مطالعه خصوصیات ژئوتکنیکی خاک‌های باقی‌مانده میگماتیتی در منطقه سیمین(جنوب همدان)

سید داود محمدی*، لقمان کتابی و حسین شهبازی

گروه زمین شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

*d.mohammadi@basu.ac.ir

دریافت: ۹۰/۸/۱۰ پذیرش: ۹۱/۹/۸

چکیده

در این مقاله نتایج حاصل از مطالعات ژئوتکنیکی بر روی خاک‌های باقی‌مانده ناشی از هوازدگی میگماتیت‌های منطقه سیمین ارائه گردیده است. روش تحقیق بر پایه مطالعات صحرایی و انجام آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی بر روی این خاک‌ها بوده است. در این تحقیق به بررسی پتروگرافی سنگ‌های میگماتیتی (سنگ مادر خاک‌های مورد مطالعه) پرداخته شده است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که خاک مذکور بر اساس رده‌بندی یونیفاید در رده ماسه سیلتی (SM) قرار می‌گیرد و از هدایت هیدرولیکی کم و ظرفیت باربری کالیفرنیای متوسطی (۱۶/۸۷٪) برخوردار است. بر اساس نتایج آنالیز XRD کانی‌های ورقه‌ای چون مسکویت، کلریت و ایلیت در این خاک فراوان می‌باشد. استفاده از این خاک‌ها در ساخت بتن و آسفالت توصیه نمی‌شود ولی جهت احداث زیر اساس راه‌های اصلی از کیفیت مناسبی برخوردار هستند. با توجه به شرایط اقلیمی منطقه و خصوصیات مهندسی خاک مورد مطالعه، پتانسیل وقوع پدیده‌های روانگرایی و خاک سره بالا بوده و از نظر پایداری دامنه‌های خاکی وضعیت ناپایداری را در منطقه ایجاد می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: خاک‌های باقی‌مانده، خصوصیات ژئوتکنیکی، میگماتیت، هدایت هیدرولیکی، باربری کالیفرنیا

مقدمه

مطالعه خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی خاک‌ها، تصمیم‌گیری در مورد احداث سازه‌های مهندسی بر روی آن‌ها را آسان می‌نماید. در این راستا، شناخت رفتار زمین شناسی مهندسی خاک‌هایی که رفتار پیچیده دارند، اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند. میگماتیت‌ها، سنگ‌هایی هستند که حد واسط سنگ‌های آذرین و دگرگونی قرار داشته و لذا دارای رفتار پیچیده‌ای می‌باشند [۱۱]. خاک‌های حاصل از این گونه سنگ‌ها می‌توانند رفتار غیر قابل پیش بینی داشته باشند و با توجه به اینکه مطالعات اندکی بر روی خاک‌های حاصل از این نوع سنگ‌ها در سطح دنیا انجام گرفته است، مطالعه خصوصیات ژئوتکنیکی آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. سپاهی گرو (۱۳۷۸) [۹] اولین بار به وجود سنگ‌های میگماتیتی در منطقه سیمین اشاره کرده و ساختارهای عمده‌ی آن‌ها را معرفی و پتروگرافی عمومی را مورد بررسی قرار داده است. سپاهی و معین وزیری (۱۳۸۰) [به نقل از ۴]، بهاری فر (۱۳۸۳) [به نقل از ۴]، جعفری (۱۳۸۵) [۴] و شهبازی (۱۳۸۹) [۱۰] مطالعات بعدی را در این منطقه انجام داده‌اند.

هدف اصلی این پژوهش مطالعه خاک‌های برجای میگماتیتی منطقه سیمین است که با انجام بررسی‌های صحرایی و مطالعات آزمایشگاهی صورت گرفته، ویژگی‌های ژئوتکنیکی آن‌ها شناسایی شده تا بتوان در صورت امکان نسبت به بهره‌برداری از این خاک‌ها اقدام نمود. همچنین سعی شده است تا مسائل و مشکلاتی که این خاک‌ها با توجه به شرایط منطقه می‌توانند ایجاد کنند، مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه خصوصیات مکانیکی و شیمیایی خاک حاصل از تجزیه سنگ‌های میگماتیتی و ترکیب کانی شناسی سنگ مادر آن مورد بررسی قرار گرفته است. با بهره‌گیری از دستورالعمل (ASTM, 2000)[1] [۱۴ تا ۲۴] نسبت به نمونه‌برداری خاک و انتقال آن به آزمایشگاه زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک دانشگاه بوعلی‌سینا همدان اقدام گردید. جدول (۱) فهرست، شماره

[1]. American Society for Testing and Materials

استانداردها و آزمایش‌ها را نشان می‌دهد. جهت تفسیر از محل برداشت و جهت تعیین محتوای کانی‌شناسی به آزمایشگاه XRD دانشگاه بوعلی‌سینا ارسال شد.
از آن‌جایی که در مورد خاک باقی‌مانده، شناخت خصوصیات سنگ مادر ضروری است، لذا تعداد ۱۲ عدد مقطع نازک از سنگ‌های میگماتیتی محل تهیه شد و مورد مطالعه قرار گرفت.

موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه در ۱۵ کیلومتری جنوب‌شرق شهرستان همدان با مختصات جغرافیایی ´۳۱ °۴۸ تا ´۳۳ °۴۸ طول شرقی و ´۳۸ °۳۴ تا ´۴۰ °۳۴ عرض شمالی، به ارتفاع ۲۴۴۵ متر از سطح دریا واقع شده و درجنوب روستاهای ابرو و خاکو و در غرب روستای سیمین واقع می‌گردد (شکل۱ و ۲).
از نظر زمین شناسی، منطقه مورد مطالعه در زون سنندج - سیرجان واقع شده است که جزء ناآرام‌ترین زون‌های ساختاری ایران به شمار می‌رود [۵]. در محدوده مورد مطالعه لیتولوژی‌های غالب شامل شیست‌ها (آندالوزیت شیست، کردیریت شیست)، هورنفلس‌ها (آندالوزیت– سیلیمانیت هورنفلس، هورنفلس‌های کردیریت‌دار)، میگماتیت‌ها و گرانیت‌های الوند می‌باشد. میگماتیت‌های منطقه مورد مطالعه از نوع میگماتیت‌های آندالوزیت – سیلیمانیت – فیبرولیت‌دار با فابریک غالب استروماتیک[1] و چین‌خورده[2] می‌باشند [۹ و ۱۰]. شکل (۳) نقشه و مقطع زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.
وضعیت تکتونیکی ویژه و دگرشکلی‌های پیچیده در اثر نفوذ باتولیت الوند، باعث تشکیل گسل‌های فراوانی در منطقه شده است. با توجه به اینکه حضور گسل‌ها و شکستگی‌های ناشی از آن‌ها در منطقه باعث افزایش سرعت هوازدگی و تشکیل خاک می‌گردد، بررسی آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. گسل‌های کشین _ سیمین، یلفان - ارزانفود و انجلاس - ورکانه، مهم‌ترین گسل‌های موجود در منطقه مورد مطالعه می‌باشند [۵]. با توجه به نقش و اهمیت درزه‌ها در گسترش هوازدگی سنگ‌ها و تولید خاک برجا عملیات درزه‌برداری در منطقه صورت گرفت بهتر نتایج حاصل از آزمایش‌های فوق تعداد ۳ نمونه خاک که نتایج آن در جدول (۲) به اختصار آمده و با استفاده از نرم افزار (Dips.v5) نمودار گل سرخی[3] و تصویر استریوگرافی این درزه‌ها ترسیم شده است (شکل ۴)

نتایج مطالعات آزمایشگاهی

۱- نتایج سنگ‌شناسی

مجموعه میگماتیتی منطقه شامل، میگماتیت‌ها، میگماتیت‌های دگرگون شده از شیست‌ها و میگماتیت‌های دگرگون شده از هورنفلس‌ها بوده که نشانگر حداکثر شدت دگرگونی ناحیه‌ای در حد رخساره آمفیبولیت فوقانی تا گرانولیت تحتانی می‌باشند و تنوع ساختاری و کانی شناسی قابل توجهی دارند [۴]. پروتولیت چیره در آن‌ها را سنگ‌های پلیتی تشکیل می‌دهد که طی فرآیند دگرگونی تبدیل به هورنفلس‌های کردیریت، آندالوزیت، سیلیمانیت، کیانیت و میگماتیت‌ها و هورنفلس‌های میگماتیتی شده‌اند[۱۰]. کانی‌هایی نظیر کوارتز، بیوتیت، کلریت، مسکویت، پلاژیوکلاز، ارتوکلاز، آندالوزیت، سیلیمانیت، فیبرولیت، کیانیت، کردیریت، گارنت، اسپینل، استارولیت، گرافیت و ایلمنیت به مقادیر مختلفی در میگماتیت‌های منطقه حضور دارند(شکل ۵).

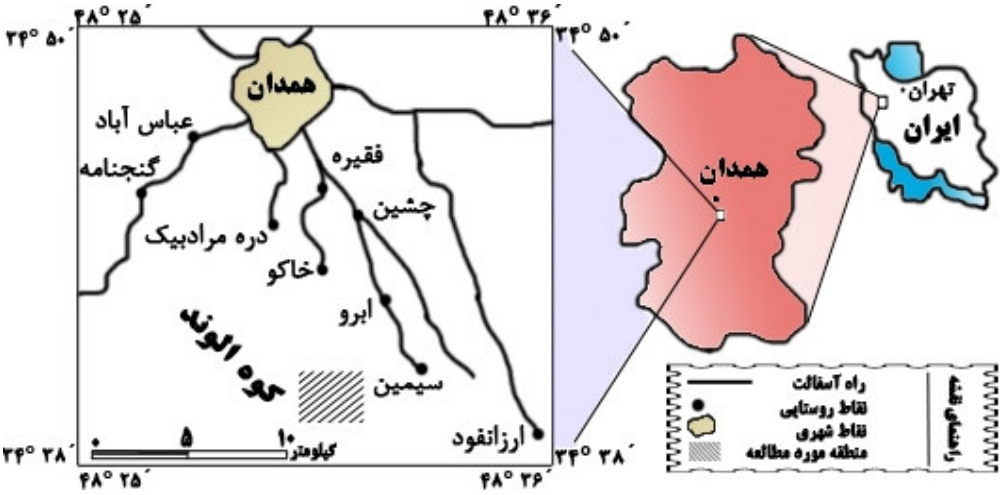
۲- نتایج آزمایش XRD

جهت شناخت بیش‌تر خصوصیات مهندسی خاک به خصوص خاک‌های حاوی ذرات رسی، شناخت کانی‌های موجود در خاک امری ضروری به نظر می‌رسد. کانی‌های رسی با توجه به خصوصیاتی مانند تغییر حجم در ایجاد ناپایداری شیب‌های خاکی نقش موثر دارند. جهت شناسایی کانی‌های موجود در خاک تعداد ۲ نمونه خاک مورد آنالیز XRD[4] (مدل APD 2000، شرکت Ital stractures) قرار گرفت. نتایج حاصل از آنالیز با استفاده از نرم افزار Xpowder Ver. 2004.04.08 PRO نشان داد که خاک مورد مطالعه حاوی کانی‌های کوارتز، ارتوکلاز، ایلیت، بیوتیت، کلریت، مسکویت و پلاژیوکلاز می‌باشد. در شکل (۶) نتایج حاصل از آنالیز XRD یکی از نمونه‌ها آورده شده است.

