و مصنوعات بشری مانند بهره‌برداری‌های غیراصولی از منابع‌طبیعی و ساخت و ساز در دره و حریم رودخانه‌ها، با افزایش آسیب‌پذیری عناصر تحت خطر رخ می‌نماید. در این مقاله قصد داریم تا با بررسی مهمترین عوامل مؤثر بر وقوع سیل در استان مازندران از دیدگاه مدیریتی، راه حل‌های کاربردی و عملی را با تأکید بر مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز معرفی و ارائه نماییم. آنچه حائز اهمیت است، ضرورت اقدامات هماهنگ و اعمال مدیریت صحیح و جامع در حوزه‌های آبخیز و مطالعات جامع سیل‌خیزی می‌باشد تا بتوان سطوح طبیعت را حفظ نمود و تکرار سیلاب و خسارات آنرا کاهش داد.

کلید واژه ها: سیل، مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، استان مازندران

Abstract

A study on effective factors on flood occurence in Mazandaran Province, Iran, considering integrated watershed management

Flood is one of the biggest and majorest problems in Mazandaran Province, north of Iran, occurred due to human activities and man-made sources like uncontrolled exploitation and urbanization of the valley, with a consequent increase of the vulnerability of the elements exposed to risk. In this research, we are going to investigate the effective factors on flood occurrence from managerial perspectives and present applied and practical solutions considering on integrated watershed management to protect the nature areas of the province and reduce the frequency of flooding and its damages.

Keywords: flood, integrated watershed management, Mazandaran Province

مقدمه

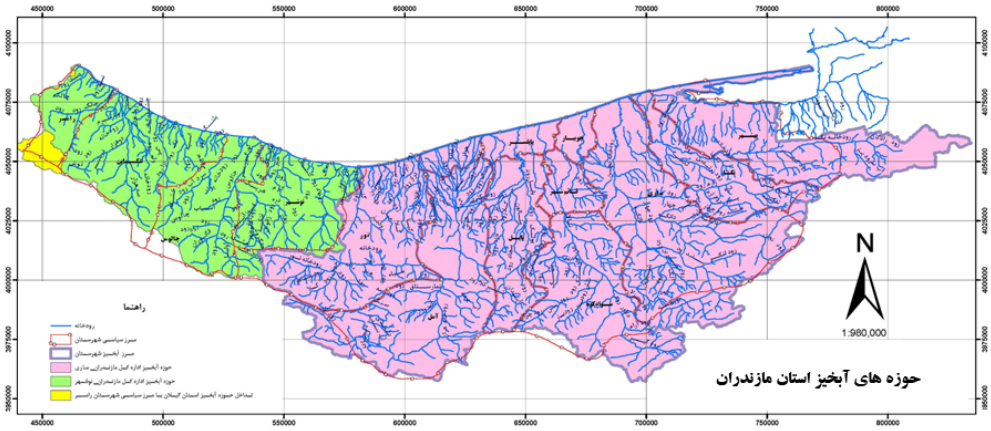
روند رو به افزایش تخریب حوزه های آبخیز و پوشش گیاهی زمین در طول دهه‌های گذشته بر کسی پوشیده نیست و متأسفانه شواهد حاکی از وجود رابطه مستقیم بین رشد روزافزون جمعیت و صنعتی‌شدن کشورهای درحال توسعه با کاهش سطح عرصه های طبیعی بویژه جنگل‌ها و مراتع است.
عوامل متعددی در تخریب حوزه های آبخیز بویژه حوزه های آبخیز استان مازندران نقش دارند. فقدان تعادل پایدار بین دام و مرتع، تغییرکاربری عرصه های طبیعی به کاربری زراعی، مسکونی، مسیر انتقال نیرو، نفت و گاز، توسعه جاده‌ها، بهره برداری بی رویه از معادن و در نتیجه از بین رفتن پوشش گیاهی و به تبع آن وقوع سیلاب‌های مخرب ناشی از بارش رگبارهای کوتاه‌مدت با شدت بالا، وقوع زمین لغزش‌های مخرب، فرسایش خاک و کاهش حاصلخیزی اراضی زراعی شیبدار در سطح وسیع، فقر پوشش گیاهی در اراضی مرتعی بالادست از عوامل موثر در تخریب حوزه های آبخیز به شمار می رود. همچنین فقدان شناخت صحیح و کافی از منابع و امکانات بالقوه و نبود مشارکت مناسب مردم در امر حفاظت از منابع طبیعی و مهاجرت بی‌رویه روستاییان به شهرها اثر این عوامل را تشدید نموده است.
همانطور که اشاره شد، یکی از معضلات بزرگ حوزه های آبخیز استان مازندران وقوع سیل می باشد که بر اثر دخالت‌ها و بهره‌برداری‌های غیراصولی از منابع طبیعی با برهم‌زدن چرخه آبی و ایجاد شکاف در پیوستگی‌های منظم طبیعت رخ می نماید.
به جريان شديد توام با بالا آمدن نسبتاً زياد آب كه از بستر طبيعي رودخانه تجاوز كرده و معمولاً با افزايش گل آلودگي جريان همراه مي‌باشد و خسارت مالي و جاني به همراه دارد، سيل گويند. اگرچه جنگل‌های انبوه دامنه شمالی البرز تداعی‌کننده وجود ظرفیت بالای طبیعی جهت حفاظت از آب و خاک است، اما مشکلات ویژه موجود در حوزه‌های آبخیز مازندران این حوزه ها را در ردیف حوزه‌های عمدتاً با قدرت سیل‌خیزی بالا قرار داده است.
طبق بررسی‌های به عمل آمده در معاونت آبخیزداری ایران، از دهه ۳۰ تا ۷۰ میزان خسارت های ناشی از سیل به تعداد ۲۸۱۰ مورد، در بخش‌های مختلف به این شرح بوده است:
تلفات انسانی ۱۱۲۱۸ نفر، میزان تخریب مزارع و باغات ۱۲۱۲۳۳۶ هکتار، میزان تلفات دامی ۷۶۱۹۳۲ راس گوسفند و ۳۷۸۷۸ راس گاو، تخریب ۸۰۸۴۰ مترمربع جایگاه دامی. تعداد خانه های تخریب شده ۲۵۹۹۳۸ واحد مسکونی، میزان تخریب راه های ارتباطی ۳۲۵۱۰ کیلومتر، سایر خسارات شامل پر شدن مخازن سدها و خسارات زیست محیطی (تخریب جنگل‌ها، مراتع، گیاهان کمیاب وکاهش کیفیت آب و...) و جنبه‌های منفی سیل بر روح و روان مردم.
همچنین تکرار وقوع سیل در استان مازندران در دهه‌های اخیر به اوج خود رسیده، میزان زیان‌ها و خسارات به طرز فاجعه‌آمیزی افزایش یافته است به طوریکه خسارات سیل در دو سال اخیر در این استان بیش از دو هزار میلیارد ریال (دویست میلیارد تومان) بوده است.
در این مقاله قصد داریم تا با بررسی مهمترین عوامل مؤثر بر وقوع سیلاب در استان مازندران، راه حل‌های کاربردی و عملی را با تأکید بر مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز معرفی و ارائه نماییم؛ چراکه آنچه حائز اهمیت است، ضرورت انجام اقدامات هماهنگ و اعمال مدیریت صحیح و جامع در حوزه های آبخیز و مطالعات جامع سیل‌خیزی می‌باشد تا بتوان قدرت دفاعی طبیعت را افزایش داد و تکرار وقوع سیلاب‌های با دامنه خسارات زیاد را کاهش داد.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق

در این تحقیق حوزه‌های آبخیز استان مازندران مورد مطالعه قرار گرفته که در محدوده ۱۵ ۵۰ تا ۰۰ ۵۵ طول شرقی و ۴۵ ۳۵ تا ۱۵ ۳۷ عرض شمالی واقع شده است.
روش تحقیق توصیفی- تحلیلی و بر پایه مشاهدات میدانی و بررسی آمار و اطلاعات حوادث سیلاب به وقوع پیوسته در استان مازندران بوده، ضمن استفاده از مباحث تئوری فنی و کاربردی، از تجربیات علمی بدست آمده طی چندین سال بررسی و مطالعه در حوزه‌های آبخیز استان مازندران توسط معاونت آبخیزداری استفاده گردید.
عمده وقايع سيلاب مورد بررسی در این تحقیق عبارتند از: سيل سال ۳۲۵ هجري شمسي ساري (با خسارت مالي زياد؛ به نقل از چارلز ملويل)، سيل سال ۱۰۰۸ هجري شمسي آمل (با تخريب كل شهر و خسارت جاني و مالي كامل؛ به نقل از چارلز ملويل)، سيل ۱۳۷۵/۰۶/۲۹ كجور (با ۷ نفر كشته)، سيل مورخه ۱۳۷۵/۰۶/۲۹ لاويج حوزه گلندرود، سيل ۱۳۷۸/۰۵/۰۴ حوزه زارم رود شهرستان ساري، سيل

۷۸/۰۵/۰۴ نکارود (با ۴۹ کشته و ۴۳ میلیارد تومان خسارت)، سیل مورخه ۱۳۷۳/۰۷/۲۸ و ۱۳۸۲/۰۷/۲۸ و ۱۳۹۱/۰۸/۲۲ نوشهر، سیل مورخه ۱۳۸۲/۰۷/۲۸ کاظمرود عباس آباد (با کشته شدن ۳ نفر)، سیل ۱۳۹۰/۰۴/۰۳سردآبرود کلاردشت (با ۵۵ میلیارد تومان خسارت)، سیل ۱۳۹۰/۰۵/۰۲ شهر بلده (با ۱۵ میلیارد تومان خسارت)، سیل مورخه ۱۳۹۱/۰۷/۲۲ بهشهر (با ۶۶ میلیارد تومان خسارت مالی و ۶ نفر کشته)، سیل مورخه ۱۳۹۱/۰۷/۲۲ بخش کلیجانرستاق (با خسارات زیاد به روستاهاي اين بخش). ضمناً برای ۱۲۶ مورد سیل اتفاق افتاده دیگر پرسشنامه سیل تهیه شد که در بانك سیل معاونت آبخیزداري موجود مي باشد.



نتایج

بررسی ها نشان می دهد که عوامل وقوع سیل در استان مازندران عبارتند از: الف) عوامل طبيعي و ب) عوامل انسانی.

اعم عوامل طبیعی مؤثر در بروز سیل در استان مازندران عبارتند از:

شدت بارندگي، ذوب برف (سيل هاي تابستانه)، جهت حركت ابرها: اگر جهت حركت ابرهاي بارانزا از بالا دست حوزه به سمت خروجي باشد، حجم جريان در خروجي زياد ولي اگر بارندگي از خروجي حوزه به سمت بالا دست باشد حجم جريان كمتر خواهد بود، فاصله كم مركز رگبار از خروجي حوزه (سيل مورخه ۹۱/۰۷/۲۲ بهشهر)، شكل حوزه (در استان مازندران بسياري از زيرحوزه هاي حوزه هاي آبخيز برخلاف خود حوزه ها دايره اي هستند)، شيب حوزه، وضعيت پوشش گياهي، جريان واريزه اي، بافت و نفوذ پذيری خاك، حساسيت پذيري بالاي تشكيلات زمين شناسي.

شکی نیست که این پدیده بر اثر دخالت های انسان و بهره برداری‌های غیراصولی از منابع طبیعی و برهم زدن چرخه آبی و ایجاد شکاف در پیوستگی های منظم طبیعت رخ می نماید.

عوامل انسانی دخیل در وقوع سیلاب عبارتند از:

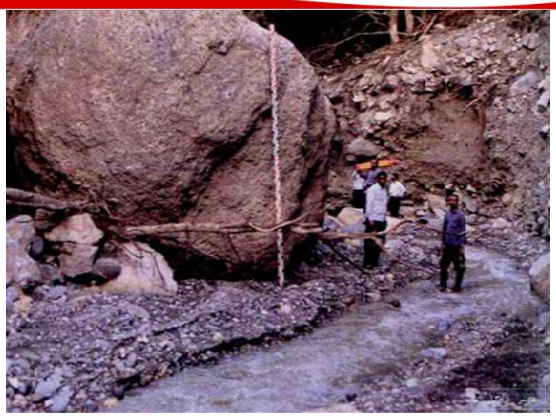
۱- تجاوز به حريم رودخانه با ساخت و سازهاي غيرمجاز و غيراصولی و سودجويي جهت كسب درآمد و سود بيشتر در حريم منابع (از جمله غيراستاندارد بودن پل ها و زهكش آنها در مسير رودخانه ها و سطح مقطع كانالها، برداشت غيراصولي از مصالح رودخانه اي، مسدود نمودن مسيرهاي آبراهه هاي فرعي).

۲- وجود تنه و سرشاخه های مختلف درختان و آشغال و انواع نخاله ها، رسوبات دانه درشت و دانه ريز ساختماني و معدنی و جاده سازی در آبراهه ها و عدم تخليه و لايروبي به موقع رودخانه ها و آبراهه ها.

۳- عدم هماهنگي ارگانها (نبود انسجام سازمانی) در اجراي پروژه هاي عمراني (راه و معدن ...).

۴- ورود دام بيش از ظرفيت مراتع.

۵- شخم در جهت شيب.



سیل ۷۵/۰۶/۲۹ لاویج

سیل مورخ ۷۵ /۰۶/۲۹ کجور

سیل ۸۲/۰۷/۲۷ کاظم رود

(منبع عکس ها: آبخیزداری مازندران)

سیل مورخ ۹۱/۰۷/۲۲ بهشهر (منبع عکس: خبرگزاری‌ها)

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري

با تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده می توان راهکارها و توصیه های زیر را به منظور کاهش خطرات سیل و وقوع آن در استان مازندران نتیجه گیری نمود:

- آموزش و فرهنگ سازی برای همه‌ی رده هاي سني و شغلي: ساخت بنرها و انیمیشن های تبلیغاتی در ارتباط با عواقب غیرقابل جبران تجاوز به حریم آبراهه ها و عواقب غیرقابل جبران وجود تنه ها و سرشاخه ها و رسوبات ریز و درشت در داخل و حاشیه رودخانه ها و آبراهه ها و پخش مکرر آن از صدا و سیما (مانند تبلیغات راهنمایی و رانندگی، ادارات برق، گاز و ...)، آموزش و ترویج در مدارس و ... .
- مديريت جامع حوزه هاي آبخيز با محوريت جلب مشاركت حوزه نشينان بويژه رهبران محلي، جامع نگري در كليه طرحهاي عمراني و نظر خواهي از دستگاههاي مختلف از جمله آبخيزداري در ارتباط با انجام پروژه هاي مهم در استان (در ارتباط با جابجايي روستاها، احداث شهرك هاي صنعتي، احداث كارخانجات مهم و احداث جاده).
- ايجاد هماهنگي و تعامل بين دستگاه‌ها به منظور مديريت سيلاب در حيطه وظيفه سازماني خويش به ترتيب اداره كل منابع طبيعي و آبخيزداري، جهادكشاورزي، شركت آب منطقه اي، شهرداريها و دهياريها و اداره راه و شهرسازي با محوريت معاون عمراني استانداري (ترجيحاً مديريت بحران استان به جهت تناسب وظيفه).
- اعمال مديريت واحد و جامع در سطح عرصه‌هاي استان با محوريت استانداري و با مسؤوليت دستگاهي كه بيشترين سطوح وظيفه را در راستاي مديريت جامع حوزه هاي آبخيز دارا مي باشد (در مازندران ۹۱ درصد مساحت استان در توليت منابع طبيعي و آبخيزداري مي باشد).
- لزوم انجام مطالعات آمايش سرزمين و انجام آمايش سرزمين با مشاركت دستگاه هاي مرتبط در حوزه هاي آبخيز (شناسنامه دار كردن عرصه ها به منظور بهره برداري از اراضي متناسب با استعداد عرصه ها) و بهره برداري از اراضي بر حسب استعداد بهينه‌ي آنها و جلوگيري از تغيير كاربري نامناسب.
- ايجاد تمهيدات لازم به منظور تغيير ارتقاء وضعيت معيشتي حوزه نشينان (ايجاد بنگاه هاي اقتصادي از جمله شركت تعاوني و ايجاد اشتغال مولد)
- اهميت به نظارت بر پروژه‌ها و فراهم ساختن شرايط لازم نظارتي براي ناظرين عالي و مقيم پروژه‌ها.
- لزوم ارزيابي عملكرد عمليات دستگاه‌هاي اجرايي و گزارش مشكلات مشاهده شده ناشي از طراحي، اجرا، نظارت و ... جهت جلوگيري از وقوع مجدد اين مسائل.
- توجه ويژه و اهميت دادن به كارشناسان زبده و خلاق بخش هاي دولتي و خصوصي.
- توجه ويژه به بخش تحقيقات كاربردي **(بويژه نتايج تحقيقات محققين داراى تجربه اجرايى)** و عملياتى كردن آنها در جهت رفع مشكلات حوزه هاي آبخيز.
- اطلاع رساني و بازديد مسؤولان استاني در ارتباط با پروژه هاي انجام شده آبخيزداري (حتي كارهاي انجام شده در استانهاى ديگر).
- نشان دادن خطرات ناشي از بي توجهى به انجام كارهاي زيربنايي از جمله آبخيزداري و آثار آن بوسيله بازديد ميدانى و برگزارى دوره ها و كارگاه هاى آموزشى- ترويجى.
- حفظ و افزايش پوشش گياهي به منظور كاهش ضريب رواناب.
- مديريت بر اراضي شيب دار (تراس بندى- سكو بندى- شخم عمود بر جهت شيب - تبديل زمين زراعي به باغات).
- رعايت دقيق مديريت چرا (رعايت زمان تعليف و حذف دام مازاد).
- اجراي عمليات آبخيزداري (بندهاي تثبيتى- كانالهاي سيل بر- ديوارحايل- بندهاي مشبك و ...).
- لايروبي و حذف چوب آلات و سرشاخه هاي درختان از داخل رودخانه ها و آبراهه ها.
- جلوگيري از تعرض به حريم رودخانه‌ها و ساخت و سازهاي غيرمجاز در آن و آزادسازي حريم قانوني رودخانه ها و اجراي طرح هاي مهندسي رودخانه.
- تأكيد بر استاندارد كردن طراحي سازه هاى آبى (پل، كالورت و ...) و انتخاب دوره برگشت متناسب با شرايط پروژه.
- احداث و نيز تغيير و اصلاح ابعاد پلها و كانالها متناسب با حجم سيلاب.
- شهرداريها و دهياريها بايد ضمن رعايت حريم قانونى آبراهه ها و رودخانه، ساخت پلها و آبروها و ساير ابنيه با دهانه مناسب اقدام، و مقاطع كانالها و آبراهه هاى با دهانه نامناسب را اصلاح نمايند.
- اداره راه بايد پلها و آبروها را با توجه به آوردهاى رودخانه و با درنظر گرفتن دوره بازگشت مناسب احداث نموده و تا حد امكان بدون پايه در وسط باشد و ابنيه هاى با دهانه نامناسب اصلاح گردد.
- نصب سيستم هاي هشداردهنده سيل، طراحى و نصب تابلوى هشدار مربوط به حريم رودخانه در مكانهاى مناسب شهرى و روستايى جهت آگاهى مردم در معرض خطر سيل و تخليه اين مناطق.

- پهنه بندی سیل: لازم است ارگانهای مربوطه، بویژه آب منطقه ای، حریم رودخانه ها را براساس دوره بازگشت سیل متناظر با وضعیت کاربری تجدیدنظر و یا تعیین کنند. برای مقاطع مجاور نقاط مسکونی شهری و روستایی دوره بازگشت ۲۰۰ تا ۵۰۰ سال منظور گردد و برای مناطق غیر مسکونی میتوان دوره بازگشت ۱۰۰ تا ۲۰۰ سال را در نظر گرفت. بعد از مشخص شدن حریم قانونی، جهت اجرا به ارگانهای مرتبط ابلاغ شود تا هر ارگانی به شرح زیر برحسب وظیفه خود به آن عمل کند.
- ساخت و سازهاي متناسب با حاشیه رودخانه با توجه به دوره بازگشت سیل همراه با ایجاد فضاي سبز در حاشیه رودخانه ها.
- هرگونه ساخت و ساز در مجاورت رودخانه ها منوط به استعلام از آب منطقه ای باشد.
- هرگونه ساخت و ساز توسط ساکنین شهرها و روستاهای حاشیه رودخانه منوط به دریافت مجوز از شهرداریها و دهیاریها بوده، ساخت و سازهای غیرمجاز تخریب و یا از دادن امتیازات برق و گاز و غیره محروم گردد.
- با توجه به شاخص های مدیریت جامع بر حوزه های آبخیز، بازرسی و نظارت بر کلیه آبراهه ها و رودخانه های کشور بر عهده معاونت آبخیزداری قرار گیرد و آبخیزداری متولی حفاظت از آبراهه ها و رودخانه ها و ناظر بر بهره برداری از این منابع گردد و در کنار آن نماینده ای از استانداری حضور داشته باشد.
- احداث بندهای سرشاخه گیر در رودخانه های مشرف به مناطق مسکونی (در بالادست مناطق شهری و روستایی) توسط معاونت آبخیزداری.
- احداث بندهای تثبیتی داخل آبراهه ها و رودخانه ها جهت تثبیت بستر رودخانه و دیواره های کناری و جلوگیری از واژگونی درختان توسط معاونت آبخیزداری.
- احداث دیواره حایل در پنجه ترانشه های مشرف به رودخانه جهت جلوگیری از لغزش حاشیه رودخانه توسط معاونت آبخیزداری.
- تخلیه آوردهای پشت بندهای سرشاخه گیر بعد از هر سیل توسط دستگاه منابع طبیعی.
- جمع آوری و پاکسازی چوب آلات و سرشاخه و تنه درختان از حاشیه و داخی آبراهه ها و رودخانه ها توسط دستگاه منابع طبیعی.
- مکانیابی مناسب جهت تخلیه نخاله ها و رسوبات ساختمانی، معدنی و جاده ای و جلوگیری از ریختن آنها در حاشیه و داخل آبراهه ها و رودخانه ها به همراه نصب تابلوهای هشداردهنده.
- جلوگیری از تخلیه فضولات دامی به داخل آبراهه ها و رودخانه ها توسط اداره بهداشت، محیط زیست و... و برخورد قانونی با متخلفین.
- لایروبی به موقع آبراهه ها و رودخانه ها در محدوده روستاها و شهرها توسط دهیاریها و شهرداریها و در سایر مناطق توسط آب منطقه ای.
- نظارت، بازرسی و اقدامات اضطراری: با توجه به شاخص های مدیریت جامع بر حوزه های آبخیز، بازرسی و نظارت بر کلیه آبراهه ها و رودخانه های کشور بر عهده معاونت آبخیزداری قرار گیرد و آبخیزداری متولی حفاظت از آبراهه ها و رودخانه ها و ناظر بر بهره برداری از این منابع گردد و در کنار آن نماینده ای از استانداری حضور داشته باشد.

لازم به ذکر است که باید موارد پیشنهادی مذکور با طی نمودن مراحل کارشناسی به قانون تبدیل شده تا لازم الاجرا گردد و قانونگذار و مراجع قضایی بتوانند برابر مقررات با متخلفین برخورد نمایند.

در پایان لازم به ذکر است که در ارتباط با راهکارهای کنترل وقوع سیلاب و کاهش قدرت تخریب و خسارات ناشی از آن تحقیقات زیادی صورت گرفته و در پی آن کتب، مقالات و دستورالعملهای بسیاری به چاپ رسیده و منتشر شده است. محور اکثر این مطالب مدیریت سیل (اقدامات غیرسازه ای) و حقایق فنی-مهندسی (اقدامات سازه ای) بوده، کمتر به مسأله بنیادی و ریشه ای سازمانی- مدیریتی و واقعیات و چالشهایی که در این رابطه در کشور ایران با آنها مواجه هستیم اشاره و تأکید شده است.

اجازه می خواهیم بحث را با جمله ای تأمل برانگیز از "فرانسیس بیکن" به پایان برسانیم:"ما بر طبیعت مسلط نخواهیم شد، مگر با پیروی از آن".

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي

غلامي، و. مشكي. ع. ر. هاديان امري. م. ع. و اميني. س. ۱۳۸۴. بررسي تأثير استقرار پوشش گياهي در فرسايش كنار رودخانه اي (مطالعه موردي: رودخانه هراز). سومين كنفرانس ملي فرسايش و رسوب، و نهمين كنگره علوم خاك كشور؛ تهران، شهريور ۱۳۸۴.
هاديان امري، م. ع. و جعفري گرزين، ب. ۱۳۸۴. مديريت بحران و راهكارهاي كنترل عوامل مؤثر بر بروز سيلاب (مطالعه موردي: حوزه آبخيز نكارود مازندران). كنفرانس بين المللي مخاطرات طبيعي؛ تبريز، دانشگاه تبريز، سپتامبر ۲۰۰۵- مهر ۱۳۸۴.
هادیان امری، م. ع. حبیب‌نژاد، م. ۱۳۹۰. مقایسه روش‌هاي تجربي برآورد دبي حداكثر سيل در حوزه آبخيز واز رود استان مازندران. هفتمين همايش ملّي علوم و مهندسي آبخيزداري. دانشگاه صنعتي اصفهان. ۷ و ۸ اردیبهشت ۱۳۹۰.
معاونت آبخیزداری استان مازندران. مجموعه مطالعات هیدرولوژی و سیلخیزی حوزه های آبخیز استان مازندران. اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری مازندران.

◇◇◇◇◇◇◇

References

Dialogue on Climate Change Adaptation for Land and Water Management, 2009: The Nairobi Statement on Land and Water Management for Adaptation to Climate Change. http://www.gwpforum. org/gwp/library/NAIROBI_STATEMENT.pdf.
United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2005: Hyogo Framework for Action 2005–2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters. World Conference on Disaster Reduction, Kobe, Hyogo, Japan.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

معادن ، منابع طبیعی و توسعه پایدار در مازندران

اسماعیل مختارپور ؛ فوق لیسانس زمین شناسی، کارشناس اداره کل منابع طبیعی مازندران
(e-mokhtarpour@yahoo.com
محمد علی قلی نتاج ؛ فوق لیسانس زمین شناسی، مدرس دانشگاه فرهنگیان بابل
(mgholinataj@yahoo.com
عباسعلی نوبخت ؛ دانشجوی دکتری جنگل

چکیده :

به طور قطع و یقیین جنگل به عنوان یکی از بزرگترین مواهب طبیعی و خدادادی ، از ابتدای خلقت بشر تاکنون همواره جهت تامین رفاه و آسایش و برطرف ساختن انواع نیازمندیهای انسان ها مورد استفاده قرار گرفته است . با توجه به اینکه معادن خود از منابع طبیعی و نعمت الهی محسوب می گردند و اساساً استخراج مواد معدنی و بهره برداری اصولی ازمعادن از جمله الزمات توسعه و استمرار حیات بشر امروزی است ، تامین چوب مورد نیاز معادن، در جایگاه خود ، از اهمیت شایان توجهی برخوردار می باشد.
برهمین اساس فراهم کردن شرایط لازم جهت برقراری ارتباط تنگاتنگ بین جنگل به عنوان منابع طبیعی تجدید شونده با معادن به عنوان منابع طبیعی تجدید ناپذیر از جمله ضروریاتی است که باید بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد .

واژه های کلیدی : معادن ، منابع طبیعی تجدید شونده ، منابع طبیعی تجدید ناپذیر ، توسعه پایدار

Abstract:

Minings, natural resources and sustainable development in Mazandaran

M. A. Gholi Nataj ; M. Sc . Geology (mgholinataj@yahoo.com)
E. Mokhtarpour ; M. Sc . Geology (e-mokhtarpour@yahoo.com)
A.A. Nobakht;Ph D Student

The forest is biggest natural endowments since the beginning of human creation, human using by the forest for removed many kinds your requirement.The mineral extraction and exploitation of mines was required to develop and sustain human life today and the forest high located its.To prepare the necessary conditions to establish close relationship between forest as a natural resource , renewable and non-renewable natural resources mining included by requirements that to be considered.

Key words: Mining, renewable resources, non-renewable natural resources, sustainable development

مقدمه :

گر چه انسان ها فقط درصد بسیار کمی از توده زنده کره زمین را تشکیل می دهند ولی گونه غالبند و در ابتدای پلئیستوسن انسان نیز شبیه سایر موجودات تحت تاثیر کامل عوامل محیطی بوده است. به تدریج و در هولوسن انسان پیشرفت کرده و قادر شد محیط فیزیکی اطراف خود را به شدت تغییر دهد. قرن بیستم ، خصوصاً نیمه دوم آن قرنی سرشار از تحولات سریع و بی سابقه در محیط زیست جهان بود. اثرگذاری انسان بر طبیعت اطرافش به جایی رسیده که دارای ماهیت و اهمیت جهانی شده است. دیگر تقریباً هیچ زیستگاه یا اکوسیستم طبیعی در سطح زمین وجود ندارد که لااقل اندکی دستخوش تغییر نگردیده باشد. منابع طبیعی ذاتاً کمیاب هستند. یعنی در کمیت و موقعیت دارای محدودیت می باشند و با این منطق و الگوی پیش رو در رشد اقتصادی و بهره برداری ازمنابع ، درگیرهای ژئوپلیتیکی بر سر منابع به شدت افزایش خواهد یافت و البته طرف برنده آن است که منابع بیشتری ذخیره یا در اختیار داشته باشد (ابراهیمی و همراهان،۱۳۸۸).

براساس تعریف ، منابع طبیعی به دو دسته ، منابع تجدید شونده و منابع غیر قابل تجدید تقسیم می گردند .مدیریت اصولی و بهره برداری خردمندانه ، اصل اساسی پایداری در منابع تجدید شونده است و بدون توجه به این دو اصل ، این منابع نیز ناپایدار و غیر قابل تجدید خواهد بود. همچنین آب ، هوا و خاک چنانچه تا حد عدم امکان بازیابی آلوده شوند، آن گاه جزء منابع غیرقابل تجدید به شمار می آیند(یعقوب پور،۱۳۷۳). طبق مطالعات سازمان ملل در سال های ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۵ حدود ۸۰ میلیون هکتار از خاک کره زمین به دلیل عدم استفاده صحیح آن قدر خسارت دیده که دیگر قابل احیا نیست و ذخایر آب آشامیدنی به قدری کاهش یافته که در آینده نزدیک ، ۸۰ کشور جهان با کمبود جدی آن مواجه می شوند(ابراهیمی و همراهان، ۱۳۸۸). بنابراین لازم است به تمامی این منابع در کنار هم توجه جدی شود تا بتوانیم به توسعه پایدار برسیم یعنی " توسعه ای که با برآوردن نیازهای نسل حاضر، بدون به خطر انداختن قابلیت های نسل آینده، به گونه ای که نیازهای نسل کنونی به مخاطره نیفتد. "

بر این اساس، در هدف ها و راهبردهای بلند مدت سند ملی توسعه استان مازندران ، موارد ذیل شاخص گردیده است ؛ توسعه و استفاده بهینه از منابع آب و خاک ،توسعه اکتشاف و استخراج منابع معدنی و صنایع فرآوری مواد معدنی، با توجه به شرایط توسعه پایدار، حفظ محیط زیست ، کنترل و کاهش آلودگی ها در حد استانداردهای زیست محیطی ، صیانت از جنگل ها و مراتع ، ساماندهی حوزه آبریز و رودخانه ها و کاهش آثار بلایای طبیعی ، فراهم نمودن زمینه های مناسب جهت سرمایه گذاری برای اکتشاف ، تجهیز ، توسعه و بهره برداری از معادن استان و فرآوری تولیدات معدنی.

وضعیت جنگل های استان مازندران

جنگل های مازندران، تماماً متأثر از شرایط آب و هوایی منطقه رویشی هیرکانی است و در دامنه شمالی سلسله جبال البرز و مشرف به دریای مازندران از ساحل دریا تا ارتفاعات حدود ۲٤۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند (پارساپژوه ،۱۳۸۵). مساحت این جنگل ها حدود یک میلیون هکتار می باشد. این جنگل ها در مجموع، از درختان پهن برگ سخت چوبی که تا حدود زیادی به نباتات و رستنی های مناطق مدیترانه ای شباهت دارند تشکیل یافته ، در کل از تنوع گونه ای بسیار خوبی هم برخوردار می باشند (بالغ بر ۸۰ گونه درختی و ۵۰ گونه درختچه ای) . وضعیت کلی جنگل های شمال کشور، نه تنها در مقام مقایسه با سایر مناطق رویشی کشور بلکه در مقام مقایسه باجنگل های جهان از یک ویژگی خاص و منحصر به فرد برخوردار می باشد؛ زیرا برخلاف سایر جنگلها که متعلق به دوران چهارم زمین شناسی اند متعلق به دوران سوم زمین شناسی است و بر همین اساس در محافل و مجامع علمی جهان به عنوان فسیل زنده ی گیاهی معرفی شده است.

جدول شماره ۱ وضعیت جنگلهای استان مازندران

مساحت جنگل		تقسیم بندی جنگل براساس						موجودی درختان سرپا بر حسب گونه – میلیون متر مکعب									
		فرم		موجودی در هکتار		سن											
اداره کل منابع طبیعی	مساحت hec	فرم جنگل	٪ سطح	موجودی	٪ سطح	سن	٪ سطح	راش	ممرز	بلوط	توسکا	افرا	انبار	خرمنی	انجلی	ملج	زاد	سایر گونه ها	جمع
ساری	۶۴۳۷۹۳	دانه زاد	۷۵	۳۵۰	۱۵	جوان	۱۳	۴۵	۴۱/۳	۶۷	۹	۸/۶	۲/۶	۲/۹	۷/۶	—		۵/۲	۱۲/۱
نوشهر	۳۲۰۰۰۰	شاخه دانه زاد	۲۲	۳۵۰ –۳۰۰	۲۹	میانسال	۴۰	۲۵	۱۵/۲	۵/۵	۵/۸	۵/۴	۱/۱	۱/۶	۱/۷	۱/۸		۱/۹	۶/۳
استان مازندران	۹۶۳۷۹۳	شاخه زاد	۳	۲۰۰ –۱۰۰	۲۵	مسن	۲۴	۷۰	۵۶/۵	۱۲/۲	۱۴/۸	۱۴	۳/۷	۳/۵	۹/۳	۱/۸		۷/۲	۱۹/۲
		—	۱۰۰	۱۰۰	۳۱	پیر و فرتوت	۲۲	٪ ۳۶/۱	٪۲۹/۱	٪۶۳	٪۱/۶	٪۷/۲	٪۱/۹	٪۱/۸	٪۶/۸	٪۱/۴		٪۲۸	٪۱۰۰

وضعیت معادن استان

اساساً اکتشاف و بهره برداری از معادن، به دو صورت روباز و تونلی انجام می پذیرد. طبق بررسی های بعمل آمده، در مجموع ۱۵ نوع ماده معدنی در سطح عرصه های منابع طبیعی مازندران بهره برداری می

شوند که معادن ذغال سنگ به دلیل گستردگی دامنه فعالیت ، حجم و ارزش فرآورده های تولیدی، تعداد شاغلین و مواردی این گونه، در صدر این معادن قرار دارند(مختارپور و قلی نتاج ،۱۳۹۱).

