

فهرست خدمات مطالعات

ژئوتکنیک و برآورد خطر زمین لرزه

و زلزله شناسی مهندسی

(مرحله طراحی تفصیلی)

نشریه شماره ۲۳۸

وزارت نیرو
سازمان مدیریت منابع آب ایران
دفتر استاندارد مهندسی آب



سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

جمهوری اسلامی ایران

فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و برآورد خطر زمین لرزه و زلزله شناسی مهندسی (مرحله طراحی تفصیلی)

نشریه شماره ۲۳۸

وزارت نیرو
سازمان مدیریت منابع آب ایران
دفتر استاندارد مهندسی آب

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۸۰

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور ۸۰/۰۰/۸۲



omoorepeyman.ir

فهرست برگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها
فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و برآورد خطر زمین‌لرزه و زلزله‌شناسی مهندسی
(مرحله طراحی تفصیلی) / معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ وزارت نیرو،
سازمان مدیریت منابع آب ایران، دفتر استاندارد مهندسی آب. - تهران: سازمان مدیریت و
برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور پشتیبانی، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۰.
۴۶ ص.: نمودار. - (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛
نشریه شماره ۲۳۸) انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۲/۰۰/۸۰
ISBN 964-425-310-8

مربوط به دستورالعمل شماره ۱۰۵/۱۴-۵۴/۳۵۹۰ مورخ ۱۳۸۰/۷/۷

۱. زمین‌شناسی ساختمانی. ۲. زلزله - تجزیه و تحلیل خطرات. ۳. زلزله - مهندسی.
۴. خاک - مکانیک. ۵. زمین‌شناسی مهندسی. الف. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز
مدارک علمی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

ش. ۲۳۸ ۲۴/س ۳۶۸/ TA

ISBN 964-425-310-8

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۳۱۰-۸

فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و برآورد خطر زمین‌لرزه و زلزله‌شناسی مهندسی
(مرحله طراحی تفصیلی)

تهیه کننده: معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. معاونت امور پشتیبانی. مرکز مدارک علمی و انتشارات

چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۰

قیمت: ۵۰۰۰ ریال

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: موسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



omooepeyman.ir



شماره: ۱۰۵/۹۴۱۴-۵۴/۳۵۹۰	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مشاوران و پیمانکاران
تاریخ: ۱۳۸۰/۷/۷	

موضوع: فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و برآورد خطر زمین لرزه و زلزله شناسی مهندسی (مرحله طراحی تفصیلی)

به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیات وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۲۳۸ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، با عنوان "فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و برآورد خطر زمین لرزه و زلزله شناسی مهندسی (مرحله طراحی تفصیلی)" از نوع گروه سوم، ابلاغ می‌گردد.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استعاده نمایند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتر در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، ارسال دارند.

محمد حساری فر

معاون رئیس جمهوری و رئیس سازمان



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 فنی و اجرایی طرحهای عمرانی کشور (مصوبه مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ 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 یاد شده 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 مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (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 تهیه‌کننده استاندارد

ضمن تشکر از کارشناسان محترم 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.

معاون امور فنی

پاییز ۱۳۸۰



ترکیب اعضای کمیته

این استاندارد را اعضای کمیته شماره ۱۳ (ژئوتکنیک) و اعضای کمیته شماره ۱۳-۱ (لرزه‌خیزی و مهندسی زمین‌لرزه) طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور تهیه کرده‌اند.

اعضای کمیته ژئوتکنیک که در تهیه و تدوین فصل اول همکاری داشته‌اند عبارتند از:

دکترای مکانیک خاک	شرکت مهندسين مشاور ماندرو	آقای تورج امیرسلیمانی
دکترای سازه و دکترای مکانیک ساختمان	شرکت مهندسين مشاور آب نیرو	آقای حسین جلالی
فوق لیسانس مهندسی معدن (مکانیک سنگ)	شرکت مهندسين مشاور کاوشگران	آقای فرزاد رفیعا
دکترای ژئوتکنیک	دانشکده فنی دانشگاه تهران و شرکت مهندسين مشاور دریاخاک	آقای بهروز گتمیری
دکترای مکانیک خاک	شرکت مهندسين مشاور خدمات مهندسی مکانیک خاک ایران	آقای سیاوش لیتکوهی
فوق لیسانس مکانیک خاک و مهندسی پی	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	خانم مهیارنوربخش پیربازاری
فوق لیسانس مهندسی معدن (زمین‌شناسی مهندسی)	شرکت خدمات مهندسی برق ایران (مشانیر)	آقای علی یوسفی

همچنین در تهیه پیش‌نویس فصل اول این استاندارد، آقای دکتر کامبیز بهنیا نیز با کمیته همکاری داشته‌اند.

اعضای کمیته لرزه‌خیزی و مهندسی زمین‌لرزه که در تهیه و تدوین فصل دوم همکاری داشته‌اند عبارتند از:

فوق لیسانس ژئوفیزیک	مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی	آقای علی اکبر اسلامی
لیسانس مهندسی معدن	شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس	آقای مجید بهنام
دکترای لرزه زمین‌ساخت	سازمان زمین‌شناسی کشور	آقای منوچهر قریشی
دکترای ژئوتکنیک	دانشگاه تهران و شرکت مهندسان مشاور دریا خاک	آقای بهروز گتمیری
فوق لیسانس ژئوفیزیک	شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس	آقای ابراهیم مالکی
فوق لیسانس مهندسی سازه و زلزله	آزاد	آقای علی اکبر معین‌فر
دکترای مهندسی زلزله	شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس	آقای عباس مهدویان
فوق لیسانس مهندسی سازه و زلزله	طرح مطالعات زلزله تهران بزرگ	آقای احمد نادرزاده
فوق لیسانس ژئوتکنیک	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	خانم مهیارنوربخش پیربازاری



فهرست مطالب فصل اول

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	نمودار فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک «مرحله طراحی تفصیلی»
۴	۰- برنامه ریزی انجام دادن کار:
۴	۱- بررسی دقیق کلیه یافته‌های ژئوتکنیکی ساختگاه برگزیده در مرحله توجیهی
۴	۱-۱ بررسی ویژگیهای زمین‌شناسی در محدوده ساختگاه از دیدگاههای:
۵	۲-۱ بازنگری ویژگیهای ژئوتکنیکی
۵	۳-۱ جمع‌بندی کلی
۶	۲- بازنگری برنامه کاوشهای تکمیلی زیرسطحی در مورد ساختگاه یا ساختگاههای برگزیده
۷	۳- انجام دادن حفاریهای اکتشافی تکمیلی
۷	۴- انجام دادن آزمایشهای ژئوفیزیکی تکمیلی در سیمای ساختگاه
۸	۵- انجام دادن آزمایشهای صحرایی تکمیلی با نگرش به طراحی‌ها و پی‌سازیه‌ها
۸	۱-۵ آزمایشهای درجای مکانیک سنگ به منظور:
۸	۲-۵ آزمایشهای درجای مکانیک خاک به منظور:
۸	۳-۵ آزمایشها و بررسیهای تکمیلی هیدروژئولوژی به منظور:
۹	۴-۵ آزمایشهای تزریق پذیری پی به منظور:
۹	۶- آزمایشهای تکمیلی آزمایشگاهی (مکانیک خاک و سنگ)
۹	۱-۶ آزمایشهای آزمایشگاهی تکمیلی مکانیک خاک به منظور:
۹	۲-۶ آزمایشهای تکمیلی آزمایشگاهی مکانیک سنگ
۹	۳-۶ مصالح:
۱۱	۷- برداشتهای تکمیلی میکروتکتونیک و رفتارنگاری احتمالی ناپیوستگیها
۱۱	۱-۷ برداشت مشخصه‌های ناپیوستگیها در صحرا شامل:
۱۲	۲-۷ تحلیل یافته‌ها
۱۲	۳-۷ رفتارنگاری ناپیوستگیها



فهرست مطالب فصل اول

صفحه	عنوان
۱۲	۸- تهیه نقشه‌ها و تدوین اسناد و اطلاعات ثبت شده
۱۲	۸-۱ نقشه‌ها
۱۳	۸-۲ نیمرخها و نمودارها
۱۳	۸-۳ اسناد و مدارک
۱۳	۹- تحلیل و تفسیر نتایج اطلاعات ژئوفیزیکی
۱۳	۹-۱ بررسی تکمیلی زمین ساختگاه برگزیده
۱۴	۹-۲ ژرف‌نگری در پارامترهای فیزیکی لایه‌ها و توده‌های زمین ساختگاه و اطراف آن
۱۴	۹-۳ جمع‌بندی نهایی داده‌ها و دانسته‌های ژئوفیزیکی و ارائه پیشنهاد
۱۴	۱۰- تحلیل تکمیلی یافته‌های ژئوتکنیکی
۱۵	۱۱- تحلیل ناپیوستگیها و بررسی اثر عوامل میکروتکتونیک در سیستم آب‌بندی و شرایط
۱۵	بهسازی زمین
۱۶	۱۲- تلفیق نهایی نتایج زمین‌شناسی، عملیات ژئوتکنیکی، ژئوفیزیکی و برداشتهای
۱۶	تکمیلی میکروتکتونیک
۱۶	۱۲-۱ تهیه و تنظیم جداول داده‌ها و دانسته‌ها و مشخصات به‌دست آمده از عملیات اکتشافی
۱۶	و برداشتهای تکمیلی میکروتکتونیک و زمین‌شناسی شامل:
۱۶	۱۲-۲ تحلیل یافته‌ها و دانسته‌ها با روشهای آماری و تحلیلی:
۱۷	۱۲-۳ تلفیق نتایج به منظور بررسی بیشتر مشخصه‌های زمین ساختگاهها:
۱۹	۱۳- ارائه مدل نهایی زمین‌شناسی مهندسی ساختگاه
۱۹	۱۳-۱ ارائه مدل نهایی زمین‌شناسی شامل:
۱۹	۱۳-۲ ارائه مدل زمین‌شناسی مهندسی ساختگاه و مشخص نمودن نکات زیر در آنها:
۱۹	۱۳-۳ ارائه مدل برای پارامترهای همتراز شامل:
۱۹	۱۳-۴ ارائه مدل‌های ریاضی