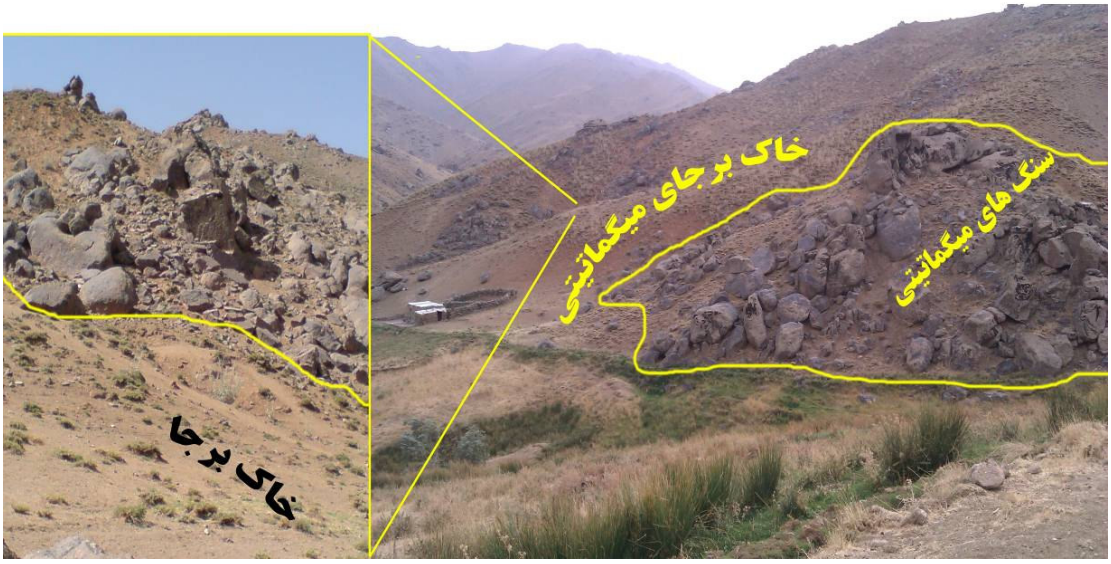
[1]. Stromatic
[2]. Folded
[3]. Rose diagram
[4]. X-ray diffraction

جدول ۱: برنامه و تعداد آزمایش‌های انجام شده در این پژوهش.

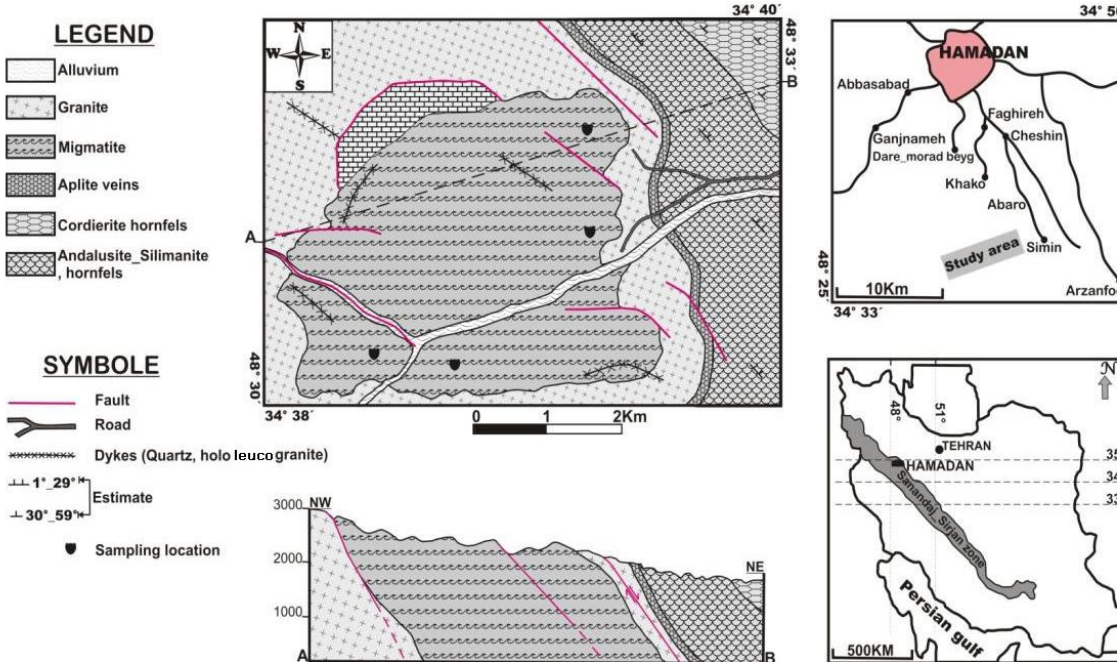
نام آزمایش	شماره استاندارد	تعداد آزمایش
درصد رطوبت (ω%)	ASTM D2216	۵
وزن مخصوص ذرات جامد خاک (Gs)	ASTM D854	۳
دانه بندی و رده‌بندی خاک	ASTM D422 + ASTM D421	۳
حدود آتربرگ	ASTM D4318	۵
ارزش ماسه (٪)	ASTM D2419	۳
دانسیته در محل (gr/cm^3)	ASTM D1556	۳
تراکم استاندارد	ASTM D698	۳
نفوذپذیری (cm/s)	ASTM D2434	۳
برش مستقیم	ASTM D3080	۳
نسبت باربری کالیفرنیا (C.B.R)	ASTM D1883	۳



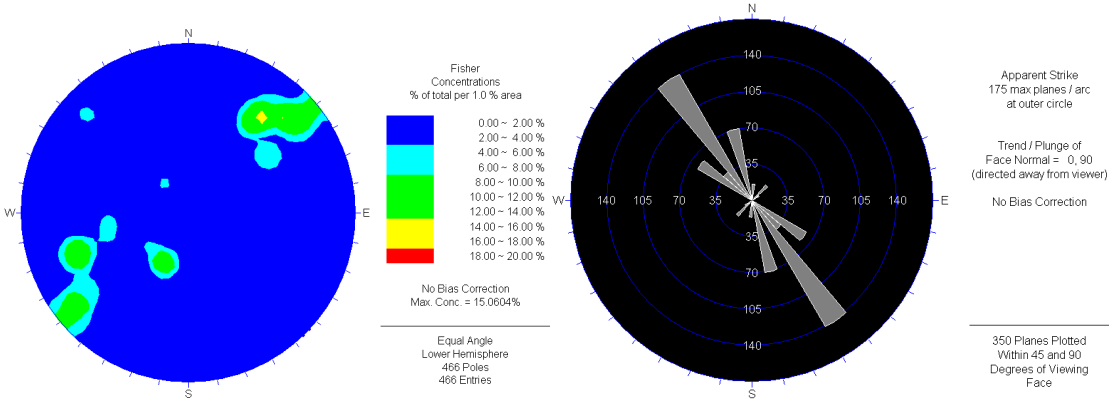
شکل ۱: موقعیت ناحیه مورد مطالعه [۱۲].



