جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

راهنمای مطالعات پایه زمین‌شناسی مهندسی در پروژه‌های مهندسی آب

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

نشریه شماره ۱۸۰

omoorepeyman.ir

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

راهنمای مطالعات پایه زمین‌شناسی مهندسی در پروژه‌های مهندسی آب

نشریه شماره ۱۸۰

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۷۹

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۹/۰۵/۱

omoorepeyman.ir

فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها
راهنمای مطالعات پایه زمین‌شناسی مهندسی در پروژه‌های مهندسی آب/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ وزارت نیرو، [طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور].- تهران: سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۹.
۵۹ ص.: مصور.- (سازمان برنامه و بودجه. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه شماره۱۸۰)(انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۹/۰۰/۱)
ISBN 964-425-184-9
مربوط به دستورالعمل شماره ۱۰۲/۷۴۹۲-۵۴/۶۴۴۴ مورخ ۱۳۷۸/۱۱/۲۰
کتابنامه: ص.۵۹

۱.زمین شناسی مهندسی. ۲. آب - مهندسی. الف. ایران. وزارت نیرو. طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور. ب. سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

ش.۱۸۰ ۲س/۳۶۸ TA

شابک ۹-۱۸۴-۴۲۵-۹۶۴ ISBN 964-425-184-9

راهنمای مطالعات پایه زمین‌شناسی مهندسی در پروژه‌های مهندسی آب
تهیه کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات
چاپ اول: ۵۰۰ نسخه، ۱۳۷۹
قیمت: ۵۰۰۰ ریال
چاپ و صحافی: موسسه زحل چاپ
همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه
دفتر رئیس

تاریخ :
شماره :
پیوست :

بسمه تعالی

به: تمامی دستگاههای اجرایی و مشاوران	شماره: ۱۰۲/۷۴۹۲ـ۵۴/۶۴۴۴ تاریخ: ۱۳۷۸/۱۱/۲۰

موضوع: راهنمای مطالعات پایه زمین‌شناسی مهندسی در پروژه‌های مهندسی آب

به‌استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آئین‌نامه استانداردهای اجرائی طرحهای عمرانی این دستورالعمل ازگروه [دوم] مذکوردرماده هفت‌آئین‌نامه‌در [یک] صفحه صادر می‌گردد.

تاریخ مندرج در ماده ۸ آئین‌نامه در مورد این دستورالعمل [۱۳۷۹/۳/۱] می‌باشد.

به‌پیوست نشریه شماره ۱۸۰ دفترامورفنی وتدوین معیارهای این سازمان با عنوان "راهنمای مطالعات پایه زمین‌شناسی مهندسی در پروژه‌های مهندسی آب" ابلاغ می‌گردد.

دستگاههای اجرایی و مشاوران می‌توانند مفاد نشریه یادشده و دستورالعمل‌های مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کار خود در طرحهای عمرانی مورد استفاده قرار دهند.

محمدعلی نجفی
معاون رییس جمهور و رییس
سازمان برنامه و بودجه

کدپستی: ۱۱۴۹۷، آدرس: تهران، خیابان برنامه
شماره تلکس: فارسی ۲۱۶۶۱، لاتین ۲۱۲۶۴۲

امور جهان
omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان سنجی) مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرحهای عمرانی بلحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیتی ویژه برخوردار می‌باشد.

نظام جدید فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوب جلسه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۳ هیأت محترم وزیران) بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام‌شده طرحها را مورد تأکید جدی قرار داده است.

با توجه به مراتب فوق و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان برنامه و بوجه (دفتر امور فنی و تدوین معیارها) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصصها و تجربه‌های کارشناسان و صاحبنظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- پرهیز از دوباره‌کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات معتبرتهیه‌کننده استاندارد

ضمن تشکر از اساتید محترم دانشگاه صنعتی اصفهان برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحبنظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

دفترامور فنی و تدوین معیارها

زمستان ۱۳۷۸

omoorepeyman.ir

ترکیب اعضای کمیته

اسامی اعضای کمیته زمین‌شناسی مهندسی طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور که در تهیه این استاندارد همکاری کرده‌اند به شرح زیر است :

خانم فیروزه امامی	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	فوق‌لیسانس زمین‌شناسی
آقای رسول بنی‌هاشمی	شرکت‌مهندسین مشاور مهاب‌قدس	فوق‌لیسانس مهندسی معدن
آقای فریدون بهرامی سامانی	شرکت مهندسین مشاور تماوان	فوق‌لیسانس زمین‌شناسی مهندسی
آقای عباس رادمان	سازمان مدیریت منابع آب ایران	فوق‌لیسانس مهندسی معدن
آقای حسن عباسی	کارشناس آزاد	لیسانس زمین‌شناسی
آقای حسن مدنی	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	فوق‌لیسانس مهندسی معدن

همچنین زنده یاد آقای دکتر صالحی‌راد (از تاریخ ۶۸/۹/۱ لغایت ۷۱/۸/۲۰) در تهیه این نشریه با کمیته زمین‌شناسی همکاری کرده‌اند.

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
۱- توصیف گستره طرح از دیدگاه زمین شناسی	۳
۱-۱ کلیات	۳
۱-۲ زمینریختشناسی	۳
۱-۳ سنگ چینه شناسی	۵
۱-۴ زمینساخت	۵
۱-۵ هیدروژئولوژی	۶
۲- توصیف محدوده ساختگاه از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی	۸
۲-۱ سنگ چینه شناسی	۸
۲-۲ زمینساخت	۹
۲-۳ تاثیر احداث سازه بر روی پایداری شیبها	۹
۲-۴ هیدروژئولوژی	۹
۳- نقشه‌ها و برشهای زمین‌شناسی مهندسی	۱۰
۳-۱ کلیات	۱۰
۳-۲ تعریف نقشه زمین شناسی مهندسی	۱۱
۳-۳ طبقه‌بندی نقشه‌های زمین شناسی مهندسی	۱۱
۳-۴ شیوه‌های گردآوری وتفسسیر داده‌ها	۱۳
۳-۵ شرایط ویژه لازم برای تهیه نقشه‌های زمین شناسی مهندسی	۱۴
۳-۶ شیوه‌های ویژه برای تهیه نقشه‌های زمین شناسی مهندسی	۱۶
۳-۷ تجزیه و تفسیر داده‌ها	۲۲
۳-۸ نمایش داده‌ها بر روی نقشه‌های زمین شناسی مهندسی	۲۳
۳-۹ مقیاس نقشه‌های زمین شناسی مهندسی	۲۷
۳-۱۰ نمایش سه بعدی بر روی نقشه‌ها	۲۸
۳-۱۱ مقاطع زمین شناختی مهندسی	۲۹

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۴- حفاریهای اکتشافی	۳۰
۴-۱ کلیات	۳۰
۴-۲ شناخت ویژگیهای پی‌های نقطه‌ای	۳۰
۴-۳ شناخت ویژگیهای پی سازه‌های نواری	۳۳
۴-۴ شناخت ویژگیهای زمین‌شناسی مهندسی تونلها و مغارها	۳۴
۴-۵ شناخت ویژگیهای پی سدها	۳۷
۴-۶ شناخت ویژگیهای پی سازه‌های جنبی سد	۳۹
۴-۷ شناخت ویژگیهای پی سدهای انحرافی	۳۹
۴-۸ شناخت ویژگیهای پی منابع قرضه	۳۹
۵- تهیه نمودار کاوشهای زیرسطحی	۴۳
۵-۱ کلیات	۴۳
۵-۲ تهیه نمودار گمانه‌ها	۴۳
۵-۳ تهیه نمودار چاهکها	۴۸
۵-۴ تهیه نمودار گالریها و شافتها	۵۱
۶- برداشت ناپیوستگیها درتوده‌های سنگی	۵۲
۶-۱ تعریف ناپیوستگی	۵۲
۶-۲ انواع ناپیوستگیها	۵۲
۶-۳ اهمیت ناپیوستگیها در توده سنگها	۵۳
۶-۴ برداشت ناپیوستگیها	۵۳
۷- منابع و مآخذ	۵۹

omoorepeyman.ir

مقدمه

به منظور برداشت اولین قدم در توسعه مطالعات زمین‌شناسی مهندسی در ارتباط با طراحی سازه‌های بزرگ و به‌خصوص سازه‌های آبی، تهیه راهنمای مطالعات این قسمت از مهندسی زیربنایی در دستور کار طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور قرار گرفت.

به طورکلی در ارتباط با محیط زمین‌شناختی[1]، طراحی و احداث هر نوع سازه‌ای در طبیعت باید به‌گونه‌ای انجام شود که تعادل متقابل بین سازه و شرایط زمین شناسی به وجود آید.
برای حصول به این هدف، دو موضوع زیر اهمیت بیشتری دارد:

الف : شناخت کامل تمامی عوامل سازهٔ مورد طراحی و اجرا از جمله عوامل استاتیکی، دینامیکی، زیست محیطی، تاثیرات شیمیایی و... موثر برمحیط.

ب : شناخت محیط زمین شناسی از جمله عوامل شکل دهندهٔ آن نظیر شکل‌گیری اولیه، عوامل تکتونیکی، تاثیرات عوامل جوی و آبشناسی[2] بر آن و شاخص های فیزیکی و شیمیایی و تاثیر آنها بر روی سازه موردنظر.

مورد اول توسط طراح سازه مشخص می‌شودکه به عنوان داده برای برنامه‌ریزی مطالعات زمین شناسی مهندسی به کار گرفته می‌شود و مورد دوم با کوشش مهندس زمین شناس و براساس روشهای مختلف اکتشافی در مرحلهٔ طراحی به دست می‌آید.

کلیهٔ پارامترهای اساسی و مشخصه‌ها و ویژگیهای زمین ساختی، ژئومکانیکی و ایمنی زمین به علت وجود گسلهای مهم و لایه‌های ضعیف و دگرسان شده، ریزشها و لغزش‌ها، مناطق تراوا (نفوذپذیر)، مناطق انحلال پذیر، با عملیات صحرایی و آزمایشگاهی شناسایی و تهیه می‌شوند. نهایتاً اطلاعات مورد نیاز طرح و اجرا با دقت کافی به منظور حصول به اهداف موردنظر از این طریق تامین می‌شود. هرقدر اطلاعات به دست آمده دقیق تر باشد، به همان نسبت طراح می‌تواند با هزینه کمتر و اطمینان بیشتری، طرح خود را ارائه دهد و اجرا کند.

بیان این نکته ضرورت می‌یابد که مطالعهٔ زمین شناسی عمومی مستقل از فعالیت سایر علوم و فنون در منطقه مورد مطالعه است، در حالی که فعالیت زمین‌شناسی مهندسی با توجه به هدف طرح از نظر اجرایی نظیر احداث راهها و سازه‌های وابسته به آن، سازه‌های آبی، آبهای زیرزمینی، زمینلرزه و... محدود و متمرکز می‌شود. بدیهی است که در پاره‌ای از موارد، هدف مطالعات می تواند در ارتباط با دو یا سه و چند جزء از مجموعه یاد شده باشد.

---

1 - Geological Environment

2- Hydrology

omoorepeyman.ir

روش تهیه اطلاعات و داده‌هایی که ما را به هدف نزدیک می کند نیز متغیر است به طوری که در شناخت هیدروژئولوژی منطقه می توان از تهیه نقشه تا حفاری و ژئوفیزیک را به کار گرفت و در شناخت پارامترهای کیفی خاک و سنگ، حفاری و نمونه‌برداری و بررسیهای آزمایشگاهی راباید وارد عمل کرد.

فصل اول و دوم این استاندارد به صورت کلی است وحدود وثغور آن برای مراحل مختلف مطالعاتی را می‌توان از استانداردهای مراحل مختلف مطالعات ژئوتکنیک (استانداردهای شماره ۵۰ – الف ، شماره ۸۷ – الف و شماره ۱۰۹ – الف طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) تعیین کرد.

omoorepeyman.ir

۱- توصیف گستره طرح از دیدگاه زمین شناسی مهندسی

گستره طرح محدوده‌ای است که کلیه عوامل زمین شناسی موثر بر طرح را در برمی‌گیرد.

۱-۱ کلیات

- موقعیت جغرافیایی: نسبت به استان، فاصله مستقیم از نزدیکترین شهر، راههای دسترسی و نوع آن
- اقلیم جغرافیایی: وضعیت کلی آب و هوایی، دمای حداکثر و حداقل
- ارتفاعات منطقه: ذکر ارتفاعات، بلندی بیشینه و کمینه منطقه
- موقعیت کلی زمین شناسی: منطقه [1] یا مناطق اصلی زمین شناسی، ویژگیهای کلی منطقه

۱-۲ زمینریختشناسی [2]

۱-۲-۱ وضعیت کلی

کوهستانی، نیمه کوهستانی، تپه ماهوری، دشت، چگونگی گسترش و نسبت هر یک در کل محدوده، میانگین ارتفاع هریک

۱-۲-۲ ریخت زمین

پرتگاهها، شیب دامنه ها، الگوی آبراهه‌ها، شکل دره ها، همواری و احیاناً آبگیر بودن زمینهای پست

۱-۲-۳ عوامل کنترل کننده

الف - عوامل اولیه

- سنگ شناسی: چگونگی همبستگی عوارض زمینریختی با انواع سنگها، نوع سنگ، درجه استحکام
- ساختاری: چگونگی همبستگی عوارض زمینریختی با انواع ساختها، چین ها در برابر ارتفاعات و دره‌ها (کوههای تاقدیسی و دره‌های ناودیسی و بالعکس)، دره‌های گسلی، مناطق فروافتاده
- آتشفشانی: ریختهای ویژه ناشی از فعالیت آتشفشانی، نقش آتشفشانی در ریختشناسی [3] گستره طرح

1- Zone

2 - Geomorphology

3 - Morphology

omorepeyman.ir

ب - عوامل ثانویه

- **هوازدگی: درجه، گسترش و عمق هوازدگی، عوامل موثر در هوازدگی اعم از فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی**
- **دگرسانی: درجه، گسترش و عمق دگرسانی، عوامل موثر در تشکیل آن اعم از فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی**
- **قابلیت انحلال سنگها اعم از کربناته و غیرکربناته: علل و شدت انحلال، فراوانی و عمق حفره ها، ارتباط آنان با یکدیگر در عمق**

۱-۲-۴ زمینریختهای فرسایشی [1]

- **فرسایش و رسوبخیزی: بررسی عوامل چیرهٔ فرسایش و آهنگ رسوبخیزی منطقه**
- **پهنه های آبرفتی: پهنای بستر رودخانه ها و آبراهه ها، درجهٔ گردشدگی و دانه بندی مواد به طورکلی، برآورد ضخامت**
- **پادگانه‌های آبرفتی: شمار، بلندی هر یک نسبت به یکدیگر و از بستر رودخانه، درجه گردشدگی و دانه بندی مواد به طورکلی، برآورد ضخامت**
- **بادرفتها: گسترش، منشاء، برآورد ضخامت**
- **یخرفتها: چگونگی تشکیل، گسترش، مواد متشکله از نظر ابعاد**

۱-۲-۵ جابه جایی گرانشی [2]

- **پهنه‌های آبشستی: منشاء و گسترش، درجه زاویه داری یا گردشدگی مواد، برآورد ضخامت**
- **سنگ ریزش: منشاء و گسترش، اندازهٔ بلوکها به طورکلی، برآورد ضخامت**
- **واریزه [3]: منشاء و گسترش، اندازهٔ بلوکها به طورکلی، برآورد ضخامت**
- **گلروان [4]: منشاء و گسترش، پویایی کنونی**

۱-۲-۶ پایداری شیبها

- **وضعیت کنونی شیبها: احتمال ناپایداری و لغزش در توده‌های سنگی و خاکی به طورفصلی یا به طورکلی**
- **زمینلغزه های پویا [5]: منشاء، ریختشناسی و گسترش، چگونگی پویایی کنونی و پیش‌بینی وضعیت آینده**
- **زمینلغزه های کهن: منشاء، ریختشناسی و گسترش، احتمال پویایی، درصد رخداد زمینلغزه، بالا آمدن سطح ایستابی و غیره**

1- Erosional features

2- Gravitational displacement

3- Slump

4- Mad flow

5- Active landslid

omoorepeyman.ir

۱-۳ سنگ چینه شناسی[1]

۱-۳-۱ واحدهای سنگ چینه شناسی برحسب سازند یا بخشبندی محلی

۱-۳-۲ چگونگی گسترش واحدهای یاد شده، تغییر رخساره[2]

۱-۳-۳ شکل بیرونزدگی در مورد سنگهای آذرین

۱-۳-۴ جزییات سنگ شناختی[3] هر یک از واحدها شامل جنس، رنگ، ضخامت لایه بندی و ضخامت کلی

۱-۳-۵ تقسیم بندی سنگ شناختی بر پایه ویژگیهای فیزیکی - شیمیایی

۱-۳-۶ ستون چینه شناسی محدودهٔ طرح

۱-۳-۷ نوع و درجه دگرگونی و چگونگی همبستگی با فازهای تکتونیکی (مراحل زمینساختی)

۱-۴ زمینساخت

۱-۴-۱ تاریخچه تحولات زمینساختی، مراحل زمینساختی بنیادی و نقش آنها در گسترهٔ طرح

۱-۴-۲ ساختار کلی محدوده، ایالات و مناطق ساختاری

۱-۴-۳ ویژگیهای ساختاری

الف - ویژگیهای کلی:

چیرگی چین خوردگی یا گسلش، شدت فعالیتهای زمینساختی

ب - چین خوردگی:

نوع چین، راستا و میل، سازندهای لایه های تشکیل دهندهٔ یالها و مرکز چین

ج - گسلش:

راستا، شیب، نوع، مقدار جابه جایی، سازندهای همبر شده[4]، پهنای منطقه گسلیده، نوع و انسجام و استحکام مواد پرکننده، چگونگی همبستگی با گسلهای اصلی

---

1 - Lithostratigraphy
2- Facies
3 - Lithological
4- Contact formations

omoorepeyman.ir

۱-۴-۴ درزه ها

- چگونگی درزه‌داری منطقه، شدت و گسترش در نواحی گوناگون با توجه به ساختار و سنگ شناسی
- سیستم درزه‌ها و مشخصات کلی آنها بر پایه اندازه‌گیری تصادفی [۱]
- چگونگی همبستگی درزه ها با ساختار کلی منطقه

۱-۴-۵ شیستواری [۲] و تورق [۳]

روندهای چیره، همبستگی با مراحل دگرگونی و زمینساختی منطقه

۱-۴-۶ خطواره ها [۴]

روندهای چیره، چگونگی همبستگی با ساختار کلی منطقه

۱-۴-۷ نوزمینساخت و دگریختهای کواترنر [۵]

- زمینه‌های کلی زمینساخت جوان و ویژگیهای ریخت زمینساخت منطقه
- گسلهای کواترنر، افزون بر موارد فوق، سن احتمالی گسله‌ها با توجه به نهشته‌های [۶] همبرشده
- شیبداری [۷] نهشته‌های جوان، جهت و مقدار شیب

۱-۵ هیدروژئولوژی [۸]

- بررسیهای هیدروژئولوژی منطقه،گردآوری و تجزیه و تحلیل آمار و داده های موجود منطقه

---

1 - Random
2- Schistosity
3 - Foliation
4 - Lineation
۵- دگر ریختهای جوان مربوط به دوره آخر زمین‌شناسی
6- Deposit
7 - tilting
8- Hydrogeology

omorepeyman.ir

۱-۵-۱ منابع کوهستانی

- موقعیت و آبدهی[1] چشمه‌ها، همبستگی با ساختار منطقه، ترکیب شیمیایی
- ابعاد و چگونگی گسترش منابع کارستی، همبستگی با سنگ شناسی[2] و ساختار منطقه، منابع احتمالی تغذیه