فهرست مطالب فصل اول

صفحه	عنوان
۲۰	۱۴- جانمایی نهایی اجزای طرح و تهیه برشهای زمین‌شناسی مهندسی از ساختمانه‌ها، با توجه به مدل‌های نهایی ارائه شده
۲۱	۱۵- طرح تفصیلی پی و تکیه گاههای سد، گودبرداریها و برشهای مربوط
۲۲	۱۶- طرح تفصیلی پی سرریز و تحلیل حفاریهای مربوط
۲۲	۱۷- طرح تفصیلی پی حوضچه آرامش و تاسیسات مربوط
۲۳	۱۸- طرح تفصیلی پی‌های سطحی
۲۳	۱۹- طرح تفصیلی ژئوتکنیکی سازه‌های زیرزمینی
۲۴	۲۰- طرح تفصیلی پی‌های نیروگاه
۲۴	۱-۲۰ نیروگاه زیرزمینی:
۲۵	۲-۲۰ نیروگاه روزمینی
۲۶	۲۱- طرح تفصیلی و تحلیل ژئوتکنیکی عملیات بهسازی زمین
۲۶	۱-۲۱ اهداف بهسازی و پایدارسازی زمین شامل:
۲۶	۲-۲۱ گامهای لازم در تعیین شرایط زمین، روش و مشخصات فنی بهسازی
۲۶	۳-۲۱ روشهای بهسازی
۲۷	۴-۲۱ تهیه طرح تفصیلی
۲۷	۱-۴-۲۱ تزریق برای بهبود شرایط باربری، تغییر شکل پذیری و آب‌بندی
۲۸	۲-۴-۲۱ سیستم پرده آب‌بند
۲۸	۳-۴-۲۱ زهکشی
۲۹	۲۲- تحلیل و محاسبه پایداری برشهای سنگی و خاکی و ارائه طرح تفصیلی آنها
۲۹	۱-۲۲ برشهای سنگی
۲۹	۲-۲۲ برشهای خاکی
۳۰	۲۳- تحلیل پی‌های ژرف و ارائه طرح تفصیلی آن



فهرست مطالب فصل اول

صفحه	عنوان
۳۰	۲۴- تهیه نقشه‌های تفصیلی پی‌سازیه‌ها
۳۰	۲۴-۱ نقشه‌های پی‌سدها
۳۱	۲۴-۲ نقشه‌های پی‌سازی نیروگاه روزمینی (برق-آبی)
۳۱	۲۴-۳ نقشه‌های پی‌سازی نیروگاه زیرزمینی (مراجعه شود به بند ۲۰-۱-۱۵ از جعبه شماره ۲۰)
۳۱	
۳۲	۲۴-۴ نقشه‌های پی‌ساختمانهای عادی
۳۲	۲۴-۵ نقشه‌های پی‌سازی سدهای انحرافی و یا تنظیمی
۳۲	۲۴-۶ نقشه پی‌سازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی و تأسیسات مربوط
۳۳	۲۵- ارائه مشخصات فنی بهسازیهای زمین
۳۳	۲۵-۱ تزریق
۳۳	۲۵-۲ پایدارسازی
۳۴	۲۵-۳ آب‌بندی و زهکشی
۳۴	۲۵-۴ ابزاربندی
۳۵	۲۶- تهیه دستورالعملهای اجرایی ژئوتکنیکی
۳۵	۲۶-۱ حفاریهای سطحی (رو باز) و پی‌کنی‌ها شامل چگونگی :
۳۶	۲۶-۲ حفاری در سازندهای زیرزمینی شامل چگونگی :
۳۶	۲۶-۳ بهسازی زمین پی‌ها شامل چگونگی :
۳۷	۲۶-۴ بهسازی شیبهای طبیعی و برشها شامل چگونگی :
۳۷	۲۷- تهیه گزارش نهایی
۳۷	۲۷-۱ جلد اول: گزارش زمین‌شناسی (همراه با نقشه‌ها، مقاطع و نمودارهای مربوط)
۳۸	۲۷-۲ جلد دوم: گزارش لرزه‌خیزی و مهندسی زمین‌لرزه
۳۸	۲۷-۳ جلد سوم: گزارش حفاریهای اکتشافی، نمونه‌برداری و آزمایشهای ژئوتکنیکی تفصیلی
۳۸	۲۷-۴ جلد چهارم: مصالح
۳۹	۲۷-۵ جلد پنجم: طراحی‌های نهایی ژئوتکنیکی همراه با نقشه‌ها و نمودارها و جدولها



فهرست مطالب فصل دوم

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴۳	۱- واریسی و ژرف‌نگری مدل زمین‌ساختی و لرزه زمین‌ساختی گستره مورد بررسی طرح
۴۴	۲- واریسی و ژرف‌نگری در برآورد پارامترهای لرزه‌خیزی
۴۴	۳- واریسی پارامترهای جنبش نیرومند زمین
۴۵	۴- تهیه طیف پاسخ زمین
۴۶	۵- تهیه و به مقیاس درآوردن شتاب‌نگاشتهای مناسب



فصل اول

فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک

«مرحله طراحی تفصیلی»



مقدمه :

از آنجا که تاکنون فهرست مدونی از چگونگی مطالعات ژئوتکنیک در پروژه‌های بزرگ تأسیسات آبی در ایران وجود نداشت، طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور به تهیه فهرستی در این زمینه اقدام کرد. گزارش حاضر فهرست تفصیلی اجزای مختلف این‌گونه مطالعات در مرحله "دوم" است و در تهیه آن تلاش شده تا کلی‌ترین و پیچیده‌ترین شرایط زمین‌شناسی و مصالح طبیعی (خاک و سنگ) در پروژه‌های مختلف در ابعاد گسترده مدنظر قرار گیرد. بدیهی است در پروژه‌های کوچک‌تر و در شرایط ساده‌تر، گستردگی و دامنه مطالعات و بررسی‌ها به طور مناسب کاهش می‌یابد و انواع آزمایشهای صحرایی و آزمایشگاهی در زمینه‌های مختلف برحسب نوع و اهمیت پروژه با توافق کارفرما و نیازهای طراحی تعیین می‌شود.

چند و چون آزمایشها، تحقیقات و بررسیهای ژئوتکنیکی نباید از سویی چنان باشد که در یک پروژه نسبتاً کوچک حجم قابل ملاحظه‌ای از کاوشها و آزمایشها انجام شود و نه آنکه از سوی دیگر در یک پروژه با اهمیت و گسترده، حجم اندکی داشته باشد که در هنگام اجرای طرح نهایی ابهاماتی بر جای بماند و مهندس طراح قادر به تصمیم‌گیری صحیح و مناسب در زمینه انتخاب ابعاد نهایی جزییات بخشهای مختلف طرح نباشد.

به دلیل آنکه بررسیهای ژئوتکنیکی مرحله توجیهی با هدف به‌دست آوردن اطلاعاتی برای انجام مطالعات فنی و اقتصادی و انتخاب گزینه بهتر و با رعایت جنبه‌هایی صورت گرفته که در فهرست خدمات مزبور آمده است و این اطلاعات ضرورتاً پاسخگوی نیاز مهندسان طراح در مرحله طراحی تفصیلی نیست، لذا لازم است مانند مرحله قبل برنامه اکتشافات تکمیلی با هماهنگی کارشناسان ژئوتکنیک، مهندس مشاور و کارفرما و با رعایت چارچوب فنی و مالی مناسب و با توجه به پیچیدگیهای ژئوتکنیکی و سیمای طرح، تنظیم و اجرا شود.

اهمیت بررسیهای ژئوتکنیکی در این مرحله از مطالعات که طرح نهایی تهیه می‌شود و براساس آنها اسناد مناقصه تهیه می‌شود، بسیار گسترده است. بنابراین به هنگام تصمیم‌گیری در انتخاب چندی و چونی آزمایشها، کاوشها و پژوهشها باید بررسیهای همه جانبه به‌عمل آید تا از اشتباهات و خطاهای احتمالی حتی‌الامکان اجتناب شود و طرح نهایی دارای ابعادی کاملاً روشن برای اجرا باشد.

به دلیل آن که مسئولیت مهندس مشاور در زمینه مطالعه صحیح و دقیق بر جای خود باقیست، کارشناسان کارفرما نمی‌توانند از ابعاد آزمایشها و کاوشهای موردنیاز تکمیلی، بدون جلب رضایت کامل مهندس مشاور بکاهند. تجربه نشان داده است که اعمال محدودیت در زمینه آزمایشها و تحقیقات ژئوتکنیکی در نهایت به صلاح کارفرمایان نیست و از طرف دیگر سهل‌انگاری برخی کارشناسان مهندس مشاور، بدون آنکه کنترل‌های دقیق و همه جانبه به‌عمل آمده باشد، موجبات خسارات و زیان‌هایی را فراهم نموده است که هم اکنون در تعدادی از پروژه‌های بزرگ مملکتی شاهد آن هستیم؛ لذا جادارد که حداکثر توجه به این قبیل موارد معطوف گردد.

به منظور دریافت پاسخهای منطقی و صحیح در مطالعات ژئوتکنیکی مندرج در این فهرست خدمات ضروریست که تیمی متشکل از متخصصان و کارشناسان خبره ژئوتکنیک (چه به صورت بخشی از کارشناسان

مشاور مادر و یا مهندس مشاور ژئوتکنیک) در انجام دادن کلیه جعبه‌های خدمات طراحی تفصیلی حضور داشته و خدمات مزبور در یک سیستم هماهنگ و با برنامه‌ریزی صحیح انجام گیرد.