جدول شماره ۲ وضعیت موجود معادن استان تا پایان سال۹۱

نام ماده معدنی	فعال در حال تجهیز	غیر فعال	جمع	دولتی	تعاونی	خصوصی	جمع
زغال سنگ	۳۰	۱۹	۴۹	۱	۷	۴۱	۴۹
واریزه کوهی	۵۶	۷	۶۳	۰	۱۷	۴۲	۶۱
سنگ آهک و لاشه	۲۹	۶	۳۵	۰	۷	۲۸	۳۵
فلوئورین – باریت	۹	۳	۱۲	۰	۲	۱۰	۱۲
پوکه معدنی	۷	۲	۹	۱	۵	۳	۹
گچ	۲	۱	۳	۰	۱	۳	۳
سرب و روی	۲	۱	۳	۰	۱	۲	۳
گرانیت – مرمر و تراورتن	۴	۸	۱۲	۰	۱	۱۱	۱۱
سیلیس	۲	۲	۴	۰	۱	۳	۴
مجموع	۱۴۱	۴۹	۱۹۰	۲	۴۲	۱۴۶	۱۹۰

نتیجه گیری

به نظر می رسد ، راهکار رهایی از اقتصاد سراپا نفتی ، معدن و صنایع معدنی می باشد. فاصله بین بالقوه و بالفعل معدن آن قدر زیاد است که ارزش کنکاش عمیق را دارد . از اولویت های اصلی توسعه پایدار، توجه به مسائل مهمی از جمله تنوع زیستی ، بازسازی مناطق استخراج شده از معادن ، بلایای طبیعی و مدیریت زمین و همچنین استخراج از معادن و توان بخشی زمین در چارچوب توسعه پایدار است. بنابراین با توجه به آنکه، کشورمان کم پوشش و کم باران می باشد، در نتیجه حفظ و توسعه پوشش گیاهی خصوصاً جنگل های ارزشمند شمال کشور و در کنار آن گسترش اکتشافات معدنی از اولویت های توسعه پایدار است. لذا لازم است این دو مقوله از منابع خدادادی را، با اتخاذ راهکارهای مناسب فنی در جهت کاهش مسائل تخریبی با هم و در کنار هم ببینیم.

برابر نرم جهانی، استان مازندران ، ظرفیت استحصال ۸۲۰ هزار تن زغال را دارا می باشد، اما مشاهده می شود فقط ۱۲ درصد نرم جهانی استحصال می شود. برابر اعداد و ارقام و نرم ، منطقی است که با حفظ تمامی استانداردهای معدنی و محیط زیست، فضای فعالیت معدنی در استان، پویا گردد. با همین بضاعت اندک می شود فرصت شغلی به میزان ٤٥٠٠ نفر را تدارک دید که عدد مقبول و افتخار آفرین است. اطلاعات اولیه در امور مواد معدنی، وجود حداقل ٢٤ نوع ماده معدنی آنهم از نوع طبقه ۲ در استان را گواهی می دهد که اشتغالزایی و تقویت صنایع بالادستی در خور توجه ای را به همراه خواهد داشت(گزارشات سازمان صنایع و معادن استان مازندران). براین اساس، با پی بردن متولیان امور منابع طبیعی به اهمیت استخراج معادن و جدی گرفتن نقش معادن در جذب و به کار گیری نیروهای بومی و ایجاد تحول در سیستم معیشتی روستائیان و جنگل نشینان به عنوان یکی از عوامل مهم تخریب جنگل ها ، با تدوین قوانین جامع می توان بر بسیاری از نارسایی ها و مشکلات فائق آمده و با برقراری تعامل منطقی، موجبات رفاه و آسایش روستائیان و جنگل نشینان ، حفاظت بهتر و بیشتر جنگل و عرصه های جنگلی و شکوفایی بسیاری از صنایع که مواد اولیه مصرفی آن ها باید از طریق همین معادن تامین شود را فراهم نمود.

منابع

_ مختارپور،ح. و قلی نتاج،م. ع.،۱۳۹۱،پدیده های زمین شناسی مازندران،انتشارات رسانش نوین
_ یعقوب پور،ع.،۱۳۷۳،مبانی زمین شناسی اقتصادی،انتشارات مرکز نشر دانشگاهی
_ پارسا پژوه، د.، ۱۳۸۵، تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران
_ ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۸، مشخصات کاربردی چوب معادن زغال سنگ،نشریه شماره ۳۳ دفتر بهره برداری سازمان جنگل ها
_ بوداغی و همکاران، ۱۳۸۷، وضعیت معادن در جنگل های شمال، سمینار مدیریت جنگل های شمال
_ مجموعه گزارش کارشناسی کارشناسان سازمان صنایع و معادن استان مازندران

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از GIS و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی:هشتگرد)

◇◇◇◇◇◇◇

دکتر غلامرضا اسداله فردی، دانشیار دانشکده عمران دانشگاه خوارزمی
دکتر پرویز ضیائیان، دانشیار دانشکده جغرافیای دانشگاه خوارزمی
مهندس محمد جواد بلورچی، دفتر بررسی مخاطرات زمین شناختی، زیست محیطی و مهندسی سازمان زمین‌شناسی
مهندس مسعود محمودپور، دفتر بررسی مخاطرات زمین شناختی، زیست محیطی و مهندسی سازمان زمین‌شناسی
محمدامین عطار نصرتی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران/مهندسی محیط زیست دانشگاه خوارزمی،۰۹۱۴۴۰۸۶۶۳۷،amin_nosrati89@yahoo.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

مواد زائد جامد، جزء جدایی ناپذیر زندگی انسان بوده و تولید انواع این زایدات در کمیت و کیفیت‌هاي مختلف یکی از مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی عصر حاضر است. آلودگی‌هاي هوا، آب وخاكِ ناشی از عدم مدیریت صحیح و عدم انتخاب جایگاه مناسب جهت دفن پسماند مشکلاتی را براي محیط زیست شهروندان ایجاد می‌کند. هدف این پژوهش تعیین مکان‌هاي مناسب دفن پسماند شهري هشتگرد می-باشد این کار با استفاده از ۲۲ لایه اطلاعاتی از مجموعه معیارهای زیست محیطی و اقتصادی- اجتماعی و با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و GIS صورت پذیرفته است. به منظور تلفیق لایه‌ها با روش AHP پس از استاندارد نمودن نقشه‌ها کلیه لایه‌ها بر اساس ماتریس‌های مقایسه دو دویی وزن دار شدند و با اعمال محدودیت‌های منطقه,نقشه نهایی به‌دست آمد. بر اساس نقشه خروجی ،مناطق مختلف محدوده مطالعاتی از نظر قابلیت دفن پسماند پهنه‌بندی و به ۶ کلاس به ترتیب اولویت طبقه بندی شد در نهایت با در نظر گرفتن جهت باد غالب،منطقه‌ای ۴۸ هکتاری در جنوب غربی محدوده به عنوان محل احداث مرکز دفن پیشنهاد گردید.

کلید واژه ها:مکان‌یابی، پسماند شهری، محل دفن، GIS،AHP.

Landfill site selection using GIS and analytic hierarchical process (AHP) (A case study of Hashtgerd)

Abstract:

Solid waste is an integral component of human life and production of this type of waste in different quantity and quality is one of the most important environmental problems in the present time. Pollution of air, water and soil as a result of poor management and not selecting proper landfill for solid waste disposal have caused environmental problems for citizens. The aim of this study was to determine the proper landfill for disposal of municipal solid waste in Hashtgerd. To conduct the study, 22 information layers from a set of environmental, economic and social criteria and also analytic hierarchy process and GIS (geographic information system) have been utilized. To combine layers using AHP method after standardizing maps, all layers got weighted through pairwise comparison matrix and by considering regional restrictions the final map was produced. Based on the output map, different areas of the district under the study was zoned in terms of capability of being used as a landfill and was classified

into 6 classes according to the priorities. Finally, considering the direction of the prevailing wind, a 48-hectare area in southwest of the region under study was suggested as a location for construction of a disposal center.
Keywords : Site Selection, Municipal Waste, Landfill, AHP, GIS

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

يكي از مسائلي كه امروز به عنوان چالش مطرح است مسئله مواد زائدي است كه روز به روز بر حجم آن افزوده مي‌شود. رشد بي رويه جمعيت، توسعه شهر نشيني، ظهور تكنولوژي هاي جديد و تغييرات حاصل شده در عادات و الگوي مصرف از يك سو و محدوديت در استفاده از منابع طبيعي از سوي ديگر علاوه بر به وجود آوردن انواع مشكلات پيچيده در كيفيت زندگي انسان، موجبات بروز انواع ناسازگاري هاي اجتماعي، اقتصادي و نهايتاً زيست محيطي را به دنبال داشته است (عبدلي، ۱۳۷۹). روش هاي متفاوتي براي كنترل مواد زائد وجود دارد كه از جمله آنها مي توان به دفن بهداشتي، سوزاندن، بازيافت و كنترل بيولوژيكی اشاره نمود (Kontos et al., 2005). در بيشتر كشورها دفن در لندفيل متداولترين روش كنترل مواد زايد جامدشهري مي باشد (Yesilnacar and Cetin , 2005).

عدم توجه به برنامه ريزي و مديريت صحيح مكان‌يابی محل دفن پسماند مي تواند موجب آلودگي آب‌هاي سطحي، زيرزميني، خاك و هوا در سطح گسترده و تبعات زيست محيطي منتج از آن گردد بنابراين انتخاب محل دفن يك وظيفه كاملا مهم با در نظر گرفتن تمامي قوانين و استانداردهاي زيست محيطي متناسب هر جامعه است. براي اين منظور، بايد عوامل محيطي، اقتصادي، سياسي، اجتماعي و ... را به طور جامع در نظر گرفت (Sener, 2005).

هدف نهايي از مطالعات مكان يابي، تعيين مكاني است كه كمترين اثرات سوء را براي محيط زيست و منابع طبيعي اطراف داشته باشد و از نظر اقتصادي نيز كمترين هزينه، و از ديدگاه مهندسي نيز بهترين ويژگي را داشته باشد (غضبان،۱۳۸۱).

باساك (Basak, 2005) در تحقيقي با استفاده از دو روش وزن دهي افزايشي ساده و فرايند تحليل سلسله مراتبي براي مكان يابي محل دفن پسماندها بهره گرفته است .

(Vastava &Nathawat,2003) در تحقيق خود در اطراف شهررانسی در كشور بلژيک با استفاده از سيستم اطلاعات جغرافيايي و سنجش از دور با در نظر گرفتن معيارهايي چون زمين شناسي، گسل ، شيب زمين، نوع سنگ مادر، خاك ، منابع آب سطحي و عمق آب زير زميني، مراكز شهري، شبكه ارتباطي موجود و ...با استفاده از اين سيستم ها و وزن دهي به شاخص ها از طريق مقايسات زوجي ۵ محل مجزا در اندازه هاي مختلف را جهت دفن زباله اين شهر ۸۰۰ هزار نفري انتخاب نمودند.

سروری(۱۳۸۴) در پايان نامه كارشناسي ارشد خود، جهت تعيين مناسب‌ترين مكان جهت دفن زباله در شهرستان گنبد كاووس، لايه هاي مورد نظر را تهيه نمود، سپس با در نظر گرفتن آناليز سلسله مراتبي جداول نهايي مربوط به وزن دهي لايه را تهيه نمود و از طريق اين جداول اقدام به همپوشاني لايه هاي مكاني كرد كه در نهايت سناريو هاي مورد نظر جهت انتخاب مكان دفن مناسب حاصل گرديد و سه منطقه از ميان مناطق ديگر براي محل دفن انتخاب گشت.

معين الديني (۱۳۸۶) در پايان نامه كارشناسي ارشد خود از روش ارزيابي چند معياره و فرآيند تحليل سلسله مراتبي براي مكان يابي محل دفن مواد زائد جامد شهر كرج استفاده نمود . در اين راستا پنج دسته معيار اصلي مكان يابي شامل فاصله و حريم ها، ويژگي هاي فيزيكي سرزمين، قابليت ديد، كاربري اراضي و زيستگاه هاي حساس در ساختار سلسله مراتبي قرار گرفتند.

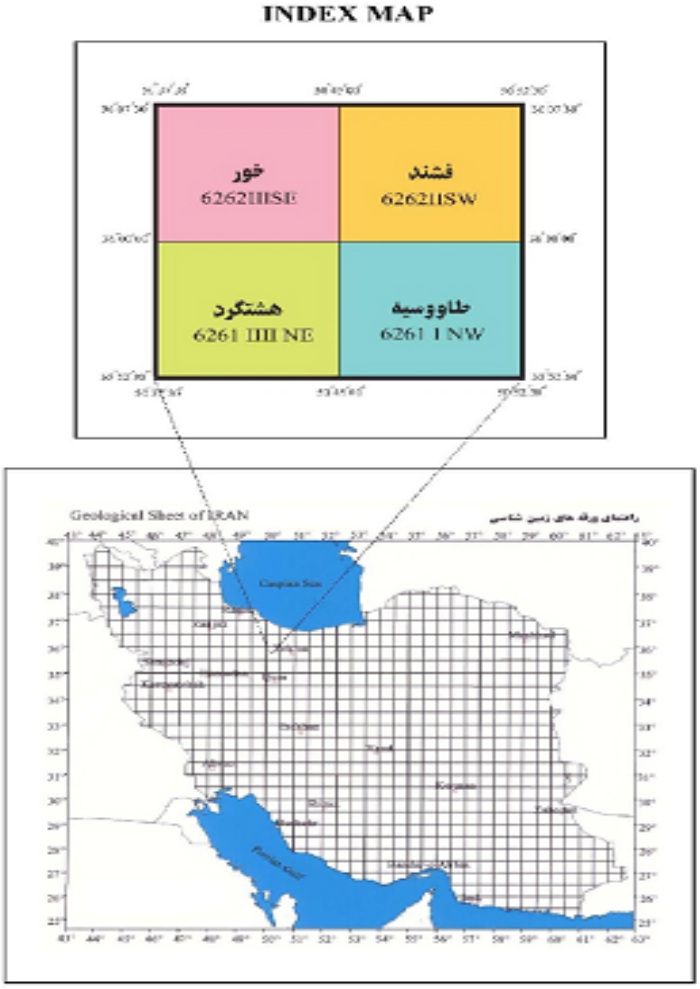
محل دفن فعلی پسماندهای شهری محدوده هشتگرد در منطقه حلقه دره به صورت غیراصولی مکان‌یابی شده و موجبات آلودگی شدید آب, خاک و چشم انداز در این منطقه شده است. لذا این مرکز می‌تواند پاسخگوی موقت زباله‌های شهرهای واقع در محدوده مطالعاتی باشد. هدف از مطالعه حاضر تعیین نواحی مناسب برای مرکز دفن محدوده هشتگرد با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

منطقه مورد مطالعه

ناحیه مورد بررسی در شهرستان ساوجبلاغ (سرزمین چشمه‌های جوشان) واقع در غرب شهرستان کرج در موقعیت ″۳۰ ′۵۲ °۳۵ تا ″۳ ′۰۷ °۳۶ عرض شمالی و از ″۳۰ ′۳۷ °۵۰ تا ″۳۰ ′۳۲ °۵۰ طول شرقی قرار دارند. چهار برگه خور (6162 III-SE)، فشند (6162 II-SW) ، شهرک طاووسیه (6161 I NW) و شهر صنعتی هشتگرد (6161 IV NE) چارچوب بررسی‌ها می‌باشد (شکل۱).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی محدوده مورد بررسی

مناطق خور و فشند در بخش کوهستانی واقع شده و رشته کوه‌های طالقان در این منطقه قرار دارد. از نگاه لیتولوژي در خط الراس رشته کوه طالقان سازند میلا با طبقات ضخیم سنگ آهك و سنگ آهك دولومیتي بلندترین نقاط را تشکیل داده است. سازندهاي کربناته روته و لار نیز در غرب هیو و ماسه‌سنگ‌هاي کوارتزیتي لالون نیز از لحاظ به‌وجود آوردن نقاط مرتفع در درجه دوم اهمیت قرار دارد.
سازندهاي زود فرساي شیل و ماسه سنگي دورود، شمشك و شیل و توف سازند کرج ارتفاعات نسبتاً کوتاه را تشکیل مي‌دهند. پایین‌ترین نقاط نیز مربوط به گستره نهشته‌هاي مارني نئوژن آبرفتي کواترنري است.
دو گسل سرتاسري راندگي با روند شرقي- غربي که یکي گسل طالقان با شیبي به سمت جنوب و گسل خور با شیب به سمت شمال سازندهاي موجود از کهر تا شمشك را به سمت بالا و بر روي سازند رسوبي- آتشفشانی کرج رانده‌اند.

رودخانه کردان با دبی حدود ۱۰۰ میلیون متر مکعب در سال معروف‌ترین رودخانه ناحیه است.
شمال اين ناحيه جزو مناطق كوهستاني معتدل بوده ولي جنوب آن جزو اقليم نيمه خشك محسوب مي‌شود، ميانگين دماي سالیانه نيز ١٤ درجه سانتي‌گراد مي‌باشد.
از نظر ميزان بارندگي هم با توجه به آمار ايستگاه‌هاي باران‌سنجي، اين منطقه داراي متوسط بارندگي سالیانة ٢٠٠ تا ٢٥٠ ميلي‌متر مي‌باشد
مراكز انساني مانند شهر قديم هشتگرد، شهر جديد هشتگرد، شهرستان كوهسار و روستاهاي بزرگ و كوچك ناحيه مانند كردان، وليان، فشند،خور، هيو، قاسم‌آباد و... از تجمع انساني زيادي برخوردارهستند.
هشتگرد مركز شهرستان ساوجبلاغ است و در بخش مركزي اين شهرستان قرار گرفته‌است، جمعيت اين شهر بنابر سرشماري مركز آمار ايران،در سال ١٣٩٠ برابر با ٥١٩٥٣ نفر بوده‌است. شهر جديد هشتگرد به فاصله ۵كيلومتري اين شهر و در شمال شرقي آن واقع شده‌است و در سال‌هاي اخير بنا نهاده شده‌است. از نظر تقسيمات كشوري، شهري مجزا از هشتگرد است و در بخش مركزي شهرستان ساوجبلاغ قرار گرفته‌است. بنابر سرشماري مركز آمار ايران، جمعيت شهر جديد هشتگرد در سال ١٣٩٠ برابر با ٢٢٧٢٤ نفر بوده‌است.
عمق آب زیرزمینی در حوالی رأس مخروطه افکنه کردان بیش از ۸۵ متراست که به سمت جنوب غرب از میزان آن کاسته می‌شود. در محدوده‌ای از بخش جنوب‌غربی دشت، عمق آب زیرزمینی به کمتر از ۱۰ متر می‌رسد. در جنوب هشتگرد نوسانات فصلی عمق آب بین ۷ تا ۱۲ متر اندازه گیری شده‌است.

روش مطالعه

در اين مطالعه در ابتدا پارامترها، معيارها و ضوابط انتخاب مكان هاي مناسب براي دفن بهداشتی با بررسی استانداردهاي مختلف از جمله استانداردهاي مربوط به سازمان حفاظت محيط زيست، وزارت كشور و تجربيات جهانی، شناسايی، ارزيابی و انتخاب گرديدند. سپس با تامين لايه هاي اطلاعاتی مربوط به هر پارامتر، اين لايه ها به صورت رقومی وارد سيستم اطلاعات جغرافيايی GIS گشته و در اين مرحله هر يک از اين لايه‌ها بر اساس نحوه تاثير در تعيين اراضی مناسب براي دفن بهداشتی مورد ارزيابی قرار گرفته و آماده سازي گرديدند.

در اين مطالعه كليه نقشه‌ها و گزارشات براي مكان يابی محل دفن با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمين شناسی ۱:۲۵۰۰۰ و گزارش‌های زمين‌شناسی مهندسی و گزارش‌های زمين‌شناسی كاربردی(برگه آب‌زمين‌شناسی و زمين‌شناسی زيست محيطی) محدوده مورد بررسی كه توسط سازمان زمين‌شناسی كشور تهيه شده است، مورد استفاده قرار گرفته است.

ساختار تحلیل سلسله مراتبی

روش AHP (Analytical Hierarchy Process)اولين بار توسط Saati ارائه شد. روش AHP تصميم‌گيرندگان را قادر می‌سازد كه ساختار پيچيده يک مسأله را به فرمت ساده سلسله مراتبی تبديل كرده و تعداد زيادی از فاكتورهای كمی و كيفی را در يک روش سيستماتيک با معيارهای متضاد ارزيابی نمايند (Badri,1999). فرآيند AHP يک روش سازگار با معيارها و اهداف چندگانه در در تصميم‌گيری می‌باشد. اين روش قادر است اهداف مختلف را ارزيابی نموده و تفاوت بين دو گزينه را بوسيله بردار اولويت مشخص نمايد. به هر حال اين ارزيابی‌ها به وزن هر پارامتر كه بوسيله تجربه بدست می‌آيد بستگی دارد (Che-Wei et al.,2007).

فرآيند تحليل سلسله مراتبی، يكی از جامع‌ترين سيستم‌های طراحی شده برای تصميم‌گيری با معيارهای چندگانه است. اين روش بر مبنای مقايسه زوجی بنا نهاده شده كه قضاوت و محاسبات را تسهيل نموده و ميزان سازگاری و ناسازگاری تصميم را نشان می‌دهد (Hajkowicz & et al.,2000).
اولين قدم در فرآيند تحليل سلسله مراتبی، ايجاد ساختار سلسله مراتبی می‌باشد كه در آن هدف، معيارها و گزينه‌ها نشان داده می‌شوند. سطح ۱ در ساختار سلسله مراتبی هدف كلی تصميم، سطح ۲ معيارها، سطح ۳ شاخص‌ها و سطح ۴ گزينه‌ها را بيان می‌كند.
بعد از ايجاد ساختار سلسله مراتبی، اولويت عناصر در هر سطح تعيين می‌گردد (عنصر به هر عضو سلسله مراتبی اطلاق می‌گردد). ترجيحات با استفاده از مقياس ۹ نقطه‌ای كمی می‌گردند. مفاهيم مقياس اندازه‌گيری در جدول (۱) ارائه شده است (Saaty,1980).

جدول۱: مقیاس ترجیحات بین دو عنصر برای مقایسه‌های زوجی

مقدار عددی	میزان اهمیت پارامترها نسبت به یکدیگر
۱	اهمیت برابر
۳	اهمیت متوسط
۵	اهمیت قوی
۷	اهمیت بسیار قوی
۹	اهمیت مطلق
۲،٤،٦،۸	اهمیت بین فواصل

مقایسات زوجی بر اساس اینکه عنصر A چقدر نسبت به عنصر B مهمتر است، صورت می‌گیرد. به طور کلی اگر تعداد گزینه‌ها و معیارها به ترتیب برابر m و n باشد آنگاه ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها به صورت m×m و ماتریس مقایسه زوجی معیارها یک ماتریس n×n خواهد بود.

یکی از مزایای مهم فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، اندازه‌گیری و کنترل ناسازگاری هر ماتریس و تصمیم می‌باشد. محدوده قابل قبول ناسازگاری در هر سیستم به تصمیم‌گیرنده بستگی دارد، اما در حالت کلی Saati پیشنهاد می‌کند که اگر ناسازگاری تصمیم بیشتر از ۰/۱ باشد بهتر است تصمیم‌گیرنده در قضاوت-های خود تجدید نظر نماید (قدسی‌پور، ۱۳۸۵).در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می‌گردد که این وزن‌ها را وزن نسبی می‌نامیم. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌گردد که آن را وزن مطلق می‌نامیم. وزن نهایی از مجموع حاصل‌ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها بدست می‌آید (قدسی‌پور ۱۳۸۵).
نرم‌افزار Expert Choice) EC) جهت تحلیل مسایل تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده و قابل اجرا بر روی کامپیوترهای شخصی است. این نرم‌افزار دارای توانایی‌های زیادی بوده و علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی (Hierarchy) تصمیم‌گیری و طراحی سؤالات، تعیین ترجیحات و اولویت‌ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مسأله را نیز داراست. از همه مهمتر آنکه در بسیاری از موارد از نمودارها و گراف‌های مناسب جهت ارایه نتایج و عملکردها سود جسته و ارتباطی ساده را با کاربر ایجاد می‌نماید. این نرم‌افزار مورد حمایت پروفسور Saati، بنیانگذار روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است.

جهت مقایسه زوجی معیارهاي مشخص شده در مکان‌یابی محل دفن زباله، ماتریس آنها تشکیل می-گردد. جدول ۲ ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی و وزن هرکدام در مکان‌یابی را نشان می‌دهد.

جدول۲: ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی

	زیست‌محیطی	اقتصادی-اجتماعی	وزن
زیست‌محیطی	۱	۳	۰/۷۵
اقتصادی-اجتماعی		۱	۰/۲۵

جدول (۳)و(٤) نیز به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی معیارهای زیست محیطی واقتصادی – اجتماعی را به همراه اوزان محاسبه شده با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice را نشان می‌دهد.

جدول۳: ماتریس مقایسه زوجی معیارهای زیست‌محیطی

	سنگ بستر	خاک	کشاورزی	رودخانه	چشمه و جاه	آب زیرزمینی	شیب	سازه هیدرولیکی	آبراهه	زمین-لغزش	گسل	فرسایش	pH	بارش	وزن
سنگ بستر	۱	۲	۲	۳	۴	۴	۵	۵	۶	۶	۷	۷	۸	۹	۰/۱۴۹
خاک		۱	۲	۳	۴	۴	۴	۵	۵	۶	۶	۷	۷	۸	/۰۸۶
کشاورزی			۱	۳	۳	۳	۴	۴	۵	۶	۶	۷	۸	۸	/۱۴۵
رودخانه				۱	۲	۳	۴	۴	۴	۵	۶	۶	۶	۷	/۱۰۷
چشمه و جاه					۱	۲	۳	۴	۴	۵	۶	۶	۶	۷	/۰۸۹
آب زیرزمینی						۱	۳	۳	۴	۴	۵	۵	۶	۶	/۰۷۳
شیب							۱	۲	۳	۳	۴	۴	۵	۶	/۰۵۱
سازه هیدرولیکی								۱	۳	۳	۴	۴	۵	۶	/۰۴۵
آبراهه									۱	۲	۳	۳	۴	۵	/۰۳۲
زمین‌لغزش										۱	۳	۳	۴	۴	/۰۲۷
گسل											۱	۲	۳	۴	/۰۲
فرسایش												۱	۳	۳	/۰۱۲
pH													۱	۲	/۰۱۲
بارش														۱	/۰۱

CR= 0.07

جدول٤: ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اقتصادی - اجتماعی

	فاصله از شهر	فاصله از روستا	راه‌های اصلی	راه‌های فرعی	اماکن تاریخی	فاصله از معدن	خطوط نیرو	فاصله از راه آهن	وزن
فاصله از شهر	۱	۳	۴	۵	۵	۶	۷	۸	۰/۳۶۲
فاصله از روستا		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۰/۲۳۳
راه‌های اصلی			۱	۳	۳	۴	۵	۶	۰/۱۴۷
راه‌های فرعی				۱	۲	۳	۴	۵	۰/۰۹۱
اماکن تاریخی					۱	۳	۳	۴	۰/۰۷۱
فاصله از معدن						۱	۲	۳	۰/۰۴۳
خطوط نیرو							۱	۳	۰/۰۳۳
فاصله از راه آهن								۱	۰/۰۲۲

CR= 0.06

در این پژوهش نمرات استاندارد شده در دامنه‌ی بین ۱ تا ۵ قرار گرفته است و هرچه میزان ارزش نمره‌ها بیشتر باشد ارزش معیار از جذابیت بیشتری برخوردار است و بالعکس (جدول ۵). به طور مثال هرچه فاصله مکان دفع از رودخانه بیشتر باشد دارای ارزش و مطلوبیت بیشتری است. این روش با توجه به ۲۲ معیار با استفاده از نظرات کارشناسی استانداردسازی گردیده است.

جدول ۵: جدول استانداردسازی برای یک معیار به عنوان نمونه

معیار	طبقه‌بندی داده‌های خام	نمرات استاندارد
فاصله از رودخانه	۱۰۰۰متر ≤	۱
	۱۰۰۰تا۱۵۰۰متر	۲
	۱۵۰۰تا۲۰۰۰متر	۳
	۲۰۰۰تا۲۵۰۰متر	۴
	۲۵۰۰متر	۵

روش‌های وزن‌دهی جمعی ساده (SAW) متداول‌ترین فنون مورد استفاده در کار بر روی مسائل مترتب بر تصمیم‌گیری چندصفتی فضایی‌اند. از این فنون تحت عناوین ترکیب خطی وزنی (WLC)[1] یا روش مبتنی بر نمره‌دهی (امتیاز بندی)[2] نیز یاد می‌شود. این روش‌ها بر پایه میانگین وزنی[3] قرار دارند. تصمیم‌گیر به‌طور مستقیم وزن‌هایی از اهمیت نسبی را به هر صفت اختصاص می‌دهد، سپس وزن اهمیت تخصیص یافته به هر صفت در نمره مقیاس‌بندی شده‌ی آن صفت در گزینه مورد نظر ضرب شده و با جمع حاصل‌ضرب‌های مذکور در رابطه با تمامی صفات، امتیاز یا نمره‌ی کل در رابطه با هر گزینه به‌دست می‌آید. بعد از محاسبه-ی امتیازات کل برای تمام گزینه‌ها، گزینه‌ای که دارای بالاترین امتیاز است انتخاب می‌گردد. به‌طور رسمی در قاعده‌ی تصمیم‌گیری برای ارزیابی هرگزینه یا A_i از فرمول ذیل استفاده می‌شود (مالچفسکی، ۱۳۹۰):

$$A_i=\Sigma_j w_j x_{ij}$$

که در آن x_{ij} معرف نمره گزینه i ام در ارتباط با صفت j ام و w_j یک وزن استاندارد شده است؛ به گونه‌ای که $\Sigma_j w_j=1$. وزن‌ها اهمیت نسبی هر صفت را به نمایش می‌گذارند. با تعیین ارزش حداکثر A_i $(i=1,2,...,m)$، اولویت‌دارترین گزینه انتخاب می‌شود.

نقشه‌های محدودیت

نقشه‌های محدودیت بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده مشخص می‌گردند. به منظور تهیه این نقشه‌ها باید عواملی را که محدودیت آن باعث حذف قطعی مناطق از محل مورد مطالعه برای دفع پسماند می‌گردد، مشخص شوند.

در این میان می‌توان به لایه‌های خطوط گسل، مناطق مسکونی و جمعیتی، راه‌ها و منابع آب‌های سطحی و مناطق کوهستانی با شیب بالا اشاره نمود. این بدان معناست که مکان دفع نباید در محدوده-های نام برده قرار گیرد در صورتی که در این مناطق قرار بگیرند، قسمت مربوطه حذف خواهد شد. به فرآیند حذف نمودن این محدودیت‌ها، غربال‌گری اولیه گفته می‌شود.

مساحت محل دفن

با در نظر گرفتن حداقل ارتفاع ۱۰ متر و متوسط تراکم پسماند ۵۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب حداقل مساحت زمین مورد نیاز برای دفن مواد زائد جامد شهر با استفاده از رابطه (۱) (Aivaliotis, 2004) ، ۱۵ هکتار خواهد بود.

(۱)

$$D_t=\frac{Wt}{Density \cdot Height}$$

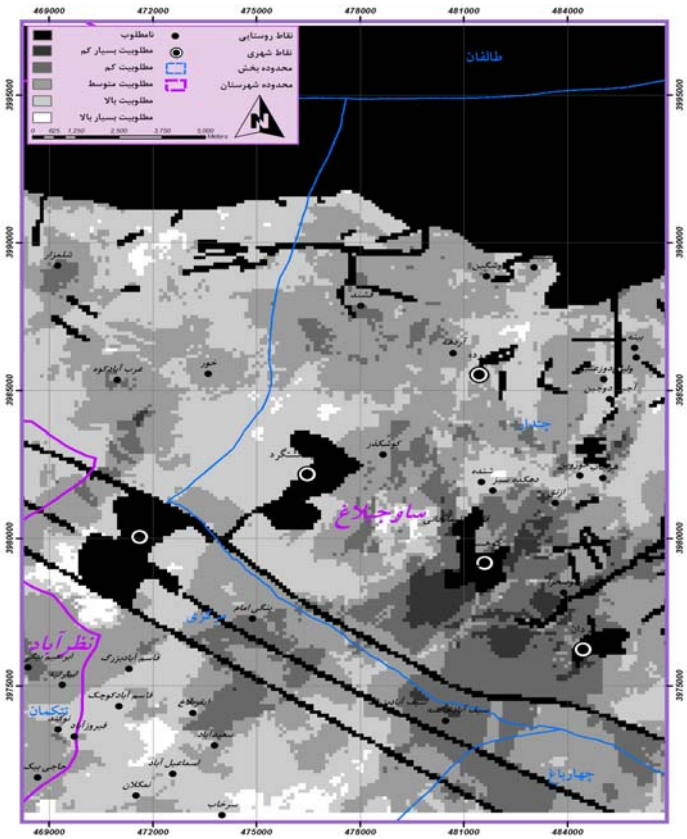
[1] Weighted linear combination
[2] Scoring methods
[3] Weighted average

D_t =زمین مورد نیاز برای دفن در طول زمان t
W_t= میزان پسماند فرستاده شده به محل دفن در طول زمان t
Density = تراکم پسماند
Height = ارتفاع محل دفن

◇◇◇◇◇◇

نتایج :

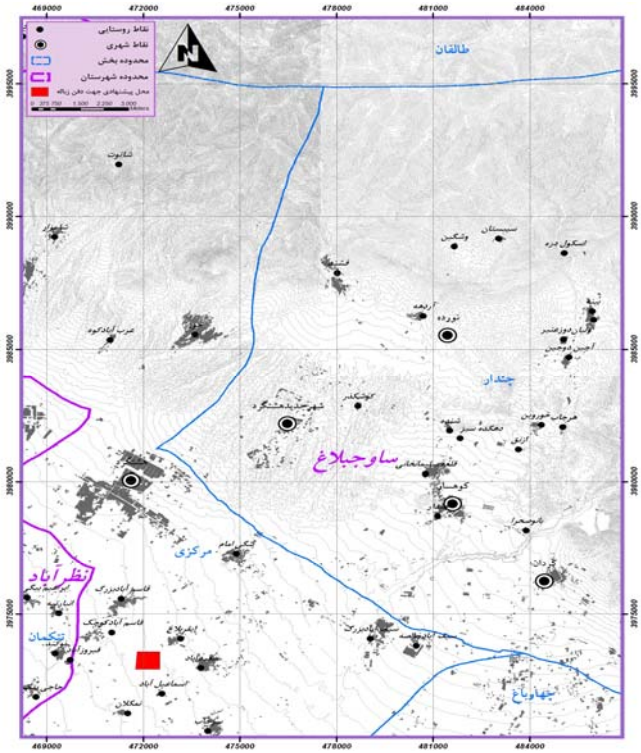
پس از استاندارد نمودن نقشه‌ها با استفاده از روش یاد شده و اختصاص دادن وزن‌ها به لایه‌ها بر اساس اهمیت و تأثیرشان، می‌بایست برای انجام مکان‌یابی، نقشه‌ها را وارد مدل نموده تا از ترکیب لایه‌های اطلاعاتی، نقشه نهایی تهیه گردد.
به منظور تلفیق لایه‌ها با روش AHP در GIS، لایه‌هایی که بر اساس ماتریس‌های مقایسه دو دویی وزن دار شدند، مورد استفاده قرار گرفتند و با اعمال محدودیت‌های منطقه، نقشه نهایی به‌دست آمد.
بر اساس نقشه خروجی از مدل مربوطه، مناطق مختلف محدوده مطالعاتی از نظر توانایی اولویت بندی شدند (شکل ۲). بر این اساس، نقشه خروجی به ٦ کلاس طبقه بندی شد که عبارتند از :
نامطلوب، مطلوبیت بسیار کم، مطلوبیت کم، مطلوبیت متوسط، مطلوبیت بالاو مطلوبیت بسیار بالا.
در این دسته‌بندی اراضی نامطلوب شامل مناطق دارای محدودیت می‌باشند؛ سایر مناطق نیز در بازه‌ی ۲/۱۵ تا ٤/۲۸ که به ترتیب نشان دهنده‌ی کم‌ترین و بیشترین مطلوبیت جهت دفن زباله می‌باشند، در ٥ کلاس طبقه‌بندی شدند.