۱-۵-۲ منابع دشتها

- وضعیت سطح ایستابی، آبدهی چاهها و قنوات، کیفیت آبها و ضرایب هیدرودینامیکی (آب پویایی) آبخوانها

omoorepeyman.ir

1 - Discharge

2 - Lithology

۲- توصیف محدوده ساختگاه از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی

۲-۱ سنگ چینه شناسی

۲-۱-۱ نهشته های جوان

- چگونگی گسترش و بخشبندی بر حسب نحوه تشکیل بستر سیلابی، پادگانه آبرفتی، واریزه، نهشته‌های دامنه‌ای، بادبزن آبرفتی، بادرفت، یخرفت
- اندازه دانه ها، دانه بندی چیره - دیگر اندازه ها، درصد فراوانی هر یک در واحد مورد تشریح
- جنس دانه ها، سنگ شناسی، درصد فراوانی هر یک از گونه های سنگ در واحد آبرفتی
- هوازدگی یا دگرسانی، شدت هوازدگی یا دگرسانی دانه ها، درصد فراوانی هر یک
- شدت فرسایش، درجه‌گردشدگی یا گوشه داری، درصد فراوانی هر یک در واحد مورد تشریح
- استحکام و تراوایی، برآورد استحکام مواد ریزدانه، تراوایی واحد آبرفتی بر پایه دانه بندی موجود
- مقاومت برشی، برآورد چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی واحد آبرفتی
- سیمانبندی، نوع سیمان، درصد مواد متشکله، هوازدگی، برآورد استحکام سیمان

۲-۱-۲ سازندهای کهنسال

- چگونگی گسترش سازندها یا واحدهای سنگی، موقعیت ساختگاه نسبت به آنها
- سن نسبی سازندها یا واحدهای سنگی
- جزییات سنگ شناختی شامل: اندازه، نوع و شکل دانه ها و کانیهای تشکیل دهنده، درصد آمیختگی، بافت، ساخت و نام دقیق سنگ
- مشخصات لایه‌بندی
- درجه و گسترش هوازدگی یا دگرسانی، برآورد عمق
- درجه و گسترش پدیده انحلال، برآورد عمق
- برآورد استحکام مکانیکی و مقاومت در مقابل عوامل شمیایی هریک از سازندها یا واحدهای سنگی
- تاثیر متقابل پی سنگ و سازه از نظر پایداری و آبگذری

omoorepeyman.ir

۲-۲ زمینساخت

۲-۲-۱ کلیات ساختاری محدوده ساختگاه، چیرگی چین خوردگی یا گسلش

۲-۲-۲ شدت چین خوردگی، نوع چینها، روند محوری، میل چین

۲-۲-۳ چگونگی راستای لایه ها، دامنه تغییرات و علل آن

۲-۲-۴ چگونگی شیب لایه‌ها، دامنه تغییرات و علل آن

۲-۲-۵ شدت، نوع و چگونگی کارکرد گسلش، مقدار جابه جایی، راستا و شیب و تغییرات آنها در مسیر گسل، پهنای منطقه خردشده، جنس و استحکام و آبگذری مواد پرکننده، آبداری منطقه گسله

۲-۲-۶ درزه‌ها، اندازه‌گیری و توصیف نظامدار[1] مطابق دستورالعمل

۲-۲-۷ اندازه‌گیری خطوارگی و شیستواری

۲-۲-۸ اثر متقابل زمینساخت و سازه از نظر پایداری و آبگذری

۲-۳ بررسی اثر احداث سازه برروی پایداری شیبها

۲-۳-۱ بررسی وضعیت موجود شیبهای سنگی

۲-۳-۲ بررسی وضعیت موجود شیبهای خرده سنگی و خاکی

۲-۳-۳ پیامدهای پی کنی و ایجاد شیروانی بر پایداری زمین

۲-۴ هیدروژئولوژی

۲-۴-۱ موقعیت چشمه ها، آبدهی و کیفیت آبها

۲-۴-۲ سطح ایستابی بر پایه وضعیت سطحی و چاههای مشاهده ای

۲-۴-۳ اثرات متقابل وضعیت هیدروژئولوژی و احداث سازه از دیدگاه پایداری و آب بندی

omoorepeyman.ir

1 - Systematic

۳- نقشه‌ها و برشهای زمین‌شناسی مهندسی

۳-۱ کلیات

هدف از مطالعات، بررسی و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی، فراهم‌کردن اطلاعات لازم برای طراحان است که برپایه آن بتوانند در ایجاد سازه‌های مهندسی و توسعه کشور، هماهنگی با زمین‌شناسی محیطی را به بهترین وجه ممکن رعایت کنند. بدون این هماهنگی، هرگونه سازه مهندسی اعم از راهها، پل‌ها، سدها، تونلها و مجتمع‌های بزرگ مسکونی و صنعتی و معادن بزرگ، غالباً در حد قابل ملاحظه‌ای در تعادل دینامیکی محیط زمین شناختی، اخلال ایجاد خواهد کرد. این امر ممکن است به پیامدهای زیانباری بیانجامد که نه تنها بر جنبه اقتصادی و طول عمر سازه بلکه بر ایمنی آن نیز، اثرسوء بگذارد. محیط زمین شناختی، سیستم دینامیکی بسیار پیچیده‌ای است که از اجزای گوناگون، تشکیل یافته است. به هنگام کارهای ساختمانی و یا دیگر فعالیتهای مهندسی این سیستم را نمی‌توان در کلیت خود مورد بررسی قرار داد. با استفاده از شیوه تحلیل مدلی، باید تصویر ساده شده‌ای از این سیستم ساخته شود و تنها آن جنبه‌هایی از محیط زمین شناختی را در برگیرد که از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی از اهمیت تعیین‌کننده‌ای برخوردارند. عمده‌ترین این جنبه‌ها، توزیع و خواص سنگها، خاکها، آب زیرزمینی، ویژگیهای پستی و بلندی زمین و فرآیندهای پویایی [1] کنونی است. یک نقشه زمین‌شناسی مهندسی با نشان دادن توزیع و ارتباط مکانی این اجزای اساسی، می‌تواند تاریخچه و نیز دینامیک پیدایش و گسترش شرایط زمین شناسی مهندسی را منعکس سازد. به کمک چنین نقشه‌ای می‌توان تاثیر محیط را برسازه‌های مهندسی پیش‌بینی کرد و نیز می‌توان پیش‌بینی کرد که تاثیراین سازه‌ها در محیط به چه صورت خواهد بود. در نظام اطلاعاتی زمین‌شناسی مهندسی، این نقشه‌ها در موقعیت کلیدی جای دارند و از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی را می‌توان برای منظورهای گوناگون تهیه کرد. همچنین این نقشه‌ها را می‌توان در مراحل اولیه و میانی و نهایی طراحی سازه‌های آبی و سایر سازه‌ها به کار برد. ابعاد، مقیاس و دقت نقشه‌ها بسته به هدف آنها متفاوت است. همچنین می‌توان ویژگیهای طبیعی گوناگونی را برای تهیه نقشه انتخاب و آنها را از جنبه‌های متفاوتی ارزیابی کرد. در تهیه این نقشه‌ها مانند سایر نقشه‌ها، باید از برخی قراردادها پیروی کرده و تا حدودی استاندارد ویژه‌ای را درنظر داشت.

امورپیمان
ompeymanir

1- Dynamic pricess

۲-۳ تعریف نقشه زمین‌شناسی مهندسی

نقشه زمین‌شناسی مهندسی نوعی نقشه زمین‌شناسی است که نمایش تعمیم‌یافته‌ای از همه سازندهای محیط را که در برنامه‌ریزی کاربردی زمین و در طراحی، ساختمان و نگهداری سازه‌ها در مهندسی راه، ساختمان، معدن و سازه‌های هیدرولیکی اهمیت دارند، فراهم می‌آورد. ویژگیهای زمین‌شناختی که در نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی نمایش داده می‌شود عبارتند از:

۳-۲-۱- ویژگی سنگها و خاکها، شامل توزیع، آرایش چینه‌شناسی و زمینساختی، سن، خاستگاه سنگ شناسی، حالت فیزیکی و خواص فیزیکی و مکانیکی آنها

۳-۲-۲ شرایط هیدروژئولوژی، شامل توزیع خاکها و سنگهای آبدار، مناطق دارای ناپیوستگی باز اشباع از آب، عمق سطح ایستابی و میزان نوسان آن، مناطق دارای آب تحت فشار و سطح پیزومتریک آنها، ضریب ذخیره، جهت جریان، چشمه‌ها، رودخانه‌ها،دریاچه‌ها،حدود ودوره‌تناوب سیل‌ها، pH، شوری و خورندگی

۳-۲-۳ شرایط زمینریختشناسی، شامل عوارض سطحی و عناصر مهم پستی و بلندی

۳-۲-۴ پدیده‌های زمین پویایی، شامل فرسایش و رسوبگذاری، پدیده‌های بادی، یخ بست ماندگار خاک [۱]، جنبش شیب‌ها، تشکیل شرایط کارستی، فروشست [۲]، فرونشست [۳]، تغییرات حجمی خاک، داده‌هایی درباره پدیده‌های مربوط به زمینلرزه از جمله گسل‌های فعال [۴]، جنبش‌های زمینساختی ناحیه‌ای کنونی و فعالیت‌های آتشفشانی

نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی باید شامل مقاطع تفسیری، یک متن توضیحی و نشانه نما [۵] باشد. همچنین باید داده‌های مستندی را که برای تهیه نقشه گردآوری شده است، دربرگیرد. برای نمایش همه این اطلاعات گاهی ممکن است به بیش از یک برگ نقشه نیاز باشد.

۳-۳ طبقه‌بندی نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی

این نقشه‌ها را می‌توان بر حسب، منظور، محتوا و مقیاس طبقه‌بندی کرد.

1- Permafrost
2 - Suffusion
3- Subsidence
4- Active fault
5- Legend

omoorepeyman.ir

۳-۳-۱ برحسب منظور

الف - نقشه‌های با کاربرد ویژه

ب - نقشه‌های چندمنظوره

۳-۳-۲ برحسب محتوا

الف - نقشه‌های تفکیکی:

این نقشه ها یکی از عوامل زمین‌شناسی را ارزیابی می‌کند، برای نمونه، نقشه درجه هوازدگی

ب - نقشه‌های جامع:

که بر دو نوع است: نقشه‌هایی که همه عوامل اصلی تشکیل‌دهنده محیط زمین‌شناسی مهندسی را نمایش می‌دهند و نقشه‌های منطقه بندی زمین‌شناسی مهندسی که واحدهای ناحیه‌ای را بر پایه همشکلی شرایط زمین‌شناسی مهندسی ارزیابی و طبقه‌بندی می‌کنند.

ج - نقشه‌های تکمیلی:

شامل نقشه‌های زمینساختی، زمینریختشناسی، خاکشناسی، ژئوفیزیکی، هیدروژئولوژی و... این نقشه‌ها داده‌های پایه‌ای را در بردارند که گاهی جزء سری نقشه‌های زمین شناسی مهندسی ارائه می‌شود.

د - نقشه‌های کمکی:

داده‌های مربوط به واقعیت‌های موردنظر را نمایش می‌دهند، مانند نقشه‌های هم ضخامت

۳-۳-۳ برحسب مقیاس

الف - نقشه‌های کوچک مقیاس

ب - نقشه‌های میان مقیاس

ج - نقشه‌های بزرگ مقیاس

در نقشه‌های کوچک مقیاس داده‌های نقطه‌ای درباره سیماهای زمین‌پویایی را می‌توان به وسیله نمادها نشان داد.

در نقشه‌های میان مقیاس باید مناطق بروز سیماهای زمین‌پویایی مشخص شود و هرجا که امکان‌پذیر باشد، باید محدوده هریک از سیماها نشان داده شود.

omoorepeyman.ir

در نقشه‌های بزرگ مقیاس مرزهای واقعی هریک از سیماها نمایش داده شده و هرجا که ممکن باشد ساختار درونی آنها را باید نشان داد.

۳-۴ شیوه‌های گردآوری و تفسیر داده‌ها

تهیه نقشه زمین‌شناسی مهندسی وجوه مشترک بسیاری بانقشه زمین‌شناسی دارد زیرا که هدف هردو نوع نقشه ارائه اطلاعاتی درباره زمین‌شناسی ناحیه مورد نظر است. از دیدگاه مهندسی یکی از کمبودهای نقشه‌های معمول زمین‌شناسی آن است که ممکن است سنگهایی را که خواص مهندسی آشکارا متفاوتی دارند، به دلیل آنکه سن و خاستگاه آنها یکسان است، باهم در یک گروه یگانه جای دهند. اما نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی میدان دید وسیعتری دارند. زیرا در آنها افزون بر اطلاعات سنگ چینه شناسی و ساختاری، عناصر دیگری نیز باید مورد توجه قرارگیرد. این عناصر عمدتاً شامل توصیف و برآورد وضعیت خواص مهم فیزیکی و مهندسی سنگها و خاکها، ضخامت و گسترش سطحی سازندهای زمین‌شناسی، شرایط آب زیرزمینی و فرآیندهای زمین پویایی است.
یک نقشه زمین‌شناسی، پایه‌ای اساسی برای تهیه نقشه زمین‌شناسی مهندسی فراهم می‌آورد. با اینهمه برای برآوردن نیازهای اضافی نقشه زمین‌شناسی مهندسی، روشها و شیوه‌های ویژه‌ای برای گردآوری و تفسیر اطلاعات زمین‌شناسی مهندسی به کار گرفته می‌شود. یک دشواری تفکیک ناپذیر که هم در شیوه‌های تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی و هم نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی وجود دارد آن است که تغییرات ویژگی سنگها و خاکها اغلب تدریجی‌اند و ممکن است هم در جهت افقی و هم در جهت قائم پدید آمده باشند.

۱-۴-۳ روشهای عمومی تهیه نقشه زمین‌شناسی

نقشه‌های زمین‌شناسی را معمولاً با افزودن داده‌های زمین‌شناختی به نقشه‌های توپوگرافی و یا عکس‌های هوایی، تهیه می‌کنند.

۲-۴-۳ تهیه نقشه توپوگرافی پایه

اگر نقشه توپوگرافی با مقیاس موردنظر وجود نداشته باشد، باید آنرا با این هدف ویژه که به عنوان پایه‌ای برای نقشه زمین‌شناسی به کار خواهد رفت، تهیه کرد. این نقشه را می‌توان از طریق برداشت مستقیم زمینی ویا از تبدیل عکسهای هوایی تهیه کرد.

omoorepeyman.ir

۳-۴-۳ گردآوری اطلاعات زمین‌شناسی

الگوی تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی که با هدف تهیه یک نقشه زمین‌شناسی مهندسی است، شامل چند مرحله است: گام اول تهیه اطلاعات زمین‌شناسی موجود ناحیه مورد نظر است. این گام با بررسی نقشه‌ها و احیاناً هرگونه عکس هوایی منطقه تکمیل می‌شود. گام دوم بررسی بر روی زمین است که اطلاعات موجودارزیابی شده و اطلاعات جدید جمع‌آوری می‌شود. ممکن است برای تکمیل اطلاعات از ژئوفیزیک و حفاریهای معدود و کم عمق استفاده شود. گام نهایی برداشتهای‌زمین‌شناسی‌تفصیلی‌صحرایی و آزمونهای گوناگون برجای صحرایی و همچنین آزمایشهای آزمایشگاهی است.

۳-۵ شرایط ویژه لازم برای تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی

۳-۵-۱ توصیف زمین‌شناسی مهندسی سنگها و خاکها

طبقه‌بندی سنگها و خاکها که توسط زمین‌شناسان به کار می‌رود، برای منظورهای مهندسی رضایتبخش نیست زیرا توصیف معمول زمین‌شناسی سنگها و خاکها، خواص مهم مهندسی آنها را در بر نمی‌گیرد. از اینرو توصیه می‌شود که در کار تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی از نام ساده سنگها استفاده شود که به وسیله اصطلاحات توصیفی گزیده‌ای تکمیل شده باشد. این اصطلاحات باید هم نمایانگر ماده سنگ و هم نمایانگر توده سنگ باشند و ویژگیهایی همچون توصیف رنگ، اندازه دانه‌ها، بافت، ساخت، ناپیوستگی‌های درون توده سنگ، حالت هوازدگی، حالت دگرسانی، ویژگیهای تاب سنگ [1]، تراوایی و سایر نشانه‌های مربوط به خواص ویژه مهندسی را دربرگیرند.
برای توصیف کافی توده سنگ یا خاک، ممکن است اطلاعات اضافی مانند شیب و امتداد یا حالت ساختها و ناپیوستگیها، ویژگی سطحی صفحات لایه‌بندی و ناپیوستگیهای دیگر، تغییرپذیریهای ساختها و ناپیوستگیها و جزییات نیمرخ هوازدگی لازم شود.برآورد درجه همرفتاری و همگنی توده‌های سنگ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.
این ویژگیها باید تا حد امکان با اصطلاحات کمی بیان شوند.

۳-۵-۲ تهیه نقشه سنگها و خاکها برای منظورهای مهندسی

هدف باید تهیه نقشه‌ای از نتایج برداشت زمین‌شناسی مهندسی باشد که در آن، واحدها برحسب خواص مهندسی تعریف شده باشند. می‌توان انتظار داشت که مرز این واحدها از مرزهای سنگ شناسی پیروی کند اما بسیار محتمل

1- Rock strength

omranrepeyman.ir

است که مرزهای خواص مهندسی هیچگونه پیوندی با ساختار زمین‌شناسی و چینه‌شناسی نداشته باشند. تاثیر متفاوت هوازدگی عمیق بر انواع گوناگون سنگها، نمونه‌ای از این مورد است. بنابراین مرزهای واحدهای سنگ و خاک که در نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی نشان داده می‌شوند، باید مشخص‌کننده حد واحدهای سنگ و خاکی باشند که هریک از نظر خواص فیزیکی بنیادی تا اندازه‌ای همگن هستند.

انتخاب روش مناسبی برای تعیین مرزهای واحدهای برداشت شده در صحرا بیش از هر چیز به هدف نقشه‌ای که تهیه می‌شود، بستگی دارد. هدف، به نوبه خود مقیاس مناسبی را برای نقشه می‌طلبد و مقیاس واحد بنیادی طبقه‌بندی یا تهیه نقشه را که ممکن است رشته سنگ شناسی، مجموعه سنگ شناسی، گونه سنگ شناسی و یا گونه زمین‌شناسی مهندسی باشد، به شرح زیر مشخص خواهد کرد:

- رشته سنگ شناسی شامل: تفسیر نقشه‌های زمین‌شناسی موجود، تهیه نقشه‌های فتوژئولوژی
- مجموعه سنگ شناسی: تهیه نقشه حوزه‌ای با تحلیل رخساره‌ای برای در یک گروه قراردادن گونه‌های سنگ شناسی است که از نظر خاستگاهی با یکدیگر پیوند دارند.
- گونه سنگ شناسی: تهیه نقشه تفصیلی حوزه‌ای و بررسی سنگ‌شناسی
- گونه زمین‌شناسی مهندسی: بررسی تفصیلی حالت فیزیکی توده سنگ یا خاک در درون یک‌گونه سنگ شناسی که نقشه آن تهیه شده است.