خاطر نشان می‌سازد که روشها، آزمایشها و تکنیکهای مورد استفاده در این مرحله به میزان وسیعی همان روشها و آزمایشهایی است که در مرحله توجیهی به کار گرفته شده و در فهرست خدمات مربوط به تفصیل بیان شده است و چنانچه آزمایشهای ضروری بنا به دلایلی در مرحله توجیهی انجام نشده باشد، ضروریست که در مرحله اکتشافات تکمیلی اجرا شود.

گرچه در تهیه این فهرست خدمات تلاش شده تا کلیه جزئیات مطالعات ژئوتکنیکی طراحی تفصیلی مدنظر قرار گیرد، ولی برای تهیه شرح خدمات باید با توجه به گستردگی مطالعات طرح و شرایط مورد لزوم آن از این استاندارد استفاده کرد.

لازم به ذکر است که بندهای مشخص شده با یک ستاره از وظایف مهندسان مشاور ژئوتکنیک و بندهای مشخص شده با دو ستاره از وظایف مشترک مهندسان مشاور مادر و مهندسان مشاور ژئوتکنیک است. همچنین بندهای بدون ستاره از وظایف مهندسان مشاور مادر می‌باشد.

لازم به توضیح است که این فهرست خدمات به صورت جامع و در کلی‌ترین حالت ممکن برای طرحهای مهندسی آب تهیه شده است؛ برای تهیه شرح خدمات مهندس مشاور، ردیفهای مورد نیاز را با توجه به نوع، ابعاد و اهمیت طرح مورد نظر با توافق کارفرما از این فهرست خدمات استخراج می‌کند.



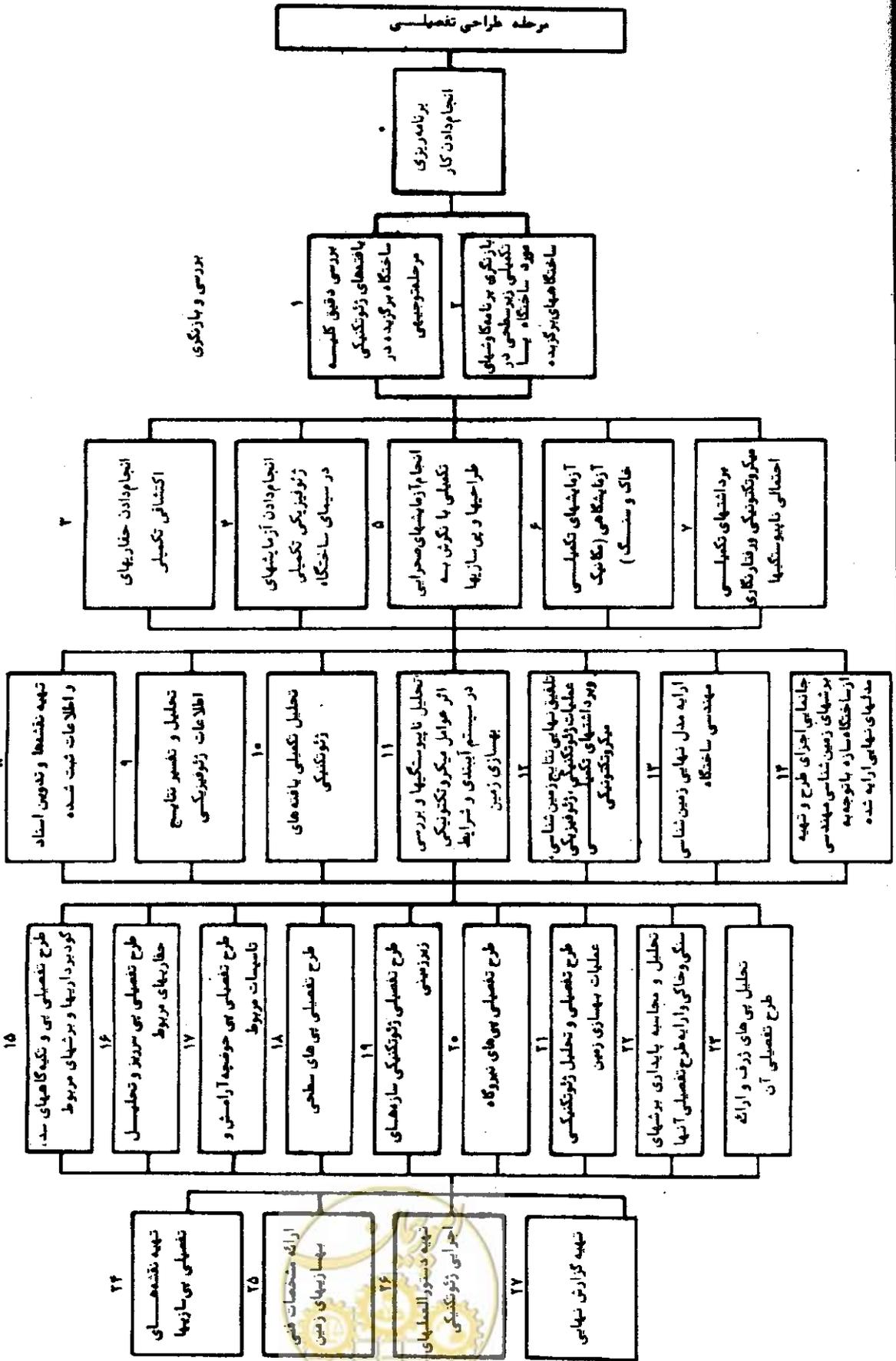
نمودار "مرحله طراحی تفصیلی" - اطلاعات ژئوتکنیکی

ثبت و تحلیل داده‌ها

طراحی تفصیلی

اجرای عملیات اکتشافی تکمیلی

تهیه نقشه ها ، دستورالعملها



♦ - برنامه‌ریزی انجام دادن کار:

به منظور هماهنگ کردن فعالیتهای طراحی و انجام دادن طرح در زمان پیش‌بینی شده اقدامات زیر انجام می‌شود:

۱-۰ مشخص کردن اجزای کار

۲-۰ تقسیم‌بندی و تشریح نوع مطالعات

۳-۰ تعیین نیازهای مطالعاتی و هماهنگی در مطالعات

۴-۰ برقراری ارتباط و هماهنگی در مطالعات

۵-۰ تنظیم برنامه زمانی مطالعات

۱- بررسی دقیق کلیه یافته‌های ژئوتکنیکی ساختگاه برگزیده در مرحله توجیهی

اولین گام در مرحله طراحی تفصیلی مرور و بررسی دقیق کلیه نقشه‌ها، گزارشها و یافته‌های مربوط به عوامل ژئوتکنیکی ساختگاه برگزیده در مرحله توجیهی است. در این بررسی نکات زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

۱-۱ بررسی ویژگیهای زمین‌شناسی در محدوده ساختگاه از دیدگاههای:

۱-۱-۱ زمین ریخت‌شناسی

- بازنگری عوامل مختلف تکتونیک و فرسایش، هوازدگی، ریزشها، لغزشها و خزش توده سنگها یا خاکهای مستعد به جابه‌جایی، واریزه‌ها، پادگانه‌ها^۱، دشتهای سیلابی و...
- بازنگری برامکان وجود کاواکها، غارها و فضاهای خالی یا شسته شده در محدوده سد و مخزن و سازه‌های جنبی و...
- بازنگری بر امکان ناپایداری زمین با توجه به عملکرد سازه‌ها و شرایط بهره‌برداری از آنها و اظهارنظر در مورد محل‌های برگزیده برای سازه‌های مختلف
- نتیجه‌گیری در مورد مناسب بودن محل سد و سایر سازه‌ها از نظر زمین ریخت‌شناسی

۲-۱-۱ لیتولوژی و سنگ شناسی

- بازنگری سنگ شناسی واحدهای سنگی، ساخت و بافت آنها، کانیهای ضعیف و مقاوم سنگ
- بازنگری ویژگی زمین شناسی آبرفتها، پادگانه‌ها و پوششهای سطحی در محدوده برگزیده
- بازنگری ویژگیهای لایه‌های سست (در صورت وجود) به ویژه انیدریتها، مارن‌ها، رسها و...

۳-۱-۱ ساختار سنگ

- بازنگری ساختار کلان توده‌های سنگی و طبقات و وجود تاقدیسها، ناودیسها، گسله‌ها و سایر عناصر ساختاری
- بازنگری وجود توده‌های نفوذی، زونهای دگرگونی^۱ و وضعیت فیزیکی و هندسی آنها و تاثیر آنها بر محل سازه‌ها
- بازنگری ساختار خرد توده‌های سنگی و ویژگیهای سیستم شکستگی، ناپیوستگیها^۲ و میکروتکتونیک
- بررسی دقیق ویژگیهای مواد پرکننده درزه‌ها و تاثیر آنها بر مقاومت توده سنگها به ویژه مقاومت برشی آنها
- نتیجه‌گیری در مورد مناسب بودن محل سد و سایر سازه‌ها از دیدگاه زمین ساختاری

۲-۱ بازنگری ویژگیهای ژئوتکنیکی

- بازنگری ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی خاکها و توده سنگها (مصالح سنگی، ناپیوستگیها و مواد پرکننده)
- بازنگری شرایط هیدروژئولوژیکی و آبگذری خاکها و توده سنگهای محل سد
- بازنگری رده بندی سنگها و خاکهای محل سد و سایر بناها
- مروری بر امکان بروز پدیده‌هایی چون: آماس، انحلال درونی، فرونشست، رمبندگی، واگرایی، رگاب، روانگرایی و...
- بازنگری دوام و زوال پذیری سنگها
- بازنگری ظرفیت باربری و شرایط تغییر شکل پذیری خاکها و سنگها
- نتیجه‌گیری در مورد مناسب بودن محل سد و سایر بناها از دیدگاه ژئوتکنیکی

۳-۱ جمع بندی کلی

- نتیجه‌گیری در مورد پذیرش یا عدم پذیرش نتایج مرحله قبلی مطالعات ژئوتکنیکی



- ارائه دستورالعمل ادامه مطالعات در صورت پذیرش نتایج قبلی
- ارائه گزینه مناسب و برنامه ادامه مطالعات در صورت رد مستدل ساختگاه برگزیده در مطالعات قبلی.