شکل ۲: پهنه‌بندی محدوده مورد مطالعه جهت مکان‌یابی محل دفن پسماند با روش AHP

پس از حذف مناطق با مطلوبیت پایین و وسعت کمتر، مناطق با بالاترین درجه مطلوبیت با همدیگر مقایسه شده و با در نظر گرفتن جهت باد غالب منطقه‌ای با وسعت ۴۸ هکتاری در جنوب غربی نقشه به

عنوان محل دفن پسماند پیشنهاد می‌شود این منطقه در فاصله‌ی ۶/۵ کیلومتری از شهر قدیم هشتگرد و ۹/۵ کیلومتری شهر جدید هشتگرد قرار دارد(شکل ۳).



شکل۳: منطقه پیشنهادی جهت دفن زباله با استفاده از مدل AHP

◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

در مطالعه حاضر مدل AHP، نشان داد که روش انجام شده براي مكانيابي محل دفن پسماند شهري، به علت اين كه به فرد اجازه مي‌دهد تا معيارهاي مختلفي از جمله عوامل اقتصادي، اجتماعي، فني و مهندسي و زيست محيطي را در انتخاب مكان مورد نظر دخالت دهد روش مناسبي باشد،همچنين اين امكان را فراهم مي آورد تا با توجه به اهميت هر يك از پارامترهاي فوق در وزن‌دهي لايه‌ها و معيارهاي ذكر شده گزينه‌هاي ممكن برتر را مشخص نمايد.
روش AHP پهنه‌بندی را به صورت محدوده‌هایی با مرزبندی مشخص ارائه می‌دهد، که با بررسی مناطق با مطلوبیت بالا محدوده ۴۸ هکتاری به عنوان محل دفن زباله پیشنهاد شد.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

مقاله حاضر بخشی از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد می‌باشد. در نهایت بر خود لازم می‌دانم از سازمان زمین‌شناسی کشور از جمله مدیریت زمین‌شناسی مهندسی،مخاطرات و زیست محیطی که در انجام این مطالعه ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

عبدلي، م.،(۱۳۷۹).، " مديريت دفع و بازيافت مواد زايد شهري در ايران"، مركز مطالعات برنامه ريزي شهري وزارت كشور،انتشارات سازمان شهرداري‌ها.
غضبان ، ف.،(۱۳۸۱).،"زمين شناسي زيست محيطي"،انتشارات دانشگاه تهران.
قدسی پور، ح. (۱۳۸۵)،" فرایند تحلیل سلسله مراتبی" ، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تالیف.
معين الديني ،م.،(۱۳۸٦).،" مكان‌يابي محل‌هاي دفن مواد زائد جامد شهرستان كرج به روش تحليل سلسله مراتبي (AHP)" پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه تهران، دانشكده منابع طبيعي.
سروري، ع.،(۱۳۸٤).،" مكانيابي محل دفن زباله شهرستان گنبد كاووس با استفاده از فناوري سنجش از دور و GIS" پايان نامه ،كارشناسي ارشد، دانشگاه آزاد اسلامي، دانشكده محيط زيست و انرژي
مالچفسکی،ی. (۱۳۹۰)، "سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیارِی"، ترجمه پرهیزگار،ا.سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Aivaliotis,V.(2004). "functional relationships of landfill and landuse capacity with densighn and operation parameters." Waste manage. Res,22,pp.283-290.
Basak, S.,(2005). “Landfill site selection by using geographic information system”, Environmental geology, 49,376-388.
Che-Wei, C., Cheng-Ru, W., Chin-Tsai, L., and Huang-Chu, C., (2007),“An application of AHP and sensitivity analysis for selecting the best slicing machine”, Ompute. Ind. Eng., 52 (2), 296-307.
Hajkowiz S. A., Young M., Wheeler S., Macdonald D. H., Young D., (2000), “Supporting decisions: understanding natural resource management assessment techniques” A Report to the land and water Resources Research and Development Corporation, CSIRO, South Australia.
Kontos, T. D., Komilis, D. P. and Halvadakis, C. P., (2005), “ Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology”, Waste Management, 25, 818–832.
Saaty, T.L.,(1980),“The analytic hierarchy process: Planning, priority setting,” resource allocation, McGraw-Hill, New York.
Vastava, S. Nathawat, B., (2003), “Selection of potential waste disposal sites around Ranchi urban complex using remote Sensing and GIS Techniques urban planning”, Map Asia conference.p:13.
Yesilnacar, M. I. , Cetin, H., (2005), “Site selection for hazardous wastes: A case study from the GAP area, Turkey”, Engineering Geology, 81, 371–388.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

منابع ژئواکونومیک: کانی های استراتژیک و حیاتی در توسعه پایدار

◇◇◇◇◇◇◇

سیدمسعود مسعودی، دانشجوی دکتری جغرافیای سیاسی دانشگاه بین المللی امام رضا (ع) مشهد، کارشناس سازمان صنعت معدن و تجارت استان مازندران، ۰۹۱۱۱۲۱۳۲۱۱، Masoudi86@gmail.com
دکتر عزت ا... عزتی، رئیس گروه جغرافیا و دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
دکتر نعمت ا... رشیدنژاد عمران، استادیار دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

پس از تحولات ژئواستراتژی به ژئواکونومی، امروزه واژه جدیدی بنام استراتژی منابع و محیط زیست، بعنوان اولویت اول استراتژی ملی کشورهای توسعه یافته مطرح شده است؛ که برای سایر کشورها ضروری بنظر میرسد. مواد معدنی استراتژیک بعنوان منابع ژئوپلیتیک در گذشته و منابع ژئواکونومیک در حال حاضر، نقش مهمی را در اقتصاد جهانی و کسب قدرت اقتصادی بعضی کشورها، مانند چین، با کاربردهای گوناگون درعناصر آلیاژی، آهنرباهای دائمی و غیره را ایفا میکنند. توسعه به موقع و همگام با ملاحظات محیط زیستی با استفاده از منابع مواد معدنی استراتژیک و حیاتی، موجب اشتغال مطلوب، درآمد زیاد، تقویت اقتصاد محلی و تامین امنیت اقتصادی کشورها میشود. برای سوخت هسته ای به اورانیوم نیاز است و برای انرژی های تجدیدپذیر و پاک به عناصر خاکی کمیاب، لیتیم و فلوراسپار نیاز است. انتظار می رود، میزان مواد معدنی تولیدی تا سال ۲۰۵۰ تا حد زیادی بیش از مقدار استخراج شده آنها از شروع تاریخ بشریت تا کنون شود. این در حالی است که زیرساخت های زمین شناسی در بسیاری از کشورها، قدیمی و پراکنده می باشد و دانش زمین شناسی عمیق هنوز بسیار محدود است و علت آن عدم سرمایه گذاری دولتی در طول ۲۰ سال گذشته بوده است. در سال های اخیر چین نقش بسیار استراتژیک در بالا بردن موقعیت خود از نظر مواد معدنی و فلزات یافته است و از نه کالا در سال ۱۹۹۲ به تولید کننده جهانی ۲۷ ماده معدنی و فلزات در سال ۲۰۰۸ و با یک سهم ۵۰ درصدی از تولید جهانی برای فقط ۱۲ کالا از این مواد تبدیل گردیده است. امروزه چالش مواد معدنی حیاتی و استراتژیک در جهان توسط قدرتهای مختلف برسمیت شناخته شده است و رقابت زیادی بین ایالات متحده آمریکا، اتحادیه اروپا، ژاپن و اخیرا چین و در آینده ای نزدیک هند، بر سر دستیابی به این مواد بوجود آمده است. توسعه پایدار بدون توسعه علوم زمین و توسعه اکتشاف مواد معدنی در تمام کشورهای جهان و سازمان های بین المللی با سرمایه گذاری مناسب و تدوین استراتژی های کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت امکان پذیر نیست. برای این مهم ایالات متحده آمریکا با ابزار مفیدی بنام USGS ، که در اختیار دارد؛ کماکان پیشتاز است و پس از آن اروپا و چین قرار گرفته اند. اگر کشورهای در حال توسعه در زمینه کانی های استراتژیک و حیاتی دیر بجنبند، خسارات غیر قابل جبرانی را هم خود و هم دیگران تجربه خواهند نمود.

کلید واژه ها:(کانی های استراتژیک، کانی های حیاتی، انرژی های پاک، عناصر خاکی کمیاب، توسعه پایدار)

Abstract:

Geoeconomic resources: strategic and critical minerals in sustainable development

After the geostrategy to geoeconomy developments, today named a new term strategy of resources and the environment as a priority national strategy developed countries has been proposed that other countries seem to be necessary. Strategic minerals plays an important role in the global economy and the economic power of countries like China, with various applications. Timely development and environmental stewardship along with the use of strategic and critical mineral resources, leading to good jobs, high incomes, strengthen the local economy and the economic security of the country. Uranium needed

for nuclear fuel and for clean renewable energy and rare earths, lithium and Fluorspar required. Expected, the rate of production of minerals extracted in 2050 greatly exceeded that from the beginning of human history so far. However, the geological infrastructure in many countries is old and sparse. Deep geological knowledge is still very limited because of the lack of public investment over the past 20 years. Today's challenge is critical and strategic minerals in the world, has been recognized by various powers and a lot of competition between the United States of America, Europe Union, Japan and more recently China and India in the near future, the access to this material is made. Sustainable development without the development of earth sciences and mineral exploration in the all countries and international organizations with the appropriate investment strategy, short term, medium term and long term are not allowed. United States of America with a tool called the USGS, provided that there is still a leader and then Europe and China have been. If developing countries in the field of strategic and critical minerals fall back, irreversible damage to itself and others will experience.

Keywords :(strategic minerals, critical minerals, REE, sustainable development, clean energy)

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

امروزه سیاست جهانی بصورت فزاینده ای مخالف تمرکز قدرت آنهم از نوع سلطه در دست یک کشور است. مشاهده توزیع قدرت بصورت مشارکتی و فرامرزی بیانگر توزیع هر چه بیشتر قدرت اقتصادی در جهان خواهد بود. برژنسکی (۱۳۸۵) میگوید: در آینده هیچ تک قدرتی نخواهد توانست به ۳۰ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی که آمریکا در قرن بیستم به آن دست یافت، برسد و آن را حفظ کند. پس از فروپاشی دیوار برلین در ۱۹۸۹ که اولویت نظامی، در استراتژی ژئوپلیتیک و استراتژی ملی کشورها، جای خود را به اولویت اقتصادی و ژئواکونومی داد؛ امروزه واژه دیگری بنام استراتژی منابع و محیط زیست مطرح شده است؛ که بنظر میرسد، در آینده ای نه چندان دور به اولویت اول استراتژی ملی همه کشورها و جهان تبدیل شود. لذا هر چه میگذرد، مفهوم توسعه پایدار به مفهومی جامع تر و جهانی یعنی توسعه همه جانبه در جهان نزدیک میشود؛ و بشر باید بدنبال انرژی ها و مواد خامی برای مصرف باشد که، همه جوانب حیات و زیست سالم و پایدار را در کره زمین در بر داشته باشد.

مواد معدنی استراتژیک را میتوان با یک استاندارد دوگانه تعریف کرد. در تعریف اول، شامل کانی هایی است که، یک کشور توسعه یافته به آنها برای مقاصد نظامی، صنعتی و تجاری که برای اقتصاد، دفاع، پزشکی و غیره ضروری اند، نیاز دارد. در تعریف دوم، به مواد معدنی مهمی که برای منافع ملی ضروری اند و به اندازه کافی در داخل کشور در دسترس نیستند و باید از جای دیگر خریداری و وارد شوند، گفته میشود. ایالات متحده، اروپا و ژاپن در حال حاضر نیازمند به واردات مواد معدنی استراتژیک مصرفی خود از کشورهای دیگر بوده و دچار افزایش رقابت با یکدیگر برای آنها می باشند. به احتمال زیاد ازنظر منافع تجاری و امنیتی لیست کامل و جامعی از مواد معدنی استراتژیک مورد نیاز این کشورها برای تشریح ذخایر و یا بحث در مورد تجارت و بازرگانی آنها در دسترس نیست. این به دلایل بسیاری از جمله امنیت ملی و فرمول ها و فرایندهای اختصاصی یا انحصاری است (یانگ، ۲۰۱۰) نقل از سایت (www.sciences360.com، ۲۰۱۰).

مواد معدنی استراتژیک (به عنوان مثال لیتیوم، وانادیوم، عناصر خاکی کمیاب، پتاس، اورانیوم، تنگستن و غیره ..) نقش مهمی را در اقتصاد جهانی با کاربردهای گوناگون درعناصر آلیاژی و آهنرباهای دائمی برای لپ تاپ ها، وسایل نقلیه الکتریکی، تلفن های سلولی برای تجهیزات نظامی پیشرفته و غیره دارند. دولت ایالات متحده و قانونگذاران واشنگتن با در نظر گرفتن اهمیت این موضوع ، به طور جدی شروع به ارائه راهکارهایی برای شناسایی منابع و ذخایر مواد معدنی استراتژیک داخلی کشورشان کرده اند (www.newamericaenergycorp.com، ۲۰۱۱).

وزارت انرژی ایالات متحده در گزارش اخیر خود، منافع اقتصادی ایالات متحده را در تشویق و حمایت از پروژه های مواد معدنی مهم و حیاتی داخلی اعلام نموده است. در این گزارش اشاره گردید که، فن آوری های انرژی پاک در حدود ۲۰ درصد از مصرف جهانی مواد حیاتی را به خود اختصاص داده اند. کمیسیون اروپا ۱٤ ماده معدنی خام را شناسایی کرده است؛ که دچار خطرات و ریسک بالای عرضه به دلیل کمبود بالقوه ناشی از تولید محدود در مقابل نرخ بالای رشد تقاضا میباشند. گروه ها و سازمان های مهمی که درگیر مطالعه کانی های مهم و حیاتی هستند، شامل: سازمان زمین شناسی ایالات متحده، وزارت انرژی ایالات متحده، انجمن فیزیک آمریکا، برنامه محیط زیست

سازمان ملل متحد، کمیسیون اروپا و سازمان زمین شناسی بریتانیا میباشند (www.criticalminerals2013.org، ۲۰۱۳).

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

روش تحقیق در این مقاله، روش توصیفی تحلیلی است. با استفاده از منابع کتابخانه ای و اسنادی معتبر، نظیر گزارشات و تحقیقات و مقالات سازمان زمین شناسی ایالات متحده آمریکا و برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد و غیره، مطالب مفیدی استخراج و تجزیه و تحلیل گردیدند.

◇◇◇◇◇◇◇

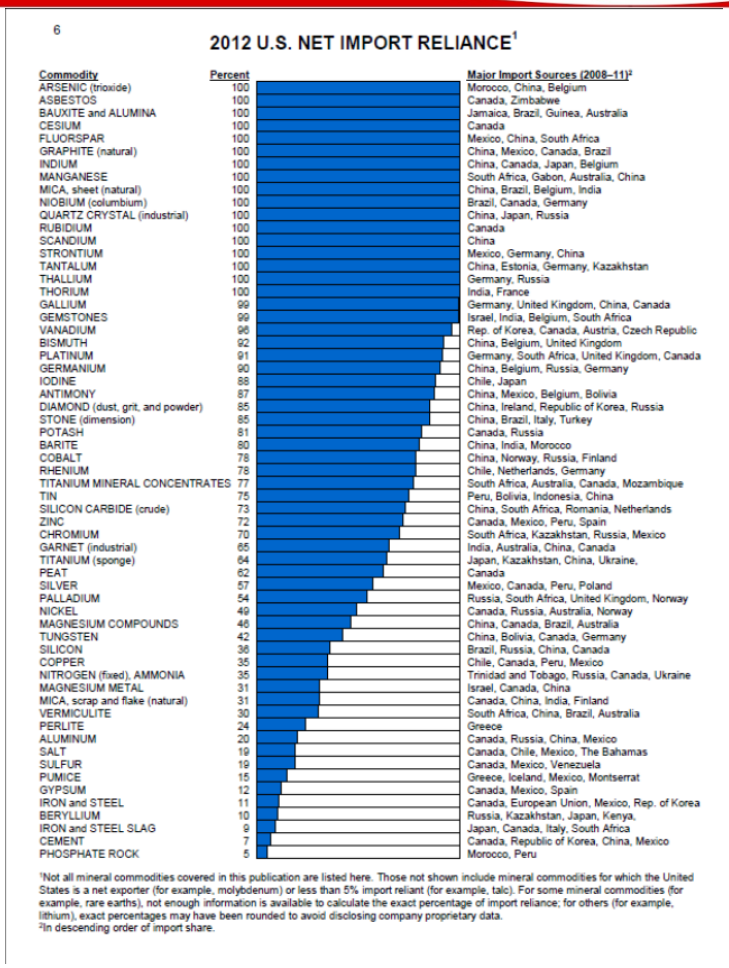
نتایج :

در قانون، تولید کانی های استراتژیک و حیاتی سال ۲۰۱۳ ایالات متحده آمریکا، که به تصویب کنگره رسیده و در سنا در حال بررسی است، آمده است که، کنگره به مواردی دست یافته است که اهم از آن بدین شرح است: روند افزایش تقاضای صنایع نوظهور در چین و هند، جرقه یک دوره ناسیونالیسم منابع معدنی است که نمونه آن کاهش صادرات عناصر خاکی کمیاب توسط چین است که برای ارتباطات راه دور، فن آوری های نظامی، فن آوری های بهداشت و درمان، و فنآوری های انرژی متعارف و تجدید پذیر ضروری هستند. در دسترس بودن کانی ها و مواد معدنی برای رشد اقتصادی، امنیت ملی، نوآوری در فنآوری و تولید و زنجیره تامین محصولات کشاورزی ضروری است. اکتشاف، تولید، فرآوری و استفاده از بازیافت مواد معدنی کمک قابل توجهی به رفاه اقتصادی، امنیت و رفاه عمومی ملت مینماید. ایالات متحده دارای منابع معدنی بزرگی است، اما به طور فزاینده ای در حال وابسته شدن به منابع معدنی خارجی میباشد.

لذا در بخش سوم قانون فوق اصطلاح کانی های استرتژیک و حیاتی اینگونه تعریف گردیده است؛ کانی هایی که ضروری اند: ۱- برای دفاع ملی و امنیت ملی، ۲- برای زیرساخت های انرژی کشور، از جمله خطوط لوله، پالایش نفت، تولید نیروی برق و انتقال و تولید انرژی تجدید پذیر، ۳- برای حمایت از تولید داخلی، کشاورزی، مسکن، ارتباطات، بهداشت و درمان، و زیر ساخت های حمل و نقل، ۴- برای امنیت اقتصادی و توازن تجاری کشور.

توسعه به موقع و همگام با ملاحظات محیط زیستی از منابع مواد معدنی استراتژیک و حیاتی، موجب اشتغال معدنی مطلوب، درآمد زیاد، تقویت اقتصاد محلی و تامین امنیت اقتصادی کشور میشود؛ زیرا که مواد معدنی حیاتی و استراتژیک اجزای اساسی فنآوری و اقلام روزمره جامعه، اعم از تلفن های همراه، کامپیوتر، تجهیزات پزشکی، انرژی های تجدید پذیر، تجهیزات پیشرفته نظامی، مصالح ساختمانی و محصولات خانگی رایج است (http://naturalresources.house.gov).

سازمان زمین شناسی ایالات متحده (USGS) ارائه دهنده اصلی تحقیقات و اطلاعات در مورد منابع معدنی غیرسوختی است و اطلاعات آن توانایی دولت آمریکا برای برنامه ریزی استراتژیک جهت عرضه مواد را فراهم می آورد. تحقیقات USGS برای جستجوی منابع معدنی جدید و ردیابی و رصد آهنگ استفاده از منابع معدنی موجود و چگونگی آن در کشورها و شرکت های مختلف میباشد. به عنوان مثال، در سال ۲۰۱۳، ایالات متحده برای ۱۷ کانی، ۱۰۰درصد و برای حداقل ۲۴ کانی دیگر، بیش از ۵۰ درصد وابسته به منابع معدنی خارجی بوده است (شکل ۱).



شکل -۱-

گسترش اکتشاف و توسعه کانسارها با افزایش آگاهی از آسیب پذیری محیط زیست سیاره ما بویژه با پدیده گرم شدگی جهانی مقارن است. کاهش تولید و مصرف نفت درآینده بیش از آنکه ناشی از ته کشیدن واقعی منابع باشد احتمالا به دلیل ضرورت کاهش انتشار گازهای گلخانه ای است. این روند با جایگزینی سایر منابع انرژی به جای نفت همراه خواهد بود. انرژی هسته ای نقش مهمی ایفا خواهد کرد و توربین های بادی، ایستگاه های آبی و زمین گرمایی و سلول های خورشیدی منابع انرژی تجدیدپذیر خواهند بود. برای سوخت هسته ای به اورانیوم نیاز است و ساخت توربین ها و سلول های خورشیدی و بهبود کارایی اتومبیل ها، وسایل الکتریکی یا سامانه های گرمایش خانگی به انواع فلزاتی نیازمند است که تاکنون مشهور نبوده اند. از جمله آنها عناصر خاکی نادر(REE) و عنصر لیتیم است (آرنت، گانینو، ۲۰۱۰).

امروزه هم نیاز به انرژی پاک (Clean Energy) جهت زندگی سالم جامعه و آیندگان و در واقع توسعه پایدار، ضرورت استفاده از مواد و کانی های حیاتی و استراتژیک را ایجاد کرده است؛ لذا روند کاربرد آنها افزایشی و متنوع تر خواهد شد.

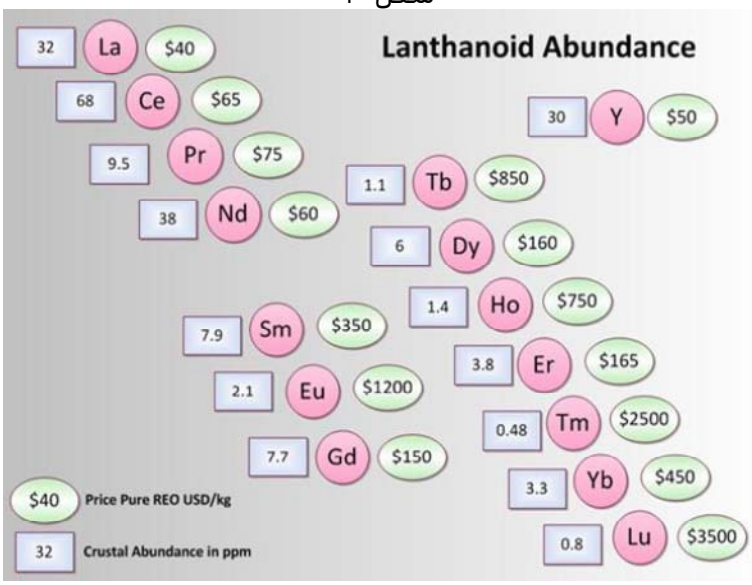
در سال ۲۰۱۰، چین به طور قابل توجهی صادرات REE را برای اطمینان از تامین صنایع داخلی خود، کاهش داد (۷۲٪ کاهش صادرات REE در سال ۲۰۱۰ و ۳۵٪ کاهش برای سال ۲۰۱۱). این کاهش سهمیه رسمی صادرات در طول چند سال گذشته، موجب شده است تا مشکلات زیست محیطی بیشتر شود. غلظت متوسط تخمین زده شده از عناصر خاکی کمیاب در پوسته زمین، که در محدوده اطراف ۱۵۰- ۲۲۰ قسمت در میلیون، بیش از سایر فلزات است که در مقیاس صنعتی استخراج می گردند (مانند مس ۵۵ قسمت در میلیون و روی ۷۰ قسمت در میلیون). اگر چه عناصر خاکی کمیاب در پوسته زمین نسبتا فراوان اند، اما به ندرت بصورت ذخایر متمرکز با قابلیت معدنی پیدا میشوند (لانگ وهمکاران،۲۰۱۰). در شکل ۲ اسامی و مشخصات شیمیایی و در شکل ۳ فراوانی و ارزش هر کیلوگرم از این عناصر به دلار ملاحضه میگردد (مکلمور، ۲۰۱۳).

57	58	59	60	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	39
La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
138.91	140.12	140.91	144.24	150.36	151.96	157.25	158.93	162.5	164.93	167.26	168.93	173.04	174.97	88.906
Light rare earths				Heavy rare earths										

La - Lanthanum
Ce - Cerium
Pr - Praseodymium
Nd - Neodymium
Sm - Samarium
Eu - Europium
Gd - Gadolinium
Tb - Terbium
Dy - Dysprosium
Ho - Holmium
Er - Erbium
Tm - Thulium
Yb - Ytterbium
Lu - Lutetium
Y - Yttrium

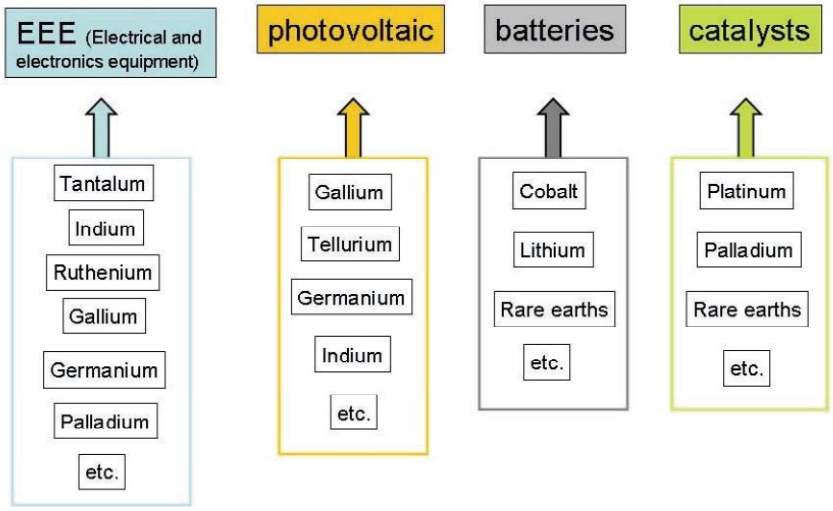
Figure 2.2: Sub-groups of the rare-earth metals, per industry (not scientific) norms (sources: TMR, industry sources).

شکل -۲-



شکل -۳-

برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد در مطالعه ای تحت عنوان: فلزات حیاتی برای فناوری های پایدار آینده و بازیافت آنها، علاوه بر REEs، عناصر و فلزات دیگر را که در فناوری های انرژی های تجدید پذیر و کارآمدقابل استفاده اند، شامل: ایندیم(In)، ژرمانیوم (Ge)، تانتالم(Ta)، فلزات گروه پلاتین {(PGM) مانند روتنیم (Ru) ، پلاتین (Pt) و پالادیوم (Pd)} و تلوریوم (Te)، کبالت(Co)، لیتیم(Li) و گالیم(Ga) به عنوان فلزات کوچک سبز، که پایه و اساس طبقه بندی نوآوری در فن آوری پاک میباشند، آورده است. به تیتانیوم و منیزیم (مورد استفاده برای کاربردهای سبک وزن) در این مطالعه پرداخته نشده اما ذکر شد که، باید همچنین یک موضوع برای تحقیقات بیشتر و فعالیت در آینده باشند. فلزات و عناصر فوق در این مطالعه تحت بررسی بر اساس سه موضوع اصلی: رشد تقاضا، خطرات تامین، و محدودیت های بازیافت طبقه بندی شده اند. در شکل 4 کاربردهای این عناصر در چهار گروه عمده ملاحضه میشود (UNEP، ۲۰۰۹).



شکل -۴-

در شکل 5 نتایج کلی برای فلزات مهم تحت بررسی در این مطالعه، بصورت جدول زمانی برای سه دوره کوتاه مدت، میان مدت و دراز مدت آمده است. در چشم انداز کوتاه مدت پنج ساله، فلزات تلوریوم ، ایندیم و گالیم به دلیل رشد تقاضای سریع به عنوان عناصر بحرانی یا حیاتی در نظر گرفته شده و با خطرات عرضه جدی و محدودیت های بازیافت متوسط همراه اند. در میان مدت (۲۰ ساله) فلزات خاکی کمیاب، لیتیوم، تانتالیوم، پالادیوم، پلاتین و روتنیوم تبدیل به عنصر حیاتی میشوند. در نهایت، در یک چشم انداز بلند مدت تا سال ۲۰۵۰ ، تنها ژرمانیم و کبالت، مهم وحیاتی در نظر گرفته شده اند.

timeline	Metal
short-term (within next 5 years) + **rapid** demand growth + **serious** supply risks + moderate recycling restrictions	Tellurium Indium Gallium
mid-term (till 2020) + **rapid** demand growth and + **serious** recycling restrictions or: + moderate supply risks + moderate recycling restrictions	Rare earths Lithium Tantalum Palladium Platinum Ruthenium
long-term (till 2050) + moderate demand growth + moderate supply risks + moderate recycling restrictions	Germanium Cobalt

شکل -۵-

اتحادیه اروپا در مقاله ای با عنوان مواد معدنی حیاتی برای اقتصاد اتحادیه اروپا: پیش بینی برای سال ۲۰۳۰، اشاره دارد که: انتظار می رود تا سال ۲۰۵۰ رشد زیادی در تقاضای جهانی منابع معدنی برای پیشرفت جوامع انسانی رخ دهد؛ زیرا مردم کشورهای در حال توسعه برای رفاه بیشتر و لذت بردن از زیرساخت ها، خدمات و محصولات فعلی کشورهای ثروتمند، اشتیاق زیادی دارند. علاوه بر این، کمبود سوخت های فسیلی پس از اوج نفتی و محدودیت های محیط زیستی مسئله نیاز به مواد معدنی و انرژی های نو و مصرف فلزات را بیشتر در پی دارد.
انتظار می رود، میزان مواد معدنی تولیدی تا سال ۲۰۵۰ تا حد زیادی بیش از مقدار استخراج شده آنها از شروع تاریخ بشریت تا کنون شود. این یک چالش بی سابقه از بسیاری جهات است. تحقیق و نوآوری برای کشف و توسعه همه منابع جدید برای پاسخگویی به تقاضای آینده مورد نیاز خواهد بود؛ این در حالی است که زیرساخت های زمین شناسی در بسیاری از کشورها، قدیمی و

پراکنده می باشد و دانش زمین شناسی عمیق هنوز بسیار محدود است و این به دلیل عدم سرمایه گذاری دولتی در طول ۲۰ سال گذشته بوده که از طرفی موجب فراوانی و ارزانی نسبی این مواد گردیده است.

از طرفی مسئله مواد معدنی در سطح ملی نیز در نظر گرفته میشود، زیرا توزیع جغرافیایی آنها در زمین نابرابر است. از این رو، توسعه ظرفیت بین المللی، به منظور رفع شکاف های موجود و رسیدگی به مسائل متعدد مربوط به ارتباط پیچیده بین توسعه پایدار و تامین منابع معدنی برای اقتصاد جهانی، مورد نیاز میباشد. در غیر این صورت، جهان بسوی درگیری و رقابت به هر قیمتی، برای تامین منابع معدنی، جهت توسعه قدرت اقتصادی کشور ها به پیش خواهد رفت. از این رو این مسئله در سطح اتحادیه اروپا هم مطرح میباشد، که تا همین اواخر تنها در سطح ملی در نظر گرفته میشد. لذا اتحادیه اروپا نیازمند به آگاهی، دانش و دیپلماسی شفاف از جهان است.

موارد کلیدی در رابطه با در دسترس بودن منابع جهت تولید و مصرف پایدار آینده نیاز به R & D، نوآوری ها و مشوق های دولتی داشته و تکمیل آنها شامل خطوط راهبردی زیر است:

- بازیافت؛
- استفاده مجدد از اجزای محصولات و کالاهای قدیمی که می تواند بیشتر در محصولات جدید استفاده شود؛
- طراحی سازگار با محیط زیست، به عنوان مثال طراحی و ساخت کالاهای مصرفی برای تسهیل بازیافت فلزات نادر موجود در آنها مانند لپ تاپ یا تلفن همراه؛
- کاهش استفاده از مواد خام معدنی به لطف فن آوری های نوین؛
- جایگزینی فلزات نادر با موادی که بیشتر رایج هستند.

با این حال، هر چند پیشرفت به سوی یک چرخه اقتصادی بیشتر، به مفهوم آن است که زباله خود تبدیل به یک منبع می شود، اما ابزارهای جدید اجازه می دهد تا توسعه تولید منابع اولیه معدنی در اهمیت عمده ای باقی بماند.

در طول سال های اخیر بسیاری از اقتصادهای غربی نسبت به اختلال های بسیار متنوع گاز و منابع معدنی مورد نیاز بسیار آسیب پذیر به نظر می رسند؛ اما چین نقش بسیار استراتژیک در بالا بردن موقعیت خود از نظر مواد معدنی و فلزات یافته است و از نه کالا در سال ۱۹۹۲ به تولید کننده جهانی ۲۷ ماده معدنی و فلزات در سال ۲۰۰۸، با یک سهم ۵۰ درصدی از تولید جهانی برای فقط ۱۲ کالا از این مواد تبدیل گردیده است.

خطر عرضه همراه با رشد تقاضای سریع تقریبا برای هر فلز نادر (۲۰۰۸ تولید جهانی زیر ۶۰،۰۰۰ تن) نگرانی قابل توجهی در اقتصاد غرب و به ویژه اروپا بوجود آورده که ضرورت توسعه فن آوری های نوین برای تمام کشورهای پیشرفته برای رسیدگی به مسائلی مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، تولید انرژی های تجدید پذیر و یا مسائل جدید زیست محیطی را در پی داشته است.

ارزیابی بحرانی یا حیاتی، در جهت اقدام برای تعریف عوامل بحرانی و بسط و گسترش یک لیست از مواد معدنی برای اقتصاد ایالات متحده و اتحادیه اروپا بسیار مهم اند. روش مورد استفاده ماتریسی برای تعریف مواد معدنی مهم حیاتی ارائه شده در این گزارش ها مشابه است. به گفته اگرت و همکاران (۲۰۰۷): یک ماده معدنی حیاتی باید هر دو شاخص، کاربرد ضروری (نشان داده شده بر روی محور عمودی) و محدودیت در عرضه (محور افقی) را داشته باشد. روش مورد استفاده در گزارش اتحادیه اروپا دارای سه شاخص اصلی یعنی، اهمیت اقتصادی مواد خام، خطر در عرضه آن (به عنوان مثال اقدامات محدود کننده کشورهای غنی از منابع) و خطر محدودیت توسط کشور های دارای مشکل زیست محیطی، مورد ارزیابی قرار میگیرند. این سه شاخص برای هر یک از ۴۱ ماده معدنی مورد بررسی، محاسبه شده است؛ که درنهایت ۱۴ ماده معدنی شامل: آنتیموان، بریلیوم، کبالت، فلوراسپار، گالیم، ژرمانیوم، گرافیت، ایندیوم، منیزیم، نیوبیوم، فلزات گروه پلاتین، عناصر خاکی کمیاب، تانتایوم و تنگستن، حیاتی و مهم برای اتحادیه اروپا تعیین گردیدند (EU، ۲۰۱۰).