روشهایی که برای تعیین ویژگیهای مربوط به هریک از واحدهای بنیادی به کار می‌روند، عبارتند از:

الف – رشته سنگ شناسی:

ارزیابی رفتار احتمالی سنگ برپایه دانسته‌های موجود درباره خواص انواع سنگها

ب – مجموعه سنگ شناسی:

بررسیهای صحرایی، ژئوفیزیکی، گمانه‌زنی و نمونه‌برداری نظامدار در صحراو آزمونهای آزمایشگاهی و صحرایی، بررسی سنگ‌شناسی و ارزیابی رفتارسنگ برپایه دانسته‌های موجود درباره خواص انواع سنگهای شناخته شده

ج –گونه سنگ شناسی:

بررسی سنگ‌شناسی تفصیلی، اندازه‌گیری ژئوفیزیکی در صحرا، تعیین نظامدار خواص مربوط به نمایه‌ها در آزمایشگاه، تعیین خواص مکانیکی و دیگر خواص سنگ به طور برجا و آزمایشگاهی

د –گونه زمین‌شناسی مهندسی:

آزمایش برجای خواص مکانیکی و دیگر خواص سنگ، آزمایش نظامدار خواص فیزیکی و مکانیکی در آزمایشگاه

omorepeyman.ir

۳-۵-۳ تهیه نقشه وضعیت هیدروژئولوژی

شرایط اصلی هیدروژئولوژی که ثبت و نمایش آن در تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی ضروری است بر دو نوع است. نخستین مورد به اطلاعات سطحی (مانند چشمه‌ها، تراوش‌ها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها) می‌پردازد. مورد دوم به اطلاعات زیرسطحی (نظیر گمانه ها و چاههای موجود، گمانه های اکتشافی) مربوط می شود. وضعیت هیدروژئولوژی باید هرجا که امکان پذیر باشد، به صورت کمی بیان شود. چشمه‌ها و تراوش‌ها، خواه دائمی یا متناوب، باید برداشت و نمایش داده شوند. شدت و جهت حرکت جریان آب نیز باید مشخص شود.
برای فراهم‌آوردن اطلاعاتی درباره سطوح پیزومتریک، ضریب تراوایی، ضریب مخزن و ویژگیهای شیمیایی آب‌زیرزمینی باید گمانه‌هایی حفر شود.

در مورد تعیین pH ، مقدار دی اکسید کربن و سولفات به عنوان عوامل ایجادخورندگی در کارهای مهندسی بایدتوجه مخصوص کرد و هرکجاکه امکان‌پذیر باشد باید به نقشه‌های هیدروژئولوژی قابل دسترس مراجعه شود.

۳-۵-۴ تهیه نقشه نتایج فرآیندهای زمین پویایی

روشی که برای تهیه این نقشه‌ها انتخاب می‌شود، به مقیاس نقشه بستگی دارد. نه تنها توصیف سیماهای زمین‌پویایی، بلکه توضیح شرایط و عواملی نیز که باعث پیدایش و گسترش آنها می‌شوند، اهمیت دارد. همچنین پیامد رویداد آنها، نیرو و درجه فعالیت و سرعت پیشرفت هریک از پدیده‌ها نیز باید تعیین شود. باید کوششی برای پیش‌بینی گسترش پدیده‌های زمین‌پویایی در آینده صورت گیرد. هرجا که امکان‌پذیر باشد، باید هر سیستم زمین‌پویایی به صورت کمی یا نیمه‌کمی ارزیابی شود. در نقشه‌های کوچک مقیاس، برداشت هریک از پدیده‌ها برای تهیه نقشه با کمک عکس هوایی و دیگر روشهای دورسنجی انجام می‌پذیرد، همچنین از نقشه‌های قبلی تهیه شده در این زمینه و مدارک تاریخی نیز می‌توان بهره‌گرفت. در نقشه‌های بزرگ مقیاس می‌توان به‌وسیله برداشت توپوگرافی تفصیلی و یا از عکسهای هوایی استفاده کرد. در تهیه نقشه‌های سطحی تفصیلی می‌توان نتایج گمانه‌ها و آزمایشهای ژئوفیزیکی را به کار گرفت. فرآیندها را می‌توان با اندازه‌گیری‌های مستقیم در صحرا در طول یک دوره زمانی تعیین کرد.

۳-۶ شیوه‌های ویژه برای تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی

عمده‌ترین روشهایی که در تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی کاربرد دارد شامل: فتوژئولوژی، روشهای ژئوفیزیکی (اندازه‌گیری مقاومت ویژه الکتریکی - لرزه‌سنجی)، شیوه‌های گمانه‌زنی و نمونه‌برداری، آزمونهای آزمایشگاهی و برجا است که به جز فتوژئولوژی و روشهای ژئوفیزیکی، سایر روشها در بخشهای دیگر این استاندارد توضیح داده می‌شود. روش فتوژئولوژی و روشهای ژئوفیزیکی در زیر به اختصار تشریح می‌شوند.

omoorepeyman.ir

۳-۶-۱ فتوژئولوژی

تفسیر عکس ابزار سودمندی در مطالعات زمین‌شناسی مهندسی است زیرا این روش برای ارزیابی اولیه یک ناحیه گسترده، سریع، نسبتاً کم هزینه و دقیق است. باید یادآوری کرد که نتایج به دست آمده از بررسیهای فتوژئولوژی را باید حتماً با مشاهدات صحرایی در برخی محلهای منتخب تکمیل کرد.

در تشخیص انواع سنگ و خاک دشواریهایی پیش می‌آید اما می‌توان با تحلیل ریختهایی که در زمین پدید آمده و اختلاف ته رنگ‌های گوناگون بر روی عکس، بر این دشواری‌ها چیره شد. ممکن است تشخیص و برداشت عناصر ساختاری زمین مانند لایه‌بندی، گسلش و درزه‌ها برروی عکسهای هوایی قائم و با کمک استریوسکوپ بسیار آسانتر باشد تا تشخیص و برداشت آنها برروی زمین. به همین روش می‌توان آبگیرهای طبیعی، تراوش‌ها، چشمه‌ها، فروچاله‌ها [1]، و دیگر سیماهای آبشناسی و هیدروژئولوژی را برداشت کرد.

در بررسیهای زمین‌شناسی مهندسی مربوط به تهیه نقشه خاک، پایداری شیب، زهکشی، مواد و مصالح، مطالعات هیدروژئولوژی، گزینش مسیر و گزینش ساختگاه مخازن و سدها، می‌توان از تفسیر عکس هوایی یاری گرفت. امروزه شکلهای جدید تصویری به این امر کمک می‌کند.

از عکسهای استریوسکوپی زمین می‌توان در بررسی شرایط زمین‌شناسی مهندسی در دیواره‌های پرشیب یا پرتگاههای غیرقابل دسترسی و برونزدهای [2] موقتی در گودبرداریهای مربوط به کارهای مهندسی استفاده کرد. با به کار بردن شیوه‌های فتوگرامتری می‌توان نتایج را به‌صورت کمی درآورد.

۳-۶-۲ کاوشهای ژئوفیزیکی [3]

در مورد پروژه‌های مهندسی بزرگ، کاوشهای ژئوفیزیکی ممکن است به منظور به دست آوردن داده‌های زیرزمینی در یک ناحیه وسیع و با هزینه معقول، جزیی از بررسیهای صحرایی باشد. داده‌های به دست آمده ممکن است باعث کمک به حذف گزینه‌های نامساعد، و تعیین موقعیت گمانه‌های اکتشافی در نواحی حساس شود، و از تکرار حفاریهای غیرضروری در زمینهای نسبتاً یکنواخت جلوگیری کند. برداشتهای ژئوفیزیکی نه تنها به تعیین موقعیت گمانه‌ها کمک می‌کند، بلکه تغییرات وضعیت زیرزمینی بین گمانه‌ها را نیز آشکار می‌سازد. در مکانی که گمانه‌ها حفر شده‌اند،

---

1 - Sink Hole

2- Outcrop

۳- برای کسب اطلاع جامع تر به نشریه های کمیته تخصصی ژئوفیزیک طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور مراجعه شود.

omranrepeyman.ir

داده‌هایی در مورد لایه‌ها به دست می‌دهند ولی در مورد زمین مابین آنها اطلاعات کافی ارائه نمی‌دهند. در زمینه تعبیر و تفسیر و انطباق نتایج ژئوفیزیکی، گمانه‌ها نقش اساسی را به عهده دارند و ترکیب مناسبی از روشهای مستقیم و غیرمستقیم اغلب منجر به نتایج با کیفیت خوبی می‌شود.

روشهای ژئوفیزیکی با اندازه‌گیری ویژگیهایی به منظور تعیین وضعیت زمین‌شناسی و ساختار زیرزمینی به کار می‌روند. از خصوصیاتی که معمولاً در کاوشهای ژئوفیزیکی استفاده می‌شود می‌توان: چگالی [1]، ضریب کشسانی [2]، مقاومت ویژه الکتریکی، خودپذیری [3] و ربایش گرانشی [4] را نام برد. به عبارت دیگر روشهای لرزه‌سنجی و الکتریکی، واکنش نیروهای مصنوعی وارده به ناحیه مورد بررسی را ثبت می‌کنند، در صورتی‌که روشهای مغناطیسی و گرانی‌سنجی واکنش ویژگیهای طبیعی را اندازه می‌گیرند.

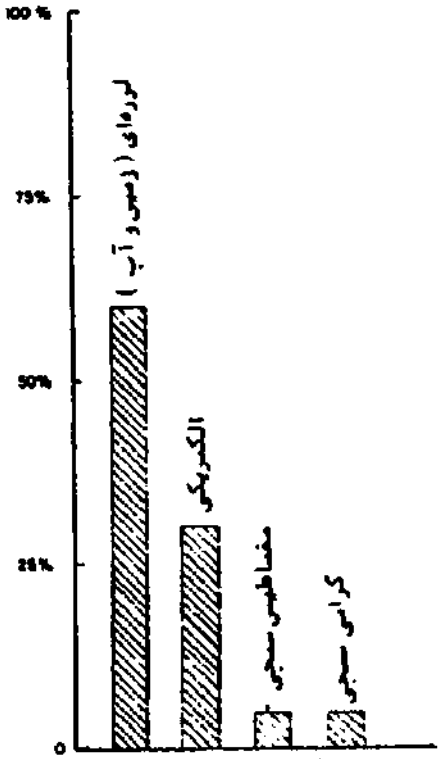
روشهای اول نسبت به روشهای دوم از این نظر برتری دارند که در آنها عمق نفوذ نیروها قابل کنترل است. برعکس، ویژگیهای طبیعی قابل کنترل نیستند و تنها می‌توان آنها را اندازه‌گیری کرد. روشهای لرزه‌سنجی و الکتریکی بیشتر برای تعیین تغییرات افقی یا تقریباً افقی یا مرزها کاربرد دارند، در صورتی که روشهای مغناطیس‌سنجی وگرانی‌سنجی به‌طورکلی به‌منظورپیگیری تغییرات جانبی یاساختارهای قائم به‌کار می‌روند.
در بررسیهای ژئوفیزیکی، تغییرات ویژگیهای فیزیکی معینی در طول یک پیمایش اندازه‌گیری می‌شود، گواینکه ممکن است برای تهیه نمودار گمانه‌ها نیز به‌کار روند. خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده به طورکلی بی‌هنجاریهای [5] موجود در وضعیت زمین‌شناسی را نشان می‌دهند. سهولت تشخیص و تعبیر و تفسیر این بی‌هنجاریها به تفاوت خصوصیات فیزیکی بستگی دارد که به نوبه خود در انتخاب روش نیز تاثیر می‌گذارد.
انتخاب روشی که باید برای برداشت ویژه‌ای به‌کار گرفته شود ممکن است مشکل نباشد، اما خصوصیات و وضعیت ساختگاه نیز باید مدنظر قرار گیرد، به علت وجود ساختمانهای قدیمی یا ساختمانهای سرویس‌دهی در ساختگاه، یا تداخل برخی از منابع، یا فقدان فضا برای برداشت ژئوفیزیکی، ممکن است یک یا چند روش ژئوفیزیکی مناسب نباشد. وقتی که با سنگهای لایه‌ای سروکار داریم، مشروط بر آنکه ساختار بسیار پیچیده‌ای نداشته باشند روشهای لرزه‌سنجی مزیت شاخصی دارند، زیرا داده‌های مفصل و دقیقتری نسبت به سایر روشها به‌دست می‌دهند. از طرف دیگر روشهای الکتریکی ممکن است برای کارهای با مقیاس کوچکتر مناسبتر باشند.گاه ممکن است به‌منظور بررسی یک مسئله بیش از یک روش به‌کار گرفته شود.

1- Density
2- Elasticity
3- Magnetic suspect
4- Gravitational attraction
5- Anomalies

omoorepeyman.ir

به هر صورت باید توجه کرد که تعبیر و تفسیر دقیق داده‌های ژئوفیزیکی تنها جایی که ساختار زیرزمینی ساده است امکان پذیر است.

اهمیت نسبی روشهای ژئوفیزیکی در کارهای عمرانی برای یکصد پروژه در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- اهمیت نسبی روشهای ژئوفیزیکی در کارهای عمرانی

روشهای ژئوفیزیکی به شرح زیر هستند:

۳-۶-۲-۱ روش لرزه‌سنجی

الف -روش لرزه‌ای شکست مرزی [1]

هدف - برداشتهای لرزه‌ای شکست مرزی به منظور تعیین سرعت امواج لرزه‌ای در سنگهای زیرزمین تا عمق مشخصی صورت می‌گیرد. برای اکثر برداشتهای مهندسی، حداکثر عمق مورد بررسی با توجه به طبیعت پروژه تعیین خواهد شد. در بسیاری از موارد هدف از برداشت لرزه‌ای شکست مرزی، تعیین شکل سطح سنگ کف و سرعت امواج فشاری در روباره است. داده‌های به‌دست آمده از برداشت لرزه‌ای شکست مرزی برای محاسبه عمق انواع

1- Seismic refraction

omoorepeyman.ir

لایه‌های زیرزمینی و شکل این لایه‌ها به‌کار می‌رود. ضخامت لایه‌ها و تفاوت سرعت در لایه‌ها، موثر بودن روش لرزه‌ای شکست مرزی را تعیین خواهد کرد.

کاربرد - برداشتهای لرزه‌ای شکست مرزی در بسیاری از کاوشهای ژئوتکنیکی به کار رفته است. کاربرد اولیه این برداشتها در تهیه نقشه گنبدهای نمکی در کاوشهای اولیه نفت بوده اما امروزه این روش در مطالعات پی بـه‌منظور اجرای پروژه‌ها و مطالعه ساختگاهها، گسل‌ها، تحلیل ایمنی سدها و مسیر تونلها، به کار می‌رود.

ب -روش لرزه‌ای بازتابی [1]

هدف - برداشت لرزه‌ای بازتابی به‌منظور به دست‌آوردن داده‌هایی در مورد ساختار زمین‌شناسی درون زمین صورت می‌گیرد. این روش به‌خوبی روش لرزه‌ای شکست مرزی، داده دقیقی در مورد سرعت امواج فشاری فراهم نمی‌کند. از نظر تاریخی، برداشتهای لرزه‌ای بازتابی به‌طور موفقیت‌آمیزی در اکتشافات پروژه‌های نفتی و زمین گرمایی و در گذشته به‌منظور مطالعه زغال در عمق کم به‌کار رفته است. از داده‌های به‌دست آمده از این روش می‌توان برای تعیین وضعیت هندسی سطح لایه‌های مختلف و گسلها استفاده کرد.

کاربرد - برداشتهای لرزه‌ای بازتابی در بسیاری از بررسیهای مهندسی به کار رفته است. این برداشتها داده‌های قاطعی در مورد موقعیت و نوع گسلها و بسترهای رودخانه‌های مدفون را فراهم می‌کنند.
در مکانی که کاربرد برداشتهای لرزه‌ای شکست مرزی عملی نباشد، روش لرزه‌ای بازتابی به کار می‌رود.

۳-۶-۲-۲ روشهای مقاومت ویژه الکتریکی

الف -روش نیمرخ برداری الکتریکی [2]

هدف - روش نیمرخ برداری الکتریکی براساس اندازه‌گیری تـغییرات جـانبی در مـقاومت ویـژه الکـتریکی مـواد زیرزمینی بنا شده است. هدایت الکتریکی هر جسم به تخلخل و شوری آب موجود در فضای بین ذرات آن بستگی دارد.

کاربرد - روش پروفیل‌زنی الکتریکی به منظور تعیین تغییرات جانبی در خصوصیات الکتریکی مـواد زیـرزمینی، معمولاً تا عمق ویژه‌ای، به‌کار می‌رود. این روش برای تهیه نقشه گسترش جانبی نهشته‌های ماسه و شن، فراهم کردن داده به منظور حفاظت کاتدی برای خطوط لوله‌های مدفون درون خاک، تهیه نقشه گسترش جانبی مواد آلوده‌کننده (در مطالعه مواد زایدسمی) و در مطالعات اکتشافی گسل‌ها، به‌کار می‌رود.

1- Seismic reflection
2- Electrical Resistivity Profiling Surveys

omoprepeyman.ir

ب -روش گمانه‌زنی الکتریکی [1]

هدف - روش گمانه‌زنی الکتریکی بر اساس اندازه‌گیری تغییرات قائم در مقاومت ویژه الکتریکی مواد زیرزمینی استوار است. برعکس نیمرخ برداری الکتریکی که در آن فاصله الکترودها ثابت است، فاصله الکترودهای به‌کار رفته برای گمانه‌زنی الکتریکی متغیر است و نقطه‌مرکزی آرایش الکترودها ثابت باقی می‌ماند. به‌طور کلی، عمق مورد مطالعه با افزایش فاصله الکترودها، افزایش می‌یابد، در نتیجه گمانه‌زنی الکتریکی به‌منظور مطالعه تغییرات هدایت الکتریکی نسبت به عمق به‌کار می‌رود.

کاربرد -روش گمانه‌زنی الکتریکی عموماً برای پیگیری آبخوان در مطالعات آب زیرزمینی به‌کار می‌رود. این روش به منظور مطالعه سنگ کف، جایی که تفاوت در سرعت امواج کشسان اجازه برداشت لرزه‌ای را نمی‌دهد، به‌کار می‌رود. گمانه‌زنی الکتریکی برای بررسی‌های بزرگ مقیاس مطالعات زمین‌گرمایی و حفاظت کاتدی به‌کار می‌رود و اخیراً کاربرد نسبتاً گسترده‌ای در مطالعات مواد زاید سمی نیز یافته است.

۳-۶-۲-۳ روش مغناطیس سنجی [2]

هدف - روشهای مغناطیس‌سنجی به‌منظور اندازه‌گیری بی‌هنجاری در میدان مغناطیسی زمین به‌کار می‌روند. با تعیین و اندازه‌گیری بی‌هنجاریها، علت وجودی آنها با تعبیر و تفسیر داده‌ها مشخص می‌شود.

کاربرد- روشهای مغناطیس‌سنجی کاربرد گسترده‌ای در کاوشهای نفت و معدن دارند. تعداد زیادی از سنگها خواص مغناطیسی دارند که بر حسب شدت آنها، می‌توان نقشه‌های هم شدت مغناطیسی آنها را تهیه کرد. در مهندسی عمران این روش به‌طور گسترده‌ای در کشف بشکه‌های حاوی مواد سمی مدفون، و تهیه نقشه لوله‌های مدفون و همچنین در بررسیهای باستان شناسی کشف به‌کار می‌رود.

۳-۶-۲-۴ روش گرانی‌سنجی [3]

هدف - بی‌هنجاریهای گرانی‌سنجی عموماً نتیجه اختلاف جرم مخصوص مواد تشکیل‌دهنده پوسته زمین است. به عبارت دیگر چنانچه تمامی مواد تشکیل دهنده پوسته زمین به‌صورت لایه‌های افقی و با جرم مخصوص یکنواخت باشند، هیچ بی‌هنجاری گرانشی وجود نخواهد داشت. اختلاف جرم مخصوص مواد مختلف، به‌وسیله عوامل متعدد کنترل می‌شود که مهمترین آنها عبارت است از جرم مخصوص دانه‌های تشکیل‌دهنده مواد،تخلخل و مایع بین آنها.

