جزوه باما

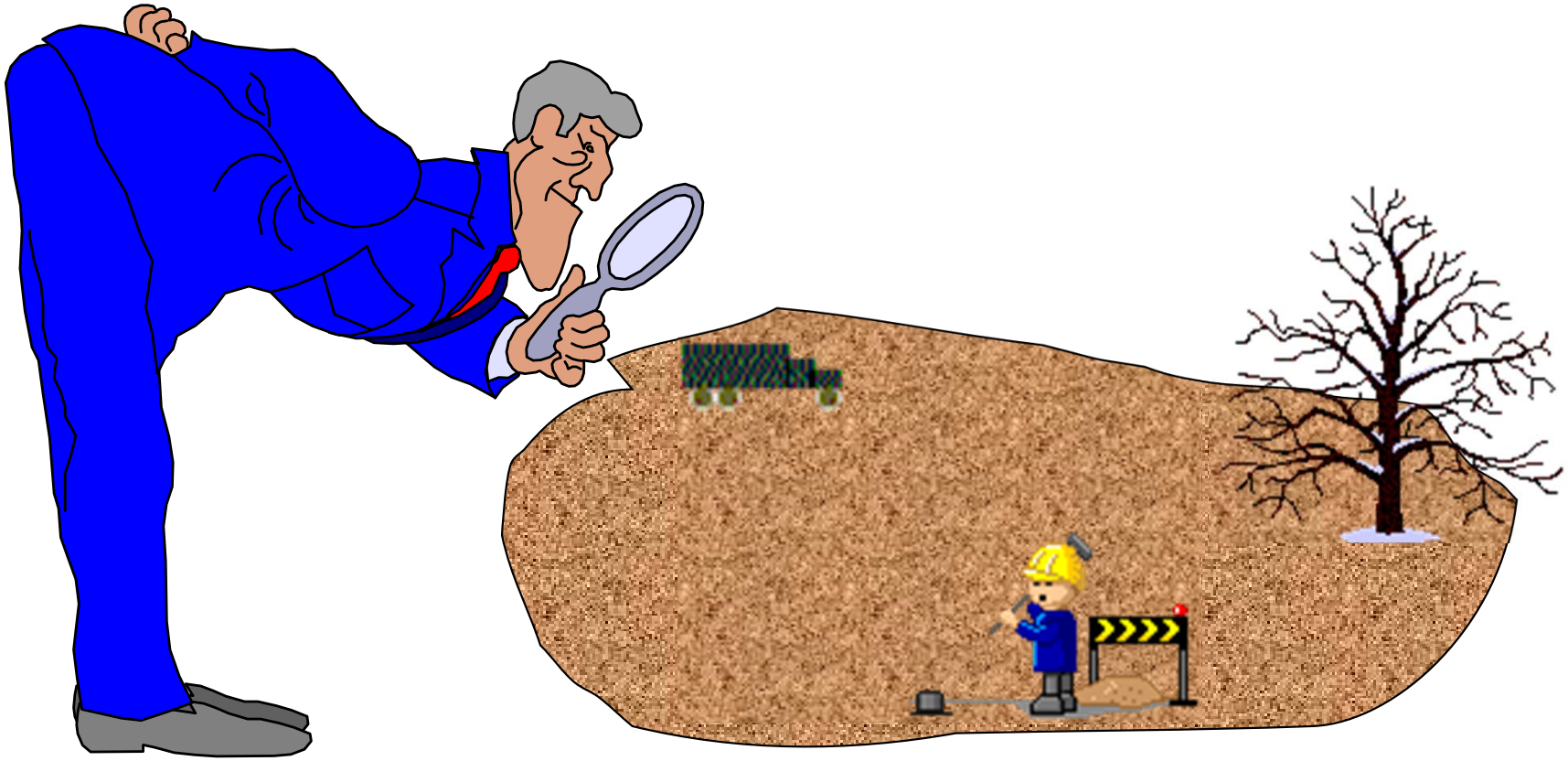
دانلود جزوات ، نمونه سوالات
و پاورپوینت های دانشگاهی

Jozvebama.ir

Jozvebama.ir

تحقیقات محلی

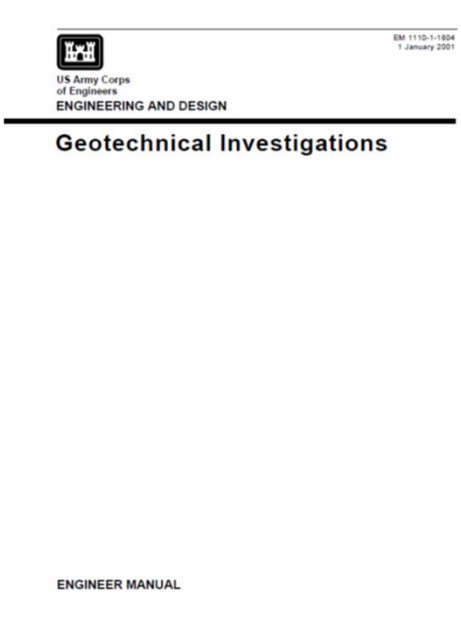
Geotechnical Investigations

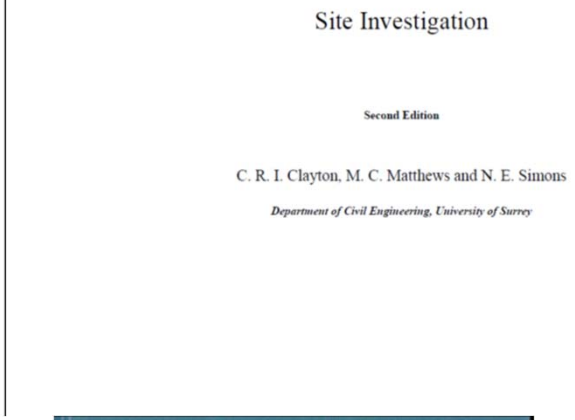


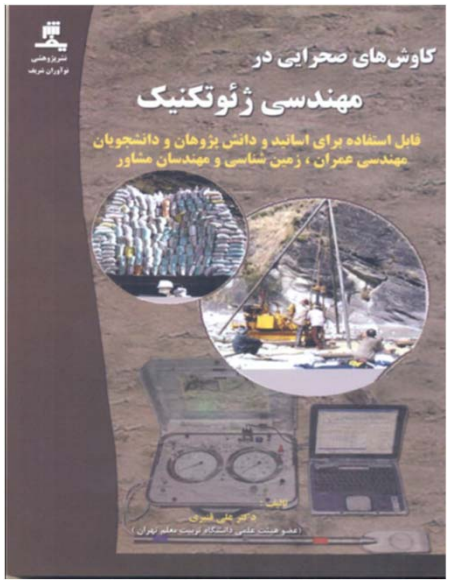
رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

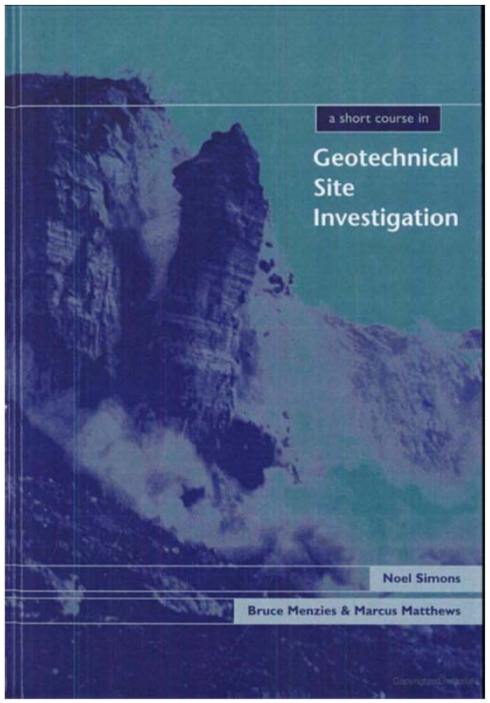
Jozvebama.ir

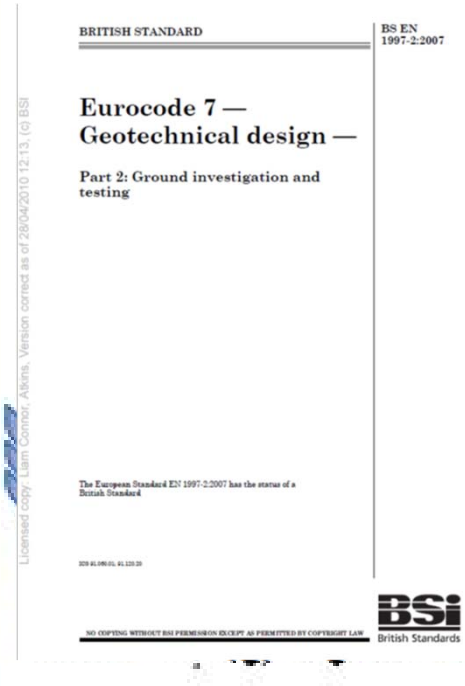
منابع



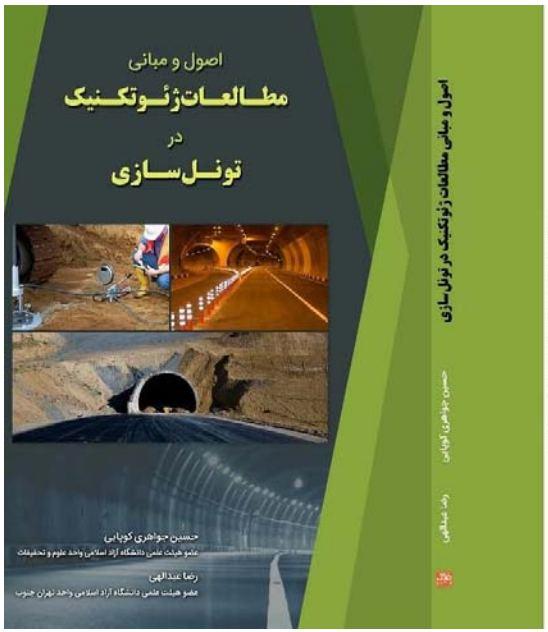








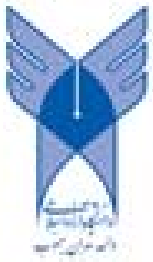
Licensed copy: Liam Connor, Atkins, Version correct as of 28/04/2010 12:13, (c) BSI



Jozvebama.ir

فصل اول :

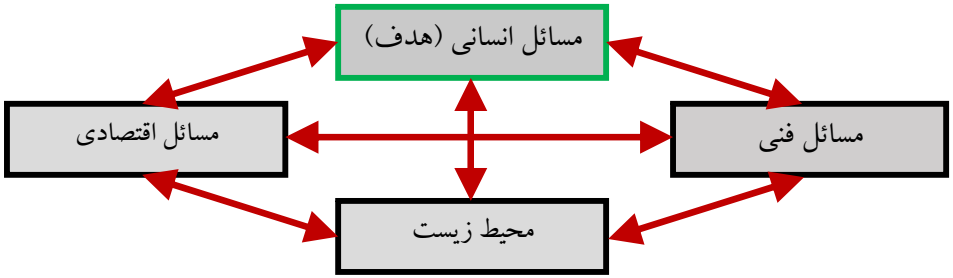
مقدمات



Jozvebama.ir

ورود به مبحث

- تشکیل خاک یک پدیده تصادفی است
- خاک بعد از تشکیل یک موضوع متعین است
- اقتضای فرآیند مهندسی نگاه آماری به خاک است



تعریف مهندسی

مهندسی برقراری یک توازن همه جانبه بین چهار محور "مسائل انسانی" ، "محیط زیست "، "مسائل فنی" و "مسائل اقتصادی " است به نحوی که مسائل انسانی در صدر قرار داشته و محور اصلی شمرده می شود.

Jozvebama.ir

ورود به مبحث

این واقعیت که شناسایی جزئیات شرایط زمین قبل از اجرای پروژه عملا امکان پذیر نیست موجب می‌شود که هر پروژه ژئوتکنیکی شامل ریسک‌هایی با منشا زمین شناسی باشد. هدف مطالعات ژئوتکنیک دراین پروژه ها فراهم آوردن اطلاعات کافی و قابل اطمینان در مراحل آغازین پروژه برای شناخت زمین و ارزیابی گزینه های مختلف طراحی و انتخاب بهترین روش اجرا برای مواجهه با ریسک‌های پروژه است. به این ترتیب مطالعات ژئوتکنیک باید به عنوان جزئی از برنامه جامع مدیریت ریسک پروژه مورد توجه واقع شود.

شناسایی و درک صحیح شرایط و خصوصیات زمین شناسی، زمین شناسی مهندسی و هیدروژئولوژی محدوده پروژه مهمترین بخش از مطالعات پروژه‌های ژئوتکنیکی را تشکیل می‌دهد به گونه‌ای که جزئیات کلیدی پروژه در مراحل طراحی و اجرا و حتی چگونگی عملکرد آن در زمان بهره‌برداری به طور مستقیم وابسته به این خصوصیات هستند. به این ترتیب مطالعات ژئوتکنیک هدفمند و هوشمند از ملزومات یک پروژه موفق ژئوتکنیکی به شمار می‌رود. مطالعات ژئوتکنیک به طور کلی شامل جمع‌آوری و تلفیق اطلاعات ژئوتکنیکی و زمین شناسی و نیز تعیین پارامترهای مورد نیاز برای ارزیابی توجیه پذیری پروژه و تصمیم گیری برای انتخاب بهینه مسیر پروژه و طراحی جزئیات سیستم نگهداری و بررسی و تصمیم گیری درخصوص روش اجرای پروژه است. از مهمترین اهداف مورد انتظار مطالعات ژئوتکنیک فراهم کردن بستر لازم برای مسائل قراردادی پروژه و پیش بینی مشکلات اجرایی آن است. علاوه بر این ارزیابی اثر اجرا و بهره-برداری پروژه بر محیط و ساختمان‌ها و تاسیسات مجاور نیز در این مطالعات باید انجام شود.

باتوجه به اینکه شرایط سایت تا قبل از حفاری هیچ گاه به طور کامل روشن نخواهد شد، مطالعات شناسایی متناسب با مراحل طراحی در یک پروژه ژئوتکنیکی به صورت مرحله بندی شده انجام می‌شود و در هر مرحله اطلاعات مورد نیاز برای آن مرحله جمع آوری می‌گردد. به این ترتیب در هر مرحله از مطالعات و به دنبال آن با آغاز حفاری و جمع‌آوری اطلاعات زمین در حین حفاری مدل ساختاری و مفهومی زمین شامل مشخصات زمین شناسی، ژئوتکنیکی و هیدروژئولوژیکی آن تکمیل و به روز رسانی می‌شود.

رضا مبارکی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

اهداف مطالعات ژئوتکنیک

مطالعات ژئوتکنیک باید به عنوان جزئی از روند مدیریت ریسک در یک پروژه زیرزمینی مورد توجه واقع شود. بدون وجود اطلاعات کافی که باید از این مطالعات بدست آید، ریسک‌های ذاتی که در مراحل اجرا و بهره‌برداری از فضای زیرزمینی وجود دارند. ممکن است در حد غیرقابل قبولی زیاد باشند. بنابراین در مطالعات ژئوتکنیک، شناسایی ریسک‌های پروژه از اصلی‌ترین اهداف مطالعات خواهد بود.

در این مرحله از مطالعات جمع‌آوری اطلاعات و تلفیق و تفسیر آنها برای رسیدن به اهداف زیر انجام می‌شود:

- ✓ ارزیابی جنبه‌های مختلف فنی و اقتصادی گزینه‌های طراحی
- ✓ انتخاب بهترین جانمایی برای پروژه
- ✓ ارائه طرح مناسب و اقتصادی پروژه
- ✓ انتخاب روش‌های اجرای مناسب که ریسک قابل قبولی داشته باشد.
- ✓ شناسایی مشکلات و ریسک‌های پروژه در زمان اجرا و ارزیابی تمهیدات مقابله با آنها
- ✓ ارزیابی تأثیر پروژه بر محیط، ساختمانها جمعیت محدوده طرح
- ✓ ارزیابی امکان استفاده از ضایعات و مصالح ناشی ازحفاری
- ✓ پیش بینی زمان بندی و هزینه‌های اجرایی
- ✓ تهیه اطلاعات پایه برای تهیه اسناد مناقصه اجرای طرح

Jozvebama.ir

هر مطالعه ژئوتکنیکی باید با بررسی و واکاوی اطلاعات موجود در مورد طرح که شامل پیشینه سایت، نقشه‌ها و اطلاعات زمین شناسی اولیه، سازه‌های موجود و پی آنها، تأسیسات موجود در محدوده طرح و اطلاعات مطالعات ژئوتکنیکی انجام شده قبلی در محدوده طرح آغاز شود.

اطلاعاتی که باید از مطالعات بدست آیند شامل زمین‌شناسی، زمین ریخت شناسی، لرزه خیزی، هیدروژئولوژی و نتایج آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی ژئوتکنیکی هستند. جمع بندی این اطلاعات باید وضعیت سه بعدی ساختار زمین شناسی محدوده طرح، چگونگی لایه‌بندی و مشخصات لایه‌های موجود در محدوده طرح، شرایط آب زیرزمینی و وجود هر گونه عامل ایجاد خطر برای پروژه را مشخص کند.

جزئیات اطلاعاتی که باید در برنامه مطالعات و اکتشافات بدست آیند در هر پروژه خاص متناسب با مشخصات آن پروژه از جمله الزامات اجرا و بهره‌برداری از آن مشخص می‌شود.

مناسب‌ترین روش انجام مطالعات، برنامه‌ریزی فعالیت‌های شناسایی در گامهای متعدد است به گونه‌ای که در هر گام خلاهای اطلاعاتی باقی مانده شناسایی و بر طرف گردند. به این ترتیب برنامه مشخص و از پیش تعیین شده برای مطالعات و اکتشافات در پروژه های زیر زمینی مناسب نخواهند بود.

Jozvebama.ir

طراحی و راهبری عملیات اکتشافی در مطالعات ژئوتکنیک

طراحی و راهبری عملیات اکتشافی در مطالعات ژئوتکنیک شامل دو جزء زیر است :

الف) انتخاب و مشخص کردن اطلاعاتی که باید جستجو شوند

این تصمیم گیری براساس نوع پروژه و اطلاعات ژئوتکنیکی مورد نیاز برای طراحی آن و با توجه به شناخت موجود از شرایط زمین شناسی و ژئوتکنیکی محدوده طرح و سازه‌ها و تاسیسات اطراف براساس اطلاعات قبلی انجام می شود که در هر مرحله از پروژه به روزرسانی می گردند.

ب) انتخاب روش‌های مناسب برای تهیه اطلاعات موردنیاز

صحت و میزان اعتماد به اطلاعات بدست آمده در طول برنامه مطالعات باید به صورت پیوسته کنترل شوند و با بدست آمدن اطلاعات جدید در هر مرحله مدل مفهومی زمین شناسی طرح باید به روزرسانی و تدقیق گردد و متناسب با آن برنامه مطالعات مورد بازنگری قرار گیرد.

Jozvebama.ir

عوامل موثر بر برنامه مطالعات شناسایی ژئوتکنیکی

- **زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی و زمین‌ریخت‌شناسی**

بدیهی است در یک شرایط پیچیده می‌بایست تلاش بیشتری برای شناسایی انجام داد و قابلیت اعتماد داده‌های به‌دست‌آمده در چنین شرایطی کمتر بوده و ضرایب اطمینان به‌کاررفته می‌بایست بیشتر باشد. اهمیت این موضوع در مواردی که به دلیل برخی مشکلات امکان انجام آزمایش‌های برجا وجود نداشته و ناگزیر از استفاده از راهکارهای جایگزین نظیر آزمایش‌های ژئوفیزیک باشیم، بسیار بیشتر خواهد بود.

- **مشخصات پروژه**

دامنه و میزان تمرکز مطالعه ژئوتکنیک بر اساس الزامات، اهمیت و حساسیت و هندسه اجزای پروژه (عمق و جانمایی فضای زیرزمینی و یا تونل های مرتبط با آن و محل شفت‌های تهویه و دسترسی ، گذرگاه‌های متقاطع، گالری‌ها) و همچنین محل قرارگیری پروژه (که ممکن است در یک موقعیت شهری یا کوهستانی واقع‌شده باشد، پیچیدگی‌های مرتبط با پرتال‌های تونل و راه‌های دسترسی)مشخص می شوند.

- **کاربری پروژه**

بدیهی است که میزان ریسک‌پذیری یک پروژه به کاربری آن ارتباط خواهد داشت و این ریسک‌پذیری در بسیاری موارد مشخصات خاصی را به مطالعات ژئوتکنیک تحمیل می‌نماید. به‌عنوان‌مثال حساسیت‌ها و پارامترهای حائز اهمیت در یک پروژه تونل دفن زباله های هسته‌ای یا مواد شیمیایی ، تونل حفاری معدن، یک تونل راه‌آهن یا یک تونل واقع در بزرگراه‌های بین‌شهری و تونل‌های متر و تونل‌هایی که از زیر مناطق شهری عبور می‌کنند متفاوت است. برای هر یک از این کاربری‌ها برخی ریسک‌ها غیرقابل‌تحمل است و ممکن است همان ریسک در یک کاربری دیگر تا حدی قابل‌قبول باشد. مثلاً ریسک تراوش و نشت در یک تونل دفن زباله غیر قابل تحمل است ولی در یک تونل راه‌آهن تا حدودی قابل پذیرش است.

- **مرحله پروژه یا مطالعات ژئوتکنیک**

میزان هزینه و زمان صرف شده و شیوه‌ها و برنامه‌ریزی لازم در مطالعه ژئوتکنیک می‌بایست با مرحله پروژه و نیازمندی‌های آن مرحله تطابق داشته باشد. در هر مرحله از پروژه، مطالعات ژئوتکنیک می‌بایست جزئیات و اطلاعات لازم برای تکوین مدل زمین‌شناسی را به نحوی فراهم کند که نیازمندی‌های لازم برای آن مرحله تأمین و یافته شوند. به این‌ترتیب در مراحلی نظیر جمع‌آوری اطلاعات شناسایی مسیر، جمع‌آوری اطلاعات انتخاب مسیر، جمع‌آوری اطلاعات عقد قراردادها، جمع‌آوری اطلاعات طرح‌های اولیه و غیره مطالعه ژئوتکنیک می‌بایست اطلاعات لازم برای آن مرحله را به‌گونه‌ای تهیه نماید که از صرف هزینه‌های اضافی اجتناب شود و علاوه بر این از دوباره‌کاری در مراحل بعدی جلوگیری شود.

- **روش اجرا**

بدیهی است که هر یک از روش‌های اجرا نیازمند اطلاعات خاص خود می‌باشند به‌عنوان‌مثال اطلاعات لازم برای اجرای یک تونل به روش کند و پوش با اطلاعات لازم برای اجرا به روش مرحله‌ای یا حفاری با ماشین‌های حفاری متفاوت است و برای هر روش باید اطلاعات لازم در طراحی و اجرای آن روش تهیه گردد.

- **ملاحظات زیست محیطی**

بدون شک باگذشت زمان نقش ملاحظات زیست‌محیطی در مهندسی از جنبه‌های تئوری و آکادمیک خارج‌شده و امروزه شاهد بیرون آمدن این موضوعات از کتاب‌های درسی و ورود آن‌ها به عرصه مهندسی و حرفه‌ای هستیم. از جمله موضوعات زیست‌محیطی مورد توجه در مطالعات ژئوتکنیک می‌توان به تغییر رژیم آب‌های زیرزمینی و کیفیت و آلودگی احتمالی آن‌ها اشاره کرد. در محیط های شهری یا تجمعات انسانی تأثیر عملیات اجرایی بر آلودگی صوتی، کیفیت هوا و ایجاد ضایعات حفاری و تاثیر پروژه بر سازه‌های موجود باید در مطالعات ژئوتکنیک مورد توجه قرار بگیرد.

Jozvebama.ir

عوامل پروژه و وظایف و مسئولیت های آنها

ازنظر حقوقی عوامل دخیل در یک پروژه تونل را می‌توان به سه بخش تقسیم‌بندی کرد:

- **کارفرما (Owner)**
- **مشاور (Engineer)**
- **پیمانکار (Contractor)**

این سه عامل دارای مسئولیت ها و وظایفی هستند و هر یک از آن‌ها از نظر حقوقی در قبال یکدیگر، پروژه و اشخاص ثالث (همانند مالکان سازه‌ها یا تأسیسات مجاور پروژه) دارای جایگاه حقوقی مشخصی هستند. وظایف و مسئولیت‌های حقوقی هر یک از این سه بخش علاوه بر وابستگی به قوانین حاکم بر قراردادها به نوع قرارداد و مشخصات خاص آن بستگی دارد. به همین دلیل برای انجام یک مطالعه ژئوتکنیک می‌بایست با اشراف کامل به قوانین عمومی و قوانین حاکم بر قراردادها مسئولیت‌های مهندس ژئوتکنیک مشخص گردد و خدمات بر اساس این مسئولیت‌ها برنامه‌ریزی مطالعات تدوین و مشخص گردد. در یک پروژه کارفرما، پیمانکار و مشاور در سطوح مختلف مسئولیت‌هایی دارند و در این راستا برای پیشبرد پروژه و کنترل زمان بندی و هزینه باید به این مسئولیت ها به درستی عمل کنند. وظایف و مسئولیت های این سه عامل در قبال مطالعات اکتشافی در یک پروژه تونل سازی یا فضای زیرزمینی وابسته به مدل قراردادی انتخاب شده برای پروژه دارد. با این همه معمولا توصیه می شودکه کارفرما همواره مستقل از مدل قراردادی طرح مسئولیت نهایی در خصوص شرایط زمین را بر عهده داشته باشد.

در قراردادهای معمولی سه عاملی کارفرما و مشاور طراح او ، مطالعات و اکتشافات ژئوتکنیک کاملی برای شناسایی زمین در طول مسیر پروژه انجام می‌دهند. در روش طرح و ساخت (Design and Built DB) ممکن است کارفرما به منظور صرفه‌جویی در زمان یا حتی انتقال ریسک-های پروژه یا دلایل دیگر قسمتی از مسئولیت مطالعات ژئوتکنیکی را به تیم طرح و ساخت محول نماید. البته در قراردادهای DB توصیه می‌شود مطالعات ژئوتکنیک با همان رویکرد معمول در قراردادهای سه عاملی قبل از ورود به مرحله DB انجام شود. صرفه‌جویی در مطالعات شناسایی باعث می‌شود اطلاعات کافی برای ارائه طرح‌های جامع و نهایی مهندسی وجود نداشته باشد و در نتیجه ضریب ریسک را در پیشنهادهای DB افزایش می‌یابد. به همین دلیل باید نحوه تقسیم مسئولیت ها در مرحله شناسایی مورد توجه قرار گیرند. در این روش کارفرما مسئولیت نهایی دقت اطلاعات زمین پروژه را برعهده دارد. کارفرما مسئولیت نهایی تایید تصمیم گیری در خصوص میزان فعالیت‌های شناسایی مورد نیاز در هر مرحله از پروژه را برعهده دارد که معمولا با آنچه در شرایط ایده‌آل از دیدگاه طراح پیشنهاد می‌شود متفاوت است. به این ترتیب تصمیم گیری درخصوص اینکه با افزایش هزینه شناسایی‌های ژئوتکنیکی عدم قطعیت‌های پروژه کاهش داده شود و با اینکه ریسک ناشی ازاین عدم قطعیت‌ها در پروژه قابل پوشش دادن خواهد بود بوسیله کارفرما انجام می‌شود.

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

عوامل پروژه و وظایف و مسئولیت های آنها

بطور کلی به لحاظ مالی و هزینه‌ها همواره به صرفه‌تر خواهد بود اگر مطالعات شناسایی در زمان خود به طور کامل انجام شود و محول کردن قسمتی از این شناسایی ها به مراحل بعدی پروژه و در نتیجه تحمیل ریسک به پروژه به این لحاظ هرگز توصیه نمی‌شود.
در واقع اگر مطالعات شناسایی با دقت و در زمان مناسب انجام شوند عمده عدم قطعیت هایی که به شرایط زمین پروژه مربوط می‌شوند حذف خواهد شد و به این ترتیب امکان ارائه طرح مهندسی اقتصادی (بهینه) و انتخاب روش اجرای مناسب در پروژه با حداقل ریسک ممکن خواهد گردید.
به طور کلی انجام شناسایی‌های موفق در یک پروژه و دستیابی به اطلاعات کافی از وضعیت زمین تنها در صورت بوجود آمدن ارتباط کاری مثبت و سازنده بین تیم‌های کارفرما – مشاور – پیمانکار و کنترل صحیح زمان بندی و هزینه مسیر خواهد بود.
در صورتی که قسمتی از مطالعات شناسایی به مراحل بعدی موکول گردد، عدم قطعیت‌های باقی مانده در مرحله ارائه طرح مهندسی منجر به طرح-های محافظ کارانه خواهد شد و یا پروژه را در معرض ریسک‌های زیاد و طرح ادعاهای قراردادی قرار خواهد داد. بنابراین در شناسایی‌های ژئوتکنیکی موارد زیر باید در نظر گرفته شوند.
الف- کارفرما باید زمان، اعتبار و امکانات کافی را برای تعیین و هدایت برنامه شناسایی‌ها، تفسیر نتایج بررسی‌ها ، ارزیابی عدم قطعیت‌های باقیمانده و ارائه طرح مهندسی مناسب در اختیار مشاور قرار دهند.
ب- عملیات شناسایی ژئوتکنیکی باید در حیطه خدمات کارفرمایی باقی بماند و عملیات اجرایی آن در داخل قرارداد مشاور قرار نگیرد. توصیه می‌شود عملیات اجرایی شناسایی های ژئوتکنیکی در قالب قراردادهای مستقل که تنها شامل عملیات اجرایی باشد انجام شود. به این ترتیب از ایجاد اثرات نامطلوب زیر که در صورت قرار گرفتن هزینه مطالعات شناسایی سایت در قرارداد خدمات مهندسی مقطوع (Lump-Sum) ایجاد می‌شود جلوگیری می گردد.
مشاورین در موقعیت رقابت برای برنده شدن مناقصه برای رقابتی شدن قیمت احجام عملیات شناسایی را کاهش خواهند داد و در نتیجه خطر ناکافی شدن مقدار و کیفیت مطالعات شناسایی ژئوتکنیکی وجود خواهد داشت. مسئولیت اطلاعات بدست آمده به مشاور منتقل می‌شود و این در حالی است که لازم است همواره این مسئولیت در حوزه کارفرمایی باقی بماند و رویکرد، احجام، برنامه و هزینه مطالعات شناسایی‌های ژئوتکنیکی به تایید کارفرما برسد.

Jozvebama.ir

عوامل پروژه و وظایف و مسئولیت های آنها

تجربیات متعدد جهانی نشان داده است که تلاش برای منتقل کردن کل ریسک مسائل ژئوتکنیکی به پیمانکار به خصوص در قراردادهای DB کمکی به مدیریت بهتر این ریسک‌ها و یا حتی آزادکردن کارفرما از مسئولیت‌های خود در قبال آن نخواهد کرد. هزینه انتقال این ریسک به خصوص وقتی شناسایی های ژئوتکنیک تکمیل نشده باشند عاقبت توسط کارفرما به صورت هزینه اضافی ناشی از طرح محافظه‌کارانه یا دعوای قراردادی و یا تغییر طراحی و المان بندی در عملیات اجرایی پرداخت خواهد شد. بنابراین بهترین روش در نظر گرفتن موارد زیر خواهد بود :

- چهارچوب رویکردی که برای مطالعات شناسایی انتخاب می‌شود باید تا آنجا که ممکن است مستقل از فرم قراردادی طرح باشد.

- باید توجه داشت که اگرچه بدست آوردن اطلاعات در مطالعات شناسایی زمان‌بر است ولی تغییر در طرح به دلیل اطلاعات و نتیجه‌گیری‌های ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی اگر در مراحل پایانی پروژه اتفاق بیافتد اثرهای منفی بسیار بزرگتری خواهد داشت.

- در مرحله طراحی مقدماتی (مرحله اول طراحی یا مرحله طرح توجیهی یا فاز اول) لازم است فعالیت‌های همه جانبه و هماهنگ برای دستیابی به حداکثر اطلاعات مورد نیاز از زمین پروژه انجام شود به گونه‌ای که عمده اهداف مطالعات شناسایی قبل از شروع مطالعات طراحی جزئیات (فاز ۲) تکمیل شده باشد.

Jozvebama.ir

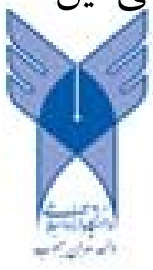
اصول راهبردی در انجام مطالعات شناسایی ژئوتکنیکی

اهداف و گستره مطالعه ژئوتکنیک تونل به مرحله طراحی پروژه و به دنباله روی از آن به مرحله مطالعات شناسایی پروژه وابسته است. مطالعات شناسایی ژئوتکنیکی تونل در مراحل مختلف پروژه به گونه‌ای تعریف می شوند که نیازمندی‌های خاص آن مرحله را تأمین کنند. در یک نگاه ساده و کلی مراحل اجرای یک پروژه را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی کرد:

- مرحله مطالعات توجیهی و امکان‌سنجی طرح
- مرحله مسیریابی و موقعیت سنجی
- مرحله مطالعات اولیه
- مرحله طراحی اولیه
- مرحله مقایسه فنی و اقتصادی گزینه‌ها و انتخاب گزینه اصلی
- مرحله طرح نهایی
- مرحله اجرا و اصلاحات احتمالی در طرح
- مرحله بهره‌برداری

از آنجایی‌که در هر مرحله از طرح و اجرای پروژه و بهره‌برداری از آن نیازها و الزامات و شرایط پروژه به‌صورت تدریجی تکوین می‌یابند و مرحله به مرحله طرح شکل می‌پذیرد نمی‌توان مطالعات ژئوتکنیک را در یک مرحله به انجام رساند و مطالعات ژئوتکنیک به‌تدریج و هم‌زمان با پیشرفت شکل‌گیری مفاهیم پروژه و به‌منظور برطرف کردن نیازمندی‌های آن مرحله باید انجام گردد.

مدت زمان مورد نیاز برای انجام مطالعات شناسایی های ژئوتکنیکی در هر مرحله شامل تهیه شرح خدمات، مناقصه گذاری، اجرا و تفسیر نتایج از چند ماه تا چند سال خواهد بود. در پروژه های ساده این زمان عموما ۳ تا ۶ ماه خواهد بود ولی به طور کلی این زمان به پیچیدگی و گستردگی پروژه و زمین آن بستگی دارد.



Jozvebama.ir

اجزای مطالعات شناسایی ژئوتکنیک

مطالعه شناسایی ژئوتکنیکی در یک پروژه تونل شبیه هر پروژه دیگری شامل اجزای زیر است:

مطالعات دفتری

شامل جمع آوری و بررسی اطلاعات و مدارک موجود نظیر:

- نقشه‌های محدوده (توپوگرافی، زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی، مخاطرات طبیعی، لرزه‌خیزی و غیره)
- عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای
- متون، مقالات و گزارش‌های فنی درباره خصوصیات زمین در محدوده طرح
- اطلاعات مرتبط پروژه‌های مجاور یا مشابه
- کاربری‌های فعلی زمین و عوامل محیطی آن
- داده‌های لرزه‌ای، آب و هوایی، بارش‌ها و اطلاعات هیدروژئولوژی

بررسی های سطحی و شناسایی های محلی

- برداشت و ثبت عوامل زمین ریخت شناسی
- تدقیق و تهیه نقشه های زمین شناسی با استفاده از پیمایش سطحی و برداشت عوامل و پدیده های زمین شناسی و رخنمون ها و نمونه‌برداری
- تدقیق و یا تهیه نقشه های هیدروژئولوژی بر اساس شواهد سطحی و نمونه برداری

شناسایی های صحرایی

- مطالعات مستقیم: نظیر حفر گمانه های دستی و گمانه های ماشینی و نمونه گیری از آنها، انجام آزمایش‌های برجا: نظیر اندازه گیری تنش های برجا، آزمایش لوژان و نفوذپذیری و ...
- آزمایش‌های غیرمستقیم: مانند روش‌های ژئوفیزیکی
- نقشه‌برداری: شامل تهیه نقشه های توپوگرافی مورد نیاز و شرایط پی‌ها و ساختمان‌های موجود و همچنین برداشت عوارض، تأسیسات، مسائل زیست‌محیطی و موقعیت و شرایط چاه‌های آب
- پایش: شامل پایش شرایط ژئوتکنیکی، هیدروژئولوژیکی و سازه‌های سطحی و مدفون موجود

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

اجزای مطالعات شناسایی ژئوتکنیک -ادامه

آزمایش‌های آزمایشگاهی

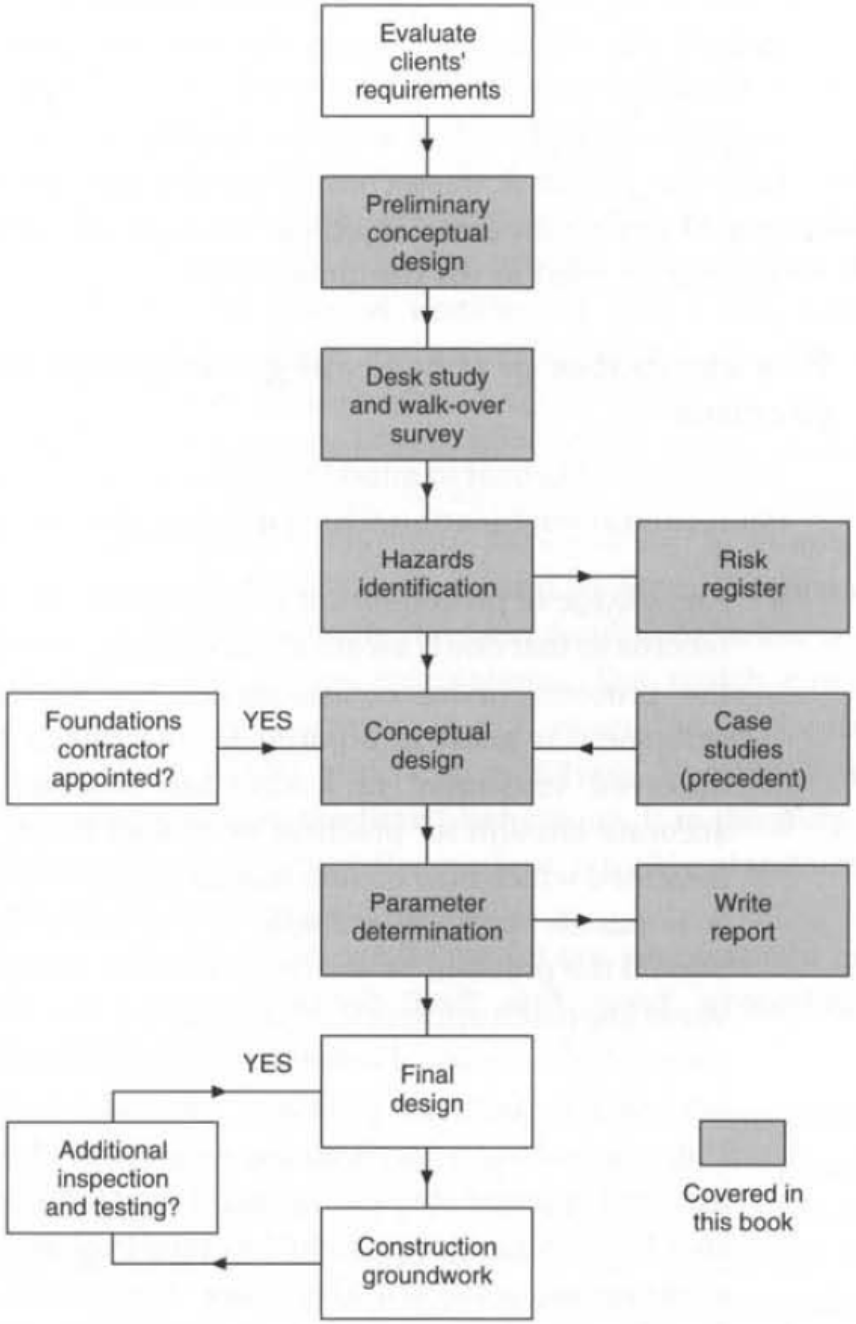
- آزمایش‌های شناسایی و طبقه‌بندی
- آزمایش‌های مکانیکی خاک/ سنگ برای تعیین خصوصیات مقاومت و شکل‌پذیری و همچنین رفتارهای وابسته به زمان، سختی و دوام و غیره
- آزمایش‌های هیدروشیمیایی

مطالعات اکتشافی

شامل حفر تونل‌ها و شفت‌ها و گالری‌های اکتشافی و انجام آزمایشهایی نظیر آزمایش‌های صحرایی تزریق و آزمایش‌های مرتبط با نصب و اجرای میخ سنگ‌ها و یا اندازه گیری تغییرشکل پذیری توده سنگ و غیره

Jozvebama.ir

فلوچارت فعالیت ها در مطالعات ژئوتکنیک

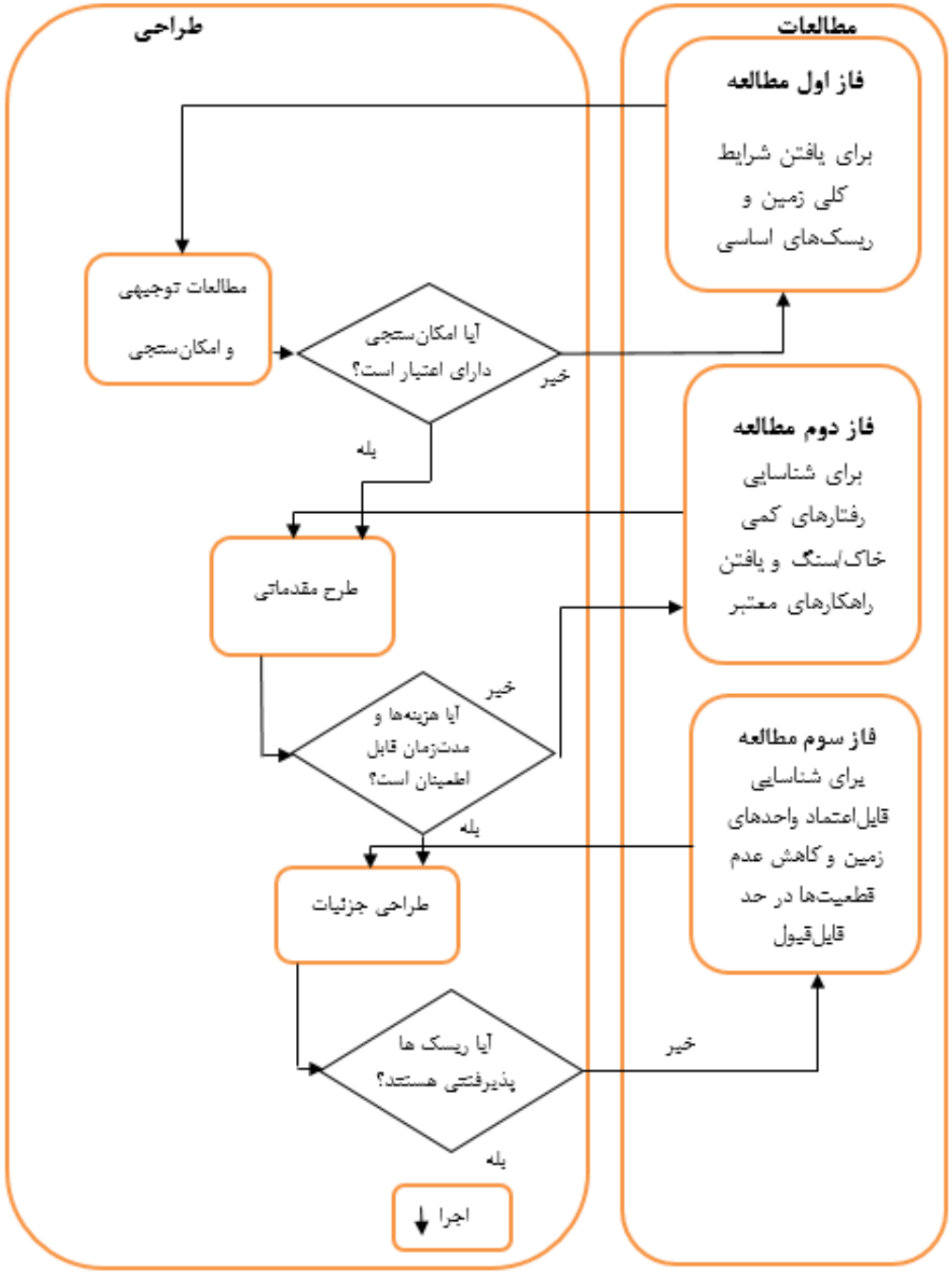


Jozvebama.ir

مراحل مطالعات شناسایی های ژئوتکنیکی

در پروژه های عمرانی پیش از اجرا سه مرحله مطالعاتی در نظر گرفته می شود.
به‌طور کلی با پیشرفت مطالعات سطح آگاهی و اطلاعات از شرایط زمین افزایش می‌یابد.

- مطالعات امکان‌سنجی و توجیهی
- مطالعات مقدماتی
- مطالعات نهایی
- مطالعات در حین اجرا و بهره‌برداری



شکل ۲-۱- مراحل پیشرفت مطالعات هم‌زمان با پیشرفت طراحی

Jozvebama.ir

۱– مطالعات امکان‌سنجی و توجیهی

این مرحله شامل گام های پیش توجیهی[۱] و توجیهی[۲] است که در صورت نیاز ممکن است طرح مفهومی[۳] پروژه نیز در آن آنجام شود. مطالعات شناسایی در این مرحله برای تأمین نیازهای اطلاعاتی بررسی های مورد نیاز به منظور کنترل توجیه پذیری پروژه انجام می گردد. این شناسایی ها عموماً برای دستیابی به اهداف زیر انجام می گیرد:

- بررسی مناسب بودن موقعیت عمومی ساختگاه یا مسیر تونل
- دستیابی به بهترین تفسیر از شرایط عمومی زمین (مدل زمین شناسی)بر اساس اطلاعات موجود
- دستیابی به مشخصات فنی و اقتصادی و مقایسه مزیت های مسیرهای جایگزین و شرایط زمین در هر یک از آن‌ها
- ارزیابی مالی و برنامه‌ریزی زمانی پروژه در سطح طرح مفهومی
- تشخیص ریسک های اصلی و پیشنهاد چهارچوب تحلیل ریسک پروژه
- ارزیابی شرایط زمین و ریسک های مرتبط با آن که می توانند در توجیه‌پذیری طرح مؤثر باشند.