شکل ۲: نمایی از منطقه مورد مطالعه (دید به سمت جنوب غرب).



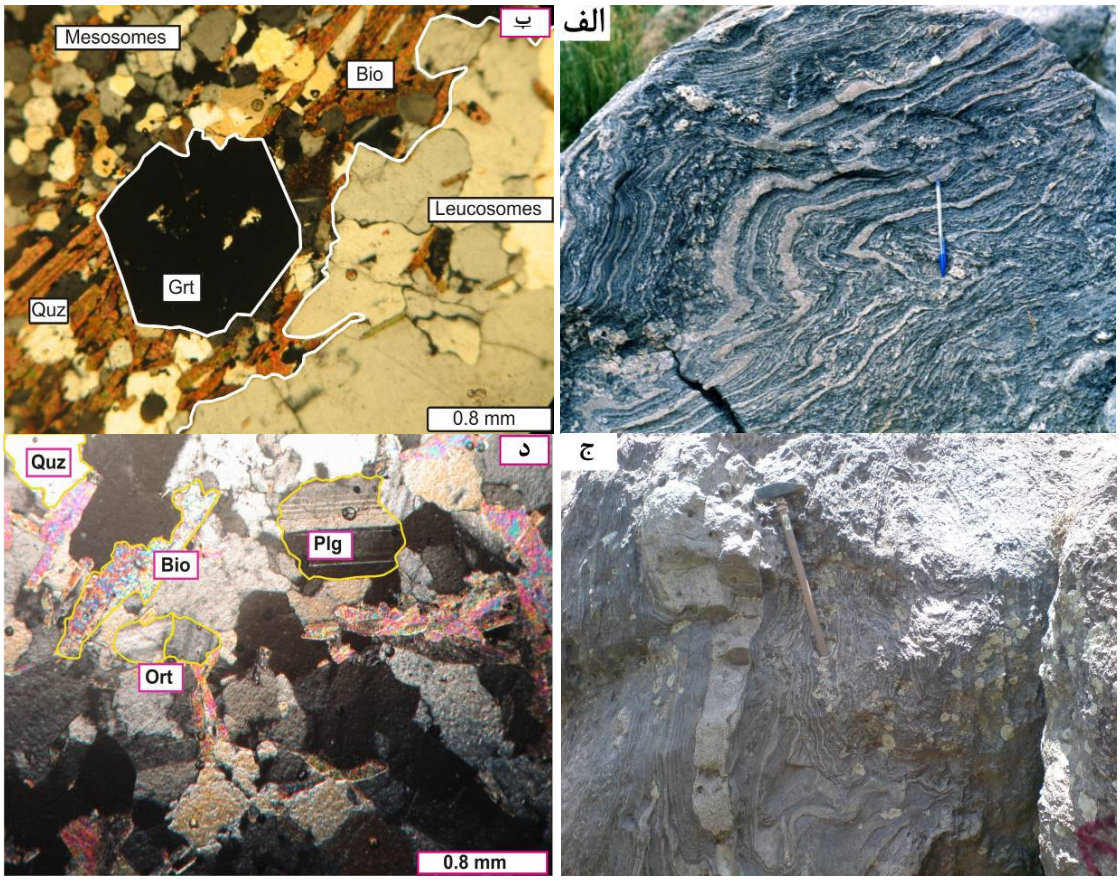
شکل ۳: نقشه و مقطع زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، اقتباس از [۲ و ۱۰]، با اندکی تصحیحات.



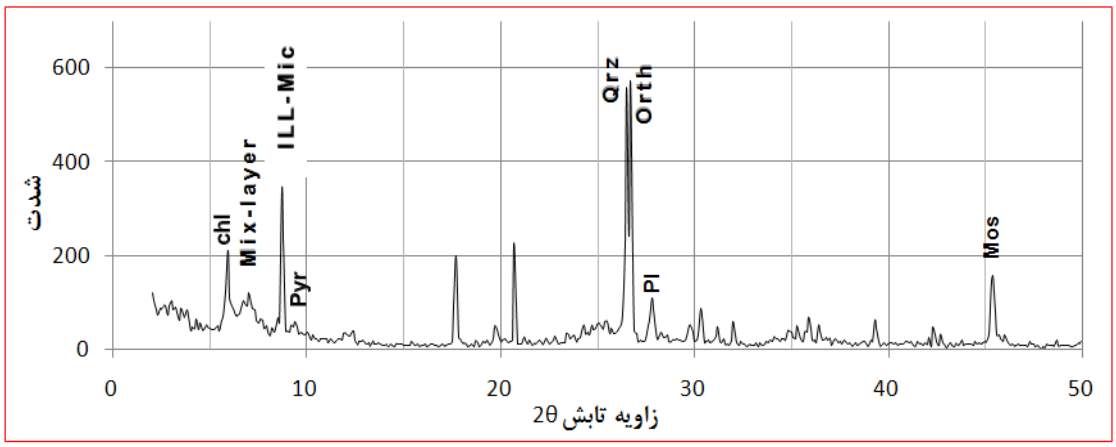
شکل ۴: نمودار گل سرخی و تصویر استریوگرافی درزه‌های منطقه مورد مطالعه (به شیوه شیب، جهت شیب درزه).

جدول ۲: مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی درزه‌های منطقه بر اساس تعریف ISRM[۲۶].

تعداد دسته درزه‌ها (Rock cutting)	دو دسته درزه بعلاوه درزه‌های تصادفی (کلاس ۵)
شیب و جهت شیب درزه‌ها (Dip and Dipdirection)	۱۴۰/۷۵ به همراه درزه‌های تصادفی با فراوانی کمتر.
بازشدگی درزه‌ها (Openning)	بسته تا خیلی عریض (۱۰۰ – ۰/۱ میلیمتر)
زبری سطح درزه‌ها (Roughness)	صاف، موج دار و پله‌ای
مواد پر کننده درزه‌ها (Filling materials)	رگه‌های تزریقی کوارتز
فاصله درزه‌ها (Spacing)	خیلی نزدیک تا نسبتاً نزدیک (۶۰۰ – ۲۰ میلیمتر)
پیوستگی درزه‌ها (Continuity)	پیوستگی بسیار کم تا متوسط (۱۰ – ۱< متر)
هوازدگی (Weathering)	هوازدگی کم و در بعضی از درزه‌ها به شدت هوازده



شکل ۵: الف) تصویری از میگماتیت با فابریک استروماتیک منطقه (دید به سمت غرب)، ب) مقطع میکروسکوپی میگماتیت نامبرده با بافت پورفیرو لپیدوبلاستیک، ج) تصویری از میگماتیت با فابریک چین خورده منطقه (دید به سمت جنوب شرق)، د) مقطع میکروسکوپی میگماتیت نامبرده با بافت گرانو لپیدوبلاستیک (Plg = پلاژئوکلاز، Quz = کوارتز، Bio = بیوتیت، Grt= گارنت، Ort= ارتوزکلاز).