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

- چرخش اساسی استراتژی های ملی کشورها پس از ۱۹۸۹، از اولویت های نظامی به اقتصادی و گسترش ارتباطات، منجر به آگاهی و رفاه طلبی بخش وسیعی از جوامع بشری گردیده است. این مسئله با رشد و توسعه اقتصادی بالایی همراه بوده است که باعث بروز چالش های زیست محیطی در سطح جهان گردید و بیشتر کشورهای توسعه یافته را متوجه منابع و مواد معدنی دارای استفاده در فنآوری ها و انرژی های پاک و جدید نمود. امروزه چالش مواد معدنی

حیاتی و استراتژیک در جهان توسط قدرتهای مختلف برسمیت شناخته شده است و رقابت زیادی بین ایالات متحده آمریکا، اتحادیه اروپا، ژاپن و اخیرا چین و در آینده ای نزدیک هند، بر سر دستیابی به این مواد بوجود آمده است. از دلایل مهم آن میتوان به اشغال افغانستان و اصرار آمریکا بر تداوم حضور خود در این کشور اشاره کرد؛ که کشف منابع جدید بریلیوم و عناصر خاکی نادر در آن بسیار حیاتی و استراتژیک برای انرژی های نو و صنایع نظامی میباشد. همچنین دخالت های نظامی اخیر فرانسه در مالی و آفریقای مرکزی، که همگی به بهانه مبارزه با تروریسم و القائده صورت می پذیرد. برژنف، صدر هیئت رئیسه اتحاد جماهیر شوروی سابق، در سال ۱۹۷۳ در شهر پراگ، گفته بود: هدف ما بدست آوردن کنترل بر دو گنج بزرگ میباشد که غرب به آنها وابسته است؛ گنج انرژی در خلیج فارس و گنج موادمعدنی در آفریقای مرکزی و جنوبی (باتس، ۲۰۱۱). در سال ۱۹۹۲، دنگ ژیائوپینگ گفته بود: خاورمیانه نفت دارد؛ چین عناصر خاکی کمیاب دارد. در آن زمان جهان معنی این سخن را به سختی میتوانست درک کند؛ ولی امروز شروع به درک این واقعیت کرده است که چین کنترل ۹۷ درصد از تولید این عناصر را در دست دارد و به یک انحصارگر در بازار جهانی عناصر خاکی کمیاب تبدیل شده است (واتوا، ۲۰۱۲).

- تا به امروز، در تعاریف مختلف فرق بین واژه های استراتژیک و حیاتی، برای کانی ها و مواد خام، صرفا در کاربردهای نظامی عنوان میشد؛ اما بنظر میرسد، با توجه به ژئواکونومی منابع و محیط زیست در آینده ای نزدیک و بکارگیری روزافزون مفاهیمی همچون همه جانبه و پایدار، دیگر نباید فرقی بین این دو واژه در نظر گرفت. چنانچه در بعضی گزارشات و مقالات اروپا و آمریکا از واژه مرکب، کانی های استراتژیک و حیاتی، استفاده میگردد.

- از نتایج مهمی که میتوان گرفت، اینست که، توسعه پایدار، بدون توسعه علوم زمین و توسعه اکتشاف مواد معدنی و خام در تمام کشورهای جهان و سازمان های بین المللی با سرمایه گذاری مناسب و تدوین استراتژی های کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت، امکان پذیر نیست. برای این مهم ایالات متحده آمریکا با ابزار مفیدی بنام USGS، که در اختیار دارد؛ کماکان پیشتاز است و پس از آن اروپا و چین قرار گرفته اند. کشورهای در حال توسعه اگر دیر بجنبند، خسارات غیر قابل جبرانی را تجربه خواهند نمود.

- سرمایه گذاری در زمینه انرژی های نو و الکتریکی و مگنت ها، بخصوص در حمل و نقل و خودروهای الکتریکی و هیبریدی از ضروریات است. وگرنه توسعه کنونی شبکه های حمل نقل در کشورها و افزایش شهرنشینی به توسعه ای ناپایدار و تخریب کننده محیط زیست بدل خواهدشد. لذا حیاتی شدن عناصری مانند لیتیوم و عناصر خاکی کمیاب روزبروز بیشتر خواهد شد.

- نکته مهم دیگر اینست که اهمیت زیاد تعداد معدودی از کانی های غیر فلزی مانند فلوراسپار بمراتب بیشتر از بعضی از کانی های فلزی است. فلوراسپار از کانی های استراتژیک و حیاتی، بخصوص برای اتحادیه اروپاست، که کاربردهای متعددی در انرژی های نو و صنایع هسته ای و فناوری های سبز دارد.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

از ریاست محترم و کارکنان زحمتکش سازمان صنعت، معدن و تجارت استان مازندران، بویژه آقای مهندس برسان مجری محترم طرح های عمرانی اکتشافی استان، که اینجانب را مورد تشویق و حمایت همه جانبه خود قرار دادند؛ کمال تشکر و قدردانی را مینماییم.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

آرنت، ن. گانینو، ک. ترجمه غلامحسین شمعانیان.، (۱۳۹۲) ، "فلزات و جامعه، مقدمه ای بر زمین شناسی اقتصادی"، چاپ اول، دانشگاه گلستان، گرگان

برژنسکی، ز. ترجمه امیرحسین توکلی.، (۱۳۸۵)، "پس از سقوط ، بازی نهایی در جهان تک قطبی"، چاپ اول، سبزان، تهران

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Butts, H. K., 2011. *"The Geopolitics of Strategic Minerals"* , Center for Strategic Leadership,
U.S. Army War College, 2 November 2011

Eggert, R. G. et al., 2007. *"Minerals, critical minerals and the US economy"*, National Research
Council of the National Academies (Washington D.C, USA)

Far Horizon, 2013. *"Critical minerals for the EU economy: foresight to 2030"*, European Commission, elaf

EU Working Group, 2010. *"Critical raw materials for the EU, Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials"* , European Commission Enterprise and Industries.

Ishee, J., 2013. *"Going Critical: Being Strategic with Our Mineral Resources"*, www.usgs.gov, 5 April 2013

Johnson, N., 2002. *"Strategic Minerals of the United States"*, http://academic.emporia.edu, 19
November 2002

McLemore, V.T., 2013. *"Geology and economics of strategic and critical minerals commodities: REE"*, New Mexico Bureau of Geology and Mineral Resources (NMBGMR), New Mexico Institute of Mining and Technology

National Research Council of the National Academics (2007): Minerals, Critical Minerals, And the U.S. Economy, the National Academies Press, U. (ed.), Washington D.C., Committee on Critical Mineral Impacts on the U.S. Economy

UNEP and UNU, 2009. *"Critical metals for future sustainable technologies and their recycling potential"*, United Nations Environment Programme and United Nations University

U.S.Department of Energy (2010): Critical Materials Strategy, USDE 2010 (ed.): Chu,Steven.

U.S. House Committee on Natural Resources., 2013. *"National Strategic and Critical Minerals Production Act of 2013 (H.R. 761)"*, http://naturalresources.house.gov, 18 September 2013

University of Queensland Rare Earth Minerals Symposium., 2013. *"What are Critical Minerals"*, www.criticalminerals2013.org, 31 May 2013

Vateva, A., 2012. *"China's Rare-Earth Elements Policy and its Implications for Germany,
Japan and the USA"*, UfU institute

Yang, M.E., 2010. *"What are Strategic Minerals"*, www.sciences360.com, 11 September 2010

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

نحوه اثرگذاری نوع آبرفت بر فرونشست زمین در دشت تهران

محمد مبتکرسرابی، کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه تهران، ۰۹۱۲۲۷۸۵۵۲٤، m.mobtaker.s@gmail.com
جواد اشجاری، دکتری آب شناسی، دانشکده زمین‌شناسی دانشگاه تهران، ۰۹۱۲۳۰۸۱۹۰۷، Javad_ashjari@yahoo.com
محمدجواد بلورچی، کارشناسی ارشد، سازمان زمین شناسی کشور، ۰۹۳۵۱٤٦۹۲۵٤، mjbolourchi@gsi.org.ir

چکیده :

عوامل متعددی برای رخداد پدیده فرونشست زمین در دشت تهران تا کنون ذکر شده‌اند اما مهمترین دلیل را همواره برداشت بیش از حد آب زیرزمینی ذکر کرده‌اند. شهر تهران بر روی نهشته‌های آبرفتی جوانی بنا شده است و آبخوان اصلی تهران درون این آبرفت‌ها جای گرفته است. در بررسی هیدروگراف واحد دشت تهران و مقایسه آن با هیدروگراف منطقه فرونشستی می‌توان به ثابت بودن نسبی تغییرات آن در بازه ۸ ساله و شباهت نمودارها پی برد (مبتکرسرابی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین نسبت عمق برداشت در هردو منطقه یکسان می‌باشد اما میزان برداشت آب در منطقه فرونشستی نسبت به مساحت بیش از مقدار برداشت در خارج محدوده فرونشستی می‌باشد با این وجود شاهد افزایش نرخ فرونشست در چند سال گذشته بوده‌ایم. با توجه به شواهد عوامل دیگری غیر از افت سطح آب زیرزمینی در دشت تهران در رخداد فرونشست زمین دخیل می‌باشند. از جمله عوامل تأثیرگذار می‌توان به اثر ضخامت لایه‌های رسی (مبتکرسرابی و همکاران، ۱۳۹۱)در محدوده فرونشستی دشت تهران اشاره کرد. عوامل تأثیرگذار دیگر ساز و کار گسل‌ها و ساختارهای تکتونیکی موجود در محدوده دشت تهران (مبتکرسرابی و همکاران، ۱۳۹۰)و اثرگذاری نوع سفره‌های آب زیرزمینی موجود و کشف نشده در این محدوده و نحوه اثر پساب تولیدی واحدهای خانگی و صنعتی می‌باشند(مبتکرسرابی و همکاران، ۱۳۹۱). یکی از عواملی که می-تواند بر فرونشست زمین اثرگذار باشد نوع و وضعیت آبرفت موجود در محدوده دشت می‌باشد. در این تحقیق سعی بر این است تا نحوه اثرگذاری آبرفت‌های مختلف موجود در دشت تهران بر رخداد فرونشست زمین در این دشت مورد بررسی قرار گیرد.

کلید واژه ها:(فرونشست زمین، دشت تهران، سازند تهران، سازند هزار دره، تداخل سنجی راداری)

Abstract:

Influence Of Type Of Alluvial On Land Subsidence In Tehran Plains.

Several factors for the occurrence of land subsidence in the Tehran plain have mentioned so far, but the main reason for the excessive groundwater withdrawals have mentioned. Tehran is based on young alluvial deposits and Tehran main aquifer is located within this Alluviums. Tehran plain unit hydrograph analysis and comparison with the sinking of the hydrograph can be fixed relative to the changes in the ۸-year period and found similar figures. Depth perception is also identical in both District but he amount of water in the area compared to the area of subsidence over the subsidence area is picked out However, in the last few years have seen an increase in the rate of subsidence. Due to factors other than evidence of decline in groundwater levels in Tehran Plain Land subsidence in causation involved. Among the factors that could affect the thickness of the clay layer within the Tehran plain subsidence noted. Other influential factors and mechanisms existing tectonic faults and structures within the Tehran Plain and Effectiveness of existing and undiscovered underground aquifers In this area and how the effects of domestic and industrial wastewater treatment plants were produced. One factor that may influence on land subsidence is the type and condition of the alluvial plain area. This study is an attempt to influence how the various alluvial plain of Tehran Land subsidence occurred in the plains are examined.

Keywords :(Land subsidence, Tehran Plain, Tehran formations, Hezar dareh formation, InSAR)

مقدمه :

فرونشست زمین پدیده‌ای رو به گسترش در بسیاری از نقاط جهان می‌باشد که در طی سالیان اخیر روند رخداد این پدیده در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه رشد سریعی پیدا کرده است. میزان تأثیرگذاری این پدیده با در نظر گرفتن سرعت کم آن در طولانی مدت از بسیاری از مخاطرات طبیعی بیشتر است.

برای رخداد پدیده فرونشست زمین عوامل طبیعی و غیر طبیعی بسیاری نام برده شده است. از عوامل طبیعی که سبب بروز فرونشست زمین می‌شوند می‌توان به انحلال سنگ‌ها و ریزش آن‌ها (Waltham,۱۹۸۹)، فعالیت‌های آتشفشانی (Waltham,۱۹۸۹)، فعالیت‌های تکتونیکی (Waltham,۱۹۸۹)، رخداد زلزله (Matsuda et al., ۲۰۰۰)، تحکیم خاک‌های رسی (Waltham,۱۹۸۹) و غیره اشاره کرد.

از عوامل غیر طبیعی (بشرزاد) که می‌توانند سبب رخداد پدیده فرونشست شوند برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی (Chen et al., ۲۰۱۰)، برداشت نفت و گاز (Bau et al., ۱۹۹۹)، فعالیت‌های معدنکاری (Ge et al., ۲۰۰۳)، فرونشست ناشی از بارگذاری بیش از حد روی زمین (Abidin et al.,۲۰۰۹)، فرونشست ناشی از استخراج آب در مناطق ژئوترمال (Hole et al.,۲۰۰۷) و موارد دیگر می‌باشند.

فرونشست دشت تهران در ابتدا توسط اندازه‌گیری‌های سازمان نقشه برداری کشور در دهه ۱۳۷۰ مورد توجه قرار گرفت. از سال ۱۳۸٤ مسئولیت بررسی این پدیده در دشت تهران به سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور سپرده شد. همواره عوامل مختلفی را برای رخداد پدیده فرونشست زمین مطرح می‌کنند اما همواره مهمترین عامل برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی عنوان می‌شود. در کنار آن تأثیر وضعیت آبرفت و لایه‌های خاک نیز اهمیت بسزایی دارد. با توجه به آنکه محدوده فرونشت مشخص شده است در این مقاله سعی بر این است تا با بررسی لایه‌های خاک و آبرفت موجود در دشت تهران نحوه اثرگذاری این آبرفت‌ها را بر رخداد فرونشست زمین و شدت آن مورد بررسی قرار دهیم و نحوه حرکت و جهت پیشروی این پدیده را در آینده بتوانیم پیش‌بینی کنیم.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

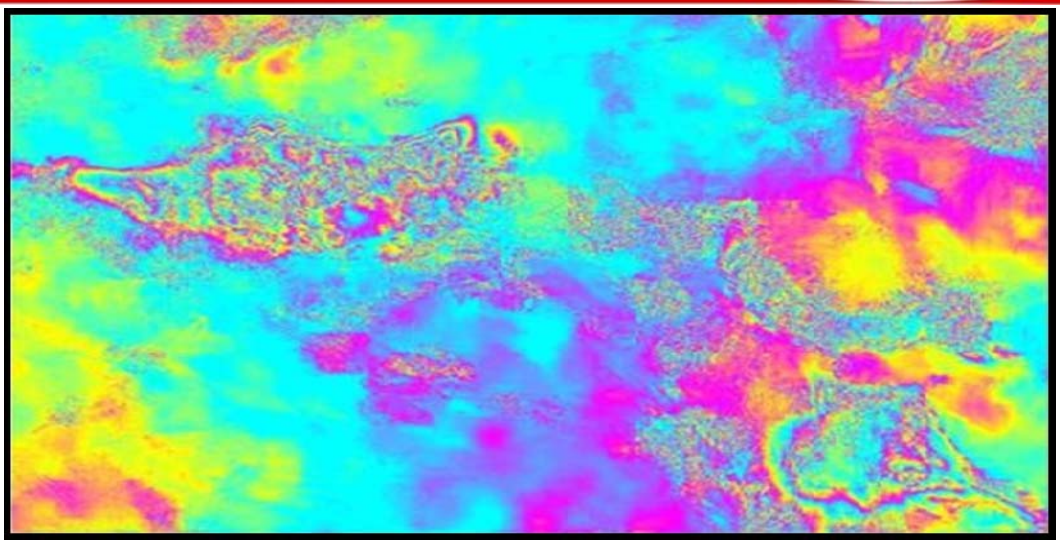
در این تحقیق سعی بر این است تا با استفاده از نتایج تصاویر ماهواره‌ای تداخل‌سنجی راداری InSAR نرخ فرونشست زمین و مساحت فرونشست رخ داده را مشخص کرده و با به کارگیری نقشه‌های زمین-شناسی سازمان زمین-شناسی کشور، نقشه پراکندگی آبرفت دشت تهران، تهیه شده توسط آژانس همکاریهای بین‌المللی ژاپن و تحقیقات انجام شده بر روی آبرفت تهران نسبت به شناسایی آبرفت موجود در هر منطقه از دشت اقدام نموده و رابطه بین نوع آبرفت موجود در سطح دشت و رخداد یا عدم رخداد فرونشست زمین و همچنین نرخ فرونشست رخ داده مورد بررسی قرار گیرد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

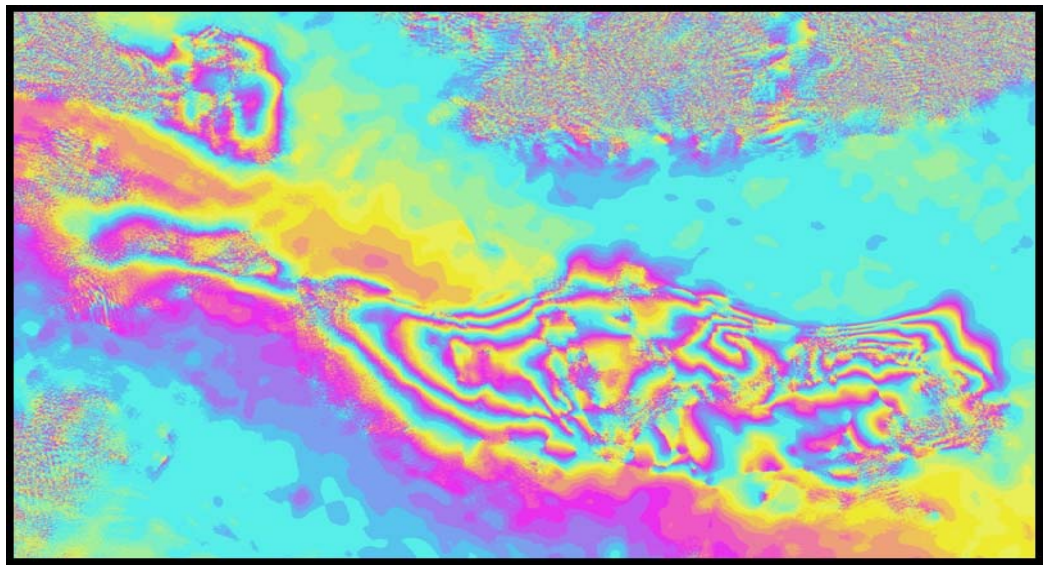
رخداد فرونشست زمین پدیده‌ای رو به گسترش در بسیاری از نقاط جهان به خصوص مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. دشت تهران نیز جزو دشت‌هایی است که درگیر با این پدیده می‌باشد. این دشت شیبی از شمال به سمت جنوب داشته که در موقعیت جغرافیایی ´۱۲ °۳۵ تا ´۵۹ °۳۵ عرض شمالی و´۳۰ °۵۰ تا ´٤۲ °۵۱ طول شرقی قرار دارد و به‌وسیله‌ی بلندی‌ها و فرونشست‌های شرقی- غربی به بخش‌های گوناگون تقسیم می‌شود. مساحت دشت تهران بالغ بر ۲۲۵۰ کیلومتر مربع مي‌باشد که حدود ۳۵۰ کیلومتر مربع آن کوهپایه و بیرون‌زدگي‌های داخل دشت و ۱۹۰۰ کیلومتر مربع آن قسمت هموار دشت مي‌باشد. متوسط ارتفاع دشت ۱۱۰۰ متر و حداکثر ارتفاع در قله توچال به ۳۹۳۳ متر می‌رسد.

اندازه‌گیری نرخ فرونشست زمین در دشت تهران در چند مرحله و توسط اشخاص و سازمان‌های مختلف انجام شده است. در ابتدا در دهه ۱۳۷۰ اندازه‌گیری‌های سازمان نقشه‌برداری کشور با استفاده از روش ترازیابی دقیق کاهش تراز سطح زمین در امتداد جاده کمربندي تهران (بزرگراه آزادگان) و همچنین حدفاصل سه راه آذري تا تقاطع بزرگراه آزادگان با آیتا... سعیدی (جاده قدیم ساوه)، را نشان داد که کاهش تراز سطح زمین در رابطه با وقوع پدیده فرونشست زمین در این ناحیه عنوان شد (شمشکی و همکاران، ۱۳۸٤). در مرحله بعد سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور که مسئولیت بررسی این پدیده را عهده‌دار شده بود در سال ۱۳۸٤ به منظور صحت سنجی و تعیین محدوده فرونشست زمین از روش پیشرفته تداخل‌سنجی راداری در بازه‌های زمانی مختلف استفاده کرد. مساحت و محیط این گستره در سال ۱۳۸٤ در دوره زمانی شش ماهه به ترتیب ٤۱۵ کیلومتر مربع و۹۷ کیلومتر بوده است (شمشکی و همکاران، ۱۳۸٤). با تحلیل تصاویر ماهواره‌ای حداکثر مقدار نرخ فرونشست زمین در این منطقه در سال ۱۳۸٤ برابر با ۱٦ سانتی‌متر در سال در دو نقطه به دست آمد (شکل ۱).



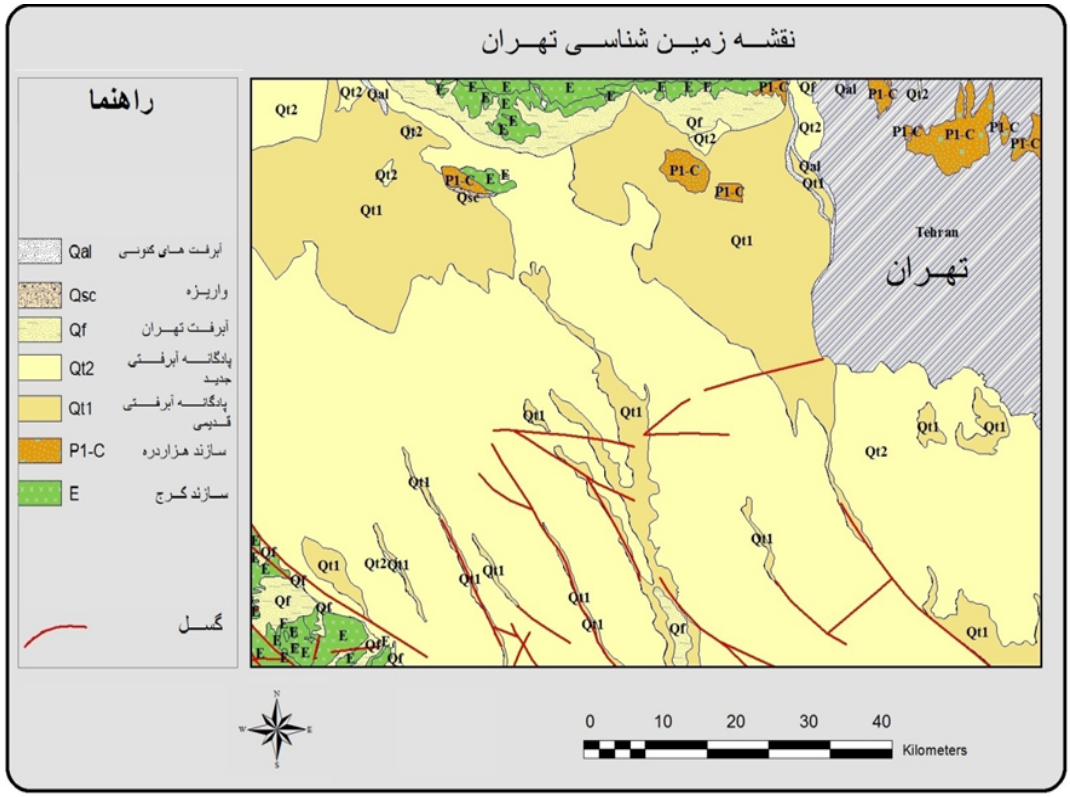
شکل۱- تصویر تهیه شده توسط روش تداخل سنجی راداری در بازه زمانی شش ماهه در محدوده دشت تهران (شمشکی و همکاران، ۱۳۸٤)

در تحقیقی دیگر تصاویر تداخل‌سنجی راداری موجود از فرونشست زمین در دشت تهران مربوط به بازه سه ساله ۲۰۱۰-۲۰۰۷ می‌باشد. در این تصویر پنج حلقه رنگی قابل تشخیص می‌باشد که هر حلقه رنگی در این تصویر برابر با ۱۱۸ میلی‌متر فرونشست زمین در سال است. حداکثر نرخ فرونشست زمین استخراج شده برای این ناحیه در مقطع زمانی سه ساله ۲۰۱۰-۲۰۰۷ حدود ۵۹ سانتی‌متر است (شریفی‌کیا، ۱۳۸۹). همانند سال ۱۳۸٤ باز هم حداکثر مقدار فرونشست زمین در همان دو نقطه قبلی اما با نرخ بالاتر دیده می‌شود. این تصاویر با استفاده از تکنیک دی‌اینسار برای داده‌های سنجنده راداری پالسار در باند L و در دوره‌های زمانی مختلف، ۳۵ روزه تا سه ساله به دست آمده است. تا آخر سال ۲۰۱۰ میلادی محیط منطقه فرونشست زمین به ۱٤۹ کیلومتر و مساحت آن به حدود ۵۳۰ کیلومتر مربع رسیده است. (شکل ۲)



شکل ۲- تصویر تهیه شده با روش تداخل سنجی راداری در بازه سه ساله ۲۰۱۰-۲۰۰۷ (شریفی‌کیا، ۱۳۸۹).

شهر تهران بر روي نهشته هاي آبرفتي دوران چهارم زمين شناسي بنا شده است. لذا سن رسوبات حداکثر پنج ميليون سال است. اين آبرفت‌ها توسط سيلاب‌هايي که در اواخر دوران سوم و همزمان با برپايي ارتفاعات البرز از اين ارتفاعات سرچشمه گرفته‌اند، در نواحي دامنه‌ای و پست برجا گذاشته شده است (بربريان و همکاران، ١٣٦٤). پی سنگ اصلی دشت تهران را سازند کرج با سن ائوسن تشکیل داده و آبرفت موجود در دشت شامل سازندهای هزاردره و سازند آبرفتی تهران می‌باشد.



شکل ۳- نقشه زمین‌شناسی تهران (GSI,۱۹۹۳) با اندکی اصلاحات.

سازند هزار دره در بخش زیرین دارای تخلخل بسیار کم و مقاومت مکانیکی بسیار زیاد است و هر چه به قسمت‌های بالاتر سازند نزدیک شویم تخلخل زیادتر و مقاومت مکانیکی کمتر می‌شود. سازند آبرفتی تهران نیز دارای چهار سری مختلف A، B، C و D می‌باشد که هر کدام ویژگی‌های مخصوص به خود دارند. در جدول ۱ مشخصات اصلی بخش-های مختلف سازند تهران به اختصار آمده است.
در آبرفت دشت تهران سازندهای مختلفی حضور دارند که از نظر جنس رسوبات با یکدیگر تفاوت شایانی دارند. با توجه به آنکه می‌دانیم فرونشست منطقه‌ای زمین در آبرفت‌های ریز دانه بیشتر اتفاق می‌افتد نیاز به بررسی مناطق گسترش انواع مختلف آبرفت‌ها و سازندهای زمین‌شناسی در گستره دشت تهران داریم.

جدول۱- مقایسه سازندهای گستره تهران (چشمی و همکاران، ۱۳۸۷).

موضوع	سازند A	سازند B	سازند C	سازند D
سن سازند	۵ میلیون سال	۷۰۰۰۰ سال	۵۰۰۰۰ سال	۱۰۰۰ سال
سیمانتاسیون	سیمان شده و سخت شده	متغییر ولی عموماً دارای سیمان ضعیف	سیمان ضعیف‌تر از A و سخت نشده	سیمان نشده
دانه بندی	از حد رس تا دانه هایی به قطر ۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متر	بسیار متغییر با قطعات چند متری	از حد سیلت تا دانه-هایی به قطر ۲۰ سانتی‌متر	از حد رس تا قطعات سنگی بزرگتر از یک متر
ضخامت	حداکثر ۱۲۰۰ متر	حداکثر ۶۰ متر	حداکثر ۶۰ متر	کمتر از ۱۰ متر
شرایط تشکیل	سیلابی	یخچالی- سیلابی	سیلابی- رودخانه‌ای	سیلابی- رودخانه‌ای
محل‌های مشاهده شده	در محدوده کن، اوین، قیطریه، گردنه قوچک، عباس‌آباد و ابتدای جاده هراز	باغ فیض، شهرک غرب، دانشگاه شهید بهشتی، ولی‌عصر و شریعتی	بخشی از شهر تهران روی این رسوبات ساخته شده است	بستر و مسیر رودخانه‌های کنونی و مسیل‌های قدیمی

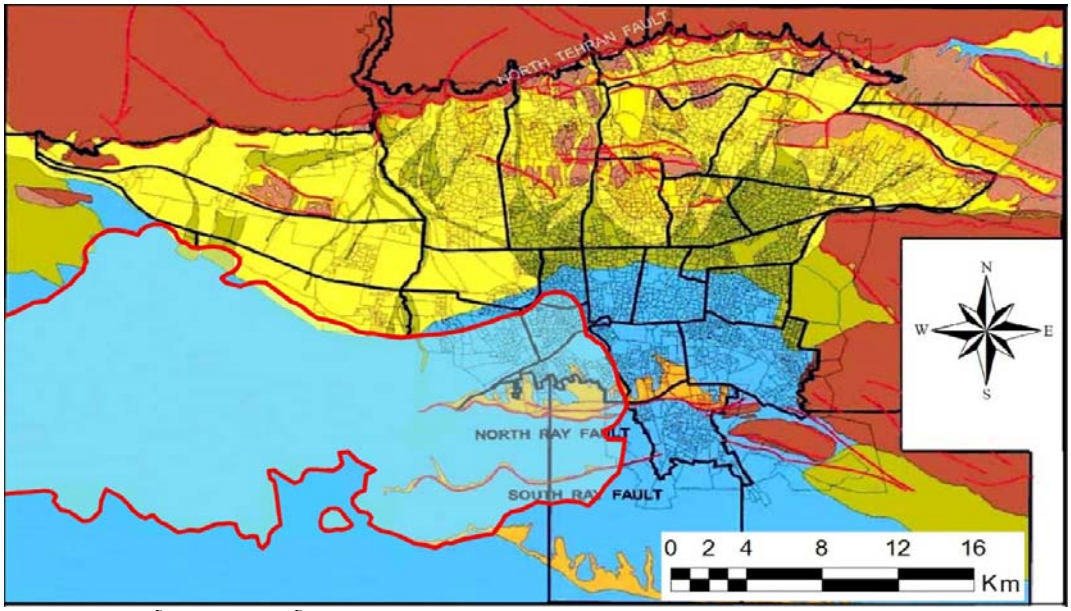
طبق نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تهران (شکل ۳) در شمال و جنوب دشت تهران بیرون‌زدگی‌های سازند کرج دیده می‌شود. بیشتر گستره دشت تهران از آبرفت سری C تهران پوشیده شده است و در قسمت‌های شمالی دشت بیرون‌زدگی‌هایی از سازند A دیده می‌شود و از انواع دیگر آبرفت می‌توان به حضور آبرفت‌های Bn در شمال دشت و Bs در جنوب دشت اشاره کرد. آبرفت سری D در مسیر رودخانه‌ها و مسیل‌ها دیده می‌شود. این موضوع در طبقه‌بندی ریبن (Rieben,۱۹۵۵) نیز دیده می‌شود.

در نقشه ارائه شده توسط آژانس همکاری‌های بین المللی ژاپن (JICA)، تفاوت‌هایی با نقشه و گزارشات بالا دیده می‌شود. در این نقشه بیشتر پهنه دشت به جای آبرفت سری C از آبرفت‌های سری D پوشیده شده است و آبرفت سری C به قسمت‌های شمال دشت و شمال شهر تهران محدود می‌شود. در این نقشه قسمت‌هایی از آبرفت‌هایی که در شمال دشت هستند و به عنوان آبرفت B نام‌گذاری شده است با عنوان D۲ که آبرفت سری D درشت دانه می‌باشد نام‌گذاری شده است. این تغییرات در طبقه‌بندی ارائه شده توسط (چشمی و همکاران، ۱۳۸۷) نیز دیده می‌شود. علاوه بر آن (پدرامی، ۱۳۵۷) در گزارش خود این چنین آورده است که؛ در دشت‌های آبرفتی حوالی تهران ضخامت واحد D حدود ۸ تا ۱۰ متر است و از مصالح ریز دانه تشکیل گردیده است. رخساره درشت دانه این واحد دارای ضخامت کمتری است و در قسمت‌های بالای بادزن‌های آبرفتی گاهی تشکیل نگردیده است. که اشاره به پوشیده شدن سطح دشت تهران در حوالی شهر تهران از آبرفت D می‌باشد.

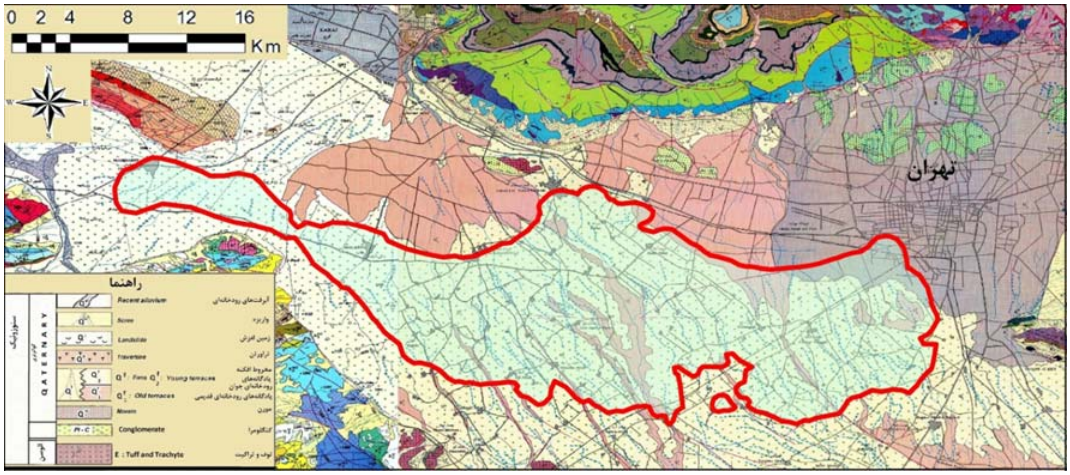
هرچند که در طبقه‌بندی‌های مختلف تفاوت‌هایی در نام‌گذاری آبرفت‌های دشت تهران دیده می‌شود اما آنچه که اهمیت دارد ذکر این نکته است که در طبقه‌بندی‌های مختلف ارائه شده می‌توان به شباهت فراوان در طبقه‌بندی بر مبنای اندازه ذرات و دانه‌های تشکیل دهنده آبرفت دشت تهران دست یافت. آبرفت سری C ریزدانه بوده و آبرفت سری D که در بعضی طبقه‌بندی‌ها در محدوده دشت تهران قرار دارد نیز ریزدانه می‌باشد و آبرفت‌های سری D درشت دانه در طبقه‌بندی JICA در قسمت‌هایی از دشت تهران قرار دارد که در طبقه‌بندی (Rieben,۱۹۵۵) با عنوان آبرفت سری Bn نام‌گذاری شده است که این آبرفت نیز درشت دانه می‌باشد. تنها تفاوت شایان نام‌گذاری آبرفت‌های اطراف رودخانه کن تا شهر قدس (در قسمت‌هایی که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی تهران (GSI,۱۹۹۳) با عنوان آبرفت سری B نام‌گذاری شده است) با عنوان آبرفت سری C تهران در طبقه‌بندی ارائه شده توسط JICA می‌باشد که از نظر اندازه ذرات و دانه‌های رسوبات تفاوت چشمگیری با طبقه‌بندی (Rieben,۱۹۵۵) دارد.