1- Electrical Resistivity Sounding

2- Magnetometry

3- Gravimetry

omoorepeyman.ir

کاربرد - گرانی سنجی روش کم هزینه‌ای است که به‌منظور تعیین ساختارهای ناحیه که ممکن است درارتباط با اکتشافات آب یا نفت باشد، به‌کار می‌رود. از نظر تاریخی، روش گرانی‌سنجی از جمله ابزار اصلی در اکتشافات نفت بوده است. این روش در مهندسی عمران کاربرد محدودی دارد. به‌منظور به‌دست آوردن اطلاعاتی در مورد عمق و شکل سطح فوقانی سنگ کف در مناطقی که تعیین این صفات به‌وسیله سایر روشها عملی نیست، به‌کار می‌رود. ریزگرانی‌سنجی [1] (بادقت بالا) به‌منظور به‌دست آوردن اطلاعاتی درباره کارایی عملیات تزریق به‌کار رفته است. در چنین شرایطی، روشهای ریزگرانی‌سنجی قبل و بعد از عملیات تزریق به‌کار می‌رود و اختلاف جرم مخصوص‌ها مقایسه می‌شود. ریزگرانی‌سنجی در بررسیهای پی‌پشدناسی نیز به‌کار رفته است.

۳-۷ تجزیه و تفسیر داده‌ها

هنگامی که برداشت زمین‌شناسی مهندسی یک ناحیه در حال انجام است، اطلاعاتی برای همه جنبه‌های وضعیت زمین‌شناسی مهندسی گردآوری می‌شود. تجزیه و تحلیل داده های صحرایی و آزمایشگاهی، نتایجی را درباره توزیع و خواص سنگها، خاکها، آب زیرزمینی، شرایط زمین‌ریختشناسی و فرآیندهای زمین‌پویایی دربرخواهد داشت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها به معنی گزینش و گروه‌بندی همه اطلاعات گردآوری شده به دو دسته است: گروه اول داده‌هایی است که از نقطه‌نظر هدفهای ویژه‌ای که نقشه برای برآوردن آن تهیه می‌شود، مطلقاً ضروری هستند و گروه دوم سایر داده‌ها راکه کنار گذاشته می شوند، دربرمی‌گیرد.

در این مرحله باید کوشید تا قابل اطمینان بودن داده‌ها از دیدگاه زمین‌شناسی ارزیابی شود. برای این کار تجربه چشمگیری در زمین‌شناسی و نیز داوری و دریافت درستی از اصول عمومی زمین‌شناسی قابل کاربرد در ناحیه‌ای که نقشه آن تهیه می‌شود، لازم است. داده‌های غیرقابل اطمینان نباید در پردازش بعدی داده‌ها شرکت داده شوند.

پس از گروه‌بندی داده‌ها، می‌توان با به‌کارگیری طبقه‌بندی‌های گوناگون (زمین‌شناسی، زمین‌شناسی مهندسی و مهندسی) داده‌ها را طبقه‌بندی کرد. سیستمهای به‌کارگیری طبقه‌بندی، ممکن است سیستم‌هایی باشد که در سطح بین‌المللی و یا به وسیله کشورهای مختلف پذیرفته شده است.

گام نهایی در پردازش داده‌ها، تلفیق اطلاعاتی است که به طور عمومی درمورد هریک از سازندهای گوناگون شرایط زمین‌شناسی مهندسی در دست است تا بتوان هریک از واحدهای گستره مورد بررسی راکه از نظر

1- Micro gravimetry

omoorepeyman.ir

زمین‌شناسی‌مهندسی تا حد مشخصی یکنواخت هستند، تعیین و تعریف کرد. بدیهی است کاربرد کامپیوتر به خصوص در زمینه‌های ذخیره داده‌های کدبندی شده با تحلیل آماری داده‌ها و یافتن همبستگی میان شمار بزرگی از متغیرها ونهایتاً ترسیم کامپیوتری نقشه‌ها می‌تواند در انجام این امر، تسریع کند.

۳-۸ نمایش داده‌ها بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی

به طوری که گفته شد، محتوای نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی و مقدار جزییاتی که درباره شرایط زمین‌شناسی مهندسی نشان داده می‌شود، تابع منظور و مقیاس نقشه است. مستقل از این حقیقت که نقشه‌های با مقیاس گوناگون برای حل مسائل مختلف طراحی می‌شوند، همه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی باید برپایه اصول عمومی یکسان و شناخته شده‌ای تهیه شوند. در این صورت مقایسه مستقیم نقشه‌هایی که با مقیاس یکسان تهیه شده‌اند، امکان پذیر است و آماده کردن نقشه‌های میان مقیاس تاکوچک مقیاس از روی نقشه‌های بزرگ مقیاس بدون اعمال تغییرات بنیادی، آسانترخواهدبود.

برپایه معیار، منظور، محتواو مقیاس، نقشه‌ها دارای انواع بسیار هستند. تمام ترکیب‌های معیارهای بالا امکان پذیر است، برای نمونه نقشه‌های چندمنظوره را می‌توان با انواع هدف‌های مهندسی که جنبه‌های بسیاری از زمین‌شناسی مهندسی را دربرمی‌گیرد، تهیه کرد. این نقشه‌ها ممکن است تفکیکی یا جامع باشند و با انواع مقیاسها تهیه شوند. مقیاس را می‌توان مبنای تهیه نقشه‌ها قرار داد که انتخاب مقیاس نیز متناسب با مراحل مطالعات است. در زیر براساس مراحل مطالعاتی، شیوه‌هایی که‌برای نمایش داده‌هابرروی یک نقشه به کارگرفته می‌شود، بیان می‌شود.

۱-۸-۳ نقشه‌های مرحله شناسایی (کوچک مقیاس)

نقشه مناطقی را که وضعیت زمین‌شناسی مهندسی آنها به خوبی شناخته شده است می‌توان با استفاده از نقشه‌ها، نوشتارهاومدارک آرشیوی موجود تهیه کرد. نقشه مناطقی راکه در آن بررسیهای چندانی انجام نگرفته است، به وسیله تفسیر فتوژئولوژی و برداشت مستقیم تهیه می‌کنند. این نقشه‌ها عمدتاً توزیع و ویژگی مجموعه‌های سنگها و خاکها از دیدگاه خاستگاهی و رخساره‌ای، عمق سطح ایستابی، خورندگی آب زیرزمینی و گستره فرآیندهای فعال زمین‌شناسی راکه در زمین‌شناسی مهندسی دارای اهمیت می‌باشند، نشان می‌دهند.

نمایش سنگها و خاکها داده اساسی است که نقشه در بردارد. توصیه می‌شود که هم نهشته‌های سطحی و هم سنگ‌کف نشان داده شود. می‌توان، مجموعه بالایی راکه نهشته‌های سطحی هستند، با رنگهای روشن که برابر یک فهرست استاندارد رنگ‌ها انتخاب شده و نمایانگر ویژگی خاستگاهی آنها است، نشان داد. سنگ کف رانیز می‌توان با

omoorepeyman.ir

رنگ‌های تیره‌تر و یا نگارهای رنگی [1] که در آن رنگ، نمایانگر خاستگاه و نگار، نمایانگر سنگ شناسی سنگها و خاکها است، نشان داد. سن سنگها و خاکها را می‌توان به کمک نمادهای قراردادی زمین‌شناسی بر روی نقشه و یا در نشانه نمای آن نمایش داد. [2]

داده‌های هیدروژئولوژی را می‌توان به‌وسیله خطوط همتراز یا به صورت عددی با نمادهای نقطه‌ای (برابر یک فهرست عمومی) برای هر مجموعه سنگها و خاکها نشان داد. محل سطح ایستابی، مقدار برآورد شده آب زیرزمینی و جزییات ترکیب شیمیایی آب را نیز می‌توان ارائه کرد.

نمادهای نقطه‌ای گزیده‌ای را می‌توان برای مشخص‌کردن مناطقی که در آن فرآیندهای فعال زمین‌پویایی وجود دارد به کاربرد و فعالیت زمینلرزه‌ای را نیز می‌توان به وسیله خطوط هملرز [3] نشان داد. در نقشه‌های کوچک مقیاس منطقه‌بندی شده، معیاری که برای تمایز هریک از واحدهای منطقه‌بندی به کار می‌رود، یکنواختی عمومی سازندهای اصلی محیط زمین‌شناسی است همچنین می‌توان تمایز نواحی را بر پایه عناصر زمینساختی، تفکیک حوزه‌ها را بر پایه مهزمین ریختشناسی [4] و احتمالاً مناطق را، برپایه یکنواختی ویژگی سنگ رخساره‌ای و آرایش ساختاری انجام داد.

۳-۸-۲ نقشه‌های چندمنظوره جامع مرحله توجیهی(میان مقیاس)

نقشه‌های میان مقیاس بر پایه بررسیهای صحرایی با افزودن نتایج استفاده از اطلاعات و مدارک آرشیوی موجود و هرگونه بررسی تکمیلی لازم، تهیه می‌شوند. همان اطلاعاتی که در نقشه‌های کوچک مقیاس نشان داده می‌شود، باید با تفصیل و جزییات بیشتر در نقشه‌های میان مقیاس نشان داده شود. دو یا سه واحد از بالاترین واحدهای سنگ وخاک را می‌توان به همراه توصیف سنگ شناسی آنها به زبان زمین‌شناسی مهندسی بر روی نقشه نشان داد. خواص سنگ و خاک را می‌توان در نشانه نمای نقشه نشان داد.

در تعیین عمقی که شرایط زمین‌شناسی مهندسی باید تا آن عمق نشان داده شود، منظور اصلی نقشه و پیچیدگی زمین‌شناسی رابابد درنظر گرفت. همانند نقشه‌های کوچک مقیاس، می‌توان سنگها و خاکهای سطحی را به وسیله رنگ و مجموعه‌هایی راکه در زیر سطح قرار گرفته‌اند به وسیله نگارهای رنگی گوناگون نشان داد. در صورتی که بیش از دو مجموعه سنگ و خاک نشان داده شود، می‌توان از روشهای گوناگون نمایش سه بعدی، استفاده کرد. تغییرات

1- Colored pattern

۲- به عنوان نمونه می توان به نگارها و نمادهای سازمان زمین شناسی کشور مراجعه کرد.

3- Iso seismic

4- Macro geomorphology

omoorepeyman.ir

ضخامت را می‌توان به وسیله شدت‌های مختلف رنگ که برای تمایز هریک از مجموعه‌های گوناگون به کـار رفـته است، به وسیله تغییر ضخامت نگارهای رنگی، با خطوط هم ضخامت یا به وسیله اعـداد نشـان داد. از تـغییرات مشابهی در رنگ یا ضخامت خطوط نگارها نیز می‌توان برای نشان دادن تغییرات گوناگون در عمق استفاده کـرد. همچنین عمقها را می‌توان به وسیله خطوط هم عمق یا با اعداد نشان داد.

در این نقشه‌ها می‌توان سطح ایستابی را با خطوط همتراز و حدود نوسان آنرا با اعداد نشان داد. این شیوه را در مورد مناطق کوهستانی نمی‌توان به کار گرفت و عمق ی سطح ایستابی و ویژگیهای دیگر را تنها می‌توان با اعداد نشان داد. عمق آب تحت فشار و سطوح پیزومتریک آنرا می‌توان با خطوط همتراز نشـان داد. داده‌هـای مـربوط بـه تـرکیب شیمیایی آب زیرزمینی را در نقشه باید به وسیله نماد و یا اعدادنشان داد. توپوگرافی سطحی به وسیله خطوط هم تراز نشان داده می‌شود و مرزهای واقعی و جزییات سیمای زمین‌ریختشناسی را می‌توان برروی نقشه نشان داد. در این نقشه‌ها حد گستره در برگیرنده سیمای زمین‌پویایی باید مشخص شود و هرجاکه امکان پذیر است، مرزهای هریک از سیماهانیز، نشان داده می‌شود.

در نقشه‌های میان مقیاس که در آن منطقه‌بندی (زون بندی) نشان داده می‌شود، تمایز منطقه‌ها بر پایه همگنی و آرایش ساختاری واحدهای سنگ و خاک نقشه خواهد بود. هرجـا کـه امکـان پـذیر است مـی‌توان واحـدهای مـنطقه‌ای کوچکتری راکه در آن پدیده‌های هیدروژئولوژی یا زمین‌پویایی و یا هر دو، یکنواخت است، مشخص کرد.

۳-۸-۳ نقشه‌های زمین‌شناسی مرحله طراحی تشریحی (بزرگ مقیاس)

در واقع مرحله طراحی تشریحی مطالعات شامل تهیه نقشه تفصیلی حوزه‌ای و بررسی سنگ‌شناختی و هـمچنین بررسی تفصیلی حالت فیزیکی توده سنگ یا خاک درون یک‌گونه سنگ شناسی که نقشه آن قبلا" تهیه شده، است.

در این مرحله باسنگ‌شناختی تفصیلی، اندازه‌گیری ژئوفیزیکی در صحرا، بررسی نظامدار خواص مربوط به نمایه‌ها[1] در آزمایشگاه، آزمایش خواص مکانیکی سنگ به صورت برجا و در آزمایشگاه، گونه‌های لیتولوژیکی تدقیق شده و گونه‌های زمین‌شناسی مهندسی در محدوده مورد مطالعه، تعیین می‌شوند.

نقشه‌های مرحله دوم به‌وسیله برداشت و بررسیهای تفصیلی صحرایی، استفاده از همه اطلاعات آرشیوهای موجود، کارهای اکتشافی زیرزمینی نظامدار، اندازه‌گیریهای ژئوفیزیکی، آزمونهای صحرایی و آزمایشگاهی تهیه می‌شوند. تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی همه واحدهای سنگ و خاک که بر روی نقشه نشان داده شـده، ضـروری است.

1- Index

omoorepeyman.ir

داده‌هایی که گردآوری می‌شود، شاید برای تحلیل آماری نتایج نیز کافی باشد. گونه‌های سنگ شناسی و زمین‌شناختی مهندسی سنگ و خاک و آرایش فضایی و ساخت آنها را در عمق می‌توان به کمک ترکیبی از رنگ‌ها و نگارهای رنگی نشان داد، قسمتی از خواص سنگ و خاک را که به طور آماری تعیین شده‌اند، می‌توان در نشانه‌های نقشه ارائه کرد.
به هنگام تصمیم‌گیری درباره عمقی که شرایط زمین‌شناسی مهندسی را باید تا آن عمق نشان داد، منظور اصلی از تهیه نقشه و نیز پیچیدگی زمین‌شناسی محل راباید در نظر گرفت. شرایط هیدروژئولوژی را در نقشه‌های بزرگ مقیاس می‌توان در بازه‌های [1] مناسب (مثلاً یک متری) به وسیله خطوط همفراز [2]، هم عمق و همفشار و نیز نوسانات شناخته شده آنها را به صورت عددی نشان داد. نتایج تجزیه شیمیایی آب زیرزمینی را می‌توان به کمک اعداد یا نمادها نشان داد. توپوگرافی سطحی به وسیله خطوط هم‌تراز نشان داده‌می‌شود، و مرزهای واقعی و جزییات سیماهای زمین‌ریختشناسی را نیز می‌توان نمایش داد.

در نقشه‌های مرحله طراحی تشریحی می‌توان مرزهای واقعی هریک از سیماهای زمین‌پویایی و هرجاکه امکان پذیر است، ساختار درونی آن را نشان داد.

منطقه‌بندی در نقشه‌های بزرگ مقیاس بر پایه همگنی و آرایش ساختاری واحدهای سنگ و خاک برداشت شده و نیز بر پایه یکنواختی شرایط هیدروژئولوژی و پدیده‌های زمین‌پویایی انجام می‌گیرد.

چنانچه تهیه نقشه به منظور کاربرد ویژه‌ای باشد، در این صورت به طور مثال یکی از سازندهای زمین‌شناسی مهندسی را نمایش می‌دهند و آن را از دیدگاه موردنظر ارزیابی می‌کنند. برای نمونه ممکن است زمینلغزه‌ها در چارچوب پایداری شیبهای مخزن مورد ارزیابی قرار گیرند. در این صورت نتیجه بررسی شرایط زمینشناختی مهندسی، زمینلغزه هاو منظور ویژه‌ای که نقشه برای آن تهیه می‌شود، بررسی وضعیت پایداری دیواره مخزن سد است. می‌توان به نمونه‌های دیگری نیز که مربوط به زمینلغزه‌ها باشد اشاره کرد مانند زمینلغزه‌ها در پیوند با احیای زمین یازمینلغزه‌ها در رابطه با پی یک سازه.

نقشه‌های تفصیلی بزرگ مقیاس که برای مرحله طراحی تشریحی تهیه می‌شود، علاوه بر اطلاعات زمین شناسی دارای نشانه نمای توصیفی به زبان زمین‌شناسی مهندسی هستند.
در توصیف سنگ موارد زیر آورده می‌شود:

- نوع سنگ
- رنگ
- دانه‌بندی

1- Interval
2- Isohypses

omoorepeyman.ir

- لایه‌بندی
- وجود سایر اشکال مانند تورق
- درزه‌ها
- آیینه گسل [1]
- هوازدگی و عوارض ناشی از هوازدگی
- تراوایی

۳-۹ مقیاس نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی

۳-۹-۱ مرحلهٔ شناسایی

الف) ساختگاه سد و سازه‌های وابسته:

با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰۰ (درصورت وجود نقشه‌های توپوگرافی)

ب) ساختگاه مخزن سد:

با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰۰ (درصورت وجود نقشه‌های توپوگرافی)

ج) خطوط انتقال و تونل، مسیر کانالها و راهها:

با مقیاس ۱:۵۰،۰۰۰ یا ۱:۲۵۰۰۰

۳-۹-۲ مرحله توجیهی

الف) ساختگاه سد و سازه‌های وابسته:

با مقیاس ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۲۰۰۰

ب) ساختگاه مخزن سد:

با مقیاس ۱:۲۰،۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰ برحسب پیچیدگیهای زمین شناسی

ج) مسیر خطوط لوله، کانال، تونل و راهها:

بامقیاس ۱:۵۰۰۰ تا ۱:۲۰،۰۰۰ برحسب پیچیدگیهای زمین شناسی

1 - Slickensided

omoorepeyman.ir

۳-۹-۳ مرحله طراحی تفصیلی

الف) ساختگاه سد و سازه‌های وابسته:

با مقیاس ۱:۱۰۰۰ تا ۱:۱۰۰ برحسب ریختشناسی[1] و زمین‌شناسی محل.

ب) نقشه زمین شناسی ساختگاه مخزن سد باید در مرحله توجیهی برداشت شده باشد ولی ممکن است به طور موضعی به نقشه‌های بزرگ مقیاس در حد ۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰۰ نیاز داشته باشد.

ج - مسیر خطوط لوله، کانال، تونل و راهها:

با مقیاس ۱:۵۰۰۰ و در محدوده‌ای خاص برحسب پیچیدگیهای زمین شناسی تا مقیاس ۱:۱۰۰۰

۳-۹-۴ مرحله اجراو ساخت

الف) ساختگاه سد و سازه‌های وابسته:

با مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰

ب) ساختگاه مخزن نیاز به نقشه ندارد.