۲- بازنگری برنامه کاوشهای تکمیلی زیرسطحی در مورد ساختگاه یا ساختگاههای برگزیده

در این بخش از فعالیتهای برنامه ارائه شده برای کاوشهای تکمیلی زیرزمینی برای ساختگاه برگزیده در مرحله قبل مورد بازنگری قرار می‌گیرد. در این بازبینی، به تغییرات احتمالی ناشی از بررسی دقیق گزارشها و نقشه‌ها در مرحله مطالعات تفصیلی (جعبه شماره ۱) توجه شده و هماهنگی برنامه مزبور با محتوای جعبه فوق تأمین می‌شود. در این بازنگری صرفاً پاسخ به سؤالات طراحی مورد نظر است و در مورد برنامه کاوشهای تکمیلی سؤالاتی زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

- ۱- آیا چندی و چونی بررسیها و آزمایشهای صحرایی و آزمایشگاهی، نیازهای شناخت تفصیلی زمین را برآورده می‌کند؟
- ۲- آیا با اجرای آزمایشهای صحرایی و بررسیهای اکتشافی تکمیلی و یا با تغییر در نوع، موقعیت و شرایط هندسی و فیزیکی عملیات اکتشافی، اطلاعات تفصیلی مورد نیاز به دست می‌آید؟
- ۳- آیا با توجه به شرایط زمین‌شناسی و نیازهای طراحی، اجرای آزمایشهای ویژه تفصیلی ضرورت دارد؟ چه مقدار و با چه مشخصات؟
- ۴- آیا با توجه به اطلاعات تفصیلی مورد انتظار مدل ژئومکانیکی زمین ساختگاه تکمیل شده و ابهامات آن برطرف خواهد گردید؟
- ۵- آیا مجموعه برنامه کاوشهای تکمیلی از چنان دقتی برخوردار است که براساس آنها بتوان کلیه پارامترهای طراحی تفصیلی را به دست آورد؟
- ۶- آیا زمان اجرای بررسیهای محلی و آزمایشهای تکمیلی با توجه به نیازهای طراحی، معقول و منطقی است؟

توضیح:

سؤالات فوق‌الذکر جنبه کلی دارد و در مورد کلیه بررسیها و آزمایشهای ژئوفیزیک، مکانیک خاک، مکانیک سنگ، زمین‌شناسی مهندسی، مصالح و اندازه‌گیریهای صحرایی و آزمایشگاهی در مورد پروژه‌های خطی، سطحی و سازه‌های هیدرولیکی مهم و سایر ابنیه فنی با اهمیت بر حسب مورد قابل اعمال است.

۳- انجام دادن حفاریهای اکتشافی تکمیلی

۱-۳ ارائه برنامه و مشخصات حفاریهای اکتشافی و بررسیهای تکمیلی ژئوتکنیکی با توجه به:

- ۱-۱-۳ نوع و اهمیت سازه‌ها
- ۲-۱-۳ خصوصیات پروژه
- ۳-۱-۳ پیچیدگیهای شرایط زمین پی سازه‌ها
- ۴-۱-۳ حجم عملیات مورد نیاز حفاریهای اکتشافی تکمیلی و زمان اجرای عملیات

۲-۳ انجام دادن حفاریهای اکتشافی از طریق حفر گمانه‌ها، چاهکها، ترانشه‌ها، چاهها و تونل‌های اکتشافی به منظور:

- ۱-۲-۳^۱ * شناسایی تفصیلی ویژگیهای زمین‌شناسی زیرسطحی
- ۲-۲-۳^۲ ** شناسایی تفصیلی گسله‌ها، زونهای خردشده، ناپیوستگیهای داخل توده سنگها و زونهای ضعیف و هوازده و...

- ۳-۲-۳ ** تعیین موقعیت دقیق رودخانه‌های مدفون، غارها، فضاها، خالی و زونهای کارستیک احتمالی
- ۴-۲-۳ ** شناخت تفصیلی طبیعت سنگها، پتروگرافی و ترکیب شیمیایی آنها
- ۵-۲-۳ ** نمونه برداریهای تکمیلی دست خورده و دست نخورده برای آزمایشهای آزمایشگاهی
- ۶-۲-۳ ** انجام دادن آزمایشهای درجای آبگذری، تغییر شکل پذیری، تعیین ظرفیت باربری و...
- ۷-۲-۳ ** اجرای عملیات ژئوفیزیکی و چاه‌پیمایی و ردیابی مسیر آب زیرزمینی و تعیین سطح ایستابی
- ۸-۲-۳ شناخت وضعیت ناهمگونی، ناهمسانی، نشست پذیری و آب زیرزمینی در ساختگاه
- ۹-۲-۳ شناخت سایر مجهولات احتمالی و شرایط ویژه زمین زیرپی و اطراف آن

۴- انجام دادن آزمایشهای ژئوفیزیکی تکمیلی در سیمای ساختگاه

۱-۴ ارائه برنامه و مشخصات بررسیهای تکمیلی ژئوفیزیکی به منظور:

- ۱-۱-۴ به دست آوردن اطلاعات تکمیلی زمین‌شناسی زیرسطحی، پیوستگی لایه‌های گوناگون و تعیین تغییرات لیتولوژیکی و پیچیدگیهای زمین
- ۲-۱-۴ ** تعیین پارامترهای دینامیکی مورد نیاز طراحی‌ها
- ۳-۱-۴ ** ژرف‌نگری در موقعیت لایه‌های سست و ضعیف، مناطق هوازده، مناطق تکتونیزه و خرد شده،

۱- بندهای مشخص شده با * از وظایف مهندسان مشاور ژئوتکنیک است.

۲- بندهای مشخص شده با ** از وظایف مشترک مهندسان مشاور مادر و مهندسان مشاور ژئوتکنیک است.

گسله‌های مدفون در اعماق زمین، محل سازه، شناخت دره‌ها، غارها و مسیرهای قدیمی رودخانه‌های مدفون و...

- ۴-۱-۴ ** ژرف‌نگری در ناهمواریهای سنگ کف در محدوده سازه‌ها و تهیه منحنیهای هم‌تراز^۱ پی سنگ
- ۵-۱-۴ ** سایر اطلاعات مورد نیاز با توجه به روشهای مختلف ژئوفیزیکی
- ۲-۴ ** ژرف‌نگری در مدل ژئوفیزیکی ساختگاه یا ساختگاهها با در نظر گرفتن نیمرخهای طولی و عرضی ژئوفیزیکی و پارامترهای مربوط

۵- انجام آزمایشهای صحرایی تکمیلی^۲ با نگرش به طراحی‌ها و پی‌سازیها

- ۱-۵ * آزمایشهای درجای مکانیک سنگ به منظور :
- ۱-۱-۵ * به دست آوردن پارامترهای ژئومکانیکی تکمیلی توده سنگها از قبیل ضرایب مقاومتی و تغییر شکل پذیری توده سنگها
- ۲-۱-۵ ** تعیین جهت و بزرگی تنشهای طبیعی زمین (در موارد خاص و با توجه به اهمیت و نیاز پروژه و شرایط غیرعادی زمین)

- ۲-۵ * آزمایشهای درجای مکانیک خاک به منظور :
- ۱-۲-۵ ** به دست آوردن پارامترهای تکمیلی خاکها از قبیل: مشخصات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی
- ۲-۲-۵ ** بررسی احتمال بروز پدیده‌های آماس، انحلال، رهمندگی، واگرایی و روانگرایی و غیره

- ۳-۵ آزمایشها و بررسیهای تکمیلی هیدروژئولوژی به منظور :
- ۱-۳-۵ ** ژرف‌نگری در ضرایب تراوایی توده‌های خاکی و سنگی با آزمایشهای تکمیلی لوژن، لوفران و پمپاژ
- ۲-۳-۵ ** نهایی کردن حدود سفره‌های آب زیرزمینی
- ۳-۳-۵ ژرف‌نگری در خطوط جریان و هم پتانسیل در محدوده مورد نظر
- ۴-۳-۵ تعیین جبهه‌های ورودی و خروجی آب زیرزمینی، شیب آبی و جهت جریان آب زیرزمینی
- ۵-۳-۵ ژرف‌نگری در کیفیت شیمیایی آب سفره‌های موجود
- ۶-۳-۵ بررسی امکان فرار آب از مخزن و تکیه‌گاهها و پی سدها و سایر سازه‌های بزرگ

1- Isopach

۲- فهرست آزمایشهای صحرایی در بند ۹ فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ژئوتکنیک، استاندارد شماره ۸۷-الف به تفصیل ذکر شده است.