مرز آبرفت‌های درشت دانه و ریز دانه دشت تهران در هردو طبقه‌بندی به صورت تقریبی با همدیگر هم‌خوانی دارد و تفاوت شایانی دیده نمی-شود. مرزهای مذکور تا حدی یکباره بوده و به احتمال زیاد تعدادی از گسل‌های موجود در محدوده دشت در جدایش این آبرفت‌ها و بیرون-زدگی تعدادی از آبرفت‌ها نقش کلیدی دارند.

با انطباق مرز محدوده فرونشستی دشت تهران با نقشه‌های طبقه‌بندی آبرفت دشت تهران انطباق قابل توجهی دیده می‌شود. این همخوانی در هر دو نوع طبقه‌بندی ارائه شده برای آبرفت‌های دشت تهران قابل مشاهده است.



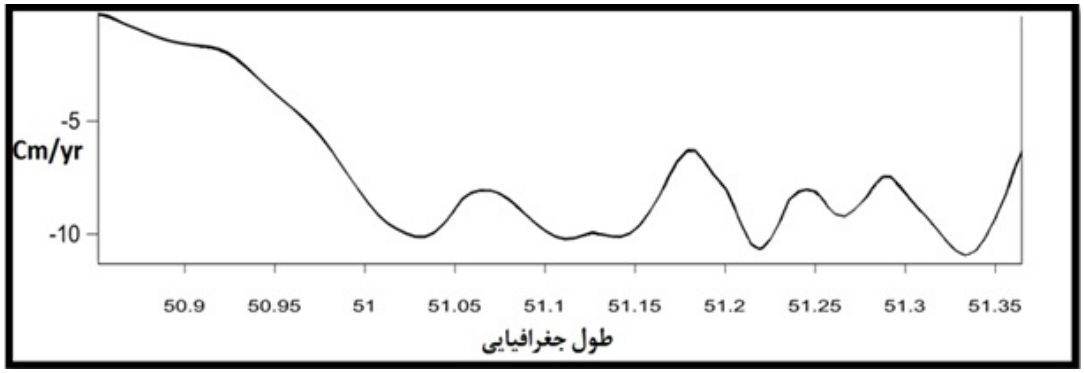
شکل ٤- نقشه انطباق مرز محدوده فرونشست زمین با نقشه طبقه‌بندی آبرفت تهران (آژانس همکاری-های بین‌المللی ژاپن، ۱۳۸۰). مرز محدوده فرونشست زمین با رنگ قرمز و محدوده به صورت مات دیده می‌شود.



شکل ٥- نقشه انطباق مرز محدوده فرونشست زمین با نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تهران و کرج (GSI,۱۹۹۳) با اندکی اصلاحات. مرز محدوده فرونشست زمین با رنگ قرمز و محدوده به صورت مات دیده می‌شود.

مرز محدوده فرونشست زمین، به‌ویژه در قسمت شمالی محدوده فرونشستی از مرز طبقه‌بندی آبرفت پیروی می‌کند. در واقع فرونشست رخ داده تنها محدود به آبرفت ریز دانه بوده و به صورت تقریبی می‌توان اعلام کرد که در آبرفت درشت دانه دشت تهران فرونشستی رخ نداده است.
از طرفی با رسم مقطع طولی فرونشست رخداده در دشت تهران می‌توان تغییرات متعدد و کاهش و افزایش نرخ فرونشست را مشاهده کرد. مکان نقاط با نرخ فرونشست کمتر زمین، به صورت تقریبی در

نزدیکی مناطقی قرار دارد که گسل‌های سیستماتیک موجود در دشت تهران با روند شمال غرب- جنوب شرق در آن دیده می‌شود و این گسل‌ها سبب بیرون‌زدگی سازند B آبرفت تهران شده است و به دلیل مخلوط بودن جنس این سازند (ریزدانه و درشت دانه) انتظار فرونشست زمین با نرخ کمتری را در این مناطق داریم.



شکل ٦- مقطع طولی رسم شده در منطقه فرونشستی زمین در دشت تهران.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

دشت تهران یکی از مهمترین مناطق ایران به لحاظ جمعیتی، سیاسی، نظامی و اقتصادی می‌باشد. توسعه روز افزون شهرها و شهرک‌های مختلف بر روی این دشت اثرات گوناگونی بر روی محیط زیست و مورفولوژی منطقه پدید آورده است. یکی از اثرت به وجود آمده رخداد پدیده فرونشست زمین در محدوده دشت تهران می‌باشد که محدوده وسیع و نرخ بسیار بالایی دارد. از نظر زمین شناسی، بیشتر منطقه فرونشست زمین در محدوده آبرفت سری C تهران قرار دارد که عمدتاً آبرفت ریزدانه می‌باشد. بررسی کمی نرخ فرونشست زمین و ضخامت لایه‌های آبرفتی و گستردگی انواع آبرفت در سطح دشت همبستگی بسیار بالایی را بین نوع آبرفت موجود در هر منطقه از دشت تهران و رخداد یا عدم رخداد فرونشست زمین و نرخ فرونشست نشان می‌دهد.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

این تحقیقاتی حمایت‌های اطلاعاتی و فکری طرح بررسی مخاطرات زمین‌شناختی ناشی از فرونشست زمین در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور به انجام رسیده است، لذا تشکر و سپاسی فراوان از مسئولین گروه زمین‌شناسی مهندسی و مخاطرات زیست محیطی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور را بر خود واجب می‌دانم که خالصانه و بی‌منت، گام به گام در انجام این مهم مرا یاری نمودند.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

١- آژانس همكاري هاي بين الملل ژاپن ((JICA، ١٣٨٠. گزارش ريز پهنه بندي لرزه اي تهران بزرگ. تهيه شده براى مركز مطالعات زلزله و زيست محيطي شهرداری تهران بزرگ، ٣٨١ صفحه.
٢- بربريان م.، قريشي، م.، ارژنگ، ا. و مهاجر اشجعي، ا.، ١٣٦٤. پژوهش و بررسي ژرف نو زمين ساخت و خطر زمينلرزه، گسلش در گستره تهران و پيرامون. گزارش شماره ٥٦ سازمان زمين شناسي كشور، چاپ دوم، ٣١٥ صفحه.
٣- پدرامی، م.، ١٣٥٧. مطالبی مختصر در مورد رسوبات کواترنر اطراف تهران. سازمان زمین شناسی کشور، ١٨ صفحه.

٤- چشمی، ا.، فاخر، ع.، خامه چیان، م.، ۱۳۸۷. زمین شناسي آبرفت‌های تهران و ارزیابي طبقه بندي ریین جهت مطالعات زمین شناسي مهندسي. مجله علوم دانشگاه تهران، جلد سي و چهارم شماره ۲، ص ۱۵-۱.
٥- شریفی‌کیا، م.، ۱۳۸۹. بررسی پی‌آمدهای ناشی از پدیده فرونشست در اراضی و دشت‌های مسکونی ایران. نشریه انجمن زمین‌شناسی مهندسی ایران. پائیز و زمستان ۱۳۸۹، جلد سوم، شماره ۳ و ٤، ص ٥٨-٤٣.
٦- شمشکی، ا.، بلورچی، م.ج. و انصاری. ف.، ۱۳۸٤. بررسی فرونشست زمین در دشت تهران- شهریار (گزارش نخست). مدیریت زمین¬شناسی مهندسی و مخاطرات زیست محیطی سازمان زمین¬شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ٥٤ صفحه.
۷- مبتکرسرابی، م.، اشجاری، ج.، الیاسی، م. و بلورچی، م.ج.، ۱۳۹۰. بررسی نحوه عملکرد احتمالی گسل‌ها در فرونشست جنوب‌غرب تهران. مجموعه مقالات سی‌امین گردهمایی علوم زمین، ۸ صفحه.
۸- مبتکرسرابی، م.، اشجاری، ج.، شعاعی، ض. و بلورچی، م.ج.، ۱۳۹۱. بررسی اثر ضخامت لایه‌های رسی بر فرونشست جنوب‌غرب تهران. مجموعه مقالات شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ۸ صفحه.
۹- مبتکرسرابی، م.، ۱۳۹۱، " بررسی و تعیین پارامترهای تأثیرگذار بر فرونشست زمین، مطالعه موردی حوضه فرونشستی دشت تهران"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

۱۰- Abidin, H.Z., Andreas, H., Gumilar, I., and Gamal, M., ۲۰۰۹. Land Subsidence And Urban Development In Jakarta (Indonesia). Vth FIG Regional Conference Spatial Data Serving People: Land Governance And The Environment – Building The Capacity. Hanoi, Vietnam, ۱۹-۲۲.

۱۱- Bau, D., Gambolati, G., Teatini, P., ۱۹۹۹. Residual Land Subsidence Over Depleted Gas Fields in the Northern Adriatic Basin. Evironment & Engineering Geoscience, Vol V, No. ٤, pp. ۳۸۹-٤۰٥.

۱۲- Chen, C.H., Wang, C.H., Hsu, Y.J., Yu, S.B., and Kuo, L.C., ۲۰۱۰. Correlation Between Groundwater Level And Altitude Variations In Land Subsidence Area Of The Choshuichi Alluvial Fan, Taiwan. Engineering Geology ۱۱٥: ۱۲۲–۱۳۱.

۱۳- Ge, L., Chang, H. C., Qin, L., Chen, M. H., and Rizos, C., ۲۰۰۳. Differential Radar Interferometry For Mine Subsidence Monitoring, ۱۱th FIG Symposium on Deformation Measurements, Santorini, Greece.

۱٤- GSI, ۱۹۹۳. Geplogical Map Of Tehran Region.

۱٥- Hole, J. K., Bromley, C. J., Stevens, N. F., Wadge, G., ۲۰۰۷. Subsidence in the geothermal fields of the Taupo Volcanic Zone, New Zealand from ۱۹۹٦ to ۲۰۰٥ measured by InSAR. Journal of Volcanology and Geothermal Research, pp.۱۲٥–۱٤٦.

۱٦- Matsuda, H., Sakuradani, K., and Emoto, N., ۲۰۰۰. Effects Of Earthquake Induced Settlement Of Clay Layer On The Ground Subsidence. ۱۲WCEE.

۱۷- Rieben, H., ۱۹٥٥. the Geology of the Tehran Plain., American Journal of Science, Vol. ۲٥۳, Nov. ۱۹٥٥, P. ٦۱۷-٦۳۹.

۱۸- Waltham, A.C. ۱۹۸۹. Ground Subsidence. Blackie & Son Limites.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

نقش خصوصیات فیزیکی در شناخت ویژگی‌های مکانیکی واحدهای سنگی (مطالعه موردی: آزاد راه خرم آباد-پل زال)

کامران حسنوند ، دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی همدان ، دانشگاه بوعلی سینا همدان ، ۰۹۳۵۵۲٤٤٦٦۷
kamran.hasanvand@yahoo.com
محمد حسین قبادی ، استاد دانشگاه بوعلی سینا همدان ، گروه زمین شناسی، amirghobadi@yahoo.com
امیر حسین صدر ، استادیار دانشگاه بوعلی سینا ، گروه زمین شناسی
حسن محسنی ، دانشیار دانشگاه بوعلی سینا همدان ، گروه زمین شناسی ، mohseni@basu.com

چکیده :

در این پژوهش نقش خصوصیات فیزیکی در شناخت ویژگیهای مکانیکی واحدهای سنگی مورد مطالعه قرار گرفته است. واحدهای سنگی مورد بررسی به سازندهای آسماری، گچساران و کشکان در جنوب شهر خرم آباد و در طول مسیر آزاد راه خرم آباد_پل زال تعلق دارند. در بررسی‌های صحرایی سختی نمونه های سنگی با استفاده از چکش اشمیت نوع(L) تعیین شد. در مطالعات آزمایشگاهی بعد از تعیین خصوصیات فیزیکی، آزمایش دوام در۱۵ سیکل انجام شد. شاخص مقاومت بار نقطه ای نمونه ها در شرایط خشك و اشباع تعیین گردید. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که ویژگی‌های مکانیکی این سنگها علاوه بر ویژگی‌های لیتولوژی، متاثر از ویژگیهای فیزیکی آنهاست.

کلید واژه ها: خصوصیات فیزیکی، ویژگیهای مکانیکی،سختی اشمیت، دوام وارفتگی و مقاومت

Abstract:

The role of physical characteristics of Understanding the mechanical properties of rock units(case study)

In this study the role of physical characteristics of Understanding the mechanical properties of rock units has been studied. Rock units evaluated belong to Asmari, Gachsaran and Kashkan formation in the south of Khorramabad city and along the highway Khorramabad _ Paul Zaal.in field studies of the rock hardness using the Schmidt hammer type (L) was determined. in laboratory studies to determine the physical properties, Durability testing was performed in ۱۵ cycles. The point load strength index of the samples was measured in dry and saturated condition. Studies show that the mechanical properties in addition to rock lithology feature affected by their physical characteristics.

Keywords : Physical properties, mechanical characteristics, Schmidt hardness, durability and resistance Varftgy.

مقدمه :

تخلخل و نفوذپذیری سنگ که ورود و خروج و گردش آب را در داخل سنگ کنترل می کند و فعالیت آب که می‌تواندموجب انحلال سیمان و تضعیف اتصال بین ذرات شود و یا به واسطه فشار آب حفره ای نیروی تخریبی تولید کند در ارزیابی مقاومت، دوام و شکفتگی سنگ نقش اساسی دارند (قبادی، ۱۳۸۱). بنابراین ارزیابی مقاومت، دوام و سختی سنگ و یافتن ارتباط آن با خصوصیات فیزیکی توسط پژوهشگران مورد توجه قرار گرفته است(kats, ۲۰۰٤)،(Szwedzicki, ۱۹۹۸)،(قبادی، ۱۳۷۹)،(قبادی، ۱۳۸۰). نظر به اینکه آزمایش‌های یاد شده ارزان و در کوتاه مدت انجام می‌شود و در صحرا و آزمایشگاه قابل اجرا می-باشد، توسعه روابط بین خصوصیات مذکور با ویژگی‌های فیزیکی سنگها در کاهش تعداد آزمایش‌ها مفید خواهد بود.

در این مقاله ویژگی های فیزیکی، سختی، دوام و شاخص مقاومت بار نقطه ای، سنگ آهك سازند آسماری، ماسه سنگ سازند کشکان، مارن، سنگ گچ سازند گچساران و آهک مارنی سازند آسماری مورد بررسی قرار گرفته است.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

به منظور انجام تحقیق بلوکهایی سنگی از صحرا به آزمایشگاه حمل و مغزه های سنگی از آنها تهیه گردید.

تعیین خصوصیات فیزیکی:

به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی از هر سنگ ۱۰ نمونه استوانه ای تهیه شد و میانگین ویژگیهای فیزیکی آنها تعیین گردید(جدول۱).

جدول۱) ویژگی‌های فیزیکی سنگهای مورد مطالعه

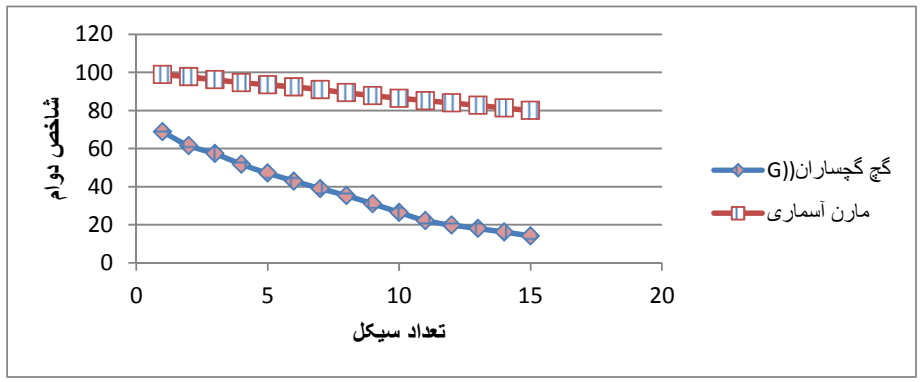
اسم سنگ	$\gamma\ sat$	$\gamma\ d$	n(%)	e	Gs
آهک آسماری (As۱)	۲/٥٦	۲/٤۹	۷/۱۳	۰/۰۷۷	۲/٦۹
آهک آسماری (As۲)	۲/٥٦	۲/٤۹	٦/٦	۰/۰۷۱	۲/٦۷
گچ گچساران(G)	۲/۲۹	۲/۰۷	۲۱/۳	۰/۲۷	۲/٦۳
ماسه سنگ کشکان (Kn)	۲/٤۹	۲/٤۰	۹/۷	۰/۱۰۷	۲/٦٥
مارن آسماری	۲/٥	۲/۳٤	۱٥/۹٦	۰/۱۹٦	۲/٦٥
آهک مارنی	۲/٦۲	۲/٥٥	۷/۱۹	۰/۰۷۸	۲/۷٥

دوام وشکفتگي:

این شاخص در حقیقت میزان دوام وارفتگی سنگ‌ها و مصالح سنگی را در مقابل خرد شدن همچنین اثر محلول‌های شیمیایی را بر روي سنگ‌ها نشان مي‌دهد. به عبارتي این شاخص میزان کیفیت سنگ را در مقابل عوامل فرسایش، هوازدگي و مقابله با امواج را مشخص مي‌کند (خانلري، ۱۳۸۹). آزمایش دوام و شکفتگی روی نمونه‌ها در چندین مرحله تر و خشك شدن متوالی انجام شد. لازم به ذکر است که مقدار افت وزني براي سنگ ها در ۱٥ سیکل متوالي مورد بررسي قرار گرفت(جدول ۲).

جدول۲) شاخص دوام وارفتگی مرحله اول تا پانزدهم برای سنگهای مورد مطالعه

نام سنگ	Id۱	Id۲	Id۵	Id۱۰	Id۱۵
آهک آسماری (As۱)	۹۹/۹۰	۹۹/۸۱	۹۹/۶۱	۹۹/۳۶	۹۹/۰۵
آهک آسماری (As۲)	۹۹/۷۵	۹۹/۵۸	۹۹/۱۲	۹۸/۴۵	۹۷/۸۷
گچ گچساران(G)	۶۸/۷۸	۶۱/۴۵	۴۷/۰۵	۲۶/۴۸	۱۴/۱۳
ماسه سنگ کشکان (Kn)	۹۹/۸۹	۹۹/۶۸	۹۹/۱۹	۹۹/۵۹	۹۸/۰۸
مارن آسماری	۹۸/۸۶	۹۷/۶۴	۹۳/۴۹	۸۶/۳۹	۷۹/۹۶
آهک مارنی	۹۹/۸۰	۹۹/۵۹	۹۸/۷۹	۹۷/۷۱	۹۶/۷۷



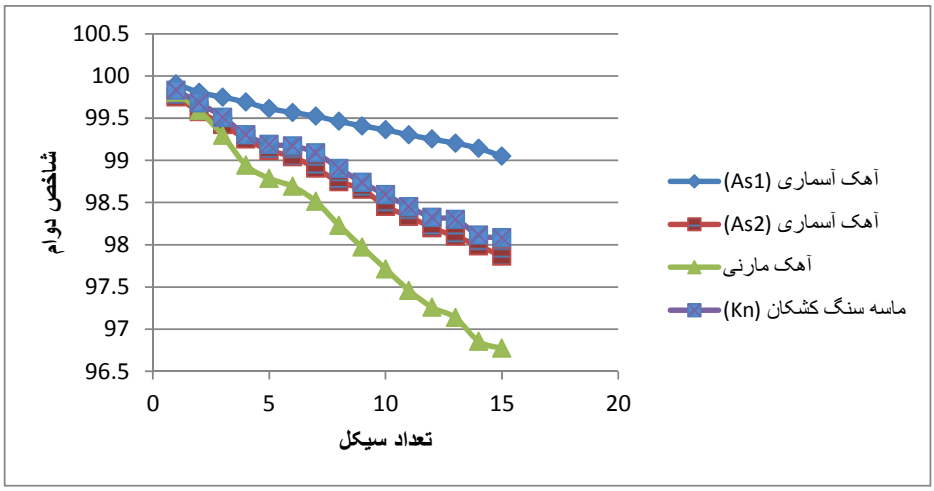
شکل ۱) رابطه تعداد چرخه‌ها با شاخص دوام برای سنگهایی مورد مطالعه

در شکل۱ رابطه تعداد چرخه ها با شاخص دوام وارفتگي براي سنگهای نامقاوم نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود میزان کاهش شاخص دوام درنمونه‌های گچ و مارن بیشتر از نمونه‌های دیگر می‌باشد. دلیل این مساله درصد کم کربنات و تخلخل بالا در این نمونه‌هاست.

جدول (۳) : رده‌بندي فرانکلین و چاندرا(۱۹۷۹)

Id_1	توصيف
۰ -۲۵	خيلي ضعيف
۲۵ -۵۰	ضعيف
۵۰ -۷۵	متوسط
۷۵ -۹۰	كمي مقاوم
۹۰ -۹۵	مقاوم
۹۵ -۱۰۰	شديداً مقاوم

بر اساس رده بندی (Franklin, Chandr, ۱۹۷۹)،(جدول۳) آهک‌های آسماری و همچنین ماسه سنگ کشکان در رده سنگ‌های شدیدا مقاوم قرار میگیرند و سنگ مارن آسماری در رده متوسط قرار میگیرند همچنین بر اساس این رده‌بندی نمونه سنگ گچ سازند گچساران در رده خیلی ضعیف قرار دارد.



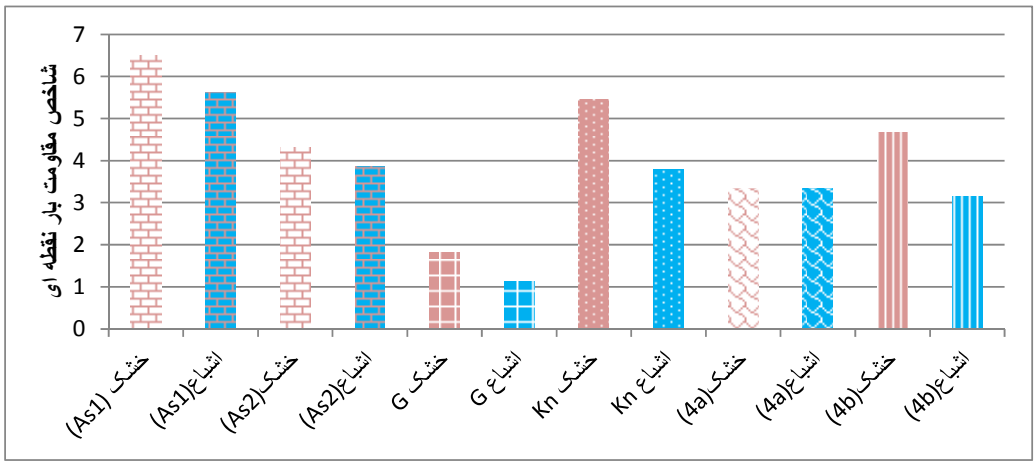
شکل ۲) رابطه تعداد چرخه‌ها با شاخص دوام براي سنگهاي سخت

در شکل۲ رابطه تعداد چرخه‌ها با شاخص دوام وارفتگی برای سنگهای مقاوم نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود میزان کاهش شاخص دوام در آهک‌های آسماری کمتر از نمونه های دیگر می‌باشد .دلیل این مساله درصد بالای کربنات، تخلخل کم در این آهک‌ها است.

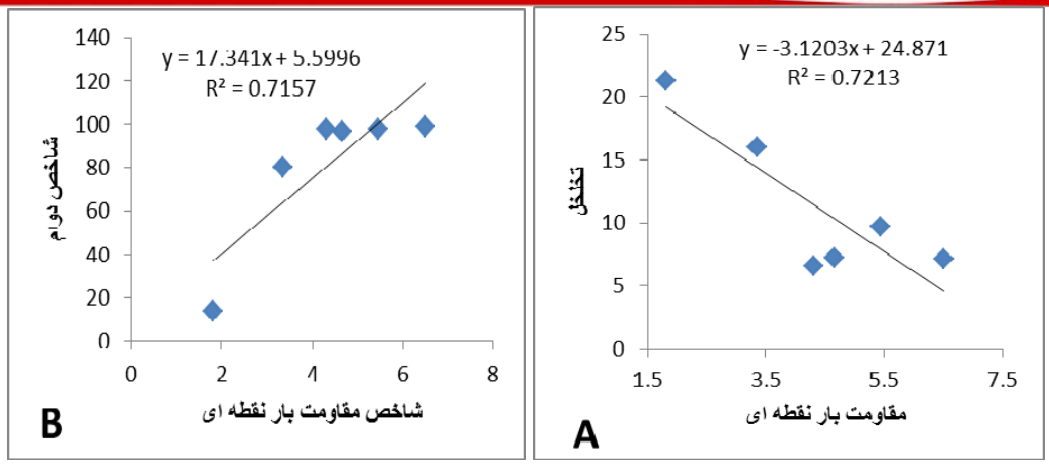
مقاومت بار نقطه‌ای:

هدف از انجام اين آزمايش تعيين يک شاخص مقاومتي مي‌باشد که در طبقه‌بندي و تعيين خصوصيات سنگ استفاده مي‌گردد. با داشتن شاخص مقاومت بار نقطه‌اي، مي‌توان مقاومت فشاري تک محوري سنگ را برآورد نمود(فهیمی فر، ۱۳۸۰).

مقاومت بار نقطه‌ای نمونه‌ها در حالت خشك و اشباع تعیین شد. با توجه به شکل‌های ۳ و ٤ با افزایش درجه اشباع شاخص مقاومت بار نقطه‌ای نمونه‌ها کاهش می‌یابد. همچنین با کاهش تخلخل، مقاومت سنگ‌ها افزایش می‌یابد.



شکل ۳) تاثیر رطوبت بر مقاومت بار نقطه ای



شکل۴) (A) رابطه شاخص مقاومت بار نقطه با تخلخل (B) رابطه شاخص مقاومت بار نقطه با شاخص دوام

همچنین رابطه بین شاخص مقاومت بار نقطه و شاخص دوام سنگ‌ها با هم مقایسه شد. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود با افزایش شاخص مقاومت بار نقطه، دوام نمونه‌ها نیز افز ایش می‌یابد.

سختی :

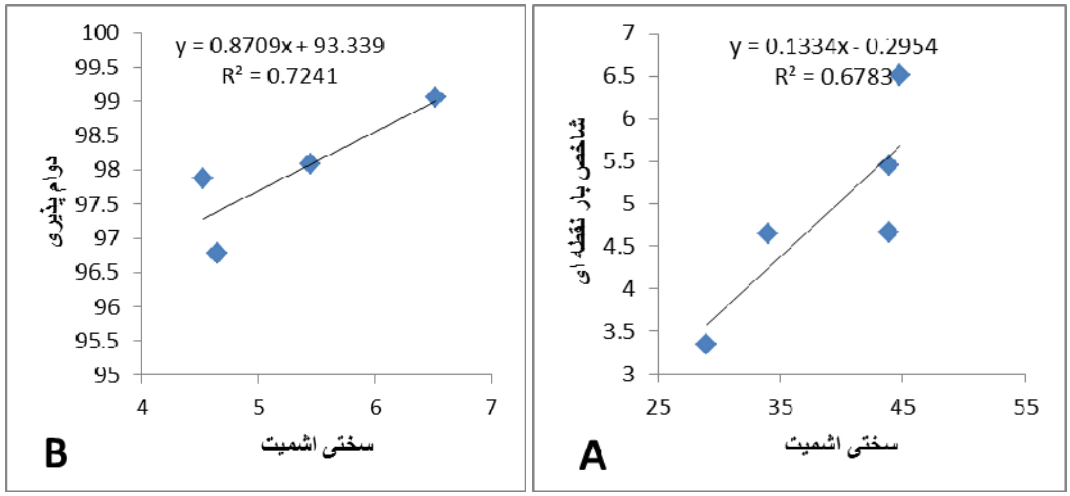
سختی[۱] یکی از مفاهیم رایج است که برای توصیف رفتاری سنگها به کار می‌رود. سختی تابعی از عوامل ذاتی متفاوتی چون نوع کانی‌ها، ابعاد دانه‌ها، چسبندگی مرزی کانی‌ها، مقاومت و رفتار الاستیک و پلاستیک سنگ می‌باشد. ترکیب و اندرکنش این عوامل، تعیین کننده سختی یک سنگ است(فهیمی فر، ۱۳۸۰). معمولاً برای تعیین مقاومت تراکمی تک محوره سنگ در صحرا از آزمایش چکش اشمیت استفاده می‌شود. با استفاده از چکش اشمیت عددی به عنوان عدد سختی واجهشی اشمیت بدست می‌آید، هر چه صلبیت سنگ بیشتر باشد این عدد نیز بزرگتر است (خانلری، ۱۳۸۹). در این پژوهش از روش پیشنهادی ASTM برای تعیین سختی واجهشی سنگ استفاده شده است. شایان ذکر است که چکش مورد استفاده در این آزمایش از نوع L بوده و میانگین مقادیر بدست آمده در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول۴) نتایج آزمایش سختی اشمیت نمونه‌های مورد مطالعه

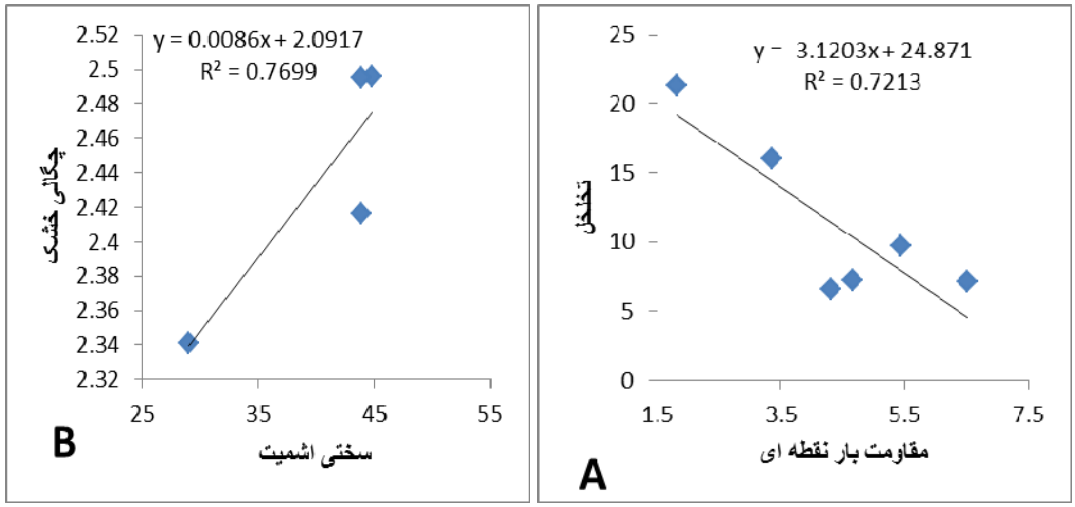
نوع سنگ	حداکثر	حداقل	میانگین
آهک آسماری(As_1)	۵۳	۴۶	۴۹/۵
آهک آسماری(As_2)	۵۰	۴۰	۴۳/۹
گچ گچساران G	۳۰	۲۷	۲۸/۲
ماسه سنگ کشکان Kn	۵۰	۴۴	۴۷/۴
مارن آسماری(۴a)	۳۲	۲۹	۳۰/۱
آهک مارنی(۴b)	۳۸	۳۴	۳۵/۹

[۱]- Hardness

رابطه سختی با شاخص‌های مقاومت و دوام، چگالی خشک و تخلخل در شکل‌های ۵ و ٦ نشان داده شده است. همانطور که دیده می‌شود با افزایش سختی شاخص‌های مقاومت، دوام پذیری و نیز چگالی خشک نمونه‌ها افزایش می‌یابد. ولی این شاخص با تخلخل رابطه عکس دارد.



شکل ۵) (A) رابطه سختی و شاخص مقاومت بار نقطه‌ای سنگهای مورد مطالعه(B) رابطه سختي و شاخص دوام سنگهای مورد مطالعه



شکل٦) (A) رابطه سختی و چگالی خشک برای سنگهای مورد مطالعه (B) رابطه سختي و درصد تخلخل براي سنگهای مورد مطالعه

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

۱- بین دو نمونه سنگ آهک آسماری در همه شاخص‌های مطالعه شده اختلاف وجود دارد که این موضوع می‌تواند ناشی از اختلاف در درجه هوازدگی و ویژگی های بافتی آنها باشد.

۲- شاخص مقاومت بار نقطه ای در سنگ‌های سخت بیشتر از سنگ‌های نرم است.

۳- در تمام نمونه‌ها مقاومت بار نقطه‌ای در حالت خشك بیش از حالت اشباع است.

٤- در بین نمونه‌های سنگی مورد مطالعه کاهش شاخص دوام در سنگ گچ گچساران نسبت به نمونه‌های دیگر خیلی بیش تر است. دلیل این مساله تخلخل بالای این سنگ می‌باشد.

٥- بین شاخص سختی چکش اشمیت و پارامترهای چگالی، شاخص بار نقطه‌ای و دوام سنگ‌ها رابطه مستقیم وجود دارد.

٦- در فصل تر به دلیل افزایش رطوبت، هوازدگی شتاب دار (دوام) سنگ‌ها افزایش می‌یابد به همین دلیل در فصل تر ترانشه‌های مسیر آزاد راه ناپایدار هستند.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

ارزیابی مقاومت، دوام و سختی سنگ و یافتن ارتباط آن با خصوصیات فیزیکی، می‌تواند در شناسایی خصوصیات فیزیکی و مهندسی سنگ‌ها برای انجام پروژه های مهندسی مورد استفاده قرار گیرد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

خانلري، غ، ر.، ۱۳۸۹، " اصول مكانيک سنگ "، چاپ اول، (۱۹- ۵۱)انتشارات دانشگاه بوعلي سينا، دانشگاه بوعلی سينا.
فهيمي‌فر، ا.، ۱۳۸۰، "آزمايشهاي مكانيک سنگ (جلد اول)"، نشر دانشگاهي اميركبير.
قبادی، م، ح.، ۱۳۷۹، " اهمیت سنگ شناسی و دوام سنگ در ارزیابی پایداری سازند آغاجاري " ،مجموعه مقالات چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران،تبریز،صفحات٤٩٤-٤٩٦.
قبادی، م، ح.، ۱۳۸۰، " رابطه بین دوام استاتیکی و دینامیکی با ترکیب کانی شناسی "،مجموعه مقالات اولین کنفرانس مکانیك سنگ ایران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، صفحات۱۰۹-۱۱۷.
قبادی، م، ح.، ۱۳۸۱، " رابطه بین لیتولوژی و دوام در ارزیابی ناپایداری شیبهای سنگی آغاجاری، مطالعه موردی: اهواز "، مجله علوم دانشگاه شهیدچمران، شماره، صفحات۱-۱۶.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Franklin, J., Chandra, R., ۱۹۷۹. "The slake- durability test", Int J Rock Mech Min Sci Geomech, Vol ۹.

Szwedzicki, T,. ۱۹۹۸. Indentation hardness Testing of Rock. International journal Rock mechanics and Mining Sciences, vol.۳۵, pp. ۸۲۵-۸۲۹.