ج) برداشت تونل:

با مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰ و در مورد ترانشه، خطوط لوله، کانال و راهها درصورت نیاز و برحسب ویژگیهای زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰

۳-۱۰ نمایش سه بعدی برروی نقشه‌ها

چون سازه‌های مهندسی بر سازندهای زیرسطح زمین تاثیر می‌گذارند و این سازه‌ها غالباً به زیرسطح زمین امتداد می‌یابند و یا تماماً در زیر سطح زمین‌ساخته می‌شوند، نمایش سه‌بعدی بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی مطلوب و سودمند خواهد بود. در جایی که نهشته‌های سطحی برروی سنگ کف قرار دارند، به‌طور کلی نشان دادن عمق و چگونگی سطح سنگ کف لازم و سودمند است. در نقشه‌های کوچک مقیاس اطلاعات سه‌بعدی را تنها می‌توان در برخی نقاط به وسیله نمادهایی ارائه کرد. در نقشه‌هایی که دارای جزییات بیشتری هستند، سطح سنگ کف و جزییات نهشته‌های سطحی را باید در صورت امکان به یکی از چندین روش زیر نشان داد:

روش‌های باریکه‌ای[2]، همترازهای سنگ کف، نمودارهای نقطه‌ای گمانه‌ها، نمودارهای ایزومتریک و یا خطوط هم ضخامت. هر روشی که به کار برده شود، اجزای نشان داده شده در نقشه نباید آنچنان انبوه شود که به ناخواناشدن آن بیانجامد. در نقشه‌های میان‌مقیاس و بزرگ مقیاس برای نشان دادن عمق و ضخامت هشته‌های کواترنر، هنگامی

---

1 - Morphology

2-Strip method

omoorepeyman.ir

که بین سطح زمین و سطح سنگ‌کف تنها چند واحد قرار دارند، روش باریکه‌ای بسیار سودمند است و کاربرد آن در چنین موردی توصیه می‌شود.

۳-۱۱ مقاطع زمین‌شناختی مهندسی

مقاطع زمینشناختی مهندسی برای همه انواع اصلی نقشه‌های زمین‌شناختی مهندسی، پیوست تکمیلی لازمی است. شمار وجهت مقاطع با درنظرگرفتن زمینریختشناسی و ساختار زمین‌شناسی وموقعیت سازه برگزیده می‌شود تا رابطه میان سازندهای شرایط زمین‌شناسی مهندسی را نمایان کند.

مقیاس افقی مقاطع باید برابر با مقیاس نقشه یا بزرگتر از آن باشد.
مقیاس قائم به گونه‌ای برگزیده می‌شود که نشان دادن گستره و خواص بالاترین واحدهای سنگ و خاک امکان‌پذیر باشد. عمقی که مقطع تا آن عمق رسم می‌شود، باید ارتباط مستقیم با عمق گمانه‌ها و دیگر حفاریهای موجود داشته باشد.

همه اطلاعاتی که بر روی نقشه نشان داده شده است (برای نمونه شرایط هیدروژئولوژی، منطقه‌بندی زمین‌شناسی مهندسی، نتایج فرآیندهای زمین‌پویایی و خواص مهندسی همه واحدهای سنگ و خاک) باید در مقاطع نیز نشان داده شود. میزان نمایش جزییات بر روی مقاطع، همسان جزییات نشان داده شده در نقشه خواهد بود.

omoorepeyman.ir

۴- حفاریهای اکتشافی

۴-۱ کلیات

در طراحی و اجرای سازه‌ها یکی از مهمترین عوامل تصمیم‌گیری، شناخت شرایط زمین شناسی زیرسطحی است. برای دستیابی به داده‌های موردنیاز زمین شناسی زیرسطحی در اعماق مختلف زمین از انواع روشهای گمانه‌زنی و حفاری استفاده می‌شود، که با توجه به شرایط طرح و زمین، روش مناسب در هر مورد انتخاب می‌شود.
دربارهٔ تعیین تعداد، فاصله و عمق این گونه‌حفاریهادرمراجع و استانداردهای موجود بین‌المللی بحث شده است که با رجوع به این مراجع و تلفیق آنها و تطبیق با شرایط موجود کشور سعی شده است رهنمودهایی برای تعیین میزان عملیات حفاری اکتشافی به تناسب ابعاد و اهمیت طرحها ارائه شود. به این لحاظ برحسب ابعاد و شکل طرح و همچنین اهمیت آنها، سازه‌ها را به نقطه‌ای، نواری، سدها و تونلها تقسیم بندی می‌کنند که در این فصل ارائه می‌شود.

۴-۲ شناخت ویژگیهای پی‌های نقطه‌ای

فاصله و عمق گمانه‌ها بستگی زیادی به ابعاد سازه، پیچیدگی توپوگرافی، شرایط زمین و طبیعت پروژه دارد. برای سازه‌هایی با ابعاد کوچک نظیر تلمبه خانه های کوچک، برجهای انتقال و پایه‌های پل، اغلب یک گمانه آزمایشی نیازهای اکتشافی پی را برآورده می کند. سازه‌های بزرگتر ممکن است به گمانه‌های بیشتری نیاز داشته باشند. در صورتی که موقعیت دقیق یک سازه وابسته به شرایط پی باشد، تعداد گمانه‌های اکتشافی مورد نیاز افزایش می یابد. چنانچه برای چنین شرایطی در کاوشهای اولیه دو یا سه گمانه حفر شود تا شرایط کلی پی را مشخص کند، ممکن است نیازهای مراحل بعدی کاهش یابد.

عمق موردکاوش اساساً به شرایط خاک و سنگ پی و نوع سازه بستگی دارد ولی باید حداقل ۱/۵ تا ۲ برابر عرض ناحیه بارگذاری باشد. بسته به شرایط زمین محل سا زه، ممکن است به گمانه‌های عمیق تر نیز نیاز باشد. به عنوان مثال: در صورتی که مصالح تشکیل دهندهٔ پی، سست و ضعیف (رس نرم، ماسه سست یا خاکریز نامتراکم) باشد، عمق گمانه ها باید به اندازه‌ای باشد که از این مصالح عبور کنند و به مصالح متراکمتری برسند.

چنانچه ضخامت مواد نرم و سست یا تراکم پذیر زیاد باشد، گمانه باید تا عمقی ادامه یابد که تنش وارده از سازهٔ پیشنهادی، قابل چشم پوشی باشد. در مواردی نیز می توان از گمانه های کم عمق استفاده کرد. مثلاً در صورتی که شرایط مناسب در اعماق کم مشاهده می شود، گمانه باید تا عمقی که وجود مصالح ضعیف احتمالی در زیر عمق اکتشاف شده، به طور جدی بر سازه اثر نداشته باشد، ادامه یابد. در مواردی که به سنگ کف برخورد می‌شود، گمانه‌ها

omoprepeyman.ir

باید به طور نمونه حدود ۱/۵ متر در سنگ سالم و ۳ تا ۵ متر در سنگ هوازده (برحسب مورد و طبق نظر مسئول نظارت) ادامه یابند. این امر بستگی به شرایط محلی دارد، ولی در هر حال جایی که ممکن است مجاری و معادن زیرزمینی متروکه موجود باشد، مناسب نیست و در چنین مواردی، با حفر حداقل یک گمانه، باید زیر منطقه مورد بررسی را به قدر کفایت کاوش کرد (شکل شماره ۲).

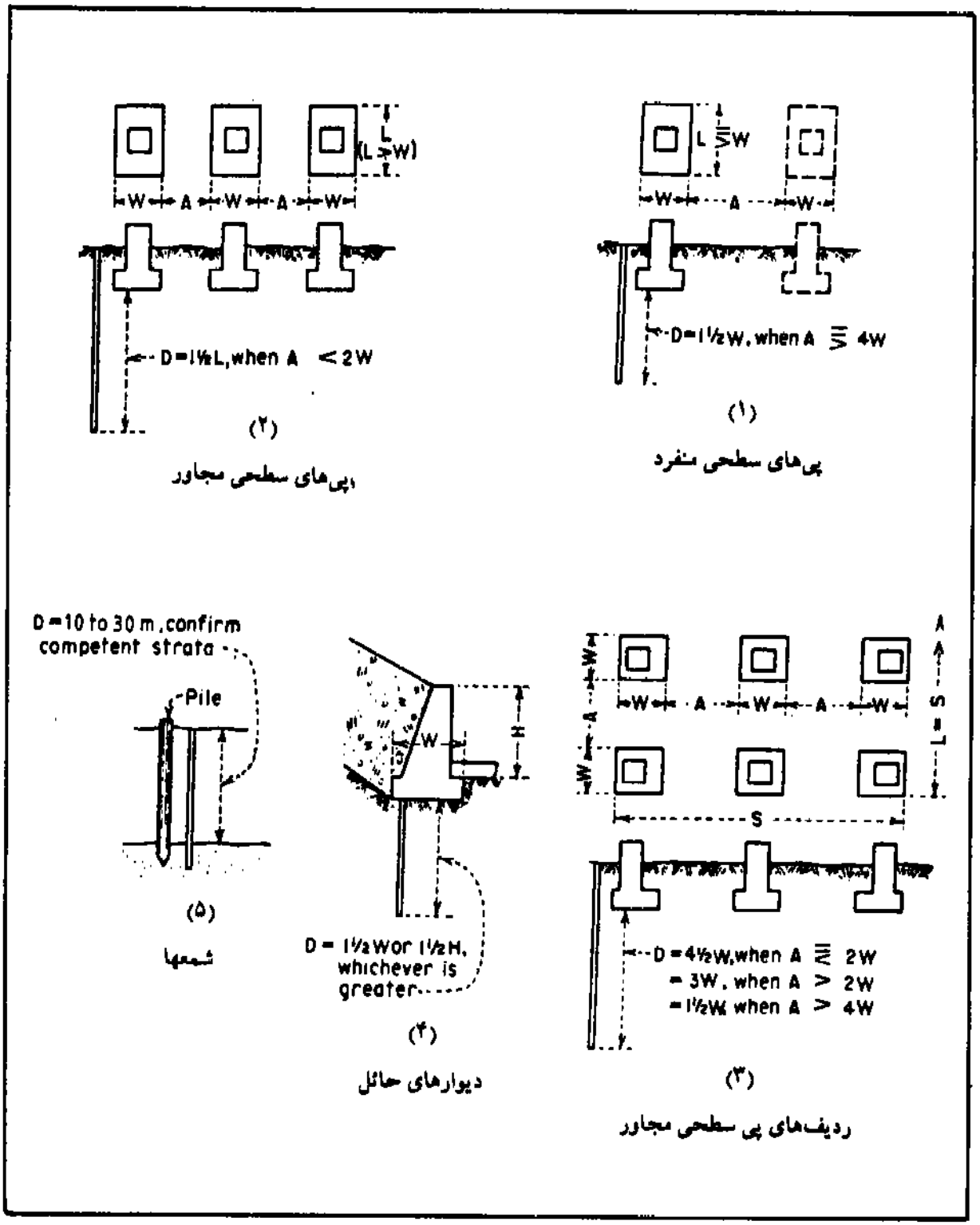
به هر صورت عمق گمانه های اولیه در پی‌های نقطه ای مطابق جدول شماره ۱ توصیه می‌شود:

جدول ۱- عمق گمانه‌های اکتشافی مرحلهٔ توجیهی پی‌های نقطه‌ای

پی	عمق	ملاحظات
پی‌های سطحی [1] (منفرد)	$D = 1\frac{1}{2} W$ وقتی که $A \leq 4\ W$ و $L \geq W$	
پی‌های سطحی مجاور [2]	$L = 1\frac{1}{2} D$ وقتی که $A < 2WD$ و $L \geq W$	
ردیف پی‌های سطحی مجاور [3]	$D = 4\frac{1}{2} W$ وقتی که $A \leq 2\ W$ $D = 3W$ وقتی که $A > 2\ W$ $D = 1\frac{1}{2} W$ وقتی که $A > 4\ W$	عمق گمانه از کف پی عرض پی = W فاصله بین پایه‌ها و ردیفها = A عرض پی‌ها در دوردیف = L فاصله بین‌ردیفها+
دیوار حائل [4]	$D = 1\frac{1}{2} W$ یا $1\frac{1}{2} H$ هرکدام که بزرگتر باشد	عمق گمانه از کف پی = D عرض پی = W ارتفاع دیوار از سطح زمین = H
شمعها [5]	$D =$ ۱۰ تا ۳۰ متر	تأیید لایه‌های مقاوم

1 - Isolated Spread or mat footing
2 - Adjacent footing
3 - Adjacent rows of footing
4 - Retaining Wall
5 - Piles

omoorepeyman.ir



شکل ۲- عمق گمانه‌های اکتشافی مرحله توجیهی پی‌های نقطه‌ای

omoorepeyman.ir

۳-۴ شناخت ویژگیهای پی سازه‌های نواری

کاوشهای مورد نیاز به منظور تعیین مواد مختلف در پی کانالها، خطوط لوله، زهکشها و راهها براساس ابعاد و اهمیت سازه و خصوصیات زمینی که در درون آن، مسیر سازه تعیین موقعیت شده، به نحو قابل ملاحظه‌ای متغیر است. فاصلهٔ گمانه ها نیز برحسب نیاز به تعیین تغییرات شرایط زیر سطحی، تغییر می‌کند.

در پی‌های نواری، حفاری گمانه ها با فواصل کم، و انجام آزمایشهای تفصیلی، اقتصادی نخواهد بود. بنابراین در بررسیهای مقدماتی، باید مسیر سازه نواری به طور دقیق، احتمالا با کاربرد عکس های هوایی، روشهای ژئوفیزیکی و بازدید و بررسی زمین شناسی تفصیلی، مطالعه شود. سپس به منظور تائید توالی لایه‌های پیش‌بینی شده و نمونه‌برداری ازنواحی حساس و تعیین دقیق ترازسطح ایستابی، عملیات حفاری اکتشافی برنامه‌ریزی و انجام خواهدشد.

چنانچه سازه نواری باید از زمینهای نسبتا مسطح، مانند دشتها (با خاک یکدست) عبور کند، برای کاوش پی، حفر چند گمانه کافی خواهد بود. معمولا برای کاوشهای مرحله توجیهی فاصله گمانه ها حدود یک کیلومتر و برای طراحی تشریحی حداکثر ۰/۵ کیلومتر کافی است.

گمانه‌های با فواصل کمتر وقتی مورد نیاز است که شرایط زیرسطحی متغیر باشد. چنانچه سازه نواری در مسیر خود از مناطقی نظیر مناطق کوهستانی، زمین لغزشها، مناطق خردشده و گسلیده، مناطق پوششی (مواد واریزه‌ای، واریزه‌ای دامنه ای، خاکهای برجا و مخروطهای افکنه)، آبراهه ها، مسیلها، دره ها و رودخانه ها عبور کند، برای رسیدن به اهداف طراحی، گمانه های اکتشافی مورد نیاز در این مناطق، ممکن است بسیار متغیر باشد.

در مناطق زمینلغزه و زونهای پوششی خرد شده و گسلیده در صورتی‌که عوامل زمین شناسی، سازه را در طول بیش از ۶۰ متر تحت تاثیر قرار دهند باید حداقل به وسیله ۲ گمانه اکتشاف شود. معمولا گمانه ها به فاصله ۳۰ متر حفر می‌شوند. در مناطق که گودبرداری و یا خاکریزی سنگین صورت می‌گیرد، باید حداقل به وسیله ۲ گمانه در $\frac{1}{4}$ و $\frac{3}{4}$ طول مسیر، کاوش شوند.

چنانچه سازه نواری از کف دره ها، مسیلها، آبراهه‌ها و رودخانه‌ها عبور کند، مسیرهای تلاقی حداقل با یک گمانه اکتشاف می‌شود، در صورتی که عرض دره و مسیل، آبراهه و رودخانه وسیع باشد، با توجه به مشخصات زمین‌شناسی محل و نوع سازه پیشنهادی (سیفون، آکدوک، کالورت، فلوم، پل و...) گمانه های اضافی تعیین و حفر می‌شوند (در مورد سازه‌های نواری، شرایط حفر گمانه، مشابه شرایط حفاری سازه های نقطه ای خواهد بود).

omoorepeyman.ir

در صورتی که سازه خطی از نواحی کوهستانی (سنگی) عبور کند، با توجه به خصوصیات زمین شناسی، برای شناخت ویژگیهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی توده سنگها و سطح آب زیرزمینی، به منظور تحلیل پایداری شیبها و تعیین مشخصات تکنولوژی اجرا، گمانه هایی انتخاب و حفر می‌شوند.

به طور کلی، حفر گمانه ها، برحسب شرایط توپوگرافی، زمین شناسی و شرایط زیر سطحی و نوع سازه، ممکن است خارج از خط محوری سازه مورد نیاز باشد. عمق پیشنهادی برای کاوش پی سازه ها، بستگی به شرایط زیرسطحی بر پایه شناخت ویژگیهای زمین شناسی و خاکشناسی محل دارد (شکل شماره ۳).

عمق گمانه های اولیه (مرحلهٔ توجیهی) برای سازه های یاد شده طبق جدول شماره ۲ توصیه می‌شود:

جدول ۲- عمق پیشنهادی گمانه های اکتشافی مرحله توجیهی در سازه‌های نواری

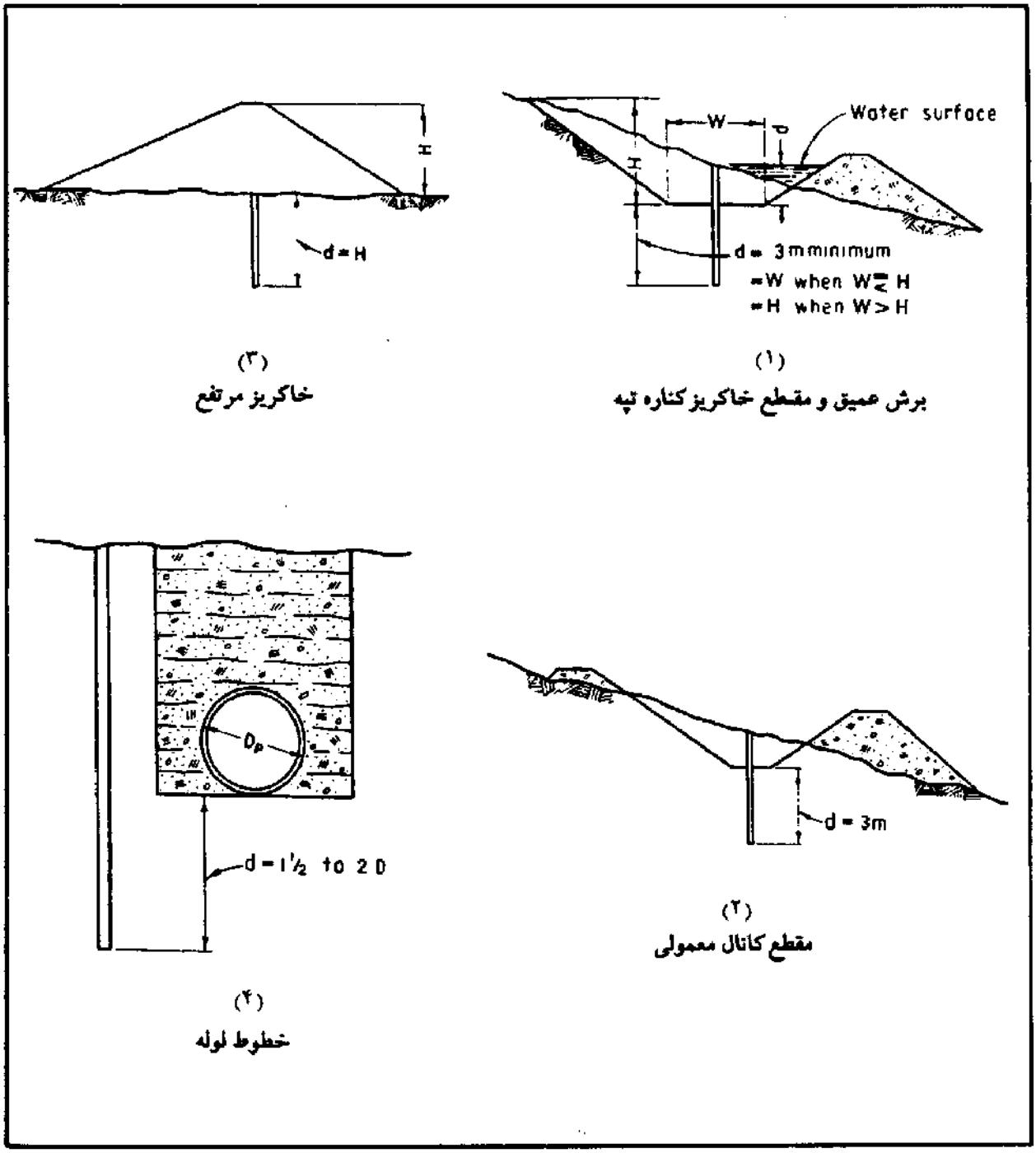
سازه	محل پی	عمق	ملاحظات
کانال و جاده	برش عمیق و مقطع خاکریز کناره تپه	متر ۳=d حداقل [1] (W≤H) d=W	d = عمق گمانه از کف پی W = عرض پی
	خاکریز مرتفع	(W≥H) d=H	H = ارتفاع کوهبری
	مقطع کانال معمولی	متر ۳=d حداقل	d = عمق گمانه از کف پی
خطوط لوله		d= ۱$\frac{۱}{۲}$ تا ۲D d= (۱/۵ تا ۲) D	d = عمق گمانه از کف پی D = قطر لوله