چهارچوب مطالعات شناسایی مرحله توجیهی

نتایج مورد انتظار	ابزارها/ روش‌های مطالعه
• نقشه‌های زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی • نقشه‌های مخاطرات طبیعی • پروفیل طولی زمین‌شناسی • پروفیل‌های ژئوتکنیکی و ژئومکانیکی که به‌صورت کیفی رفتار و مشخصات زمین را دربر گیرند و مخاطرات اصلی در آن مشخص شده باشد • ارائه چهارچوبی برای تحلیل ریسک	• نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی و آب‌های زیرزمینی و لرزه خیزی • اطلاعات به‌دست‌آمده از بررسی‌های سطحی و/ یا پروژه‌های مشابه مجاور • مطالعات ژئوفیزیک • اکتشافات محدود صحرایی برای تطابق پدیده‌های بحرانی زمین‌شناسی و آب زیرزمینی (مثل گسل‌ها، کارست‌ها، آبخوان‌ها و غیره)، در صورت نیاز

[1] Pre-feasibility
[2] Feasibility
[3] Conceptual Design

Jozvebama.ir

۲- مطالعات مقدماتی

در مطالعات مقدماتی[۱] یا مرحله ارائه طرح پایه[۲] بررسی ها و طراحی ها در سطحی که برای دریافت مجوزهای لازم از دستگاه های بالادستی یا نظارتی مورد نیاز است انجام می شود. در این مرحله اطلاعات کمی از خصوصیات ژئوتکنیکی زمین باید به گونه ای فراهم شوند که امکان ارائه طرح های مهندسی در سطحی که برآورد قابل اعتمادی از هزینه و زمان ممکن باشد انجام گردد. در مطالعات شناسایی این مرحله لازم است موارد زیر مشخص گردند:

- تشکیل مدل سه‌بعدی زمین‌شناسی که به صورت کمی مشخصات زمین و رژیم آب زیرزمینی را در برگیرد به گونه ای که اطلاعات آن برای فعالیت های زیر کافی باشد
- انتخاب مسیر بهینه
- ارائه طرح مناسب و اقتصادی پروژه و براورد اولیه هزینه
- انتخاب روش اجرای مناسب بر اساس بررسی های مدیریت ریسک شامل تحلیل پاسخ زمین در زمان حفاری، محاسبه سیستم های نگهداری موقت مورد نیاز در زمان اجرا به همراه پیش بینی تغییرات محتمل آنها در زمان اجرا و طراحی کارهای جانبی و پرتال ها
- تعیین محدوده تأثیر پروژه و تخمین تاثیر متقابل پروژه و سازه‌ها و زمین‌های مجاور
- تعیین کمی ریسک ها و ارزیابی آثار و عواقب مالی و زمانی آن‌ها و اتخاذ تدابیر مناسب در طراحی برای کاهش ریسک
- مشخص کردن دامنه منطقی تغییرات محتمل در هزینه‌ها و زمان اجرا
- تعیین عدم قطعیت‌های باقیمانده و مطالعات شناسایی تکمیلی مورد نیاز
- فراهم کردن اطلاعات لازم برای ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی پروژه مطابق الزامات قانونی موجود

[1] Preliminary
[2] Basic Design

چهارچوب مطالعات شناسایی مرحله مقدماتی

نتایج مورد انتظار

- **مقاطع طولی زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ تا ۱:۲۰۰۰**
- **پروفیل طولی ژئوتکنیکی و ژئومکانیکی با همان مقیاس که دربرگیرنده طبقه بندی و زون بندی زمین و مشخصات کمی آنها و مخاطرات محدوده پروژه باشد**
- **مقاطع زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی با مقیاس ۱:۵۰۰ تا ۱:۲۰۰ در محل پرتال‌ها**
- **مقاطع زمین‌شناسی و ژئوتکنیک در محل دسترسی‌ها و شفت‌های تهویه**
- **تعیین مقدماتی رژیم هیدروژئولوژیکی محدوده**
- **به‌روز کردن اطلاعات تحلیل ریسک**

ابزار/ روش‌های مطالعه

- مطالعات ژئوفیزیک و گمانه زنی در محل پرتال‌ها و شفت‌ها
- گمانه زنی در طول مسیر
- پایش منابع آب و آب‌های زیرزمینی
- آزمایش‌های آزمایشگاهی
- برداشت هاس سطحی و بررسی رخنمون ها
- اندازه‌گیری تنش‌های برجا و انجام آزمایش‌های نفوذپذیری در صورت نیاز
- حفر گالری‌ها و شفت‌های اکتشافی در صورت نیاز
- آزمایش‌های نفوذپذیری در صورت نیاز

رضا میرعلی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

۳- اهداف مطالعات نهایی[1] یا مرحله طراحی جزئیات[2]

- کاهش مخاطرات و عدم قطعیت‌های باقیمانده به سطح حداقل قابل‌پذیرش
- برنامه‌ریزی و انجام آزمایش‌های آزمایشگاهی و صحرایی برای تدقیق مشخصات ژئوتکنیکی و هیدرولوژیکی واحدهای مختلف زمین
- ایجاد یک مدل سه‌بعدی زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی که بر اساس آن بتوان روش حفاری و شیوه‌های اجرایی را به‌طور کامل تدوین نمود و مشخصات فنی جزئیات طرح نهایی را تعیین کرد
- دستیابی به ارزیابی نهایی و دقیق زمان و هزینه‌ها
- به‌روزرسانی ثبت ریسک ها و کاهش سطح ریسک های غیر قابل پذیرش به سطح قابل قبول
- تعیین نیازمندی‌های مطالعات زمین‌شناسی، هیدروژئولوژیکی و ژئوتکنیکی که در مرحله اجرا می‌بایست انجام پذیرد و نیاز احتمالی به اجرا های آزمایشی

[1] Final
[2] Detail Design

چهارچوب مطالعات شناسایی مرحله طراحی نهایی

نتایج مورد انتظار	ابزار/ روش‌های مطالعه
• **پروفیل طولی ژئوتکنیک با مقیاس ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰**	• گمانه‌های اضافی در محل پرتال‌ها و در طول تونل
• **پروفیل طولی زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی با جزئیات کامل و با مقیاس فوق شامل مشخصات کمی و جزئیات کامل پارامترهای رفتار زمین، سیستم نگهداری و پوشش تونل در مقاطع مختلف، مخاطرات شناسایی شده و کنترل‌های لازم در حین اجرا و در مقاطع مختلف**	• آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی • آزمایش‌های ژئوفیزیک در حالات و موقعیت‌های خاص برای تدقیق داده‌ها • حفاری مقاطع آزمایشی در طول تونل در صورت نیاز
• **مقاطع زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی در پرتال‌ها، شفت‌ها و در طول تونل همراه با جزئیات کامل با مقیاس ۱:۲۰۰ تا ۱:۱۰۰**	• ادامه برنامه پایش منابع آب و آب‌های زیرزمینی
• **تعریف و ارائه پارامترهای طراحی و دامنه تغییرات آنها برای کل پروژه**	
• **مشخصات جزئی رژیم هیدروژئولوژیکی محدوده**	
• **به‌روزرسانی ثبت ریسک ها**	
• **تهیه مشخصات مطالعات شناسایی حین اجرا**	

Jozvebama.ir

گزارش های مطالعات ژئوتکنیک را می توان به پنج دسته طبقه بندی نمود :

1. گزارش های مطالعات شناسایی — Geotechnical data report
2. گزارش داده‌های ژئوتکنیکی — Factual Report
3. گزارش سیمای مطالعات ژئوتکنیک — Geotechnical Interpave Report
4. گزارش پایه ژئوتکنیک — Geotechnical Memoranda for Design
5. گزارش چون ساخت ژئوتکنیک — Geotechnical Baseline Report

Post-Construction Geotechnical Report

گزارش های مطالعات شناسایی

به عنوان یک روند پذیرفته شده در سراسر دنیا پروژه‌های بزرگ عموما سه نوع گزارش از مطالعات شناسایی ژئوتکنیکی تهیه می‌شود که هر کدام کاربرد مخصوصی دارد. این گزارش‌ها عبارتند از :

- گزارش اطلاعات پایه که به آن گزارش داده‌های ژئوتکنیکی یا گزارش واقعیات نیز گفته می‌شود.
- گزارش جمع‌بندی و تفسیر مطالعات ژئوتکنیک که به آن "گزارش تفسیری مطالعات ژئوتکنیک" یا "گزارش سیمای طرح مطالعات ژئوتکنیک" گفته می شود.
- گزارش مرجع شرایط زمین شناسی، هیدروژئولوژی و ژئوتکنیکی که به آن "گزارش پایه ژئوتکنیک" گفته می شود.
- گزارش اطلاعات بدست آمده در طول دوره ساخت که در قالب "گزارش چون ساخت ژئوتکنیک" ارائه می‌شود.

در هر مرحله از پروژه لازم است دو گزارش اول تهیه و یا به روز رسانی شوند. کاربرد این دو گزارش وابسته به مدل قراردادی پروژه خواهد بود. لازم به تذکر است که نام و جزئیات این گزارش‌ها در کشورهای مختلف متفاوت است و برای نام انگلیسی این گزارش‌ها معادل سازی انجام شده است.

رضا مبارکی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

گزارش داده‌های ژئوتکنیکی

این گزارش باید تنها شامل اطلاعات و داده‌های جمع‌آوری شده شامل برداشت‌های صحرایی و نتایج آزمایش‌های مختلف انجام شده و اهداف بررسی‌ها در هر مرحله باشد. در این گزارش نباید تفسیرها و قضاوت‌های مهندسی از داده‌ها وجود داشته باشد. اطلاعات این گزارش مرجع و پایه گزارش‌های دیگر خواهد بود. این گزارش معمولا منضم به مدارک قراردادی می‌شود. توجه شود که در این گزارش لوگ گمانه‌ها و طبقه‌بندی خاک و سنگ که بوسیله کارشناس با تجربه تهیه شده شده است وارد می‌شود. گزارش داده‌های ژئوتکنیک شامل موارد زیر است :

- لیست و جمع‌بندی نقشه‌های زمین شناسی استفاده شده
- تشریح روند مطالعات شناسایی (تاریخ‌ها، محل‌ها، روش و تشریح فعالیت‌های انجام شده)
- داده‌های آب زیرزمینی
- لوگ گمانه‌ها، خندق‌ها و شناسایی‌های دیگر
- نتایج همه آزمایش‌های صحرایی و آزمایشگاهی (در بیشتر موارد داده‌های حاصل از آزمایش‌ها باید مطابق استانداردهای مربوط تحلیل شوند تا نتیجه نهایی آزمایش بدست آید. این نتیجه محاسبه شده همان "داده ی زئوتکنیکی" موردنظر خواهد بود
- گزارش اطلاعات بدست آمده از حفر گالری‌ها و شفت‌های اکتشافی یا دسترسی در صورت وجود
- فهرست مراجع و منابع تهیه اطلاعات (پروژه‌های مشابه، اطلاعات محلی موجود، منابع فنی و پژوهشی و...)
- پلان و مقاطع ژئوتکنیکی که بر روی آنها جمع بندی اطلاعات حاصل از بررسی‌ها و آزمایش‌ها ارائه شده باشد.

گزارش سیمای مطالعات ژئوتکنیک

در این گزارش خصوصیات ژئوتکنیکی زمین به صورت موضوعی مورد بررسی قرار گرفته و شناخت حاصل شده از شرایط براساس مقایسه و تفسیر داده‌های موجود ارائه می‌گردد. در این گزارش پارامترهای شاخص شرایط ژئوتکنیکی و ژئومکانیکی محاسبه ، مشخص یا انتخاب می‌شوند.

این گزارش در مدارک قراردادی به عنوان جزیی از مدارک پیشنهاد پیمانکار ممکن است قرار داده شود ولی جزء مدارک قرارداد نخواهد بود.

در گزارش تفسیری، مسائل ژئوتکنیکی خاص پروژه مورد بررسی قرار می‌گیرد مانند تأثیر پروژه بر سازه‌ها و تاسیسات مجاور و همچنین بررسی مخاطرات و ریسک در گزینه‌های مختلف طراحی و روش اجرا. به علاوه در این گزارش نیازهای باقی مانده برای انجام شناسایی‌های بیشتر یا پایش‌های مورد نیاز معرفی می‌شوند. این گزارش ممکن است شامل تحلیل‌های مهندسی مانند تحلیل اندرکش توده‌سنگ و سیستم نگهداری نیز باشد.

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

گزارش پایه ژئوتکنیک

این گزارش به عنوان جزئی از مدارک قراردادی به عنوان شرایط خصوصی و مشخصات فنی طرح وارد می‌گردد. در این گزارش شرایط مورد انتظار (یا آنچه باید مفروض مدنظر گرفته شود) زمین که پیمانکار در زمان ساخت با آن روبرو خواهد شد معرفی می‌گردد. ریسک‌هایی در پروژه که به شرایطی نامناسب تراز آنچه در این گزارش مفروض واقع شده مربوط می‌شود باید بوسیله کارفرما پذیرفته شود.

این گزارش در واقع جمع بندی شناخت حاصل شده از همه فعالیت‌های اکتشافی در مورد شرایط زمین‌شناسی، ژئوتکنیکی و آب زیرزمینی پروژه است و در آن شرایط قابل انتظار و عدم قطعیت‌های پیش رو مشخص می‌گردد. در این گزارش تا حد امکان شرایط زمین باید به صورت کمی مشخص شود و توضیحات کیفی باید به روشنی تعریف گردند.

گزارش چون ساخت ژئوتکنیک

در گزارش چون ساخت همه اطلاعات مربوط به مسائل زمین‌شناسی، ژئوتکنیک و ژئومکانیک و آب زیرزمینی پروژه که در همه مراحل مطالعات و اجرای پروژه بدست آمده‌اند جمع بندی و ارائه می‌گردد. این گزارش شامل موارد زیر است :

- مشاهدات انجام شده از شرایط زمین شناسی و خصوصیات زمینی در بررسی‌های سطحی مجدد و رخنمون‌های ایجاد شده
- نتایج پایش‌های انجام شده در زمان حفاری یا پس از آن (مانند سطح آب زیرزمینی، اندازه‌گیری تغییر شکل‌ها، نقشه‌برداری‌ها و ...)
- نتایج شناسایی‌های انجام شده در حین اجرا شامل گمانه‌های پیشرو و پایش بهره‌وری حفاری
- تاریخچه تجربیات بدست آمده در حین اجرا شامل حوادث و مصلحت اندیشی‌ها
- آرشیو کامل گزارش‌های شناسایی‌های انجام شده به علاوه نقشه‌ها، پلان و مقاطع ومدارک فنی قراردادی برای نگهداری
- نقشه‌های چون ساخت سازه‌ها به همراه گمانه‌ها و حفاری‌های موقت و تغییرات انجام شده در طرح یا جزئیات اجرایی در المان‌های طرح که به عنوان اصلاح طراحی یا تعمیرات و علاج بخشی انجام شده است.

مدیریت و تدوین داده‌ها

بخش پایانی و یکی از مهم‌ترین بخش‌های مطالعه ژئوتکنیک مدیریت و تدوین داده‌ها است. حجم بسیار زیادی از داده‌های به‌دست‌آمده از مطالب دفتری، بررسی‌های سطحی، گمانه‌ها و آزمایش‌های آزمایشگاهی، برجا و ... بدون مدیریت قابل‌استفاده جهت تحلیل‌ها و تصمیم‌گیری‌ها نخواهند بود.

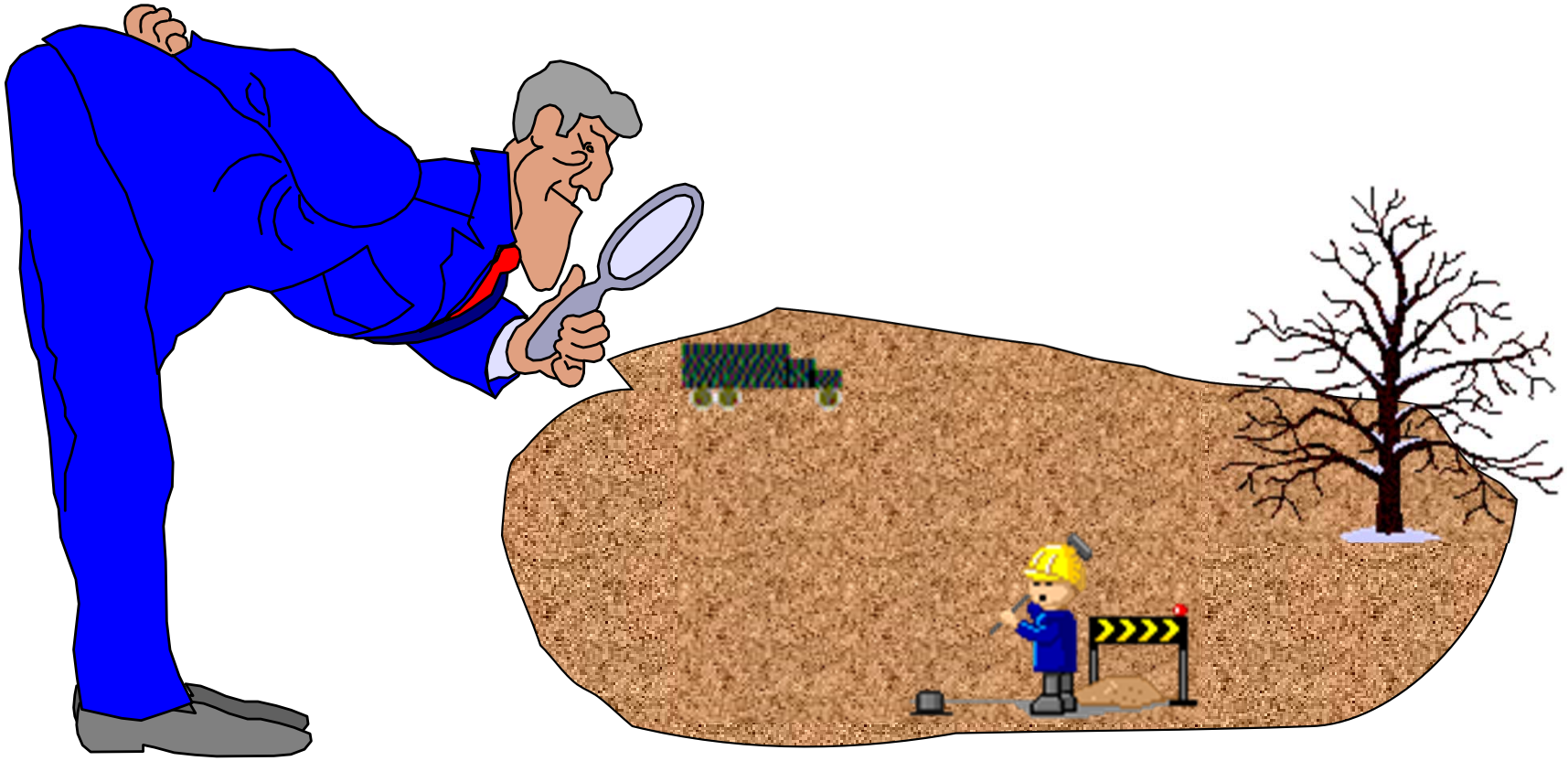
بهترین روش مدیریت این حجم از داده استفاده از نرم‌افزارهای مبتنی بر GIS است. این برنامه‌ها قادرند انواع داده‌ها مانند متن، تصویر، نقشه، داده‌های عددی و غیره را به‌عنوان ورودی قبول کرده و پردازش نمایند و مهندس طراح یا مجری یا بهره‌برداران می‌توانند خروجی‌های تحلیلی و آماری را در قالب‌های عددی، نموداری، جداول و تصویری از این برنامه‌ها دریافت کنند.

رضا مبارکی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

تحقیقات محلی

Geotechnical Investigations



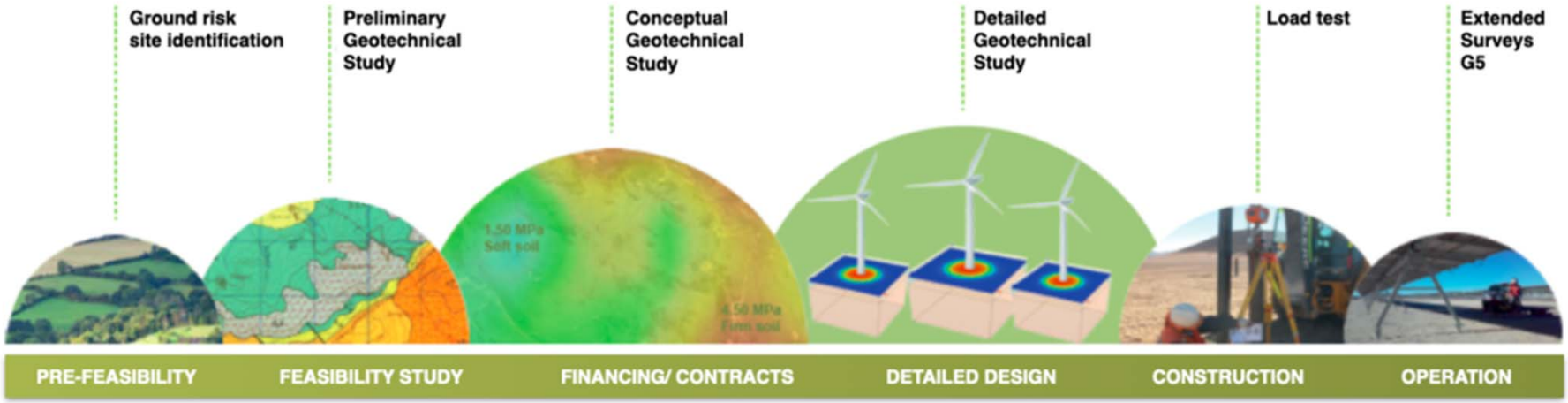
رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

فصل دوم :

طراحی مفهومی

مخاطرات ژئوتکنیک

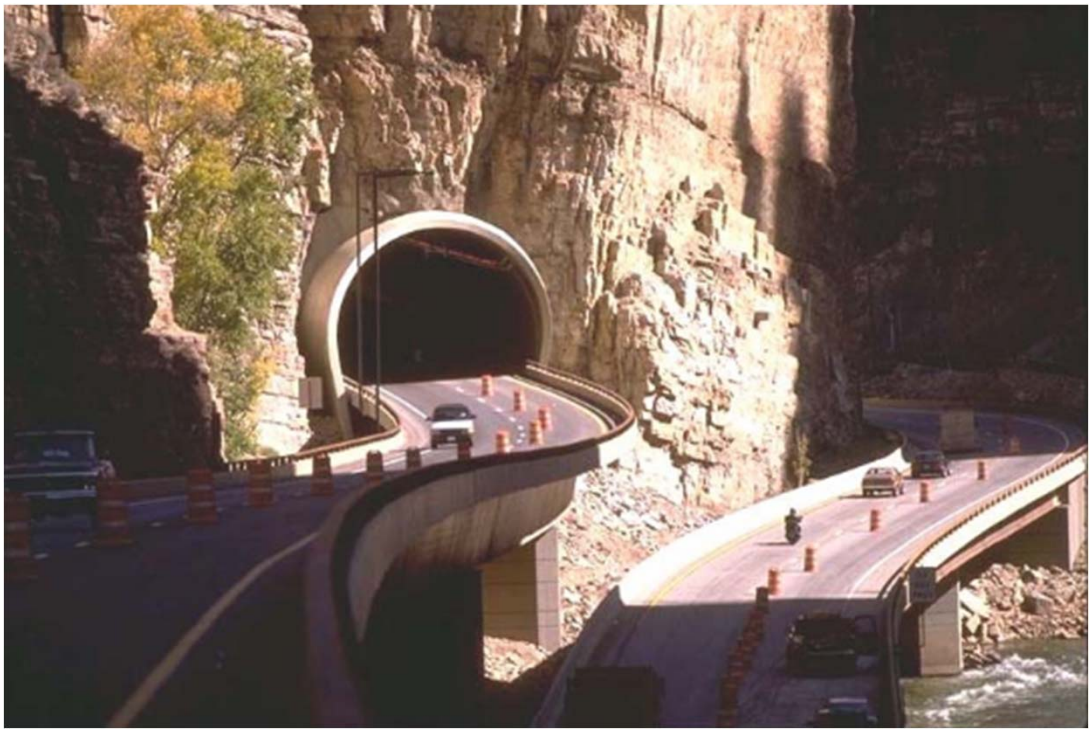


Jozvebama.ir

طراحی مفهومی

طراحی مفهمومی به معنای ارائه طرح های قابل قبول بر اساس برآوردها و مقایسه کیفی گزینه های قابل قبول طرح بر اساس ویژگی ها ی (مزایا و معایب) آنها

طرح مفهومی توسط مهندسان با تجربه انجام می گیرد



از آنجایی که بیان مفاهیم به صورت مجرد در این مقطع باعث آشفتگی ذهن دانشجو می شود برای بیان موضوع از مثال موردی تونل استفاده می شود

باید توجه داشت که این مفاهیم کلی هستند و در هر پروژه دیگری قابل کاربرد هستند

Jozvebama.ir

نگاهی گذرا بر روش های تونل سازی

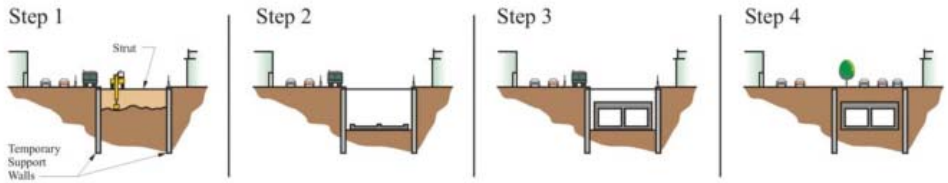
۱- روش Cut & Cover

۲- روش های مبتنی بر حفاری مرحله ای

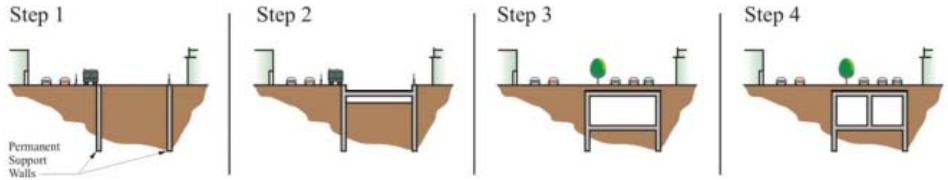
* به همراه قاب فلزی
* به همراه پوشش بتنی
* روشهای ترکیبی
* به همراه پیش تحکیم

۳- روش های مبتنی بر حفاری تمام مقطع

* بدون پیش تحکیم
* به همراه پیش تحکیم



(a)



(b)

Tangent Pile Wall Construction Schematic

Braced Soldier Pile and Lagging Wall

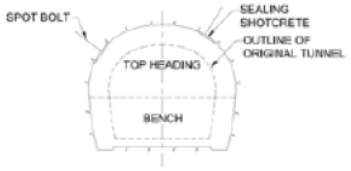
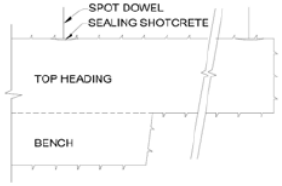
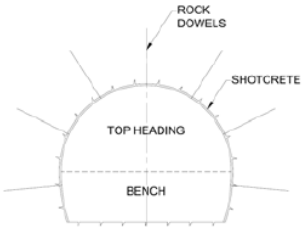
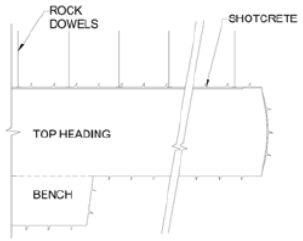
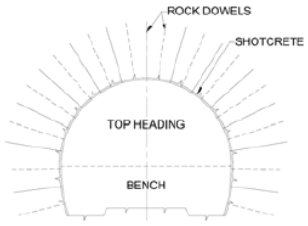
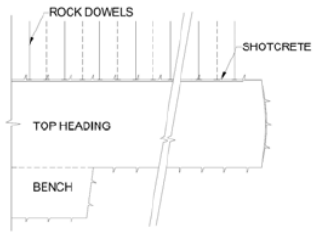
sequential excavation method (SEM)

Jozvebama.ir

روشهای اجرای تونل در FHWA

تونل سازی به روش مرحله ای

Table 9-3 Example SEM Excavation and Support Classes in Rock

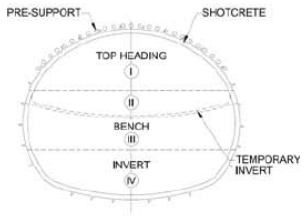
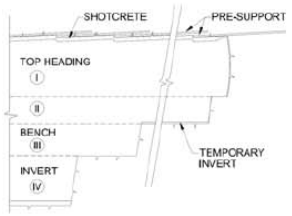
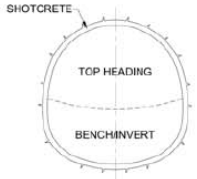
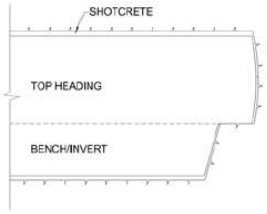
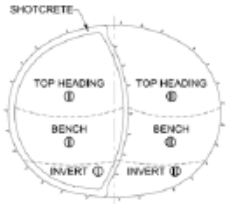
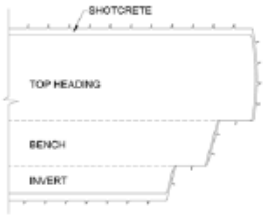
Description	Cross Section	Longitudinal Section	Photo
Intact Rock: ▪ Spot bolting ▪ Occasional sealing shotcrete ▪ Full face or top heading/bench excavation ▪ Round Length Top Heading: 8'-12" (2.5-3.7 m) Bench: Up to 16'-0" (4. 9 m) ▪ Dimensions Height: 20'-0" (6 m) Width: 29'-0" (8.8 m) **Example:** Bergen Tunnels, NJ			
Stratified Rock: ▪ Systematic rock doweling ▪ Systematic shotcrete initial lining ▪ Top heading excavation ▪ Bench excavation follows distant ▪ Round Length Top Heading: 6'-6" (2 m) Bench: 6'-6" (2 m) ▪ Dimensions Height: 29'-6" (9 m) Width: 36'-0" (11 m) **Example:** Zederhaus, Austria			
Fractured Rock: ▪ Systematic rock doweling ▪ Systematic shotcrete initial lining ▪ Top heading excavation ▪ Bench excavation follows any time ▪ Round Length Top Heading: 7'-2" (2.2 m) Bench: 13'-0" (4.0 m) ▪ Dimensions Height: 28'-0" (8.5 m) Width: 36'-5" (11.1 m) **Example:** Devil's Slide Tunnels, CA			

Jozvebama.ir

روشهای اجرای تونل در FHWA

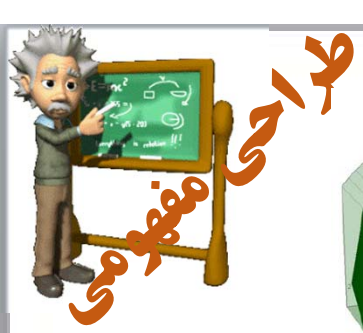
تونل سازی به روش مرحله ای

Table 9-4 Example SEM Excavation and Support Classes in Soft Ground

Description	Cross Section	Longitudinal Section	Photo
Soft Ground – shallow cover: ▪ Systematic pre-support ▪ Systematic shotcrete initial lining support with early ring closure ▪ Top heading excavation (with temporary invert), bench and invert excavation ▪ Round Length Top Heading: I – 3'-3" (1 m) Top Heading: II – 6'-6" (2 m) Bench III/Invert IV – 6'-6" (2 m) ▪ Dimensions Height: 38'-0" (11.6 m) Width: 48'-0" (14.7 m) **Example**: Fort Canning Tunnel, Singapore			
Soft Ground – deep level: ▪ Systematic shotcrete support with early ring closure ▪ Top heading excavation closely followed by bench/invert excavation ▪ Round Length Top Heading: 3'-3" (1 m) Bench: 6'-6" (2 m) ▪ Dimensions Height: 20'-3" (6.3 m) Width: 20'-3" (6.3 m) **Example:** London Bridge Station, London, UK			
Soft Ground – deep level: ▪ Systematic shotcrete support with early ring closure ▪ Sub-division into sidewall drifts ▪ Top heading excavation closely followed by bench and invert excavation ▪ Round Length Top Heading: 3'-3" (1 m) Bench: 6'-6" (2 m) Invert: 6'-6" (2 m) ▪ Dimensions Height: 30'-2" (9.2 m) Width: 37'-0" (11.3 m) **Example:** London Bridge Station, London, UK			

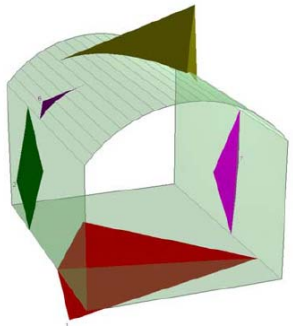
رضا عبدالهی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

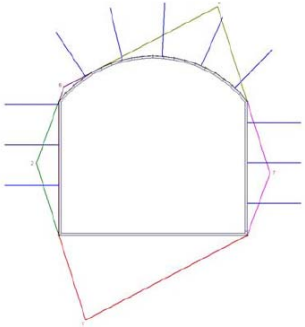
Jozvebama.ir

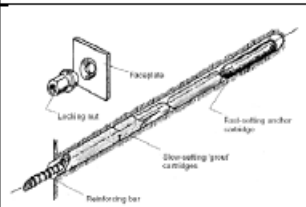


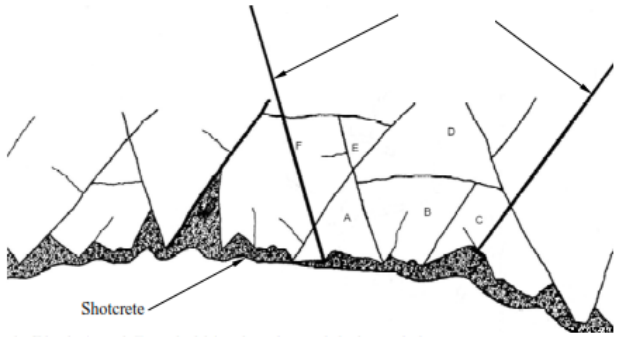
روشهای اجرای تونل در FHWA

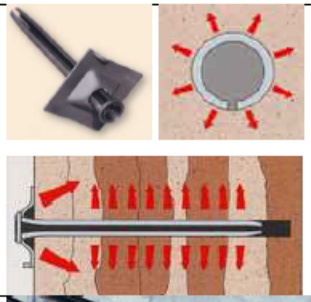
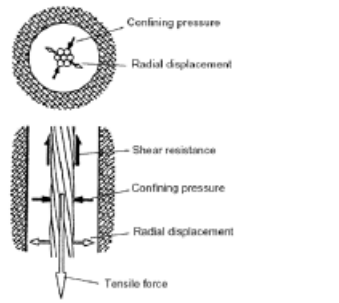
تونل سازی در سنگ

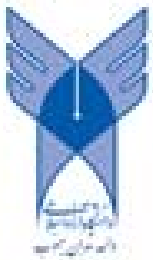




Type	Description	Illustration
Resin Grouted Rock Bolt	• Additional capacity due to side friction • develops after setting of the second resin • Good for soft and hard rocks • Withstands blasting vibrations	
Expansion shell rock bolt	• Post grouted expansive bolt • Good for relatively good rocks • Fully grouted • Corrosion protection	



Type	Description	Illustrations
Split set stabilizers	• Slotted bolt is inserted into a slightly smaller diameter hole • Induced radial stress, anchors the system in place by friction • Mainly for mining, and under mild rock burst conditions • It slips instead of suddenly failing • Limited load handling	
Swellex	• Length up to 12 m • Hole diameter =32-52 mm • Tensile load= 100 -240 kN • Inflation pressure ≈ 30 Mpa • Instant full load bearing capacity • Fast application • Not sensitive to blasting • Elongation range: 20-30%	
Self Drilling Anchor	• Drilling, installation, and injection in one single operational step • No pre-drilling of a borehole by using a casing tube and extension rods with subsequent anchor installation necessary • Minor space requirement for anchor installation • Optimized machinery and manpower requirements	
Cablebolt reinforcement	• Primarily used to support large underground structures, i.e mining applications, underground power caverns etc. • Can handle high loads • Tendons are grouted with concrete mix • At very high loads the governing parameter is most often the bond between the tendon and the grout • Cable capacity is confining stress dependent	



رضا عبدالهی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

روشهای اجرای تونل در FHWA

تونل سازی در سنگ

AM 105 Roadheader, Australia

Appearance	Description of Rock Mass
	Excellent quality controlled blasting or excavation by Tunnel Boring Machine results in minimal disturbance to the confined rock mass surrounding a tunnel.
	Mechanical or hand excavation in poor quality rock masses (no blasting results in minimal disturbance to the surrounding rock mass. Where squeezing problems result in significant floor heave, disturbance can be severe unless a temporary invert, as shown in the paragraph, is placed.
	Very poor quality blasting in a hard rock tunnel results in severe local damage, extending 2 or 3m, in the surrounding rock mass.
	Small scale blasting in civil engineering slopes results in modest rock mass damage, particularly if controlled blasting is used as shown on the left hand side of the paragraph. However, stress relief results in some disturbance.
	Very large open pit mine slopes suffer significant disturbance due to heavy production blasting and also due to stress relief from overburden removal. In some softer rocks excavation can be carried out by ripping and dozing and he degree of damage to the slope is less

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

پدیده ها و شرایط ژئوتکنیک US Army

Table 3-2
Special Geologic Features and Conditions Considered in Office Studies and Field Observations

Geologic Feature or Condition	Influence on Project	Office Studies	Field Observations	Questions to Answer
Landslides	Stability of natural and excavated slopes	Determine presence or age in project area or at construction sites Compute shear strength at failure. Do failure strengths decrease with age of slopes-- especially for clays and clay shales?	Estimate areal extent (length and width) and height of slope Estimate ground slope before and after slide (may correspond to residual angle of friction) Check highway and railway cuts and deep excavations, quarries, and steep slopes	Are landslides found offsite in geologic formations of same type that will be affected by project construction? What are probable previous and present ground water levels? Do trees slope in an unnatural direction?
Faults and faulting; past seismic activity	Of decisive importance in seismic evaluations; age of most recent fault movement may determine seismic design earthquake magnitude, may be indicative of high state of stress which could result in foundation heave or overstress in underground works	Determine existence of known faults and fault history from available information Examine existing boring logs for evidence of faulting from offset of strata	Verify presence at site, if possible, from surface evidence; check potential fault traces located from aerial imagery Make field check of structures, cellars, chimneys, roads, fences, pipelines, known faults, caves, inclination of trees, offset in fence lines	Are lineaments or possible fault traces apparent from regional aerial imagery?
Stress relief cracking and valley rebounding	Valley walls may have cracking parallel to valley. Valley floors may have horizontal cracking. In some clay shales, stress relief from valley erosion or glacial action may not be complete	Review pertinent geologic literature and reports for the valley area. Check existing piezometer data for abnormally low levels in valley sides and foundation; compare with normal ground water levels outside valley	Examine wells and piezometers in valleys to determine if levels are lower than normal ground water regime (indicates valley rebound not complete)	
Sinkholes; karst topography	Major effect on location of structures and feasibility of potential site (item 13)	Examine air photos for evidence of undrained depressions	Locate depressions in the field and measure size, depth, and slopes. Differences in elevation between center and edges may be almost negligible or many feet. From local residents, attempt to date appearance of sinkhole	Are potentially soluble rock formations present such as limestone, dolomite, or gypsum? Are undrained depressions present that cannot be explained by glaciation? Is surface topography rough and irregular without apparent cause?

Jozvebama.ir

پدیده ها و شرایط ژئوتکنیک US Army

Table 3-2 (Continued)

Geologic Feature or Condition	Influence on Project	Office Studies	Field Observations	Questions to Answer
Anhydrites or gypsum layers	Anhydrites in foundations beneath major structures may hydrate and cause expansion, upward thrust and buckling Gypsum may cause settlement, subsidence, collapse or piping. Solution during life of structure may be damaging	Determine possible existence from available geologic information and delineate possible outcrop locations	Look for surface evidence of uplift; seek local information on existing structures Check area carefully for caves or other evidence of solution features	Are uplifts caused by possible hydrite expansion or “explosion”?
Caves	Extent may affect project feasibility or cost. Can provide evidence regarding faulting that may relate to seismic design. Can result from unrecorded mining activity in the area		Observe cave walls carefully for evidence of faults and of geologically recent faulting. Estimate age of any broken stalactites or stalagmites from column rings	Are any stalactites or stalagmites broken from apparent ground displacement or shaking?
Erosion resistance	Need for total or partial channel slope protection is determined	Locate contacts of potentially erosive strata along drainage channels	Note stability of channels and degree of erosion and stability of banks	Are channels stable or have they shifted frequently? Are banks stable or easily eroded? Is there extensive bank sliding?
Internal erosion	Stability of foundations and dam abutments affected. Gravelly sands or sands with deficiency of intermediate particle sizes may be unstable and develop piping when subject to seepage flow	Locate possible outcrop areas of sorted alluvial materials or terrace deposits	Examine seepage outcrop areas of slopes and riverbanks for piping	
Area subsidence	Area subsidence endangers long- term stability and performance of project	Locate areas of high ground water withdrawal, oil fields and subsurface solution mining of underground mining areas	Check project area for new wells or new mining activity	Are there any plans for new or increased recovery of subsurface water or mineral resources?
Collapsing soils	Need for removal of shallow foundation materials that would collapse upon wetting determined	Determine how deposits were formed during geologic time and any collapse problems in area	Examine surface deposits for voids along eroded channels, especially in steep valleys eroded in fine-grained sedimentary formations	Were materials deposited by mud flows?

Jozvebama.ir

پدیده ها و شرایط ژئوتکنیک US Army

Table 3-2 (Continued)

Geologic Feature or Condition	Influence on Project	Office Studies	Field Observations	Questions to Answer
Locally lowered ground water	May cause minor to large local and area settlements and result in flooding near rivers or open water and differential settlement of structures	Determine if heavy pumping from wells has occurred in project area; contact city and state agencies and USGS	Obtain ground water levels in wells from owners and information on withdrawal rates and any planned increases. Observe condition of structures. Contact local water plant operators	
Abnormally low pore water pressures (lower than anticipated from ground water levels)	May indicate effective stresses are still increasing and may cause future slope instability in valley sites	Compare normal ground water levels with piezometric levels if data are available		Is the past reduction in vertical stresses a possible cause of low pore water pressure. Examples are deep glacial valleys and deep excavations like that for the Panama Canal, where pore pressures in clay shale were reduced by stress relief.
In situ shear strength from natural slopes	Provides early indication of stability of excavated slopes or abutment and natural slopes around reservoir area	Locate potential slide areas. Existing slope failures should be analyzed to determine minimum in situ shear strengths	Estimate slope angles and heights, especially at river bends where undercutting erosion occurs. Determine if flat slopes are associated with mature slide or slump topography or with erosion features	Are existing slopes consistently flat, indicating residual strengths have been developed?
Swelling soils and shales	Highly preconsolidated clays and clay shales may swell greatly in excavations or upon increase in moisture content	Determine potential problem and location of possible preconsolidated strata from available information	Examine roadways founded on geologic formations similar to those at site. Check condition of buildings and effects of rainfall and watering	Do seasonal ground water and rainfall or watering of shrubs or trees cause heave or settlement?
Varved clays	Pervious layers may cause more rapid settlement than anticipated. May appear to be unstable because of uncontrolled seepage through pervious layers between overconsolidated clay layers or may have weak clay layers. May be unstable in excavations unless well points are used to control ground water	Determine areas of possible varved clay deposits associated with prehistoric lakes. Determine settlement behavior of structures in the area	Check natural slopes and cuts for varved clays; check settlement behavior of structures	

Jozvebama.ir

پدیده ها و شرایط ژئوتکنیک US Army

Table 3-2 (Concluded)

Geologic Feature or Condition	Influence on Project	Office Studies	Field Observations	Questions to Answer
Dispersive clays	A major factor in selecting soils for embankment dams and levees	Check with Soil Conservation Service and other agencies regarding behavior of existing small dams	Look for peculiar erosional features such as vertical or horizontal cavities in slopes or unusual erosion in cut slopes. Perform "crumb" test	
Riverbank and other liquefaction areas	Major effect on riverbank stability and on foundation stability in seismic areas	Locate potential areas of loose fine-grained alluvial or terrace sand; most likely along riverbanks where loose sands are present and erosion is occurring	Check riverbanks for scallop-shaped failure with narrow neck (may be visible during low water). If present, determine shape, depth, average slope, and slope of adjacent sections. Liquefaction in wooded areas may leave trees inclined at erratic angles. Look for evidence of sand boils in seismic areas	
Filled areas	Relatively recent filled areas would cause large settlements. Such fill areas may be overgrown and not detected from surface or even subsurface evidence	Check old topo maps if available for depressions or gullies not shown on more recent topo maps	Obtain local history of site from area residents	
Local overconsolidation from previous site usage	Local areas of a site may have been overconsolidated from past heavy loadings of lumber or material storage piles			Obtain local history from residents of area

(Sheet 4 of 4)

رضا صبا لبی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

روشهای اجرای تونل در FHWA

تونل سازی در خاک

نیاز به بهسازی

Table 7-10 Ground Treatment Methods

Challenging Ground Conditions	Treatment Method(s)
Weak Soils	• Vibro Compaction • Dynamic Compaction • Compaction Grouting • Permeation Grouting • Jet Grouting
Ground Water	• Dewatering • Freezing • Grouting
Unstable Face	• Soil Nails • Spiling • Soil Doweling • Micro Piles
Soil Movement	• Compensation Grouting • Compaction Grouting

Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

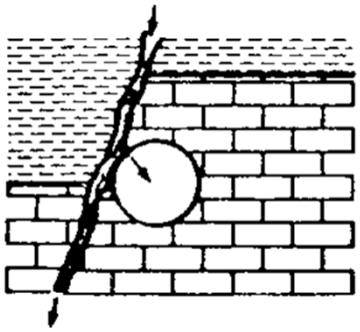
۱- گسل ها

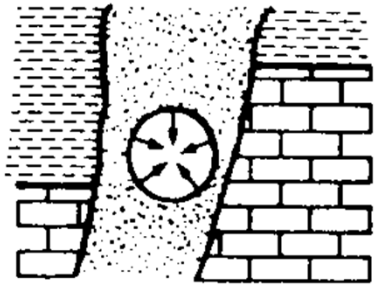
- ✓اثر گسل بر ایجاد ناحیه های خرد شده و ناپایداری
- ✓نقش گوژهای گسل
- ✓لغزش سنگ‌ها در دو سمت صفحه گسل، و ایجاد دگرگونی سنگ‌های طرفین
- ✓ایجاد برش گسل
- ✓احتمال لغزش سنگ‌ها به داخل تونل در سطوح گسل
- ✓نفوذ آب زیرزمینی به اعماق و به داخل سنگ‌های طرفین و ایجاد دگرسانی و هوازدگی سنگ‌ها
- ✓گسل‌ها معبری برای حرکت آب‌های زیرزمینی‌اند
- ✓تغییر در مسیرحرکت آب زیرزمینی با ایجاد سدی از لایه های نفوذناپذیر
- ✓فرسایش درونی و ایجاد حفره در سنگ
- ✓نقش سنگ های حل شونده
- ✓ فیلر درزه ها

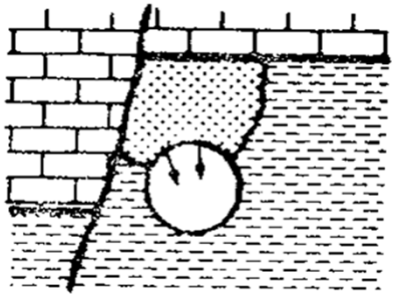
Jozvebama.ir

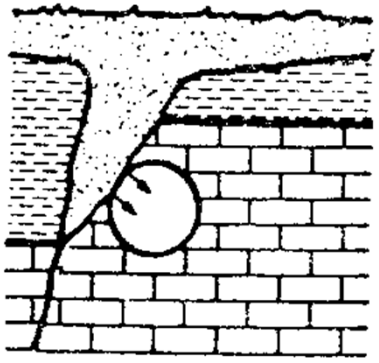
مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۱- گسل ها









گسل‌ها معبر مناسبی برای حرکت آب زیرزمینی و ورود آن به داخل تونل‌اند. ضمناً ازآنجاکه احتمال حرکات ادواری گسل نیز وجود دارد، لذا این امر به هنگام طراحی سیستم نگهداری تونل باید مدنظر قرار گیرد.

تخمین ضخامت گوژگسل مشکل است و امکان دارد که در طول گسل تغییر کند. گوژگسل مقاومت کمی دارد و به هنگام طراحی سیستم نگهداری باید موردتوجه قرار گیرد.

در امتداد سطح گسل اصطکاک کم و چسبندگی سنگ‌ها ضعیف است بنابراین احتمال ریزش در این قسمت‌ها وجود دارد.

به علت عبور آب‌های زیرزمینی از شکاف گسل، احتمال هوازدگی عمیق سنگ‌ها در حوالی گسل وجود دارد.

رضا عبداللهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

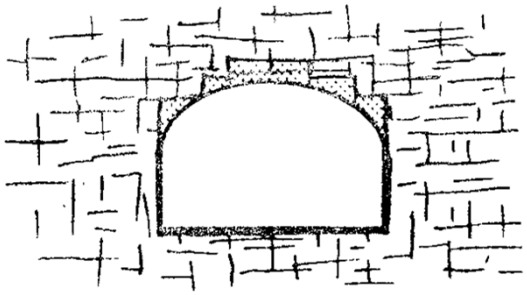
۲- درزه ها و چین خوردگی

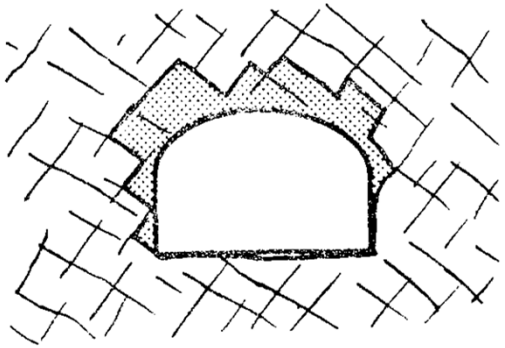
یکی از معمول‌ترین پدیده‌های ساختاری سنگ‌ها، چین‌خوردگی است که اگرچه در سنگ‌های لایه‌ای به‌خوبی مشخص است؛ اما در حالت کلی چین‌خوردگی در تمام انواع سنگ‌ها اتفاق می‌افتد. ابعاد چین‌های حاصله در سنگ‌ها در مقیاس وسیعی متفاوت است و طول‌موج چین‌ها از چند سانتی‌متر تا چندین کیلومتر تغییر می‌کند. بروز چین‌خوردگی در سنگ‌ها، سبب ایجاد تغییرات ژئوتکنیکی در آن‌ها می‌شود که ازجمله آن‌ها می‌توان به ایجاد درز و ترک در سنگ‌های مقاوم و نیز توسعه تنش‌های برشی در منطقه فشار محل چین‌خورده اشاره کرد. در مورد سنگ‌های چین‌خورده، اغلب پدیده تمرکز تنش نیز اتفاق می‌افتد و در مواردی که میزان این تنش‌ها زیاد باشد، ممکن است به هنگام حفر سنگ پدیده انفجار سنگ را در پی داشته باشد. وجود چین‌خوردگی در سنگ سبب کاهش مقاومت آن می‌شود و در اثر احداث تونل ممکن است درز و شکاف‌های بیشتری را در سنگ، سبب شود.