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

نقش عناصر ساختاری تاقدیس اهواز در مخاطرات احتمالی زمین‌شناسی محدوده‌ی شبکه‌ی متروی شهری

ابراهیم محمدی[۱]
۱- کارشناس ارشد تکتونیک، دانشگاه سیستان و بلوچستان
۲- rockgeo1952@yahoo.com

چکیده :

عناصر ساختاری تاقدیس اهواز نقش اساسی را در ایجاد مخاطرات احتمالی زمین‌شناسی محدوده‌ی شبکه‌ی مترو دارند. گسل معکوس اهواز پتانسیل ایجاد این نوع مخاطرات را دارد. در این تحقیق، شواهد صحرایی و شواهد ژئوتکنیکی گردآوری شده و همچنین مقاطع زمین‌شناسی به منظور تعیین موقعیت دقیق این گسل و نقاط تقاطع آن با خطوط مترو ترسیم گردیده است. فاصله‌ی بخش مرکزی تونل خط ۱ تا گسل مذکور نیز مشخص نموده که در محدوده ۱۰۰ تا ۱۵۰ متری این گسل قرار می‌گیرد. در این تحقیق، تغییرات مشخصات هندسی لایه‌های گل‌سنگ و ماسه‌سنگ و صفحات دسته درزه‌ها نسبت به تغییرات روند صفحه‌ی مقطع تونل و محور آن تعیین گردیده است. نقش تغییرات مشخصات هندسی لایه-ها در ایجاد مخاطراتی از قبیل: افزایش و یا کاهش مساحت چسبیدن (Adherence) پوسته (shield) دستگاه حفر تونل (TBM) با گل‌سنگ و ایجاد ریسک کندشدگی(Clogging risk) در سرمته این دستگاه، ایجاد سطح ناهمگنی از طریق افزایش و یا کاهش مساحت رخنمون ماسه‌سنگ به عنوان سنگ ترد (Brittile)، و گل‌سنگ به عنوان سنگ نرم و انعطاف‌پذیر (Ductile) در مقطع تونل و همچنین نقش تغییرات مشخصات هندسی صفحات دسته درزه‌ها و صفحات لایه‌بندی در ایجاد گسیختگی صفحه‌ای (planar failure) و گسیختگی گوه‌ای (wedge failure) در سقف و دیواره‌های تونل تعیین گردیده است. در این تحقیق از نرم‌افزارهای Rockwork14، Unwedge3.0 و Dips استفاده شده است.

کلمات کلیدی: گسل اهواز، تاقدیس اهواز، گسیختگی گوه‌ای(Wedge Failure)، گسیختگی صفحه-ای(Planer Failure).

Abstract:

The Role of Structural Units of Ahvaz Anticline on creation probable Hazards at Urban Railway Net

The Ahvaz anticline and reverse fault, where the urban railway's tunnels and stations of line1 and 3 other lines are being constructed in this area, is bounded within deformation front of Zagros active belt. The trend of this anticline axis is known to be from north-west to south-east and the mentioned tunnel to be approximately perpendicular on this trend (except the central part of tunnel).

The structural elements of Ahvaz anticline play an important role in possible geological hazards at the Ahvaz Urban Metro Network. The Ahvaz reverse fault has potential of such hazards. In this research, the field and geotechnical evidences are collected and a geological correlation sections have been drawn to determine the exact location of the intersection points of this fault with the tunnel of the line number one.

The central part of tunnel distance to the fault zone has also been determined where is located at 100 to 120 meters away of the north of Naderi street.

In this research, the geometrical characteristics variations of joint sets surfaces and bedding planes of sandstone and Clay stone layers with respect to trend changes of tunnel section have also been determined. The role of this changes in the geological hazards such as : increasing the adherence area of the Tunnel Boring Machine (TBM) shield with Clay stone layers and creation clogging risk at the cutter head of this machine, increasing the area of inhomogeneous surface at the tunnel section in the form of brittle (sandstone) and ductile (Clay stone) layers of difference hardness and creation diversion of cutter head of TBM, and creation planer failure and wedge failure at the roof and sides of tunnel have also been determined by using "Dips" , Rockworks14 and "Unwedge3.0"Softwoares.

Key words: Ahvaz fault, Ahvaz anticline, wedge failure, planer failure

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

پروژه قطار شهری یا مترو در کلان شهر اهواز در حال احداث است. مسیرهای خطوط این شبکه‌ی مترو که در زیر زمین به شکل تونل‌ها احداث می‌شوند، در محدوده تاقدیس اهواز قرار گرفته و با گسل معکوس اهواز و زون خرد شده‌ی آن در داخل محدوده‌ی شهری تقاطع دارند. سنگ‌های خرد شده در زون گسل پتانسیل تغییر شکل و ایجاد مخاطرات زمین‌شناسی را در محدوده محل‌های تقاطع با تونل‌های مترو، به خصوص در شرایط وقوع زمین لرزه را دارند. همچنین گسل مذکور از نوع فعال است و قابلیت لرزه زایی دارد.

با انجام پیمایش‌های صحرایی و ثبت مشخصات هندسی گسل معکوس اهواز و همچنین مطالعه‌ی نتایج عملیات حفاری ژئوتکنیک در طول مسیر خطوط شبکه‌ی مترو و تلفیق مقاطع زمین‌شناسی عرضی و طولی، محل‌های تقاطع این گسل با تونل‌های خطوط مترو مشخص گردیده است. همچنین در این پیمایش‌ها، تغییرات روند محور تاقدیس اهواز، روند و مقدار شیب صفحه محوری، روند و مقدار شیب لایه-های دو یال این تاقدیس ثبت شده است. الگوی دسته درزه‌های موجود در لایه‌های دو یال تاقدیس مذکور و تغییرات صفحات این درزه‌ها نیز در این تحقیق تعیین گردیده است. با توجه به نوع لایه‌های تشکیل دهنده دو یال تاقدیس که عمدتا از نوع ماسه سنگ و گل سنگ می‌باشند و همچنین باتوجه به تغییرات روند محور تونل خط ۱ مترو وتغییرات روند صفحه تونل این خط که در حال اجرا می باشد، مشخص گردیده که مخاطرات زمین‌شناسی از قبیل ایجاد کند شدگی وکاهش نرخ پیشروی ماشین حفر تونل و همچنین ایجاد گسیختگی صفحه‌ای و گوه‌ای در سقف و دیواره‌های تونل مذکور بوجود می‌آید.

◇◇◇◇◇◇◇

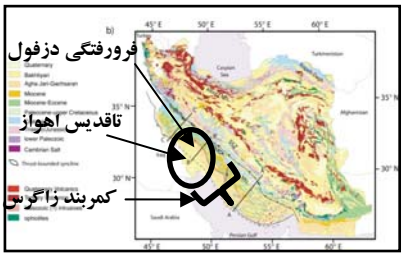
روش تحقیق:

زمین شناسی ساختگاه شبکه مترو

ساختگاه شبکه‌ی متروی شهری مورد مطالعه، تاقدیس اهواز است که این تاقدیس در جبهه دگرشکلی (Deformation Front) کمربند چین تراست زاگرس (Zagros Fold-Thrust Belt) قرار گرفته و در بخش شمالی فرورفتگی دزفول (Embayment Dezful) واقع می‌باشد (McQuarrie, 2004). تاقدیس مذکور آخرین تاقدیس از چین‌های زاگرس است که در ناحیه‌ی جنوب غربی ایران رخنمون دارد (شکل۱). این تاقدیس بر اساس طبقه‌بندي McClay(سال ۲۰۰۴) در رده‌ی چین‌های وابسته به گسل (Fault Related Folds) قرار می‌گیرد.

رخنمون تاقدیس مذکور در محدوده شهر اهواز و نواحی پیرامون آن بشکل تپه‌های دراز و کم ارتفاع می-باشند که رقوم آنها بین ٤٠ تا ٧٠ متر نسبت به سطح آب دریا است. بر اثر عملکرد گسل معکوس اهواز، فقط یال شمال شرقی این تاقدیس در تپه‌های مذکور رخنمون دارد (شکل۲). درحالیکه یال جنوب غربی فقط

در نقاط معدود و به شکل لایه های سنگی تیغه‌ای شکل و شیب دار دیده می‌شود. لایه‌های تشکیل دهنده تاقدیس اهواز شامل تناوبی از لایه‌های ماسه سنگ و گل سنگ متعلق به سازند آغاجاری است. سن این سازند میوسن بالایی تا پلیوسن می‌باشد (مطیعی، ۱۳۷۲).

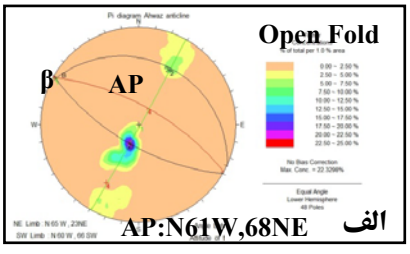


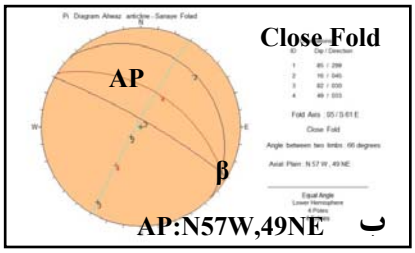
شکل(۱): موقعیت تاقدیس اهواز در کمربند چین خورده و رانده شده زاگرس(McQuarrie, 2004)

شکل(۲): یال شمال شرقی تاقدیس اهواز (منطقه‌ی حصیر آباد)

عناصر ساختاری تاقدیس اهواز

در ابتدا، به منظور شناخت دقیقی از ساختگاه محل شبکه مترو، مشخصات هندسی لایه‌های دو یال تاقدیس اهواز را در پیمایش‌های صحرایی برداشت شده است. با استفاده از نرم افزار Dips ، نمودار π ترسیم گردیده است. نتایج این برداشت‌ها نشان داده که تاقدیس اهواز از نوع نامتقارن بوده، سطح محوری آن دارای شیب بین ٤٩ تا ٦٨ درجه به سمت شمال شرق و محور آن دارای روند کلی N61W,02 که دارای میل ۲ درجه به سمت شمال غرب می‌باشد (شکل۳). زاویه بین یالی آن از ۹۲ تا ۵۳ درجه تغییر می‌کند. در بعضی از مناطق، یال جنوب غربی برگشتگی را نشان می‌دهد (شکل۳ب).





شکل (۳): تصویر استریوگرافیک نمودار π تاقدیس اهواز . الف: محدوده کل تاقدیس .ب: در محدوده منطقه صنایع فولاد (برگشتگی در یال جنوب غربی)

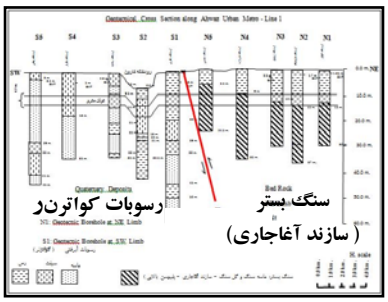
گسل معکوس اهواز*(Ahvaz Reverse Fault)*

به منظور تعیین محل‌های دقیق تقاطع این گسل با خطوط شبکه مترو مورد مطالعه، شواهد صحرایی و شواهد ژئوتکنیکی گرد آوری شده به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

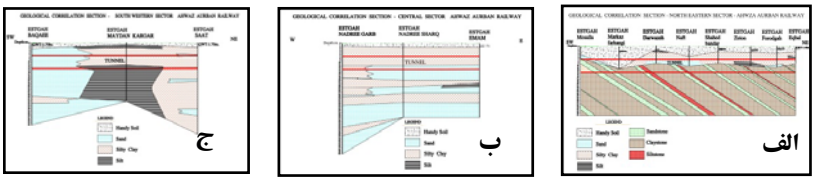
شواهد صحرایی: شامل قطع ناگهانی ساختار تاقدیس اهواز، سنگ گسل(Rock Fault) از نوع کاتاکلاستیک در زون گسل، خش لغز(Striation) در سطح گسل(شکل۴)، خردشدگی لایه‌های سنگی در زون گسل و تغییر الگوی دسته درزه‌ها است.

شکل(۴): سنگ گسل از نوع کاتاکلاستیک و خش لغز در زون گسل اهواز - منطقه صنایع فولاد
الف:سنگ کاتاکلاستیک سنگ گسل.ب:خش لغز سطح گسل

شواهد ژئوتکنیکی: نتایج مطالعات ژئوتکنیک که در طول مسیر ۲۳ کیلومتری خط۱ مترو انجام شده است نشان داده که عمق سنگ بستر (Bed Rock) در بخش شمال شرقی تونل این خط بین ۶/۵ تا ۱۲ متر نسبت به سطح زمین طبیعی قرار دارد. این بخش شامل ۱۰ کیلومتر از طول تونل (بین ایستگاه اقبال تا ایستگاه مصلی) می‌باشد. در حالیکه گمانه‌های ژئوتکنیک که در بخش‌های مرکزی و جنوب غربی حفر شده‌اند نشان داده که تا عمق ۶۰ متری به سنگ بستر برخورد نشده است (شکل۵ و۶).



شکل (۵): موقعیت تقاطع گسل معکوس اهواز با تونل خط۱ مترو



شکل (٦): عبور تونل خط۱ مترو از بین لایه های سنگی و رسوبات آبرفتی
الف: فرادیواره گسل اهواز(بخش شمال شرقی تونل)
ب و ج:فرودیواره گسل(بخش‌های مرکزی و جنوب غربی تونل)
خطوط قرمز رنگ افقی: مسیر تونل

نتایج :

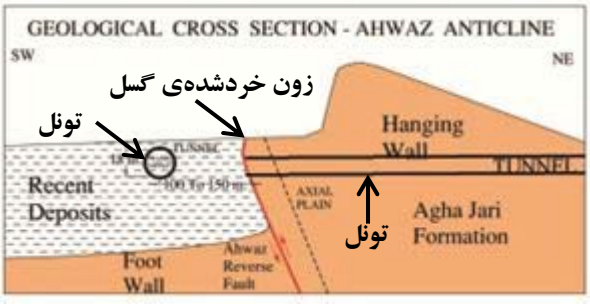
مخاطرات زمین‌شناسی

۱- تغییر شکل سنگ‌های خرد شده در محل تقاطع تونل خط ۱ مترو با گسل معکوس اهواز:

بر اساس شواهد صحرایی و پیمایش‌های صورت گرفته در امتداد گسل و همچنین بر اساس شواهد ژئوتکنیکی و مقاطع طولی زمین‌شناسی که از روی لوگ گمانه‌ها تهیه شده است مشخص گردیده که تونل خط ۱ مترو در محدوده خیابان سیروس واقع در بین ایستگاه مصلی و ایستگاه نادری شرقی با گسل اهواز تقاطع دارد (شکل۷).

شکل (۷): تقاطع خطوط ۱،۲ و ۳
شبکه مترو
با گسل معکوس اهواز

پژوهشگران زمین‌شناسی و تکتونیک این نظر را دارند که حداکثر تغییر شکل (Deformation) در سیستم-های چین-تراست (Fault Propagation Fold) در فرودیواره (Footwall) گسل رخ می‌دهد لذا انتظار می‌رود محدوده‌ی جنوب گسل اهواز واقع در بین ایستگاه نادری شرقی و ایستگاه ساعت (به‌طول ۲ کیلومتر) با بیشترین دگرشکلی مواجه باشد. بررسی‌های به عمل آمده از روی شواهد صحرایی و ژئوتکنیکی نشان داده که محدوده مذکور به‌طور موازی با تونل خط۱ مترو واقع شده و فاصله آن تا این خط بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر می باشد (شکل۸).



شکل (۸): موقعیت زون خردشده‌ی گسل اهواز نسبت به بخش مرکزی تونل خط۱ مترو

روند (Trend) محور تونل خط۱ مترو در بخش شمال شرقی NE-SW و در بخش مرکزی NW-SE یا متمایل به E-W می‌باشد که بطور موازی با روند صفحه گسل قرار می‌گیرد. تغییر شکل سنگ‌های خرد شده در زون گسل در هنگام وقوع زمین لرزه می‌تواند مخاطرات جدی برای پایداری پوشش بتنی تونل به‌وجود می‌آورد. لذا توصیه می‌شود در محل تقاطع تونل با گسل از پوشش انعطاف پذیر استفاده شود. محدوده مورد بررسی بر اساس تقسیم بندی توکلی(سال۱۹۹۴) در استان لرزه زمین ساخت ۱۲ واقع

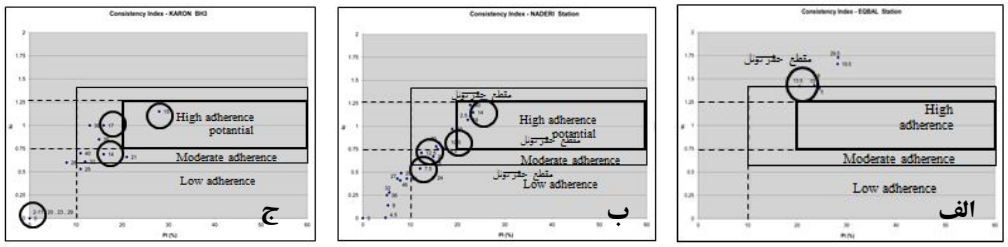
می‌شود و پتانسیل رخ دادن زمین لرزه‌ی با بزرگی ۷ ریشتر در این استان وجود دارد. در تاریخچه زلزله خیزی شهر اهواز، زمین لرزه‌ای با بزرگی ۶/۵ ریشتر گزارش شده است. همچنین زمین لرزه‌های متعدد با بزرگی بین ۴ تا ۵ ریشتر در پیرامون شبکه مترو تاکنون رخ داده است(IISSE).

۲-مخاطرات چسبندگی*(Adherens)* و ایجاد ریسک کندشدگی*(Clogging Risk)*:

این نوع مخاطرات در بین پوسته (Shield) دستگاه حفر تونل TBM و لایه‌های گل سنگ واقع در بخش شمال شرقی تونل خط۱ مترو رخ می‌دهد. Thewes در سال ۱۹۹۰ با استفاده از تجربیات حفر تونل‌های متعدد توسط دستگاه حفر تونل توانسته است مشکلات ناشی از خاصیت چسبندگی در رس را بررسی کند. ایشان به این نتیجه رسیده که اغلب مشکلات موجود در این زمینه متعلق به خاک‌های رس دارای حد خمیری (Plastic Limit) بین ۲۰ تا ۶۰ درصد و شاخص قوام رس (Consistency Index) بین ۰/۷۵ تا ۱/۳۰ می باشد. با استفاده از نتایج مطالعات ژئوتکنیک انجام شده در طول مسیر تونل خط۱ مترو ملاحظه می-گردد که قطعه‌هایی از تونل مذکور در بعضی نقاط دچار این مشکلات می‌شود (شکل ۹). شاخص قوام رس(Ic) از فرمول ذیل محاسبه می شود:

$$Ic= (LL-W\%)/(LL-PI) \qquad (۱)$$

که در آن : LL حد خمیری خاک، W% درصد رطوبت خاک و PI شاخص خمیری خاک می باشد.



شکل (۹): قرار گیری مقطع تونل خط۱ مترو در محدوده پتانسیل چسبندگی بالا و متوسط
الف: ایستگاه اقبال،ب:ایستگاه نادری،ج:زیر بستر رودخانه کارون
مستطیل پر رنگ: زون چسبندگی بالا ، مستطیل کم رنگ : زون چسبندگی متوسط و دوایر سیاه : مقطع تونل

مخاطرات چسبندگی در هنگام حفر تونل توسط دستگاه TBM شامل جابجایی قطعه‌هایی از خاک رس یا سنگ رس که با پوسته استیل دستگاه چسبیده‌اند به سمت جهت پیشروی عملیات حفاری می‌شود که فضاهای خالی در قسمت عقبی این محل تشکیل می‌شوند و منجر به ریزش لایه‌های بالایی می‌گردد. این مشکلات به شکل فرورفتگی در سطح زمین در مسیر خط یک مترو رخ داده است. این نقاط در محدوده آسفالت خیابان‌ها صورت گرفته که در صورت رخ دادن آن در محدوده ساختمان‌های چند طبقه ممکن است تلفات جانی علاوه بر خسارات مالی به همراه داشته باشد. مشکلات دیگر در این زمینه شامل چسبندگی رس با کاتر دستگاه (Cutter Head)، اتاق مخلوط کننده (Mixing Chamber) و خطوط انتقال کلوخه‌های رس از سینه کار به خارج از تونل می‌باشد (Zimnik, 1990). نقش عناصر ساختاری تاقدیس اهواز در این مورد به شکل تغییر مقادیر شیب و امتداد لایه‌های سنگ رس می باشد. کاهش مقدار شیب این لایه های و تغییر روند آنها باعث افزایش مساحت محدوده چسبندگی بین پوسته دستگاه حفر تونل و لایه‌های مذکور می‌گردد. تغییرات شیب و امتداد این لایه‌ها بر اساس اندازه گیری های به عمل آمده بین

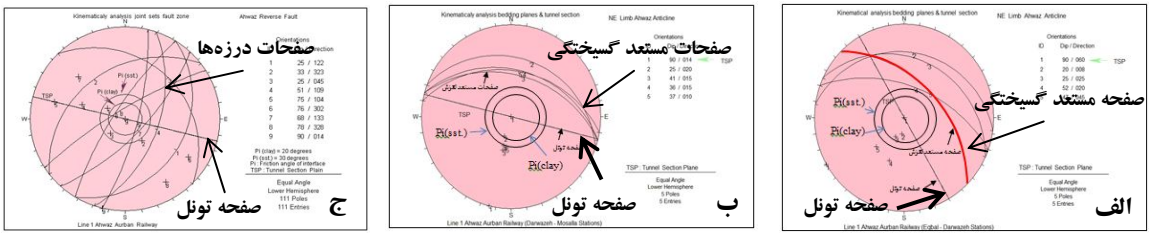
N82W,20NE تا N55W,45NE می‌باشد. بررسی‌های به عمل آمده نشان داده که فقط بخش شمال شرقی تونل مذکور در بین لایه‌های سنگی متعلق به سازند آغاجاری حفر می‌شود. این بخش در یال شمال شرقی تاقدیس اهواز یا در فرادیواره گسل قرار دارد.

۳-مخاطرات ایجاد جبهه کاری ناهمگن درکاتر دستگاه TBM و کاهش نرخ پیشروی دستگاه *(Performance)*

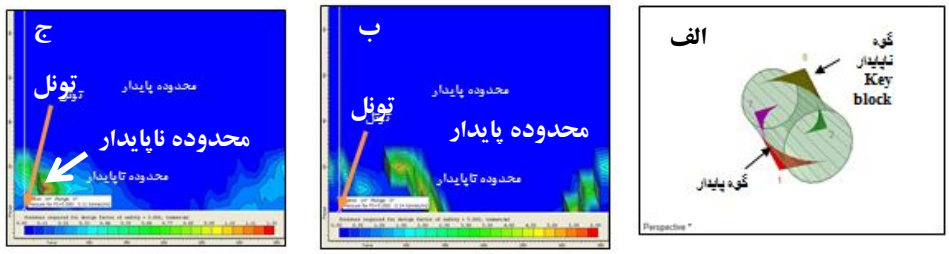
بخش شمال شرقی تونل خط۱ مترو در بین لایه‌های سنگی از نوع گل سنگ و ماسه سنگ حفر می شود. نتایج مطالعات ژئوتکنیک نشان داده که مقاومت فشاری (qu) (Unconfined Compression Strength) سنگ‌های مذکور در این بخش از تونل بین ۴/۶۸ تا ۱۲۴/۸ ، مقاومت چسبندگی بین ۴/۷۷ تا ۱۳/۷۷ و مقاومت برشی بین ۰/۰۱ تا ۰/۹۵ کیلوگرام بر سانتی متر مربع تغییر می‌کند. همچنین زاویه اصطکاک داخلی این سنگ‌ها بین ۱۵/۶ تا ۵۷/۳ درجه متغیر است. هرگونه تغییراتی در مشخصات هندسی عناصر ساختاری تاقدیس اهواز از جمله مقادیر شیب و امتداد لایه‌های سنگی واقع در مسیر تونل مذکور باعث ایجاد تغییراتی در مساحت رخنمون این لایه‌ها در مقطع تونل می‌گردد. تغییرات مشخصات هندسی لایه‌ها بین N82W,20NE تا N55W,45NE می باشد. همچنین روند (Trend) محور تونل از محدوده ایستگاه اقبال تا ایستگاه مصلی N60E و از این ایستگاه تا محل تقاطع با زون گسل اهواز N14E است. لذا تغییرات مشخصات هندسی عناصر ساختاری تاقدیس اهواز نقش تعیین کننده‌ای را در افزایش و یا کاهش رخنمون لایه های سنگی مقاوم (ماسه سنگ) و انعطاف پذیر(گل سنگ) و ایجاد جبهه کاری ناهمگن در مقطع تونل دارند. رخنمون این دو نوع سنگ در مقطع تونل باعث ایجاد انحراف در کاتر دستگاه ، جام کردن پوسته دستگاه، جام کردن تجهیزات بک آپ ، عدم همگرایی در مقطع حفر تونل و تخریب سیستم نگهداری تونل(Support) می‌گردد (Ramoni, 2010).

۴- مخاطرات گسیختگی صفحه‌ای *(planar failure)* و گوه‌ای *(wedge failure)* در مقطع، سقف و دیواره‌های تونل خط۱ مترو

در شرایطی که اختلاف بین روند صفحات لایه‌بندی و روند صفحه تونل دارای زاویه ۲۰ درجه یا کمتر باشد، گسیختگی
صفحه‌ای رخ می‌دهد. مقدار زاویه اصطکاک سطوح صفحات مذکور در این مورد تعیین کننده می‌باشد. در بررسی‌های به عمل آمده در این مورد ملاحظه گردیده که امکان رخ دادن گسیختگی صفحه‌ای در مقطع تونل خط۱ مترو محدوده ایستگاه اقبال تا ایستگاه دروازه که روند محور تونل N60E می باشد وجود دارد(شکل۱۰الف). همچنین با تغییر روند محور تونل به N14E، پتانسیل گسیختگی افزایش می-یابد(شکل۱۰ب). گسیختگی گوه‌ای نیز که متاثر از دسته درزه ها است در محدوده زون خرد شده گسل اهواز تشدید می‌شود(شکل۱۰ج). تحلیل گسیختگی صفحه‌ای و گوه‌ای با استفاده از نرم افزار Dips صورت گرفته است. تغییر مشخصات هندسی عناصر ساختاری تاقدیس اهواز از جمله مقادیر شیب و امتداد لایه‌ها و صفحات درزه‌ها، نقش تعیین کننده‌ای را در تشدید گسیختگی دارد. همچنین با استفاده از نرم افزار Unwedge3.0، علاوه بر تحلیل خطر سقوط گوه‌ها یا بلوک‌های کلیدی(Key Blocks) از سقف و دیواره-های تونل(شکل۱۱الف)، خطر قرارگیری تونل در محدوده ناپایدار در هنگام وقوع زمین لرزه نیز بررسی گردیده است(شکل۱۱ب و ج).



شکل (۱۰): تحلیل جنبشی گسیختگی صفحه‌ای و گوه‌ای در مقطع تونل خط۱ مترو اهواز
الف: محدوده ایستگاه اقبال تا ایستگاه دروازه،ب:محدوده ایستگاه دروازه تا ایستگاه مصلی،ج: محدوده تقاطع تونل با زون خردشده گسل اهواز. دایره کوچک (مقدار زاویه اصطکاک داخلی ناپیوستگی‌های سنگ رس، دایره بزرگ (مقدار زاویه اصطکاک داخلی ناپیوستگی های ماسه سنگ)- نرم افزار Dips ◇◇◇◇◇◇◇



شکل (۱۱): الف: تشکیل بلوک کلیدی(Key Block) در سقف تونل،ب: قرارگیری تونل در محدوده پایدار در شرایط عادی،ج: قرارگیری تونل در محدوده ناپایدار در شرایط وقوع زمین لرزه (نرم افزار Unwedge3.0)

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

الف: تونل خط۱ مترو در محدوده تقاطع با زون خرد شده گسل اهواز در حین وقوع زمین لرزه، در شرایط ناپایداری قرار می‌گیرد. زمین لرزه تاریخی ۶/۵ ریشتری در شهر اهواز رخ داده است.
ب: قرارگیری تونل خط۱ مترو در محدوده چسبندگی بین پوسته دستگاه TBM و لایه های گل سنگ باعث ایجاد ریسک کند شدگی (Clogging risk) می‌گردد.

ج: رخنمون لایه های ماسه سنگ و گل سنگ با مقاومتهای برشی، چسبندگی و تک محوری متفاوت در مقطع تونل باعث انحراف کاتر دستگاه TBM و کاهش نرخ پیشروی(Performance) می‌گردد.

د- امکان تشکیل گوه‌های مستعد لغزش در سقف و دیواره های تونل و کاهش ضریب اطمینان تا حد صفر وجود دارد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

مطيعي ه.، (۱۳۷۲) . زمين‌شناسي ايران، چينه‌شناسي زاگرس، انتشارات سازمان زمين‌شناسي و اكتشافات معدنی كشور.

References:

International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES).
McClay, K.R. (2004). "Analogue models of doubley convergent orogenes".Thrust tectonics and hydrocarbon systems. American Association of petroleum Geologists Memori, 82, in press
McQuarie, N. (2004). "Crustal scale geometry of the Zagros Fold-Thrust Belt, Iran". J. Struct Geol., Vol. 26, pp. 519-535.

Ramoni, M., and Anagnoston, G. (2010). "Tunnel boring machines under squeezing conditions". Tunneling and Underground Space Technology. Vol. 25, pp. 139-157.

Thewes, M. (1999). "Adheasion von Tonboden beirn Tunnelvortrieb mit Flussigkeitsschilden". Bergische Universitat Gesamthochschule Wuppertal, Bodenmechanik und Grundbau, No. 21.

Zimnik, A.R., et al. (1990). "The Adherence of clay to steel surfaces".

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

نقش مدیریت جامع سیلاب در توسعه پایدار شهر بهشهر

◇◇◇◇◇◇◇

نام و نام خانوادگي: عقيل محمودي سفيدكوهي -- مدرك تحصيلي: كارشناسي ارشد جغرافيا و برنامه ريزي شهري ،
كارشناس امور حوادث غير مترقبه استانداري مازندران ، شماره تماس:۰۹۱۱۱۵۵۹۱٤٤ ------- ۰۱۵۱۲۲۱۰۳۳۹
Email:aqilmahmoodi@yahoo.com

◇◇◇◇◇◇◇

چکیده :

با نگاهی به روند توسعه شهری در ایران و استان مازندران ،مي توان به نقش محوری رودخانه ها در شکل گیری و توسعه سکونتگاههای شهری و روستایی پی برد. از اینرو شناخت دقیق مخاطرات سکونت در مجاورت این رودها در توسعه پایدار شهری الزامیست .
با مطالعه دلایل سیل مورخ ۹۱/۷/۲۲ بهشهر و ثبت میزان ۱۳۲ میلی متر بارندگی در ایستگاه عباس آباد دریافتیم حجم عظیمی از سیلاب بهمراه آورده های جنگلی از حوضه آبخیز بالادست به سمت شهر جاری گردید .
عدم اجرای طرحهای آبخیزداری نظیر سرشاخه گیر و متعاقب آن فرسایش خاك منطقه ، ساخت و ساز بی رویه در بستر و حریم رودخانه های بهشهر که با اهمال دستگاههای نظارتی همراه گردید و نیز احداث سازه هاي تقاطعی غیر استاندارد با خروجیهای نامناسب در مسیر رودخانه ها با جاده کمربندی ، شیب کم زمین و بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی مناطق شمالی و تصرف بستر رودخانه ها توسط مالکین اراضی اطراف در پائین دست کمربندی ، همگي باعث گردید سیلاب معابر و اماکن شهر را فرا گرفته و سبب مرگ ٦ نفر و ٦٥٧ میلیارد ریال خسارت گردد.
وجود ۲۷۵ واحد تجاری و مسکونی در حریم رودخانه های قائم ، برزو و بزپل با مساحت ۱۲۲۰۸۳/۵ متر مربع مشکلات توسعه پایدار بهشهر را مشخص می نماید.
با توجه به بارشهای شدید موضعی سالیان اخیر و کاهش سطوح نفوذپذیر ، جهت تحقق توسعه پایدار باید اقدام به آزادسازي حرائم ، نظارت بر ساخت و ساز ،آموزش شهروندان در قالب اجراي طرح جامع مدیریت سیلاب نمود.

کلید واژه ها:(توسعه پایدار ، سیلاب ، رودخانه ، آبخیز ، حریم)

Abstract:

The influence of floods comprehensive management in Sustainable development of "behshahr"

Taking a look at the process of towns in Iran and mazandaran, we can understand the basic importance of rivers in formation and developing of civil and rustic residences, so in constant civil development careful recognition of risks of residenting in neighboring rivers are necessary.
With the study of reasons for the flood in 22/7/1391 in behshahr and the record of rainfall measurement about 132 mm in abbas-abad station, we came to this conclusion that a great bulk of flood along with forest torrential from upper aquiferous basin flew toward the town, having not carrying out water shedding plans like hinders and following it, wearing out of areas soil, unlimited building in the origin and limits of behshahr's rivers followed with the negligence of inspecting organization , and also building intersection factors without meeting standard ,with unsuitable passages in the direction of rivers by means of ring way, the title slope of the land and being up the surface of subterranean waters of northon regions and occupating the

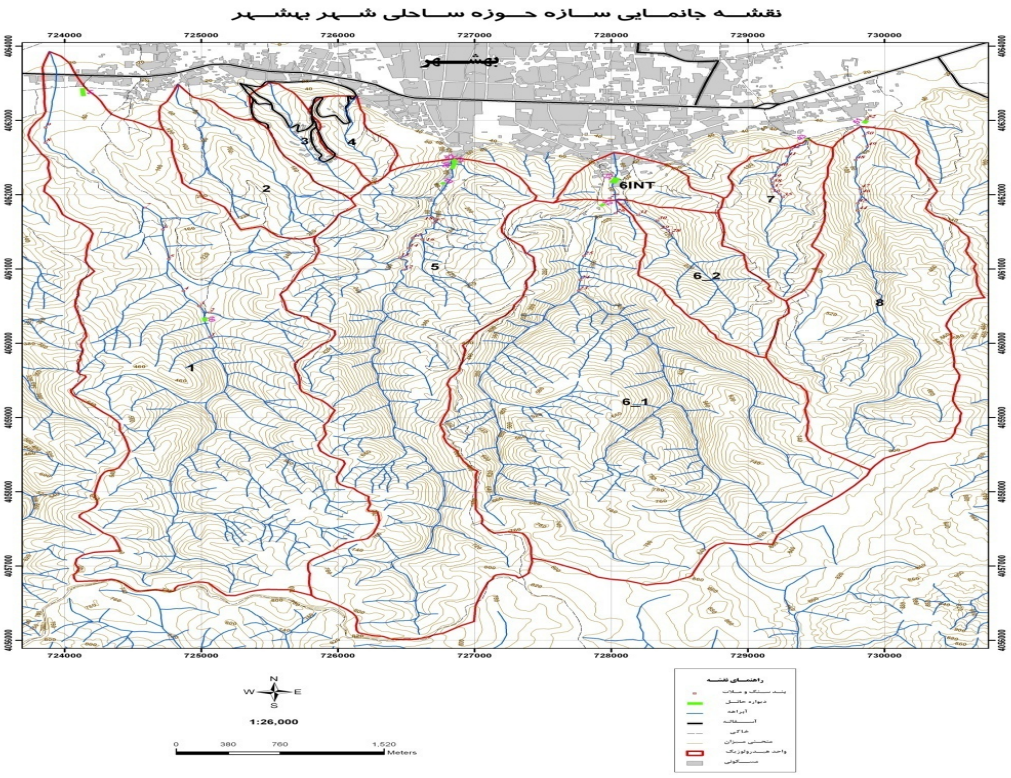
origin of rivers by the land owners of the suburbs in lower ring way all of these reasons caused the floods from the passages surrounded the town and killed six people and did657 milliard of rials's worth of storm damage . The existence of 275 trading and residential building in the limits of rivers like ghaem, borzoi and bozpol with the measurement of 122083/5 m^2 reveals the difficulties of constant developing in behshahr. so for carrying out the constant developing ,with considering regional sever rainfall of recent years and decreasing absorbant surface , we should release the suburbs, controlling on building and executing the comprehensive plan of flood management and training people.