۴-۴ شناخت ویژگیهای زمین‌شناسی مهندسی تونلها و مغاره‌ها

برنامه کاوشهای زیر سطحی مسیر تونلها و مغاره‌ها (فضاهای بزرگ زیرزمینی) باید با توجه به پیچیدگیهای زمین شناختی، شرایط هیدروژئولوژی، ضخامت روباره و اهمیت سازه برای مراحل مختلف مطالعات تنظیم شود. چنانچه برای مسیر تونل و موقعیت مغاره، گزینه های مختلفی وجود داشته باشد، حتی‌الامکان با بررسیهای زمین شناسی سطحی مناسبترین گزینه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۱ - چنانچه در تراز بالاتر از کف پی پیشنهادی، توده سنگ مقاوم با درزه‌های بسته دیده شود در این صورت باید سه متر در سنگ حفاری کرد ولی معمولاً حفاری تا کف پی کافی است.

omorepeyman.ir



شکل ۳- عمق پیشنهادی گمانه‌های اکتشافی مرحله توجیهی در سازه‌های نواری

omoorepeyman.ir

در مورد گزینه انتخابی حداقل باید دو گمانه در ابتدا و انتهای سازه و تعدادی گمانه دیگر نیز، بر حسب شرایط زیر، حفر شود:

- فرورفتگیهای توپوگرافی سطح زمین در مسیر سازه که ممکن است از نظر ساختاری، نقطه ضعف به شمار آید.
- در سنگهایی از مسیر که قابلیت هوازدگی و دگرسانی عمقی دارند.
- در بخشی ا ز سنگهای مسیر که ویژگیهای کارستی دارند.
- در بخشهای آبدار و گازدار مسیر
- در مناطق خرد شده و گسلیده
- در قسمتی از مسیر که سنگهای تبخیری و یا تورم پذیر دارند.

بدون حفر گمانه های یاد شده، نشان دادن ضخامت مواد ناپیوسته و بخش هوازده سنگ، سطح ایستابی، نوع سنگ، گسستگیها، مناطق شکسته در برشهای زمین‌شناسی مهندسی مشکل است. در جایی که سنگ رخنمون دارد و ساختار زمین پیچیده نیست شناسایی باید با حداقل تعداد گمانه انجام گیرد اما در جایی که به علت وجود خاک، رخنمونها محدود است، حفر تعداد بیشتری گمانه مورد نیاز خواهد بود. در مرحله شناسایی برای گزینه‌یابی،گمانه‌زنی توصیه نمی‌شود. در مرحله توجیهی تمام واحدهای سنگی که در مسیر سازه قرار می‌گیرند باید به وسیله حفر گمانه اکتشاف شوند.

در مرحله طراحی تشریحی تعداد، فاصله، عمق، قطر و جهت گمانه‌ها برحسب نیاز طراحی و پیچیدگیهای زمین‌شناسی تعیین می‌شود. گمانه‌ها باید تا عمق قابل قبول زیر کف سازه را مورد اکتشاف قرار دهند. عمق کاوش توده‌های سنگی به نوع، اندازه، شکل و وضعیت سازه پیشنهادی و ملاحظات طراحی بستگی دارد. این ملاحظات بیش از همه تابع ویژگیهای ژئوتکنیکی ساختگاه است. در مورد لایه‌های شیب دار گمانه های مایل توصیه می‌شوند، زیرا به این طریق می‌توان از وضعیت تعداد بیشتری از لایه ها آگاهی حاصل کرد. در شرایطی که توده سنگی بالای سقف تونل ضخامت قابل ملاحظه‌ای داشته باشد و بررسی توده سنگ در حول و حوش سازه مستلزم حفر گمانه های عمیق و هزینه هنگفت باشد، گمانه‌های مایل کمک موثری به شمارمی‌آیند. در شرایطی که لایه ها بسیار پرشیب یا قائم‌اند، حفاری افقی ممکن است اطلاعات بیشتری به دست دهد. در نقاطی که گمانه اکتشافی از مقطع سازه بگذرد پس از خاتمه عملیات شناسایی باید آن را با دوغاب سیمان یا بتن پر کرد. در مرحله طراحی تشریحی حفر گالریهای اکتشافی و انجام آزمایشهای برجا از دیگر روشهای شناسایی زمین است که در مورد مغاره‌ها اهمیت بیشتری دارد و جزییات آن از طرف کمیته مکانیک سنگ طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور تهیه و ارایه خواهد شد. عمده عملیات اکتشافی و آزمایشهای برجا شامل موارد زیر است:

الف- حفر گالری اکتشافی در سراسر طول مغاره

ب- حفر گمانه‌های اکتشافی از داخل گالری اکتشافی به‌منظور شناسایی سنگهای اطراف مغاره و تعیین سطح ایستابی و تراوایی سنگ

omoorepeyman.ir

ج - انجام آزمایشهای ژئوفیزیکی در داخل گمانه‌ها و گالریهای اکتشافی

د- اندازه‌گیری تنشهای برجا

هـ تعیین مدولهای کشسانی و تغییر شکل توده سنگ

و- تعیین مقاومت برشی ناپیوستگیهای اصلی توده سنگ

۴-۵ شناخت ویژگیهای پی سدها

کاوشها در محل سدها باید به نحوی هدایت شود که خصوصیات پی را مشخص کند. در بسیاری از محلها، زمین‌شناسی سطحی در تعیین موقعیت گمانه‌های اولیه کمک می‌کند. در برخی شرایط، نقشه زمین‌شناسی سطحی همراه با ۴ تا ۵ گمانه برروی محور اولیه سد تا عمقی که گمانه ها به سنگ مقاوم و ناتراوا (نفوذناپذیر) برسند، خصوصیات را به اندازه کافی برای طراحی توجیهی مشخص خواهد کرد. بنابراین در محلهایی که سنگ پی دارای رخنمون کافی و فاقد شرایط زمین‌شناسی پیچیده باشد، قبل از تدوین برنامه عملیات اکتشافی و گمانه‌زنی، نقشه زمین‌شناسی محل باید تهیه و انتخاب گمانه براساس آن صورت پذیرد. گمانه‌ها باید به نحوی انتخاب شوند که تا حدودی امکان جابه‌جایی محور میسر باشد.

۴-۵-۱ عمق، فاصله و موقعیت گمانه ها

عمق، فاصله و موقعیت گمانه های موردنیاز برحسب پیچیدگی و شرایط زمین شناسی و طرح سازه ای تغییر می‌کند. معمولاً" هوازدگی مکانیکی و شیمیایی برروی کیفیت توده سنگ نزدیک زمین اثر تخریبی بیشتری دارند، ضمن اینکه ممکن است اثرات دگرسانی گرمابی در مناطق گسله و برشی تا اعماق زیادی ادامه داشته باشد. در حالت کلی کیفیت توده سنگ با افزایش عمق، مطلوبتر می‌شود و بنابراین مجاز به نظر می‌رسد که فاصله گمانه های عمیق بیش از فاصله گمانه‌های کم‌عمق تعیین شود. حدودفاصله گمانه‌های اکتشافی درمرحله‌توجیهی درجدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- فاصله و عمق گمانه های اکتشافی در مرحلهٔ توجیهی

عمق گمانه ها	فاصله گمانه ها
کمتر از ۱۰۰ متر	۳۰ تا ۱۵۰ متر
۱۰۰ تا ۲۵۰ متر	۱۵۰ تا ۳۰۰ متر
بیش از ۲۵۰ متر	۳۰۰ تا ۷۵۰ متر

omranrepeyman.ir

با در نظر گرفتن نتایج مطالعات مقدماتی زمین شناسی، استفاده از جدول یاد شده باید با احتیاط انجام شود. در محلی که توده سنگ عموما کیفیت ضعیفی دارد، فاصله گمانه ها باید کاهش یابد. تجربه نشان داده است که فواصل فوق حتی اگر تودهٔ سنگ نسبتاً همگن و یکنواخت نیز به نظر برسد، نباید افزایش یابد. در مورد سدهای خاکی در صورتی که هسته ناتراوا قائم باشد، سه ردیف گمانه در امتداد محورهای فرازبند، سد اصلی و نشیب بند پیش بینی می‌شود. بدیهی است چنانچه هسته رسی سد مایل باشد و یا انواع دیگری از سدهای خاکی و سنگریزه ای طراحی شده باشد، آرایش گمانه ها باید مشخصات لازم را برای این نوع سازه فراهم کند. به طور مثال برای سدهای سنگریزه ای با پوشش بتنی به منظور شناخت پی در محل احداث سکوی بتنی، باید گمانه هایی را پیش بینی کرد. در مورد سدهای بتنی، حفاری حداقل سه ردیف گمانه در امتداد: فرازبند، سد اصلی و نشیب بند ضروری است.

چنانچه کیفیت سنگ نامناسب باشد به طوری که لایه های سست و مقاوم وجود داشته و یا در مواردی که خصوصیات طبقات زیرسطحی نامشخص باشد، حفر گمانه های اکتشافی موردنیاز مرحله اجرایی باید تا اعماقی ادامه یابد که گسترش مناطق نامناسب را آشکار سازد و تغییرات درون سریهای زمین‌شناسی راکه ممکن است برروی رفتار سازه اثر سوء بگذارد، مشخص کند. بنابراین برخی از گمانه های اولیه ممکن است تا عمقی بیش از ارتفاع ستون آب پشت سد نیز، ادامه یابد.

در شرایطی که سنگ پی دارای کیفیت خوب و تراوایی پایین باشد، تعداد کمی‌از گمانه ها تا عمقی برابر ستون آب پشت سد حفاری و باقیمانده تا عمقی که مقدار تراوایی به یک واحد لوژون در سدهای بتونی و یا سه واحد لوژون در سدهای خاکی برسد، حفر خواهد شد. به طورکلی گمانه های اولیه باید با فواصل زیاد و در جناحین حفر و گمانه‌های بعدی با توجه به نتایج به دست آمده و در فاصله بین آنها تعیین شود. در مناطق کارستیک، معمولا" مقاطع اکتشافی به موازات خطوط جریان آب زیرزمینی که حدس زده شده است، انتخاب می‌شود. عمق این گمانه ها باید تا رسیدن به لایه نسبتاً ناتراوا و قابل اعتماد و یا عمقی که در آن کارست توسعه نیافته است، ادامه یابد. آرایش گمانه‌ها در این نوع پی‌ها باید به صورتی باشد که در نهایت بتوان نقشهٔ هم فشار(ایزوپیز) محل را تهیه و امتداد و جهت جریان آب زیرزمینی را مشخص کرد. همچنین به منظور روشن ساختن وضعیت آب زیرزمینی در صورت نیاز، تعدادی گمانه نیز در خارج از محدودهٔ سد و حتی در مواردی در فواصل زیاد، حفر می‌شود.

۴-۵-۲ جهت گمانه‌ها

گمانه‌های مایل به منظور اکتشاف لایه‌های شیب‌دار و بی‌نظمی‌های زیرسطحی مختلف نظیر عدسیها، دایکها، غارها و مناطق گسله به کار گرفته می‌شوند. حتی در شرایطی که سازندهای افقی منظم مشاهده می‌شود، به منظور شناخت گسستگیهای قائم تا نزدیک به قائم که ممکن است به وسیله گمانه‌های قائم قطع نشده باشد، گمانه های مایل حفاری می‌شوند. درمواردی که امکان دسترسی به نقاط مورد اکتشاف با گمانه‌های قائم نیست، می‌توان از گمانه‌های مایل استفاده کرد.

omoorepeyman.ir

۴-۶ شناخت ویژگیهای پی سازه‌های جنبی سد

در محل سازه‌های جنبی سد نظیر سرریزها، تخلیه‌کننده‌ها، دیواره آب‌بند و نیروگاه نیز باید گمانه‌هایی حفاری شود. در محلهایی که سنگ فاقد رخنمون یا شرایط پی متغیر باشد، پیشنهاد می‌شود که حداکثر فاصله گمانه‌ها ۳۰ متر در نظر گرفته شود. در جایی که توده سنگ فاقد پوشش سطحی است و به طور همگن در جهتهای افقی و قائم گسترش داشته باشد، می‌توان با ۱ یا ۲ گمانه، پی‌سازه را مورد بررسی قرارداد.

در تدوین برنامه عملیات گمانه‌زنی، تعیین موقعیت گمانه باید به نحوی صورت پذیرد که حفر حداقل برخی از گمانه‌ها چندمنظوره باشد.

۴-۷ شناخت ویژگیهای پی سدهای انحرافی

برای کاوش پی‌سدهای انحرافی، حداکثر فاصله گمانه‌ها ۳۰ متر، و حداقل یک گمانه در هر پایه[1] و حداقل عمق گمانه‌ها برابر عرض پی پیشنهاد می‌شود.

۴-۸ شناخت ویژگیهای پی منابع قرضه

۴-۸-۱ مصالح خاکی

کاوشهای نواحی منابع قرضه بادو هدف مختلف انجام می‌شود. در هدف اول، منطقه ازنظر مصالح خاصی مورد بررسی قرار می‌گیرد که از جمله می‌توان مصالح بتن، سنگریزه برای راه‌آهن، زیرسازی و روسازی بزرگراهها، مصالح فیلتر برای زهکشها، برای شیروانی بالادست سدهای خاکی، و مصالح برای خاکهای پایدار شده یا تغییر یافته را نام برد. در هدف دوم، منطقه محدودی از نظر شناسایی کلیه مصالح موجود بررسی می‌شود.

کاوشهای با هدف اول نیازمند تعیین موقعیت مواد با خصوصیات ویژه است. در ابتدا یک گمانه درمحتمل‌ترین محل حفاری می‌شود تا مشخص سازد مصالح با خصوصیات مورد نیاز موجود است. چنانچه منبع با پتانسیل کشف شد، گمانه‌های تکمیلی به تعداد کافی تعیین موقعیت می‌شوند تا کفایت آن به مقدار مورد نیاز را تعیین کنند. تعیین حدود کل مواد موجود، موردنیاز نیست.

کاوشهای با هدف دوم به منظور تعیین موقعیت مصالح مختلف موجود در محدوده موردنظر، انجام می‌گیرد، به

---

1 - Pier

omorepeyman.ir

نحوی‌که در آنها دستیابی، یکنواختی و قابلیت کار[1] به اندازه خصوصیات مهندسی اهمیت دارد. در آغاز یک منبع دارای پتانسیل که جوابگوی این نیازها باشد با توجه به شواهد سطحی تعیین موقعیت می‌شود. سپس با حفر چندین گمانه، مشخص می‌شود که مواد دارای عمق مناسبی هستند و در نهایت، ناحیه به وسیله شبکه‌ای از گمانه‌ها پوشش داده می‌شود تا حجم مواد مشخص شود. شبکه باید حداکثر اطلاعات رابا حداقل تعداد گمانه‌ها فراهم کند. معمولاً برای نهشته‌های دراز و باریک، خطوط شبکه در عرض این رسوبات را می‌توان درفاصله دوری از یکدیگر تعیین موقعیت کرد ولی فاصله گمانه‌ها درروی این خطوط باید کاملاً نزدیک باشد. از طرف دیگر باید در روی نهشته‌های تقریباً مربع شکل، فاصله گمانه‌ها در دو جهت تقریباً مساوی باشد. در مرحله توجیهی، برای کاوش، این مواد به عنوان خاکریز سدها، گمانه‌ها یا چاهکها باید به فواصل ۱۵۰ تا ۳۰۰ متر از هم تعیین موقعیت شوند. در مرحله طراحی تشریحی فاصله گمانه‌ها باید به ۶۰ تا ۱۲۰ متر کاهش یابد. غالباً در مرحله اجراء، گمانه‌های اکتشافی اضافی موردنیاز است. در برخی اوقات قبل ازگودبرداری واقعی، فاصله گمانه‌های اکتشافی در نزدیکی حاشیه رسوبات و در داخل رسوبات (جایی که مواد بسیار متغیر است) به ۱۵ تا ۳۰ متر کاهش می‌یابد. درعملیات کانال‌سازی، مواد قرضه معمولاً از نواحی مجاور کانال برداشت می‌شود وچنانچه فاصله گمانه‌های اکتشافی مسیر کانال به اندازه کافی نزدیک باشد که وجود مواد مناسب راتضمین کند، برای بررسی مواد قرضه موجود در محدوده کانال به گمانه‌های اکتشافی جدید نیازی نیست.

عمق گمانه‌های اکتشافی در نواحی قرضه با توجه به عمق و ضخامت پیش‌بینی شده موادی که باید گودبرداری و به کار رود، کنترل می‌شود.

۴-۸-۲ مصالح سنگی

برای حفاظت خاکریزها و یا گودبرداریهای واقع در معرض امواج آب، جریانهای آشفته ویا بارندگیهای سنگین، مصالح سنگی مورد نیاز است. مصالح سنگی که برای حفاظت سازه های خاکی در برابر امواج یا جریان آب به کار می‌روند، ریپ رپ (پوشش محافظ پاره سنگی) نامیده می‌شوند. به مصالح سنگی که برای تامین پایداری سد به کار می‌روند سنگریزه گفته می‌شود. چنین مصالح سنگی (سنگریزه ها) ممکن است به عنوان پتوی زهکشی یا پتوی زهکش زیر ریپ رپ مورد استفاده قرارگیرند. اصطلاح سنگریز برای توصیف پتوی نازکی از قطعات سنگی که برای حفاظت خاکریزها در برابر اثر فرسایشی بارندگی به کار می‌روند نیز استفاده می‌شود.

معادن مصالح سنگی باید دو هدف اصلی زیر را تامین کنند: اول ؛ سنگ معدن باید با قطعات مناسب از نظر اندازه و بر حسب مورد استفاده، استخراج شود، دوم ؛ قطعات سنگ باید محکم و با دوام باشند.

1- Workability

omoprepeyman.ir

اندازه قطعات سنگی بسیار مهم است. قطعات تا حدود ۰/۸ متر مکعب برای سدهای با مخازن بزرگ مورد نیاز است و برای سدهای خاکی کوچک قطعات تاحدود ۰/۴ متر مکعب به کار می‌رود.