شکل ۶: نتایج آنالیز XRD خاک مورد مطالعه (Qrz = کوارتز، ill = ایلیت، Pyr = پیروفیلیت، Orth = ارتوکلاز، Pl = پلاژیوکلاز، Mus = مسکویت، Chl = کلریت، Mic = میکا، Mix-layer = مخلوط لایه).

خصوصیات مهندسی

به منظور تعیین خصوصیات مهندسی خاک‌های باقی‌مانده، با بهره‌گیری از دستورالعمل (ASTM, 2000) [۱۴ تا ۲۴] نسبت به نمونه‌برداری خاک اقدام شد و آزمایش‌های مورد نیاز بر روی نمونه‌های دست خورده انجام گرفت. جهت اطمینان بیش‌تر از صحت نتایج، برای هر آزمایش تعداد مشخصی نمونه طبق استاندارد و بر اساس جدول (۱) آماده شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میانگین نتایج آزمایش‌های انجام شده در جدول (۳) به صورت خلاصه نشان داده شده است.

بحث

همان‌گونه که از جدول (۴) ملاحظه می‌شود مقدار رطوبت خاک پایین بوده (۴/۴۲٪) که با توجه به شرایط آب و هوایی، فصل نمونه‌برداری، قرار گرفتن در معرض تابش مستقیم نور خورشید و نوع خاک (ماسه سیلتی) قابل قبول است. مقدار وزن مخصوص قسمت جامد خاک (Gs) منطقه ۲/۷۶ به دست آمده و ارتباط مستقیمی با کانی شناسی سنگ مادر دارد. وزن مخصوص خاک‌های حاصل از سنگ‌های با ترکیب کانی‌شناسی مشابه برابر ۲/۷۳ می‌باشد، لذا این عدد با توجه به ترکیب کانی‌شناسی سنگ مادر و حضور کانی‌هایی چون کوارتز مقدار قابل قبولی به نظر می‌رسد [۲۵]. با توجه به نوع منحنی دانه‌بندی ترسیم شده، خاک خوب دانه‌بندی[1] شده می‌باشد. آزمایش‌های تعیین حدود آتربرگ حاکی از غیر خمیری[2] (NP) بودن خاک مورد مطالعه است. با توجه به منحنی دانه‌بندی (شکل ۷) و با لحاظ نمودن نتایج آزمایش حدود آتربرگ، نام خاک طبق رده‌بندی یونیفاید[3]، ماسه سیلتی (SM) تعیین گردید (جدول ۳). بر مبنای آزمون دانه‌بندی و ترکیب کانی شناسی سنگ مادر، احتمال واگرایی[4] در خاک مورد مطالعه پایین می‌باشد.

با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه در یک اقلیم سرد و خشک واقع شده است و اینکه میزان نزولات جوی سالانه قابل توجه می‌باشد، پدیده خاک سره[5] اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. این پدیده در اثر کاهش اصطکاک داخلی خاک در خاک‌هایی با اندازه لای ایجاد می‌گردد و حاصل حرکت آرام مواد گلی در روی دامنه‌ها می‌باشد. از آن‌جایی که خاک مورد مطالعه دارای دانه‌بندی خوبی می‌باشد و حاوی مقدار قابل توجهی ذرات ریز دانه است و با مد نظر قرار دادن تراکم بسیار پایین خاک، عدم پوشش گیاهی مناسب و خاصیت غیر خمیری آن احتمال وقوع این پدیده در خاک‌های مورد بحث وجود دارد. نتایج آزمایش دانسیته برجا نشان داد که دانسیته مرطوب[6] gr/cm^3 ۱/۲۵ و دانسیته خشک[7] gr/cm^3 ۱/۱۹ می‌باشد.

نسبت مقادیر ماسه به ریز دانه‌ها (سیلت و رس) در خاک عامل مهم در پروژه‌های خاکی و ساختمانی محسوب می‌گردد، زیرا وجود ماسه بیش‌تر در مقایسه با خاک ریز دانه در زیر بنای راه‌ها و نیز در احداث سدهای خاکی باعث پایین آمدن درصد رطوبت بهینه و رسیدن زودهنگام خاک به حداکثر تراکم خود می‌گردد. آزمایش ارزش ماسه (SE)، در واقع آزمونی سریع جهت تعیین مطلوبیت منابع قرضه در پروژه‌های عمرانی به شمار می‌رود [۱۳].

آزمایش ارزش ماسه معمولاً برای خاک‌هایی که شاخص خمیری[8] (PI) آن‌ها کمتر یا مساوی ۴ می‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱]. نتایج این آزمایش برای خاک‌های میگماتیتی منطقه عددی برابر ۴۰ درصد را نشان می‌دهد. مقدار ارزش ماسه (SE) به دست آمده در این پژوهش نسبتاً پایین می‌باشد و بیانگر این است که خاک مورد مطالعه تمیز نبوده و حاوی ذرات ریز دانه قابل توجهی می‌باشد و برای پروژه‌هایی که نیاز به ماسه تمیز دارند، مناسب نخواهد بود. با توجه به مقدار ارزش ماسه به دست آمده می‌توان از خاک مورد مطالعه جهت احداث لایه زیر اساس راه‌های اصلی و اساس و زیر اساس در راه‌های فرعی استفاده کرد [۱۳]. هر چند که خاک مورد مطالعه از نوع برجا می‌باشد ولی به علت پایین بودن فاکتور ارزش ماسه (کمتر از ۷۰٪) و همچنین حضور کانی‌های ورقه‌ای مثل بیوتیت، مسکویت و پیروفیلیت استفاده از این خاک در بتن توصیه نمی‌شود[۱۳].