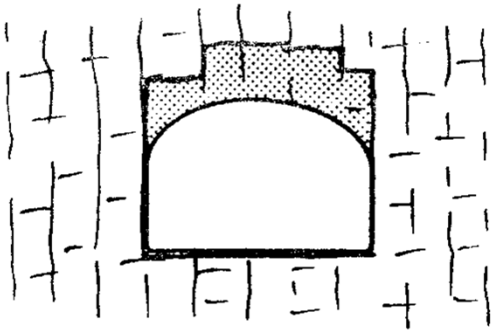
Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۲- درزه ها و چین خوردگی







وجود دسته‌درزه‌های موازی و درعین‌حال عمود بر هم ازجمله پدیده‌های عادی سنگ‌ها است. این امر سبب می‌شود که توده سنگ به قطعه‌هایی تقسیم شود که خطر سقوط آن‌ها به داخل تونل وجود دارد.

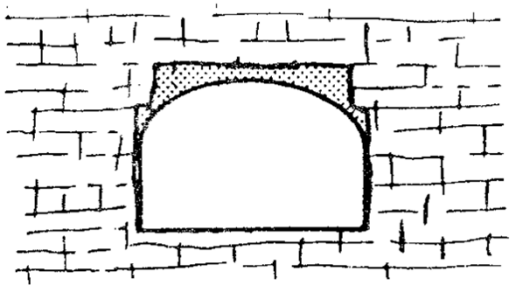
در مواردی که سطح دسته‌درزه‌های اصلی منطقه، به حالت مایل باشد، احتمال سقوط قطعه‌های سنگ به داخل تونل وجود دارد. این امر سبب ناپایداری سنگ‌ها در سقف و یکی از دیواره‌های تونل می‌شود.

در مواردی که سطح لایه‌بندی قائم باشد، وجود دسته‌درزه‌های افقی سبب سقوط قطعه‌های سنگ به داخل تونل می‌شود. در چنین مواردی، بلافاصله پس از حفر، باید سیستم نگهداری موقت تونل، نصب شود.

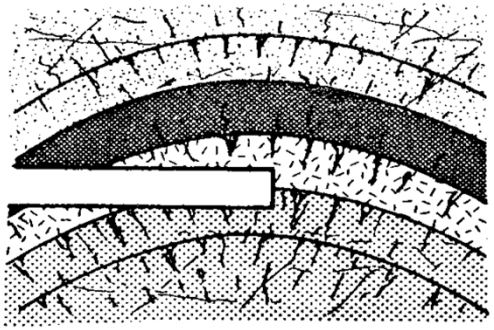
Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

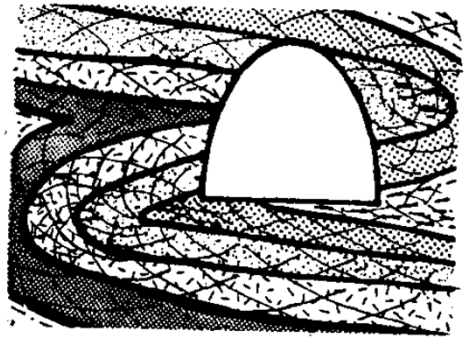
۲- درزه ها و چین خوردگی



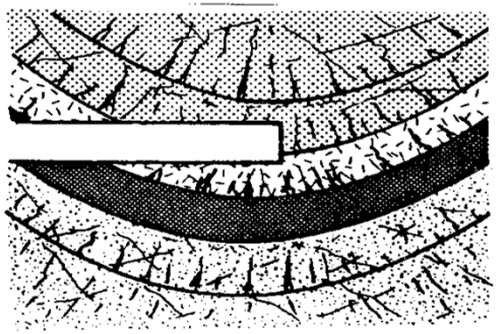
در مواردی که لایه‌ها افقی باشند، وجود دسته‌درزه‌های قائم، سبب تفکیک توده سنگ به قطعه‌های ورقه‌ای شکل می‌شود و ناپایداری سقف تونل را به دنبال دارد.



حفر تونل در چین تاقدیس.
اگر در بالای سنگ‌های نفوذپذیر، لایه‌های نفوذناپذیر واقع باشد، ممکن است در بالای تاقدیس گاز متان تجمع یابد که در این حالت سیستم آتشباری ویژه‌ای موردنیاز است



حفر تونل در سنگ‌های چین‌خورده.
در این مورد، به‌طور موضعی در سنگ‌ها تمرکز تنش وجود دارد. همچنین مقاومت سنگ‌ها کاهش می‌یابد و احتمال ریزش قطعات سنگ وجود دارد.



حفر تونل در چین ناودیس.
اگر در زیر لایه‌های نفوذپذیر یک‌لایه نفوذناپذیر وجود داشته باشد، احتمال هجوم آب به داخل تونل وجود دارد.

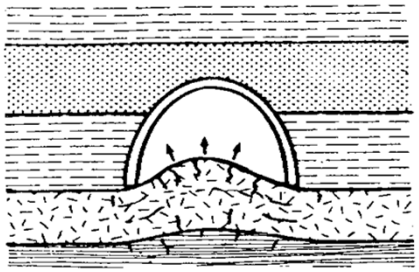
رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

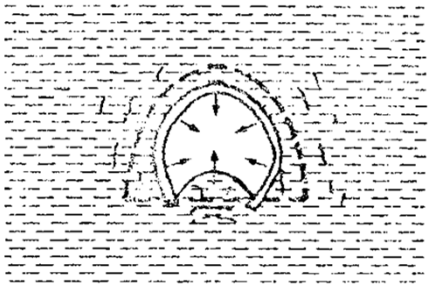
Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

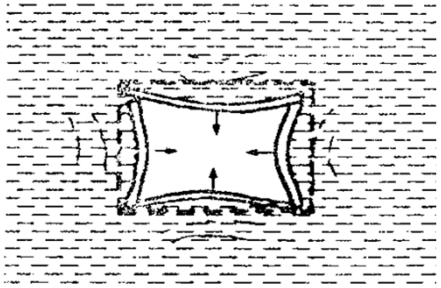
۳- زمین های تورم پذیر

آماس کف تونل یکی از پدیده‌های عادی تونل سازی در زمین‌های آماس پذیر، به‌ویژه در سنگ‌های رسوبی ضعیف است. در چنین مواردی، معمولاً نقاطی در کف تونل دیده می‌شود که جریان توده سنگ از آن نقاط انجام می گیرد. سنگ‌های خمیری کف تونل نسبت به تغییرات تنش حساس‌اند. جریان توده‌های سنگ به داخل تونل نشانگر امتداد کمترین مقاومت تونل است.

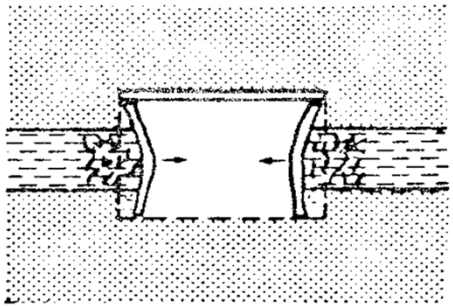




اگر زمین اطراف تونل آماس پذیر باشد، سبب تغییر شکل سیستم نگهداری تونل می‌شود که در بعضی موارد خسارات زیادی را به دنبال دارد.



در مورد تونل‌های با مقطع چهارگوش، آماس زمین سبب تغییر شکل تونل یعنی خمش سقف، آماس کف و کمانش دیواره‌ها می‌شود که در بعضی موارد انهدام سیستم نگهداری تونل را در پی دارد.



در مواردی که یک‌لایه آماس پذیر در بین سنگ‌های مقاوم قرار دارد، تورم این لایه سبب خمیدگی دیواره‌های تونل و ایجاد خسارت به سیستم نگهداری می‌شود

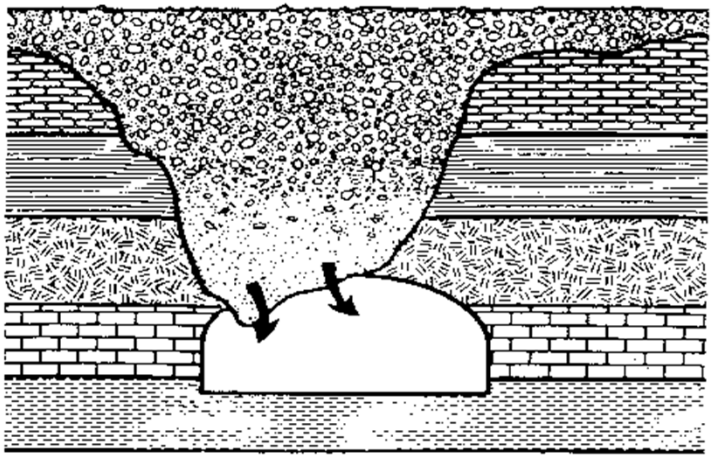
رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۴- زمین های رانشی

رانش مواد نامتراکم به داخل تونل به هنگام برخورد تونل با رسوبات رودخانه‌های قدیمی



Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۵- تجمع گازها

در بعضی از موارد، گازهایی به‌طور طبیعی در سنگ‌ها وجود دارند که به هنگام حفر تونل، مشکلاتی را سبب می‌شوند. مهم‌ترین این گازها دی‌اکسید کربن، متان، دی‌اکسید گوگرد، سولفید هیدروژن و ندرتاً هیدروژن هستند. دی‌اکسید کربن موجود در سنگ‌ها حاصل اکسایش مواد کربن‌دار است، اما درعین‌حال ممکن است با آب‌های داغ معدنی و آب‌های با منشأ آذرین نیز همراه باشد.

متان ازجمله گازهایی است که در حوضه‌های زغالی و میدان‌های نفتی وجود دارد. باید توجه داشت که متان علاوه بر سنگ‌های درون‌گیر لایه‌های زغالی، ممکن است تا چندین متر در سنگ‌های دورتر نیز وجود داشته باشد. وجود متان در سنگ‌ها، سیستم آتشباری ویژه‌ای را می‌طلبد؛ زیرا آتشباری معمولی، خطر انفجار را در پی دارد. دی‌اکسید گوگرد، حاصل اکسایش گوگرد یا سولفیدها است و ممکن است در سنگ‌های رسوبی و نیز کانسارهای گرمابی سولفیدی یافت شود. سولفید هیدروژن نیز حاصل تجزیه ترکیبات گوگرددار است و ممکن است با آب‌های داغ و عمیق معدنی همراه باشد.

Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۶- پایداری شیروانی ها

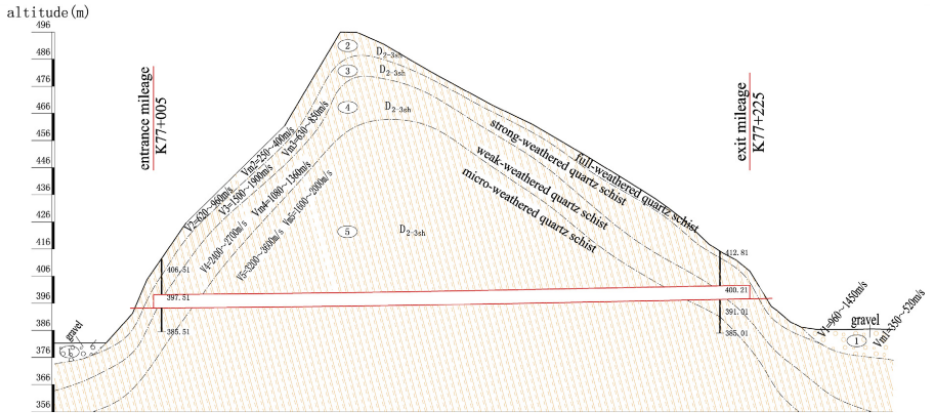
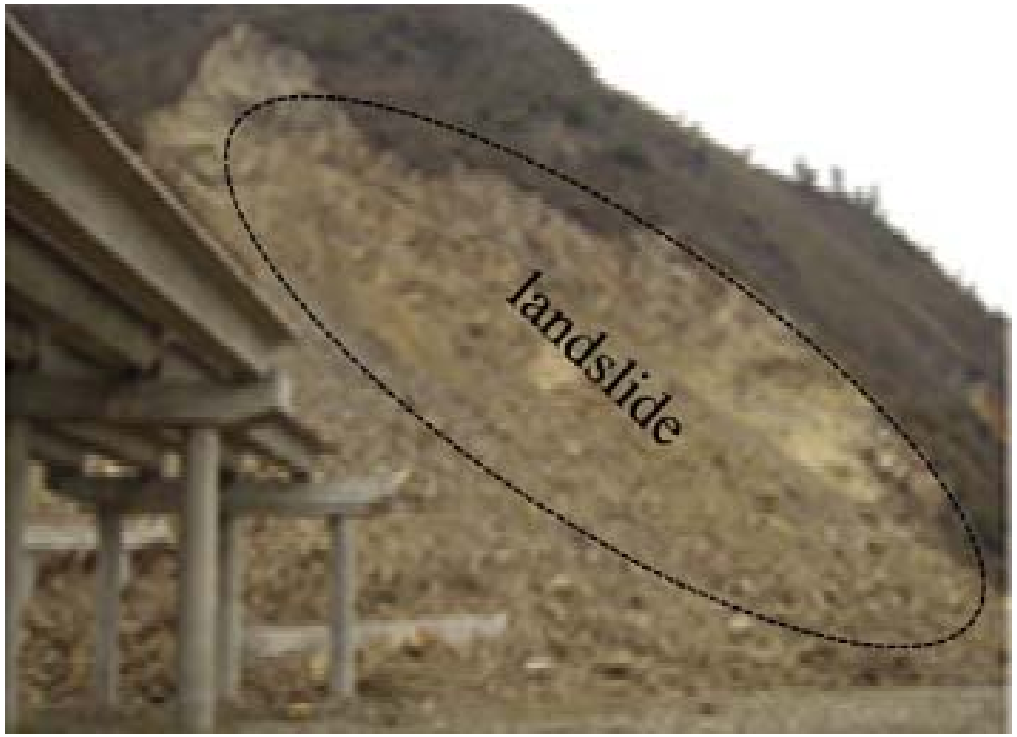


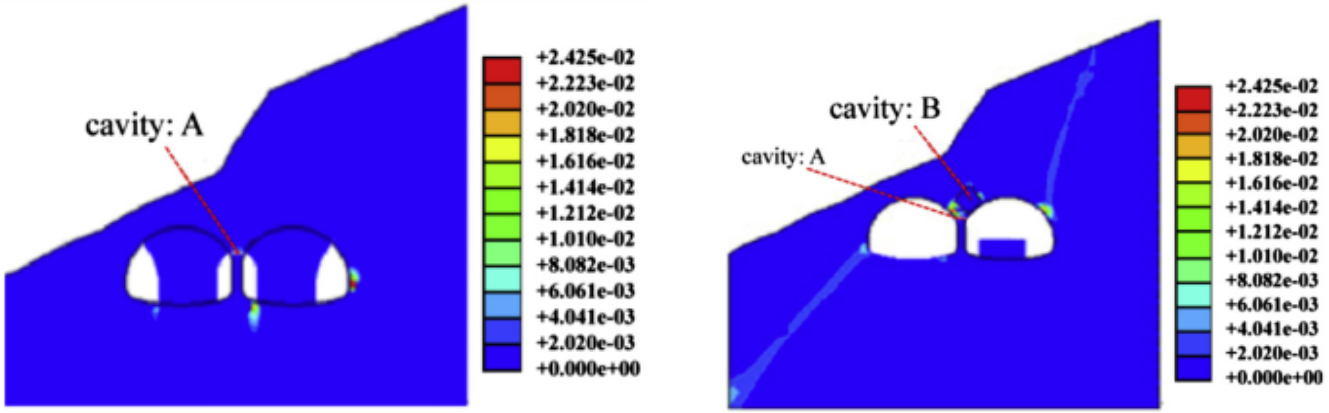
Fig. 1. Geological condition of the multi-arch tunnel.



Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۷- مسائل مرتبط با تونل های دوقلو



Gerrards Cross station and tunnel in 2009

۸- اندرکنش

- ✓اندرکنش دو تونل
- ✓اندرکنش تونل و سازه های مجاور
- ✓اندرکنش تونل با شیب ها و عوارض طبیعی

Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۹- نقش عمق روباره

روباره های کم

- تنش های کم
- کم شدن حساسیت به رفتارهای پلاستیک
- اهمیت یافتن نشست های سطحی
- کم شدن نقش زاویه اصطکاک
- پر رنگ شدن نقش چسبندگی

بروز پدیده هایی مانند ریزش کلی (Day-Light Collapse)

Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۹- نقش عمق روباره

روباره های زیاد

- تنش های زیاد
- اهمیت یافتن رفتارهای پلاستیک
- کم اهمیت شدن نشست های سطحی
- افزایش یافتن نقش زاویه اصطکاک
- کم رنگ شدن نقش چسبندگی

⇦ بروز پدیده هایی مانند شکست سیستم نگهبان

Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۱۰- تراوش آب

ایستگاه U8 مترو تهران

۱۱- مسائل شیمیایی

- خاک های واگرا
- ساختارهای کارستیک
- ساختارهای گچی
- خاک های رمبنده

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۱۲- نشست نامتقارن

Gotthard highway tunnel

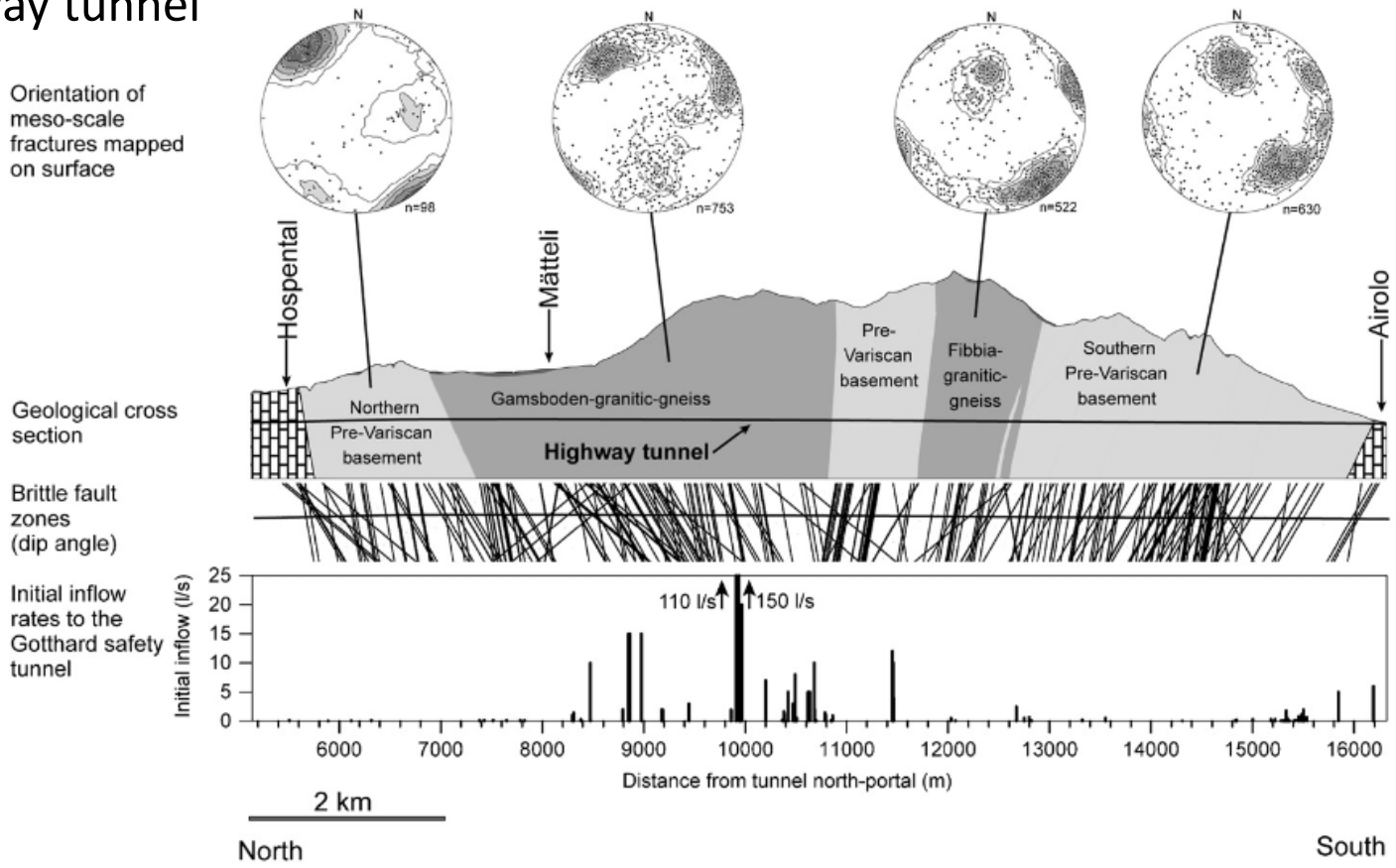


Fig. 7. Geological and structural cross sections showing the main geological units and brittle fault zones mapped within the Gotthard highway safety tunnel. The stereoplots above (lower hemisphere) show poles to meso-scale fractures mapped on the surface above the tunnel in each of the main geological units. The frame at the bottom shows the location and estimated initial rate of inflow of water-bearing fault zones intersected along the safety tunnel.

Jozvebama.ir

مخاطرات ژئوتکنیک در طراحی تونل ها

۱۳- لایه های انحلال پذیر

شکل ۴-۲۰- پدید آمدن حفره و غار به دلیل عبور آب از لایه‌های انحلالی

Jozvebama.ir

رضا عبداللهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

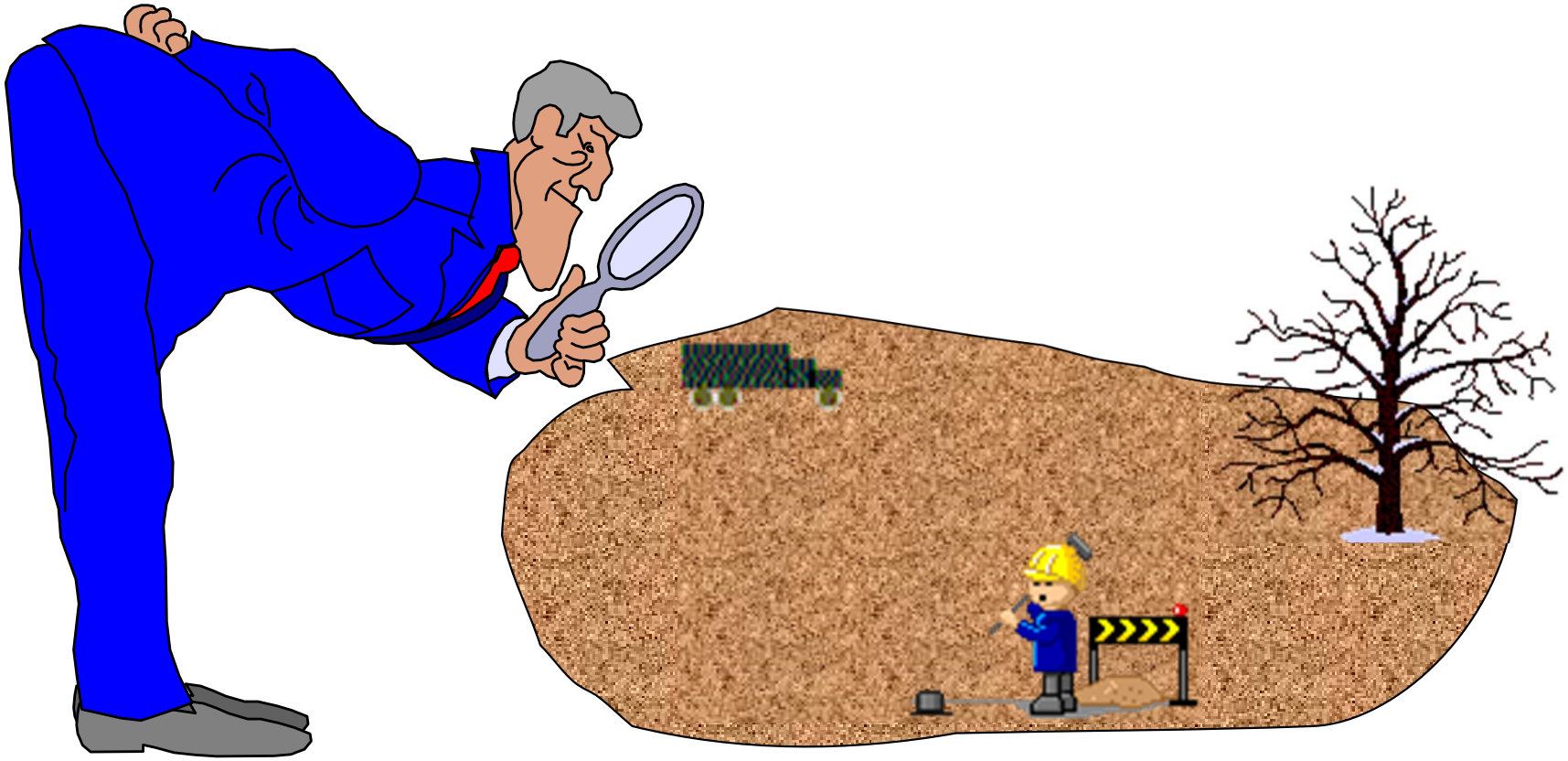
Jozvebama.ir

واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

تحقیقات محلی

Geotechnical Investigations



رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

فصل سوم :

برنامه ریزی مطالعات ژئوتکنیک

Jozvebama.ir

هزینه مطالعات صحرایی

۱. برخی کتب مرجع مهندسی پی از جمله هندبوک مهندسی پی(Winterkorn and Fang, 1975) بیان می دارند که هزینهٔ اکتشافات زیرسطحی حدوداً بین ۰/۵ تا ۱ درصد هزینهٔ احداث پروژه می باشد. رقم پایین تر(۰/۵ درصد) مربوط به پروژه‌های بزرگتر و پروژه‌هایی می باشد که شرایط تحت الارضی در آنها بحرانی نیست.

۲. در مورد پروژه‌های ساختمان سازی در داخل شهرهای بزرگ، با توجه شناخت مهندسین محلی از زمین منطقه، اطلاعات زیادی از وضعیت جنس زمین در دست است و مهندسین با قدرت بالاتری می توانند سهم قضاوت مهندسی را در برآورد مشخصات زمین افزایش دهند. در این موارد توصیه شده است که درصد هزینه کاوش‌های صحرایی به درصد کل هزینه ساختمان کمتر از ۰/۵ درصد باشد. ASCE(1972) توصیه کرده است که درصد مذکور بین ۰/۱ تا ۰/۵ درصد هزینه کل ساختمان باشد.

۳. براساس تحقیقی که توسط Rowe (1972) صورت پذیرفته است، هزینه اکتشافات صحرایی بر حسب درصدی از هزینه‌های کل پروژه و همچنین برحسب درصدی از عملیات خاکی و پی سازی پروژه مطابق جدول(۲-۱) می باشد:

جدول (۲-۱) : هزینه کاوش‌های صحرایی(Rowe,1972)

نوع کار	درصدی از هزینه کل پروژه	درصدی از هزینه کل عملیات خاکی و پی سازی
سدهای خاکی	۰/۸۹ تا۳/۳	۱/۱۴ تا ۵/۲
خاکریزها	۰/۱۲ تا ۰/۱۹	۰/۱۶ تا۰/۲
دایک‌ها	۰/۲۳ تا ۰/۵	۰/۴۲ تا ۱/۶۷
پل‌ها	۰/۱۲ تا۰/۵	۰/۲۶ تا ۱/۳
ساختمان‌ها	۰/۰۵ تا ۰/۲۲	۰/۵ تا۲/۰
جاده‌ها	۰/۲ تا ۱/۵۵	۱/۶ تا ۵/۶۷
خطوط آهن	۰/۶ تا۲	۳/۵
متوسط کلی پروژه‌ها	۰/۷	۱/۵

Jozvebama.ir

مراحل مطالعات ژئوتکنیک طرح

- ✓ مطالعات دفتری
- ✓ بازدید صحرایی
- ✓ تهیه مدل مفهومی
- ✓ برنامه ریزی مطالعات ژئوتکنیک
- ✓ انجام مطالعات ژئوتکنیک فاز اول
- ✓ تدقیق و تکمیل اطلاعات با سایر روشها (مطالعات ژئوفیزیک)
- ✓ بازنگری طرح مفهومی
- ✓ انجام مطالعات ژئوتکنیک فاز تکمیلی
- ✓ نظارت و تصمیم گیری در مورد تکرار فرآیند

Jozvebama.ir

منابع مطالعات دفتری

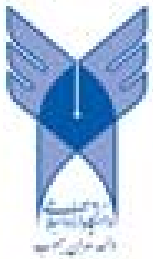
منبع اطلاعات	نوع استفاده و کاربردها	محل تهیه	مثال/ توضیحات
عکس هوایی	توپوگرافی ساختگاه (با استفاده از دید سه‌بعدی) اطلاعات زمین‌شناسی (بر اساس ریخت‌شناسی و الگوی زهکشی پوشش گیاهی) اطلاعات هیدرولوژیکی شامل چشمه‌ها، قنات‌ها، آبگیرها، محدوده هوایی سیل گیر و محدوده‌های با زهکشی ضعیف. تعیین موقعیت و تغییرات ایجادشده در سازه‌های ساخت بشر شناسایی برخی عوارض انسانی یا طبیعی مثل راه‌های دسترسی، گسل‌ها، زمین‌لغزش‌ها و غیره	سازمان نقشه‌برداری سازمان جغرافیایی ارتش www.google,ap.com www.googleearth.com بانک اطلاعات و آرشیو کارفرما یا پروژه‌های احداثی در نزدیک ساخت گاه	با تهیه چند سری از عکس‌های هوایی در بازه‌های زمانی مختلف می‌توان تغییرات ساختگاه را در بازه‌های زمانی مختلف مشاهده کرد.
نقشه‌های توپوگرافی	فراهم کردن یک نقشه مرجع به‌عنوان مبنای GIS در ساختگاه مشخص کردن پدیده‌های فیزیکی و سازه‌ها تعیین و شناسایی محدودیت‌ها و راه‌های دسترسی نقشه‌های به‌دست‌آمده از دوره‌های مختلف می‌تواند تغییرات ساختگاه در طی زمان را نمایش دهد	سازمان نقشه‌برداری سازمان جغرافیایی ارتش بانک اطلاعات کارفرما یا سایر پروژه‌های نزدیک ساخت گاه	مهندس می‌تواند محدودیت‌ها و راه‌های دسترسی را شناسایی کند. شناسایی نواحی ناپایداری و زمین‌لغزش‌های بالقوه تعیین و تخمین میزان و محل خاک‌برداری و خاک‌ریزی‌های احتمالی
نقشه‌ها و گزارش‌های زمین‌شناسی	فراهم کردن اطلاعات کلی از شرایط زمین‌شناسی ساختگاه شامل نوع سازنده‌های زمین‌شناسی، نوع خاک/ سنگ و خصوصیات زمین‌شناسی آن‌ها فراهم کردن اطلاعات هیدروژئولوژی و ملاحظات زیست محیطی شناسایی عوارض زمین‌شناسی مانند گسل‌ها و زمین‌لغزش‌ها	سازمان زمین‌شناسی شرکت ملی نفت (در محدوده مناطق نفت‌خیز) www.ngdir.ir بانک اطلاعات کارفرما یا سایر پروژه‌های نزدیک ساخت گاه نقشه‌ها و اطلاعات زمین‌شناسی ایران (کتاب‌های علمی و تحقیقاتی)	از نقشه‌های زمین‌شناسی می‌توان برای تعیین نوع سنگ/ خاک ، شکست‌ها و جهت و الگوی آب زیرزمینی استفاده کرد.
گزارش‌های ژئوتکنیک و مطالعات زیرسطحی پیشین	فراهم کردن اطلاعات از مشخصات و پارامترهای خاک/ سنگ با جزئیات بیشتر شامل پارامترهای مقاومتی و رفتاری اطلاعات هیدروژئولوژیکی اطلاعات زیست‌محیطی	بانک اطلاعات کارفرما یا سایر پروژه‌های محدوده طرح	از گزارش‌های پروژه‌هایی که در محدوده طرح انجام‌شده است می‌توان اطلاعات بسیار خوبی برای کاهش حجم مطالعات ژئوتکنیک ساختگاه استفاده کرد. این اطلاعات می‌توان در تهیه مدل ژئوتکنیک و زمین‌شناسی و درنتیجه کاهش هزینه و جهت دادن مطالعات کمک شایانی نماید.
گزارش‌های روزانه کارگاهی در پروژه‌های زیرزمینی و سطحی انجام‌شده در محدوده طرح	فراهم کردن اطلاعات از مشخصات و پارامترهای خاک/ سنگ با جزئیات بیشتر شامل پارامترهای مقاومتی و رفتاری اطلاعات هیدروژئولوژیکی اطلاعات زیست‌محیطی تعیین مشکلات و معضلات احتمالی	بانک اطلاعات کارفرما یا سایر پروژه‌های محدوده طرح	یک گزارش کارگاهی ممکن است طراح را نسبت به مسائلی مثل خاک متورم شونده، سنگ‌های جمع شونده، نواحی برشی و غیره هشیار نموده و توجه او را به این موضوعات جلب نماید.
لوگ چاه‌های آب و نقشه قنات‌ها	فراهم کردن اطلاعات چینه‌شناسی ساختگاه و محدوده اطراف آن تعیین سطح آب زیرزمین و تغییرات آن در طی زمان تعیین موقعیت قنات‌ها و چشمه‌ها و سایر عوارض هیدروژئولوژیکی	شرکت آب و فاضلاب بانک اطلاعات کارفرما یا پروژه‌های محدوده طرح وزارت نیرو وزارت جهاد کشاورزی	یک لوگ از چاه بهره‌برداری یا آبکشی به فاصله حتی چند کیلومتری ..... می‌تواند اطلاعات مفیدی از چینه‌شناسی ارائه ی و تفسیر داده‌های زمین‌شناسی و هیدروژئولوژیکی را تسهیل و تسریع نماید.
نقشه‌ها و اطلاعات هیدرولوژی	شناسایی مخاطرات هیدرولوژیکی مثل سیلاب‌ها تهیه اطلاعات برای تخمین آب شستگی تعیین موقعیت محل‌های سیل گیر و مسیر، پریود وقوع و حجم سیلاب‌های احتمالی بررسی راهکارهای مقابله با سیلاب‌ها و پیشگیری از آثار منفی آن‌ها در طرح	رکورد بارندگی‌ها رکوردهای نقشه‌های هیدرولوژیکی وزارت نیرو وزارت جهاد و کشاورزی	گزارش‌های هیدرولوژیکی ناحیه طرح می‌تواند باعث شود محل طرح عوض شود یا در محل‌های ورودی و خروجی تونل تغییراتی به وجود آید و یا در این محل‌ها تمهیداتی اندیشیده شود.
نقشه‌های تأسیسات شهری مثل لوله‌های آب، تأسیسات برق و مخابرات و غیره	اطلاعات از محل و موقعیت کابل‌ها و تأسیسات برق‌رسانی ، خطوط مخابراتی و فیبر نوری، لوله‌های آب و فاضلاب و گاز شهری یا بین‌شهری اطلاع از سازه‌های موجود یا سازه‌هایی که در آینده ساخته خواهند شد انجام پیش‌بینی‌های لازم برای عدم تداخل تونل با تأسیسات شهری و ایجاد تغییرات در آن‌ها، پیش‌بینی و ایجاد مسیرهای موقت برای آن‌ها انجام استعلام‌های لازم و اخذ مجوزهای مربوطه	شهرداری‌ها شرکت مخابرات شرکت آب و فاضلاب شرکت‌های مترو نقشه‌های طرح تفصیلی یا جامع وزارت اطلاعات ارتش سپاه پاسداران	در یک منطقه شهری عدم اطلاع از محل و موقعیت تأسیسات شهری می‌تواند پروژه را با مخاطرات جدی، توقف‌های طولانی یا حتی تعطیلی مواجه کند. در برخی از نقاط شهری ممکن است تأسیسات محرمان نظامی یا امنیتی وجود داشته باشند.

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

مطالعات دفتری
Jozvebama.ir

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

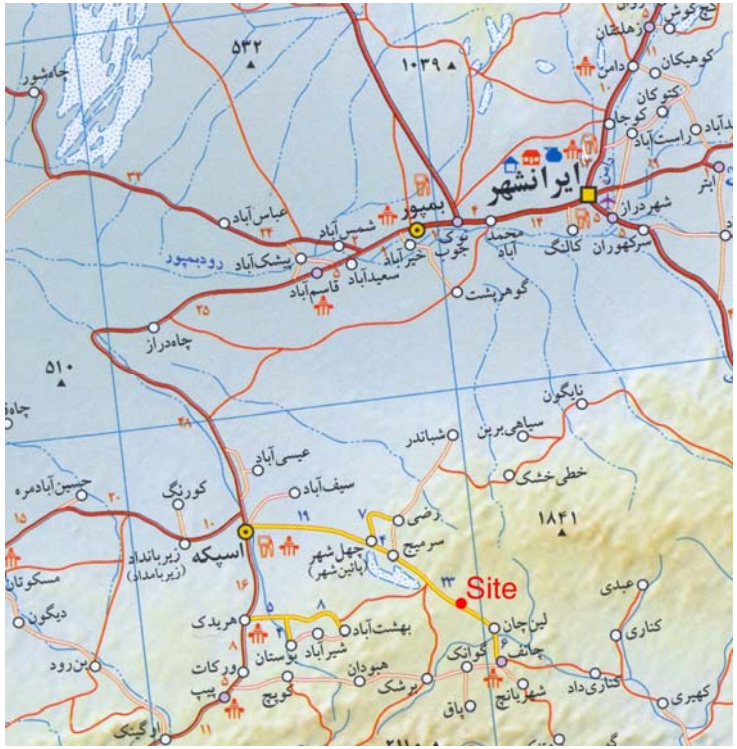
- نقشه های موقعیت و راه
- عکس هوایی
- وضعیت زمین شناسی
- وضعیت توپوگرافی
- شرایط آب های سطحی و بارندگی
- وضعیت آب های زیر زمینی
- شناخت قنات ها و چشمه ها
- تاسیسات و بناهای موجود در سایت
- کابری های پیشین
- معضلات ژئوتکنیک و پارامترهای سایت
- شناخت مخاطراتی که ساخت و سازهای آتی را در معرض خطر قرار می دهد



Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نقشه های راه ها



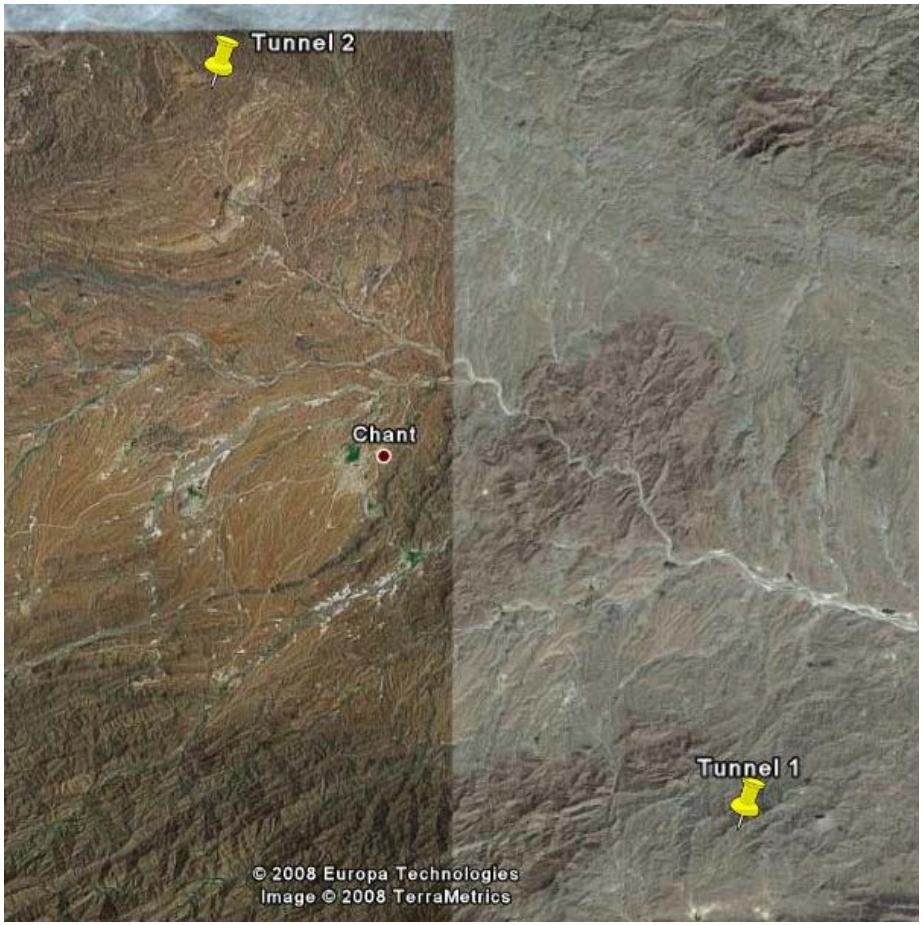
شکل ۳-۱ ـ راه‌های دسترسی به محدوده مورد مطالعه

شکل ۳-۲ـ نقشه شبکه راه آهن و راه‌های ایران

Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

عکس های هوایی



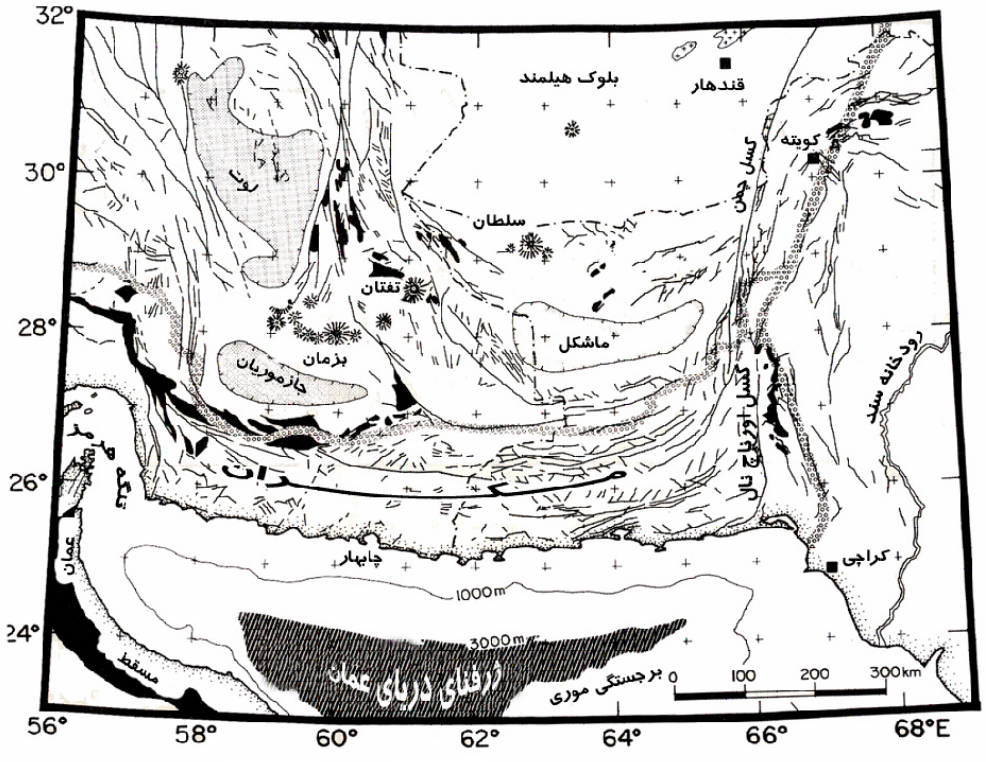
رضا عبداللهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

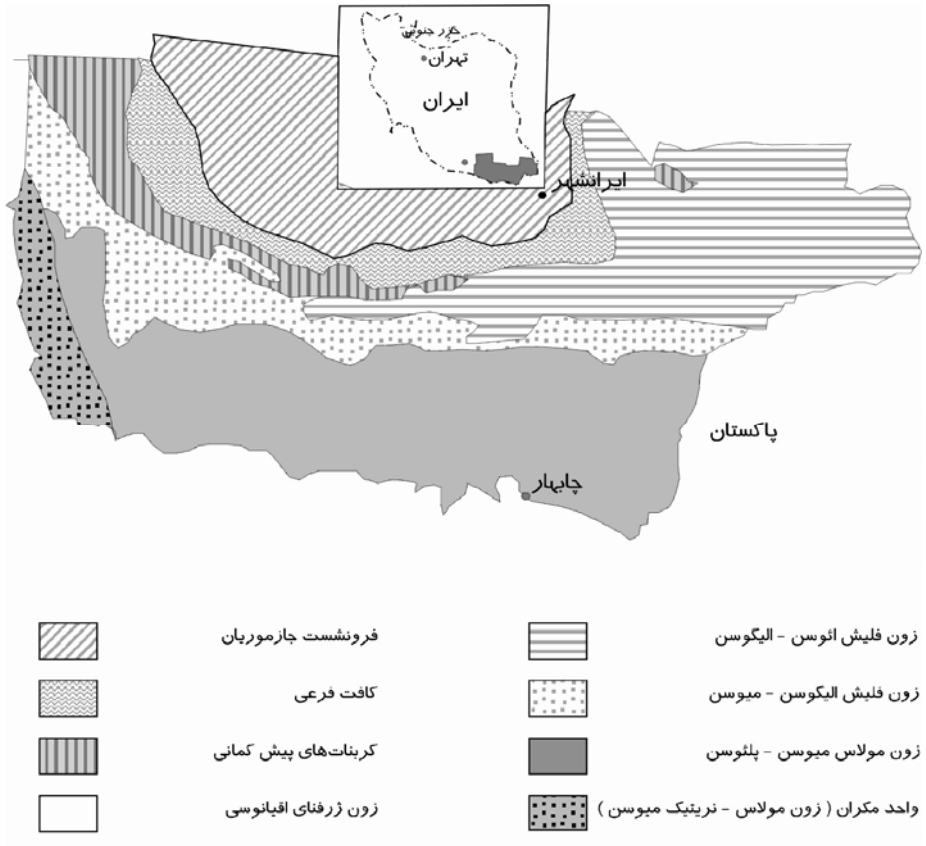
اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نقشه های زمین شناسی

زمین شناسی ناحیه ای



شکل ۴-۲- ساختار ساده شده مکران و نواحی مجاور (ژاکوب و گیتمبر، ۱۹۷۹)



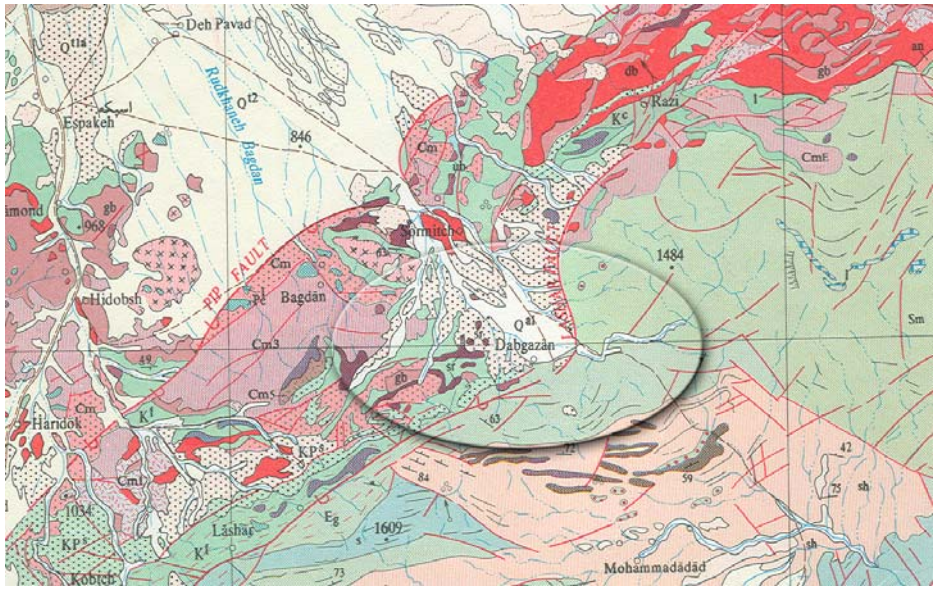
شکل۴-۴- واحدهای زمین‌ساختی مکران از نگاه مکال (۱۹۸۵)