آزمایشهای تزریق پذیری پی به منظور :	۴-۵	**
انتخاب نوع مایع تزریق، غلظتهای مختلف دوغاب و سایر مواد افزودنی به آن و تعیین فشار مناسب تزریق	۱-۴-۵	**
بررسی کارایی تزریق با هدف آببندی، تزریق تحکیمی و تماسی	۲-۴-۵	**
تعیین محدوده، فاصله و ژرفای گمانه‌ها و ردیفهای تزریق آببندی، تحکیمی و تماسی و موقعیت دالانهای تزریق	۳-۴-۵	**
بررسی کاربرد احتمالی عملیات تزریق تحت فشار ^۱ زیاد و مقایسه آن با سایر روشها	۴-۴-۵	**
برآورد حجم و هزینه عملیات تزریق موردنیاز	۵-۴-۵	
۶- آزمایشهای تکمیلی آزمایشگاهی (مکانیک خاک و سنگ)		
آزمایشهای آزمایشگاهی تکمیلی مکانیک خاک ^۲ به منظور :	۱-۶	*
به دست آوردن پارامترهای تکمیلی ژئوتکنیکی خاکها از قبیل: مشخصات فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی	۱-۱-۶	*
بررسی احتمال بروز پدیده‌های آماس، انحلال، رمبندگی، واگرایی و روانگرایی و غیره	۲-۱-۶	**
آزمایشهای تکمیلی آزمایشگاهی مکانیک سنگ ^۳	۲-۶	
آزمایش روی نمونه‌های سنگی	۱-۲-۶	*
آزمایشهای تکمیلی در مورد خرده‌سنگها	۲-۲-۶	*
مصالح :	۳-۶	
شن و ماسه :	۱-۳-۶	
- تعیین درصد ناخالصیها و میکا (در ماسه‌ها و سنگدانه‌ها)		*

1- Jet grouting

۲- فهرست آزمایشهای آزمایشگاهی مکانیک خاک در بند ۱۰-۱ فهرست خدمات مطالعات مرحله توجیهی ژئوتکنیک، استاندارد شماره ۸۷-الف به تفصیل ذکر شده است.

۳- فهرست آزمایشهای آزمایشگاهی مکانیک سنگ در بند ۱۰-۲ فهرست خدمات مرحله توجیهی مطالعات ژئوتکنیک، استاندارد شماره ۸۷ - الف به تفصیل ذکر شده است.

- * - تعیین درصد مواد رسی - سیلتی و کلوخه‌های رسی در شن و ماسه
- * - تعیین درصد مواد آلی موجود در سنگدانه‌ها و ماسه‌ها
- * - تعیین درصد آلوده‌کننده‌های شیمیایی و املاح مضر به دوام بتن
- * - ارزش ماسه‌ای (S.E)
- * - دانه‌بندی شن و ماسه
- * - ضریب نرمی ماسه^۱
- * - تعیین درصد سنگدانه‌های پولکی و سوزنی
- * - تعیین درصد سنگدانه‌های نرم موجود در منابع شن طبیعی و همچنین سنگدانه‌های حساس به آب
- * - تعیین حساسیت سنگدانه‌ها به مواد قلیایی

۲-۳-۶ آزمایشهای ساخت بتن مناسب برای سازه‌های بتنی و تأسیسات آبی به منظور تعیین :

- * - طرح اختلاط بتن مناسب با توجه به حالت عادی بتن و امکان استفاده از مواد افزودنی
- * - دانه‌بندی مناسب شن و ماسه برای به دست آوردن بیشترین تراکم بتن
- ** - ضریب مناسب آب به سیمان
- ** - اثر مواد افزودنی در انسجام و قوام بتن^۲ و همچنین افزایش مقاومت و دوام بتن و تقلیل نفوذپذیری
- ** - واکنش قلیایی سنگدانه‌ها
- ** - اثر مواد آهکی - دولومیتی بردوام و سلامت بتن تحت شرایط محیطی نامناسب
- ** - واکنش قلیایی - سیلیسی سنگدانه‌ها در بتن
- ** - اثر مواد افزودنی مناسب برای کاهش گرمادهی فرآورده‌های حاصل از هیدراتاسیون سیمان
- ** - اثر ناخالصیهای موجود در سنگدانه‌ها بر دوام بتن (به ویژه رگه‌های مواد سولفاته در سنگها)
- * - درجه نرمی سیمان^۳

۳-۳-۶ سیمان

- * - آزمایشهای کنترل کیفیت شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی سیمان از قبیل: آزمایش لوشاتلیه، سوزن و یکات، ترکیب شیمیایی سیمان، انبساط اتوکلاو، مقاومت‌های ملاتهای ۳ و ۷ و ۲۸ روزه، زمان گیرش و مقدار حرارت زایی و ضریب انبساط
- * - وزن مخصوص سیمان



1- fine modulus

3- Cement Fineness

- آب ۴-۳-۶
- * - املاح موجود در آب (با توجه به نتایج آزمایشهای شیمیایی آب مصرفی)
 - * - مواد معلق و جامد موجود در آب مصرفی
- مواد افزودنی جامد و مایع نظیر: پوزولان‌ها، میکروسیلیس، مواد هوازا و انواع فوق روان کننده و دیرگیرکننده‌ها و زودگیرکننده‌ها و غیره ۵-۳-۶
- ** - کیفیت مواد افزودنی مطابق استانداردهای مربوط برای شناخت عملکرد صحیح آنها برای هدف معین شده
- بتن پلاستیک (به منظور کاهش مدول الاستیسیته بر پایه مقاصد طراحی) ۶-۳-۶
- ** - اثر مواد افزودنی بر مقاومت کوتاه و درازمدت و همچنین نفوذپذیری و دوام بتن
- فولاد و سایر مصالح ۷-۳-۶ **

۷- برداشتهای تکمیلی میکروتکتونیک و رفتارنگاری احتمالی ناپیوستگیها

عارضه‌های میکروتکتونیک و ناپیوستگیها در توده سنگ شامل: درزه، گسله، صفحه لایه‌بندی، سطوح تماس و غیره است. علاوه بر آنها چین خوردگیها و تغییر شکلهای موضعی و کوچک را باید ذکر کرد.

۱-۷ برداشت مشخصه‌های ناپیوستگیها در صحرا شامل:

- ۱-۱-۷ تعیین موقعیت و توجیه صفحه ناپیوستگیها در فضا
- ۲-۱-۷ فاصله بین ناپیوستگیها
- ۳-۱-۷ تدوام
- ۴-۱-۷ زبری
- ۵-۱-۷ مقاومت دیواره
- ۶-۱-۷ دهانه بازشدگیها
- ۷-۱-۷ ماده پرکننده
- ۸-۱-۷ تراوش
- ۹-۱-۷ تعداد دسته درزه‌ها
- ۱۰-۱-۷ اندازه بلوک



تحلیل یافته ها	۲-۷
بررسی ناپیوستگیها، تقسیم بندی بر حسب نوع و رده بندی زایشی (کششی، برشی، انبساطی و غیره) و هندسه آنها	۱-۲-۷
بررسیهای آماری، تعیین فراوانی و شدت شکستگی و تفکیک واحدها بر این پایه	۲-۲-۷
تحلیل ناپیوستگیها روی شبکه های فضایی ^۱	۳-۲-۷
ترسیم بلوک دیاگرام برای نمایش سه بعدی ساختار زمین محل سد و سایر بناهای مهم	۴-۲-۷
تخمین اندازه و راستای تنشهای طبیعی با توجه به سیستم ناپیوستگی یا چین خوردگیهای موضعی	۵-۲-۷
جمع بندی و نتیجه گیری و ارایه پیشنهاد یا توصیه های لازم	۶-۲-۷
رفتارنگاری ناپیوستگیها	۳-۷ **
اندازه گیریهای سطحی به ویژه در نزدیکی دامنه های شیبدار، مناطق ناپایدار یا لغزنده در اطراف ترکهای کششی و تعیین تغییرات دهانه ناپیوستگیها و یا جابه جایی بلوکها با استفاده از:	۱-۳-۷ **
- کشیدگی سنج ^۲ نواری و یا سایر ابزار اندازه گیری مکانیکی دقیق	**
- درز سنجها ^۳ و شیب سنجها ^۴	**
- ابزار نقشه برداری میکروژئودزی با ایجاد شبکه مربوط	**
رفتارسنجی زیرزمینی در گالری های اکتشافی با استفاده از:	۲-۳-۷ **
- درز سنجها و شیب سنجها	**
- کشیدگی سنج نواری، گمانه ای و یا سایر انواع بر حسب مورد	**
- ابزار نقشه برداری میکروژئودزی با ایجاد شبکه مربوط	**
تهیه نقشه ها و تدوین اسناد و اطلاعات ثبت شده	-۸
نقشه ها	۱-۸
نقشه موقعیت نهایی طرح	۱-۱-۸
نقشه موقعیت حفاریهای اکتشافی تکمیلی (گمانه ها، چاهکها، ترانشه ها، دالانها و میله ها(شافتها))	۲-۱-۸ *
نقشه موقعیت محل اندازه گیریهای نیمرخهای ژئوفیزیکی	۳-۱-۸ *
نقشه های هم مقدار چندی و چونی تکمیلی ژئوفیزیکی مانند: نقشه های همتراز سنگ کف و...	۴-۱-۸ *

1- Stereograms

2- Extensometer

3- Jointmetres

4- Inclinomètres

نقشه‌های زمین شناس مهندسی و هیدروژئولوژی تکمیلی محل سدها و سازه‌های وابسته با مقیاس مناسب	۵-۱-۸	**
نقشه‌های زمین شناسی مهندسی تکمیلی مسیرهای انتقال (دالانها و گالری‌ها)، تلمبه‌خانه‌ها (ایستگاههای پمپاژ)، نیروگاهها، حوضچه آرامش و کانال‌های آبیاری و زهکشی	۶-۱-۸	**
دیگر نقشه‌های تکمیلی مورد نیاز	۷-۱-۸	**