افزایش ظرفیت باربری پی، کاهش نشست نامطلوب سازه، کنترل تغییرات حجم نامطلوب، کاهش نفوذپذیری و افزایش پایداری شیب‌ها، همگی از اهداف تراکم خاک‌ها در

[1]. Well graded soil
[2]. Nonplastic
[3]. Unified soil classification system (USCS)
[4]. Dispersion
[5]. Solifloction
[6]. Wet density
[7]. Dry density
[8]. Plastic index

پروژه‌های مهندسی هستند. آزمایش تراکم استاندارد جهت محاسبه وزن واحد حجم خشک حداکثر[1] (γ_{dmax}) و تعیین رطوبت بهینه[2] (w_{opt}) خاک مورد مطالعه انجام گرفته است که این مقادیر به ترتیب ۱/۸ gr/cm^3 و ۱۱/۵ درصد به دست آمده است (شکل ۸). با مقایسه مقدار وزن واحد حجم خشک حداکثر به دست آمده از این آزمایش و مقدار وزن واحد حجم خشک در محل این نکته استنباط می‌گردد که خاک موجود در محل از تراکم بسیار پایینی برخوردار بوده که می‌تواند ناپایداری خاک به خصوص در حالت اشباع را تشدید نماید.

اصولاً خاک‌های مستعد روانگرایی[3] ماسه‌های ریز دانه و لای‌هایی هستند که تراکم کمی دارند، ضریب یکنواختی آن‌ها بین ۲ تا ۱۰ می‌باشد و معمولاً به حالت اشباع می‌باشند [۱۳]. با توجه به تراکم بسیار پایین خاک، مقدار شتاب بالای زمین برای محدوده (۰/۳۵g) [۶] و همچنین با لحاظ نمودن رده خاک و نتایج حاصل از دانه‌بندی (C_u=۸)، خاک مذکور پتانسیل روانگرایی بالایی دارد.

نفوذپذیری خاک‌ها تابع نوع و جنس خاک، شکل ذرات، نسبت تخلخل، اندازه ذرات و بسیاری عوامل دیگر است. برای تعیین عدد نفوذپذیری، آزمایش نفوذپذیری با بار ثابت انجام شده است که مقدار cm/s $۶/۱۱\times۱۰^{-۴}$ بدست آمده است. این آزمایش با دانسیته حداکثر (γ_{dmax}) انجام شد و با توجه به نتیجه آن خاک مورد مطالعه دارای نفوذپذیری کم می‌باشد[۱۳]. همچنان که آزمایش دانه‌بندی نشان داد، خاک مورد مطالعه ماسه سیلتی می‌باشد و علت نفوذپذیری کم خاک مورد نظر تراکم بالا در زمان انجام آزمایش و وجود مواد ریز دانه (سیلت و به مقدار کمتر رس) بوده که با پر نمودن فضاهای خالی ماسه، عبور آب را دشوار کرده‌اند. از این خاک در پروژه‌هایی که نیاز به خاک با نفوذپذیری کم تا متوسط است، مثل صافی (فیلتر) سدهای خاکی می‌توان بهره گرفت [۱۳].

برای محاسبه پایداری شیب‌های خاکی، ظرفیت باربری پی‌های سطحی و شمع‌ها و فشار جانبی خاک وارد بر دیوارهای حایل، توجه به زاویه اصطکاک داخلی[4] (φ) و چسبندگی[5] (C) خاک‌ها بسیار حائز اهمیت است. آزمایش برش مستقیم برای به دست آوردن زاویه اصطکاک و چسبندگی خاک‌های ماسه‌ای گزینه مناسبی است. لذا برای محاسبه این فاکتورها در خاک‌های منطقه از آزمایش برش مستقیم تحکیم یافته زهکشی نشده[6] (C_u) استفاده شد. زاویه اصطکاک داخلی خاک $۳۲/۳۴^{o}$ و چسبندگی ۲/۵ کیلوپاسکال می‌باشد (شکل ۹).

خاک‌های مورد مطالعه از نوع خاک‌های باقی مانده بوده که به دلیل عدم حمل و نقل، ذرات آن دارای گوشه‌های تیز و زاویه‌دار می‌باشد که این خود عاملی بر زیاد بودن زاویه اصطکاک داخلی خاک است.

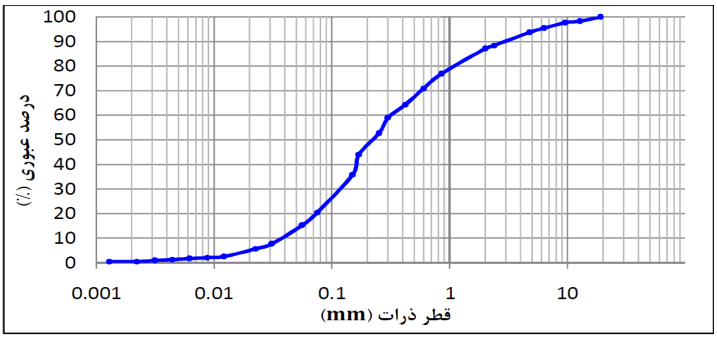
آزمایش نسبت باربری کالیفرنیا[7] (C.B.R) مقاومت برشی خاک را تحت شرایط کنترل شده درصد رطوبت و وزن مخصوص به دست می‌دهد. این آزمون در حال حاضر با وجود داشتن نقاط ضعف فراوان، متداول‌ترین روش برای ارزیابی ظرفیت باربری روسازی راه‌ها و فرودگاه‌ها و همچنین تعیین میزان باربری مصالح سنگی به شمار می‌رود [۱]. مقدار C.B.R به دست آمده برای خاک مورد مطالعه ۱۶/۸۷ درصد می‌باشد که بیانگر پایداری متوسط زمین برای زیر پی و همچنین مناسب بودن آن جهت لایه زیر اساس راه‌های اصلی و اساس و زیر اساس در راه‌های فرعی است [۱۳] (شکل ۱۰).