رضا مبرالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

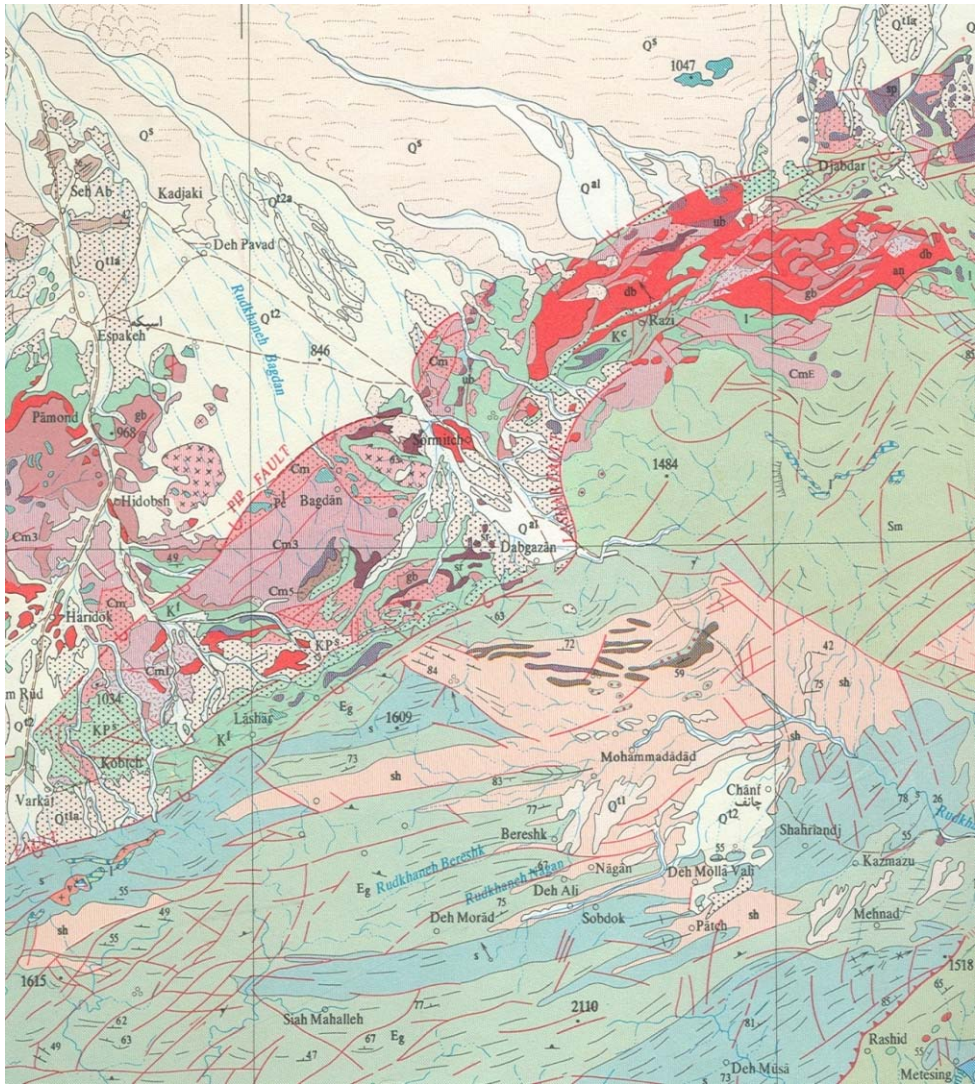
Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نقشه های زمین شناسی



شکل ۵-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ نیک شهر



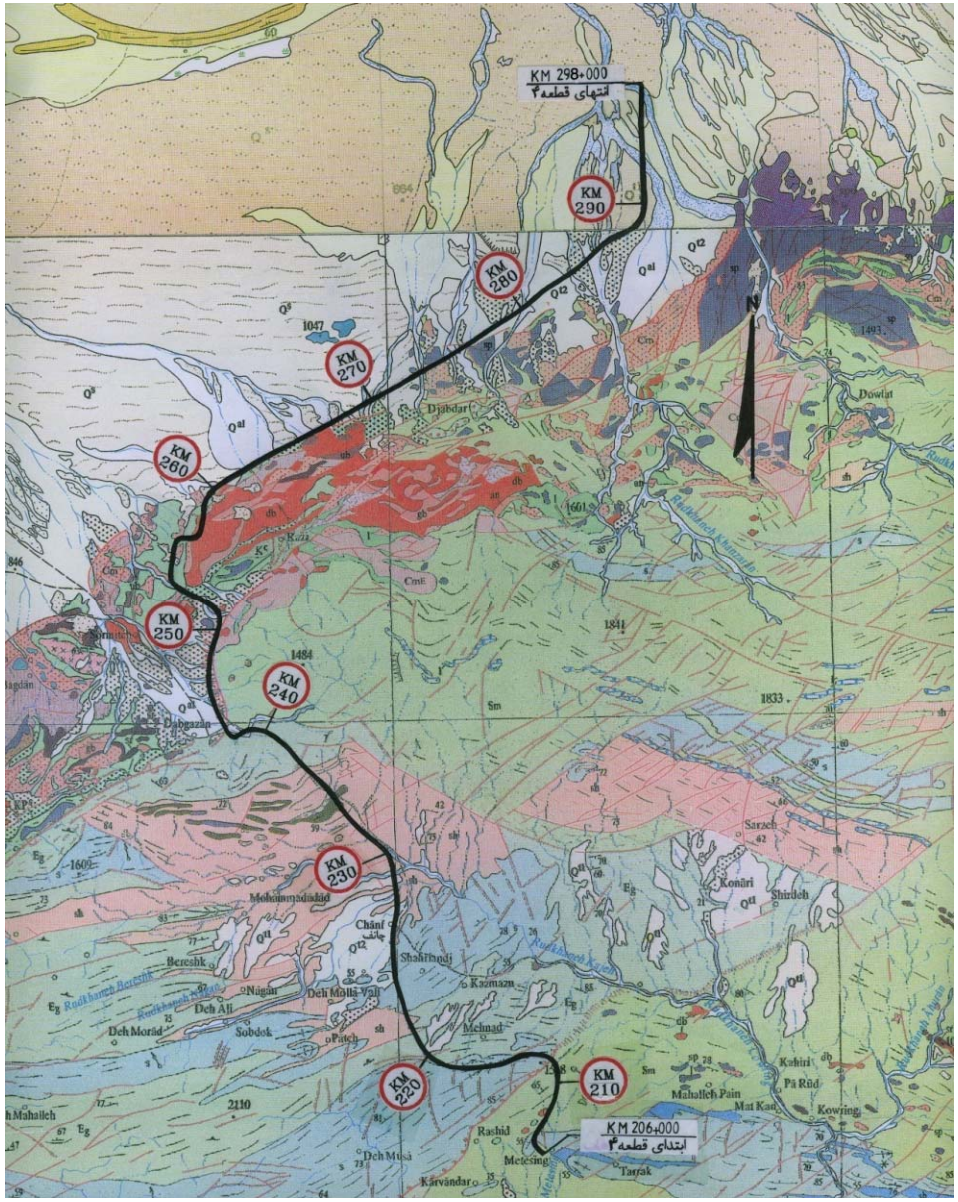
شکل ۶-۹- قسمتی از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی نیک شهر

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

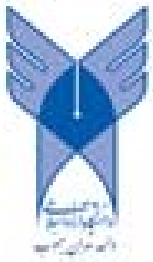
Jozvebama.ir

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نقشه های زمین شناسی



شکل ۱-۳- موقعیت کل مسیر قطعه چهار راه آهن فهرج ـ چابهار روی نقشه زمین شناسی منطقه

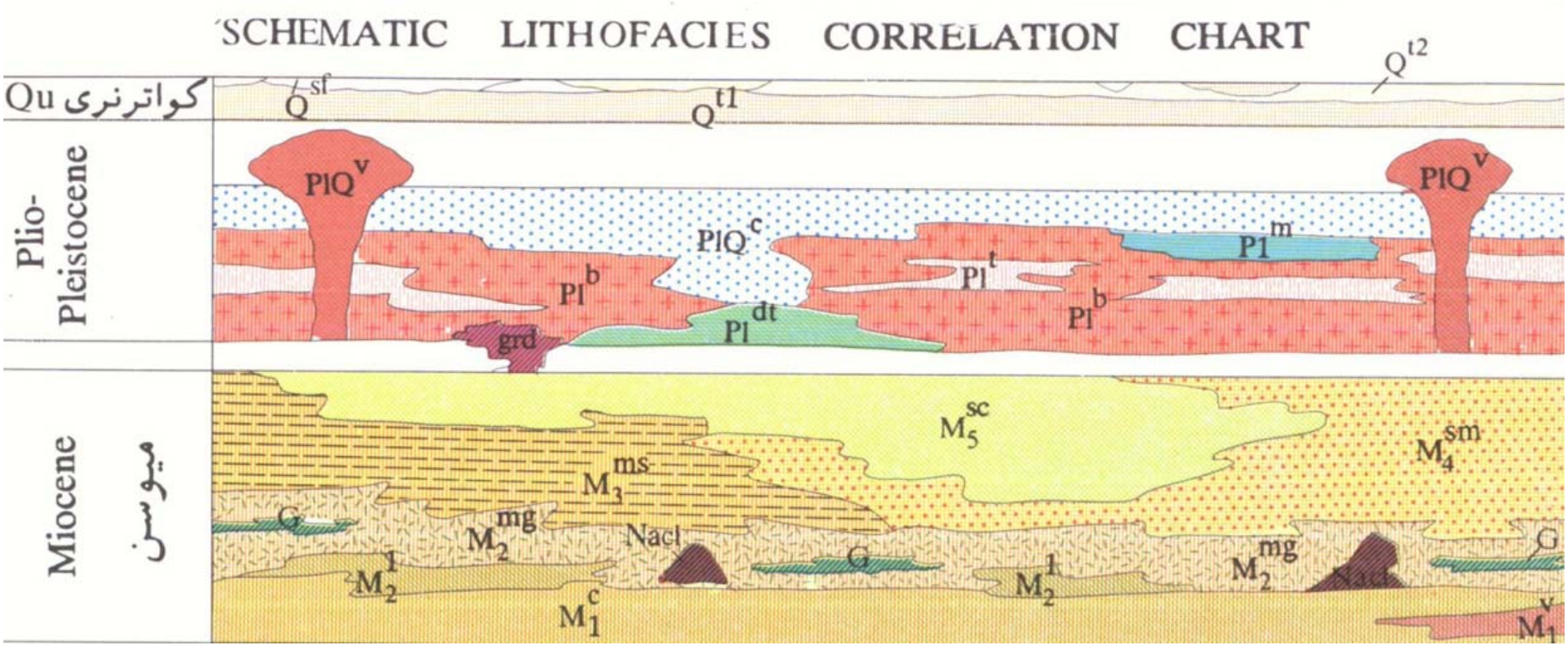


رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نقشه های زمین شناسی



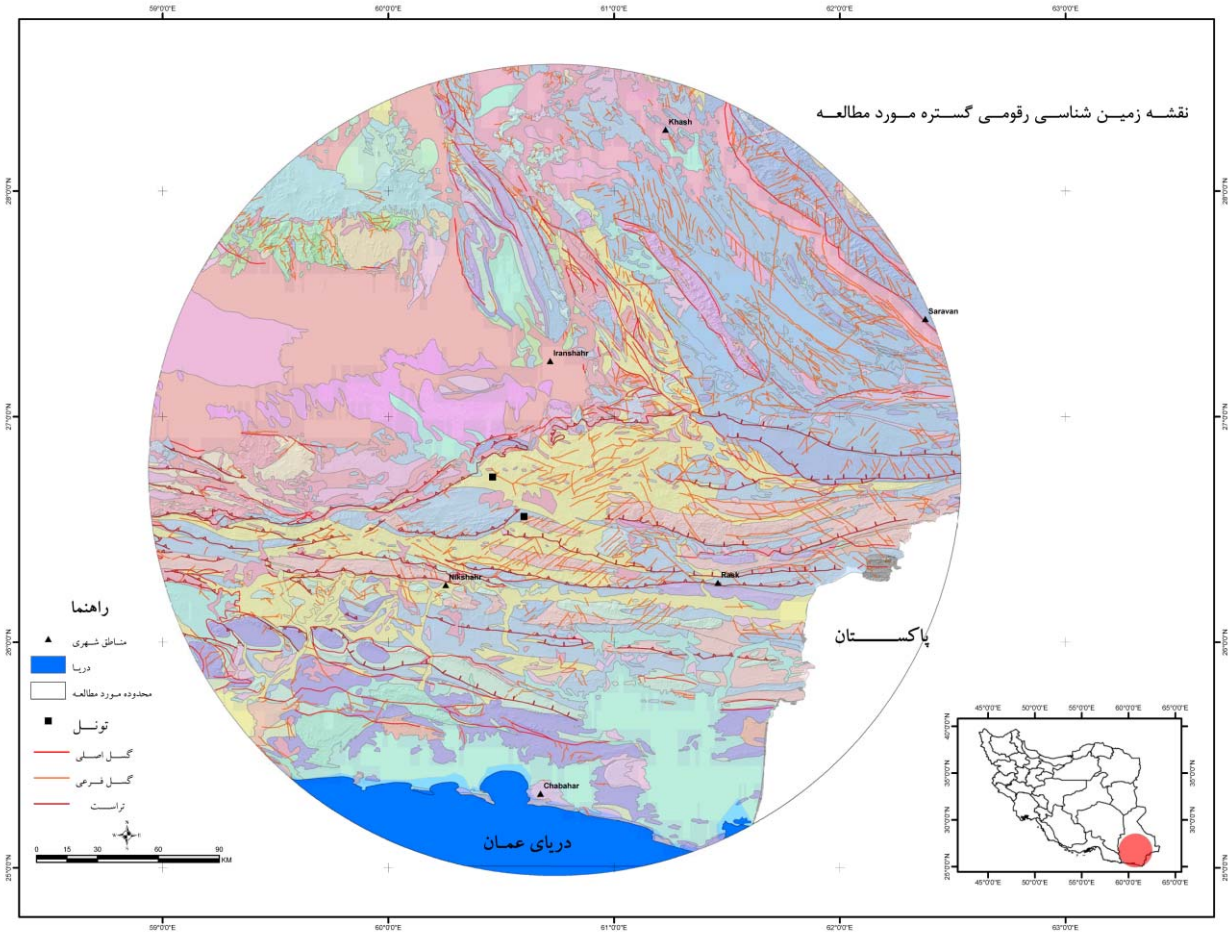
شکل ۲-۱-ستون چینه شناسی دشت تبریز

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نقشه های زمین شناسی



شکل ۹-۸- موقعیت محل پروژه بر روی نقشه رقومی زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰۰ شرکت نفت

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نمونه تفسیر نقشه های زمین شناسی

گروه‌های سنگ شناسی

بر اساس مطالعات انجام گرفته در منطقه، گروه‌های سنگ شناسی زیر تشخیص داده شده است:

کمپلکس افیولیتی

این کمپلکس شامل گونه‌هایی از سنگ‌های وابسته به گوشته اقیانوسی است که با رسوبات پلاژیک بخش‌های ژرف اقیانوس همراهند. این سنگ‌ها در مقیاس‌های مختلفی تکتونیزه، چین خورده، شکسته شده و درهم ریخته هستند. در این کمپلکس که به‌صورت باریکه‌ای به پهنای ۱۰ تا ۲۰ کیلومتر در شمال منطقه برونزد دارد، تغییرات سنگ‌شناسی گسترده‌ای از سنگ‌های اولترابازیک تا اسیدی را می‌توان شناخت. چنان که می‌توان پی برد کمپلکس مورد نظر، ردیف کاملی از سنگ‌های افیولیتی را دارا می‌باشد. با وجود این، سنگ‌های یاد شده در نتیجه فرآیندهای تکتونیکی حفظ نشده و سخت با یکدیگر و همچنین با رسوبات پلاژیک همراه درآمیخته‌اند. واحدهای سنگی مشخص در این کمپلکس عبارتند از پریدوتیت، گابرو، دیاباز، اسپیلیت و پلاژیوگرانیت. در موارد ویژه‌ای این سنگ‌ها به نسبت متفاوت با یکدیگر آمیخته‌اند چنانکه جداسازی آن‌ها امکانپذیر نمی‌باشد.

پریدوتیت

در منطقه مورد مطالعه پریدوتیت‌ها گسترش بسیار محدود دارند چنانکه برونزد آن‌ها محدود به توده‌های کوچک تیره رنگ از هارزبورژیت‌های به شدت تکتونیزه است که بیشتر در اثر فرآیندهای تکتونیکی، خردشده و در نتیجه پیشرفت دگرگونی به سرپانتینیت تبدیل شده‌اند. در تیغه نازک، سنگ دارای بافت شبکه‌ای بوده و اولیوین‌های به شدت تجزیه شده را شبکه‌ای از سرپانتینیت فراگرفته است. در غرب رودخانه سورمیچ، پریدوتیت‌های سرپانتینی دارای رگه‌های میلی‌متری فراوان از منیزیت است. پریدوتیت را می‌توان بخشی از کمپلکس‌های آمیزه رنگین دانست.

گابرو

گابروها برخلاف پریدوتیت، از گسترش زیادی برخوردار بوده و اغلب به‌صورت پشته‌های تا اندازه‌ای خردشده نمایانند. در مقطع نازک، سنگ بافت درشت دانه داشته و کانی‌های بنیادی آن شامل پلاژیوکلاز، پیروکسن و درصد کمی از اولیوین است. تجزیه در سنگ به خوبی نمایان می‌باشد به‌گونه‌ای که پلاژیوکلازها به مجموعه‌ای از کلریت، سریسیت و کانی‌های رسی تبدیل شده‌اند. دانه‌های اولیوین نیز در راستای رگچه‌های نازک به آنتی گوریت تبدیل شده‌اند. در غرب سورمیچ گابروها کاملا، تجزیه شده و به‌صورت تپه‌های فرسوده درآمده‌اند.

رضا میدانی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نمونه تفسیر نقشه های زمین شناسی

1. رسوبات زمان‌های مختلف در منطقه

1. ائوسن

رسوبات ائوسن منطقه بیشتر فلیش‌گونه بوده و تقریباً با دو رخساره متفاوت در منطقه پدیدار شده‌اند. در شمال غربی ناحیه نهشته‌های ائوسن شامل مارن‌های سبز با میان لایه‌های آهک ماسه‌ای است که رفته رفته بسوی بالا، درصد لایه‌ها آهکی ماسه‌ای آن افزایش می‌یابد. در بخش بالا، رسوب‌های ائوسن شامل سری یکنواختی از ماسه‌های کمی آهکی به رنگ متمایل به قهوه‌ای با میان لایه‌های نازک مارن سبز است. ردیف فلیش‌گونه یاد شده بصورت یک ناودیس باز چین خورده و در سنجش با سنگ‌های کهن‌تر و حتی هم‌سن به‌طور درخور ملاحظه‌ای بدون دگرشکلی بوده و تقریباً هیچگونه نشان‌های از تکتونیک مهم و دگرگونی را نمایش نمی‌دهند. در منطقه نهشته‌های فلیش‌گونه ائوسن شامل حدود ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ متر ماسه سنگ آهکی ـ فلدسپاتی، شیل‌های سیلتی به شدت کلیواژدار و کمی آهک پلاژیک و گدازه‌های بازیک است که در میان آن‌ها ماسه سنگ و شیل نقش بنیادی دارند. به‌طوری که تغییر نسبت این دو نوع سنگ سبب گردیده است که بتوان مجموعه رسوب‌های فلیشی ائوسن ناحیه را به چند زیر واحد تقسیم نمود. بدیهی است که واحدهای مورد نظر جایگاه چینه‌شناسی ویژه‌ای نداشته بلکه چه در راستای قائم و چه در راستای افقی با یکدیگر پیوند زبانه‌ای دارند و در فاصله‌های نسبتاً کوتاه واحدهای گوناگون جایگزین یکدیگر می‌شوند از آن جمله است:

ـ رخساره‌های ماسه سنگی

رخساره‌های ماسه سنگی ناحیه با توجه به جایگاه چینه‌شناسی آن‌ها مشخص شده‌اند، شامل حدود ۷۵ تا ۸۵ درصد ماسه سنگ خاکستری با رنگ هوازده متمایل به قهوه‌ای، لایه میانه تا ضخیم (۲۵ سانتی‌متر تا ۲ متر) با دانه بندی میانه تا ریز، نزدیک به گوشه‌دار و جورشدگی میانه است (لایه‌های نازک‌تر ماسه جورشدگی بهتری دارند). میان لایه‌ها عبارتند از شیل‌های سیلتی خاکستری سبز، برگه‌ای، فشرده شکننده و کمی ماسه‌ای. ستبرای در خور ملاحظه و وجود برخی ساخت‌های رسوبی مانند دانه‌بندی تدریجی، چینه بندی ناموازی و ساخت‌های گلوله‌ای بالشی و موج نقش‌های جریانی نشانه شرایط رسوبی تند در یک محیط کم ژرفای در حال نشست و ناپایدار است.

ـ رخساره‌های شیلی

در بخش شرقی ناحیه، نسبت شیل فلیش‌های ائوسن به بیش از ۸۰ درصد می‌رسد چنان‌که می‌توان یک واحد شیلی را که دارای میان لایه‌های ماسه‌ای است تشخیص داد. شیل‌ها کمی آهکی، خاکستری رنگ و ورقه‌ای بوده و دارای لایه‌بندی نازک و کلیواژ فراوان موازی سطح لایه‌بندی می‌باشند. میان لایه‌های ماسه‌ای اغلب نازک (۱۰ تا ۲۵ سانتی متر)، کمی آهکی و کاملاً ریزدانه‌اند. این رخساره‌های شیلی اغلب فرسوده و نواحی پستی را در پای ستیغ‌های ماسه‌ای تشکیل می‌دهند. در شمال غربی چانف در این مجموعه همچنان می‌توان میان لایه‌های کوچک و عدسی شکل از مارن‌های سفید رنگ با لایه بندی ضعیف و عدسی‌های ناپیوسته از کنگلومرا را تشخیص داد. واحد شیلی با داشتن فسیل‌هایی مانند: Nummulites partschi, Nummulites sp., Cuvillierina eocenica, Alveolina sp. Discyclina sp. Assilina sp. سن ائوسن پیشین را نشان می‌دهند.

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نمونه ای از تحلیل زمین شناسی عمومی

از لحاظ توالی چینه شناسی، هنگامی که توجه خود را از سری پیچیده و تکتونیکی آمیزه رنگین به سوی ردیف‌های جوان‌تر معطوف کنیم، قسمت‌های زیر مشاهده می‌شوند:

i. سری فلیش‌های بسیار درهم و ناهمگن، حاوی توده‌ها و قطعه سنگ‌های خارجی با ترکیب‌های متفاوت. شدت چین خوردگی این فلیش‌ها به حدی است که ماسه سنگ‌های مقاوم و سخت را به‌صورت قطعات شکسته در آورده است.

ii. فلیش‌های ناهمگن، ولی با چین خوردگی آرام‌تر (نسبت به سری قبلی)، که حاوی قطعه سنگ‌های نسبتاً کوچک و اکثراً ماسه سنگی است. رخساره فلیش دارای شکاف‌های کم و بیش عمود بر طبقات می‌باشد و به نظر می‌رسد که شکاف‌ها غالباً به‌صورت شبکه‌ای در یک امتداد قرار گرفته‌اند.

iii. فلیش‌های تکتونیزه شده که به ترتیب درصد شیل مارنی، شیل و بالاخره ماسه سنگ در آن‌ها افزایش می‌یابد. این فلیش‌ها به‌صورت یک سری تاقدیس و ناودیس تظاهر می‌کند و فاقد توده‌ها و قطعات خارجی است.

در منطقه ایرانشهر، سری فلیش ترکیب ثابتی ندارد و در قسمت‌های مختلف دارای تغییرات رخساره‌های جانبی و عمودی است که شامل ماسه سنگ، مارن، سنگ آهک و در بعضی قسمت‌ها ماسه سنگ دانه درشت تا کنگلومرای دانه ریز و یا مجموعه‌ای از این سنگ‌هاست. همچنین فلیش‌های ناهمگن در شمال کوه بیرگ شامل تناوبی از شیل و ماسه سنگ است و درصد آهک آن از سیر فلیش‌های ناهمگن بیشتر است.

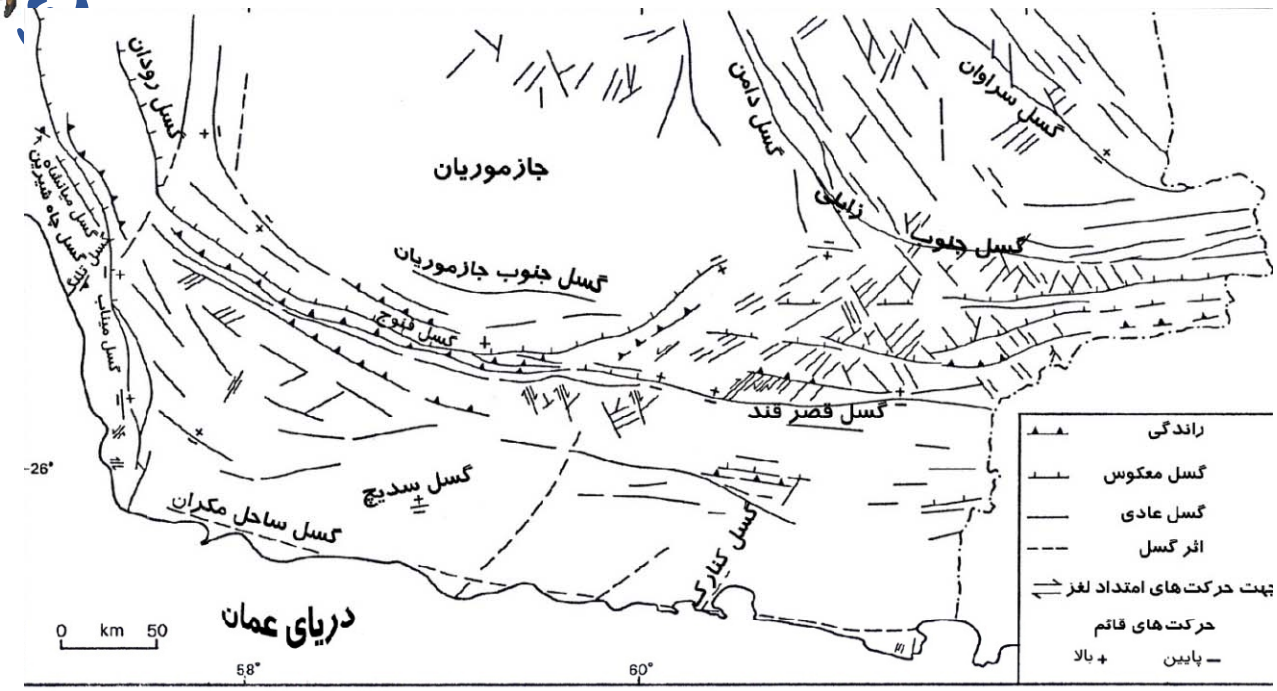
در ناحیه مورد مطالعه هر سه دسته سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی وجود دارد. سنگ‌های آذرین منطقه شامل خاکستر آتشفشانی، توف‌ها، گدازه‌های بازالتی و آندزیتی، پریدوتیت، سرپانتینیت، افیولیت و آثار آتشفشان‌های زیردریایی از قبیل گدازه‌های بالشی می‌باشد.

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

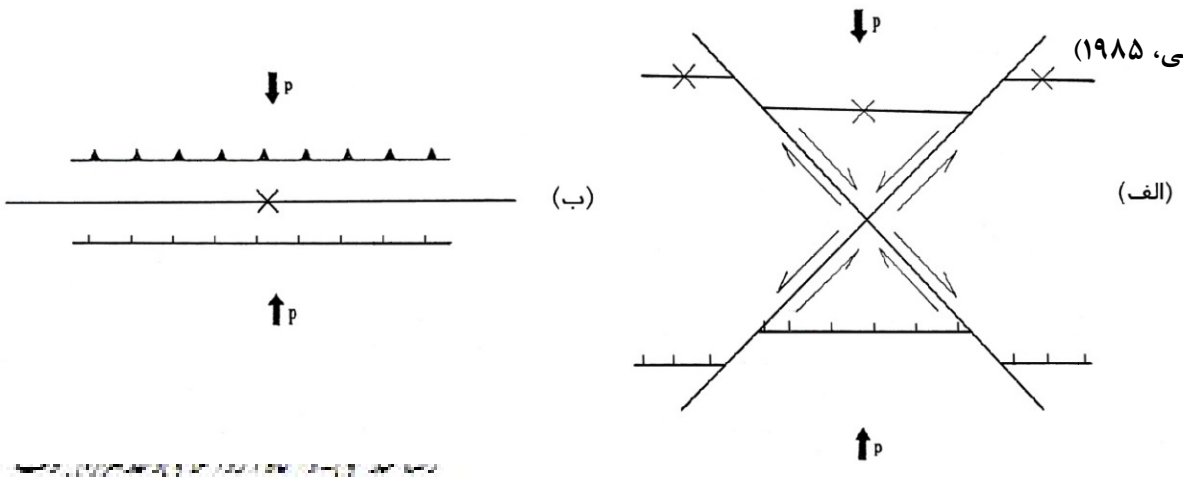
اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نقشه های گسل ها



نقشه گسل های مکران

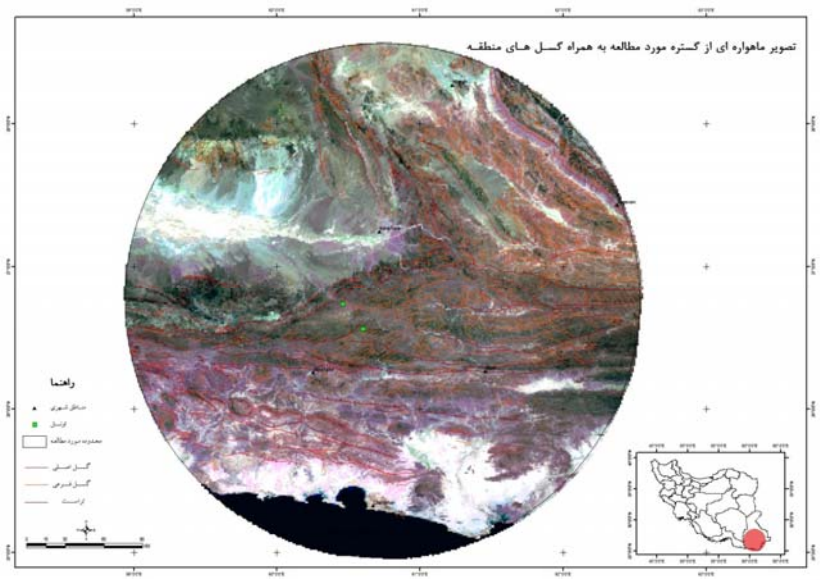
شکل۴-۱- سازوکار حرکتی در گسل‌های طولی و گسل‌های همگرای مکران
الف: گروه گسل‌های دوتایی همگرای امتدادلغز
ب: گسل‌های معکوس و راندگی‌ها هم زمان با چین خوردگی (قرشی، ۱۹۸۵)



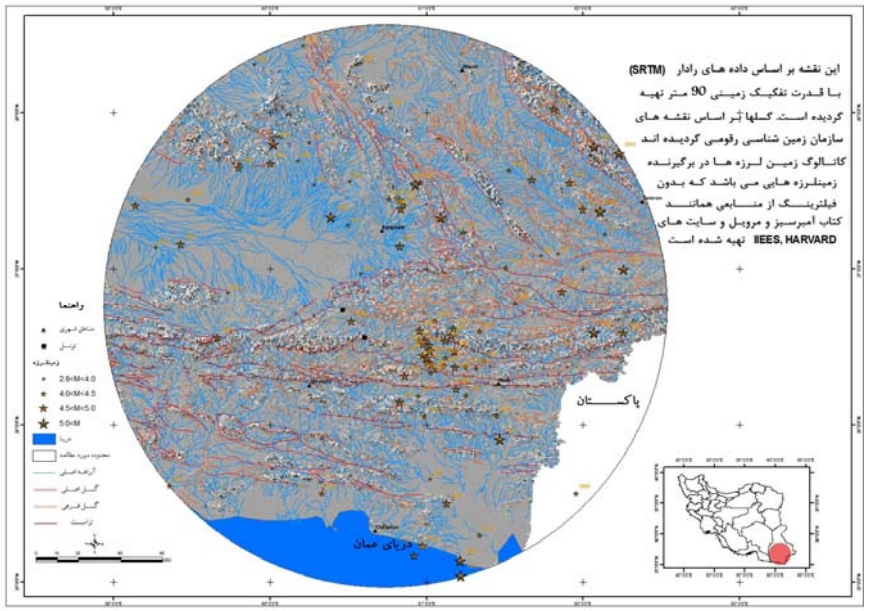
Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

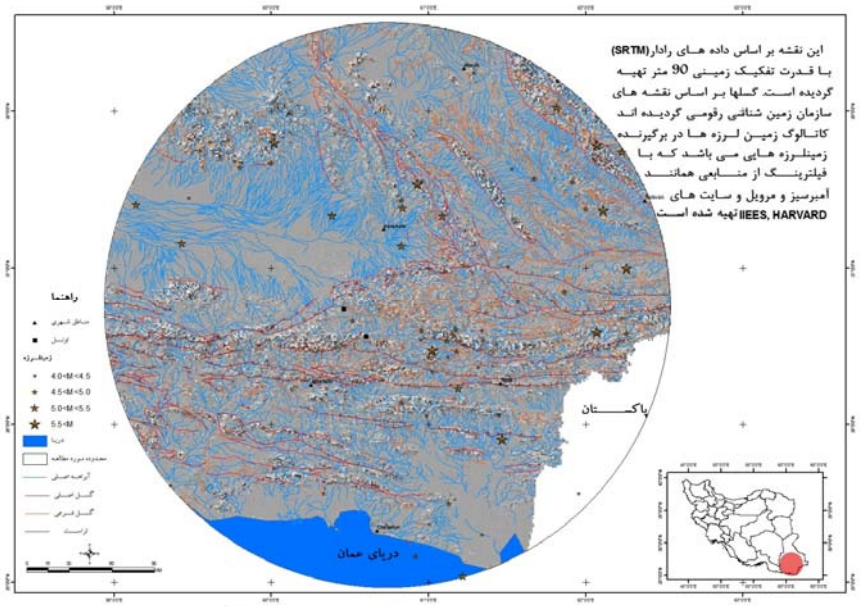
نقشه های گسل ها



شکل۹-۷- نقشه گسل‌های گستره مورد مطالعه در گستره ۲۰۰ کیلومتری ساختگاه



شکل ۹-۹- نقشه لرزه زمین ساخت گستره مورد مطالعه



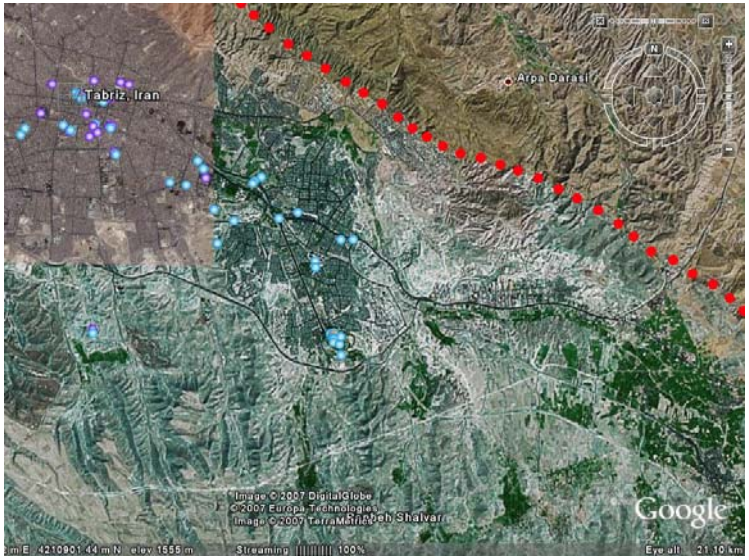
شکل ۹-۱۱- زلزله‌ها پس از فیلتر در محدوده سایت مورد نظر

رضا میرزایی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

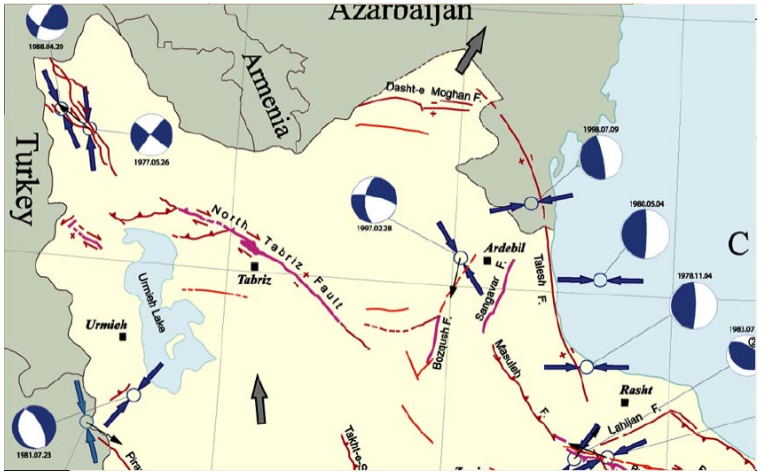
اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نقشه های گسل ها



شکل ۲-۴- تصویر ماهواره‌ای شهر تبریز که خطواره گسل شمال تبریز روی آن مشخص شده است

شکل ۳-۱- روند گسل شمال تبریز بر روی نقشه زمین شناسی



شکل ۳-۲- گسل شمال تبریز مهمترین روند لرزه‌زمین‌ساختی فعال گستره آذربایجان

رضا میرابی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

کاربرد

تصویر ۴-۱- نمایی از واحد شیلی و توپوگرافی پلکانی آن‌که مشخص شده است (دید به سمت جنوب غرب)

تصویر ۴-۶- نمایی لایه ماسه سنگی ماسیو که تشکیل بلندی داده است (دید به سمت جنوب غرب)

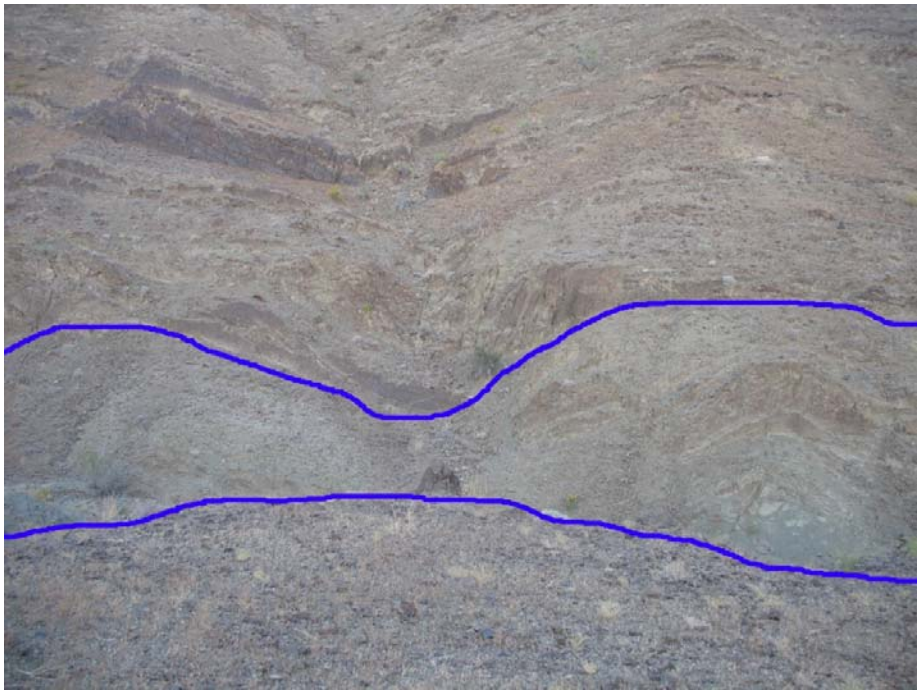
رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

کاربرد

تصویر ۴-۷- نمایی از باند شیلی که تشکیل آبراهه داده است (دید به سمت شمال شرق)



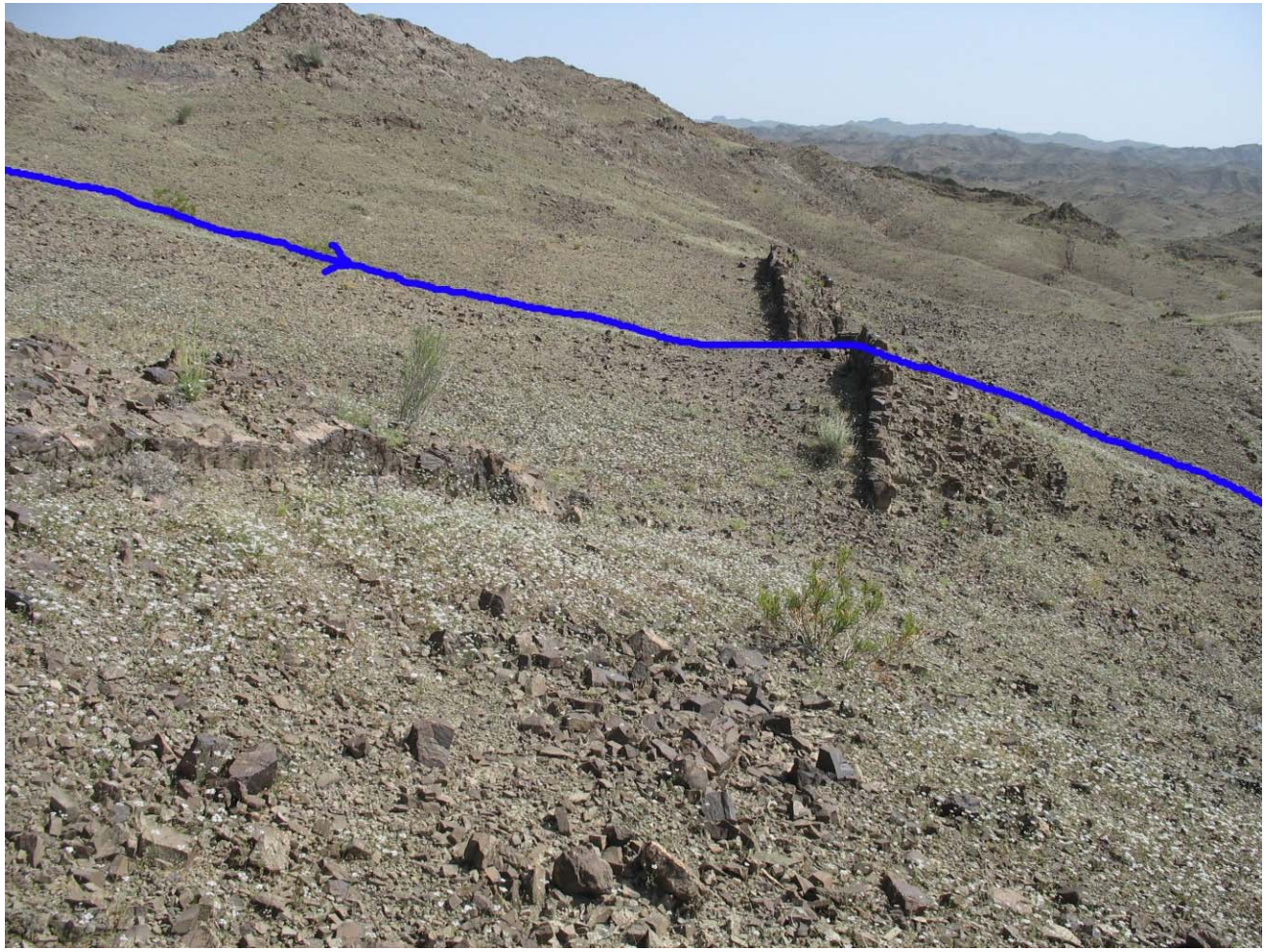
تصویر ۴-۸- نمایی از باند شیلی در خط القعر حوالی کیلومتراژ ۱۳۰ + ۲۳۷ (دید به سمت جنوب شرق)

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

کاربرد



تصویر ۴-۱۱- آبراهه‌ای با راستای شمال غربی ـ جنوب شرقی که بر اثر گسلی چپگرد ایجاد شده است (دید به سمت جنوب غرب)

Jozvebama.ir

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

نمونه ای از تحلیل زمین شناسی عمومی

زمين شناسي محدوده مورد مطالعه

با بازديدهاي ميداني انجام شده در محدوده مورد مطالعه و نيز با توجه به زمين شناسي منطقه كه شرح داده شد، اين محدوده از نظر زمين‌شناسي در واحد PIQ^c متعلق به پليوسن قرار مي‌گيرد. در ادامه به شرح جزييات اين ليتولوژي در محدوده تونل پرداخته مي‌شود.اين واحد رسوبات سيلابي شامل تناوبي از كنگلومرا با اجزاي آتشفشاني، ماسه، توف و پوميس مي‌باشد كه به‌طور تقريبا افقي روي واحدهاي كهن‌تر از خود نهشته شده‌اند. شيب عمومي‌لايه‌ها در محدوده بين ۳ تا ۱۹ درجه تغيير مي‌كند. در مكان‌هايي كه گسلي اتفاق افتاده است، شيب لايه‌هاي مجاور گسل به حدود ۲۰ درجه هم مي‌رسد. به غير از لايه‌بندي عادي كه در رسوبات ديده مي‌شود، لايه‌بندي متقاطع را نيز مي‌توان در داخل لايه‌هاي اصلي مشاهده كرد با توجه به وجود شرايط سيلابي در ته‌نشست رسوبات در اين محدوده تفاوت در اندازه دانه‌ها بسيار فاحش است. اجزاي سازنده كنگلومرا كاملا درهم بوده و دانه‌هاي با قطر زير يک ميلي‌متر تا چند سانتي‌متر و حتي بزرگتر در كنار هم جاي گرفته‌اند .قطعات كنگلومراي ايجاد شده در اين شرايط داراي گردشدگي كامل نيستند و اين امر نشان مي‌دهد كه اين دانه‌ها فاصله زيادي را از خاستگاه خود نپيموده‌اندبه دليل شرايط سيلابي تشكيل رسوبات در اين منطقه،كنگلومراهاي تشكيل شده در هيچ‌يک از جهات قائم و افقي داراي نظم در دانه‌بندي و يا تدريجي بودن دانه‌بندي نمي‌باشند. چنانچه در تصوير ۲-۴ مشاهده مي‌شود، لايه‌هاي ريزدانه در جهت افقي بلافاصله به لايه‌هاي درشت دانه تبديل مي‌شوند و در تصوير ۲-۵ نيز هيچ نظمي‌در جهت قائم در اندازه دانه‌ها ديده نمي‌شود.