Keywords :(Sustainable development, flood, river, aquiferous, suburb)

◇◇◇◇◇◇◇

مقدمه :

با نگاهی به تاریخچه بحرانهای طبیعی و اثرات تخریبی آن بر روی کره زمین میتوان گفت وقوع سیل یکی از پر تکرار ترین وقایع در سطح جهان و کشور ایران بوده است و بیشترین خسارات مالی و جانی را در سطح کشور به وجود آورده است و آنچه در استان مازندران نیز به طور مداوم باعث تخریب طبیعت و سکونتگاههای شهری و روستایی می گردد سیل می باشد که در سالهای اخیر قریب بر 75% خسارات استان نیز از طریق سیل وقوع یافت که این موضوع متأثر از توسعه ناموزون و بی برنامه سکونتگاهها بوده است.
شهر بهشهر نیز به دلیلی عبور ۵ آبراهه که از کوههای جنوبی و مشرف به شهر بهشهر سرچشمه می گیرد شهر را همیشه در خطر وقوع سیل قرار می دهد.



◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

روش تحقیق بیشتر براساس بازدید میدانی و تجزیه و تحلیل شرایط منطقه بوده که با توجه به مستقیم شغلی محقق در اداره کل مدیریت بحران استان مازندران و پیگیری امورات مربوطه به طور کامل مطالعه و بررسی نموده و مختصات بعضی از نقاط که با gps انجام شد و استفاده از داده های آماری تحقیق نیز همانطور که در متن اشاره می گردد بر اساس آمارهای رسمی شرکت آب منطقه ای استان ، اداره کل هواشناسی ، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری مازندران و اداره کل مدیریت بحران استان بوده که در اختیار محقق بوده است .

ما در این تحقیق بنا داریم بر چگونگی و دلایل وقوع سیلاب در مورخ ۹۱/۷/۲۲ شهرستان بهشهر و همچنین نقش توسعه پایدار در کاهش خسارات ناشی از سیل بپردازیم.
با بررسی گزارش اداره کل هواشناسی استان مازندران که میزان بارندگی را در ایستگاه عباس آباد بهشهر ۱۳۲ میلی متر اعلام نمود که این حجم بارندگی در یک ساعت اولیه اتفاق افتاد و طی زمان یک ساعت سیل شهر را فرا گرفت و با توجه به تعدد آبراهه ها بیش از نیمی از شهر دچار مشکل گردید و ضمن تخریب معابر و اماکن مسکونی و تجاری ، جان ٦ نفر از شهروندان را گرفت و بالغ بر ٦٥٧ میلیارد ریال خسارت به بار آورد. لذا تصمیم گرفته شد به بررسی وضعیت توپوگرافی ، اقلیم منطقه و همچنین وضعیت توسعه شهر در سالیان گذشته بپردازیم بر همین مبنا و براساس بررسی و بازدید های میدانی و مطالعات نقشه منطقه ، آن را به سه بازه با عملکردهای متفاوت دسته بندی نمودیم .
بازه نخست: منطقه جنوبي شهر كه مناطق مرتفع و كوهستاني پوشيده از جنگل مي باشد كه مساحت تقریبی ٣٦٧٠ هکتار برآورد گردید و شیب رودخانه های بهشهر به صورت نمونه به شرح ذیل می باشد:

نام رودخانه	حداکثر ارتفاع	درصد شیب رودخانه های اصلی	طول آبراهه یا رودخانه(کیلومتر)
پلنگ خیل	٧٩٩	٩/٢٧	٨/٣
بزپل	٨١٩	١١/٣٩	٦/٩٨
برزو	٨١٦	١٤/٩	٥/٠٤

آنچه که در این بازه بسیار به چشم می آید شیب تند دامنه ها (خصوصاً سرشاخه های فرعی آبراهه ها)، آبریزها و رودخانه هاي متفاوت از كوهستان كه وارد شهر ميشود . در اين منطقه به دليل تغييرات ساختاري ايجاد شده در اقليم مانند تخريب جنگل و مرتع و تغييرات الگوي كشت عليرغم شيب زياد مناطق به همراه جنس خاک منطقه که خاک رسی است و نفوذ پذیری آن پائین است ، محدود بودن و طول تقريباً كم رودخانه ها با همراه شدت بارش رگبار روان آبهاي سطحي زيادي را از كوهستان به همراه آورده هاي جنگلي به شهر وارد ميكند.
تغییراتی که با تخریب منابع طبیعی و قطع درختان این حوضه ها صورت گرفت و تبدیل آن به اراضی زراعی که اصولاً شخم و شیار آن در جهت شیب است باعث تسریع در سرعت عبور سیلاب و حمل بسیار زیاد رسوبات می شود .
رها شدن و عدم جمع آوری تنه های درختان در مسیر رودخانه ها نیز در بالا بردن شدت تخریب افزود و از آنجاییکه در مبحث آبخیزداری در این منطقه نیز چه به لحاظ بیولوژیک و چه از لحاظ مکانیکی هیچ اقدامی انجام نشد و نداشتن بندهای رسوب گیر و سرشاخه گیر که می توانست ضمن کاهش سرعت سیلاب و تأخیر در رسیدن روان آبها به شهر ، مانع از رسیدن تنه های درختان و رسوبات و آورده های دیگر به شهر گردد و خسارات را کاهش دهد.
بازه دوم: شهر بهشهر هست كه بر مسير آبراهه ها و رودخانه ها قرار گرفته و در اين منطقه ، ساخت و ساز هاي بي رويه در بستر رودخانه هاي شهر جريان عبور سيلاب و اكولوژي طبيعي آن را بر هم زده و ساخت پلهای بیشمار بر روی این آبراهه ها توسط مالکین منازل مسکونی مجاور عملاً مانع عبور آورده ها و متعاقب آن بالا آمدن سیل و آبگرفتگی منازل و معابر گردید.
اجراي آسفالت معابر و افزايش مداوم سطوح نفوذناپذير شهري با ساخت و سازهايي كه در طي سالیان گذشته صورت گرفته است مزید بر علت گردید که با رسیدن سیلاب مخرب به بهشهر و عدم همخوانی حجم سیلاب با مجراهای آبی شهر ، مسیر جریان آب را به سمت مناطق مجاور انهار هدایت و به بافت مسكوني و تجاري كه غالباً فرسوده است آسيب هاي بيشماري وارد نمود.

در سالیان قبل به دلیل کوتاهی در اعمال نظارت توسط دستگاههای مسئول و نبود برنامه های آموزشی جهت توجیه شهروندان به مخاطرات تجاوز به حریم و بستر رودخانه و ساخت و ساز در این مکانها ، متأسفانه تعداد بسیار زیادی واحد مسکونی در بستر این آبراهه ها ساخته شد تا جایی که دیوار اتاقهای منازل دقیقاً بر روی دیوار حائل رودخانه بنا گردید و از آنجائیکه سازه های اماکن مسکونی اطراف آبراهه ها عموماً غیر مقاوم و ناپایدار می باشد و جزء بافت فرسوده شهری می باشد به همراه معابر غیر استاندارد با سیستم جمع آوری آبهای سطحی ناقص ، در افزایش میزان خسارات وارده به شهر و تلفات انسانی نقش بسزایی داشته است و متأسفانه در سیل مهر ماه ۹۱ جان ٦ نفر از شهروندان را گرفت.
از طرفی با بررسی پلهای ایجاد شده در داخل شهر به یک تفاوت اساسی در ایجاد این سازه ها می رسیم و آن دسته از پلهای ساخته شده در دوره صفویه معروف به پل های شاه عباسی که دارای ارتفاع و عرض مناسب بود و خصوصیات هیدرولوژی و پیک دبی سیلاب در طراحی آنها لحاظ شده است و هیچ مشکلی در آنها ایجاد نشده است اما پلهای ساخته شده در شهر در سالهای گذشته عموماً فاقد استانداردهای لازم بوده و خود مانند سدی مانع عبور سیلاب می گردد.
برابر آمار اعلام شده توسط اداره امور منابع آب بهشهر تعداد واحدهای مسکونی ، تجاری و عرصه های واقع در بستر و حریم سه رودخانه قائم ، برزو و پلنگ خیل به شرح ذیل می باشد:

نام رودخانه	تعدادواحدهای مسکونی ، تجاری و عرصه های محصور واقع در حریم	مساحت مجموع سه رودخانه(متر مربع)
قائم	٦٤	۱۲۲۰۸۳/۵
برزو	۱۹۵	
بزپل	۱٦	
مجموع تعداد واحدهای سه رودخانه	۲۷۵	

در بررسيهاي ديگر از دو منطقه در مجاورت رودخانه هاي برزو x=726766 , y=4062745 و بزپل x=728210 , y=4062604 آنچه كه حائز اهميت بوده اجراي ديواره حفاظتي و ساماندهي رودخانه در مقطعي از رودخانه هاي مزبور توسط شركت آب منطقه اي استان بود كه در سال ۱۳۹۰ با رانش و فرسايش شديد ديواره هاي حاشيه رودخانه مواجه گرديده بود با اين اقدام ، بحراني ترين نقطه شهر در سال ۹۰ را نجات داده و خوشبختانه در نقاط مذكور در سيل مهر ماه ۹۱مشكلي ايجاد نشد.
بازه سوم: اما در شمال بهشهر نیز عوامل بسیاری باعث افزایش خسارات سیل گردید.
بالابودن سطح آبهای زیرزمینی شهر بهشهر در نقاط شمالی شهر نفوذپذیری خاک را کم کرده و اشباع بودن این سطوح و زمین در اصل با نداشتن و یا نقصان سیتم و کانال جامع جمع آوری آبهای سحی در این مناطق و پائین بودن کد ارتفاعی بعضی از نقاط باعث جمع شدن آب و آب گرفتگی سطحی نیز می گردد. مانند مناطقی در خیابان ۱۷ شهریور بهشهر x=726770 , y=4065135.
اشباع بودن زمین درنقاط شمالی بهشهر باعث گردیده بود در طول سالیان گذشته چاههایی حفر گشته که در مواقع بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی با استخراج آب و هدایت آن به کانالها و انهار جاری به پایین دست هدایت می گردید مانند چاه حفر شده در بلوار شهیدان اسدزاده .
با پیگیری و رویت خروجی رودخانه ها در شهر بهشهر در می یابیم که در تقاطع این رودها و انهار با جاده کمربندی و همچنین خط راه آهن هرگز استانداردهای لازم جهت عبور سیلاب در احداث سازه های تقاطعی لحاظ نگردید مقاطع بسیار نامناسب پل مانند عرض و ارتفاع بسیار کم این سازه ها و همچنین خط راه آهن هرگز استانداردهای لازم جهت عبور سیلاب در احداث سازه های تقاطعی لحاظ نگردید و مقاطع بسیار نامناسب پل مانند عرض و ارتفاع بسیار کم این سازه ها و همچنین پائین بودن بستر رودخانه نسبت به کف سازه پل سبب ایجاد ماندآب و بازگشت آب به محلات و افزایش آسیب پذیری نقاط شهری و عدم خروجی آورده های سیلابی می گردد .
در كنار مشكلات فوق الذكر در ضلع شمالي شهر ، شيب بسيار كم و در بعضي نقاط معكوس اين اراضي تا رسيدن به درياست كه جريان عبور روان آبها و سيل را كند كرده و با توجه به رسوبگذاری همين انهار ، قدرت عبور سيلاب به دريا را ندارد .
در بررسی ادامه رودخانه ها و انهار در پائین دست كمربندي به سمت دريا نيز مشاهده گرديد عملاً مسير انهار و رودخانه ها در پائين دست بسته می باشد که دلایلی نظیر تجاوز به حریم و بستر رودخانه توسط مالکین اراضی زراعی اطراف ، تغییر مسیر رودخانه ها ، رسوبگذاری و عدم لایروبی انهار و همچنین رویش علفهای هرز و بوته هایی نظیر تمشک و .... بوده است.

با مشخص شدن مشکلات توسعه پایدار ، نگاهی داریم به خسارات وارده به شهرستان بهشهر در سیل مورخ ۹۱/۷/۲۲ :

نوع خسارت وارده در شهرستان بهشهر	میزان خسارت
بخش تأسيسات زيربنايي	۳۷۲ میلیارد ریال
بخش مسكوني و تجاري و معيشتي	۲۱۴ میلیارد ریال
تعداد واحدهاي مسكوني خسارت ديده	۲۱۶۱ واحد
بخش كشاورزي با خسارت	۴۰ میلیارد ریال
بخش ماشين آلات و كارگاههاي توليدي	۳۱ میلیارد ریال
تعداد فوتي	۶ نفر
جمع كل خسارت در شهرستان بهشهر	۶۵۷ میلیارد ریال

حال با توجه به موارد فوق الذکر و تغییر اقلیم جهانی و بارشهای رگباری موضعی می طلبد ضمن بررسی دقیق آسیبها و مشکلات فوق الذکر ، برنامه ریزی جدی جهت یک توسعه پایدار شهری برداشت. از همینرو اقدامات ذیل در شهرستان بهشهر مورد نیاز است:

۱. اجراي طرحهاي آبخيزداري و آبخواندازي با هدف مهار آبهاي سطحي و مديريت سيلاب مانند تراسبندي، بندهاي رسوبگير ، اجراي تله هاي سرشاخه گير جهت اجاد تمركز و كاهش سرعت سيلاب و اثرات تخريبي آن.
۲. تغيير الگوي كشت در مناطق بالا دست از زمينهاي زراعي كم بازده به باغات و غرس نهال و ...
۳. انجام شخم و شيار در جهت خلاف شيب بمنظور جلوگيري از فرسايش خاك و استفاده بهينه از روان آبها.
٤. تهيه نقشه پهنه بندی خطر سيل و آزادسازي كليه حرائم و بستر ٥ آبراهه موجود در شهر مطابق قانون و ضوابط تعريف شده توسط وزارت نيرو كه اين امر نياز به يك عزم جدي توسط شهرداري ، فرمانداري ، شركت آب منطقه اي و مسئو لين استاني و كشوري دارد تا ضمن تأمين اعتبار مورد نياز براي آزادسازي ، نسبت به اصلاح و استانداردسازي مقاطع آبراهه ها ، پلها مطابق با ميزان دبي آب عبوري در دوره بازگشت ٢٥، ٥٠ و ١٠٠ ساله و را داشته باشند .
٥. نظارت بر اجراي اصولي سازه ها توسط توسط دستگاههاي نظارتي مسئول و دور كردن مردم و مناطق مسكوني از محلات در معرض خطر و ممانعت از اجراي زير زمين در مناطق شمالي شهر كه داراي سطوح بالاي آبهاي زيرزميني است و بالا بردن رقوم ارتفاعي كف ساختمانهاي اين مناطق.
٦. اصلاح كليه سازههاي تقاطعي غير استاندارد در مسير رودخانه با جاده كمربندي ، معابر شهري و راه آهن مطابق با پيك سيلاب عبوري بر اساس دوره هاي بازگشت سيلاب.
٧. لايروبي كليه آبراهه در مناطق شهري و خصوصا مناطق شمال كمربندي تا دريا و آزادسازي حرائم آنها توسط شركت آب منطقه اي استان و جهاد كشاورزي و همچنين تعريض و عميق تر نمودن آبراهه ها جهت تسهيل در انتقال روان آبها به دريا.
٨. جلوگيري از تغيير كاربريهايي كه سبب تشديد سيلاب مي گردد.
٩. اجراي كانال در قالب طرح جامع جمع آوري آبهاي سطحي شهر بهشهر.
١٠. ساماندهي ، لايروبي ، تثبيت بستر و اجراي ديواره حفاظتي در نقاط مورد نياز

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

آنچه در سیل مهر ماه بهشهر اتفاق افتاده نارساییهای موجود در عرصه مدیریت زمین هم در حوضه آبخیز بالادست ، هم در تجاوز های صورت گرفته به حریم رودخانه ها و آبراهه های شهر و همچنین احداث سازه های غیر اصولی در مسیر رودخانه ها بوده است و عدم هدایت روان آبها و سیلاب در پائین دست به دریا که مسیر مجراها کاملاً بسته است. بنابراین لازم است هر چه سریعتر نسبت به حل مشکلات اقدام اساسی صورت گیرد. در نتیجه در گام اول باید نسبت به رفع نقاط حادثه خیز اضطراري اقدام و در مرحله بعد در قالب طرح جامع مديريت سيلاب ، اقدامات اساسي فوق الذكر را بر اساس اولويت طي يك برنامه زمان بندي مشخص بمنظور رسيدن به توسعه پايدار شهری اجرايي نمود .

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

از همراهی همه همکاران عزیزم در اداره کل مدیریت بحران استان و همچنین اعضای شورای هماهنگی مدیریت بحران استان که هم در زمان وقوع سیل و هم در بررسی دلایل و ارائه راهکارهای اجرایی در مدیریت سیلاب بهشهر که یکی از شاخصه های اصلی در رسیدن به توسعه پایدار بهشهر می باشد و هم در ارائه این مقاله به مدد اینجانب آمده صمیمانه قدردانی می گردد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

فرزاد بهتاش ، م.، سال ۱۳۹۲، "سيلابهاي شهري و نحوه مديريت آن"، مطالعه موردي شهر تهران، شماره ١٦٦، (٦٧- ١١)
مدنی گیوی،م – مکي م سال ١٣٨٤، "بررسی علل وقوع سیل در استان گلستان با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست ٧"

◇◇◇◇◇◇◇

References:

: Farzad behtash .m
1384. civil floods and how to manage it

Madani K. M. , Makki M.
., 1384. "Recognizetion factores of flood in golestan province by use of landsat satellite image

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

همبستگی بین سرعت موج برشي و نتایج آزمایش نفوذ استاندارد (خط ۲ متروی تبریز)

مصطفی صاحب خواجه، دانشجوی کارشناس ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر گروه زمین شناسی اهر- ایران. ،Saheb_bs68@yahoo.com

قدرت برزگری،دکتری زمین شناسی مهندسی، استادیار گروه زمین شناسی دانشگاه تبریز، Barzegar_59@yahoo.com

چکیده :

در مقاله حاضر تغییرات سرعت موج برشی و عدد نفوذ استاندارد اصلاح نشده SPT-N در خط ۲ متروی تبریز بررسی شده و روابط تجربی بین این دو پارامتر براي خاکهاي مختلف ریز دانه و درشت دانه در گستره این پروژه بدست آمده است .بانک داده هاي مورد استفاده شامل بیش از ۱۱ نقطه اندازه گیري می باشد. روابط تجربی زیر بین عدد نفوذ استاندارد و سرعت موج برشی در محدوده مطالعاتی پیشنهاد شده است:

برای خاکهای ریز دانه $V_{s=} 71.39\ N^{0.505}$

برای خاک های درشت دانه $V_{s=}108.2\ N^{0.37}$

نتایج بدست آمده در این مطالعه، همبستگی مناسب خاکهای منطقه مورد مطالعه را نشان داد.

کلید واژه ها:سرعت موج برشی* عدد نفوذ استاندارد اصلاح نشده* خط ۲ مترو تبریز* روابط تجربی

Abstract:

Correlation Between Shear Wave Velocity and SPT Penetration Resistance (ofTabriz urban railway line 2)

In this study, the variation of Vs and SPT-N have been proposed and the empirical relation between these two parameter have been derived for different fine, coarse grain soils in Tabriz urban railway line 2. Based on 11 points of measurements, In the area of study, the experiential relations between SPT-N and Vs have been proposed**:**

corse grain size soils $V_{s=}108.2\ N^{0.37}$

fine grain size soils $V_{s=} 71.39\ N^{0.505}$

the result of this study show very proper correlation for the soils In the area of study.

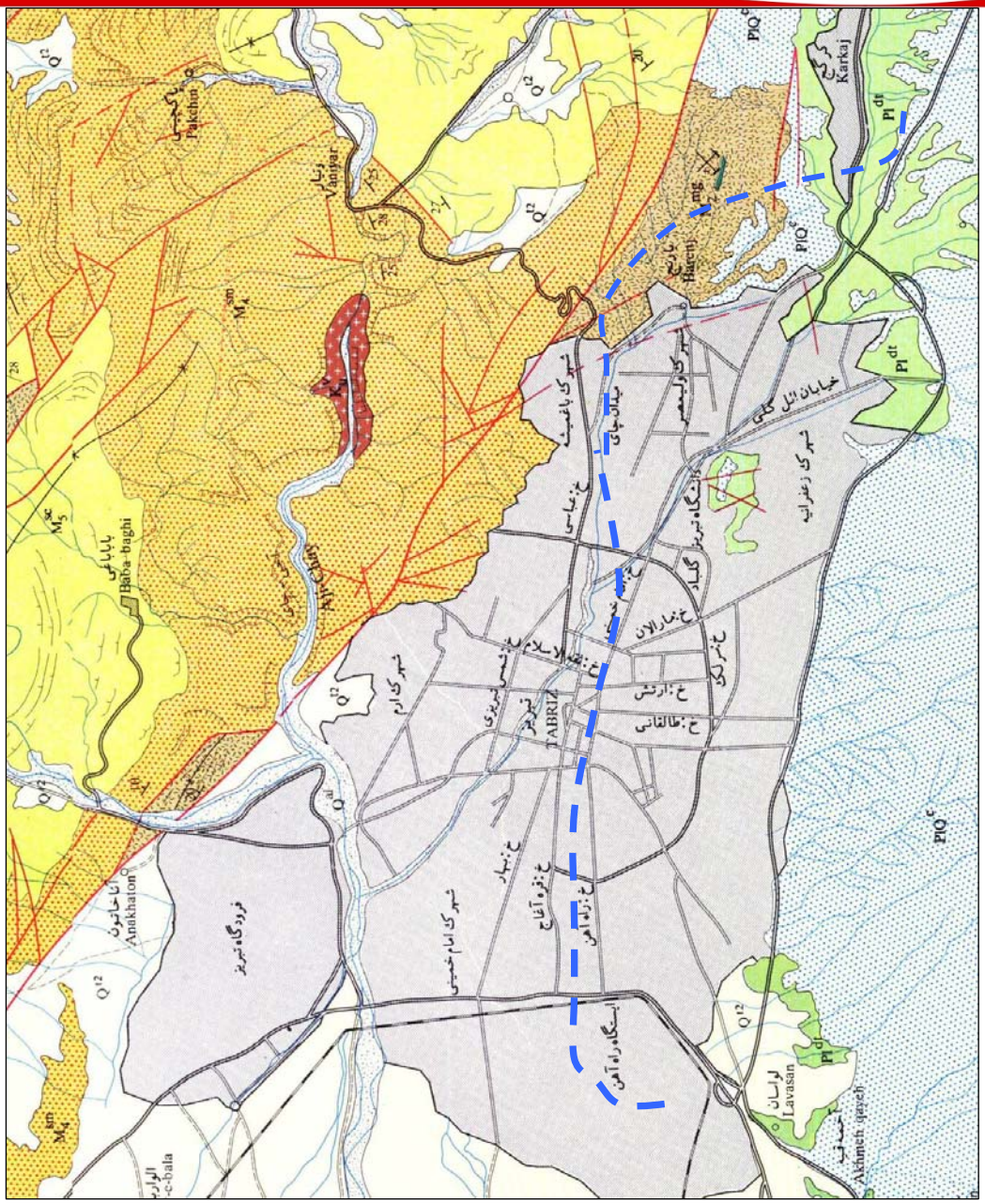
Keywords : Shear Wave Velocity*None Energy-corrected SPT* Tabriz urban railway line 2* experiential relations

مقدمه :

خط ۲ مترو تبریز، طولانی ترین خط مترو تبریز میباشد که از منطقه قراملک در غرب تبریز آغاز شده و بعد از گذشتن از خیابان های قدس، قره آقاج، جمهوری، میدان دانشسرا، خیابان عباسی به شهرک باغمیشه تبریز می رسد. در ادامه به سمت شرق ادامه یافته و بعد از عبور از شهرک مرزداران در حوالی نمایشگاه بین المللی تبریز خاتمه می یابد. این خط با طول کلی حدود ۲۲ کیلومتر به عنوان طولانی ترین مسیر قطار زیرزمینی شهر تبریز به صورت شرقی-غربی امتداد یافته است و چون تمام مسیر این خط به صورت تونل طراحی گردیده است و با انواع پدیده های زمین شناسی روبرو است دارای اهمیت فراوان می باشد. محدوده مورد مطالعه در داخل شهر تبریز در بخش جنوبي كوههاي عون‌ابن‌علي قراردارد كه از ميان رسوبات قرمزرنگ تخريبي قاره‌اي (به سن ميوسن مياني) و رسوبات آبرفتي جوان مي‌گذرد. رسوبات قرمز رنگ داراي طبقات گچي و نمكي بوده و اين رسوبات را جزو سازند قرمز فوقاني (Upper Red Formation) معرفي كرده اند. اين سازند غالباً از ماسه‌سنگ، مارن، سيلتستون و كنگلومرا همراه با طبقات گچي و نمكي تشكيل يافته‌است. سازند مارني- شيلي زغال‌دار باغميشه كه در شمال‌غرب تبريز برونزد دارد از ضخامت زيادي برخوردار بوده و بر روي آن رسوبات ماهي‌دار كه شامل سينريت تا لاپيلي و دياتوميت است، به صورت هم‌شيب قرار گرفته است. بر روي اين رسوبات نيز آبرفتهاي دوران چهارم، شامل كنگلومراي سست تا مستحكم قرار گرفته است. مسير خط ۲ قطار شهري تبريز از ابتدا در سمت غرب تا شهرك باغميشه پوشيده از رسوبات آبرفتي بوده و در ادامه به سمت شرق لايه هاي سنگي مارني و رس‌سنگي و سيلتستون يا برونزد داشته و يا با يك پوشش رسوبي نازكي در نزديكي سطح زمين قرار دارند.(عمران راهور، ۱۳۷۸) ارزیابی مستقیم امواج برشی به دو صورت سطحی و درون گمانه اي صورت می گیرد. با توجه به هزینه هاي زياد اندازه گيري مستقيم سرعت امواج برشی تلاشهاي زيادي صورت گرفته است كه اين پارامتر بصورت غير مستقيم و با استفاده از رابطه بين V_s و ساير آزمايشات صحرايی و آزمايشگاهی برآورد گردد. (Barrow, B. L. and Stokoe, K. E. 1983) از جمله آزمايشاهايی كه براي اين منظور استفاده می شود عدد نفوذ استاندارد می باشد.(Hasancebi, N. and Ulusay, R. 2006) به طور كلی نتايج SPT در خاكهاي درشت دانه بصورت خيلی عمومی و كلی با خواص فيزيكی قابل انطباق است. در خاكهاي ريزدانه نتايج تا حدي خيلی زيادي تحت اثر حساسيت تراكم پذيري و مقاومت خاك قرار دارد. در خاك هاي درشت دانه پديده هايی نظير كاهش تنش در كف گمانه و آب شستگی در قاعده گمانه سبب كاهش عدد نفوذ و نيز برخورد به قطعات بزرگ سنگی سبب بالا رفتن غير قابل قبول عدد نفوذ می گردد. (Sykora, D. W. and Koester, P. J. 1988) برآورد صحيح سرعت موج برشی لايه هاي زير سطحی در رشته هاي مختلف مهندسی از جمله زمين شناسی، ژئوتكنيک، مهندسی سازه و زلزله كاربرد فراوانی دارد.(Tamura, I. and Yamazaki, F. 2002) بسياري از طبقه بندي هاي اثرات ساختگاهی از ميانگين سرعت موج برشی در ۳۰ متر فوقانی استفاده شده و همچنين روابط تجربی بين $V_{s(30)}$ با بزرگنمايی ساختگاه ارائه شده است.(Jafari et al., 2002) تا كنون روابط تجربي گوناگوني بين SPT-N و V_s توسط محققان مختلف ارائه گرديده است كه عمدتاً داراي پراكندگي قابل ملاحظه اي بوده و گاهي تا صد درصد با يكديگر متفاوت بوده و يا براي منطقه خاصي تدوين گشته اند. (Lee, S. H. 1990) در مسير خط ۲ متروي شهر تبريز آزمايشات لرزه‌اي درون‌چاهي در تعدادي از گمانه‌هاي حفاري‌شده انجام شده است. اين آزمايشات براي تعيين سرعت امواج طولي و عرضي (برشي) و نسبت پواسون مي‌باشد. گمانه‌هاي مورد نظر براي انجام آزمايشات لرزه‌اي، با گذاشتن لوله PVC و ريختن ماسه پشت آن آماده سازي شده است. آزمايشات لرزه‌اي درون گمانه‌اي به روش سطح به عمق (Downhole) در ۵ گمانه بخش توسعه شرقي و ۱ گمانه از بخش توسعه غربي و ۴ گمانه حفر شده در بخش اصلي انجام گرديده است.هدف آزمايشات لرزه‌اي اندازه‌گيري سرعت انتشار امواج طولي(P) و عرضي(S) در محل اين گمانه‌ها، جهت برآورد خصوصيات ديناميكي خاك مي‌باشد. عمق برداشت اطلاعات در گمانه‌هاي مورد مطالعه بين ۲۰ تا ۳۰ متر متغير بوده است. برداشت داده‌ها توسط يك حسگر سه مؤلفة درون‌چاهي و دستگاه لرزه‌نگار ۲۴ كاناله انجام شده و از ضربات قائم و افقي پتك فولادي به عنوان چشمة امواج P و S استفاده گرديده است.(عمران راهور، ۱۳۷۸) فواصل عمقي نقاط برداشت در گمانه‌ها برابر يك متر بوده است. در اين تحقيق روابط زير به تفكيک برای خاک های دانه درشت و دانه ريز بدست آمده است.

رابطه (1) $V_{s=} 71.39\ N^{0.5}$

رابطه (2) $V_{s=}108.2\ N^{0.37}$



شکل ۱: نقشه زمین شناسي منطقه طرح
(قسمتي از نقشه زمین شناسي تبریز به مقیاس ۱۰۰/۰۰۰: ۱ - سازمان زمین شناسي کشور)

روش تحقیق:

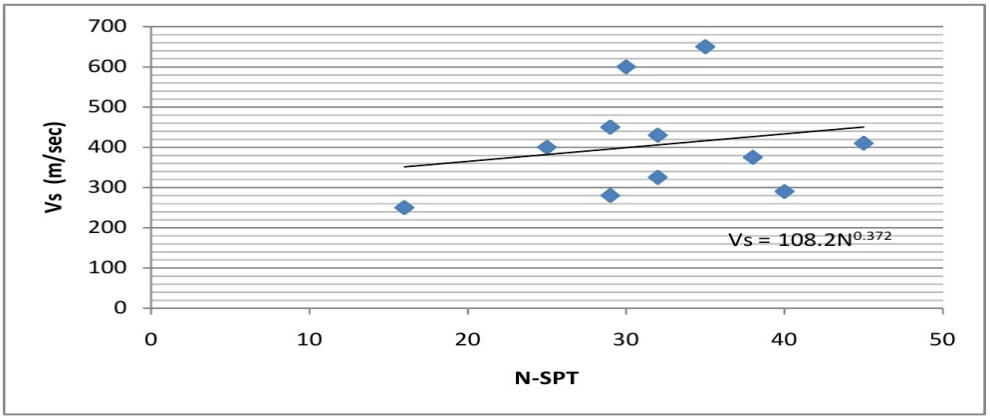
تا کنون روابط تجربي مختلفي بین سرعت موج برشي و نتایج آزمایش نفوذ استاندارد در مراجع مختلف علمي ارائه گردیده است که بر اساس نتایج آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) و با توجه به نوع خاك، مقادیر سرعت موج برشي تخمین زده مي شود. روابط تجربی بین این دو پارامتر تابعی از جنس خاك، دانسیته، درصد رطوبت خاك، سن و تاریخچه زمین شناسی، درصد ریزدانه، کمیت آزمایشات، نحوه انجام آزمایش و تجهیزات مورد استفاده می باشد. (Athanasopoulos, G. A. 1995) روابط ارائه شده بسته به آب و هواي

و نوع خاك مناطق مختلف متغيير هستند، از اينرو بايستی براي هر منطقه از رابطه خاص آن منطقه براي پيش بينی سرعت موج برشی استفاده نمود. (Ohta, Y. and Goto, N. 1978)

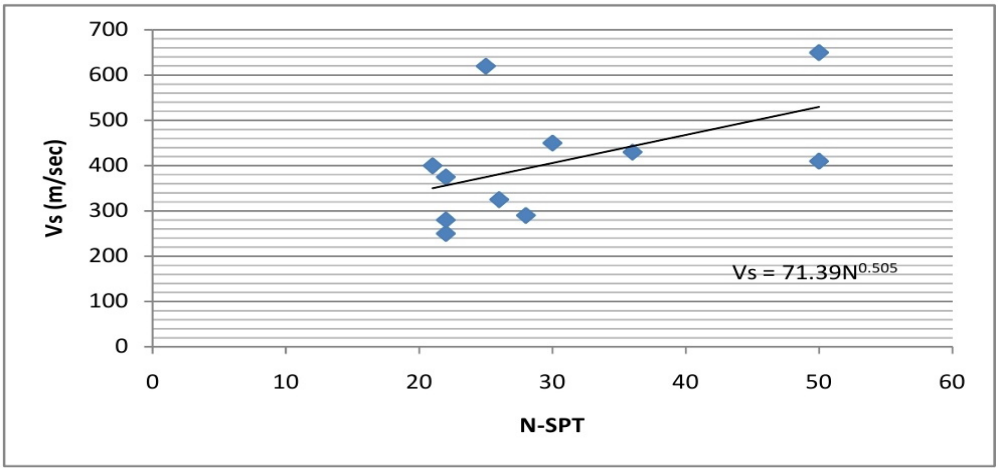
جدول ۱: همبستگی بين SPT-N و V_s (Bellana, 2009)