به نظر می‌رسد با وجود درشت بودن خاک مورد مطالعه، علت متوسط بودن مقدار CBR، حضور کانی‌های ورقه‌ای چون مسکویت، کلریت، بیوتیت، گرافیت و پیروفیلیت در خاک می‌باشد.

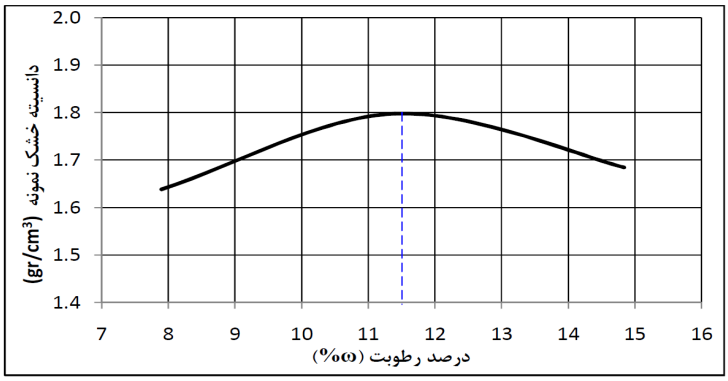
جدول ۳: نتایج دانه بندی.

گراول	ماسه	سیلت و رس	رده خاک
٪۶/۳۴	٪۷۳/۲۰	٪۲۰/۴۶	SM

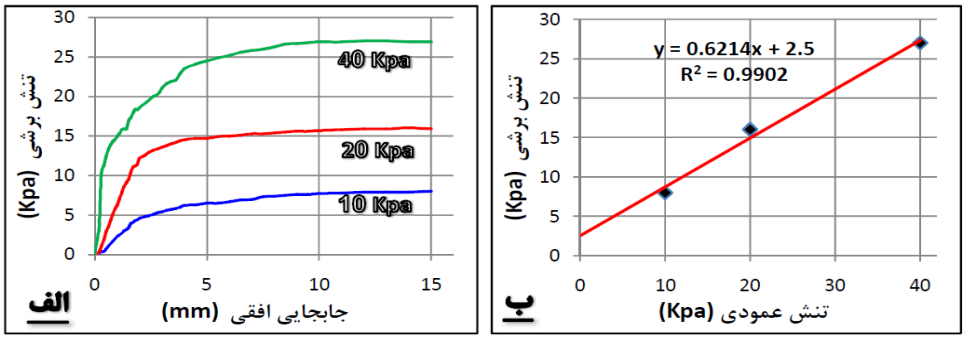
[1]. Maximum dry unit weight
[2]. Optimum moisture content
[3]. Liquifaction
[4]. Angle of internal friction
[5]. Cohesion
[6]. Consolidated undrained direct sample shear test
[7]. California bearing ratio test



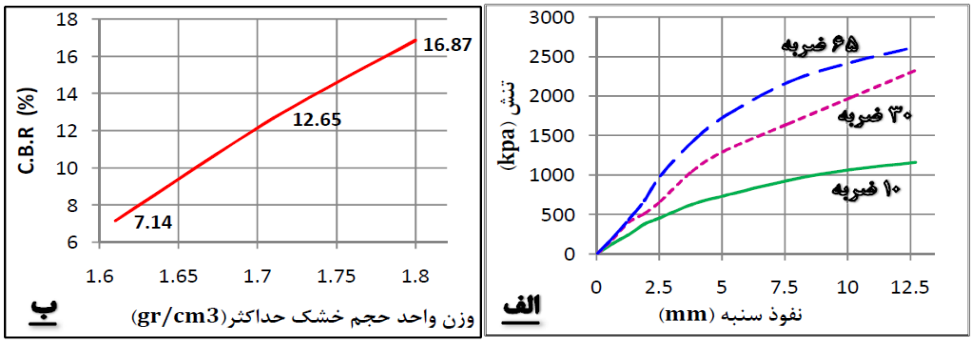
شکل ۷: منحنی دانه بندی خاک مورد مطالعه.



شکل ۸: منحنی تراکم استاندارد خاک مورد مطالعه.



شکل ۹: الف) نمودار تنش برشی - جابجایی افقی، ب) نمودار تنش برشی - تنش عمودی.



شکل ۱۰: نتایج آزمایش ظرفیت باربری کالیفرنیای خاک مورد مطالعه (C.B.R). الف) نمودار تنش - نفوذ سنبه، ب) نمودار ظرفیت باربری کالیفرنیا (C.B.R) - وزن واحد حجم حداکثر خشک خاک.

جدول ۴: نتایج حاصل از آزمایش‌های مهندسی بر روی خاک مورد مطالعه.

نام آزمایش		میانگین مقادیر
درصد رطوبت (ω%)		۴/۴۲
وزن مخصوص ذرات جامد خاک (Gs)		۲/۷۶
دانه بندی (رده بندی یونیفاید)		SM
حدود آتربرگ		NP
ارزش ماسه (٪)		۴۰
نفوذپذیری (cm/s)		$۶/۱۱\times۱۰^{-۴}$
نسبت باربری کالیفرنیا (C.B.R) (٪)		۱۶/۸۷
دانسیته در محل	دانسیته خشک (gr/cm^3)	۱/۱۹
	دانسیته مرطوب (gr/cm^3)	۱/۲۵
تراکم استاندارد	رطوبت بهینه (٪)	۱۱/۵
	حداکثر دانسیته‌ی خشک (gr/cm^3)	۱/۸
برش مستقیم	C (kpa)	۲/۵
	φ (°)	۳۲/۳۴

نتیجه‌گیری

مقایسه و تحلیل نتایج حاصل از آزمون‌های تراکم استاندارد، مخروط ماسه و تعیین چگالی نسبی بیانگر تراکم بسیار پایین خاک مورد مطالعه بوده و با توجه به نتایج آنالیز XRD، پتروگرافی سنگ مادر و خاک حاصل از آن و همچنین حضور کانی‌های ورقه‌ای چون مسکویت، کلریت، بیوتیت، گرافیت و پیروفیلیت در خاک مورد مطالعه، موضوع ناپایداری شیروانی‌ها به صورت ریزش و لغزش و در نتیجه سقوط قطعات سنگی به خصوص در صورت افزایش رطوبت خاک و اشباع شدن آن‌ها (بالا آمدن سطح ایستابی و بارندگی) بسیار جدی می‌باشد.