در بسياري از نقاط، اجزاي تشكيل دهنده كنگلومرا با سيمان بسيار ضعيفي به هم چسبيده‌اند و يا اين‌كه بدون وجود سيمان دانه‌ها در كنار يكديگر قرار گرفته‌اند. اين موضوع در نتايج بدست آمده از آزمايش‌هاي ژئوتكنيكي نيز آشكار است، به‌طوري‌كه آزمايش‌هاي انجام شده ميزان چسبندگي اين رسوبات را صفر نشان داده است. ولي نكته قابل توجه اين است كه با وجود ميزان چسبندگي برابر صفر در اين رسوبات، ديواره‌هايي با شيب نزديک به قائم و ارتفاع بيش از ۴۰ متر در اين محدوده پابرجا مانده است

رضا میدانی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

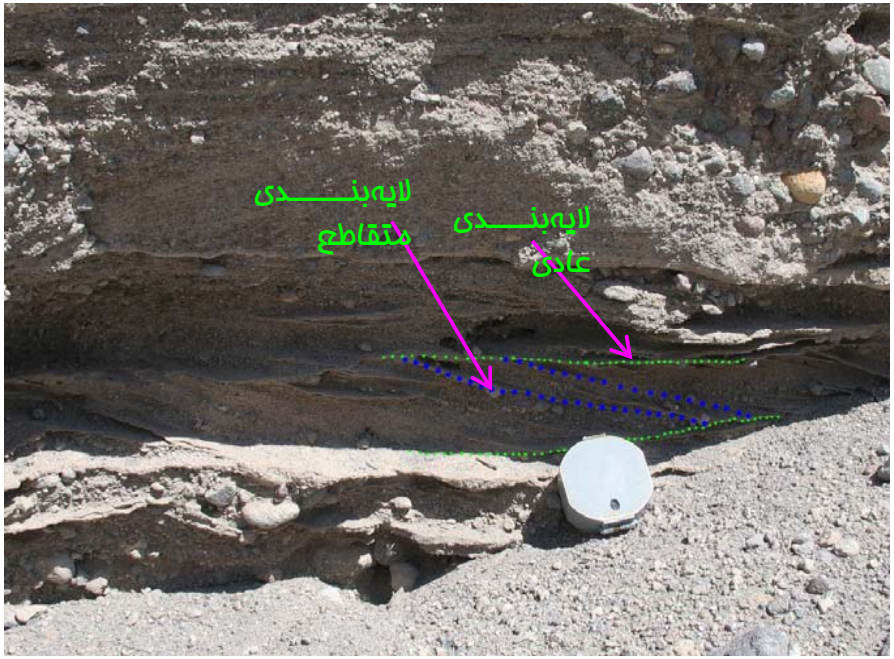
نمونه ای از تحلیل زمین شناسی عمومی

این موضوع را چنین می‌توان توجیه کرد که در بین لایه‌های کنگلومرایی، یک لایه نازک و یا بعضا ضخیم از جنس توفیت وجود دارد. این لایه توفیت به رنگ سفید و یا نخودی می‌باشد و نسبت به رسوبات دیگر مقاومت بیشتری دارد. به این ترتیب لایه‌های توفیت همانند اسکلتی عمل می کنند که جلوی ریزش دانه‌ها را می گیرند و به همین دلیل است که در نمای نزدیک دیواره لبه این لایه‌ها برجسته‌تر است (تصویر ۲-۷). البته این مقاومت بسیار کم است و همین لایه‌ها هم فرو می‌ریزند.
ریزش در چنین دیواره‌هایی به این صورت اتفاق می‌افتد که تک تک دانه‌های تشکیل دهنده رسوبات، بر اثر سرد و گرم شدن در جای خود لق شده و از دیواره جدا می‌شوند و فرو می‌ریزد. در نتیجه پای چنین دیواره‌هایی دانه‌های ریزشی را می‌توان به تفکیک اندازه دید (دانه‌های ریزتر نزدیک دیواره و دانه‌های درشت‌تر دورتر قرار می گیرد). این موضوع به وضوح در تصویر ۲-۸ نمایان است.

Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

کاربرد



تصویر ۲-۱- نمایش لایه‌بندی متقاطع و لایه‌بندی عادی در رسوبات محدوده (دید به سمت شمال)

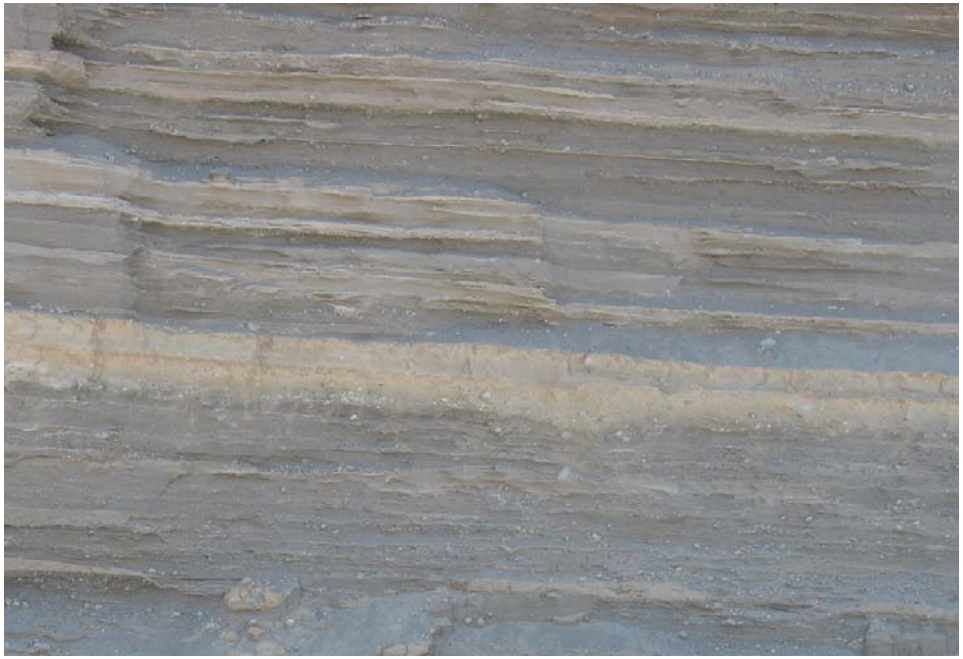
تصویر ۲-۸- واریزه‌هاي پاي دامنه بر اساس اندازه دانه از هم تفکیک شده‌اند (دید به‌سمت جنوب غرب)

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir
مطالعات دفتری

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

کاربرد



تصویر ۲-۷- لایه‌های توفیت که به‌صورت برجسته‌تر باقی مانده‌اند و مانع ریزش می‌شوند (دید به سمت جنوب)

دیواره تقریبا قائمی‌که علی رغم ارتفاع زیاد، پایدار مانده است (دید به سمت جنوب)

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

مطالعات دفتری
Jozvebama.ir

اطلاعات مفید در بررسی های دفتری

وضعیت اجتماعی و سکونت

وضعیت آب و خاک

وضعیت باد و خاک

وضعیت آب و هوا

Jozvebama.ir

بررسی های سطحی

نکات مهم در بررسی های سطحی

- مورفولوژی عمومی
- آبراهه ها
- چشمه ها و قنات ها
- پدیده های زمین شناسی
- گسل ها
- درزه ها
- چین خوردگی ها
- عوارض طبیعی
- سازه ها و عوارض مصنوعی

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

مورفولوژی عمومی

تصویر ۳-۱ - نمایی از مورفولوژی تپه ماهوری محدوده مورد مطالعه

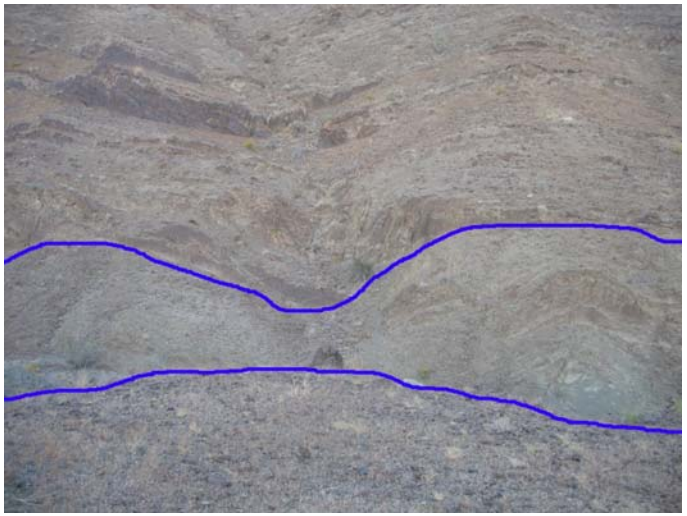
رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

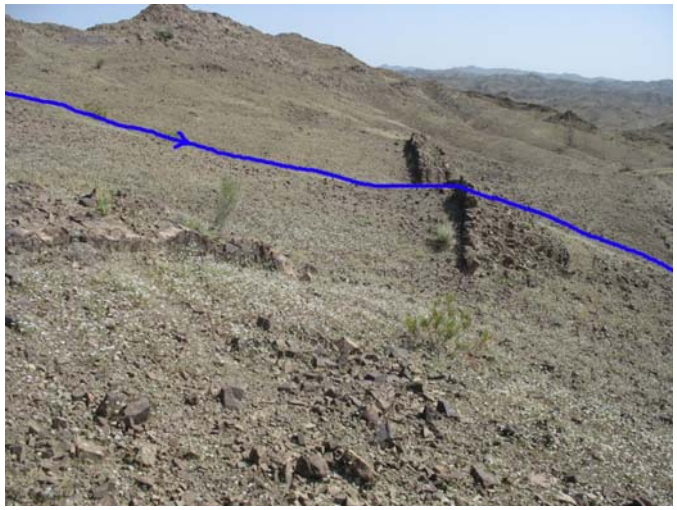
نکات مهم در بررسی های سطحی

آبراهه ها

تصویر ۵-۷- نمایی از باند شیلی که تشکیل آبراهه داده است (دید به سمت شمال شرق)



تصویر ۵-۸- نمایی از باند شیلی در خط القعر حوالی کیلومتراژ ۱۳۰ + ۲۳۷ (دید به سمت جنوب شرق)



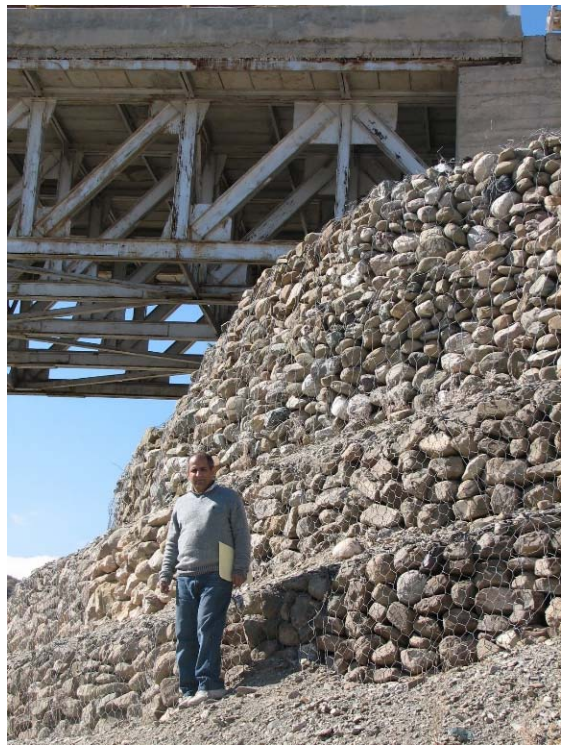
تصویر ۵-۱۱- آبراهه‌ای با راستای شمال غربی ـ جنوب شرقی که بر اثر گسلی چپگرد ایجاد شده است (دید به سمت جنوب غرب)

آبراهه یا نهر در یک پروژه شهری ولنجک

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

نکات مهم در بررسی های سطحی

آبراهه ها



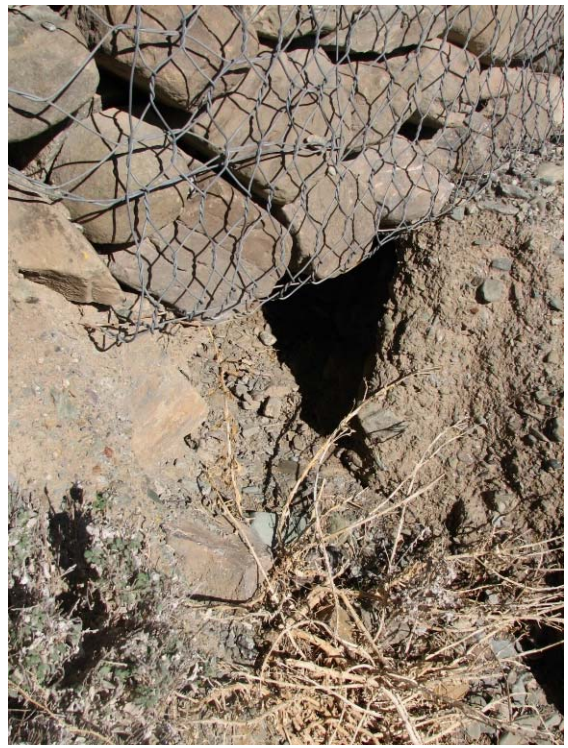
Jozvebama.ir

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

نکات مهم در بررسی های سطحی

آبراهه ها

Jozvebama.ir



رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

نکات مهم در بررسی های سطحی

آبراهه ها

تصویر ۳-۲- یکی از برکه‌های تشکیل شده در محل پلکان آبراهه

اثر آب‌های سطحی

از آنجایی که منطقه مورد مطالعه از نظر آب و هوایی در منطقه‌ای گرم و خشک قرار دارد، لذا انتظار وجود آب‌های سطحی دائم در این محل کاملا دور از ذهن است.

آنچه نقشه توپوگرافی تهیه شده از منطقه و نیز بازدیدهای انجام گرفته در منطقه نشان می‌دهد این است که آبراهه اصلی روی محور تونل قرار ندارد و تنها در محل ورودی تونل آبراهه نسبتا بزرگی دیده می‌شود. این آبراهه دارای راستای جنوب غربی می‌باشد و در فصل برداشت داده‌های صحرایی (تابستان) آب بسیار کمی کف این آبراهه جریان داشت. آبی که در این آبراهه جریان دارد به اندازه‌ای کم است که کف آبراهه دیده نمی‌شود و به‌صورت زیرسطحی در رسوبات جریان دارد. این آب تنها در بخش‌هایی از رودخانه که حالت پله‌ای دارد یا گود شده‌تر می‌باشد، روی زمین دیده می‌شود و فرم برکه را ایجاد کرده است

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

پدیده های زمین شناسی – واحدهای زمین شناسی

تصویر ۵-۵- قطعه دولومیتی که به‌صورت الیستولیت در داخل فلیش‌ها دیده می‌شود (دید به سمت جنوب شرق)

تصویر ۵-۹- نمایی نزدیک از توالی شیل و ماسه سنگ با ضخامت لایه‌بندی کمتر از ۱۰ سانتی‌متر

تصویر ۷-۱- نمایی کلی از واحد ماسه سنگی

رضا مبرالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

بررسی درزه ها

جدول پ ۱-۶- داده های ناپیوستگی توده سنگ (ISRM) در ایستگاه شماره ۶*

*ناپیوستگی های برداشت شده در محل کیلومتراژ حدود ۲۴۸+۲۳۷

ردی ف	نوع ناپیوستگی	شیب		فاصله‌داری نسبی (Cm)	طول خط گسترش (m)	دهانه بازشدگی (mm)	زبری رویه	نوع پرکننده	موجداری		رطوبت و جریان آب
		جهت (درجه)	اندازه (درجه)						طول موج (Cm)	ارتفاع موج (Cm)	
۴۶	لایه بندی	۳۳۵	۷۷	۲،۳،۶	۱۵	-	زبر	رنگ برگشتگی	۳۰	۱	خشک
۴۷	لایه بندی	۳۱۰	۷۸	۶،۷،۱۰	۱۵	-	زبر	رنگ برگشتگی	۳۰	۱	خشک
۴۸	لایه بندی	۳۰۵	۷۸	۷،۱۰،۱۳	۱۵	-	زبر	رنگ برگشتگی	۳۰	۱	خشک
۴۹	درز	۲۲۰	۲۴	۱۰،۱۲،۱۵	۲	۱-۵	زبر	کلسیت	۴۵	۵/۰	خشک
۵۰	درز	۱۹۷	۳۷	۱۰،۱۵،۲۵	۲	۱-۵	زبر	کلسیت	۴۵	۵/۰	خشک
۵۱	درز	۲۳۴	۳۵	۴،۶،۸	۱	۱-۵	نسبتا زبر	رنگ برگشتگی	-	-	خشک
۵۲	درز	۷۲	۳۰	۲،۳،۳،۵	۱	۱/۰-۱	زبر و صاف	کلسیت	-	-	خشک
۵۳	درز	۷۲	۴۲	۳،۳،۴،۵	۱	۱/۰-۱	زبر و صاف	کلسیت	-	-	خشک
۵۴	درز	۲۴۴	۸۵	۳،۴،۵	۱	۱-۵	زبر	کلسیت	-	-	خشک
۵۵	درز	۶۳	۷۵	۴،۶،۳	۱	۱-۵	زبر	کلسیت	-	-	خشک
۵۶	درز	۵۵	۸۱	۳،۶،۵	۱	۱-۵	زبر	کلسیت	-	-	خشک
۵۷	درز	۱۴۵	۶۱	۴،۷،۱۲	۷/۰	۰-۱/۰	نسبتا زبر	رنگ برگشتگی	-	-	خشک
۵۸	درز	۱۳۷	۶۸	۵،۶،۹	۷/۰	۰-۱/۰	نسبتا زبر	رنگ برگشتگی	-	-	خشک
۵۹	درز	۱۵۴	۵۴	۶،۸،۱۰	۱	۱-۵	نسبتا زبر	رنگ برگشتگی	-	-	خشک
۶۰	درز	۴۳	۲۷	۵،۷،۱۰	۱	۱-۵	نسبتا زبر	رنگ برگشتگی	-	-	خشک
۶۱	درز	۲۵۸	۲۸	۱۲،۱۵،۲۰	۲	۱-۵	زبر	کلسیت	۴۵	۵/۰	خشک
۶۲	درز	۲۲	۳۴	۸،۱۰،۱۲	۱	۱-۵	نسبتا زبر	رنگ برگشتگی	-	-	خشک

تصویر پ ۱-۱۳- نمایی از ایستگاه برداشت درزه شماره ۶ (دید به سمت جنوب غرب)

رضا میدانی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

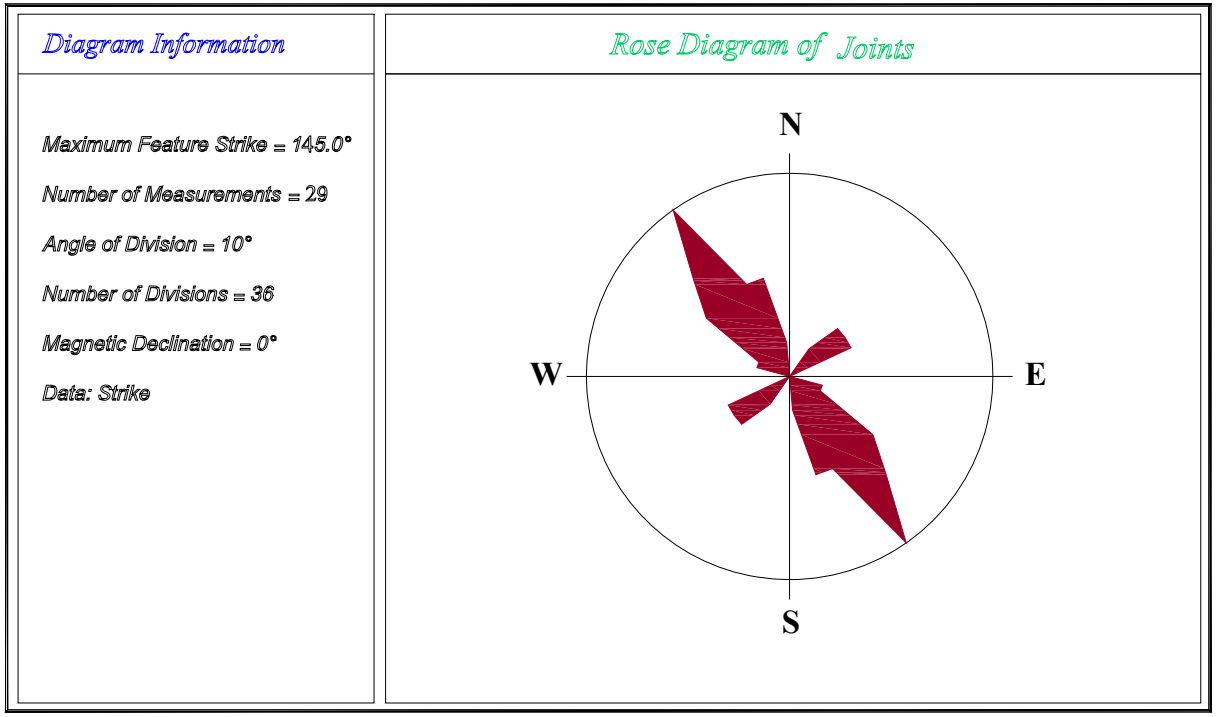
Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

بررسی درزه ها

جدول ۵-۴- اطلاعات امتدادی درزهای یال جنوب شرقی که در ترسیم دیاگرام گل‌سرخی مورد استفاده قرار گرفته است

ID	Strike	ID	Strike
1	112	16	55
2	133	17	61
3	135	18	64
4	140	19	107
5	143	20	120
6	144	21	123
7	145	22	126
8	153	23	130
9	162	24	135
10	162	25	142
11	170	26	144
12	34	27	154
13	45	28	155
14	47	29	168
15	55		



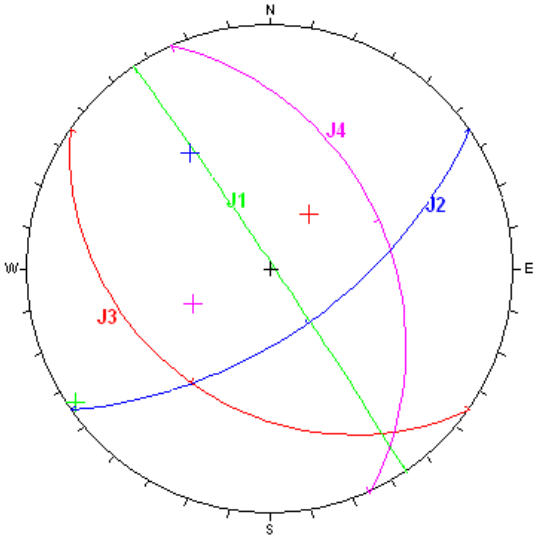
شکل۵-۸- نمودار گل‌سرخی درزهای محدوده یال جنوب شرقی

رضا میدانی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

بررسی درزه ها

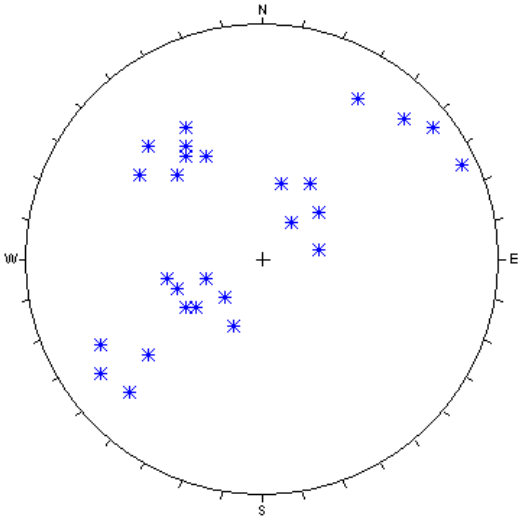


Orientation

ID	Dip / Direction
Joint Set 1	88 / 056
Joint Set 2	60 / 145
Joint Set 3	31 / 215
Joint Set 4	38 / 060

Equal Angle
Lower Hemisphere
29 Poles
29 Entries

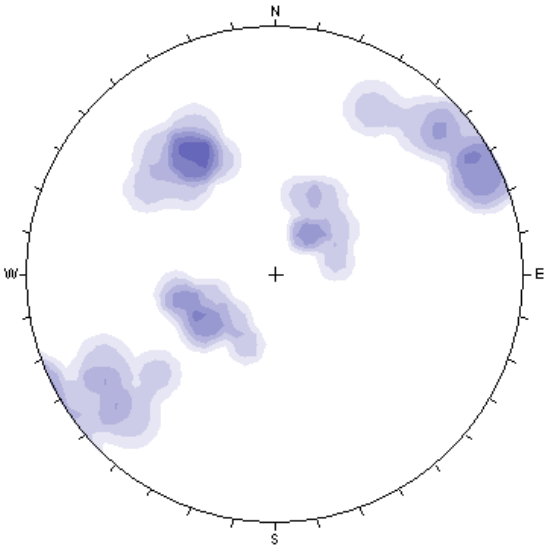
شکل ۵-۱۸- تصویر صفحات اصلی درزها در یال جنوب شرقی



Pole of Joints

Equal Angle
Lower Hemisphere
29 Poles
29 Entries

شکل۵-۱۳- قطب درزهای برداشت شده در یال جنوب شرقی



Fisher
Concentrations
% of total per 1.0 % area

0.00 ~ 1.50 %
1.50 ~ 3.00 %
3.00 ~ 4.50 %
4.50 ~ 6.00 %
6.00 ~ 7.50 %
7.50 ~ 9.00 %
9.00 ~ 10.50 %
10.50 ~ 12.00 %
12.00 ~ 13.50 %
13.50 ~ 15.00 %

No Bias Correction
Max. Conc. = 10.4290%

Equal Angle
Lower Hemisphere
29 Poles
29 Entries

شکل ۵-۱۷- تمرکز شیب و جهت شیب درزها در یال جنوب شرقی

رضا مبارکی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

گسل ها

تصویر ۲-۲- تفاوت اندازه دانه‌ها در رسوبات محدوده (دید به سمت جنوب شرق)

تصویر ۳-۲- نمایی از صفحه گسلی F_9 (دید به سمت غرب)

تصویر ۳-۳- نمایی از اثر گسل F_9 که باعث جابجایی رسوبات آذر آواری شده است (دید به سمت غرب)

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

گسل ها

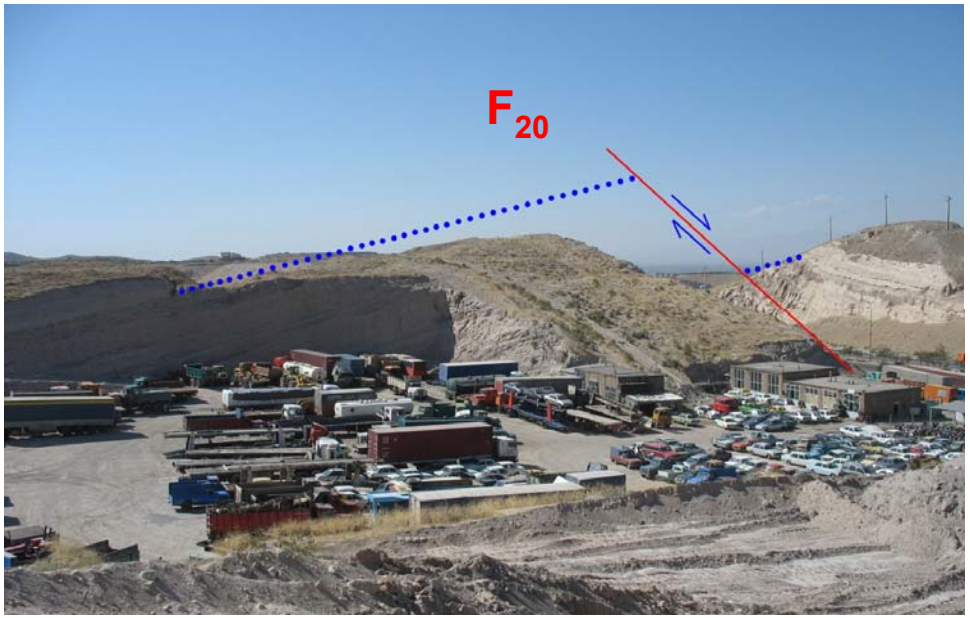
تصویر ۵-۴- نمایی از گسل F_{12} و جابجایی راستگرد لایه ماسه سنگی به اندازه ۵ متر (دید به سمت شرق)

رضا مبارکی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

گسل ها



جابجایی نرمال لایه توفیت در طرفین اتوبان شهید کسایی توسط گسل F_{20} (دید به‌سمت شمال غرب)

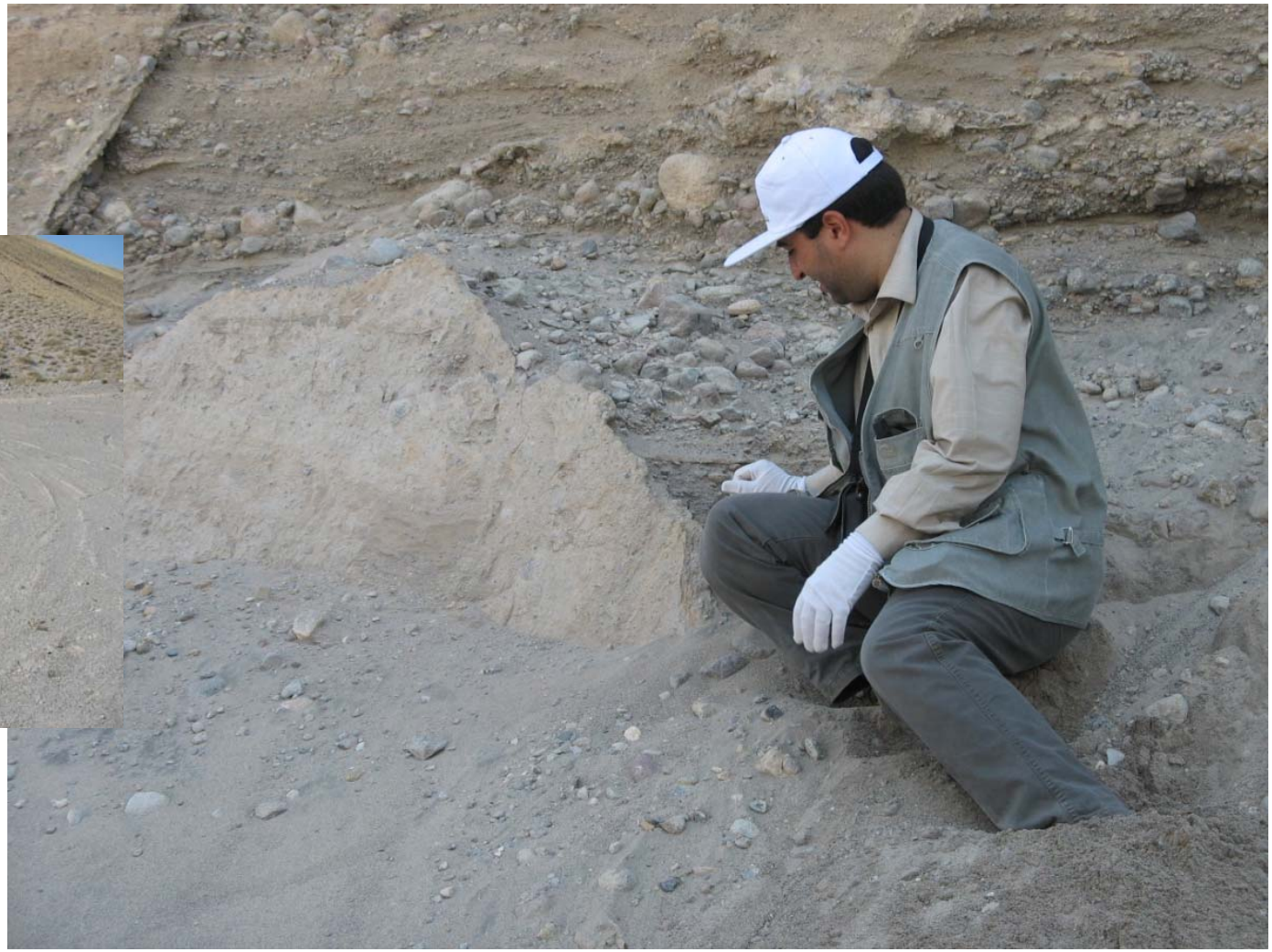
رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

F_{20}

گسل ها



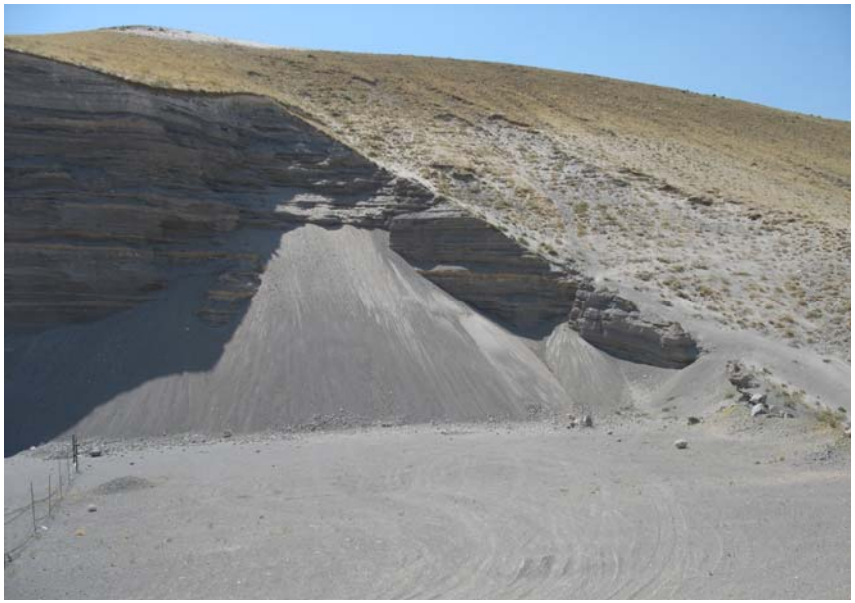
رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

پدیده های زمین شناسی

تصویر۲-۹- اندازه گیری زاویه اصطکاک داخلی



رضا مبارکی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

نمونه تفسیر گسل ها

گسل F_1

گسلی نسبتاً طویل با طول حدود ۵۰۰ متر و امتداد شمال شرق ـ جنوب غربی (N56E) است. این گسل توسط عملکرد راستگرد گسل F_5و عملکرد چپگرد گسل F_3جابجا می‌شود و نسبت به آن‌ها قدیمی‌تر است و از طرفی مانع پیشرفت گسل F_2 شده است. گسل مذکور در کیلومتراژ ۹/۵۰۵+۲۳۷ و روی سطح زمین، به‌طور عمودی، با امتداد تونل تقاطع دارد.

گسل F_1 تقریبا به موازات لایه‌بندی دیده می‌شود و با شیب حدود ۸۵ درجه به سمت شمال غرب دارای مکانیسم حرکتی شیب‌لغز معکوس می‌باشد.

گسل F_2

این گسل نیز نسبتاً طویل بوده و با طول حدود ۳۷۲ متر و امتداد شمال غرب ـ جنوب شرق در کیلومتراژ ۶/۴۳۶+۲۳۷ از تونل واقع شده است. امتداد گسل S79E و شیب آن ۹۰ درجه می‌باشد. مکانیسم حرکتی گسل F_2امتدادلغز راستگرد می‌باشد. گسل مذکور موازی گسل‌های F_5 و F_{12} است و جدیدترین سیستم حرکتی منطقه می‌باشد به‌طوری که باعث جابجایی گسل F_4شده و مانع پیشرفت گسل F_3 است. میزان جابجایی راستگرد این گسل حدود ۶ متر است.

گسل F_3

گسل F_3 در کیلومتراژ ۷/۴۸۲+۲۳۷ از تونل واقع شده و در طول خود باعث جابجایی چپگرد گسل F_1 به اندازه حدود ۱۳ متر شده است و از طرفی به‌نظر می‌رسد باعث توقف حرکت گسل F_5گردیده باشد. با در نظر داشتن این موارد امتداد کلی آن تقریباً شمال غرب ـ جنوب شرق (S44E) بوده و طول آن در حدود ۲۸۷ متر می‌باشد که حدود ۱۹۸ متر آن احتمالی است.

گسل F_3 تقریبا به موازات محور تونل و عمود بر لایه‌بندی دیده می‌شود و با شیب حدود ۷۵ درجه به سمت جنوب غرب دارای مکانیسم حرکتی نرمال چپگرد می‌باشد.

گسل F_4

گسل F_4 دارای امتداد N51E و طول حدود ۱۷۰ متر می‌باشد. این گسل در کیلومتراژ ۴۰۹+۲۳۷ از تونل، محور تونل را قطع می‌کند. شیب آن ۷۵ درجه رو به شمال غرب می‌باشد. عرض منطقه‌ای که متاثر از این گسل می‌باشد حدود ۳ متر می‌باشد. گسل F_4 توسط گسل راستگرد F_2 جابجا شده است و گسترش آن در راستای لایه‌بندی است.

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

نمونه تحلیل گسل ها

جدول ۵-۱- مشخصات گسلهای محدوده مورد مطالعه

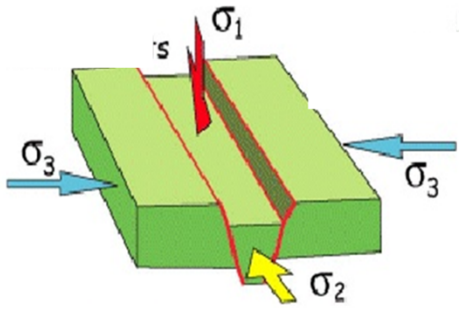
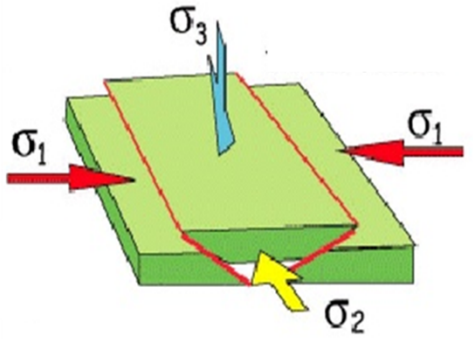
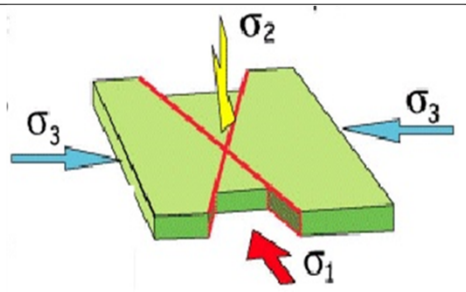
نام گسل	امتداد (درجه)	اندازه شیب (درجه)	طول گسترش(متر)			میزان جابجایی (متر)	رطوبت و جریان آب	سازوکار
			قطعی	احتمالی	کل			
F1	N56E	85N	۵۰۰	-	۵۰۰	ND*	خشک	شیب‌لغز معکوس
F2	S79E	90	۳۷۲	-	۳۷۲	۶	خشک	امتدادلغز راستگرد
F3	S44E	75SW	۸۹	۱۹۸	۲۸۷	۱۳	خشک	نرمال چپگرد
F4	N51E	75NW	۱۷۰	-	۱۷۰	ND	خشک	-
F5	N76W	90	۴۵۰	-	۴۵۰	۴	خشک	امتدادلغز راستگرد
F6	N67E	63N	۱۲۱	۲۴۳	۳۶۴	۵	خشک	شیب‌لغز معکوس
F7	N04E	90	۱۶۶	-	۱۶۶	۳	خشک	امتدادلغز چپگرد
F8	N51E	90	۱۵۸	۴۵۲	۶۱۰	ND	خشک	-
F9	S46E	90	۲۲۰	-	۲۲۰	۵	خشک	امتدادلغز راستگرد
F10	S42E	90	۷۰	-	۷۰	۱	خشک	امتدادلغز راستگرد
F11	N38W	90	۱۰۰	-	۱۰۰	۳	خشک	امتدادلغز راستگرد
F12	S81E	90	۲۷۰	-	۲۷۰	۵	خشک	امتدادلغز راستگرد
F13	S65E	90	۲۲۲	-	۲۲۲	۴	خشک	امتدادلغز راستگرد
F14	N52W	90	۱۹۰	-	۱۹۰	۶	خشک	امتدادلغز راستگرد
F15	N55W	90	۳۰۵	-	۳۰۵	۱۰	خشک	امتدادلغز راستگرد
F16	N44W	90	-	۲۰۰	۲۰۰	ND	خشک	-

- غیر قابل اندازه گیری*

رضا میدانی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

تشخیص رژیم تنش از روی شکل و نوع گسل ها

شکل	رژیم گسلش	وضعیت نسبی تنش‌ها
	گسل نرمال	$\sigma_3 = S_{hmin} < \sigma_2 = S_{Hmax} < \sigma_1 = S_V$
	گسل معکوس ی شیب لغز	$\sigma_3 = S_{hmin} < \sigma_2 = S_V < \sigma_1 = S_{Hmax}$
	گسل امتدادلغز امتدا لغز	$\sigma_3 = S_V < \sigma_2 = S_{hmin} < \sigma_1 = S_{Hmax}$

رضا مبارکی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

تحلیل گسل ها

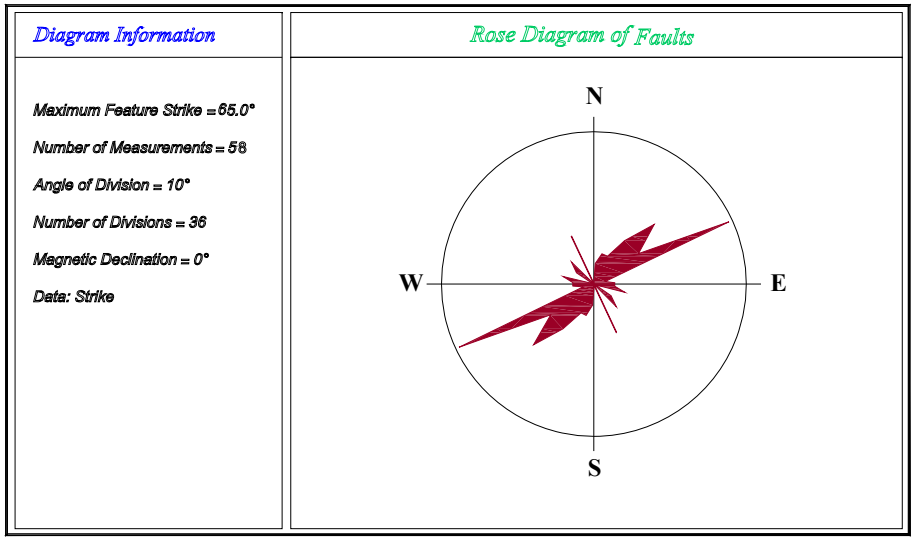
تصویر ۳-۱- سیستم هورست و گرابن شیبلی در نزدیکی تبریز در اثر گسلش نرمال گرانشی

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

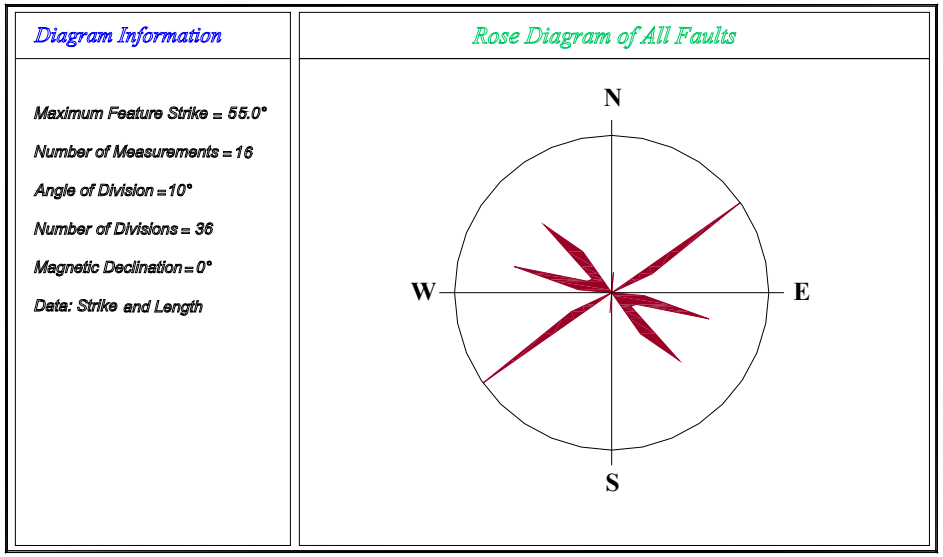
Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

تحلیل گسل ها



شکل ۵-۱۰- نمودار گل‌سرخی گسل‌های استخراج شده از نقشه زمین‌شناسی نیکشهر



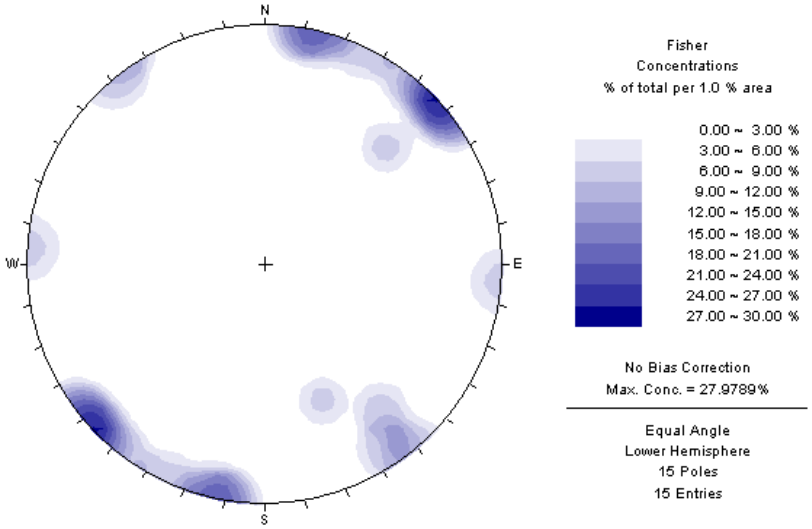
شکل۵-۶- نمودار گل‌سرخی گسل‌های محدوده با استفاده از دو پارامتر طول و امتداد

رضا میدانی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

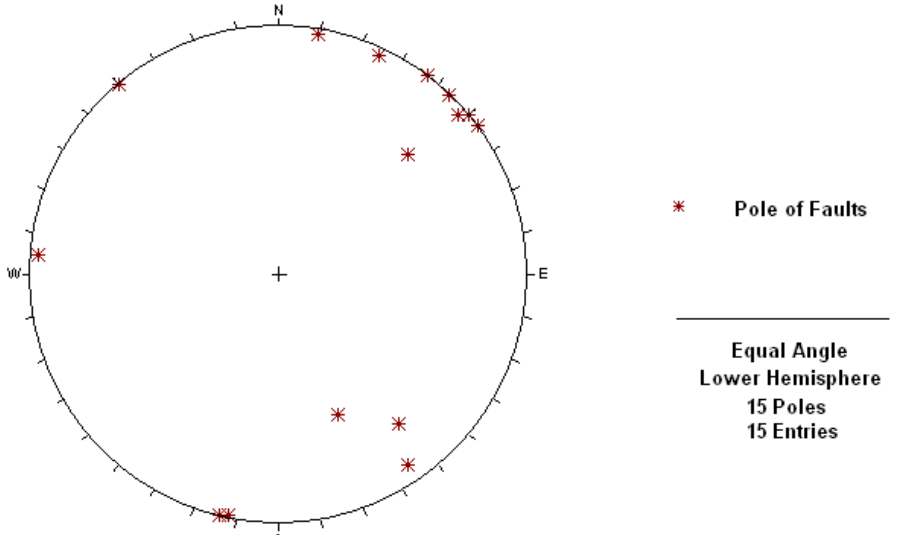
Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