به کمک فاصله داری درزه ها در رخنمونهای سنگی می‌توان ابعاد قطعات سنگ را پیش بینی کرد. به درزه‌های قدیمی‌به هم جوش خورده که حین استخراج ممکن است باعث جدا شدن قطعات شود، باید توجه کرد. از آنجاکه شناسایی این صفحات ضعیف مشکل است، انجام یک آزمایش انفجاری که ۸ تا ۱۶ متر مکعب سنگ تولید کند، توصیه می‌شود. وقتی که در محدوده ساختگاه، سنگ مطلوب وجود نداشته باشد، مصالح ریپ رپ را ممکن است بتوان از قطعه سنگهای رودخانه‌ای و مسیلها و هشته های روباره تامین کرد. کیفیت بسیاری از معادن با عمق تغییر می‌کند و در بعضی موارد ضخامت روباره آنچنان زیاد می‌شود که برداشت آن اقتصادی نیست. بنابراین اغلب ضروری است که با حفر گمانه‌هایی، معدن، اکتشاف شود.
پیچیدگی و گستردگی بررسیهایی که برای تعیین معدن مناسب ریپ رپ باید انجام شود، به نیازهای پروژه و کمیت و کیفیت مصالح مورد نیاز بستگی دارد. معمولا" این بررسیها در سه مرحله (الف) شناسایی، (ب) توجیهی و (ج) طراحی تفصیلی انجام می‌شود.

در مرحله شناسایی، بررسیها، بیشتر سطحی است و با استفاده از نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، خاکشناسی و عکسهای هوایی و در حد تعیین محدوده مصالح سنگی انجام می‌گیرد.

اطلاعات جمع آوری شده در مرحله توجیهی برای طراحی تفصیلی و برآورد هزینه های اجرایی مورد نیاز است. در این مرحله باید داده های کافی از معادن بالقوه جمع آوری شود. ممکن است حفاری همراه با مغزه‌گیری یا انفجار آزمایشی برای تعیین اندازه و کیفیت مصالح موجود در معدن ضروری باشد. معادن بالقوه باید برای تعیین اندازه و خصوصیات و به ویژه فاصله درزه ها و شکستگی ها، مقاومت در برابر هوازدگی و تغییرات توده سنگ، مورد آزمون قرار گیرند.

فاصله داری درزه ها، شکستگی ها، و سطوح لایه بندی، اندازهٔ قطعات سنگ را کنترل می‌کنند. مشاهدات محلی در مورد مقاومت سنگ در برابر هوازدگی نشانه خوبی از دوام سنگ است.

موقعیت و توزیع لایه های ضعیف یا لایه هایی که نباید استخراج شوند باید مورد توجه قرار گیرند.
در بعضی موارد، تهیه نمونه های معرف مصالح سنگی از بالقوه ترین معادن نیز ضروری است.
در مرحله طراحی تفصیلی، هدف از بررسیها، فراهم کردن داده های مورد نیاز طراحی و تهیه اسناد مناقصه است. در این مرحله معادنی که در مرحله قبلی شناسایی شده‌اند، باید از نظر کمیت مصالح موجود و همگنی آنها به دقت مورد بررسی قرار گیرند.

omranrepeyman.ir

در صورتی که شرایط زمین شناسی ایجاب کند، ممکن است حفاری همراه با مغزه گیری ضروری باشد. چنین حفاریهایی باید، به صورت شبکه‌ای انجام شود و شامل حفاریهای قائم و مایل باشد. انفجار آزمایشی در صورتی که در مراحل قبل انجام نشده باشد، باید در این مرحله صورت گیرد.

چنانچه در این مرحله معادن دیگری به غیر از معادن تعیین شده در مرحله توجیهی مدنظرباشد، این معادن نیز باید همانند معادنی که قبلا" شناسایی شده‌اند، مورد بررسی قرار گیرند.

اغلب، نمونه گیری حساس ترین بخش مطالعاتی است. بنابراین باید به دقت و توسط افراد با تجربه انجام شود. وزن نمونه ها باید حداقل حدود ۲۷۰ کیلوگرم و معرف توده سنگ ضعیف، متوسط تا خوب باشد. چنانچه کیفیت مصالح متغیر است، بهتر است که سه نمونه که به ترتیب معرف ضعیف ترین، متوسط و بهترین کیفیت موجودند، تهیه شود. حداقل ابعاد هر یک از قطعات انتخاب شده به عنوان نمونه باید حدود ۰/۰۱۵ متر مکعب باشد. در صورت امکان باید درصد نسبی هر یک از مصالح با کیفیت‌های یاد شده، برآورد شود. بر حسب امکانات نمونه به وسیله یکی از روشهای انفجاری، ترانشه زنی و حفاری تهیه می‌شود. در سنگهای لایه‌ای رسوبی مانند سنگ آهک و ماسه سنگ، همگنی مصالح باید هم در جهت قائم و هم در جهت افقی ارزیابی شود. همچنین باید به ساختار معدن و جهت شیب لایه ها نیز توجه شود.

omoorepeyman.ir

۵- تهیه نمودار کاوشهای زیر سطحی

۵-۱ کلیات

در مطالعات ژئوتکنیکی ساختگاه یک سازه، وضعیت پی تا عمق، متناسب با تاثیر سازه مورد بررسی قرار می‌گیرد و اطلاعات ضروری گردآوری می‌شود. به این منظور روشهای گوناگونی معمول است که با توجه به نوع و ابعاد سازه، سیمای طرح و وضعیت زمین شناسی سطحی، برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود. کاوشهای زیرسطحی بخشی از مطالعات ژئوتکنیکی به شمار می‌آیند که دو روش مستقیم (حفاری) و غیر مستقیم (بررسیهای ژئوفیزیکی) را در برمی‌گیرد. در روش مستقیم با حفر گمانه، چاهک، ترانشه، گالری و غیره ضمن مشاهدات عینی وضعیت زیرزمینی، آزمایشهای صحرایی نیز انجام می‌شود. با توجه به هزینه سنگین این گونه عملیات، ثبت داده ها و دستاورد آزمایشها از اهمیت زیادی برخوردار است. ارایه یکجای اطلاعات و داده ها بسیار مفید است و لذا تهیه نقشه ها و نمودار کاوشهای زیرسطحی (لوگ حفاری) معمول است. انواع نمودارها و روش ثبت اطلاعات به شرح زیر است:

۵-۲ تهیه نمودار گمانه ها

معمولاً" گمانه به چاههایی که با قطر و عمق های مختلف برای شناسایی وضعیت زمین شناسی و انجام آزمایشهای مورد نیاز در لایه های زیرسطحی و با دستگاههای مخصوص حفاری می‌شوند، گفته می‌شود (نمودارهای شماره ۱ و شماره ۲).

تهیه نمودار گمانه باید موارد زیر را شامل شود:

۵-۲-۱ نمودارها باید دارای مقیاس باشند که مناسبترین مقیاس ۱:۱۰۰ است، در موارد استثنایی و با توجه به میزان فشردگی اطلاعات و دقت مورد نظر می‌توان از مقیاس ۱:۵۰ تا ۱:۲۰۰ نیز استفاده کرد.

۵-۲-۲ تا حد امکان باید سعی شود که اطلاعات ارائه شده به صورت یکپارچه و برروی یک برگ ارایه شود.

۵-۲-۳ اطلاعات کلی ممکن است به صورت بخشی از نمودار در نظر گرفته شود که ذکر موارد زیر در این قسمت ضروری است:

- نام کارفرما، پیمانکار و مهندس مشاور، طرح یا پروژه
- شماره گمانه، موقعیت، روش حفاری، تاریخ شروع و پایان حفاری، نوع دستگاه حفاری، عمق و حداقل قطرگمانه
- مختصات محل گمانه، عمق نهایی، عمق سنگ کف، سطح آب زیرزمینی، زاویه گمانه، راستای گمانه

omoorepeyman.ir

نمودار ۱- فرم پیشنهادی ثبت مشخصات گمانه

شماره گمانه	**پروژه:** **کارفرما**	**ساختگاه:** **پیمانکار**	**مشاور:**	
مختصات:		Z=	Y =	X =
سطح آب زیرزمینی	**عمق**	**متر**	**ترازاز سطح دریا**	**متر**
سنگ کف	**عمق**	**متر**	**ترازازسطح دریا متر**	
حداقل قطرگمانه	**طول و قطر لوله جداری**			
عمق گمانه:	**آزیموت:**		**انحراف از قائم:**	
نوع دستگاه حفاری:	**تاریخ شروع:**		**تاریخ خاتمه:**	
تهیه				
ترسیم				
کنترل				

omorepeyman.ir

نمودار ۲ - فرم پیشنهادی برای نمودار گمانه‌ها

پروژه :		ساختگاه :	گمانه :		تاریخ :	نمودار تهیه شده توسط :		صفحه :
داده‌های حفاری		داده‌های زمین‌شناسی			داده‌های هیدروژئولوژی			
نمونه‌گیری	درصد	توصیف روبار - سنگ	مشخصات گسستگیها	فشار مؤثر	نمودار فشار - جریان		سطح ایستابی /پیزومتر	
	۲۰						ضربه و نفوذ استاندارد/نمونه	
شاخص کیفی	۸۰						لوژون - سانتیمتربرثانیه نفوذپذیری	
ستون زمین‌شناسی								
مغزه‌های بازیافتی	۲۰							
	۸۰							
	درصد							
نوبت حفاری								
عمق (متر)			تعداد درزه در متر					

omegrepeyman.ir

- نام تهیه کننده، کنترل کننده و تصویب کننده نمودار
- راهنمای علائم فنی و اختصاری

۵-۲-۴ به منظور ثبت داده‌هااطلاعات به دست آمده از گمانه به صورت ستونهایی به شرح زیر ارایه می‌شوند:

- عمق: اطلاعات مربوط به عمق گمانه با توجه به مقیاس انتخاب شده مشخص می‌شود.
- نوبت حفاری:[1] عمق بالا و پایین هر نوبت حفاری با ذکر شماره نوبت
- قطر گمانه و نوع مته: قطر گمانه در مقاطعی که تغییر می‌یابد به همراه نوع سر مته
- بازیابی مغزه (C.R)[2]: میزان بازیافت مغزه نسبت به هر نوبت به صورت درصد
- ستون چینه‌شناسی یا زمین‌شناسی: قشرهای مختلف خاک، سنگ از نظر سنگ شناسی - دانه‌بندی با علائم مربوط برای هر واحد سنگ شناسی با توجه به عمق هر لایه نمایش داده شود. نمایش ناپیوستگیها مانند سطح لایه، گسلها و شکستگی ها و درزه‌ها و وجود مواد آلی، گچ و نمک و سایر موارد مهمی‌که در قشرهای زیر پی سازه وجود دارد و به گونه‌ای از نظر مطالعات پی اهمیت دارد، با رنگ یا علائم نمایش داده شود.
- مشخصات خاک یا سنگ: مشخصات قشرهای خاک و یا سنگ با توجه به استانداردهای موجود، طبقه بندی خاک و یا سنگ به تفکیک و با دقت مورد نیاز طرح با تعیین عمق قسمت تحتانی و فوقانی هر لایه مشخص شود. در این مشخصات ذکر رنگ، مشخصات سنگ شناسی، بافت، مقاومت، میزان هوازدگی براساس تشریح نظری ذکر می‌شود. وجود موارد مهم نظیر املاح محلول یا مواد آلی، فسیلهای موجود در سنگ و حفرات انحلالی و غارها با میزان پراکندگی آنها و عمق برخورد به سنگ کف با حروف درشت تر مشخص می‌شود و چنانچه براثر عملیات حفاری تغییراتی در خاک و یا سنگ ایجاد شده باشد، توضیح داده می‌شود.
- کیفیت سنگ: کیفیت سنگ با شاخص کیفی سنگ (R.Q.D)[3] و به صورت درصد بیان می‌شود (جدول شماره ۴).
- میزان شکستگی در هر متر طول سنگ یا تعداد شکستگی در هر متر مغزه حفاری
- ناپیوستگیها: در ستون جداگانه ای مشخصات ناپیوستگیهای سنگ از قبیل سطوح لایه بندی، درزه ها، گسلها و غیره توصیف می‌شود. لازم است زاویه ناپیوستگی با محور افقی مغزه، نوع مواد پرکننده و زبری سطح لایه، در توصیف مذکور گنجانده شود.
- ثبت نتایج آزمایشات برجاکه درگمانه انجام شده است نظیر:
  - آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد S.P.T[4] و C.P.T[5]
  - آزمایش برش پره‌ای[6]

---

1 - Run
2 - Core Recovery
3- Rock qulity designation
4- Standard penetr atien test
5- Cone pengtration test
6-Torvane

omorepeyman.ir

جدول ۴- کیفیت سنگ

شاخص کیفی سنگ R.Q.D [1]

$$R.Q.D = \frac{\text{مجموع طولهای قطعات با طول بیش از ۱۰ سانتیمتر}}{\text{طول حفاری شده}} \times ۱۰۰$$

ردهبندی سنگ بکر بر پایهٔ شاخص کیفی	R.Q.D
خیلی خوب [2]	۱۰۰ - ٪۹۰
خوب [3]	۹۰ - ٪۷۵
متوسط [4]	۷۵ - ٪۵۰
ضعیف [5]	۵۰ - ٪۲۵
خیلی ضعیف [6]	۲۵ - ٪۰

بازیابی مغزه حفاری: C.R. [7]

$$C.R. = \frac{\text{طول کل مغزه به دست آمده}}{\text{طول حفاری شده}} \times ۱۰۰$$

حفرات انحلالی [8]

- **حفرههای کمیاب [9] (حفرهها، کمتر از ٪۲ .....)**
- **حفرههای پراکنده [10] (حفرهها بین ۲ تا ٪۵ حجم .....)**
- **حفرهدار [11] (حفرهها بین ۵ تا ٪۱۰ حجم ....)**
- **به شدت حفرهدار [12] (حفرهها، بیش از .....)**

---

1 - Rock Quality Designation
2 - Excellent
3 - Good
4 - Fair
5 - Poor
6 - Very Poor
7 - Core Recovery
8 - Solution Cavities
9 - Occasional Vugs
10 - Scattered Vugs
11 - Vuggy
12- Very Vuggy

omoorepeyman.ir

- آزمایش نفوذسنج جیبی[1]
- آزمایش بار نقطه‌ای سنگ
- آزمایش تراوایی در خاک: نتایج آزمایش فوق با توجه به مشخص کردن روش آزمایش به صورت ضریب تراوایی در مقابل عمق آزمایش ثبت می‌شود.

- نمونه‌گیری: نمونه‌های برداشت شده از خاک، سنگ و آب به همراه شماره و نوع نمونه در مقابل عمق نمونه‌برداری ثبت می‌شود.
- آزمایش تراوایی در سنگ: ثبت نتایج آزمایش تراوایی‌در سنگ شامل منحنی‌فشار و شدت جریان P.Q[2] و میزان تراوایی توده سنگ برحسب واحد تراوایی در مقابل عمق قطعه مورد آزمایش. در منحنی فشار و شدت جریان از فشار موثر بر قطعه استفاده می‌شود. در این قسمت ثبت اطلاعاتی نظیر ماکزیمم فشار وارده به قطعه، نوع پکر[3]، و نوع پمپ مفید است.
- سطح آب زیرزمینی: در این قسمت از لوگ حفاری، سطح آب زیرزمینی در داخل گمانه به همراه تاریخ اندازه‌گیری ثبت می‌شود. نمایش طول پیزومتر نصب شده با توجه به قسمت مشبک آن ضروری است. اطلاعاتی نظیر گم شدن آب حفاری در لایه ها و تغییر ناگهانی سطح آب زیرزمینی در حین حفاری را نیز می‌توان در این قسمت از لوگ حفاری گنجاند.
- ملاحظات: معمولاً در لوگ حفاری قسمت پایین را باید به موارد پیش بینی نشده در حین حفاری اختصاص داد که در این قسمت موارد زیر ثبت می‌شود:
  - سقوط ناگهانی ابزار درون چاهی در حین حفاری
  - برخورد به آب تحت فشار، تغییر دمای آب گمانه، تغییر رنگ آب، صدای ریزش آب داخل گمانه
  - خروج گاز از دهانه چاه
  - هر نوع اتفاقی که غیرمتعارف است.

۳-۵ تهیه نمودار چاهکها

چاهک معمولاً به چاههایی گفته می‌شود که قطر نسبتاً بزرگی دارند و به وسیله ابزار دستی نظیر بیل و کلنگ و یا وسایل مکانیکی حفر می‌شوند. از ویژگیهای این نوع چاهکها امکان مشاهده عینی و شرایط طبیعی لایه های زمین است. چاهکها اغلب عمق کم و محدودی دارند. حفر چاهک عمدتاً به منظور بررسی و مطالعه قشرهای با اجزای ناپیوسته (آبرفت، خاک برجا، واریزه و غیره) توصیه می‌شود. برای ثبت داده های حاصل از حفاری چاهکها، تهیه

1- Pocket penetrometer
2- Pressure quantity
3- Packer

omoorepeyman.ir

نمودار چاهک به همراه کلیه اطلاعات الزامی‌است (نمودار شماره ۳). موارد زیر در تهیه نمودار چاهکها باید رعایت شود:

۵-۳-۱ وجود مقیاس مناسب که معمولاً ۱:۱۰۰ است.

۵-۳-۲ نظر به کم عمق بودن چاهکها می‌توان نمودارهای آنها را برروی برگه های به اندازه A4 ارایه کرد.

۵-۳-۳ اطلاعات کلی

الف - ثبت مشخصات پروژه شامل نام ساختگاه، کارفرما، مشاور، پیمانکار

ب - ثبت شماره چاهک، مختصات، روش حفاری، قطر حفاری، عمق نهایی و سطح آب زیرزمینی

ج - تاریخ شروع و پایان عملیات حفاری چاهک

د - نام تهیه کننده، ترسیم کننده، کنترل کننده و تصویب کننده

۵-۳-۴ ثبت داده ها

الف - عمق:

اطلاعات مربوط به عمق چاهک با توجه به مقیاس منتخب

ب - ستون چینه شناسی، زمین شناسی:

قشرهای مختلف خاک با توجه به دانه بندی و سنگ شناسی مربوط به هر لایه با مشخص کردن عمق بالا و پایین هر لایه با علائم نمایش داده می‌شود.

ج - مشخصات خاک:

تشریح نظری خاک با توجه به رنگ، بافت، سنگ شناسی، مقاومت و وجود مواردی نظیر املاح محلول و مواد آلی و غیره

د - نمونه‌گیری و آزمایشات برجا

- **ثبت نمونه‌های گرفته شده به همراه شماره و نوع نمونه در مقابل عمق نمونه گیری شده**
- **ثبت تعداد ضربات آزمایش ضربه و نفوذ استاندارد. S.P.T و C.P.T**
- **ثبت نتایج آزمایش نفوذسنج جیبی**
- **ثبت نتایج آزمایش چگالی صحرایی**
- **ثبت نتایج آزمایش تراوایی به همراه ذکر روش آزمایش**
- **ثبت سطح آب زیرزمینی با تاریخ اندازه گیری**

omoorepeyman.ir

نمودار ۳- برداشت چاهک

پروژه :	شماره چاهک :	عمق :
		تراز : به :
ساختگاه :	سطح ایستابی :	تاریخ : شروع :
		خاتمه :

عمق (متر)	نمودار	علائم	توصیف	نمونه: نوع	نمونه: وزن	نمونه: شماره	نمونه: عمق	آزمایش دانسیته: دانسیته تر	آزمایش دانسیته: دانسیته خشک	درصد رطوبت: طبیعی	علائم ترسیمی
											رس
											سیلت (لای)
											ماسه ریز
											ماسه درشت
											شن ریز
											شن درشت
											قلوه سنگ
											قطعه سنگ(بلدر)

نمودار تهیه شده توسط :	پیمانکار :	مشاور :

omgprepeyman.ir

هـ- آزمایشهای آزمایشگاهی

برای تکمیل اطلاعات صحرایی و تلفیق نتایج آن با آزمایشهای آزمایشگاهی می‌توان بعضی از نتایج آزمایشهای را نیز در نمودار چاهک ثبت کرد، نظیر:

- **رطوبت طبیعی خاک**
- **وزن مخصوص**
- **حدود اتربرگ**
- **تخلخل**
- **طبقه بندی خاک**

۴-۵ تهیه نمودار گالریهاو شافت ها

در مطالعات ژئوتکنیکی یکی از روشهای مستقیم کاوشهای تحت الارضی حفر گالری و یا شافت در آبرفت و سنگ است. مزیت این روش، ضمن تعیین شرایط عینی وضعیت زمین شناسی، امکان انجام آزمایشهای برجا در داخل این گالریها و شافت‌ها است. ثبت اطلاعات این‌گونه کاوشها به شرح زیر انجام می‌گیرد:

۵-۴-۱ صفحات سقف و دیواره های جانبی گالری و شافت برروی نقشه ای با مقیاس مشخص که ترجیحاً به مقیاس ۱/۱۰۰ تصویر می‌شود. برروی نقشه مذکور مختصات ابتدا و انتهای گالری و شافت راستای آن نسبت به شمال ثبت می‌شود.