با لحاظ نمودن تکتونیک فعال منطقه، شتاب لرزه‌ای بالا، شیب تند دامنه‌ها، سست بودن خاک، نتایج آزمون دانه بندی، حضور کانی‌های ورقه‌ای و ناپایدار در خاک، در صورتی که این خاک‌ها تحت تاثیر بارگذاری لرزشی قرار گیرند به سرعت متراکم شده و مقاومت برشی خود را از دست داده و روانگرایی خاک اتفاق خواهد افتاد. در دامنه-هایی که تجمع خاک بیش‌تر است و با سطح ایستابی مرتبط هستند، این موضوع تشدید می‌گردد.

تراکم بسیار پایین، خاصیت غیر خمیری (NP)، عدم پوشش گیاهی، دانه‌بندی خوب خاک و وجود مقدار قابل توجهی ذرات ریز دانه (لای) همگی عواملی هستند که پتانسیل وقوع پدیده خاک سره به صورت آزاد در خاک-های منطقه را افزایش می‌دهند.

با استناد به آزمایش‌های انجام شده می‌توان از این خاک جهت استفاده در سدهای خاکی به عنوان صافی (فیلتر)، لایه زیر اساس راه‌های اصلی و اساس و زیر اساس در راه-های فرعی بهره گرفت ولی به علت پایین بودن فاکتور ارزش ماسه (کمتر از ۷۰٪) و همچنین حضور کانی‌های ورقه‌ای مثل بیوتیت ، مسکویت و پیروفیلیت استفاده از این خاک در بتن توصیه نمی‌شود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری صمیمانه جناب آقای دکتر رفیعی به خاطر کمک در تفسیر آنالیز (XRD) نمونه‌ها تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین همکاری صمیمانه سرکار خانم بهزاد تبار در انجام آزمایش‌ها قابل تقدیر است.

منابع

[۱] افتخاریان، ل.، و تی‌تی دژ، ا (۱۳۸۷) آزمایشگاه مکانیک خاک، نشر کتاب دانشگاهی، ۲۶۴ صفحه.

[۲] اقلیمی، ب (۱۳۷۹) نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ همدان، سازمان زمین‌شناسی اکتشافات معدنی کشور.

[۳] جعفر قلی‌زاده، ه (۱۳۸۵) مطالعه شاخص‌های هوازدگی و کاربرد آن‌ها برای سنگ‌های گرانیتی الوند، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا.

[۴] جعفری، س.ر (۱۳۸۵) پترولوژی میگماتیت‌ها و سنگ-های پلوتونیک منطقه جنوب سیمین، پایان نامه کارشناسی ارشد پترولوژی، دانشگاه بوعلی سینا.

[۵] حسینی دوست، س.ج (۱۳۸۸) زمین ساخت و نئوزمین ساخت گستره شهر همدان و پیرامون آن با نگرشی بر موقعیت سایزموتکتونیکی منطقه، مجله یافته‌های نوین زمین شناسی کاربردی، جلد ۶، صفحه ۶۰ تا ۷۹.

[۶] حیدری، ر (۱۳۸۵) بررسی زمین‌شناسی مهندسی سد اکباتان با نگرش بر طرح افزایش ارتفاع سد، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا.

[۷] درویش زاده، ع (۱۳۷۰) زمین‌شناسی ایران، نشر دانش آموز، ۹۰۱ صفحه.

[۸] سایت اداره کل هواشناسی استان همدان www.hamadanmet.ir

[۹] سپاهی‌گرو، ع.ا (۱۳۷۸) پترولوژی مجموعه پلوتونیک الوند با نگرش ویژه بر گرانیتوئیدها، رساله دکتری پترولوژی، دانشگاه تربیت معلم تهران.

[۱۰] شهبازی، ح (۱۳۸۹) پترولوژی مجموعه سنگ‌های آذرین و میگماتیت‌های کمپلکس الوند و توده نفوذی آلموقلاغ همدان و ارتباط ژنتیکی بین آنها، رساله دکتری پترولوژی، دانشگاه شهید بهشتی.

[۱۱] مسعودی، ف (۱۳۸۱) میگماتیت‌ها، انتشارات دانشگاه تربیت معلم، ۲۷۴ صفحه.

[۱۲] نقشه راه‌های ایران، شماره ۱۶۳، نشر و چاپ گیتاشناسی.

[۱۳] معماریان، ح (۱۳۸۴)زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، انتشارات دانشگاه تهران، ۹۵۴ صفحه.

[14] ASTM D2216 (2000) Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass. Annual Books of ASTM Standards.

[15] ASTM D854 (2000) Standard test methods for specific gravity of soils. Annual Books of ASTM Standards.

[16] ASTM D698 (2000) Standard test methods for laboratory compaction characteristic. Annual Books of ASTM Standard.

[17] ASTM D422 (2000) Standard test methods for particle size analysis of soils. Annual Books of ASTM Standards.

[18] ASTM D421 (2000) Standard practice for dry preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants. Annual Books of ASTM Standards.

[19] ASTM D3080 (2000) Standard test method for direct shear test of soils. Annual Books of ASTM Standards.

[20] ASTM D4318 (2000) Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soil. Annual Books of ASTM Standards.

[21] ASTM D1883 (2000) Standard test method for C.B.R (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils. Annual Books of ASTM Standards.

[22] ASTM D2419 (2000) Standard test method for sand equivalent value of soils. Annual Books of ASTM Standards.

[23] ASTM D2434 (2000) Standard test method for permeability of granular soils (constant head). Annual Books of ASTM Standard.

[24] ASTM D1556 (2000) Standard Test method for density and unit weight of soil in place by the sand-cone method. Annual Books of ASTM Standard.

[25] Ige, O.O., (2010) Assessment of Geotechnical properties of Migmatite-derived residual soil from Ilorin, Southwestern Nigeria, as Barrier in Sanitary Landfills, Continental J. Earth Sciences 5 (1): pp 32 - 41.

[26] ISRM, (1981) Basic geotechnical description of rock masses, International Society of rock mechanics Commision on the classification of rock and masses. Int Rock Mech Min Sci Geomech. Vol 18, pp 85-110.