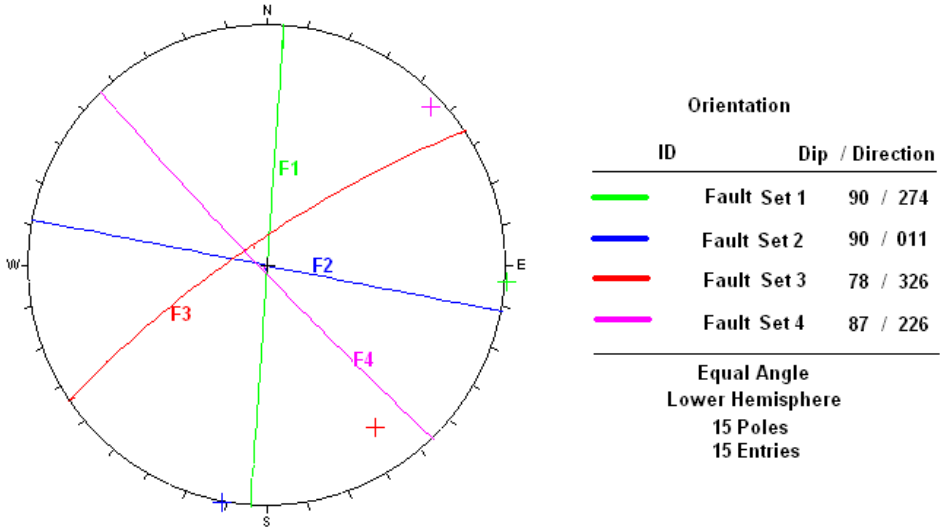
تحلیل گسل ها



شکل ۵-۱۹- تمرکز شیب و جهت شیب گسل‌ها



شکل۵-۱۴- قطب گسل‌های برداشت شده در محدوده تونل بر روی شبکه استریونت



شکل ۵-۲۰- تصویر صفحات اصلی گسل‌ها

رضا میدانی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

تحلیل گسل ها

1.تحلیل ساختاری و مسیرهای تنش

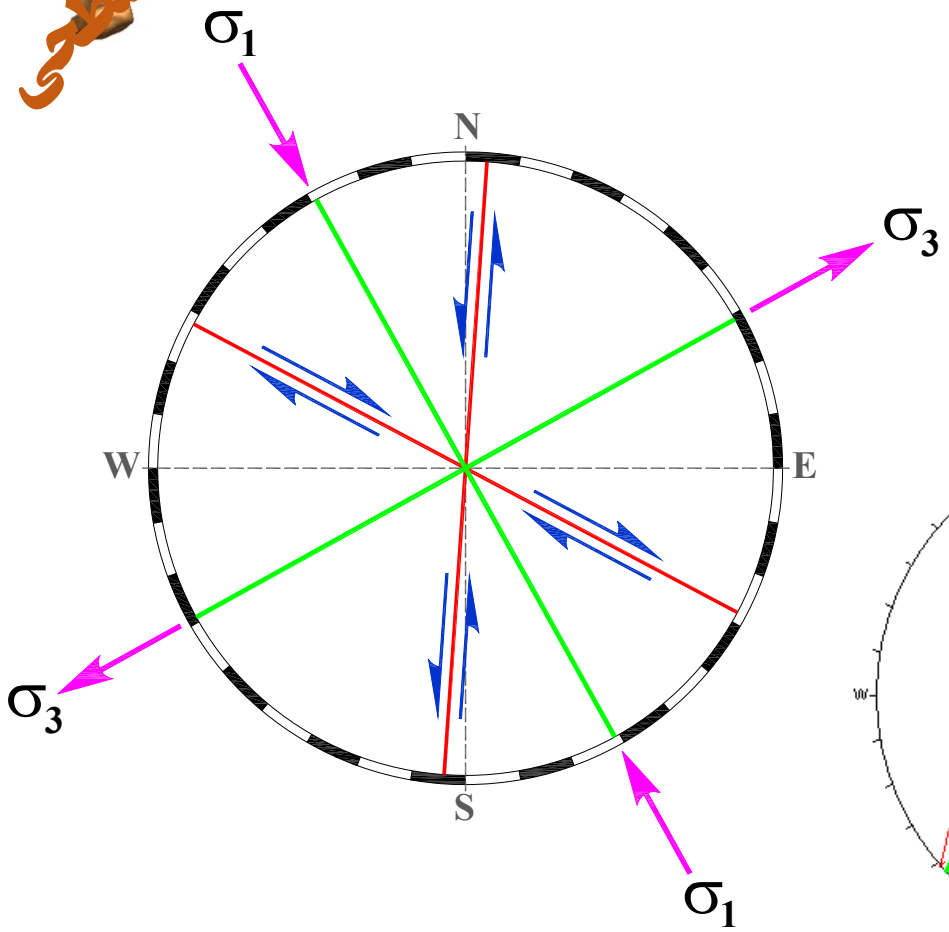
طبق نتایجی که از بررسی‌های آماری انواع گسل‌های منطقه به‌دست می‌آید، چهار روند اصلی برای این گسل‌ها تشخیص داده می‌شود. این چهار روند در دیاگرام گل‌سرخی گسل‌های منطقه نیز به روشنی قابل تشخیص می‌باشد (اشکال ۵-۵ و ۵-۶). طبق این بررسی‌ها روند اصلی و غالب منطقه شمال شرق ـ جنوب غرب با آزیموت N055 درجه می‌باشد. با دقت در نقشه زمین‌شناسی چنین به‌دست می‌آید که این روند همان راستای گسترش گسل‌های معکوس در منطقه می‌باشد. با توجه به این موضوع و از آنجایی که جهت تنش حداکثر عمود بر راستای گسل‌های معکوس می‌باشد، می‌توان جهت σ_1 را در راستای آزیموت N145 درجه تعیین کرد. دو روند اصلی دیگر نیز در دیاگرام گل‌سرخی گسل‌ها قابل تشخیص می‌باشد که یکی تقریباً شمالی ـ جنوبی است که همان راستای گسل چپگرد منطقه با آزیموت N184 درجه می‌باشد و دیگری که تقریباً شرقی ـ غربی است، با روند گسل‌های راستگرد منطقه انطباق دارد. آزیموت گسل‌های راستگرد منطقه N118 درجه است. بدین ترتیب و با توجه به این که σ_1در نیمساز بین گسل‌های امتدادلغز قرار می‌گیرد، می‌توان جهت تنش حداکثر (σ_1) را آزیموت N151 در نظر گرفت (شکل ۵-۲۱). این موضوع با جهت گیری گسل‌های معکوس نیز هم خوانی دارد.جهت تنش حداکثر را با توجه به چین خوردگی ماکروسکوپی منطقه نیز می‌توان تعیین کرد. همان‌طور که در شکل ۵-۴ مشاهده می‌شود، مختصات سطح محوری تاقدیس مشاهده شده در منطقه N47E/65NW است. از آنجایی که جهت σ1 عمود بر صفحه سطح محوری است (قطب سطح محوری)، از این رو مختصات تنش حداکثر در منطقه و با توجه به چین خوردگی، 137/25به‌دست می‌آید (شکل ۵-۲۲). به غير از مواردي كه تا كنون در مورد آن‌ها صحبت شد، از روي جهت گيري سيستم درزهاي منطقه نيز مي‌توان به مؤلفه‌هاي تنش پي برد. براي اين منظور و با دقت در اشكال ۵-۱۶ و ۵-۱۸ ديده مي‌شود كه دسته درزهاي J_3 و J_4، درزهاي مزدوج (Conjugate) هستند. با مشخص شدن درزهاي مزدوج مي‌توان جهت تنش حداكثر (σ_1) را به‌دست آورد، زيرا همواره راستاي σ_1 در نيمساز زاويه حاده اين درزها مي‌باشد. بدين ترتيب راستاي σ_1در هر دو گروه درزها (درزهاي يال شمال غرب و جنوب شرق تاقديس)، N143به‌دست مي‌آيد.به‌طور كلي از مباحث فوق مي‌توان چنين نتيجه گرفت كه تنش‌هاي وارده بر منطقه مورد مطالعه كاملاً تحت تأثير تكتونيک منطقه مي‌باشد. طبق مطالعات انجام شده اين‌گونه به‌نظر مي‌رسد كه فرورانش در ناحيه مكران باعث درهم ريختگي‌ها و چين خوردگي‌هاي متعددي در جنوب شرق شده است. در اثر همين فشارش در منطقه مورد مطالعه نيز تاقديس نسبتا بزرگي چنانچه قبلاً نيز ذكر شد تشكيل شده است. بالتبع در اثر ادامه فشارش بر منطقه، درهم ريختگي‌ها بيشتر خواهد شد، چنانچه يال جنوب شرقي تاقديس مذكور دچار برگشتگي شده است. مختصات اين تاقديس با جهت فشارش وارد شده مطابقت دارد.با مقايسه راستاهاي به‌دست آمده براي σ_1 از ساختارهاي مختلف، مي‌توان راستاي كلي تنش حداكثر (روند فشارش اصلي منطقه) را ۱۴۴ درجه (شمال غربي ـ جنوب شرقي) در نظر گرفت و با توجه به اين كه راستاي σ_3 عمود بر σ_1است، لذا امتداد تنش حداقل نيز زاويه ۵۴ درجه (شمال شرقي ـ جنوب غربي) به‌دست مي‌آيد.در محدوده تونل مورد مطالعه راستاي تنش حداكثر با راستاي عمومي تونل يكسان مي‌باشد.نكته قابل توجه اين كه تمام ساختارهاي موجود در منطقه مورد مطالعه در اثر همين ميدان تنش به‌وجود آمده‌اند، زيرا تمام ساختارها اعم از چين، گسل و درزها روند يكساني از تنش را نشان مي‌دهد.

رضا میدانی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

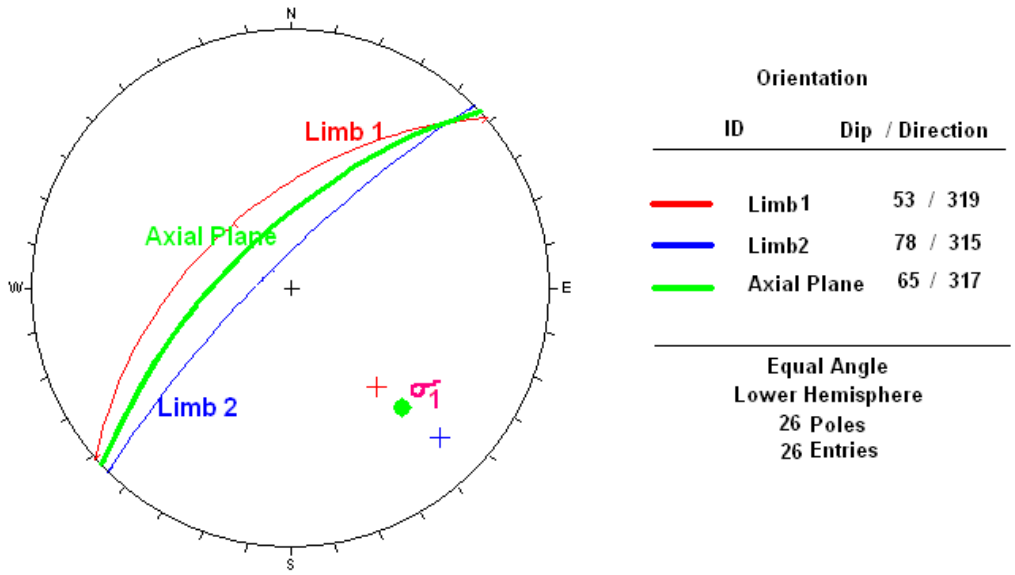
Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

تحلیل گسل ها



شکل ۵-۲۱- جهت گیری تنش‌های اصلی با توجه به گسل‌های امتدادلغز



شکل ۵-۲۲- جهت گیری تنش‌های اصلی با توجه به موقعیت سطح محوری چین

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

سایر موارد

- قنات ها
- فضاهای طبیعی زیر زمینی
- فضاهای مصنوعی زیر زمینی
- زیر لایه ها

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

حفره ها

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

- قنات ها

رضا عبداللهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

بررسی های سطحی

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

- قنات ها

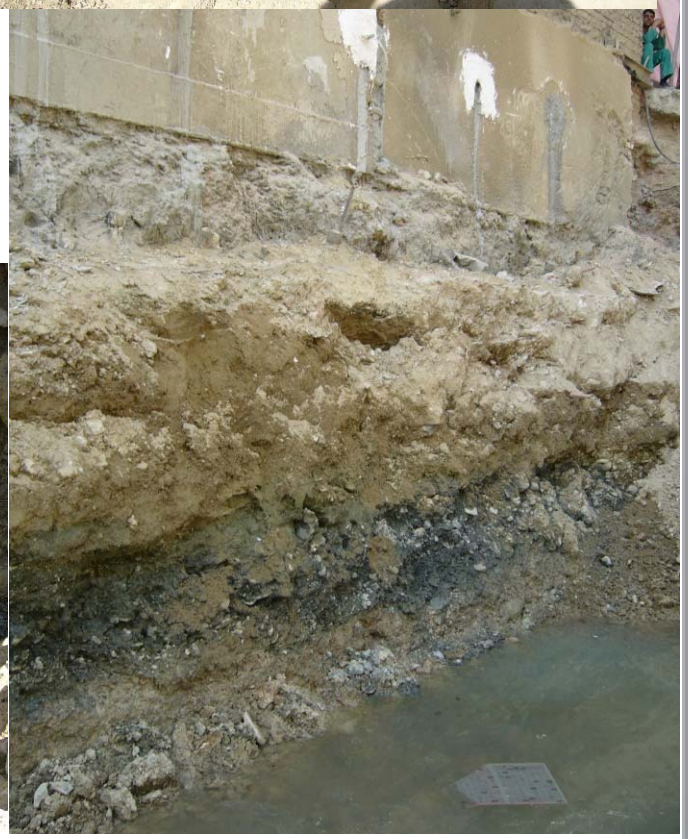
رضا عباسی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

بررسی های سطحی

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

لایه های آب دار



رضا عبداللهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

فضای سبز و درختان و خاک های دستی

رضا عبداللهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

خاک دستی ، ترک ، وضعیت سازه های مجاور

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

نشست و ترک در مجاورت پروژه

رضا عبداللهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

آب های جاری و زیر زمینی

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

بررسی های سطحی

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

نشست و ترک در ساختمان های مجاور

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

نکات مهم در بررسی های سطحی

Jozvebama.ir

هر گونه آثار تغییر مکان و نشست

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

بررسی های سطحی

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

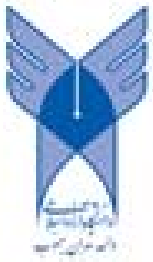
هر گونه آثار تغییر مکان و نشست

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

آب زیر زمینی



رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

بررسی های سطحی

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

سایر موارد

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

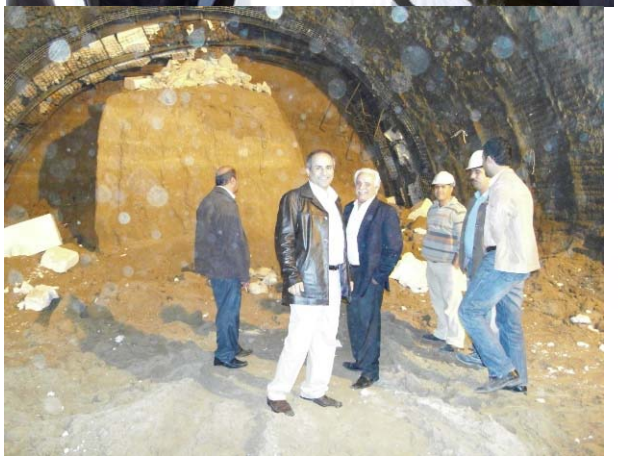
نکات مهم در بررسی های سطحی

موارد خاص

Jozvebama.ir

بررسی های سطحی

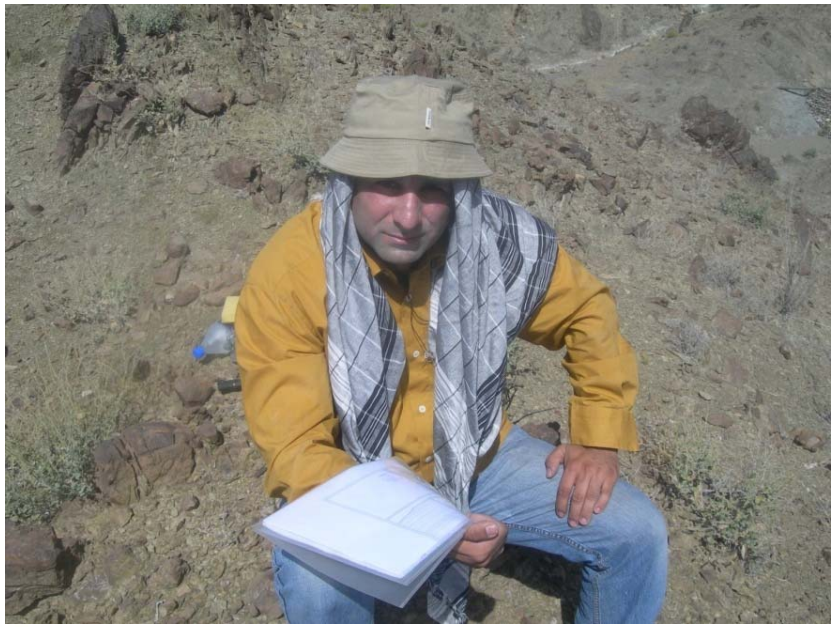
بازدید های صحرایی در فاز اجرای پروژه



رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

معرفی شتابنگاشت های ثبت شده زلزله



رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

شاخص مقاومتی زمین GSI

Table 11c. Rating for the joint alteration factor jA (Palmstrom, 1995b)

	Term	Description	jA
Rock wall contact	*Clear joints*		
	Healed or "welded" joints (unweathered)	Softening, impermeable filling (quartz, epidote, etc.)	0.75
	Fresh rock wall (unweathered)	No coating or filling on joint surface, except for staining	1
	Alteration of joint wall: slightly to moderately weathered	The joint surface exhibits one class higher alteration than the rock	2
	Alteration of joint wall: highly weathered	The joint surface exhibits two classes higher alteration than the rock	4
	Coating or thin filling		
	Sand, silt, calcite, etc.	Coating of frictional material without clay	3
	Clay, chlorite, talc, etc.	Coating of softening and cohesive minerals	4
Filled joints with partial or no contact between the rock wall surfaces	Sand, silt, calcite, etc.	Filling of frictional material without clay	4
	Compacted clay materials	"Hard" filling of softening and cohesive materials	6
	Soft clay materials	Medium to low over-consolidation of filling	8
	Swelling clay materials	Filling material exhibits swelling properties	8 - 12

Jozvebama.ir

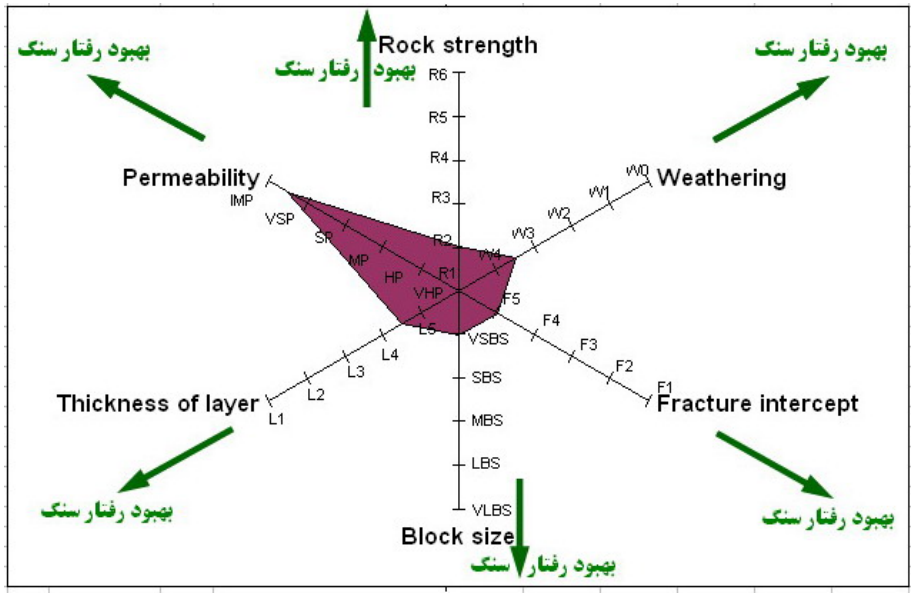
نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

ویژگی‌های دیداری زمین‌شناسی مهندسی توده سنگ‌ها

به‌منظور انجام بررسی‌های زمین‌شناسی مهندسی، از پارامترهای دیداری توده سنگ استفاده شده است. طبق تعریف، پارامترهای دیداری، برخی از پارامترهای زمین‌شناسی مهندسی یا ژئومکانیک هستند که در گستره برونزدها و رخنمون‌ها قابل مشاهده بوده و می‌توان آن‌ها را برآورد کرد. پارامترهای دیداری توده سنگ به پیشنهاد انجمن بین المللی زمین‌شناسی مهندسی (IAEG) عبارتند از ۶ پارامتر:

1) ستبرای لایه (L)،
2) فاصله‌داری ناپیوستگی‌ها (F)،
3) اندازه بلوک‌ها (BS)،
4) مقاومت فشاری (R)،
5) نفوذپذیری (P) و
6) درجه هوازدگی (W).



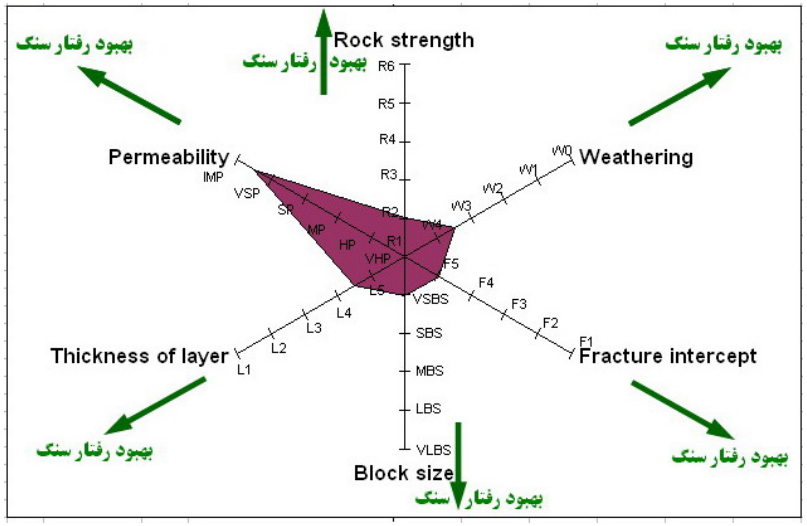
رضا میدانی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

انجمن بین المللی زمین‌شناسی مهندسی (IAEG) جهت درک بهتر وضعیت هر یک از توده‌های سنگی، استفاده از نمودارهای شعاعی را توصیه کرده است. شکل ۶-۱ یک نمونه از این نمودارها را نشان می‌دهد. هر یک از شش محور نمودار مربوط به یک پارامتر دیداری می‌باشد. به کمک این نمودار و بر اساس مشاهده همه پارامترها، می‌توان ارزیابی کلی از توده سنگ داشت.



محورهای نمودار به گونه‌ای کلاسه بندی شده‌اند که هر چه به مبدا نزدیک می‌شویم کیفیت توده سنگ کاهش می‌یابد. برعکس با دور شدن از مبدا، کیفیت توده سنگ افزایش خواهد یافت. در واقع می‌توان مساحت قسمت درونی منحنی نمودار (قسمت رنگی در شکل ۶-۲) را معادل مقاومت کلی توده سنگ دانست، ***به‌طورکلی هر چه مساحت در نمودار بیشتر باشد، کیفیت توده سنگ بالاتر است.***

مزایای دیگر نمودار شعاعی عبارتند از:

1. امکان ارزیابی سریع و اولیه توده سنگ
2. امکان مقایسه دو یا چند توده سنگ با یکدیگر و رده بندی توده سنگ‌ها
3. امکان مشاهده الگوهای ویژه هر توده
4. امکان مشاهده میزان تشابه یا اختلاف دو واحد

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

ویژگی‌های دیداری زمین‌شناسی مهندسی توده سنگ‌ها

(با توجه با استانداردهای ISRM و IAEG)

Block size* (m)	Permeability** (m/s)	Rock strength (MPa)	Weathering	Fracture intercept (m)	Thickness of layers (m)
V.L.BS>2	V.H.P $>10^{-2}$	$0.25\leq R_0<1$	W_0=Fresh & no Visible	F1>2	Intrusive Rock=1.0
$2\geq$L.BS>0.6	$10^{-2}\geq$H.P$>10^{-4}$	$1\leq R_1<5$	W_1=Discoloration on Discontinuity Surfaces	$2\geq$F2>0.6	L1>2
$0.6\geq$M.BS>0.2	$10^{-4}\geq$M.P$>10^{-5}$	$5\leq R_2<25$	W_2=Less Than ½ the Rock is Decomposed	$0.6\geq$F3>0.2	$2\geq$L2>0.6
$0.2\geq$S.BS>0.06	$10^{-5}\geq$ S.P$>10^{-7}$	$25\leq R_3<50$	W_3=More Than ½ the Rock is Decomposed	$0.2\geq$F4>0.06	$0.6\geq$L3>0.2
V.S.BS$\leq$0.06	$10^{-7}\geq$V.S.P$>10^{-9}$	$50\leq R_4<100$	W_4=Disintegrated to Soil But the Structure of the Rock is Intact	F5$\leq$0.06	$0.2\geq$L4>0.06
-	IMP$\leq 10^{-9}$	$100\leq R_5<250$	W_5=All aterial Decomposed	-	L5$\leq$0.06
-	-	$R_6\geq 250$	-	Jn = Nomber of Joint Sets	-
ANON 1977	ANON 1977	HOEK 1981	ANON 1981 ANON 1977	ANON 1981	ANON 1981

*BS= Block Size V.L.=Very Large, L.=Large, M.=Medium, S.=Small, V.S.=Very Small

** V.H.=Very High, H.=High, M.=Moderately, S.=Slightly, V.S.=Very Slightly, Imp.=Impermeable

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

ویژگی‌های دیداری زمین‌شناسی مهندسی توده سنگ‌ها

در جدول زیر محدوده‌های کمّی مربوط به هر طبقه از پارامترهای دیداری شش گانه به‌صورت خلاصه وار آورده شده است.

نمادهای زمین‌شناسی مهندسی دیداری و توضیح آن‌ها (طبق IAEG)

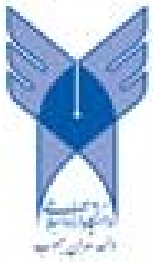
Thickness of layer (m)		Fracture intercept		Block size	
L5	<6 cm	F5	<6 cm	VSBS	<6 cm
L4	6 cm - 20 cm	F4	6 cm - 20 cm	SBS	6 cm - 20 cm
L3	20 cm - 60 cm	F3	20 cm - 60 cm	MBS	20 cm - 60 cm
L2	60 cm - 2 m	F2	60 cm - 2 m	LBS	60 cm - 2 m
L1	>2 m	F1	>2m	VLBS	>2 m

بهبود رفتار توده سنگ

نمادهای زمین‌شناسی مهندسی دیداری و توضیح آن‌ها (طبق IAEG)

Rock strength		Permeability (m/s)		Weathering	
R1	1 - 5 MPa	VHP	>10e-2	W5	Soil, no rock texture
R2	5 - 25 MPa	HP	10e-2 - 10e-4	W4	Like soil, but rock texture
R3	25 - 50 MPa	MP	10e-4 - 10e-5	W3	Changes more than 50%
R4	50 - 100 MPa	SP	10e-5 - 10e-7	W2	Changes less than 50%
R5	100 - 250 MPa	VSP	10e-7 - 10e-9	W1	Colored major joints & surfaces
R6	>250 MPa	IMP	<10e-9	W0	Fresh

بهبود رفتار توده سنگ



رضا مبارکی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

بررسی های سطحی

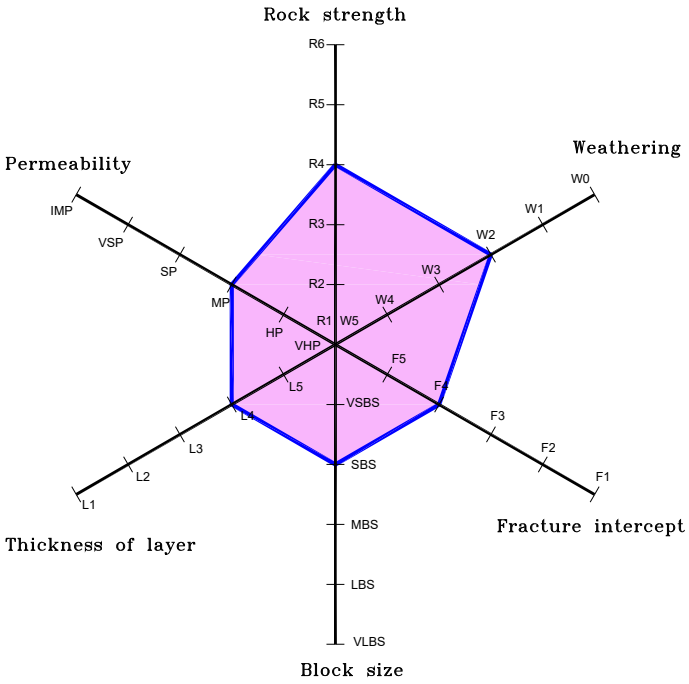
Jozvebama.ir

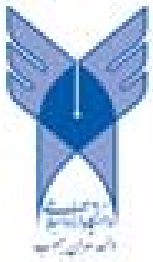
نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

الگوی نمودارهای شعاعی پارامترهای شش گانه انجمن بین المللی زمین‌شناسی مهندسی (IAEG)
و نحوه تفسیر کیفیت رفتار توده سنگ

ویژگی‌های دیداری واحد ماسه سنگی در محل ساختگاه تونل ۲ طبق پارامترهای شش گانه انجمن بین المللی زمین‌شناسی مهندسی (IAEG)





رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

اصول طبقه‌بندی مهندسی توده سنگ

از دیرباز روش‌های تجربی طبقه‌بندی توده سنگ از دیدگاه مهندسی در مسائل کاربردی مورد توجه قرار گرفته است. شناخته شده‌ترین این روش‌ها عبارتند از :

- **روش پیشنهادی بنیاوسکی در سال ۱۹۷۶ (RMR) و اصلاح شده آن در سال ۱۹۸۹**
- **روش بارتون و همکاران در سال ۱۹۷۴ (روش Q)**
- **روش شاخص مقاومت زمین‌شناسی توده سنگ[۱] (GSI)**

مواردی که در طبقه‌بندی Q جمع‌آوری و تحلیل شده‌اند اغلب سازه‌های زیرزمینی (تونل‌ها و فضاهای زیرسطحی) در سنگ‌های کم‌درز و یا یکپارچه و در اعماق زیاد را در برمی‌گیرند. در این موارد، شرایط ساختاری کمتر بر توده سنگ تأثیر گذار بوده و بیشتر شرایط تنش توده سنگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

حال آن‌که در روش طبقه‌بندی RMR، غالباً سازه‌های سطحی و کم عمق که به‌طور متوسط دارای سه دسته درز هستند، مدنظر قرار می‌گیرند. در این روش تنش در سنگ کمتر مورد توجه بوده و بیشتر شرایط ساختمانی بر رفتار توده سنگ حاکم است.

شاخص مقاومت زمین‌شناسی توده سنگ (GSI) امروزه بیش از سایر روش‌ها مورد توجه قرار می‌گیرد. این روش که در سازه‌های زیرزمینی و سطحی قابل استفاده است، در سال ۱۹۹۵ توسط هوک، کایزر و باودن معرفی شده تا سیستمی را برای ارزیابی کاهش در مقاومت توده‌های سنگی، در شرایط مختلف زمین‌شناسی ارائه نماید.

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

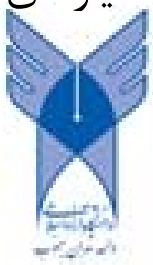
شناسایی خاک و سنگ

طبقه‌بندی به روش RMR

طبقه‌بندی ژئومکانیکی یا امتیاز توده سنگ (RMR) در سال ۱۹۷۶ توسط بنیاوسکی[1] ارائه شد. این طبقه‌بندی از زمان ارائه مرتباً اصلاح شده و در سال ۱۹۸۹ میلادی، بنیاوسکی اصلاحات اساسی را روی آن انجام داد و امروزه این سیستم اصلاح شده (RMR_{89})، مرجع رده‌بندی بشمار می‌آید. در طبقه‌بندی توده سنگ با سیستم RMR از شش پارامتر زیر استفاده می‌شود:

- **مقاومت فشاری تک محوری ماده سنگ**
- **شاخص کیفی سنگ (*RQD*)**
- **فاصله بین ناپیوستگی‌ها**
- **شرایط ناپیوستگی‌ها**
- **شرایط آب زیرزمینی**
- **جهت یابی ناپیوستگی‌ها**

در سیستم امتیازدهی موجود که در جدول ۷-۱ نمایش داده شده است، برای هر یک از شش پارامتر موجود امتیازهای معینی در نظر گرفته می‌شود که با یکدیگر جمع شده تا مقدار RMRبه‌دست آید.



Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

طبقه‌بندی به روش RMR

سیستم امتیازدهی به توده‌های سنگی (از بنیوفسکی ۱۹۸۹)

A- پارامترهای طبقه‌بندی و نحوه امتیاز دهی به آن‌ها								
	پارامترها		دامنه مقادیر				برای این مقدار کم انجام آزمایش مقاومت فشاری تک محوری ترجیح داده می‌شود.		
۱	مقاومت سنگ بکر	اندیس مقاومت بار نقطه‌ای	>10Mpa	4-10Mpa	2-4Mpa	1-2Mpa			
		مقاومت فشاری	>250 Mpa	100-250Mpa	50-100Mpa	25-50Mpa	<1Mpa	1-5Mpa	25Mpa
	امتیاز		15	12	7	4	0	1	2
۲	درجه کیفی توده سنگ RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	<25%		
	امتیاز		20	17	13	8	3		
۳	فاصله داری ناپیوستگی‌ها		>2m	0.6-2.0m	200-600mm	60-200mm	<60mm		
	امتیاز		20	15	10	8	5		
۴	شرایط حاکم بر ناپیوستگی‌های موجود در توده سنگی		سطح بسیار زبر، بدون تداوم، بدون جدایش، دیواره سنگی هوانزده	سطوح نسبتاً زبر، جدایش mm<۱، دیواره‌های کمی هوازده	سطوح نسبتاً زبر، جدایش mm<۱، دیواره‌های شدیداً هوازده	سطوح خش لغز، یا گوژ mm۵ > ضخامت،یا جدایش ۵-۱ mm، متداوم	گوژ نرم و سست > ۵ م م ضخامت یا جدایش >۵ م م، متداوم		
	امتیاز		30	25	20	10	0		
۵	آب زیرزمینی	Q(Lit/m/10m)	هیچ	<۱۰	۱۰-۲۵	۲۵-۱۲۵	>۱۲۵		
		Pwj/σ_1	۰	<۱/۰	۱/۰-۲/۰	۲/۰-۵/۰	>۵/۰		
		شرایط کلی و عمومی	کاملاً خشک	مرطوب	خیس	قطره‌ای	جریانی		
	امتیاز		15	10	7	4	0		

B- تعدیل امتیاز برای جهت یابی ناپیوستگی						
	امتداد و سمت شیب	بسیار مساعد	مساعد	نسبتاً مساعد	نامساعد	بسیار نامساعد
امتیاز دهی	تونل‌ها و معادن	۰	-۲	-۵	-۱۰	-۱۲
	شالوده‌ها	۰	-۲	-۷	-۱۵	-۲۵
	شیب‌ها	۰	-۲	-۲۵	-۵۰	

بررسی های سطحی
Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

طبقه‌بندی به روش RMR

ادامه جدول- سیستم امتیازدهی به توده‌های سنگی (از بنیوفسکی ۱۹۸۹)

C- کلاس توده‌های سنگی که از جمع تمامی امتیازات به‌دست می‌آید.					
امتیازدهی	۱۰۰-۸۱	۸۰-۶۱	۶۰-۴۱	۴۰-۲۱	<۲۱
شماره کلاس	I	II	III	IV	V
توصیف	بسیار خوب	خوب	مناسب	ضعیف	بسیار ضعیف
D- معنی و مفهوم کلاس های مختلف توده‌های سنگی					
شماره کلاس	I	II	III	IV	V
میانگین زمان خودپایداری	۲۰ سال برای B=15m	۱ سال برای B=10m	۱ هفته برای B=5m	۱۰ ساعت برای B=2.5m	۳۰ دقیقه برای B=0.1m
چسبندگی توده سنگ	>400	300-400	200-300	100-200	<100
زاویه اصطکاک توده سنگ (درجه)	>45	35-45	25-35	15-25	<15
E- راهنمایی برای طبقه‌بندی شرایط حاکم بر ناپیوستگی‌ها					
طول ناپیوستگی‌ها (تداوم) امتیاز	<1m 6	1-3m 4	3-10m 2	10-20m 1	>20m 0
جدایش (دهانه) امتیاز	هیچ 6	<0.1mm 5	0.1-1.0mm 4	1-5mm 1	<5mm 0
زبری امتیاز	بسیار زبر 6	زبر 5	کمی زبر 3	صاف 1	خش لغزش 0
مواد پرکننده (گوژ) امتیاز	هیچ 6	پر کننده سخت <۵م م 4	پر کننده سخت>۵م م 2	پر کننده نرم<۵م م 2	پر کننده نرم>۵م م 0
هوازدگی امتیاز	هوانزده 6	کمی هوازده 5	هوازدگی متوسط 3	بسیار هوازده 1	تجزیه شده 0
F- تأثیر امتداد و جهت شیب ناپیوستگی‌ها بر تونل سازی					
	امتداد ناپیوستگی عمود بر محور تونل است			امتداد ناپیوستگی موازی محور تونل است	
پیشروی در جهت شیب درز ها ۹۰-۴۵ درجه	پیشروی در جهت شیب درز ها ۴۵-۲۰ درجه		شیب ۹۰-۴۵ درجه		شیب ۴۵-۲۰ درجه
نامساعد	مساعد		بسیار نا مساعد		نسبتاً مساعد
پیشروی در خلاف جهت شیب درز ها ۹۰-۴۵ درجه	پیشروی در خلاف جهت شیب درز ها ۴۵-۲۰درجه		بدون درنظر گرفتن امتداد		شیب ۲۰-۰ درجه
نسبتاً مساعد	نامساعد		نسبتاً مساعد		

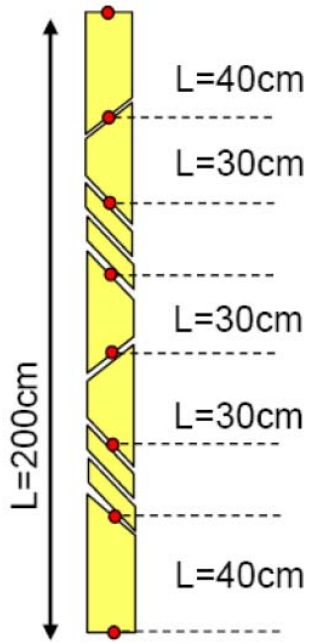
رضا میدانی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

درجه کیفی توده سنگ RQD



$$RQD=\frac{\sum \text{length of core pieces}>10\text{cm}}{\text{total length of the core}}\times 100$$

$$RQD=\frac{40+30+30+30+40}{200}\times 100=85\%$$

Figure 2. Procedure for measurement and calculation of RQD (After Deere, 1967)

Rock mass quality classification according to RQD (Deere et al. 1967)

RQD	Rock Mass Quality
< 25	Very poor
25 – 50	Poor
50 – 75	Fair
75 – 90	Good
99 – 100	Excellent

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

طبقه‌بندی به روش Q

طبقه‌بندی مهندسی سنگ‌ها به‌روش RMR با همه مزایایی که دارد چند عامل را نادیده می‌گیرد. این عوامل عبارتند از:

- درجه زبری سطح درز،
- نقش مواد پر کننده درز در کیفیت سنگ و
- مسائل مربوط به سنگ‌های متورم شونده.

در روشی که توسط بارتون و همکاران (۱۹۷۴)، جهت تعیین کیفیت سنگ برای تونل‌ها، ارائه شده است، نکات فوق مورد توجه قرار گرفته‌اند.

به‌طور کلی در این طبقه‌بندی شش ویژگی مهم برای تعیین کیفیت سنگ مورد استفاده قرار می‌گیرند که عبارتند از:

1) RQD یا کیفیت مغزه حفاری
2) J_n یا تعداد دسته درزهای موجود
3) J_r یا عدد مربوط به زبری سطح درز
4) J_a یا عدد مربوط به دگرسانی سطح درز
5) J_w یا ضریب کاهش کیفیت به دلیل آب موجود در درزها
6) SRF یا ضریب کاهش تنش

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF}$$

در جداولی که توسط مولفین برای هر مورد تهیه شده، مقادیر عددی مناسب کلیه شرایطی که ممکن است وجود داشته باشد، داده شده است. با در دست داشتن اعداد مربوط به هر یک از شش شاخص فوق و قرار دادن آن‌ها در یک معادله ساده مقدار موبوط به کیفیت سنگ به‌دست می‌آید. در این طبقه‌بندی سنگ‌ها از نظر کیفیت به انواع خوب یا بد تقسیم نمی‌شوند بلکه عددی که ممکن است از ۱۰۰۰ تا ۰۰۱/۰ تغییر کند معرف مشخصات سنگ است، به‌طورکلی اعداد بزرگتر، سنگ با کیفیت بهتر را معرفی می‌کنند.

طبقه‌بندی Q در درجه اول برای پاسخگویی به مسائلی که در زمان احداث فضاهای زیرزمینی و تونل‌ها به‌وجود می‌آید، ابداع شده است. به این ترتیب که پس از محاسبه Q و قرار دادن آن در جداولی که به این منظور ارائه شده، مشخصات استحکامات داخلی لازم برای نگهداری تونل و فضای زیرزمینی مورد نظر به‌دست می‌آید.

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

طبقه‌بندی به روش Q

از شش عامل فوق، چهار عامل اول یعنی، j_a ,j_r ,j_n ,RQD از اهمیت بیشتری برخوردارند و می‌توانند پایه‌ای برای طبقه‌بندی سنگ در کاربردهای مختلف دیگر از جمله تعیین قابلیت حفاری، قابلیت گمانه زنی و درجه پایداری در دامنه‌ها باشد.

- کیفیت مغزه حفاری RQD:

وجود چند شکستگی کوچک می‌تواند سنگی مقاوم را به نمونه‌ای سست و کم مقاومت تبدیل نماید. از این‌رو بررسی شکستگی‌های سنگ می‌تواند اطلاعات ذی‌قیمتی در اختیار ما قرار دهد. برای تعیین کیفیت مغزه حفاری که به اختصار RQD نامیده می‌شود، مجموعه طول مغزه‌های حفاری را که طولی بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر دارند به طول بخشی از گمانه که مغزه‌های آن مورد بررسی قرار گرفته تقسیم می‌کنیم. در مواردی که امکان مغزه گیری وجود ندارد مقدار RQD را می‌توان از روی تعداد درزها در واحد حجم سنگ برآورد نمود.

- تعداد دسته درزها (j_n):

تعداد دسته درزهای موجود در سنگ را نمی‌توان با بررسی مغزه‌های حفاری تعیین کرد و شناسایی این شاخص نیاز به بررسی‌های مستقیم صحرایی دارد. در طبقه‌بندی Qسنگ‌ها بر مبنای تعداد دسته درزهایشان به ۹ گروه تقسیم شده و به هر گروه مقدار عدد ویژه‌ای اختصاص داده شده است. به‌طورکلی مقادیر عددی بزرگتر معرف تعداد دسته درز بیشتر و شرایط نامناسب‌تر است.

رضا مبارکی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

طبقه‌بندی به روش Q

– عدد زبری سطح درز (j_r):

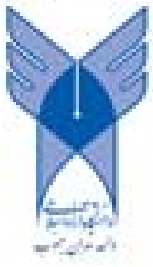
درجه ناهمواری سطح درز نقش مهمی در مقاومت برشی دارد. به‌طورکلی هرچه سطح درز ناهموارتر و زبرتر باشد، مقاومت بیشتری در برابر جابجایی برشی از خود نشان می‌دهد و در نتیجه کیفیت سنگ بهتر است. عامل مهم دیگر در این مورد وجود یا عدم وجود تماس بین دو دیواره درز است. به‌همین جهت بارتون و همکارانش سه نوع مختلف تماس را در طبقه‌بندی خود مورد توجه قرار دادند:

- وقتی که دو دیواره درز با هم تماس داشته باشند،
- دو دیواره درز تا ۱۰ سانتی‌متر لغزش برشی تماس خود را حفظ کنند و
- دو دیواره با هم تماس نداشته باشند.

سطح یک درز ممکن است مسطوی بوده یا اینکه حالتی مواج داشته باشد. در هر یک از این دو حالت سطح درز ممکن است نرم و هموار بوده یا اینکه زبر و ناهموار باشد. علاوه بر این‌ها سطح برخی از گسل‌ها ممکن است صیقلی و به اصطلاح آینه گسلی باشد.

– عدد تجزیه سطح درز:

دو دیواره درز ممکن است در نواحی سطحی‌تر هوازده شده یا در اعماق بیشتر بر اثر عملکرد آب‌های زیرزمینی و محلول‌های هیدروترمال تجزیه شده باشند. به‌طورکلی تجزیه دو دیواره و پرشدگی درز از کیفیت سنگ می‌کاهد. دراینجا نیز عامل تعیین کننده وجود یا عدم وجود تماس بین دو دیواره درز است.



رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

طبقه‌بندی به روش Q

– ضریب کاهش آب درز (j_w):

پارامتر j_w اندازه فشار آب موجود در سنگ را به‌دست می‌دهد که اثری معکوس بر مقاومت برشی درزها دارد زیرا همان‌گونه که می‌دانیم فشار آب باعث کاهش تنش عمودی موثر بر سطح درز می‌شود. در حالاتی که درزها از موادی مثل رس پر شده باشند وجود آب می‌تواند باعث نرم شدن و شسته شدن آن‌ها بشود.

– ضریب کاهش تنش (SRF):

این پارامتر را می‌توان معیاری از تنش کل موجود در سنگ به‌حساب آورد. سنگ‌های مختلف بسته به جنس و ساختمان و عمق مدفون شدنشان، پس از حفر فضای زیرزمینی و برداشته شدن بار از روی آن‌ها به‌صورت‌های مختلفی عکس العمل نشان می‌دهند.

پس از تعیین ارقام مربوط به شش پارامتر ذکر شده، با قرار دادن آن‌ها در رابطه زیر مقدار Q که نشانه‌ای از کیفیت سنگ است به‌دست می‌آید:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF}$$

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

روابط تجربی تبدیل RMR و Q

روابط متعددی برای تبدیل RMR به Q توسط محققین ارائه شده است. از میان این روش‌ها برای توده سنگ متوسط و ضعیف، دو روش زیر مناسب‌تر از سایر روابط می‌باشند.

$$RMR=9\ln Q+44$$

$$5\ln Q+41.8.RMR=10$$

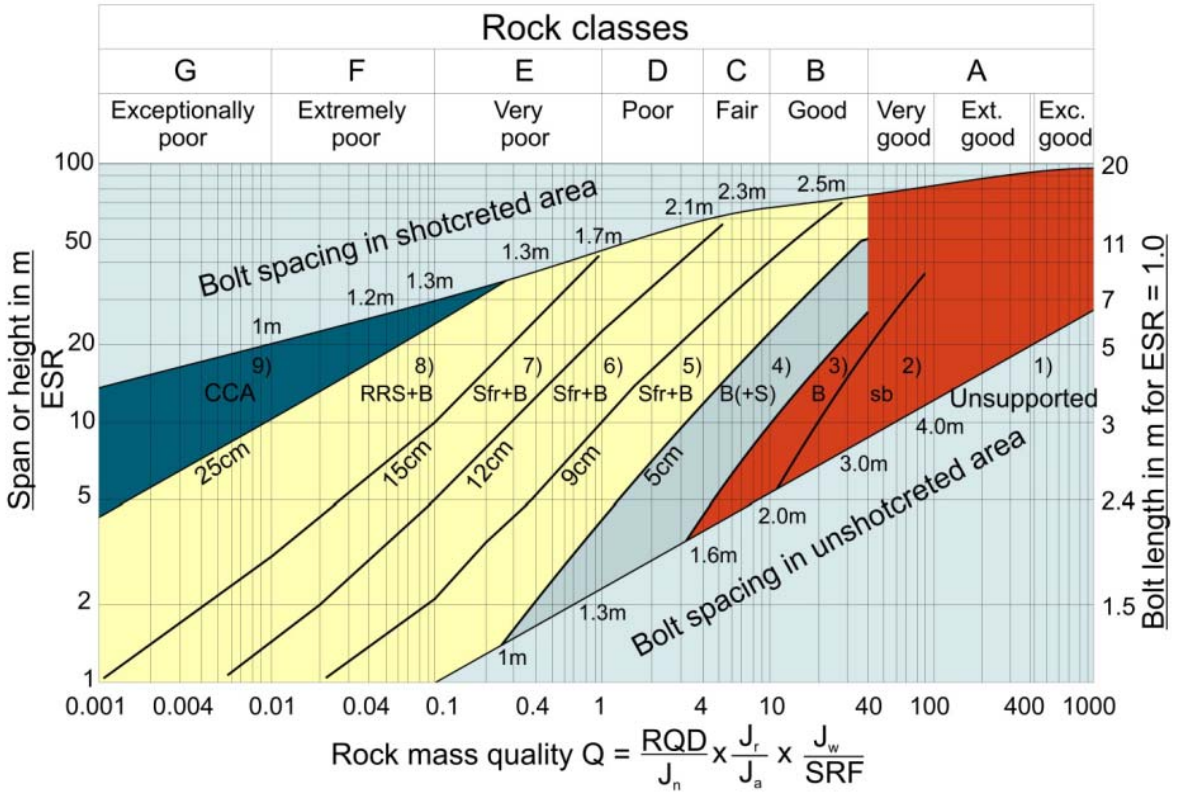
پس از تعیین Q به روش فوق الذکر می‌توان از آن به‌عنوان راهنمایی برای انتخاب وسایل نگهداری موقت و دائم استفاده کرد.