۲-۸ نیمرخها و نمودارها

نمودارها و نیمرخهای گوناگون ژئوفیزیکی و چاه پیمایی	۱-۲-۸	*
نمودار (لوگ) گمانه‌ها، چاهکها، دالانها، ترانشه‌ها و میله‌های اکتشافی	۲-۲-۸	*
نیمرخهای گوناگون تکمیلی زمین شناسی و هیدروژئولوژی محل سدها و مخزنهای آنها با مقیاس مناسب	۳-۲-۸	**
نیمرخهای گوناگون تکمیلی زمین شناسی و هیدروژئولوژی از محل سازه‌های جنبی سدها از قبیل: سرریزها، تخلیه‌کننده‌ها، حوضچه آرامش، نیروگاه و تلمبه‌خانه‌ها (ایستگاههای پمپاژ)	۴-۲-۸	**
نمودارهای تکمیلی مختلف در ارتباط با نتایج آزمایشهای صحرایی مکانیک خاک و سنگ و آب همراه با جداول مربوط	۵-۲-۸	**
نمودارهای تکمیلی گوناگون مربوط به آزمایشهای آزمایشگاهی مکانیک خاک و سنگ و آب همراه با جدولهای ذریبط	۶-۲-۸	**
نیمرخهای گوناگون ژئوتکنیکی تکمیلی در محدوده کلیه سازه‌های پروژه	۷-۲-۸	**
سایر نمودارها و نیمرخهای مورد نیاز	۸-۲-۸	**

۳-۸ اسناد و مدارک

فهرست اسناد و مراجع مورداستفاده در تهیه گزارشهای مرحله طراحی تفصیلی	۱-۳-۸	**
فهرست آمار، دانسته‌ها و یافته‌های ژئوفیزیکی، زمین شناسی، ژئوتکنیکی و هیدروژئولوژی	۲-۳-۸	**
گزارشهای ویژه و تخصصی مورد نیاز	۳-۳-۸	**

۹- تحلیل و تفسیر نتایج اطلاعات ژئوفیزیکی

بررسی تکمیلی زمین ساختگاه برگزیده	۱-۹	**
ژرف‌نگری در و تفکیک لایه‌های روبار در محدوده سازه‌ها	۱-۱-۹	*
ترسیم منحنیهای هم تراز نهایی سنگ کف در زیر سازه‌ها	۲-۱-۹	*
ژرف‌نگری در میزان و ژرف‌نمای سازه‌های سازه‌شناسی	۳-۱-۹	*
کامل زونهای خرد شده، برشی، میلونیتی و فضاها خالی		

- ۴-۱-۹ * ژرف‌نگری در مسیر، جهت جریان و ژرفای آب زیرزمینی
- ۵-۱-۹ * ژرف‌نگری در مشخصه‌های ساختاری زمین و مشخصات هندسی گسله‌ها در محدوده ساختگاه
- ۲-۹ * ژرف‌نگری در پارامترهای فیزیکی لایه‌ها و توده‌های زمین ساختگاه و اطراف آن
- ۱-۲-۹ * تعیین ضرایب تکمیلی فیزیکی موردنیاز طراحی با روشهای گوناگون ژئوفیزیکی و چاه‌پیمایی
- ۲-۲-۹ * ژرف‌نگری در ضرایب دینامیکی لایه‌ها و توده‌های خاکی - سنگی با روشهای مختلف لرزه‌نگاری
- ۳-۹ * جمع‌بندی نهایی داده‌ها و دانسته‌های ژئوفیزیکی و ارائه پیشنهاد
- ۱-۳-۹ * تهیه مدل ژئوفیزیکی ساختگاه در حدامکان
- ۲-۳-۹ * تعیین محل آزمایشهای جکینگ تکمیلی
- ۳-۳-۹ ** ارائه پارامترهای فیزیکی و مکانیکی (دینامیکی و استاتیکی) لایه‌ها و توده‌های زمین زیرساختگاه و اطراف آن و طبقه‌بندی لایه‌ها و توده‌های سنگی
- ۴-۳-۹ ** ارائه پیشنهاد محل بهینه سازه اصلی و سازه‌های وابسته از دیدگاه ژئوفیزیکی
- ۱۰- تحلیل تکمیلی یافته‌های ژئوتکنیکی
- ۱-۱۰ مروری بر یافته‌های حاصل از حفاریهای سطحی و زیرزمینی و بررسی نمودارهای برداشت شده و پیمایش آنها
- ۲-۱۰ زون‌بندی مناطق مختلف از دیدگاه ژئوتکنیکی و تفکیک مصالح با توجه به وضعیت زمین‌شناسی و سایر عوامل موثر در آن
- ۳-۱۰ تحلیل ناپیوستگیهای توده سنگها از طریق ترسیم استریوگرامها و تفکیک ناپیوستگیهای مؤثر و غیرمؤثر بر پایداری سازه
- ۴-۱۰ بررسی آماری مشخصات ناپیوستگیها(زبری، فاصله، بازشدگی و...) و برآورد مشخصات و مقادیر هریک از آنها
- ۵-۱۰ بررسی تاثیر آبهای سطحی و زیرزمینی بروضعیت و کیفیت توده‌ها و لایه‌های سنگی و خاکی و تعیین تاثیرات شرایط آن بر محیط سازه موردنظر
- ۶-۱۰ بررسی وضعیت میدان تنشهای طبیعی در افقهای مختلف (با توجه به تاثیر عوامل و عوارض تکتونیکی برآن) برای سازه‌های مهم



- ۷-۱۰ تعیین و انتخاب ضرایب فیزیکی و مکانیکی توده‌های مختلف از طریق مقایسه نتایج آزمایشگاهی و صحرایی، طبقه‌بندی و یا قضاوت مهندسی شامل :
- ۱-۷-۱۰ نتایج آزمایش دانه‌بندی و تعیین حدود اتربرگ و بلوک‌بندی قسمتهای مختلف
- ۲-۷-۱۰ نتایج آزمایش بار نقطه‌ای و تلفیق آن با نتایج آزمایش فشاری و کششی تک‌محوری به منظور برآورد مقاومتهای فشاری و کششی مصالح سنگی
- ۳-۷-۱۰ نتایج آزمایشهای تک محوری، برش مستقیم و سه محوری و آزمایشهای صحرایی (شامل: نفوذاستاندارد، نفوذ استاتیکی، پرسیومتری، برش پره‌ای و برش مستقیم درجا) به منظور تعیین ضرایب مقاومت برشی (چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی) و نیز به دست آوردن معیار شکست مصالح خاکی
- ۴-۷-۱۰ نتایج آزمایشهای برش مستقیم و سه محوری روی نمونه‌های سنگی و آزمایشهای صحرایی از قبیل: برش مستقیم روی بلوک‌های سنگی درجا
- ۵-۷-۱۰ نتایج آزمایش برش مستقیم روی ناپیوستگی سنگها و تعیین ویژگیهای برشی زونهای ضعیف
- ۶-۷-۱۰ نتایج آزمایشهای تعیین مدول کشسانی، ضریب پواسون، مدول برشی، مدول کشسانی دینامیکی و مدول تغییر شکل سنگها از قبیل: پرسیومتری، دیلاتومتری، انواع جکینگ و تعیین ضرایب مربوط برای هریک از انواع مصالح سنگی و خاکی
- ۷-۷-۱۰ نتایج آزمایش تحکیم روی مصالح ریزدانه و تعیین ضرایب تحکیم
- ۸-۷-۱۰ نتایج آزمایشهای نفوذپذیری و انتخاب ضرایب تراوایی لایه‌های گوناگون
- ۹-۷-۱۰ بررسی امکان بروز پدیده‌های: رگاب، روانگرایی، انحلال، کارستی شدن، رمبندگی، واگرایی، آماس و آبشویی در لایه‌های مختلف و انتخاب ضرایب مربوط برای طراحی
- ۱۰-۷-۱۰ ارائه پیشنهادها و توصیه‌های بایسته

۱۱- تحلیل ناپیوستگیها و بررسی اثر عوامل میکروتکتونیکی در سیستم آب‌بندی و شرایط بهسازی زمین

- ۱-۱۱ تفکیک و زون‌بندی سه‌بعدی مناطق با ویژگیهای مشابه، از نظر شکستگی و آبدگزی براساس نتایج به دست آمده
- ۲-۱۱ تفکیک ناپیوستگیها بر حسب نوع (درزه، صفحه‌لایه‌بندی، گسل و...) و تعیین سیستمهای منظم و نامنظم آنها
- ۳-۱۱ بررسی شیب و امتداد دسته درزه‌ها یا سایر ناپیوستگیها نسبت به جهت آبدگزی
- ۴-۱۱ بررسی آماری گستردگی، بازشدگی دهانه و نوع ماده پرکننده در ناپیوستگیها و تعیین وضعیت هر سیستم در مدل نهایی شکستگی



- ۵-۱۱ بررسی نتایج آزمایشهای لوژن و عملکرد هیدرولیکی توده سنگها
- ۶-۱۱ زونبندی توده سنگها براساس ضرایب تراوایی آنها
- ۷-۱۱ بررسی نتایج آزمایش تزریق و مقایسه آن با نتایج آبگذری
- ۸-۱۱ اظهارنظر در مورد ضرورت شستشوی درزه‌ها و سایر ناپیوستگیها به منظور حذف مواد زاید خاکی و هوازده پرکننده آنها
- ۹-۱۱ بررسی نتایج آزمایشهای لوفران و سایر آزمایشهای تراوایی و عملکرد هیدرولیکی خاک
- ۱۰-۱۱ زونبندی خاک براساس ضرایب تراوایی آنها
- ۱۱-۱۱ پیشنهاد سیستم آب‌بندی موثر برای زمین

۱۲- تلفیق نهایی نتایج زمین‌شناسی، عملیات ژئوتکنیکی، ژئوفیزیکی و برداشتهای تکمیلی میکروتکتونیک

۱-۱۲ تهیه و تنظیم جداول داده‌ها و دانسته‌ها و مشخصات به‌دست آمده از عملیات اکتشافی و برداشتهای تکمیلی میکروتکتونیک و زمین‌شناسی شامل:

۱-۱-۱۲ کلیه جدولهای داده‌ها، یافته‌ها و دانسته‌های حاصل از اجرای حفاریهای اکتشافی و آزمایشهای صحرایی و آزمایشگاهی

۲-۱-۱۲ تمامی جدولهای داده‌ها، دانسته‌ها و یافته‌های حاصل از بررسیها و تحقیقات ژئوفیزیکی صحرایی و آزمایشگاهی

۳-۱-۱۲ جدولهای آمار، دانسته‌ها و نمودارهای مربوط به برداشتهای تکمیلی، تکتونیک، میکروتکتونیک، زمین‌شناسی و زمین‌لرزه

۴-۱-۱۲ کلیه نقشه‌ها، نمودارها، لوگ‌ها و پروفیل‌های مربوط به بررسیهای زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، ژئوتکنیکی و زمین‌لرزه و کنترل آنها.