۵-۴-۲ وضعیت لایه های خاک یا سنگ برروی تصویر صفحات سقف و دیواره ها با علائم و یا رنگ آمیزی مشخص می‌شود.

۵-۴-۳ ترسیم موقعیت ناپیوستگیها اعم از درزه، شکستگی، گسل، منطقه‌های خرد شده و ثبت آزیموت بزرگترین شیب و شیب این ناپیوستگیها در کنار هر کدام

۵-۴-۴ نوع پرشدگی ناپیوستگیها

۵-۴-۵ مشخص کردن مواردی نظیر رگه های گچ، نمک، حفره‌های انحلالی به همراه نوع پرشدگی و غیره

۵-۴-۶ چنانچه در حین حفاری از مهارکننده ها نظیر چوب بست، قاب، شاتکریت استفاده شده، محل استفاده و مشخصات مهارکننده ها

۵-۴-۷ مشخص کردن محل نشت آبها به همراه میزان نشت و دمای آب و تاریخ اندازه گیری

۵-۴-۸ مشخص کردن محل آزمایشهای برجا مانند: آزمایشات، بارگذاری صفحه ای [1] جک مسطح، برش مستقیم و مغزه گیری از سطوح ناپیوستگیها و غیره

۵-۴-۹ اطلاعات کلی در مورد نحوه حفاری مانند: روش حفاری، تعداد چالها در مقطع گالری، عمق چالها، میزان مواد ناریه مصرف شده در هر چال

1- Jacking

omoorepeyman.ir

۶- برداشت ناپیوستگیها در توده های سنگی

۶-۱ تعریف ناپیوستگی [1]

هر نوع بازشدگی یا جداشدگی اولیه یا ثانویه در توده های سنگی را ناپیوستگی می‌گویند. ضروری است یادآوری شود که در زمین شناسی به ویژه چینه شناسی به همبری های فرسایشی میان دو واحد نیز ناپیوستگی گفته شده که برابر فارسی واژه انگلیسی آن [2] است. بنابر تعریف یاد شده، این همبری ها نیز نوعی از ناپیوستگیها است.

۶-۲ انواع ناپیوستگیها

چند نوع ناپیوستگی وجود دارد که عبارتند از:

۶-۲-۱ درزه [3]

به بازشدگی در توده سنگ گفته می‌شود که در راستای آن، جابه جایی قابل دید رخ نداده است.

درزه های کم و بیش موازی با شیب و سوی شیب همانند، یک دسته درزه [4] را تشکیل می‌دهند. چند دسته درزه را یک سیستم درزه [5] می‌گویند.

درزه های به وجود آمده در سنگ را، بسته به اینکه موازی کدام واحد ساختاری باشند به نام آن ساختار معرفی می‌کنند مانند درزه های لایه‌ای، شیست واری ، سنگرخی (سنگرخ [6]) و...

۶-۲-۲ گسل [7]

نوعی سطح جداشدگی در توده سنگ است که در راستای آن جابه جایی قابل بازشناسی از چند سانتیمتر تا چند کیلومتر رخ داده است. سطح گسل در بیشتر جاها دارای نشانه های جنبش سنگها به صورت خشهای موازی است. در

---

1 - discontinuity
2- Unconformity
3 - Joint
4 - J.set
5 - J.System
6 - Schistosity
7 - Fault

omoorepeyman.ir

اثر گسلش، توده سنگ ممکن است دچار خردشدگی، دگرسانی [1] هوازدگی، کانی سازی و... شده باشد که در پهنای چند میلیمتر تا چند صد متر و به صورت یک منطقه قابل بازشناسی است. بنابر ماهیت و چگونگی تغییر توده سنگ، آنرا به نام منطقه گسله، منطقه برشی، منطقه دگرسان، منطقه هوازده و... معرفی می‌کنند. چنانچه خردشدگی سنگ بسیار شدید و به حالت پودر و خاک درآمده باشد، آن راگوژ [2] گویند.

۶-۲-۳ لایه‌ها و ناهمسازی ها

مرز لایه ها با یکدیگر و همچنین همبریهای فرسایشی میان واحدهای چینه شناسی را ناپیوستگهای اولیه می‌گویند که گاهی و به ویژه در سنگهای سخت اهمیت زیادی دارند. در این حالت ناپیوستگیها گسترش بسیار زیادی دارند.

۶-۳ اهمیت ناپیوستگیها در توده سنگها

ناپیوستگیها در توده سنگ موجب کاهش بسیار شدید مقاومت کششی آنها می‌شوند به طوری که گاهی این مقاومت به صفر می‌رسد. نفوذ مایع و گاز به درون توده سنگ، از راه این ناپیوستگیها به آسانی صورت می‌گیرد و خاصیت مکانیکی آنها را تغییر می‌دهد.

برخی از ویژگیهای ناپیوستگیها مانند بازشدگی و آکندگی آنها برمقاومت و تغییر شکل پذیری توده سنگ و همچنین مقدار نشت آب از سنگ تاثیر بسیار زیادی دارند.

۶-۴ برداشت ناپیوستگیها

در برداشتهای صحرایی ناپیوستگیها، ضروری است موردهای زیر مشخص و اندازه گیری شود (نمودار شماره ۴):

omoorepeyman.ir

1 - alteration 2 - gouge

نمودار ۵- فرم پیشنهادی برای برداشت ناپیوستگیها

نمودار ۴ :

۱ : فرم پیشنهادی برای برداشت ناپیوستگیها

صفحه ☐ از ☐ صفحه

۲- عنوان :

۳- محل : ۴- برداشت‌کننده :

۵- تاریخ

روز	ماه	سال

ملاحظات (ارایه اطلاعات، بیشتر به‌صورت توصیفی)	مقاومت مواد برکننده	نشت آب	پرشدگی	بازشدگی	مقاومت دیواره	ناهمواری	فاصله	تداوم	جهتیابی (درجه) شیب	جهتیابی (درجه) جهت‌شیب (آزیموت)	نوع گسستگی	ایستگاه
	۲۱	۲۲	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱

۲۱- مقاومت مواد برکننده	۲۰- پرشدگی	۱۹- بازشدگی (میلی‌متر)	۱۸- مقاومت دیواره	۱۷- ناهمواری	۱۶- فاصله (متر)	۱۵- تداوم (متر)	۱۲- نوع گسستگی
مشابه بند ۱۸	۰- تمیز	۱- ۰/۱ >	۱- تازه	۱- پله‌ای	۱- ۲ >	۱- ۱ >	۰- نامشخص
	۱- رنگ برگشتگی	۲- ۰/۵-۰/۱	۲- کمی هوازده	۲- مواج	۲- ۲-۰/۶	۲- ۳-۱	۱- زون گسله
۲- نشت آب	۲- رس	۳- ۲/۵-۰/۵	۳- نسبتاً هوازده	۳- مسطح	۳- ۰/۶-۰/۲	۳- ۱۰-۳	۲- گسل
۱- خشک	۳- لای	۴- ۱۰-۲/۵	۴- به شدت هوازده	۱- زبر	۴- ۰/۲-۰/۰۶	۴- ۲۰-۱۰	۳- درز
۲- سیستم جریان	۴- کلسیت	۵- ۱۰ <	۵- کاملاً هوازده	h- نرم	۵- ۰/۰۶ >	۵- ۲۰ <	۴- رخ
۱- بدون پرکننده	۵- ژیپس	(با مشابه	۶- خاک برجا (جدولهای	c- با خش لغزش			۵- شیستوزیتی
۳- مرطوب	۶- اکسیدها	جدول ۸)	۴ یا ۵ یا شماره‌های	۲۳			۶- شکاف
۲- جریان کند آب	۷- گوژ		۱۱ الی ۱۳ از روی				۷- ترک کششی
۱- جریان شدید	۸- مواد گرمابی		جدول ۶)				۸- فولیاسیون
(جدول ۱۱ یا	۹- (درج اطلاعات						۹- لایه‌بندی
عرضهای دیگر)	بیشتر در ملاحظات)						

omoorepeyman.ir

۶-۴-۱ وضع فضایی

سطح ناپیوستگی با اندازه گیری جهت بزرگترین شیب آن از شمال (گرا) و مقدار زاویه شیب مشخص می‌شود. اندازه‌گیری جهت و شیب ناپیوستگها به وسیله قطب نمای زمین شناسی (کمپاس) انجام می‌شود. جهت بزرگترین شیب، نسبت به شمال حقیقی و یا مغناطیسی تعیین و با رقم صفر تا ۳۶۰ درجه نشان داده می‌شود. مقدار زاویه شیب با دو رقم از صفر تا ۹۰ درجه بیان می‌شود. برای مثال چنانچه شیب سطح ناپیوستگی به سوی شمال خاوری و ۶۰ درجه باشد، به صورت زیر نشان داده می‌شود:

۰۴۵/۶۰ (صورت کسر، جهت بزرگترین شیب و مخرج کسر، مقدار زاویه شیب)

برای تعیین دسته ناپیوستگیهای اصلی با توجه به ویژگیهای ساختاری هر ناحیه، فراوانی و چندگانگی درزه ها و سرانجام هدف بررسیها، تعدادی از آنها مورد اندازه گیری قرار می‌گیرد که از ۵۰ تا ۳۰۰ درزه پیشنهاد می‌شود.

۶-۴-۲ بازشدگی [1]

الف - تعریف

بازشدگی در ناپیوستگیها عبارت است از فاصله میان دو دیواره ناپیوستگی که با هوا، آب، خرده سنگ، خاک و یا کانیهای گوناگون پرشده است.

ب - انواع بازشدگیها

برپایه مقدار بازشدگی یا پهنای آن، ناپیوستگیها دسته بندی و توصیف می‌شوند. دسته بندی کلی آنها به صورت گروههای بسته، باز و بسیار باز پیشنهاد می‌شود که مقدار بازشدگی آنها به شرح زیر است:

بسیار بسته = کمتر از ۰/۱ میلیمتر

بسته = ۰/۱ تا ۰/۲ میلیمتر

نیمه بسته = ۰/۲ تا ۰/۵ میلیمتر

ناپیوستگیهای باز = ۰/۵ تا ۱۰ میلیمتر

نسبتاً باز = ۰/۵ تا ۲/۵ میلیمتر

باز = ۲/۵ تا ۱۰ میلیمتر

ناپیوستگیهای بسیار باز =بیشتر از ۱ سانتیمتر

بسیار باز = ۱ تا ۱۰ سانتیمتر

بسیار بسیار باز = ۱۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر

کاواکی (بی اندازه باز) = بیشتر از یک متر

---

1 - aperture

omoorepeyman.ir

۶-۴-۳ آکندگی[1]

ناپیوستگیهـای به وجود آمده در توده سـنگها، در بیشتر موارد با موادی پرشده اند که بخشی از توده سنگ به شمار می‌آید. این مواد پرشده در فضای میان دیواره های ناپیوستگی را، آکنه گویند.

آکنه‌ها در بیشتر حالتها ریز دانه هستند مانند خاک رس یا فورش (سیلت) وگاهی هم شامل کانیهایی چون کلسیت و آراگونیت و یاکوارتز و... هستند که در این حالت معمولا" ناپیوستگیها جوش خورده اند. در بررسی آکنه ها ضروری است به کانی شناسی، دانه بندی، تراوایی، آبدار بودن آن و همچنین به جابجایی‌های پیش از آکندگی و خردشدگی سنگها توجه شود.

چنانچه ناپیوستگیها از نوع کاواکی باشند، برای تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی آکنه ها، باید نمونه برداری شود.

۶-۴-۴ تداوم[2]

الف - تعریف

گسترش طولی یک ناپیوستگی را تداوم آن گویند که با پیگیری اثر آن در برونزد، به طور تقریبی برآورد می‌شود. تداوم ناپیوستگی در راستای سطح آن و در سوی شیب آن اندازه گیری می‌شود و ضروری است چگونگی به پایان رسیدن آن مشخص شود.

ب - انواع و مقدار تداوم

ناپیوستگی ممکن است در بخش کوچکی از بیرونزدگی محدود شود و به پایان برسد، یا به ناپیوستگیهای دیگـر بپیوندد و یا اینکه سراسر بیرونزدگی را پیموده و از آن خارج شود. در هر صورت ضروری است درازای آن برآورد و در گزارشها نوشته شود.

به کارگیری واژه های زیر نیز برای بیان گسترش طولی ناپیوستگی ها پیشنهاد شده است:

- **تداوم خیلی کم: درازای ناپیوستگی کمتر از ۱ متر است**
- **تداوم کم: ۱ تا ۳ متر**
- **تداوم متوسط: ۳ تا ۱۰ متر**
- **تداوم زیاد: ۱۰ تا ۲۰ متر**
- **تداوم خیلی زیاد: بیشتر از ۲۰ متر**

omorepeyman.ir

1 - Filling
2 - Persistance

۶-۴-۵ زبری[1]

ناصافی و ناهمواریهای به وجود آمده در سطح ناپیوستگی را زبری آن گویند.

زبری در سطح یک ناپیوستگی دارای سه حالت کلی است:

الف - پله‌ای[2]:

دارای پله های کوچک با درازای کم و محدود است.

ب - موج دار[3]:

حالت موج با دامنه کم و طول زیاد است.

ج - صفحه ای[4]:

کم و بیش هموار و به صورت یک صفحه می‌نماید.

در هریک از حالتهای سه گانه، سطح ناپیوستگی ممکن است صاف یا خیلی چغر و یا اینکه دارای خش لغزهای موازی باشد. بنابراین حداقل ۹ حالت وجود دارد که سطح ناپیوستگی را می‌توان وصف کرد:

الف - پله‌ای:

صاف، زبر، خش دار

ب - موج دار:

صاف، زبر، خش دار

ج - صفحه‌ای:

صاف، زبر، خش دار (در این حالتها اختلاف برآمدگیها و گودیها خیلی کم است)

۶-۴-۶ نشت پذیری

ناپیوستگیها بدون تردید موجب سرعت نفوذ آب در توده سنگ می‌شوند. در برداشت ناپیوستگها ضروری است اثر آنها را در نشت پذیری توده سنگ مشخص کرد.

نشت پذیری را با یکی از چهارحالت زیر می‌توان بازگو کرد:

الف - خشک:

هیچ نشانه ای از نشت آب دیده نمی‌شود و به ویژه درزه ها، خشک هستند.

omorepeyman.ir

1 - roughness
2 - Stepped
3 - Undulated
4 - Planar

ب - تر:

سطح سنگ در موقعیت ناپیوستگی ترونم دار است ولی جریان آب وجود ندارد.

ج - خیس:

سنگ باآب خیس شده‌وقطره‌های‌آب درسطح سنگ‌آشکاراست ولی هنوزآب جریان نیافته است.

د - تراونده:

از ناپیوستگی، جریان آب برون می‌تراود و روان می‌شود. در این حالت ضروری است آبدهی ناپیوستگی و یا فشار آب آن تعیین شود.

۶-۴-۷ فاصله داری [1]

الف - تعریف

فاصله یا دوری دو ناپیوستگی همسایه را فاصله‌داری آنها می‌گویند که در مورد هر دسته درزه یک مقدار میانگین را باید تعیین کرد.

برای تعیین میانگین می‌توان پس از برآورد تقریبی آن با چشم، تعداد ناپیوستگها را در طول حدود ۱۰ متر (برآورد تقریبی) شمارش کرد و میانگین مناسب تعیین کرد. برای مثال چنانچه در طول ۲۰ متر، تعداد درزه های شمارش شده برابر ۱۸ باشد، فاصله داری درزه ها در این توده سنگ ۱۱۰ سانتیمتر خواهد بود.

ب - بیان و توصیف فاصله داری

در هر حالت ضروری است مقدار فاصله داری با عدد بیان شود ولی با توجه به مقدار آن، صفتهای زیر را نیز به کار می‌برند:

بیان فاصله داری	مقدار میانگین
بسیاربسیار کم	۲ سانتیمتر یا کمتر
خیلی کم	۲ تا ۶ سانتیمتر
کم	۶ تا ۲۰ سانتیمتر
متوسط	۲۰ تا ۶۰ سانتیمتر
زیاد	۶۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر
خیلی زیاد	۲ تا ۶ متر
بسیاربسیار زیاد	۶ متر یا بیشتر

1 - Spacing

omoorepeyman.ir

۷- منابع و مآخذ:

7-1- ATTEWELL P.B. and I.W.FARMER , 1976 . Principles of Engineering Geology, Chapman and Hall.

7-2- ANDERSON, J.G.C. and TRIGG , C.F., 1976 . Case-Histories in Engineering Geology. Elek Science, London.

7-3- CARTER M., 1983 . Geotechnical Engineening. Handbook. Pentech.

7-4- EARTH MANUAL . (Second ed) 1974. USbureau of reclamation.

7-5- HILF J.W., 1960 . Foundation and Construction Materials, in: Design of Small Dams, US Department of the interior , bureau of reclamation.

7-6- MARSAL R.J., 1974 . Geotechnical Studies for La angostura project. Mexico, in FOUNDATIONS FOR DAMS. ASCE.

7-7- MILANOVIC P.T. 1981. Karst Hydrogeology (translated by Buhac , J.J.,P.E) Water Resources Publication.

7-8- WAHL STROM , E.E, 1974 . Dams, Dam foundations, and Reservior Sites. elsevier scientific publishing comparty , amesterdam.

7-9- WEAVER J.W. , 1976. Exploratory Drilling for Rock Engineering. Proceedings of the symposium on Exploration for Rock Engineering. Johonnesburg.

۷-۱۰ کمیته ملی سدهای بزرگ ژاپن (کمیسیون بین‌المللی) "استاندارد بررسیهای زمین‌شناسی پی سدها" ۱۳۶۷ . (ترجمه فریدون بهرامی سامانی)، اکتبر ۱۹۷۸.

۷-۱۱ معماریان، حسین، ۱۳۶۴ . روشهای اکتشاف زمین‌شناسی مسیر تونلها، مجموعه سخنرانیهای دومین سمینار تونل سازی، وزارت برنامه و بودجه - دفتر تحقیقات و معیارهای فنی.

۷-۱۲ یونسکو ۱۳۶۸ ، راهنمای تهیه نقشه‌های زمین شناسی مهندسی (ترجمه ابوالحسن رده)

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran

Plan and Budget Organization - Ministry of Energy

Guideline for Engineering Geological Investigation of Water Resources Engineering Projects

No: 180

Office of the Deputy for Technical Affairs

Bureau of Technical Affairs and Standards

1379/2000

omoprepeyman.ir

مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

ISBN 964-425-184-9

9789644251849

omoorepeyman.ir