Author(s)	I.D.	All soils	Sand	Silt	Clay
Shibata (1970)	A	-	$V_s = 31.7\ N^{0.54}$	-	-
Ohba and Toriuma (1970)	B	$V_s = 84\ N^{0.31}$	-	-	-
Imai and Yoshimura (1975)	C	$V_s = 76\ N^{0.33}$	-	-	-
Ohta et al (1972)	D	-	$V_s = 87.2\ N^{0.36}$	-	-
Fujiwara (1972)	E	$V_s = 92.1\ N^{0.337}$	-	-	-
Ohsaki and Iwasaki (1973)	F	$V_s = 81.4\ N^{0.39}$	-	-	-
Imai et al (1975)	G	$V_s = 89.9\ N^{0.341}$	-	-	-
Imai(1977)	H	$V_s = 91\ N^{0.337}$	$V_s = 80.6\ N^{0.331}$	-	$V_s = 80.2\ N^{0.292}$
Ohta and Goto (1978)	I	$V_s = 85.35\ N^{0.348}$	-	-	-
Seed and Idriss (1981)	J	$V_s = 61.4\ N^{0.5}$	-	-	-
Imai and Tonouchi (1982)	K	$V_s = 96.9\ N^{0.314}$	-	-	-
Sykora and Stokoe (1983)	L	-	$V_s = 100.5\ N^{0.29}$	-	-
Jinan (1987)	M	$V_s = 116.1\ (N+0.3185)^{0.202}$	-	-	-
Okamoto et al (1989)	N	-	$V_s = 125\ N^{0.3}$	-	-
Lee (1990)	O	-	$V_s = 57.4\ N^{0.49}$	$V_s = 105.64\ N^{0.32}$	$V_s = 114.43\ N^{0.31}$
Athanasopoulos (1995)	P	$V_s = 107.6\ N^{0.36}$	-	-	$V_s = 76.55\ N^{0.445}$
Sisman (1995)	Q	$V_s = 32.8\ N^{0.51}$	-	-	-
Iyisan (1996)	R	$V_s = 51.5\ N^{0.516}$	-	-	-
Kanai (1966)	S	$V_s = 19\ N^{0.6}$	-	-	-
Jafari et al (1997)	T	$V_s = 22\ N^{0.85}$	-	-	-
Kiku et al (2001)	U	$V_s = 68.3\ N^{0.292}$	-	-	-
Jafari et al (2002)	V	-	-	$V_s = 22\ N^{0.77}$	$V_s = 27\ N^{0.73}$
Hasancebi and Ulusay (2006)	W	$V_s = 90\ N^{0.309}$	$V_s = 90.82\ N^{0.319}$	-	$V_s = 97.89\ N^{0.269}$
Ulugergerli and Uyanık (2007)	X	$^{a}V_{SU} = 23.291\ Ln(N)+405.61$	-	-	-
Ulugergerli and Uyanık (2007)	Y	$^{b}V_{SL} = 52.9\ e^{-0.011N}$	-	-	-
Dikmen (2009)	Z	$V_s = 58\ N^{0.39}$	$V_s = 73\ N^{0.33}$	$V_s = 60\ N^{0.36}$	$V_s = 44\ N^{0.48}$
Pitilakis et al. (1999)	AA	-	$V_s = 145(N_{60})^{0.178}$	-	$Vs = 132(N_{60})^{0.271}$
Hasancebi and Ulusay (2006)	AB	$V_s = 104.79(N_{60})^{0.26}$	$V_s = 131(N_{60})^{0.205}$		$V_s = 107.63(N_{60})^{0.237}$

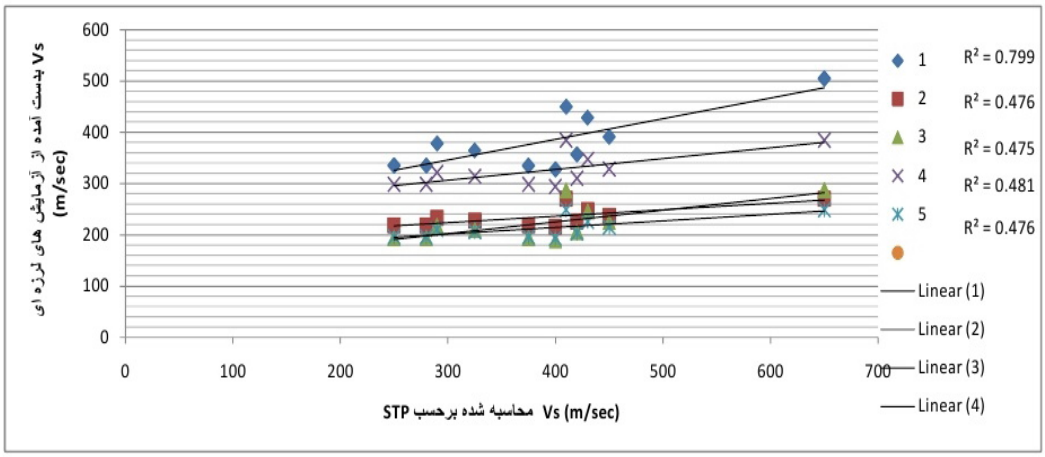
با توجه به دامنه تغييرات نسبتاً زياد سرعت موج برشي حاصل از روابط تجربي مختلف به ازای يک N مشخص توصيه مي گردد براي هر منطقه با توجه به جنس خاك آن منطقه، يك يا چند آزمايش لرزه نگاري انجام گرديده و سپس رابطه مناسب بين SPT-N و V_s براي آن منطقه انتخاب گردد. پارامترهايي مانند درصد تراكم، درصد تخلخل، اندازه بزرگترين دانه هاي خاك درشت دانه، ميزان سمنتاسيون و ميزان پيش تحكيمي علاوه بر نوع و جنس خاك روي مقادير SPT-N و V_s تأثير گذارند كه بررسي اثرات هركدام از اينها مي تواند زمينه تحقيقات تكميلي ديگري باشد



شکل ۲: نمودار همبستگی بین SPT-N و V_s برای خاکهای درشت دانه



شکل ۳: نمودار همبستگی بین SPT-N و V_s برای خاکهای دانه ریز



شکل ٤: نمودار همبستگی بین V_s محاسبه شده از روابط تجربی و V_s بدست آمده از آزمایش لرزه ای

جدول ۲: مشخصات روابط برسی شده در شکل ۳

ارائه:	رابطه تجربی	شماره
برای خط ۲ متروی تبریز	$V_s= 71.39N^{0.505}$	۱
Hasancebi, N. and Ulusay, R. (2006)	$V_s= 97.89N^{0.26}$	۲
Lee, S. H. (1990)	$V_s= 114.43N^{0.31}$	۳
Dikmen, U. (2009)	$V_s=44.N^{0.48}$	٤
Imai, T. and Tonouchi, K. (1982)	$V_s=80.2N^{0.29}$	٥

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

۱.رابطه تجربی $V_s= 71.39\ N^{0.505}$ برای خاکهای دانه ریز پیشنهاد شد.
۲. رابطه تجربی $V_s=108.2\ N^{0.37}$ برای خاکهای دانه درشت پیشنهاد شد.
۳.مقایسه بین V_s محاسبه شده از SPT و V_s بدست آمده از آزمایش لرزه ای برای خاکهای ریز دانه در شکل ۴ نشان داد که رابطه تجربی پیشنهاد شده بیشترین همبستگی را نسبت به سایر روابط ارائه شده در جدول ۱ دارد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتيجه گيري :

سرعت موج برشي براي خاكهاي منطقه مورد مطالعه را مي توان بر اساس نوع خاك (ريزدانه يا درشت دانه) اساس نتايج آزمايش نفوذ استاندارد (SPT) از روابط پيشنهادي ارائه شده در اين مقاله با دقت قابل قبولي بدست آورد. خاکهای منطقه مطالعه رگرسیون بسیار خوبی را برای سرعت موج برشی و نتایج آزمون نفوذ استاندارد نشان داد. همچنین این روابط با رابطه ارائه شده توسط (Athanasopoulos, 1995) برای خاکهای دانه ریز و همچنین رابطه ارائه شده توسط (Okamoto, 1995) برای خاکهای دانه درشت شباهت بسیاری دارد.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

پژوهش عمران راهور.، (۱۳۸۷)، "گزارش نهایی مطالعات ژئوتکنیک و لرزه ای مرحله اول پروژه خط ۲ قطار شهری تبریز"،

◇◇◇◇◇◇◇

References:

-Athanasopoulos, G. A. 1995. *"Empirical correlations Vs-NSPT for soils of Greece: a comparative study of reliability,"* Proc. 7th Int. Conf. on Soil Dynamics and Earthquake

Engineering (Chania, Crete) ed A S Cakmak (Southampton: Computational Mechanics), 19–36

-Barrow, B. L. and Stokoe, K. E. II 1983. *"Field investigation of liquefaction sites in Northern California,"* Geotechnical Engineering Thesis, GT 83-1, Civil

-Bellena, N. 2009. *"Shear Wave Velocity as Function of SPT Penetration Resistance and Vertical Effective Stress at California Bridge Sites"* Master of Science in Civil and Environmental Engineering, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, Los Angeles

-Dikmen, U. 2009. *"Statistical correlations of shear wave velocity and penetration resistance for soils,"* Journal of Geophysics and Engineering, 6, 61-72.

-Hasancebi, N. and Ulusay, R. 2006. *"Empirical correlations between shear wave velocity and penetration resistance for ground shaking assessments,"* Bull Eng Geol Environ, 66, 203-213.

-Jafari, M. K., Asghari, A. and Rahmani, I. 1997. *"Empirical correlation between shear wave velocity (Vs) and SPT-N value for south of Tehran soils,"* Proc. 4th Int. Conf. on Civil Engineering (Tehran, Iran) (in Persian).

-Lee, S. H. 1990. *"Regression models of shear wave velocities,"* J. Chin. Inst. Eng., 13, 519–32.

-Ohta, Y. and Goto, N. 1978. *"Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes,"* Earthq. Eng. Struct. Dyn., 6, 167–87.

-Sykora, D. W. and Koester, P. J. 1988. *"Correlations between dynamic shear resistance and standard penetration resistance in soils,"* Earthq. Eng. Soil Dyn., 2, 389–404.

- Tamura, I. and Yamazaki, F. 2002. *"Estimation of S-wave velocity based on geological survey data for K-NET and Yokohama seismometer network," J. Struct. Mech. Earthq. Eng.*, I**,** 237–48 (in Japanese).

سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره
بین المللی
تخصصی
علوم زمین
وزارت صنعت، معدن و تجارت
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
۲۷-۳۰ بهمن ۱۳۹۲

ویژگی های ژئوتکنیکی واحدهای ریزدانه رسی(aquitard) در ناحیه فرونشست زمین (جنوب باختري تهران)

مسعود محمودپور، دانشجوی دکتری زمین شناسی مهندسی، گروه زمین شناسی مهندسی، بخش زمین شناسی ، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس، ٦٤٥٩٢٣١٥،
masoud.mahmoudpour@modares.ac.ir
ماشاالله خامه چیان،دکتری زمین شناسی مهندسی، دانشیار گروه زمین شناسی مهندسی، بخش زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس، ۸۲۸۸۳۴۳۵،khamechm@modares.ac.ir
محمد رضا نیکودل،دکتری زمین شناسی مهندسی، استادیار گروه زمین شناسی مهندسی، بخش زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس،nikudelm@modares.ac.ir
محمد جواد بلورچی، کارشناس ارشد زمین ساخت، مدیرکل دفتر بررسی مخاطرات زمین شناختی، زیست محیطی و مهندسی، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور،
mjbolourchi@gsi.org.ir،۶۴۵۹۲۲۲۵

چکیده :

نخستین گام در مطالعات فرونشست زمین، شناخت واحدهای زیرسطحی و تعیین خصوصیات آن ها می باشد. این بررسي ها، پایه و اساسی برای تحلیل های عددی به حساب می آیند. واحدهای ریزدانه رسی با نفوذپذیری کم (aquitard)، نقش لایه هاي کلیدی را در تفسیر مناطق فرونشستی ایفا می نمایند. در این پژوهش، بر اساس داده های ژئوتکنیکی، زمین شناسی- زمین شناسی مهندسی، ژئوفیزیک و لرزه شناسی ناحیه جنوب باختري تهران، این واحدها مورد مطالعه قرار گرفته اند. داده های بدست آمده از لاگ های زمین شناسی و ویژگی های ژئوتکنیکی افق های خاک(حدود آتربرگ، رده بندي متحد، سرعت موج هاي برشي و تراکمي)، اساس این مطالعه بوده اند. ثابت های الاستیک(مدول هاي برشي، یانگ، حجمي و نسبت پواسون) و دانسیته برای هر افق خاک رسی تعیین شده اند. سه واحد رسی با نفوذپذیری کم در ناحیه مورد مطالعه وجود دارد . یکی از عوامل کنترل کننده ویژگی های فرونشست زمین (شکل و نرخ آن)، تنوع در ضخامت و خصوصیات ژئوتکنیکی این واحدها از سوي باختر به سوي خاور محدوده مورد بررسی است. این منطقه داراي يك سامانه آبخوان چند لایه اي ناهمگن است.
کلید واژه ها: واحد ریزدانه رسی با نفوذپذیری کم، فرونشست زمین، تهران

Abstract:

The first step in the study of land subsidence, it is the understanding and determination of the subsurface units and theirs properties. The studies are considered as a basis from numerical analysis. Aquitards have a key bed role in the interpretation of land subsidence regions. In this study, based on data from the geotechnical, geology-engineering geology, geophysics and seismology of Tehran plain, these units have been studied. Data of geological logs and geotechnical properties soil horizons (atterberg limits, unified classification, velocity of shear and compression waves) basis of this study. Elastic constants (shear modulus, young's modulus, bulk modulus and poisson's ratio) have been determined for each soil horizon. There are three aquitard units in the study area. One of the factors that control of land subsidence characteristics, is variations in thickness and geotechnical characteristics of these units from west to east of study area. This area is a heterogeneous multi-layer aquifer system.
Keywords: aquitard, land subsidence, Tehran

مقدمه :

فرونشست زمین (land subsidence) بر پایه تعریف سازمان زمین شناسی آمریکا، عبارت است از فروریزش یا پایین رفتن سطح زمین که به صورت تغییرات ارتفاعی عمودی سطح قابل مشاهده است و با جابجایی های اندک افقی نیز همراه است(Waltham,1989). فرونشست زمین یکی از مخاطرات زمین شناختی می باشد که با توسعه کشاورزی و صنعتی در شهرهای بزرگ جهان در چند دهه اخیر مشاهده و ثبت شده است. امروزه رخداد فرونشست زمین در بیش از ۱۵۰ شهر مهم جهان گزارش شده است و در بسیاری از کشورهای جهان مانند مکزیک، کلمبیا، چین، آمریکا، تایلند، ژاپن، هلند، ونزوئلا، مصر، عربستان سعودی ، فرانسه، لهستان، سوئد و ایران روی داده است(Hu et al., 2004 , Hu, 2006) .

یکی از مراحل مهم برای بررسی و تعیین نرخ فرونشست زمین و پیش بینی وضعیت آینده آن، مرحله مطالعه لایه های زیرسطحی زمین و برآورد ویژگی های آن ها برای مدلسازی عددی (numerical modeling) می باشد. برای ورود به این مرحله می بایست شناخت درستی از واحدهای زیرسطحی زمین و پارامترهای مهندسی آن داشت. تهیه برش های زمین شناسی مهندسی و آبزمین شناسی بر پایه داده های ژئوتکنیکی لایه های زمین امکان پذیر است (Passadore et al., 2012) . در این میان واحدهای ریزدانه رسی با نفوذپذیری کم(aquitard) نقش بسیار مهمی را در سامانه های آب های زیرزمینی ایفا می نمایند، ولی باید در نظر داشت که ارزیابی کیفی آن ها به ارزیابی کمی آن ها برتری دارد. درک و شناخت نقش این واحد ها در آبخوان هایی که به لحاظ برداشت بیش از حد آب زیرزمینی متحمل تنش هایی شده اند مهم تر است. این ویژگی ها در طراحی سامانه های تغذیه مصنوعی آبخوان و پیش بینی برداشت درازمدت آب زیرزمینی اهمیت می یابند(Kresic, 2009). برآورد ویژگی های ژئوتکنیکی لایه های زمین در جهت مطالعات فرونشست، توسط بسیاری از محققین انجام شده است. مطالعات آبزمین شناسی و ژئوتکنیکی بر روی واحدهای رسی ضخیم لایه آبخوان انتاریو و کبک کانادا به جهت محاسبه میزان جریان آب زیرزمینی و انتقال آلودگی ها انجام گردیده است(Cherry et al.,2006) .

ناحیه Taiyuan کشور چین دارای واحدهای رسوبی ناهمگنی (heterogeniety) می باشد که پارامترهایی مانند تغییر در ضخامت و ویژگی های مهندسی آن ها تاثیر مستقیمی بر شکل و طرح فرونشست زمین در این منطقه داشته است (Ma et al.,2006). ناحیه Jiangyin کشور چین بیانگر ارتباط شکاف های ناشی از فرونشست زمین با ناهمگنی واحد های حوضه رسوبی و تغییرات زیاد در مقادیر ویژگی های مهندسی زمین می باشد (Wang et al., 2010) . بر اساس اطلاعات ژئوتکنیکی ۶ گمانه حفر شده در دشت Hangzhou-Jiaxing-huzhou چین و مدل ارائه شده برای این ناحیه، ۶ واحد که ۳ واحد آبخوان(aquifer) و ۳ واحد دیگر لایه های رسی ضخیم لایه می باشند، یک سامانه آبخوان چند لایه ای(multi-layered aquifer system) را در این منطقه شکل داده اند . با در نظر گرفتن تئوری تحکیم یک بعدی و استفاده از دادهای ژئوتکنیکی، مدلسازی عددی فرونشست زمین برای این دشت انجام شده است(Cao et al., 2013). دو عامل مهم بر روی شکل و نرخ فرونشست تاثیرگذار می باشند: حضور مصالح با قابلیت هدایت هیدرولیکی کم در آبخوان ها و تعداد و موقعیت زون های رسی (Budhu, Adiyaman, 2013).

در این مقاله تلاش شده است تا بر پایه داده های بدست آمده از بررسی های صحرایی و آزمایشگاهی در گستره فرونشستی جنوب باختري تهران، ویژگی های ژئوتکنیکی واحد های ریز دانه رسی با نفوذپذیری کم، نشان داده شود.

◇◇◇◇◇◇◇

روش تحقیق:

جایگاه زمین شناسی منطقه

محدوده مورد بررسي فرونشست زمین، در جنوب باختري تهران واقع شده است. گستره این محدوده شرق شهرستان شهریار، کل وسعت شهرستان اسلامشهر و شمال شهرستان رباطکریم را در بر مي‌گیرد. این محدوده با مساحتي برابر با ۷۱٤ کیلومترمربع، در حد فاصل ۵۰ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقي و ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ٤۲ دقیقه عرض شمالي و در منطقه ای خشک تا نیمه خشک واقع شده است. از دیدگاه زمین ساختی، حوضه آبریز دشت مذکور در واحد مرکزی منطقه(zone) البرز قرار دارد. این واحد از شمال به جنوب به چهار بخش البرز مرتفع، چین های حاشیه ای، کوهپایه – دشت(pediment) و آنتی البرز تقسیم می گردد. بر پایه داده های چینه شناسی، نهشته های کواترنری به چهار بخش تقسیم شده اند(Rieben ,1955,1966): آبرفت های بخش(A) که شمال

تهران و البرز مرکزی را با برونزدهای کنگلومرایی که درصد تخلخل کمي دارند را در بر مي گيرند. آبرفت های بخش(B) که در جنوب تهران تشکیل سیلت های رسی کهریزک (Bs) را داده اند. آبرفت های بخش (C) که آبرفت های جوان مخروط افکنه ای است و بخش هموار دشت تهران با آن پوشیده شده است. این بخش دارای مخروط افکنه های مناسبی جهت ذخیره آب می باشد. آبرفت های بخش(D) یا آبرفت های کنونی (هولوسن) که نهشته های جوان رودخانه ای یا سیلابی را شامل می شوند. در جنوب تهران، رسوبات دانه ریز (سیلت و رس) آن را تشکیل می دهند.

بررسی های ژئوتکنیکی

در مجموع بر روی نمونه های گرفته شده از شش گمانه حفاري شده،۳۹۹ آزمون توزیع اندازه ذرات (grain size distribution) و آزمون حدود آتربرگ و ۱۸ آزمون تحکیم انجام شده است (سازمان زمین شناسي و اکتشافات معدني کشور، گزارش مطالعات ژئوتکنیك،۱۳۸۷). بررسی نتایج آزمون های آزمایشگاهی بر روی نمونه ها، نشان می دهد که با در نظر گرفتن رده بندی متحد خاک (unified soil classification) ، خاک های سیلتی(ML) ، رسی(CL) و سیلتی- رسی(ML-CL) ، لایه های خاک ریز دانه را در محدوده مطالعاتی تشکیل می دهند. تنوع در ضخامت لایه ها و تغییر در ویژگی های ژئوتکنیکی از یک منطقه به منطقه دیگر مشهود است. سه واحد دانه ریز رسي با نفوذپذیری کم در همه گمانه ها از هم تفکیک گردیده است که دامنه تغییرات حدود آتربرگ آن ها در جدول (۱) مشاهده می شوند. خاک های ماسه ای ریز دانه تا ماسه های سیلتی، واحد های آبخوان را تشکیل می دهند که به طور متناوب، با واحدهای دانه ریز رسی با نفوذپذیری کم قرار گرفته اند. بیشترین ضخامت واحدهای رسي مذکور در مناطق جنوبی گستره فرونشستی(اسلامشهر، صباشهر) می باشند.

جدول ۱ – حدود آتربرگ تعیین شده برای سه واحد دانه ریز رسی

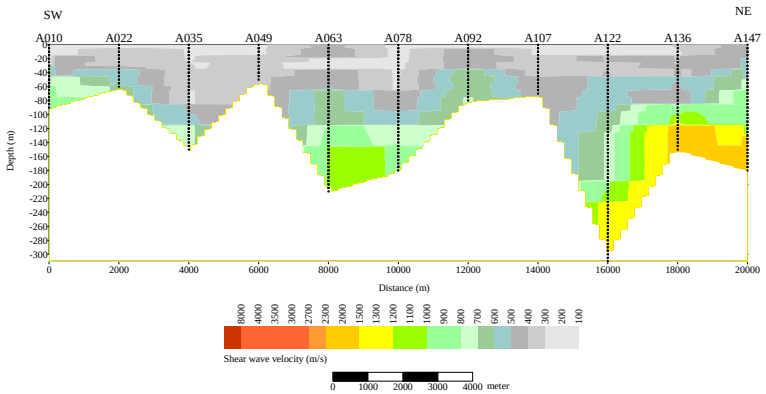
حدود آتربرگ / Aquitard	LL(%)	PL(%)
Aquitard1 (%85CL,%15ML)	LL=34(30.6-37.6) CL LL=38(30.8-45.2) ML	PL=20(17-22) CL PL=32(26.8-37) ML
Aquitard2 (%90CL,%10ML)	LL=33(27-38) CL-ML	PL=23(21.2-24.8) CL PL=25.5 ML
Aquitard3 (%90CL,%10ML)	LL=36(23.3-48.8) CL LL=41(32.8-49) ML	PL=17(14.6-23) CL PL=28(27.2-29.2) ML

بررسی های لرزه شناسی

هدف از بررسی های لرزه‌ای در محدوده مورد مطالعه، اندازه‌گیری و محاسبه فرکانس طبیعی زمین، سرعت امواج برشی و مدول‌های ژئوتکنیکی در اعماق مختلف زمین است که در مرحله اول اندازه-گیری، تفسیر ریزلرزه‌ها و نوفه‌های طبیعی (مایکروترمورها) با روش تک ایستگاهی انجام شده است. تعداد ایستگاه های مورد برداشت در این روش، ٦٢٠ ایستگاه بوده است. در مرحله دوم از روش آرایه ها (Array) استفاده شده که تعداد ١٧٦ ایستگاه برداشت شده است (سازمان زمین شناسي و اکتشافات معدني کشور، گزارش مطالعات لرزه شناسي، جلد ٤، ١٣٨٦). از داده های مذکور و برش های عرضی سرعت موج برشی و تغییرات آن نسبت به عمق استفاده گردیده است(شکل ١).

برای انطباق بیشتر لایه های رسی ریزدانه، پارامترهای زیر تعیین و مورد ارزیابی قرار گرفته اند :

سرعت موج برشی، دانسیته خاک، مدول های برشی، یانگ و حجمی و نسبت پواسون. جهت تعیین این ویژگی ها برای لایه های مورد نظر در افق های مختلف از روابط هم ارزی معتبر استفاده شده است(Kramer,1996). برای مثال برآورد پارامترهای مذکور برای ایستگاه آرایه ای (A89) در جدول (٢) آورده شده اند.

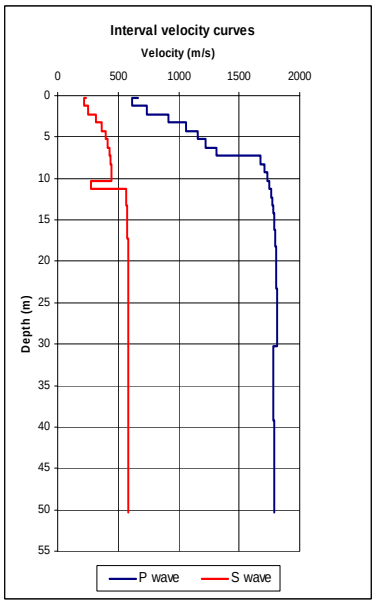


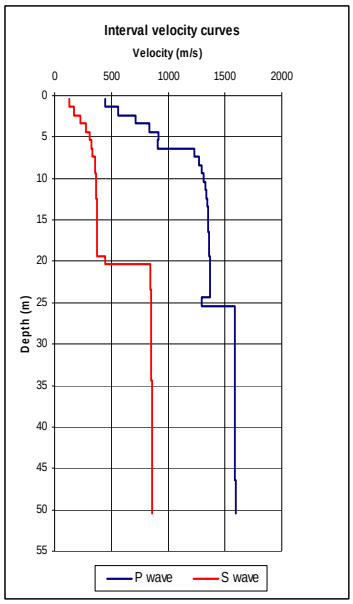
شکل ۱- تغییرات سرعت موج برشي در راستاي برش شماره V

جدول ۲ – مقادیر سرعت موج هاي P و S ، مدول های الاستیک و دانسیته خاک در اعماق مختلف(ایستگاه A89)

عمق (m)	عدد نفوذ استاندارد	دانسیته (KN/m^3)	سرعت موج برشی (m/s)	سرعت موج تراکمی (m/s)	مدول برشی (GPa)	مدول یانگ (GPa)	مدول حجمی (GPa)	نسبت پواسون (-)
۰-۵	۱۷	۱۶/۹۳	۲۲۳/۳۰	۴۶۵/۱۷	۰/۸۰	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۳۵
۵-۱۰	۱۷	۱۶/۹۳	۲۲۳/۳۰	۴۶۵/۱۷	۰/۸۰	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۳۵
۱۰-۱۵	۳۲	۱۷/۲۴	۳۰۵/۸۶	۶۲۲/۸۸	۰/۱۶	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۳۴
۱۵-۲۰	۳۲	۱۷/۲۴	۳۰۵/۸۶	۶۲۲/۸۸	۰/۱۶	۰/۴۲	۰/۴۴	۰/۳۴
۲۰-۲۵	۲۱	۱۷/۰۳	۲۵۰/۳۴	۵۱۷/۲۴	۰/۱۰	۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۳۵
۲۵-۳۰	۲۱	۱۷/۰۳	۲۵۰/۳۴	۵۱۷/۲۴	۰/۱۰	۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۳۵
۳۰-۳۵	۲۱	۱۷/۰۳	۲۵۰/۳۴	۵۱۷/۲۴	۰/۱۰	۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۳۵
۳۵-۴۰	۲۱	۱۷/۰۳	۲۵۰/۳۴	۵۱۷/۲۴	۰/۱۰	۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۳۵
۴۰-۴۵	-	۲۱	۹۱۴/۴۳	۲۵۰۱/۱۰	۱/۷۵	۴/۹۸	۱۰/۷۶	۰/۴۲
۴۵-۵۰	-	۲۱	۹۱۴/۴۳	۲۵۰۱/۱۰	۱/۷۵	۴/۹۸	۱۰/۷۶	۰/۴۲
۵۰-۵۵	-	۲۱	۹۱۴/۴۳	۲۵۰۱/۱۰	۱/۷۵	۴/۹۸	۱۰/۷۶	۰/۴۲
۵۵-۶۰	-	۲۱	۹۱۴/۴۳	۲۵۰۱/۱۰	۱/۷۵	۴/۹۸	۱۰/۷۶	۰/۴۲

از داده های لرزه نگاري درون چاهي (Downhole) براي اندازه گيري مستقيم سرعت امواج كشساني(elastic waves) استفاده شده است. اين بررسي ها براي هر شش گمانه حفاري شده در محدوده مطالعاتي انجام شده است. منحني هاي سرعت بين لايه اي امواج S و P در گمانه هاي مناطق صباشهر و اسلامشهر در شكل (۲) نشان داده شده اند. تغييرات سرعت امواج در گمانه هاي اسلامشهر و صباشهر (BH3,BH2) نسبت به گمانه های دیگر كمتر است. از سوي ديگر، تغيير ناگهاني در سرعت امواج در گمانه هاي مذكور و در محدوده بين ۱۵ تا ۳۰ متري مشاهده مي شود كه با تغيير اندازه دانه هاي خاك(از رس- سيلت به ماسه دانه ريز) همخواني دارد.





شـــکل ۲– منحنـــي هـــاي ســـرعت بـــين لايـــه اي امـــواج p و s بـــراى گمانـــه هـــاى صباشـــهر(راســـت) و اسلامشهر(چپ)

با تلفیق داده های مذکور می توان زون هایی با ویژگی های مهندسی یکنواخت تر را برای واحدهای ریز دانه رسی در گستره مورد مطالعه از هم تفکیک نمود. بدین ترتیب سه واحد رسی ریزدانه با نفوذپذیری کم در هر گمانه بدست آمده است. پارامترهای ژئوتکنیکي نهایی واحد هاي موردنظر(از سطح به عمق) در جدول (۳) ارائه شده اند.

جدول ۳ – دامنه تغییرات پارامترهاي ژئوتکنیکي سه واحد ریزدانه رسي با نفوذپذیري کم

واحد	دانسیته (KN/m^3)	سرعت موج برشی (m/s)	سرعت موج تراکمی (m/s)	مدول برشی (GPa)	مدول یانگ (GPa)	مدول حجمی (GPa)	نسبت پواسون (-)
Aquitard1	۱۶/۱۹-۱۶/۹۰	۲۲۸-۳۴۸	۴۷۵-۷۰۱	۰/۰۸-۰/۲۲	۰/۲۳-۰/۵۸	۰/۲۵-۰/۵۹	۰/۳۴-۰/۳۵
Aquitard2	۱۶/۲۲-۱۷/۵۴	۲۳۵-۳۹۸	۴۸۷-۹۷۳	۰/۱۰-۰/۴۸	۰/۲۴-۱/۴۳	۰/۲۶-۲/۲۸	۰/۳۴-۰/۳۵
Aquitard3	۲۰/۱۵-۲۰/۸۸	۷۹۴-۹۰۷	۲۰۲۷-۲۴۸۹	۱/۳۵-۱/۵۵	۳/۸۲-۴/۹۳	۷/۶۴-۱۰/۶۵	۰/۳۹-۰/۴۲

◇◇◇◇◇◇◇

نتایج :

۱- ویژگی های ژئوتکنیکی واحدهای رسی ریز دانه با نفوذپذیری کم در مناطق فرونشستی یکی از عوامل مهم تاثیر گذار بر نرخ فرونشست و عوارض ناشی از آن می باشد. این ویژگی ها در حوضه رسوبی آبخوان تهران از یک منطقه به منطقه دیگر تغییر می نمایند و دارای ناهمگنی هایی می باشد. تغییر در ضخامت و ویژگی های ژئوتکنیکی آن ها نشانگر این نکته می باشد.
۲- لایه های رسی دانه ریز با نفوذپذیری کم، در تفکیک و انطباق لایه های زیرزمین (و بخصوص در حوضه های رسوبی که دارای ناهمگنی زیادی در مصالح تشکیل دهنده خود می باشند)، نقش

لایه های کلیدی (key bed) را ایفا می نمایند. ویژگی های ژئوتکنیکی مانند حدود روانی و خمیری، رده بندی مهندسی و ضرایب الاستیک آن ها برای این بررسي ضروری به نظر می رسد.

۳- ضخامت لایه ها ی ریز دانه رسی در جنوب دشت بیشتر است. حدود روانی و خمیری آن ها نیز در واحد های رسی ریز دانه دوم و سوم بیشتر می باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

نتیجه گیری :

منطقه فرونشستی جنوب باختري تهران در برگیرنده شش واحد زیرسطحي تفکیک شده از هم است(تا عمق ۱۰۰ متري زمین) که سه واحد آن آبخوان و سه واحد دیگر آن لایه های رسی ریز دانه با نفوذپذیری کم می باشند. بدین ترتیب این منطقه دارای یک سامانه آبخوان چند لایه ای است که ناهمگنی در ویژگی های مهندسی واحدهای ریزدانه رسی آن دیده می شود.

از آن جا که ضخامت واحدهای رسی ریز دانه با نفوذپذیری کم در بخش های جنوبی دشت و همچنین از سوی باختر به خاور افزایش می یابد و این افزایش همراه با بیشتر شدن حدود روانی و خمیری خاک ها می باشد، لذا پیش بینی می شود که میزان نرخ فرونشست زمین به ترتیب در بخش های جنوبی و خاوری نسبت به بخش های شمالی و باختری دشت بیشتر می باشد.

◇◇◇◇◇◇◇

تقدیر و تشکر:

نویسندگان بر خود لازم مي دانند تا از گروه زمین شناسي مهندسي و ژئوتکنیك سازمان زمین شناسي و اکتشافات معدني کشور به جهت در اختیار قرار دادن بخش گسترده اي از داده ها و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش، سپاسگزاري نمایند.

◇◇◇◇◇◇◇

منابع فارسي :

سازمان زمین‌شناسي و اکتشافات معدني کشور، ۱۳۸۷، گزارش مطالعات ژئوتکنیك در گستره دشت جنوب غربي تهران،۵۴۳ صفحه.

سازمان زمین‌شناسي و اکتشافات معدني کشور، ۱۳۸۶، گزارش مطالعات لرزه‌شناسي در گستره جنوب غرب تهران، شکست مرزي، درون چاهي و ReMi ، جلد سوم، ۸۲ صفحه.

سازمان زمین‌شناسي و اکتشافات معدني کشور، ۱۳۸۶، گزارش مطالعات لرزه‌شناسي در گستره جنوب غرب تهران، تجزیه و تحلیل مایکروترمورها با روش آرایه، جلد چهارم، ۴۲۶ صفحه.

سازمان زمین‌شناسي و اکتشافات معدني کشور، ۱۳۸۶، گزارش مطالعات ژئوالکتریك در گستره دشت جنوب‌غرب تهران، جلد پنجم، ۱۸۵ صفحه.

◇◇◇◇◇◇◇

References:

Budhu, M., Adiyaman, I., 2013. " The influence of clay zones on land subsidence from groundwater pumping" GroundWater,51: p. 51-57.

Cao, G. et al., 2013. "Groundwater exploitation management under land subsidence constraint: Empirical evidence from the Hangzhou-Jiaxing-Huzhou plain, China" Environmental Management 51: p. 1109-1125.

Cherry, J.A. et al., 2006. " Contaminant transport through aquitards: A state of the science review", American Water Works Association Research (AwwaRF), Denever, Co, 126P.

Hu, R.L., 2006. "Urban land subsidence in China" IAEG, Paper No.786, 8P.

Hu, R.L. et al. , 2004. "Review on current status and challenging issues of land subsidence in China" Engineering Geology, vol. 76, p. 65- 77.

Kramer, S.L., 1996. "Geotechnical Earthquake Engineering" Prentice-Hall, 653 p.

Kresic, N.,2009. "Groundwater Resources: sustainability, management, and restoration" , McGraw Hill, 865 P.

Ma, R. et al., 2006. "The effect of stratigraphic heterogeneity on areal distribution of land subsidence at Taiyuan, northern China" Environ Geol, 50: p. 551-568.

Passadore, G. et al., 2012. "Alternative conceptual models and robustness of groundwater management scenarios in the multi-aquifer system of the Central Veneto Basin, Italy" Hydrogeology Journal, 20: p. 419-433

Waltham, A.C., 1989." Ground subsidence" Chapman and Hall, New York, 202 p.

Wang, G.Y. et al., 2010. "Large Differential land subsidence and earth fissures in Jiangyin, China", Environ Earth Sci, 61: p. 1085-1093.