۲-۱۲ تحلیل یافته‌ها و دانسته‌ها با روشهای آماری و تحلیلی:

۱-۲-۱۲ بررسی نقشه‌ها و نیمرخهای: زمین‌شناسی، تکتونیک، لرزه زمین‌ساختی، ژئوفیزیکی و ژئوتکنیکی از محل سازه‌های گوناگون

۲-۲-۱۲ تحلیل کلیه دانسته‌ها و یافته‌های ژئوفیزیکی (شامل: چاه‌پیمایی) و رده‌بندی آنها

۳-۲-۱۲ تحلیل کلیه آمارها و یافته‌های مربوط به زمین‌لرزه

۴-۲-۱۲ تحلیل تمامی یافته‌ها، دانسته‌ها، نمودارها و جدولهای به‌دست آمده از بررسیها و تحقیقات ژئوتکنیکی صحرایی و آزمایشگاهی و رده‌بندی آنها از دیدگاه مهندسی

- ۵-۲-۱۲ تحلیل تمامی یافته‌های هیدروژئولوژی و تعیین مشخصات سفره‌های آب زیرزمینی
- ۶-۲-۱۲ تحلیل نتایج آزمایشهای آبگذری و تزریق پذیری
- ۷-۲-۱۲ تحلیل شرایط نشست و تراوش آب از زمین پی
- ۸-۲-۱۲ تحلیل شتابنگاشت‌های برگزیده زمین‌لرزه‌های پیشین و پردازش آنها
- ۹-۲-۱۲ برآورد خطر^۱ و ژرف‌نگری در یافته‌های زمین‌لرزه (سرعت، شتاب، جابه‌جایی و...) و ارائه پارامترهای زمین‌لرزه برای طراحی
- ۳-۱۲ تلفیق نتایج به منظور بررسی بیشتر مشخصه‌های زمین ساختگاهها :
- ۱-۳-۱۲ طبیعت سنگها، خاکها (روبار)، سنگ شناسی و ترکیب شیمیایی آنها
- ۲-۳-۱۲ تغییرات لیتولوژیکی و پیچیدگیهای ساختاری زمین
- ۳-۳-۱۲ زمین ساخت و میکروتکتونیک با تعیین مشخصه‌های هندسی گسله‌ها، نواحی با ساختار ویژه، مناطق خردشده گسلی، سیستم درزه‌ها و...
- ۴-۳-۱۲ ویژگیهای فیزیکی لایه‌ها و توده‌های سنگی و رده‌بندی پارامترهای فیزیکی و دینامیکی
- ۵-۳-۱۲ تهیه طیف پاسخ زمین ساختگاه طرح
- ۶-۳-۱۲ مشخصات هندسی واحدهای سنگی و لایه‌های گوناگون زمین، تفکیک و طبقه‌بندی آنها از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی در ساختگاه سازه‌ها، به ویژه در مسیر سازه‌های زیرزمینی (زون‌بندی ژئومکانیکی)
- ۷-۳-۱۲ آثار پدیده‌های مخاطره‌آمیز در محدوده موثر سازه یا سازه‌های موردنظر در هنگام کارهای ساختمانی، به ویژه سازه‌های زیرزمینی
- ۸-۳-۱۲ موقعیت مسیر رودخانه‌های مدفون، غارها، فضاها، خالی و زونهای کارستی در محدوده سازه‌ها و...
- ۹-۳-۱۲ ویژگیها و گسترش لایه‌های سست، انحلال پذیر، عدسیهای رسی و لایه‌های آماسی، رمبنده، واگرا و روانگرا
- ۱۰-۳-۱۲ ستبرای روبار، زونهای ضعیف و هوازده، مناطق شدیداً تجزیه شده و نابهنجاریهای حدفاصل لایه‌ها و توده‌های سنگی در محدوده سازه‌های مهم
- ۱۱-۳-۱۲ شرایط مرزی^۲ هیدروژئولوژیکی و مشخصه‌های هیدرولیکی سفره‌های گوناگون آب زیرزمینی
- ۱۲-۳-۱۲ جبهه‌های ورودی و خروجی و تراز آب زیرزمینی و ترسیم منحنیهای هم جریان و هم‌پتانسیل در محدوده مورد بررسی
- ۱۳-۳-۱۲ جهت جریان آب زیرزمینی باروشهای گوناگون از قبیل: ردیابهای رنگی، رادبوایزوتوپ‌ها، دمانگاری و...



- ۱۴-۳-۱۲ ارزیابی چندی و چونی جریان آب نفوذی به داخل تونل‌ها، محفظه‌های زیرزمینی و میله‌ها
- ۱۵-۳-۱۲ ارزیابی مشخصات هندسی شبکه مجاری کارستی، زونهای خردشده آبدگذر و نواحی انحلال پذیر و...
- ۱۶-۳-۱۲ ارزیابی میزان فرار آب از مخازن سدها
- ۱۷-۳-۱۲ مشخصه‌های^۱ ژئومکانیکی و پارامترهای ژئوتکنیکی توده‌ها و لایه‌های سنگی و خاکی
- ۱۸-۳-۱۲ ارزیابی رفتار پلاستیکی، ویسکوپلاستیکی لایه‌های نمکی، گچی، انیدریتی، مارنی و...
- ۱۹-۳-۱۲ ژرفنگری درباره خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاکها مانند: تغییر شکل پذیری، ظرفیت باربری، تورم‌زایی و انحلال و...
- ۲۰-۳-۱۲ ارزیابی شرایط حفاری در سنگها و پی کنی و گودبرداری در خاکها
- ۲۱-۳-۱۲ تحلیل پایداری شیبها و دامنه‌های سنگی و خاکی
- ۲۲-۳-۱۲ ویژگیهای ژئوتکنیکی پی‌های آبرفتی، تغییر شکل سازندهای زیرپی آبرفتیهای همگن و ناهمگن، ایجاد پرده آب‌بند^۲ و نحوه آب‌بندی و...
- ۲۳-۳-۱۲ پرده آب‌بند پی سد و مخزن با تعیین ژرفای گمانه‌های تزریق، فاصله موثر آرایش گمانه‌ها، غلظت و نوع ترکیب مواد تزریقی و...
- ۲۴-۳-۱۲ ارائه رهنمودهای فنی برای بهسازی زمین با توجه به نتایج آزمایشهای انجام شده، طرح تقویت توده‌های سنگی بستر، طرح تحکیم پی‌های آبرفتی و سنگی و طرح تزریق تماسی یا مسلح کردن توده سنگها و خاکها، نصب مهاریها، بتن پاشی، زهکشی با تعبیه زهکشها، ایجاد نشیمن بتنی، قطعات پایدارکننده بتنی (به ویژه در سدهای قوسی) و اجزای باربر پی سازه‌ها به منظور بهسازی بستر پی‌های گوناگون
- ۲۵-۳-۱۲ بررسی سایر موارد ژئوتکنیکی بر حسب ضرورت کار
- ۲۶-۳-۱۲ ارائه مقادیر نهایی ضرایب استاتیکی و دینامیکی توده‌ها و لایه‌های سنگی و خاکی برای طراحی
- ۲۷-۳-۱۲ خواص فیزیکی و مکانیکی منابع قرضه ریزدانه، درشت دانه و مصالح سنگی
- ۲۸-۳-۱۲ ژرفنگری درباره خواص شیمیایی مصالح ریزدانه و درشت دانه از دیدگاه: انحلال‌پذیری، درصد املاح مختلف و مواد آلی، آماس پذیری، تأثیرات مواد قلیایی در شن و ماسه و سنگدانه‌های مصرفی در بتن و...
- ۲۹-۳-۱۲ تعیین مشخصات فنی بتن و مواد تشکیل دهنده آن شامل: سیمان، شن و ماسه، آب و مواد افزودنی (طرح بتن)
- ۳۰-۳-۱۲ برآورد هزینه‌های اجرایی روشهای مختلف بهسازی و تقویت زمین و بررسیهای اقتصادی به منظور انتخاب گزینه برتر



۱۳- ارائه مدل نهایی زمین شناسی مهندسی ساختگاه

- ۱-۱۳ ارائه مدل نهایی زمین شناسی شامل :
- ۱-۱-۱۳ مشخص کردن وضعیت هندسی و فیزیکی زمین از دیدگاه چینه شناسی و سنگ شناسی
- ۲-۱-۱۳ مشخص کردن ویژگیهای زمین ساختی و ژئومرفولوژیکی در محدوده تاثیر ساختگاه
- ۳-۱-۱۳ کنترل منطقی بودن ارتباط عوامل در مدل و انطباق مدل با واقعیات موجود
- ۲-۱۳ ارائه مدل زمین شناسی مهندسی ساختگاه و مشخص نمودن نکات زیر در آنها :
- ۱-۲-۱۳ توده ها و لایه های سنگی و خاکی روبار و پی سنگ و وضعیت هندسی آنها شامل: ابعاد گستردگی سطحی، ستبرای، شیب و امتداد
- ۲-۲-۱۳ ویژگیهای مرفولوژیکی آبراهه ها و مقاطع دارای اهمیت فنی از نظر ایستایی (همچون: زمین لغزه ها، آبستگي، پدیده های کارستی و...)
- ۳-۲-۱۳ اطلاعات و داده های سطحی و زیر سطحی مانند: سطح آب زیرزمینی، ژرفا و نوع هوازدگی، خوردگی آبها و...
- ۴-۲-۱۳ تراوایی و آبگذری سیستمهای گوناگون ناپیوستگیها و عوارض زمین ساختی موثر چون گسله ها، درزه ها، شیبستزیتة و...
- ۵-۲-۱۳ سایر موارد بر حسب ضرورت ساختگاه و طرح
- ۳-۱۳ ارائه مدل برای پارامترهای همتراز شامل :
- ۱-۳-۱۳ منحنیهای هم مقدار برای آب زیرزمینی (در صورت امکان)
- ۲-۳-۱۳ منحنیهای همتراز پی سنگ
- ۳-۳-۱۳ زون بندی مناطق با ویژگیهای هیدرولیکی مشابه
- ۴-۳-۱۳ زون بندی مناطق براساس ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی با تلفیق نتایج آزمایشهای ژئوفیزیکی و ژئوتکنیکی
- ۵-۳-۱۳ منحنیهای نشستهای سطحی در زیر پی سازه های بزرگ
- ۴-۱۳ ارائه مدل های ریاضی
- ۱-۴-۱۳ مدل ریاضی با استفاده از نتایج آزمایشهای نفوذپذیری و تراوایی زمین زیر پی و تکیه گاههای جانبی