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

طبقه‌بندی به روش Q

ارزیابی مقوله‌های مختلف سیستم نگهداری فضاهای زیرزمینی، بر اساس اندیس کیفی توده تونل‌سازی در سنگ، **Q** (اقتباس از گریمستاد و بارتون ۱۹۹۳)



REINFORCEMENT CATEGORIES:

1) Unsupported
2) Spot bolting, sb
3) Systematic bolting, B
4) Systematic bolting. (and unreinforced shotcrete, 4-10cm), B(+S)
5) Fibre reinforced shotcrete and bolting, 5-9cm, Sfr+B
6) Fibre reinforced shotcrete and bolting, 9-12cm, Sfr+B
7) Fibre reinforced shotcrete and bolting, 12-15cm, Sfr+B
8) Fibre reinforced shotcrete >15cm, reinforced ribs of shotcrete and bolting, Sfr, RRS+B
9) Cast concrete lining, CCA

Figure 6. Different Support Categories (type of support) for different rock mass classes defined by the Q or Q_c relationships and the support width or height (Grimstad and Barton, 1993)

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

شاخص مقاومتی زمین GSI

شاخص مقاومت زمین‌شناسی توده سنگ (GSI) در سازه‌های زیرزمینی و سطحی قابل استفاده است و در سال ۱۹۹۵ توسط هوک، کایزر و باودن معرفی شده است. در سال ۱۹۹۹، سانمز و یولسای[1]، اصطلاحاتی را به آن اضافه کرده و در نهایت در سال ۲۰۰۲، هوک، کارانزا، تورس و کورکام[2] آخرین اصلاحات را روی آن انجام داده‌اند.

مقدار GSI با استفاده از دو پارامتر ساختار توده سنگ و شرایط سطوح ناپیوستگی تعیین می‌گردد. با توجه به شرایط سطح ناپیوستگی‌ها و وضعیت ساختار توده‌سنگ، مقدار میانگین اندیس مقاومت زمین (GSI) از روی کنتورهای موجود، ارزیابی می‌شود. توصیه شده است که مقدار GSIبه‌صورت یک عدد مشخص بیان نشود. بلکه برای GSI حاکم بر توده سنگ بایستی دامنه‌ای از اعداد بیان گردد.

بررسی های سطحی
Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

شاخص مقاومتی زمین GSI

محور افقی در نمودار محاسبه GSI شامل بخش‌های زیر می‌باشد:

- **بسیار خوب**[1] : سطوح بسیار زبر، تازه و هوانزده
- **خوب**[2] : سطوح زبر، کمی هوازده و دارای زنگار اکسید آهن
- **مناسب**[3] : سطوح صاف، هوازدگی متوسط یا دگرسان شده
- **ضعیف**[4] : سطوح شدیدا هوازده و خش‌لغزش‌دار با مواد پوششی متراکم یا مواد پرکننده متشکل از قطعات زاویه‌دار
- **بسیار ضعیف**[5] : سطوح شدیداً هوازده و خش‌لغزش‌دار، با مواد پوششی یا مصالح پرکننده متشکل از رس نرم

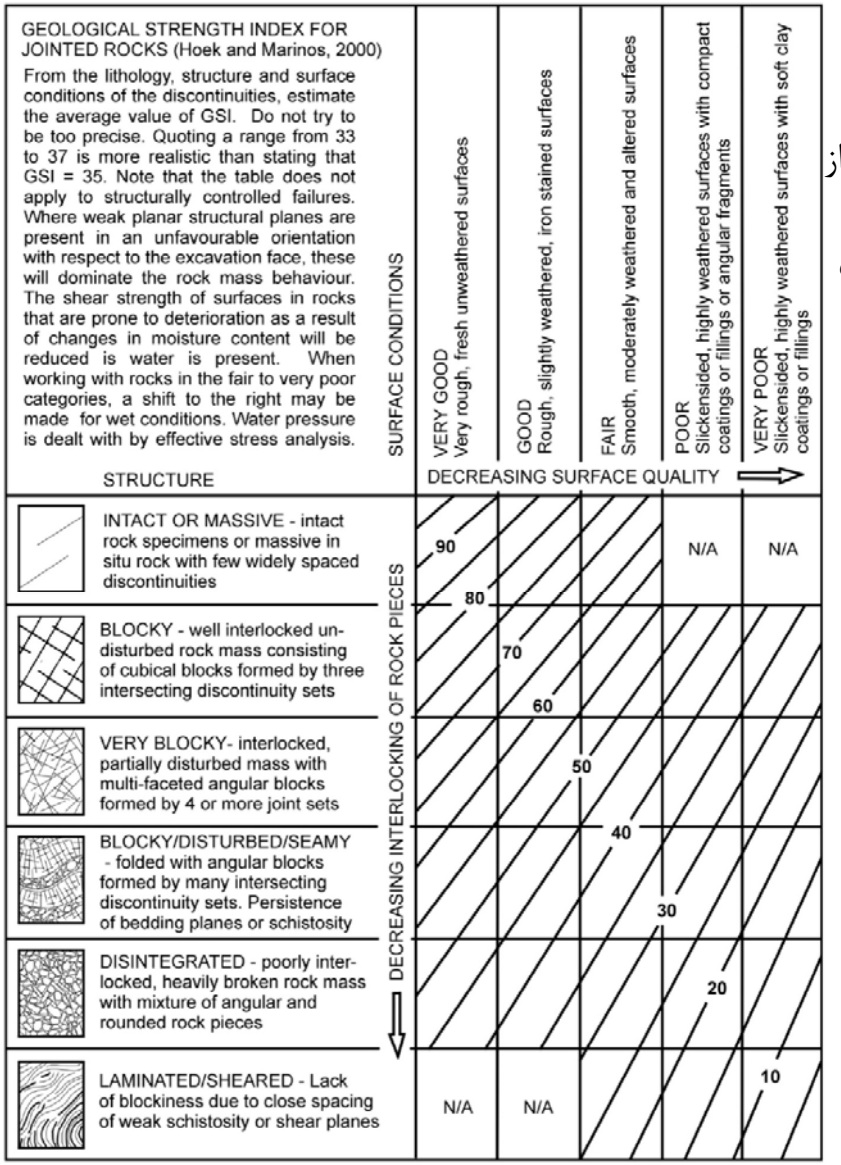


Figure 9. Modified table for estimating the Geological Strength Index (Hoek et al., 1998)

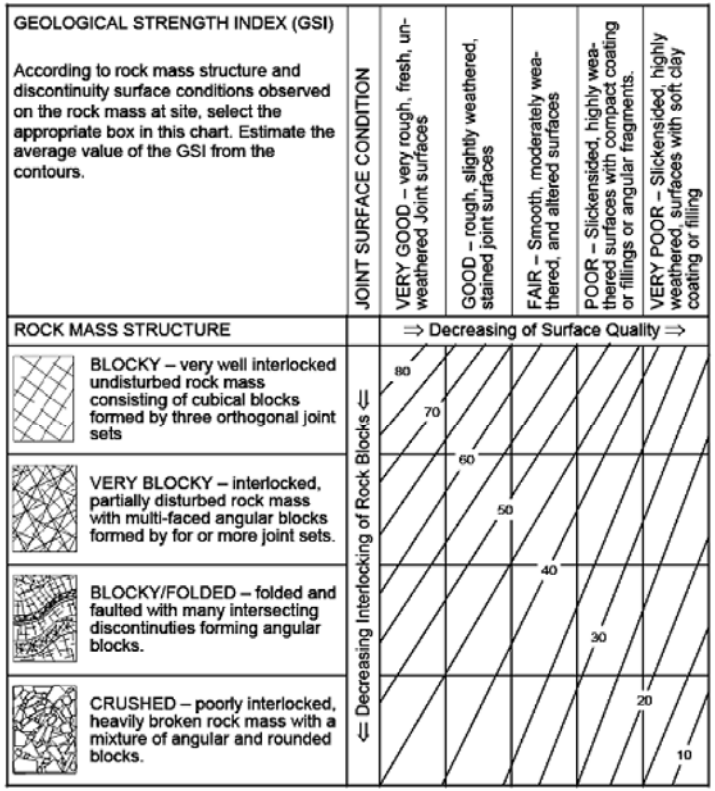


Figure 8. Estimate of Geological Strength Index (GSI) based on visual inspection of geological conditions (Hoek and Brown, 1997)

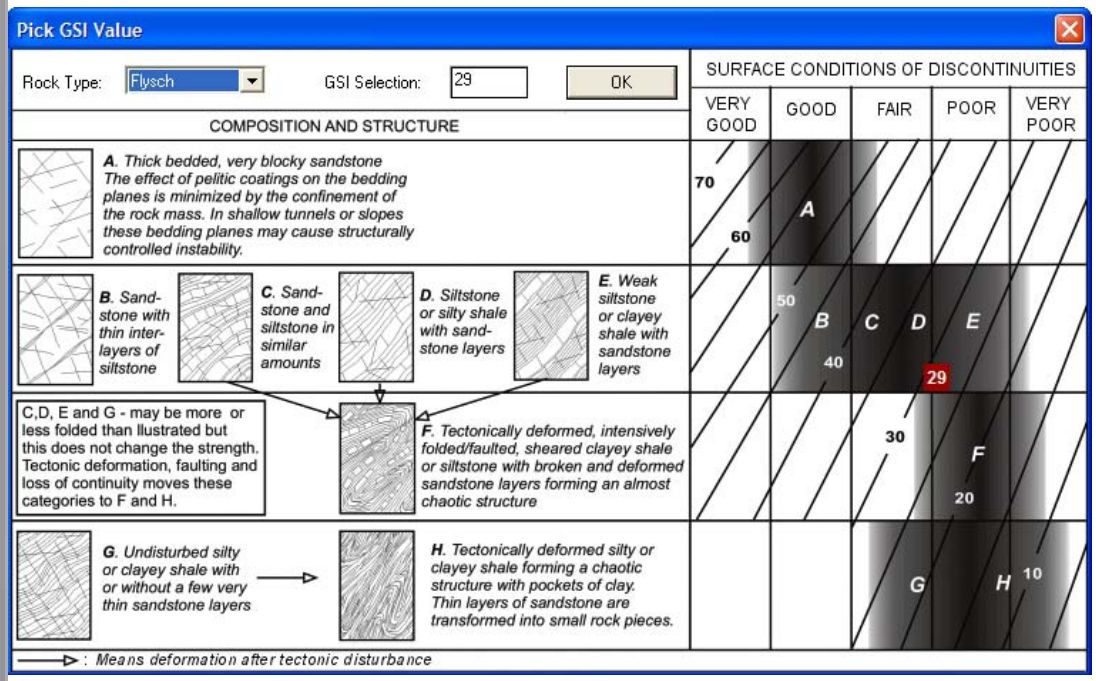
بررسی های سطحی

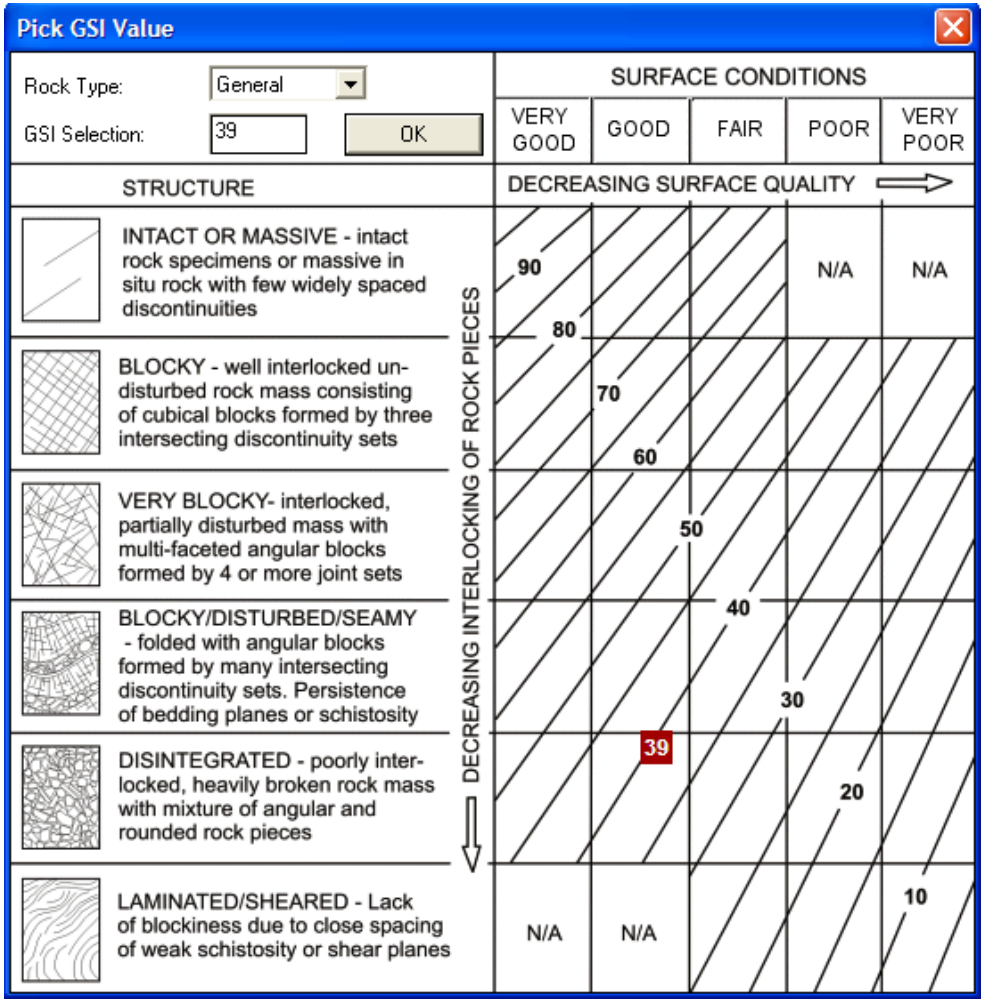
Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

شاخص مقاومتی زمین GSI





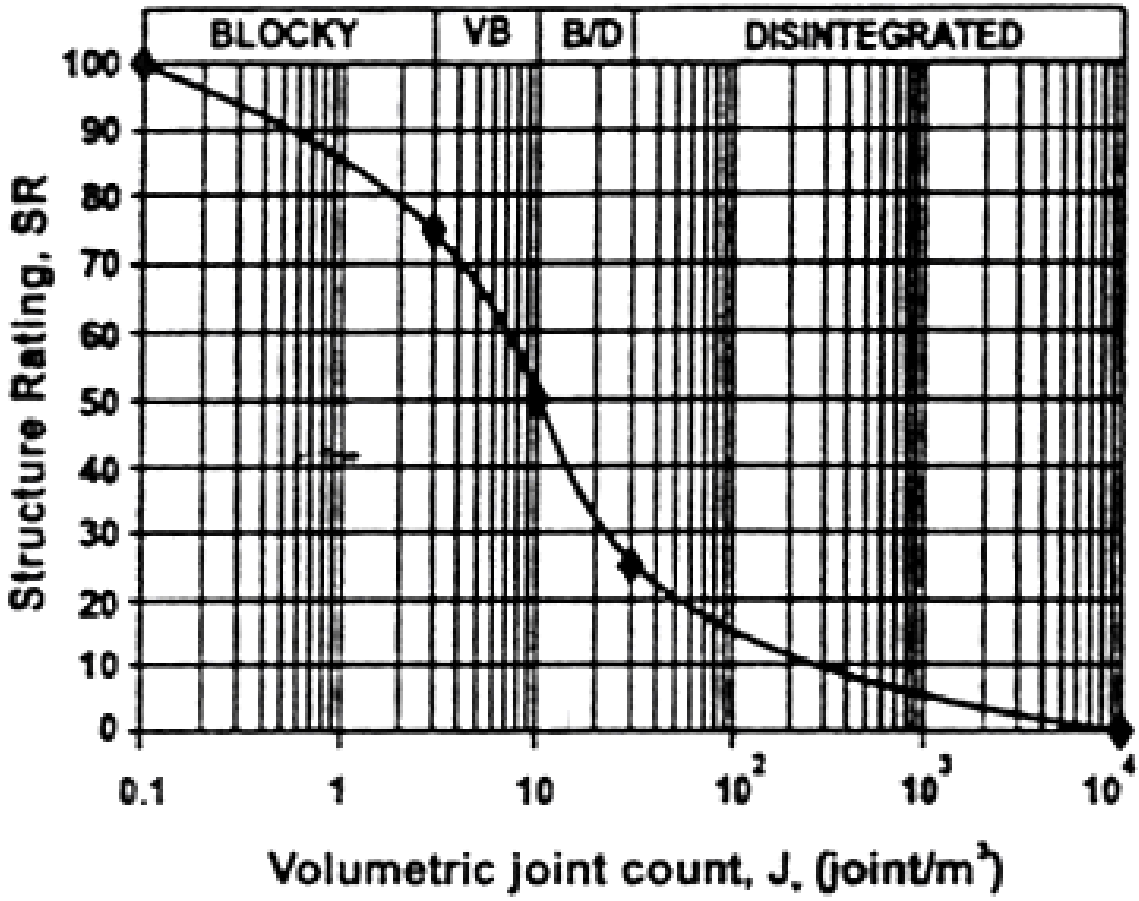
رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

شاخص مقاومتی زمین GSI



رابطه امتیاز ساختاری در طبقه‌بندی **GSI** با پارامتر تعداد درز در واحد مترمکعب(J_v)

بررسی های سطحی
Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

شاخص مقاومتی زمین GSI

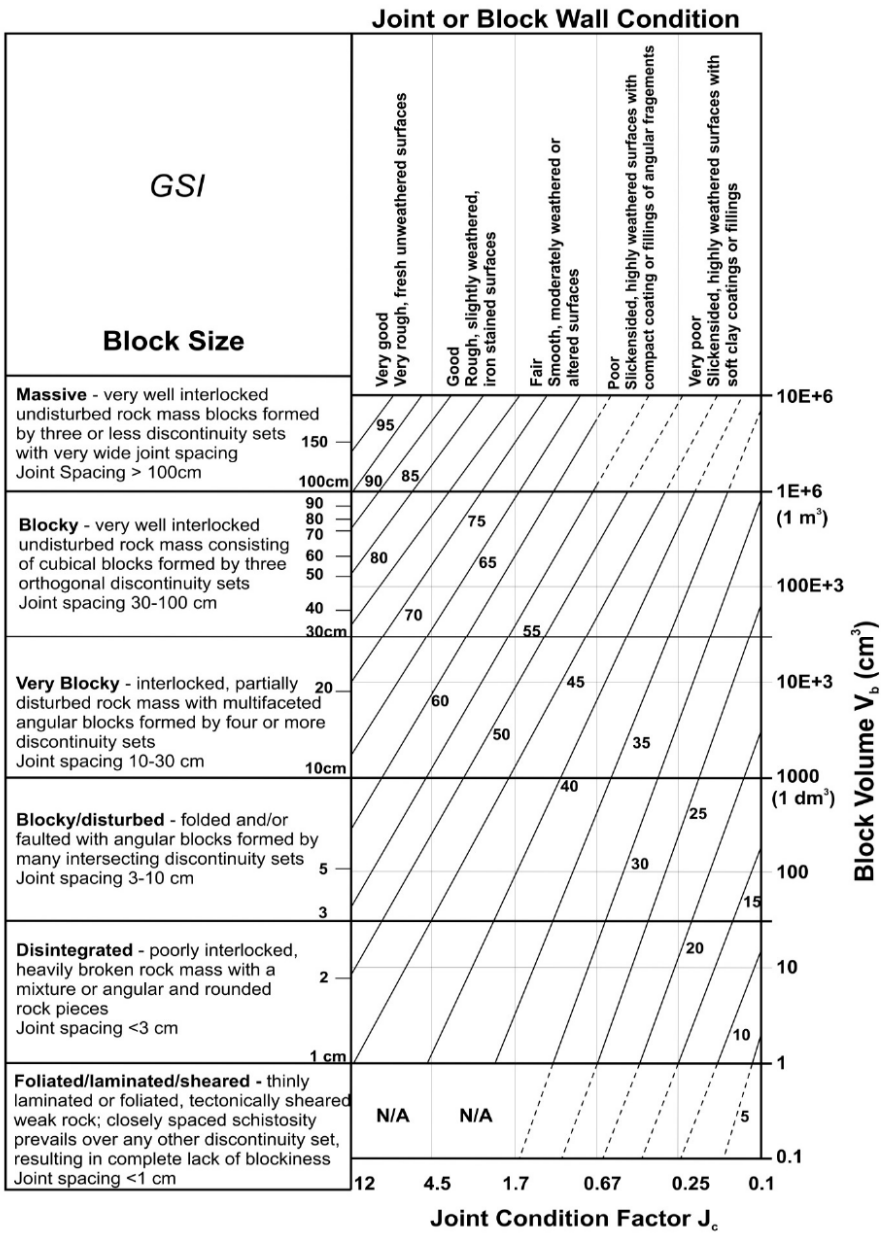


Figure 10. Modified Geological Strength Index (Barton and Bandis, 1990; Cai et al., 2004; Kaiser et al., 2000; Martin et al., 1999)

احمد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

طبقه‌بندی به روش RMR

Table 10. Values of Excavation Support Ratio, ESR (Barton et al. 1974)

Excavation category		ESR
A	Temporary mine openings	3-5
B	Permanent mine openings, water tunnels for hydro power (excluding high pressure penstocks), pilot tunnels, drifts and headings for large excavation	1.6
C	Storage rooms, water treatment plants, minor road and railway tunnels, surge chambers, access tunnels	1.3
D	Power stations, major road and railway tunnels, civil defense chambers, portal intersections.	1.0
E	Underground nuclear power stations, railway stations, sports and public facilities, factories	0.8

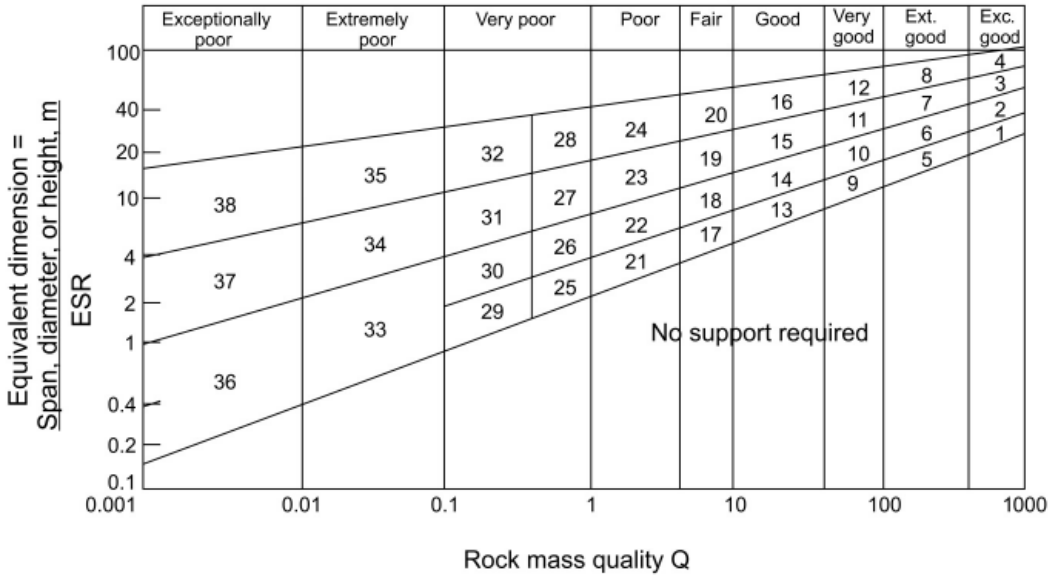


Figure 5. Tunnel support chart showing 38 support categories (Barton et al., 1974)

رضا صبا لمی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

طبقه‌بندی به روش RMR

1.7.6.3 Correlation between the RMR and Q-System

Bieniawski (1976) has developed the following correlation between the Q-index and the RMR in the form of a semi-log equation.

$$RMR = 9 \log Q + A$$

where A varies between 26 and 62, and the average of A is 44 (derived from 111 case histories in tunneling).

A similar relation was derived by Abad et al. (1983) on the basis of 187 case histories in coal mining:

$$RMR = 10.5 \log Q + 42$$

Further comparisons between Q and RMR systems are given by Barton (1988). It is advised to relate Q and RMR with caution (Bieniawski, 1989).

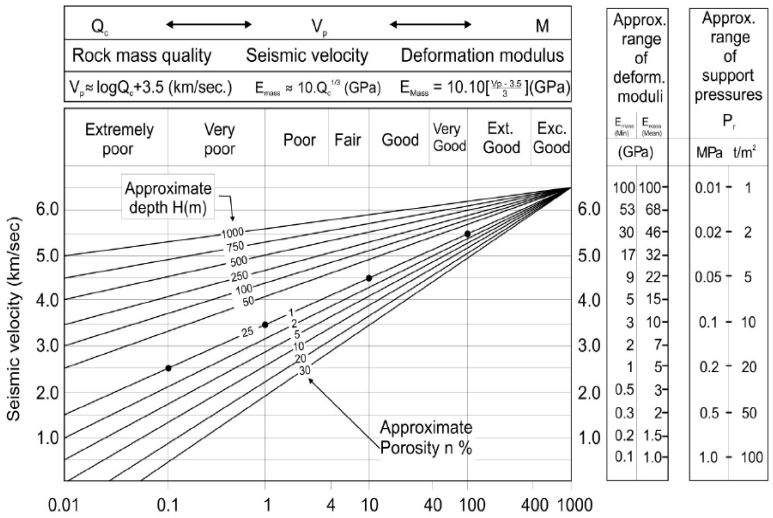


Figure 7. An integration of Seismic Velocity V_p, Q_c index, depth (H), Rock Mass Modulus, required support pressures (P_r), porosity, and Uniaxial Compressive Strength σ_c (Barton, 2002)

رضا مبالی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

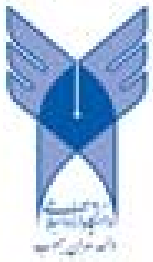
نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

شاخص مقاومتی زمین GSI

امتیاز پارامترهای R_r، R_w و R_f در طبقه‌بندی GSI

ROUGHNESS	VERY ROUGH	ROUGH	SLIGHTLY ROUGH	SMOOTH	SLICKENSIDED
RATING(R_R)	6	5	3	1	0
WEATHERING	NONE	SLIGHTLY WEATHERED	MODERATELY WEATHERED	HIGHLY WEATHERED	DECOMPOSED
RATING(R_W)	6	5	3	1	0
FILLING	NONE	HARD <5 MM	HARD >5 MM	SOFT <5 MM	SOFT >5 MM
RATING(R_F)	6	4	2	2	0
$SCR = R_R + R_W + R_F$					



نکات مهم در بررسی های سطحی

شناسایی خاک و سنگ

شاخص مقاومتی زمین GSI

Table 11a. Terms to describe large-scale waviness (Palmstrom, 1995b)

Waviness terms	Undulation	Rating for waviness J_w
Interlocking (large scale)		3
Stepped		2.5
Large undulation	>3%	2
Small to moderate undulation	0.3 - 3%	1.5
Planar	<0.3%	1

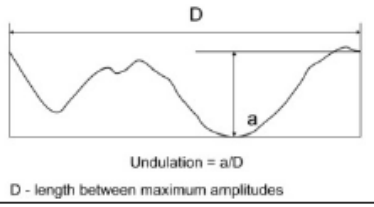


Table 11b. Terms to describe small-scale smoothness (Palmstrom, 1995b)

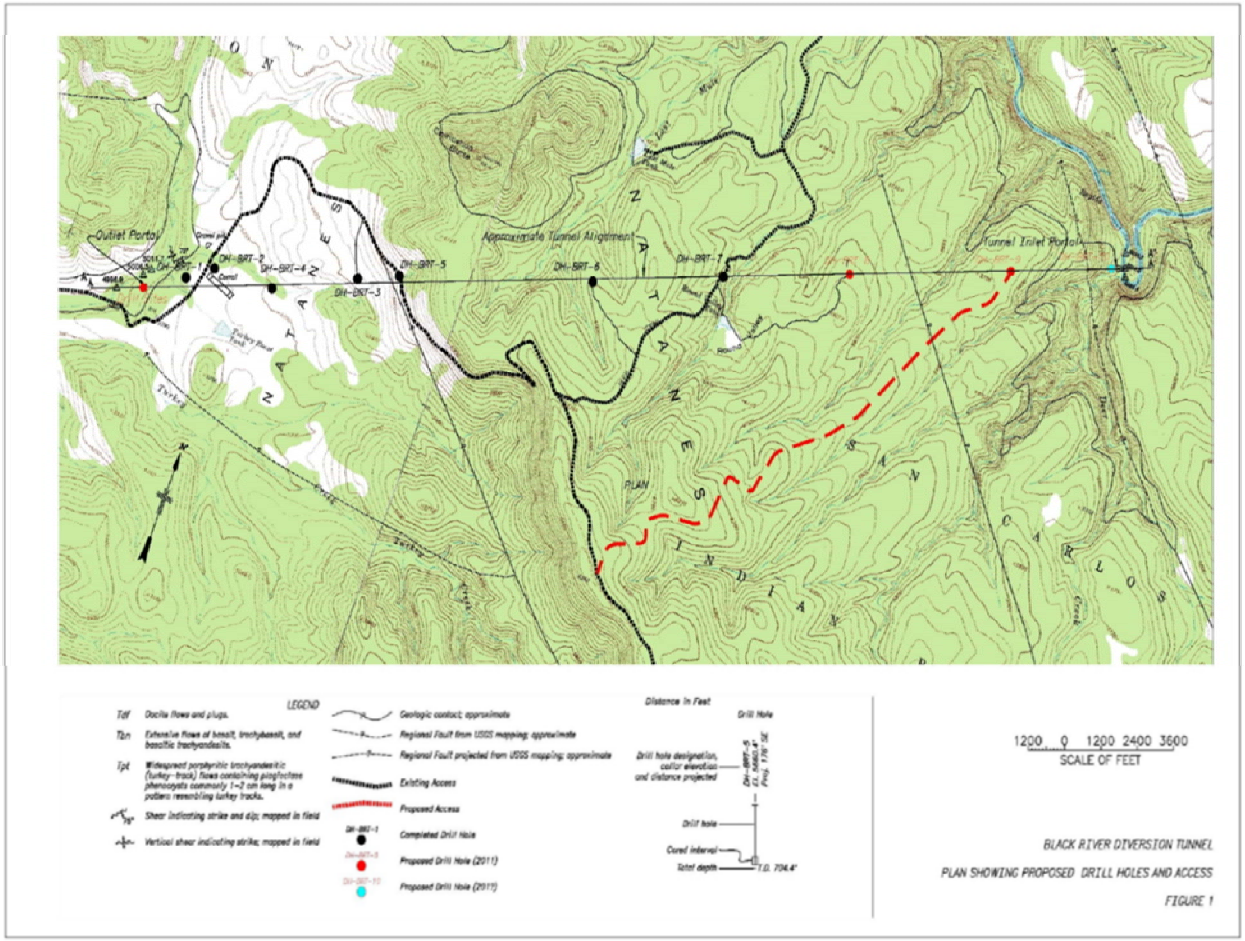
Smoothness terms	Description	Rating for smoothness J_s
Very rough	Near vertical steps and ridges occur with interlocking effect on the joint surface	3
Rough	Some ridge and side-angle are evident; asperities are clearly visible; discontinuity surface feels very abrasive (rougher than sandpaper grade 30)	2
Slightly rough	Asperities on the discontinuity surfaces are distinguishable and can be felt (like sandpaper grade 30 - 300)	1.5
Smooth	Surface appear smooth and feels so to touch (smoother than sandpaper grade 300)	1
Polished	Visual evidence of polishing exists. This is often seen in coating of chlorite and specially talc	0.75
Slickensided	Polished and striated surface that results from sliding along a fault surface or other movement surface	0.6 - 1.5

Jozvebama.ir

طرح مفهومی نهایی

تحلیل خطر،مدل زمین شناسی و طرح مفهومی

مورفولوژی عمومی



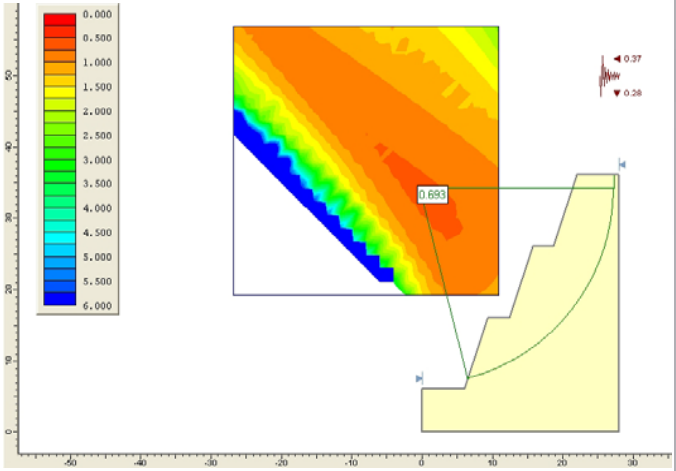
Indicates where holes will be drilled within 100 feet of eacother labeled as “Outlet Portal”

Jozvebama.ir

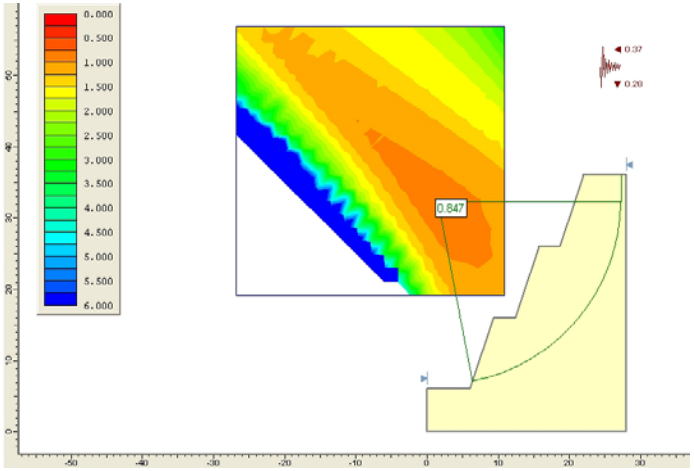
طرح مفهومی نهایی

تحلیل خطر،مدل زمین شناسی و طرح مفهومی

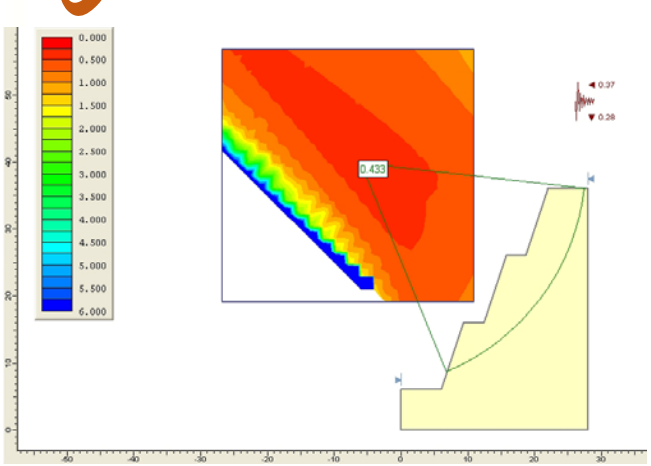
پایداری شیب ها



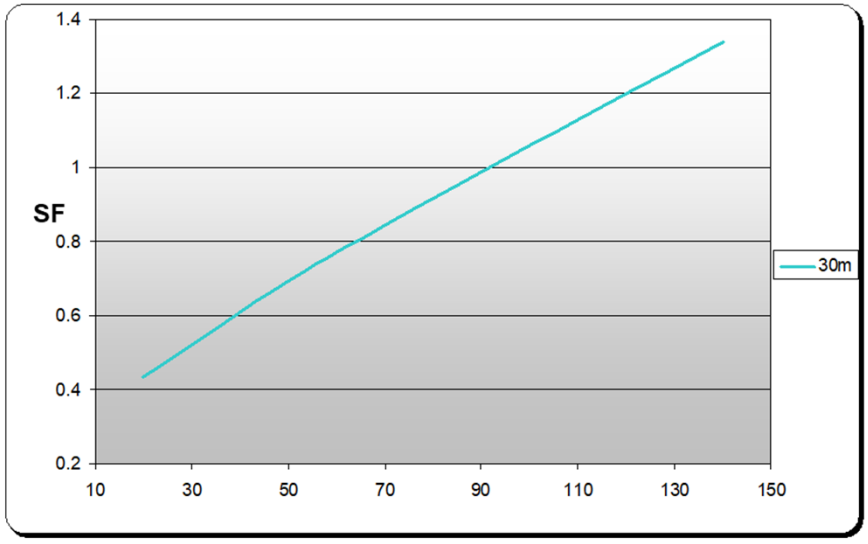
سطح لغزش ایجاد شده در دیواره ۳۰ متری به ازای **C=70 Kpa**



سطح لغزش ایجاد شده در دیواره ۳۰ متری به ازای **C=50 Kpa**



سطح لغزش ایجاد شده در دیواره ۳۰ متری به ازای **C=20 Kpa**



ارتباط ضریب ایمنی و چسبندگی در ارتفاع ۳۰ متر

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

طرح مفهومی نهایی

تحلیل خطر،مدل زمین شناسی و طرح مفهومی

پایداری شیب ها

IAMG'06

Society for Mathematical Geology
XI[th] International Congress
Université de Liège – Belgium

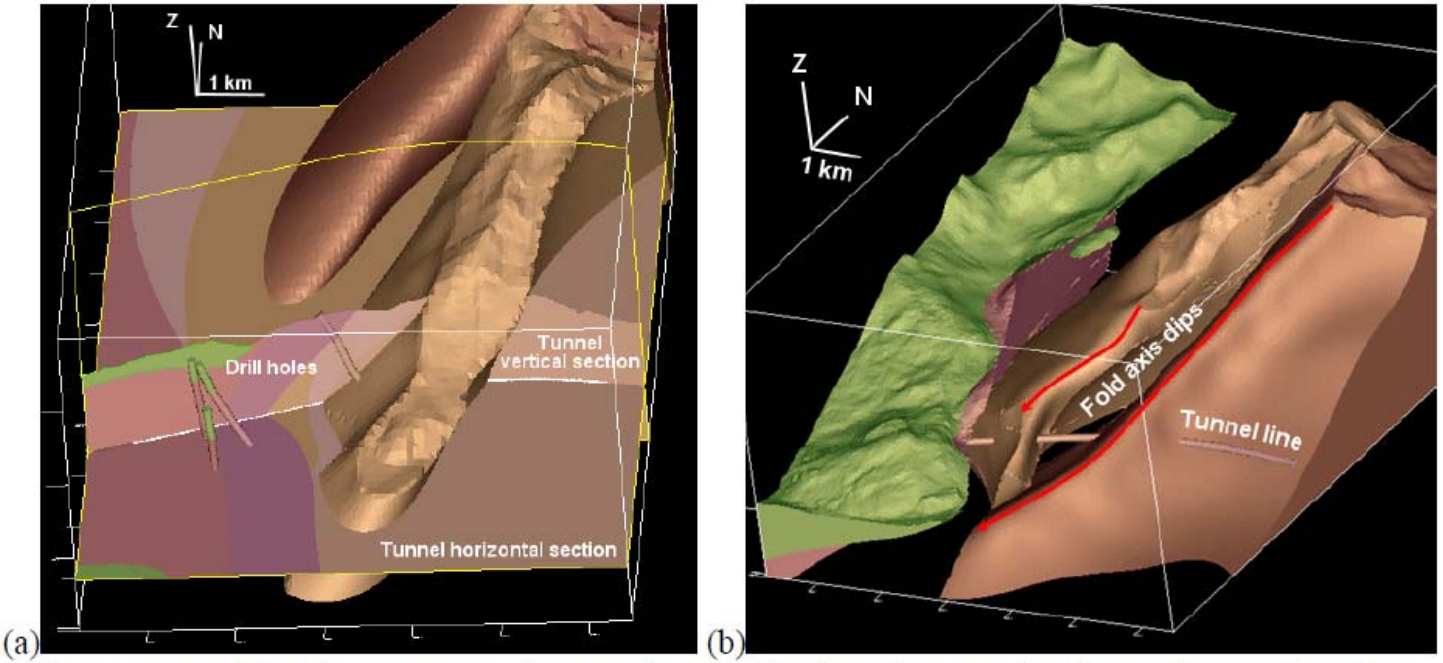
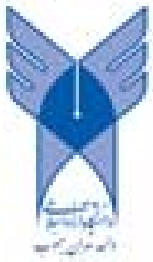


Fig. 3. 3D Model of the Sapey-Orgère zone (Alps). (a) View from South. Plane and curved sections along the tunnel are derived from the model. (b) View from S-E. Uncertainties along the tunnel are inferred by changing the interpretation of fold axis dips.



Jozvebama.ir

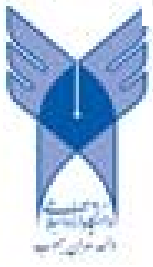
طرح مفهومی نهایی

تحلیل خطر،مدل زمین شناسی و طرح مفهومی

ارزیابی ریسک

جدول ۹: محاسبه‌ی شاخص شباهت با استفاده از فاصله هر گزینه از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل

ریسک‌های زمین‌شناسی		Si*	Si-	CCi	رتبه
برخورد با زون‌های خرد شده و گسله	A1	۲/۳۴۶	۲/۴۵۰	۰/۵۱۰۸	۱
ریزش و سقوط بلوک‌های سنگی	A2	۲/۳۵۱	۲/۳۳۷	۰/۴۹۸۵	۲
نشت و هجوم آب به داخل تونل	A3	۲/۸۳۴	۱/۷۵۹	۰/۳۸۳۰	۹
سینه‌کار مختلط	A4	۲/۷۷۵	۱/۸۰۵	۰/۳۹۴۱	۶
خطر تورم سازندهای شیلی و مارنی	A5	۲/۸۶۶	۱/۸۴۷	۰/۳۹۱۹	۸
پدیده‌ی لهیدگی	A6	۲/۵۶۸	۲/۳۴۲	۰/۴۷۷۰	۳
تشکیل گل	A7	۲/۷۴۳	۲/۰۰۹	۰/۴۲۲۷	۵
پتانسیل کارست	A8	۲/۸۵۱	۱/۸۴۹	۰/۳۹۳۴	۷
نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها	A9	۲/۶۴۳	۲/۰۷۴	۰/۴۳۹۷	۴



رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

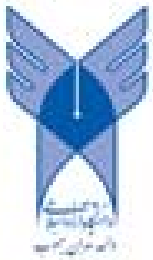
طرح مفهومی نهایی

تحلیل خطر،مدل زمین شناسی و طرح مفهومی

ارزیابی ریسک

جدول۱۰: ریسک‌های اصلی در هر پهنه

پهنه	ریسک‌های زمین‌شناسی	پهنه	ریسک‌های زمین‌شناسی	پهنه	ریسک‌های زمین‌شناسی
پهنه‌ی ۲	۱- ریزش و سقوط بلوک‌های سنگی	پهنه‌ی ۸	۱- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها	پهنه‌ی ۱۴	۱- برخورد با زون‌های خرد شده و گسله
	۲- سینه‌کار مختلط		۲- نشت و هجوم آب به داخل تونل		۲- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها
	۳- برخورد با زون‌های خرد شده و گسله		۳- برخورد با زون‌های خرد شده و گسله		۳- نشت و هجوم آب به داخل تونل
پهنه‌ی ۳	۱- برخورد با زون‌های خرد شده و گسله	پهنه‌ی ۹	۱- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها	پهنه‌ی ۱۵	۱- لهیدگی
	۲- ریزش و سقوط بلوک‌های سنگی		۲- نشت و هجوم آب به داخل تونل		۲- ریزش و سقوط بلوک‌های سنگی
	۳- لهیدگی		۳- برخورد با زون‌های خرد شده و گسله		۳- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها
پهنه‌ی ۴	۱- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها	پهنه‌ی ۱۰	۱- نشت و هجوم آب به داخل تونل	پهنه‌ی ۱۶	۱- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها
	۲- ریزش و سقوط بلوک‌های سنگی		۲- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها		۲- ریزش و سقوط بلوک‌های سنگی
	۳- لهیدگی		۳- خطر تورم سازندهای شیلی و مارنی		۳- نشت و هجوم آب به داخل تونل
پهنه‌ی ۵	۱- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها	پهنه‌ی ۱۱	۱- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها	پهنه‌ی ۱۷	۱- نشت و هجوم آب به داخل تونل
	۲- ریزش و سقوط بلوک‌های سنگی		۲- ریزش و سقوط بلوک‌های سنگی		۲- لهیدگی
	۳- خطر تورم سازندهای شیلی و مارنی		۳- نشت و هجوم آب به داخل تونل		۳- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها
پهنه‌ی ۶	۱- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها	پهنه‌ی ۱۲	۱- برخورد با زون‌های خرد شده و گسله	پهنه‌ی ۱۸	۱- نشت و هجوم آب به داخل تونل
	۲- نشت و هجوم آب به داخل تونل		۲- ریزش و سقوط بلوک‌های سنگی		۲- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها
	۳- پتانسیل کارست		۳- لهیدگی		۳- لهیدگی
پهنه‌ی ۷	۱- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها	پهنه‌ی ۱۳	۱- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها	پهنه‌ی ۱۹	۱- نشت و هجوم آب به داخل تونل
	۲- نشت و هجوم آب به داخل تونل		۲- نشت و هجوم آب به داخل تونل		۲- نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها
	۳- پتانسیل کارست		۳- لهیدگی		۳- لهیدگی



Jozvebama.ir

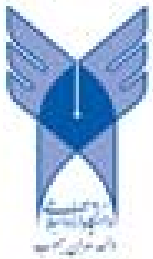
طرح مفهومی نهایی

تحلیل خطر،مدل زمین شناسی و طرح مفهومی

ارزیابی ریسک

جدول۱۱: نتایج حاصل از اعتبارسنجی برای پهنه‌های مختلف

شماره پهنه	نام پهنه	متراژ پهنه		برخورد با زون‌های خرد شده و گسله	ریزش و سقوط بلوک های سنگی	نشت و هجوم آب به داخل تونل	سینه کار مختلط	خطر تورم سازندهای شیلی و مارنی	پدیده لهیدگی	تشکیل گل	پتانسیل کارست	نشت گازهای سمی موجود در سنگ‌ها
		از کیلومتر	تا کیلومتر									
۱	P1	۰۰+۰۰۰	۰۰+۷۵۵									
۲	P2	۰۰+۷۵۵	۰۲+۰۱۵									
۳	P3	۰۲+۰۱۵	۰۲+۰۷۰									
۴	P4	۰۲+۰۷۰	۰۲+۲۶۵									
۵	g1	۰۲+۲۶۵	۰۳+۷۱۵		•	•	•			•		•
۶	Ki1	۰۳+۷۱۵	۰۴+۰۰۰			•	•			•	•	•
۷	Ki2	۰۴+۰۰۰	۰۴+۷۱۵	•		•				•	•	•
۸	Ki3	۰۴+۷۱۵	۰۴+۷۳۵	•		•					•	•
۹	Ki4	۰۴+۷۳۵	۰۴+۹۵۰	•		•				•	•	•
۱۰	g2	۰۴+۹۵۰	۰۵+۸۵۵	•		•		•			•	•
۱۱	P5	۰۵+۸۵۵	۰۶+۱۱۰	•	•							•
۱۲	g3	۰۶+۱۱۰	۰۷+۲۳۵	•	•				•			•
۱۳	P6	۰۷+۲۳۵	۰۷+۳۵۰									
۱۴	P7	۰۷+۳۵۰	۰۷+۳۷۰									
۱۵	g4	۰۷+۳۷۰	۰۹+۴۱۵									
۱۶	g5	۰۹+۴۱۵	۰۹+۹۱۰									
۱۷	g6	۰۹+۹۱۰	۱۱+۷۱۵									
۱۸	P8	۱۱+۷۱۵	۱۲+۲۰۵									
۱۹	g7	۱۲+۲۰۵	۱۳+۲۹۰									



Jozvebama.ir

طرح مفهومی نهایی

تحلیل خطر،مدل زمین شناسی و طرح مفهومی

مدل زمین شناسی

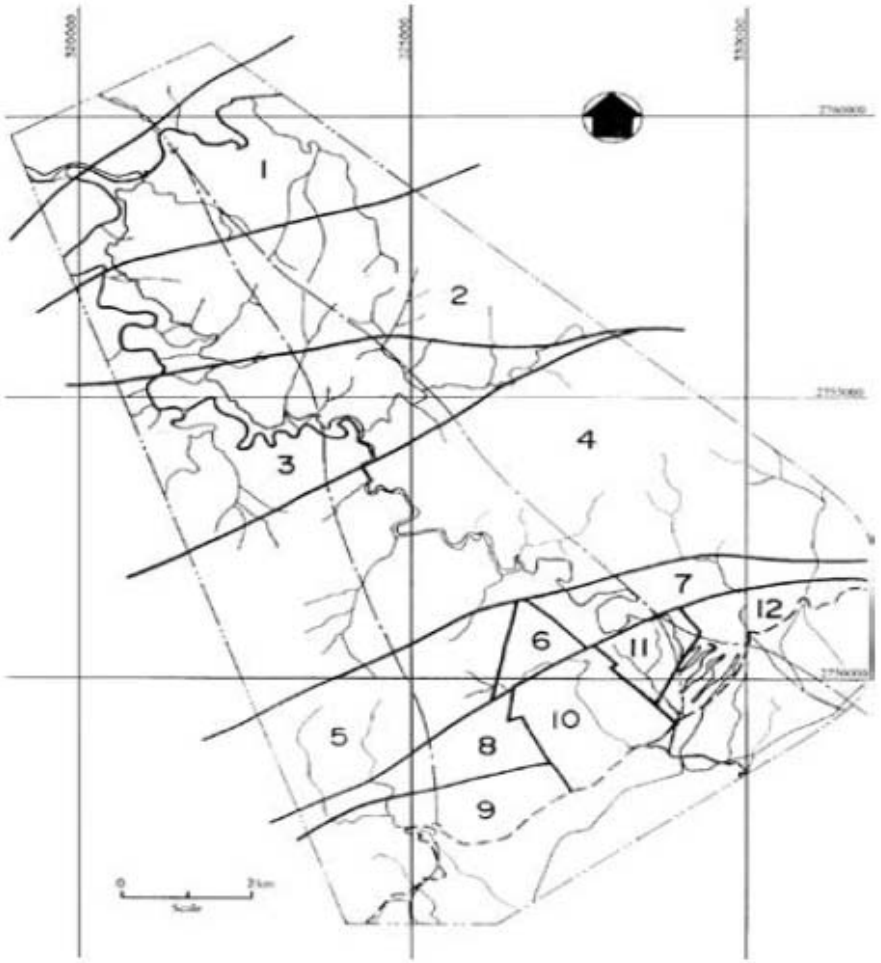


Figure 9.3: Zoning based structure homogeneity of project area.

Jozvebama.ir

طرح مفهومی نهایی

تحلیل خطر،مدل زمین شناسی و طرح مفهومی

مدل زمین شناسی

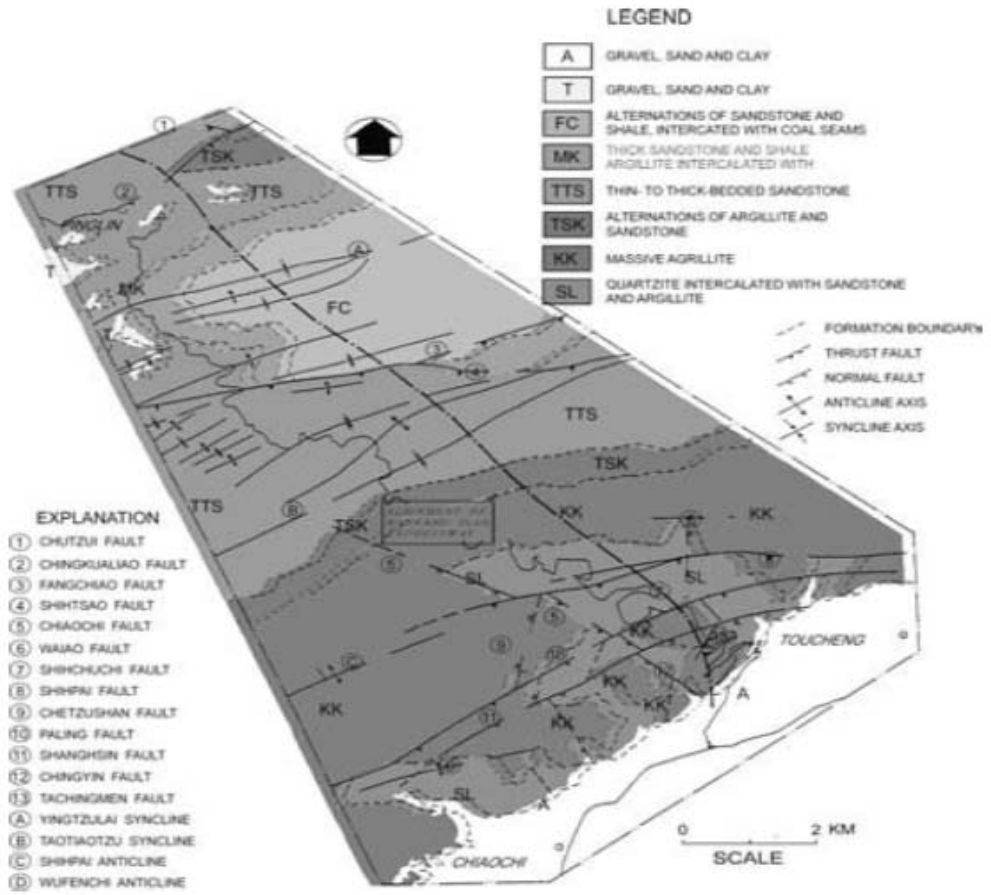


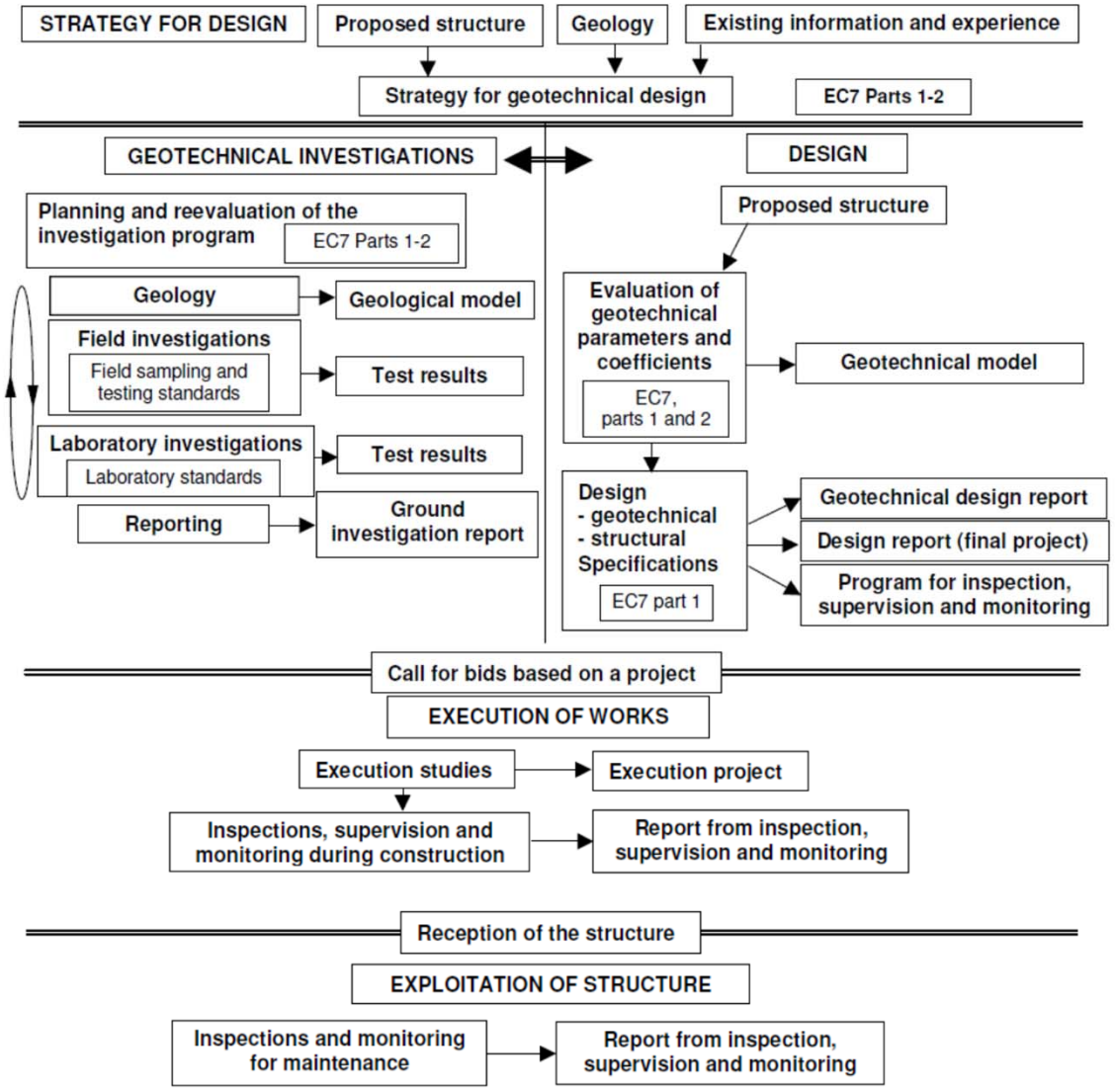
Figure 9.6: Geological plan map of Hsuehshan tunnel area

Jozvebama.ir

برنامه ریزی مطالعات ژئوتکنیک

Planning of geotechnical investigations

B.1 Stages of ground investigations in geotechnical design, execution of works and exploitation of the structure



رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

برنامه ریزی مطالعات ژئوتکنیک

B.2 Selection of ground investigation methods in different stages

Table B.1 — Example of the selection of ground investigation methods in different stages

Preliminary investigations		Design investigations		Control investigations	
Start Desk study of topographical, geological and hydrogeological maps. Aerial photo-interpretation. Archives. Site inspection.	Fine soil CPT, SS, DP or SPT Sampling (PS, TP, CS, OS) PMT, GW	Preliminary choice of foundation method	Pile foundation SS, CPT, DP, SPT or SR Sampling (PS, OS, CS) FVT, PMT, GWC (PIL)	Final choice of foundation method Design	Pile foundation PIL, Pile driving tests Stress wave measurements GWC, settlements Inclinometers
			Shallow foundation SS or CPT, DP, Sampling (PS, OS, CS, TP), FVT, DMT or PMT, BJT, GW		Shallow foundation Check of the soil type Check of the stiffness (CPT) Settlements
	Coarse soil SS, CPT, DP or SPT, SR Sampling (AS, OS, SPT, TP), PMT, DMT, GW	Preliminary choice of foundation method	Pile foundation CPT, DP or SPT Sampling (PS, OS, AS), FVT, DMT, GWO, (PIL)	Final choice of foundation method Design	Pile foundation PIL, Pile driving tests Stress wave measurements GWC, settlements Inclinometers
			Shallow foundation CPT+DP, SPT Sampling (PS, OS, AS, TP) possibly PMT, BJT, or DMT, (PLT), GWO		Shallow foundation Check of the soil type Check of the stiffness (CPT) Settlements
			Pile or shallow foundation SR with MWD, mapping of fissures, in TP, CS, RDT (PMT BJT, in weathered rock), GWO		Pile foundation Check of contact between pile tip and rock surface Check of fissuring in the rock surface. Water leakage Shallow foundation Check of inclination and fissuring in the rock surface

Jozvebama.ir

برنامه ریزی د

B.2 Selection of ground investigation methods in different stages

Table B.1 — Example of the selection of ground investigation methods in different stages

Preliminary investigations		Design investigations		Control investigations	
Start Desk study of topographical, geological and hydrogeological maps. Aerial photo-interpretation. Archives. Site inspection.	Fine soil CPT, SS, DP or SPT Sampling (PS, TP, CS, OS) PMT, GW	Preliminary choice of foundation method	Pile foundation SS, CPT, DP, SPT or SR Sampling (PS, OS, CS) FVT, PMT, GWC (PIL)	Final choice of foundation method Design	Pile foundation PIL, Pile driving tests Stress wave measurements GWC, settlements Inclinometers
			Shallow foundation SS or CPT, DP, Sampling (PS, OS, CS, TP), FVT, DMT or PMT, BJT, GW		Shallow foundation Check of the soil type Check of the stiffness (CPT) Settlements
	Coarse soil SS, CPT, DP or SPT, SR Sampling (AS, OS, SPT, TP), PMT, DMT, GW	Preliminary choice of foundation method	Pile foundation CPT, DP or SPT Sampling (PS, OS, AS), FVT, DMT, GWO, (PIL)	Final choice of foundation method Design	Pile foundation PIL, Pile driving tests Stress wave measurements GWC, settlements Inclinometers
			Shallow foundation CPT+DP, SPT Sampling (PS, OS, AS, TP) possibly PMT, BJT, or DMT, (PLT), GWO		Shallow foundation Check of the soil type Check of the stiffness (CPT) Settlements
			Pile or shallow foundation SR with MWD, mapping of fissures, in TP, CS, RDT (PMT BJT, in weathered rock), GWO		Pile foundation Check of contact between pile tip and rock surface Check of fissuring in the rock surface. Water leakage Shallow foundation Check of inclination and fissuring in the rock surface

Table B.1 (*continued*)

Abbreviations		
Field testing		**Sampling**
BJT	Borehole jack test	PS Piston sampler
DP	Dynamic probing	CS Core sampler
SR	Soil/rock sounding	AS Auger sampler
SS	Static sounding (e.g. weight sounding test, WST)	OS Open sampler
CPT(U)	Cone penetration test (with pore pressure recording	TP Test pit sampling
SPT	Standard penetration test	
PMT	Pressuremeter test	
DMT	Dilatometer test	**Groundwater measurements**
FVT	Field vane test	GWGroundwater measurements
PLT	Plate load test	GWO Groundwater measurements with open system
MWD	Measuring while drilling	GWC Groundwater measurements with closed system
SE	Seismic measurements	
PIL	Pile load test	
RDT	Rock dilatometer test	
Notes Surveying and logging are not included in this chart Laboratory tests are not presented on this flow chart		

رضا صبا لبی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

برنامه ریزی مطالعات ژئوتکنیک

Table A.1 — List of test results of geotechnical standards

Field test [a]	Test results
CPT	– Cone penetration resistance (q_c) – Local unit side friction (f_s) – Friction ratio (R_f)
CPTU	– Corrected cone resistance (q_t) – Local unit side friction (f_s) – Measured pore pressure (u)
Dynamic probing	– Number of blows N_{10} for the following tests: DPL, DPM, DPH – Number of blows (N_{10}) or (N_{20}) for the DPSH test
SPT	– Number of blows N – Energy correction E_r – Soil description
Ménard pressuremeter test	– Pressuremeter modulus (E_M) – Creep pressure (p_f) – Limit pressure (p_{LM}) – Expansion curve
Flexible dilatometer test	– Dilatometer modulus (E_{FDT}) – Deformation curve
All other pressuremeter tests	– Expansion curve
Field vane test	– Undrained shear strength (uncorrected) (c_{fv}) – Remoulded undrained shear strength (c_{rv}) – Torque-rotation curve

Weight sounding test	– Continuous record of weight sounding resistance
	– Weight sounding resistance is:
	  – either the penetration depth for a standard load;
	  – or the number of half-turns required for every 0,2 m penetration, at the standard load of 1 kN

Plate loading test	– Ultimate contact pressure (p_u)
Flat dilatometer test	– Corrected lift-off pressure (p_0) – Corrected expansion pressure (p_1) at 1,1 mm – Dilatometer modulus E_{DMT}, material index (I_{DMT}) and horizontal stress index (K_{DMT})

Table A.1 (*continued*)

Laboratory test [b]	Test results
Water content (soil)	– Value of (w)
Bulk mass density (soil)	– Value of (ρ)
Particle mass density (soil)	– Value of (ρ_s)
Particle size distribution (soil)	– Grain size distribution curve
Consistency limits (soil)	– Plastic and liquid limit values (w_P), (w_L)
Density index (soil)	– Values of e_{max}, e_{min} and I_D
Organic content (soil)	– Value of organic content (C_{OM})
Carbonate content (soil)	– Value of carbonate content (C_{CaCO3})
Sulfate content (soil)	– Value of sulfate content (C_{SO4}^{2-}) or (C_{SO3}^{2-})
Chlorite content (soil)	– Value of chlorite content (C_{Cl})
pH (soil)	– Value of pH
Compressibility oedometer (soil)	– Compressibility curve (different options) – Consolidation curves (different options) – Secondary compression curve (creep curve) – Values of E_{oed} (stress interval) and σ'_p or C_s, C_c, σ'_p – Value of C_α
Laboratory vane (soil)	– Value of strength index (c_u)
Fall cone (soil)	– Value of strength index (c_u)
Unconfined compression (soil)	– Value of strength index $q_u = 2c_u$
Unconsolidated undrained compression (soil)	– Value of undrained shear strength (c_u)
Consolidated triaxial compression (soil)	– Stress-strain curve(s) and pore pressure curve – Stress paths – Mohr circles – c', φ' or c_u – Variations of c_u with σ'_c – Deformation parameter(s) (E') or (E_u)
Consolidated direct shear box (soil)	– Stress-displacement curve – τ–σ diagram – c', φ' – Residual parameters

Jozvebama.ir

برنامه ریزی مطالعات ژئوتکنیک

Table A.1 (*continued*)

Laboratory test [b]	Test results
California bearing ratio (soil)	– Value of the CBR index (I_{CBR})
Permeability (soil)	– Value of the coefficient of permeability (k): – from direct laboratory permeability test – from field permeability tests – from oedometer test
Water content (rock)	– Value of w
Density and porosity (rock)	– Value of ρ and n
Swelling (rock)	– Swelling Strain Index – Swelling pressure – Free swell – Swell under constant load
Uniaxial compression and deformability (rock)	– Value of σ_C – Value of deformation modulus (E) – Value of Poisson's ratio (ν)
Point-load test (rock)	– Strength index I_{s50}
Direct shear test (rock)	– Stress-displacement curve – Mohr diagram – c', φ' – Residual parameters
Brazil test (rock)	– Tensile strength (σ_T)
Triaxial compression test (rock)	– Stress-strain curve(s) – Stress paths – Mohr circles – c', φ' – Values of deformation modulus (E) and Poisson's ratio (ν)

[a] See Section 4.
[b] See Section 5.

Jozvebama.ir

Table 2.1 — Simplified overview of the applicability of field investigation methods[a] covered by Sections 3 and 4

Field investigation methods [a]	Possibly obtainable results																	
	Sampling						Field tests										Groundwater measurements	
	Soil			Rock														
	Category A	Category B	Category C	Category A	Category B	Category C	CPT & CPTU	Pressuremeter [c]	RDT Flexible	Dilatometer	SPT[d]	DPL/DPM	DPH/DPSH	WST	FVT	DMT	PLT	Open system	Closed system
Basic information																		
Type of soil	C1 F1	C1 F1	C2 F2	—	—	—	C2 F2	C3 F3	—	C3 F3	C2 F1	C3 F3	C3 F3	—	—	C2 F2	—	—	—
Type of rock	—	—	—	R1	R1	R2	R3[e]	R3	R2		—	—	—	—	—	—	—	—	—
Extension of layers[b]	C1 F1	C1F1	C3 F3	R1	R1	R2	C1 F1	R3 C3 F3	R3	C3 F3	C2 F2	C1 F2	C1 F2	F2	—	C2 F1	—	—	—
Groundwater level	—	—	—	—	—	—	C2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	R2 C1 F2	R1 C1 F1
Pore water pressure	—	—	—	—	—	—	C2 F2	F3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	R2 C1 F2	R1 C1 F1
Geotechnical properties																			
Particle size	C1 F1	C1 F1		R1	R1	R2	—	—	—	—	C2 F1	—	—	—	—	—	—	—	—
Water content	C1 F1	C2 F1	C3 F3	R1	R1	—	—	—	—	—	C2 F2	—	—	—	—	—	—	—	—
Atterberg limits	F1	F1	—	—	—	—	—	—	—	—	F2	—	—	—	—	—	—	—	—
Density	C2 F1	C3 F3	—	R1	R1	—	C2 F2	—	—	—	C2F2	C2	C2	—	—	C2 F2	—	—	—
Shear strength	C2 F1	—	—	R1	—	—	C2 F1	C1 F1	—	—	C2 F3	C2 F3	C2 F3	C2	F1	C2 F1	R2 C1 F1	—	—
Compressibility	C2 F1	—	—	R1	—	—	C1 F2	C1 F1	R1	F1	C2 F2	C2 F2	C2 F2	C2	—	C2 F1	C1F1	—	—
Permeability	C2 F1	—	—	R1	—	—	C3 F2	F3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	C2 F3	C2 F2
Chemical tests	C1 F1	C1 F1	—	R1	R1	—	—	—	—	—	C2 F2	—	—	—	—	—	—	—	—

[a] see sections 3 and 4 for nomenclature
[b] in horizontal and vertical direction
[c] will depend on pressuremeter type
[d] assuming sample is retained
[e] soft rock only

Applicability:

R1 High for rock — R2 Medium for rock — R3 Low for rock
C1 High for coarse soil *) — C2 Medium for coarse soil — C3 Low for coarse soil
F1 High for fine soil *) — F2 Medium for fine soil — F3 Low for fine soil
— not applicable

*) main soil groups "coarse" and "fine" according to ISO 14688-1

NOTE Depending on the ground conditions (such as soil type, groundwater conditions) and the planned design, the selection of investigation methods will vary and may deviate from this table.

رضا عبدالهی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

برنامه ریزی مطالعات ژئوتکنیک

Table A.1 (*continued*)

Laboratory test [b]	Test results
Water content (soil)	– Value of (w)
Bulk mass density (soil)	– Value of (ρ)
Particle mass density (soil)	– Value of (ρ_s)
Particle size distribution (soil)	– Grain size distribution curve
Consistency limits (soil)	– Plastic and liquid limit values (w_P), (w_L)
Density index (soil)	– Values of e_{max}, e_{min} and I_D
Organic content (soil)	– Value of organic content (C_{OM})
Carbonate content (soil)	– Value of carbonate content (C_{CaCO3})
Sulfate content (soil)	– Value of sulfate content (C_{SO4}^{2-}) or (C_{SO3}^{2-})
Chlorite content (soil)	– Value of chlorite content (C_{Cl})
pH (soil)	– Value of pH
Compressibility oedometer (soil)	– Compressibility curve (different options) – Consolidation curves (different options) – Secondary compression curve (creep curve) – Values of E_{oed} (stress interval) and σ'_p or C_s, C_c, σ'_p – Value of C_α
Laboratory vane (soil)	– Value of strength index (c_u)
Fall cone (soil)	– Value of strength index (c_u)
Unconfined compression (soil)	– Value of strength index $q_u = 2c_u$
Unconsolidated undrained compression (soil)	– Value of undrained shear strength (c_u)
Consolidated triaxial compression (soil)	– Stress-strain curve(s) and pore pressure curve – Stress paths – Mohr circles – c', φ' or c_u – Variations of c_u with σ'_c – Deformation parameter(s) (E') or (E_u)
Consolidated direct shear box (soil)	– Stress-displacement curve – τ–σ diagram – c', φ' – Residual parameters

رضا مبالی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

EN 1997-2:2007 (E)

فاصله و عمق گمانه ها

B.3 examples of recommendations for the spacing and depth of investigations

(1) The following spacing of investigation points should be used as guidance:

- for high-rise and industrial structures, a grid pattern with points at 15 m to 40 m distance;
- for large-area structures, a grid pattern with points at not more than 60 m distance;
- for linear structures (roads, railways, channels, pipelines, dikes, tunnels, retaining walls), a spacing of 20 m to 200 m;
- for special structures (e.g. bridges, stacks, machinery foundations), two to six investigation points per foundation;
- for dams and weirs, 25 m to 75 m distance, along relevant sections.

(2) For the investigation depth z_a the following values should be used as guidance. (The reference level for z_a is the lowest point of the foundation of the structure or structural element, or the excavation base.) Where more than one alternative is specified for establishing z_a, the one which yields the largest value should be applied.

NOTE For very large or highly complex projects, some of the investigation points generally extend to greater depths than those specified under B.3 (5) to B.3 (13).

(3) Greater investigation depths should always be selected, where unfavourable geological conditions, such as weak or compressible strata below strata of higher bearing capacity, are presumed.

Jozvebama.ir

فاصله و عمق گمانه ها

(4) Where structures under B.3 (5) to B.3 (8) and B.3 (13) are built on competent strata, the depth of investigation can be reduced to $z_a = 2$ m, unless the geology is indistinct, in which case at least one borehole should be taken down to a minimum of $z_a = 5$ m. If a bedrock formation is encountered at the proposed base of the structure, this should be taken as the reference level for z_a. Otherwise, z_a refers to the surface of the bedrock formation.

(5) For high-rise structures and civil engineering projects, the larger value of the following conditions should be applied (see Figure B.1 a)):

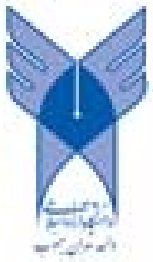
- $z_a \geq 6$ m;
- $z_a \geq 3{,}0 b_F$.

where b_F is the smaller side length of the foundation.

(6) For raft foundations and structures with several foundation elements whose effects in deeper strata are superimposed on each other:

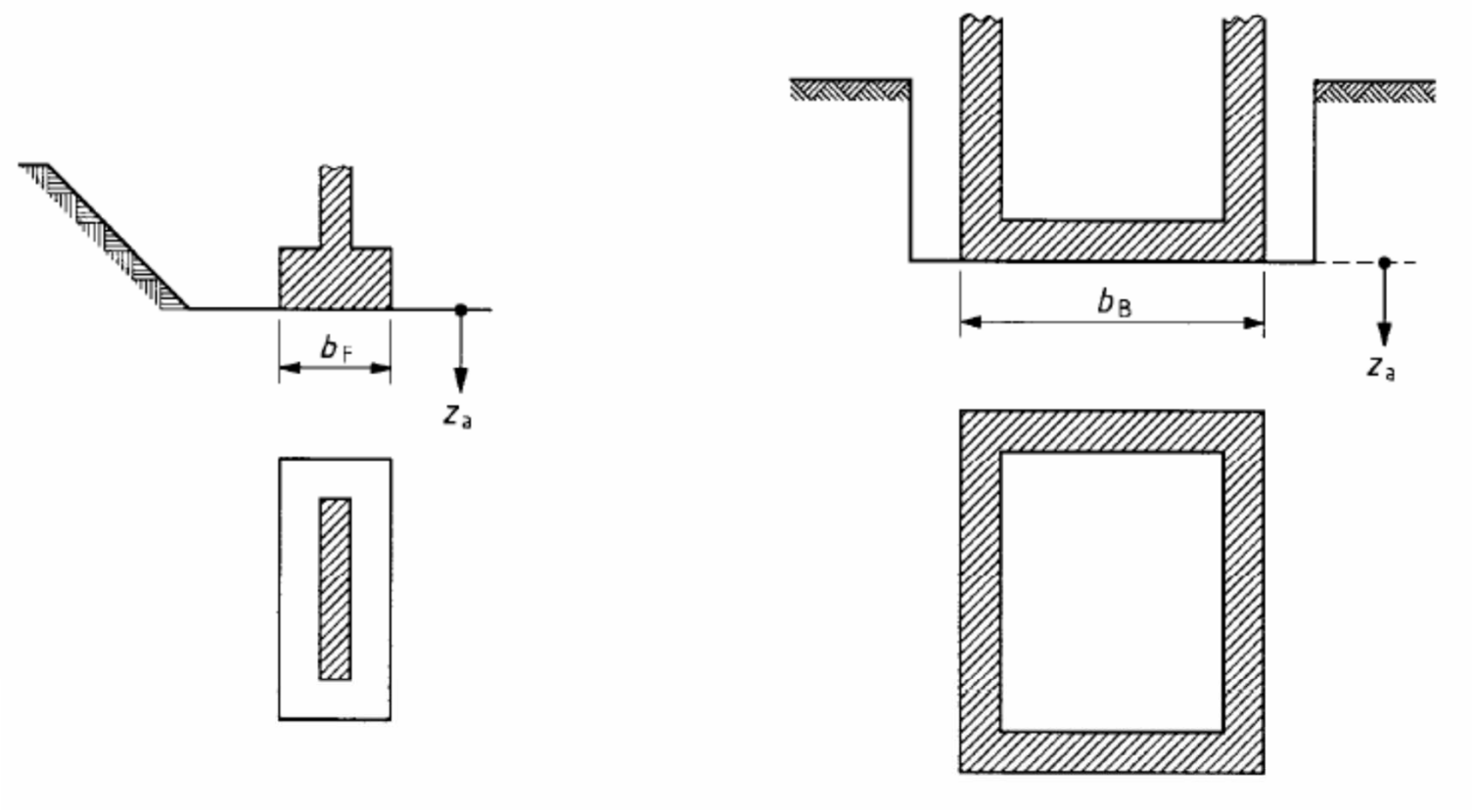
$$z_a \geq 1{,}5 \cdot b_B$$

where b_B is the smaller side of the structure, (see Fig. B.1 b)).



Jozvebama.ir

فاصله و عمق گمانه ها



a) foundation b) structure

Figure B.1 — High-rise structures, civil engineering projects

Jozvebama.ir

EN 1997-2:2007 (E)

فاصله و عمق گمانه ها

(7) Embankments and cuttings, the larger value of the following conditions should be met (see Figure B.2):

a) embankment

b) cutting

Figure B.2 — Embankments and cuttings

a) For dams:

- $0{,}8h < z_a < 1{,}2h$
- $z_a \geq 6$ m

where h is the embankment height.

b) For cuttings:

- $z_a \geq 2{,}0$ m
- $z_a \geq 0{,}4h$

where h is the dam height or depth of cutting.

Jozvebama.ir

فاصله و عمق گمانه ها

(8) Linear structures, the larger value of the following conditions should be met (see Figure B.3):

a) road b) trench

Figure B.3 — Linear structures

a) For roads and airfields:

$z_a \geq 2$ m below the proposed formation level.

b) For trenches and pipelines, the larger value of:

- $z_a \geq 2$ m below the invert level;
- $z_a \geq 1{,}5 b_{Ah}$

where b_{Ah} is the width of excavation.

c) Where relevant, the recommendations for embankments and cuttings should be followed.

Jozvebama.ir

فاصله و عمق گمانه ها

(9) For small tunnels and caverns, (see Figure B.4):

$$b_{Ab} < z_a < 2{,}0 b_{Ab}$$

where b_{Ab} is the width of excavation.

The groundwater conditions described in (10) b) should also be taken into account.

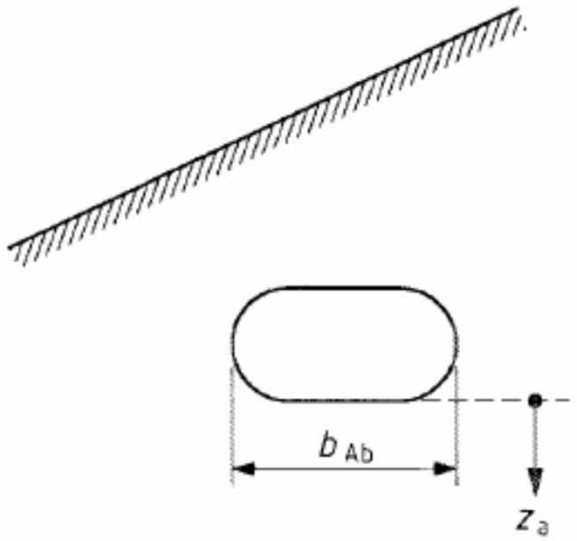


Figure B.4 — Tunnels and caverns

Jozvebama.ir

EN 1997-2:2007 (E)

فاصله و عمق گمانه ها

(10) Excavations (see Figure B.5).

a) Where the piezometric surface and the groundwater tables are below the excavation base, the larger value of the following conditions should be met:

- $z_a \geq 0{,}4h$
- $z_a \geq (t + 2{,}0)$ m

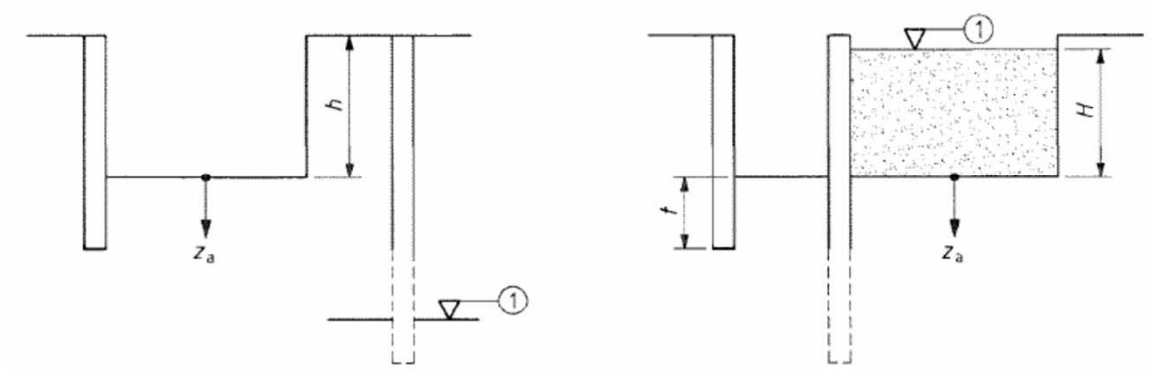
where
t is the embedded length of the support; and
h is the excavation depth.

b) Where the piezometric surface and the groundwater tables are above the excavation base, the larger value of the following conditions should be met:

- $z_a \geq (1{,}0H + 2{,}0)$ m
- $z_a \geq (t + 2{,}0)$ m

where
H is the height of the groundwater level above the excavation base; and
t is the embedded length of the support.

If no stratum which is slightly permeable to groundwater is encountered down to these depths:
$z_a \geq t + 5$ m.



Key
1 groundwater

Figure B.5 — Excavations

رضا میرالی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

فاصله و عمق گمانه ها

(11) For water-retaining structures, z_a should be specified as a function of the proposed level of impounded water, the hydrogeological conditions and the construction method.

(12) For cut-off walls (see Figure B.6):

– $z_a \geq 2$ m below the surface of the stratum impermeable to groundwater.

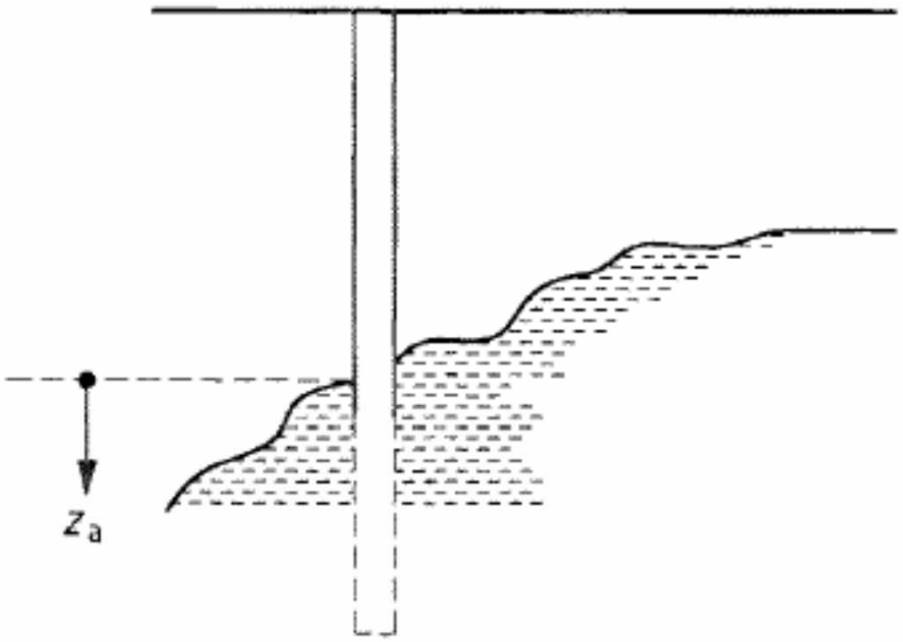


Figure B.6 — Cut-off wall

Jozvebama.ir

EN 1997-2:2007 (E)

فاصله و عمق گمانه ها

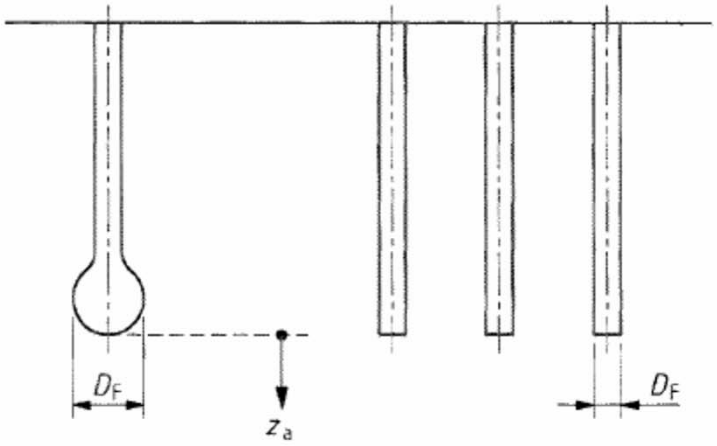
(13) For piles (see Figure B.7), the following three conditions should be met:

- $z_a \geq 1{,}0 b_g$
- $z_a \geq 5{,}0$ m
- $z_a \geq 3 D_F$

where

D_F is the pile base diameter; and

b_g is the smaller side of the rectangle circumscribing the group of piles forming the foundation at the level of the pile base.



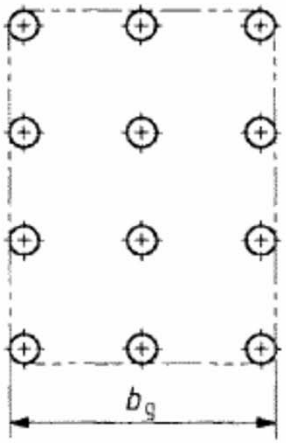
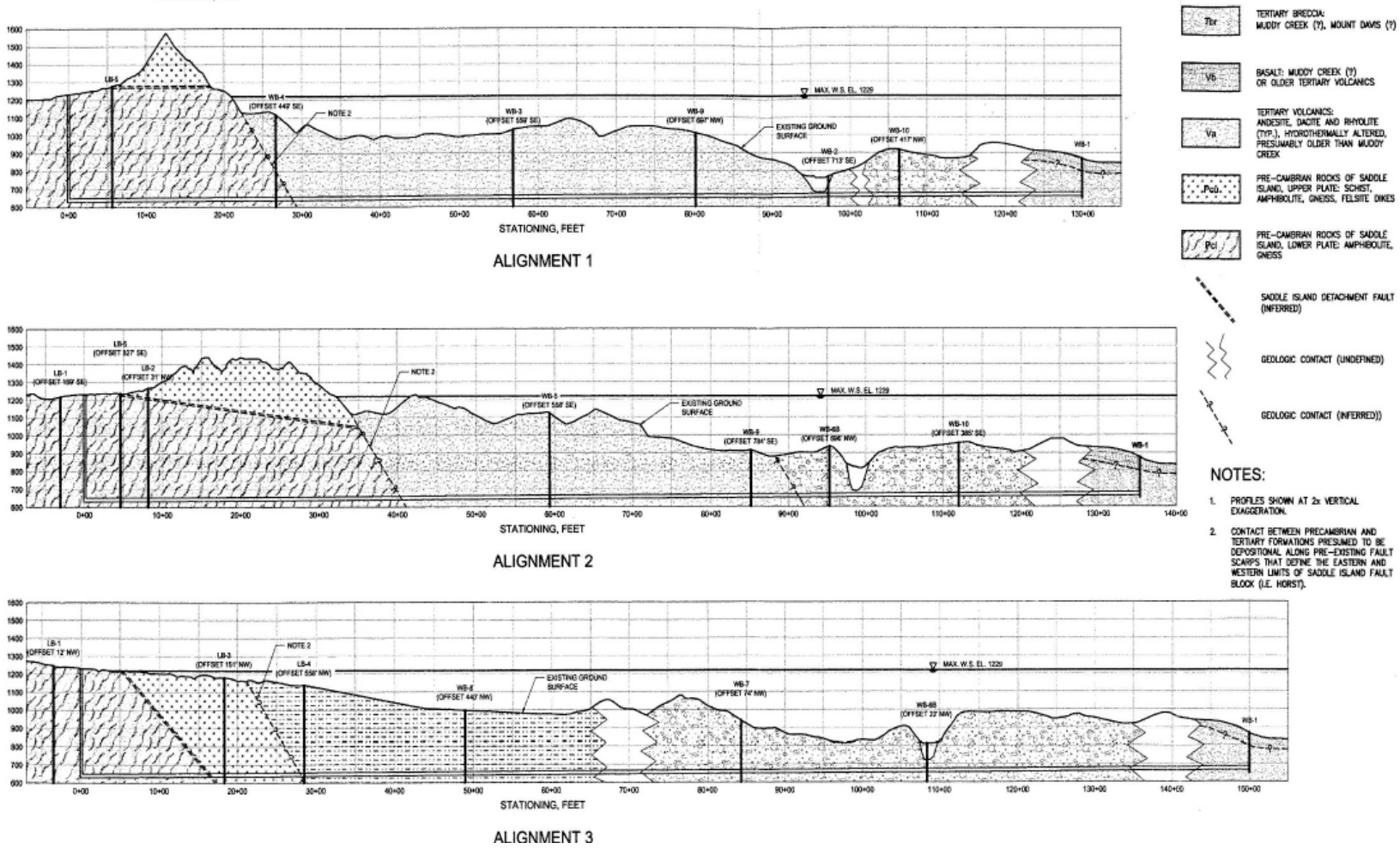


Figure B.7 — Pile groups

Jozvebama.ir

نقشه گمانه ها و آزمایش های صحرایی

موقعیت گمانه ها



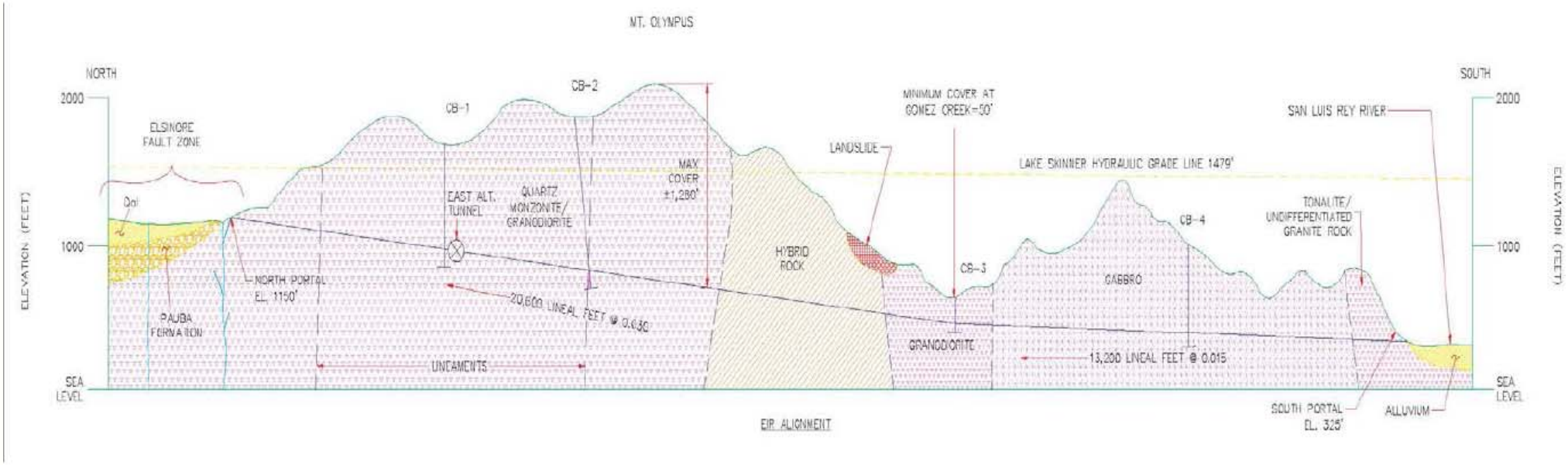
کمانه در خاک

رضا عبداللهی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

نقشه گمانه ها و آزمایش های صحرایی

موقعیت گمانه ها



کمانه در سنگ

رضا عبدالهی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

Jozvebama.ir

به نام خدا

سؤالات امتحان پایانی نیمسال ۹۹-۲

دانشکده: فنی و مهندسی

مشخصات امتحان	تاریخ امتحان:۱۴۰۰،۰۴،۲۷ گروه:مهندسی عمران(کارشناسی) کد درس:۱۳۸۵۰ استاد:رضا عبدالهی عنوان درس:تحقیقات محلی وسائل مجاز جزوه: مدت امتحان: ۶۰ دقیقه جلسه امتحان:دوم

لطفا به موارد زیر قبل از پاسخگویی دقت نمایید :

۱- نام و نام خانوادگی و شماره دانشجویی خود را در تمام برگه های پاسخنامه ارایه شده بنویسید

۲- خوش خط و مرتب و در برگه های پاسخنامه دانشگاه بنویسید. مراحل پاسخ را با تیتر مناسب تفکیک و مشخص کنید.

۳- در پاسخگویی به سوالات به صورت مسئله دقت کنید و فقط موارد خواسته شده را کاملا توضیح داده و از نوشتن توضیحات اضافی و بی ربط به مسئله اجتناب نمایید

۴- پس از اتمام پاسخ به سوالات عکس با کیفیت بالا تهیه نموده و تمام تصاویر را به یک فایل با فرمت **pdf** تبدیل نموده و در سامانه آپلود نمایید.

۵- از ارسال عکس به صورت تک تک برگه ها اجتناب نمایید و همه پاسخنامه در یک فایل با فرمت **pdf** ارسال گردند. نام فایل ارسالی باید به صورت (کدکلاس+کد درس بدون فاصله و علامت جداکننده) مثلا **13850106.pdf** باشد . پروژه در همان ایمیل به همراه پاسخنامه پیوست گردد

****

اجرای یک سیلوی بتنی ذخیره گندم شامل ۵۱ کندو به ارتفاع ۸۰ متر با مقطع دایره (۲۰ کندو در طول ۲۰۰ متر و سه کندو در عرض) به قطر ۱۲ متر بر روی یک فونداسیون گسترده که احتمالا دارای ابعاد احتمالی آن بر اساس برآورد های اولیه طول ۲۷۰ متر و عرض ۵۰ متر و ارتفاع ۶ متر مورد نظر است . (تصویر روبرو فقط جهت درک بهتر پروژه ارایه شده)

شواهد نشان می دهد که سیلو بر روی یک لایه رس متوسط از نوع مارن به عمق (رقم اول سمت راست شماره دانشجویی ضربدر ۱۰ بر حسب متر) و یک لایه ماسه متراکم به عمق (رقم دوم سمت راست شماره دانشجویی ضربدر ۱۰ بر حسب متر) و یک لایه سنگ آهک که عمق آن قابل تعیین نبوده (فرض کنید بی نهایت) قرار گرفته است . تراز آب زیر زمینی بر اساس شواهد تا نیمه لایه رس بالا آمده است.

در صورتی که هر یک از ارقام اول یا دوم از سمت راست شماره دانشجویی صفر باشد ، فقط آن رقم ۵ (پنج) در نظر گرفته شود.

۱- شکل مقطع پروژه را با مقیاس رسم کنید (۰/۵ نمره)

۲- مراحل انجام مطالعات ژئوتکنیک را نوشته (۰/۵نمره) و با فرضیات معقول در هر مرحله نتایج فرضی اجرای این مراحل را بیان کنید (۳/۵ نمره)

۳- بر اساس یافته های فرضی بخش قبل برنامه ریزی اجرایی مطالعات ژئوتکنیک این پروژه را به صورت مستدل و با ذکر مراجع تدوین کنید . (۱۰ نمره)

۴- توصیه های لازم که در گزارش ژئوتکنیک برای اجرای پی لازم است (منظور بحث های کلی اجرایی نیست) را به صورت مستدل بیان نمایید(۳/۵ نمره)

۵- آیا مطالعات ژئوتکنیک این پروژه مرحله ای است؟ چرا؟ (۱ نمره)

۶- آیا مطالعات ژئوتکنیک شامل مانیتورینگ در حال ساخت است؟ چرا و شامل چه پارامترهایی؟ (۱ نمره)

توضیح مهم : در پاسخ به سوالات ، نحوه قضاوت ، استدلال های مستند ، روش شناسی و تسلط و اشراف به موضوع مهم است . وقت خود را صرف جزییات نکنید . مثلا تعداد گمانه ۳ یا ۴ یا ۱۳ یا ۱۶ تفاوتی نمی کند . روش استدلال و استنادها و فرضیات معقول در محدوده منطقی نکته مورد نظر است .

سلامت و سربلند باشید - عبدالهی

جزوه باما

دانلود جزوات ، نمونه سوالات
و پاورپوینت های دانشگاهی

Jozvebama.ir