- سد (محدوده تاثیر سازه) با تکیه بر بررسیهای زمین شناسی مهندسی برای تحلیل شرایط نفوذپذیری (در محدوده سازه و پی)
- ۲-۴-۱۳ مدل ریاضی تحلیلهای ژئومکانیکی نظیر: مقاومت و تغییر شکل پذیری زمین در محدوده تاثیر سازه های مهم
- ۱۴-۱-۱۴ - جانمایی نهایی اجزای طرح و تهیه برشهای زمین شناسی مهندسی از ساختگاه سازه ها، با توجه به مدل های نهایی ارائه شده
- ۱-۱۴ طرح جانمایی اجزای طرح با استفاده از مدل های نهایی ارائه شده با مقیاس مناسب
- ۲-۱۴ تهیه نیمرخهای طولی و عرضی زمین شناسی مهندسی مورد نیاز از ساختگاه سازه ها به تفکیک برای :
- ۱-۲-۱۴ محور نهایی سد
- ۲-۲-۱۴ مسیرهای انحراف آب در سد
- ۳-۲-۱۴ مسیرهای انتقال آب از قبیل : تونل ها، دالانها، شترگلوها، میله ها، کانال ها و دهانه های آبیگرها و پایانه سازه ها و مسیرهای آبرسانی و فاضلاب شهری و ...
- ۴-۲-۱۴ تلمبه خانه ها، کلیدخانه ها، محفظه تعادل، حوضچه آرامش و مخزنهای آب
- ۵-۲-۱۴ فضاهای زیرزمینی در راستاهای گوناگون مورد نیاز طراحی از قبیل : نیروگاههای زیرزمینی، اتاق شیرها و دریچه ها و تأسیسات آبی زیرزمینی
- ۶-۲-۱۴ نیروگاههای روی زمینی
- ۷-۲-۱۴ مسیر جاده ها، تونل ها و پلها
- ۸-۲-۱۴ سایر برشها بر حسب اهمیت در محل سازه های طرح
- ۳-۱۴ انعکاس مسایل زمین شناسی مهندسی در نیمرخهای مورد نظر و ارائه پیشنهاد های اصلاحی به طراح
- ۴-۱۴ تهیه نیمرخهای ویژه زمین شناسی مهندسی بر اساس نوع و اهمیت سازه ها
- ۵-۱۴ - ارائه توصیه ها در مورد :
- ۱-۵-۱۴ موقعیت سازه های طرح و مسیر نهایی سازه های خطی
- ۲-۵-۱۴ روش پایدار سازی شیبها، گود برداریها و ...
- ۳-۵-۱۴ عملیات ویژه بهسازی، پایدار سازی تونل ها و برشهای راه، آماده سازی شهرکها و ساختمانهای آن
- ۴-۵-۱۴ طرح حفاری (چالزنی و آتشکاری) و مشخصات پی کنی ها و گود برداریها

- ۵-۵-۱۴ تعیین ظرفیت پمپها برای پایین انداختن سطح آب زیرزمینی در کارگاهها، تونلها و...
- ۶-۵-۱۴ تعبیه و آماده سازی چاههای فشارشکن و تجهیزات آنها
- ۷-۵-۱۴ طرح ایزاربنندی از نظر موقعیت نصب پیژومترها، فشارسنجها، نشست سنجها، شیب سنجها، پاندولهای معکوس، درزه سنجها (به طور کلی تغییر شکل سنجها) و همچنین محل نصب پیلارهای شبکه نقشه برداری ژئودتیک و... برای سازه های مهم
- ۸-۵-۱۴ موقعیت نصب شبکه لرزه نگاری به منظور بررسی زمین لرزه در دوران ساخت و بهره برداری

۱۵- طرح تفصیلی پی و تکیه گاههای سد، گودبرداریها و برشهای مربوط

- ۱-۱۵ مروری بر نتیجه تحلیل داده های ژئوتکنیکی محل سد و توصیه ها، برای انتخاب نهایی پارامترهای طراحی
- ۲-۱۵ نهایی کردن ابعاد گودبرداریها و برشها و... با توجه به وضعیت هوازدگی توده سنگهای تکیه گاهها و همچنین شرایط ژئوتکنیکی پی سد
- ۳-۱۵ انجام دادن محاسبات پایداری شیبهای گودبرداریها و برشها
- ۴-۱۵ انجام دادن محاسبات توزیع تنش در تکیه گاهها و پی در سدهای مختلف بتنی، خاکی و سنگریزه ای در شرایط استاتیکی
- ۵-۱۵ انجام دادن محاسبات توزیع تنش در پی سد در حالت دینامیکی و ارزیابی تنشهای کششی در بدنه سد و تکیه گاهها
- ۶-۱۵ انجام دادن محاسبات تغییر مکان و نشست پی و تکیه گاهها
- ۷-۱۵ انجام دادن محاسبات ویژه برای مناطق خردشده و گسله پی و یا تکیه گاهها و شناخت میدان تمرکز تنش در بدنه سدهای خاکی و سنگریزه ای و یا بتنی در مجاورت با مناطق مذکور
- ۸-۱۵ انجام دادن محاسبات پایداری پی سد و تکیه گاههای آن در شرایط مختلف بارگذاری
- ۹-۱۵ طراحی عملیات بهسازی زمین زیر پی مانند: دوختن سنگها، تزریق، بتن پاشی و زهکشی و...
- ۱۰-۱۵ طراحی عملیات آب بندی پی و تکیه گاهها
- ۱۱-۱۵ طراحی دالانهای عملیات تزریق، زهکشی و ابزار دقیق
- ۱۲-۱۵ طراحی سیستم زهکشی پایاب و تکیه گاهها در پایین دست پرده تزریق
- ۱۳-۱۵ انجام دادن تحلیلهای تفصیلی سیستم آب بندی سدهای خاکی بر روی پی های آبرفتی و مسأله آفرین
- ۱۴-۱۵ انجام دادن تحلیلهای نابهنجاریهای سطح ایستابی مجاور منطقه سد با توجه به نتایج آزمایشهای ویژه آبگذری و جریانهای زیرزمینی و تحلیلهای ویژه سیستم آب بندی در مناطق کارستی
- ۱۵-۱۵ جمع بندی و نتیجه گیری در مورد طراحی تفصیلی پی و تکیه گاههای سد با توجه به ویژگیهای سد و عملکرد آن

۱۶- طرح تفصیلی پی سرریز و تحلیل حفاریهای مربوط

- ۱-۱۶ مروری بر نتایج تحلیل داده‌های ژئوتکنیکی محل پی سرریز و توصیه‌ها برای انتخاب نهایی پارامترهای طراحی
- ۲-۱۶ ارزیابی ویژه ناپیوستگیهای محلهای تحت بارگذاری بحرانی سرریز نظیر: تحدبهای تنگ مسیر، قوسهای افقی و...
- ۳-۱۶ تحلیل چگونگی آبدازی در ارتباط با عوامل زیرفشار و زهکشی محلهای موردنیاز پی سرریز
- ۴-۱۶ محاسبه پایداری دیواره‌های حفاری مسیر سرریز
- ۵-۱۶ محاسبه پایداری و ضریب اطمینان محلهای با بارگذاری بحرانی در طول مسیر سرریز با توجه به الگوهای بارگذاری آن
- ۶-۱۶ تهیه طرح بهسازی و پایدارسازی برشهای سنگی و خاکی مسیر سرریز
- ۷-۱۶ طراحی نهایی دالانهای زیر سرریز برای نصب ابزار دقیق
- ۸-۱۶ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری در مورد طراحی تفصیلی سرریز با توجه به شرایط ژئوتکنیکی مسیر آن

۱۷- طرح تفصیلی پی حوضچه آرامش و تأسیسات مربوط

- ۱-۱۷ مروری بر نتایج تحلیل داده‌های ژئوتکنیکی با توجه به :
- ۱-۱-۱۷ شرایط حوضچه آرامش از دیدگاه هیدرولیکی
- ۲-۱-۱۷ ارزیابی نیروهای هیدرودینامیکی کف حوضچه آرامش
- ۳-۱-۱۷ ارزیابی اثر امواج در کناره‌های حوضچه آرامش
- ۴-۱-۱۷ ارزیابی ژئومکانیکی سیستم ناپیوستگیهای بستر حوضچه آرامش سدهای بزرگ با توجه به پدیده‌های هیدرولیکی مورد مطالعه و برآورد ژرفای فرسایش حاصل شده
- ۵-۱-۱۷ ارزیابی نهایی ژئوتکنیکی برای پایدارسازی و تقویت پی و بستر حوضچه و دیواره‌های اطراف
- ۶-۱-۱۷ ارزیابی نهایی ژئوتکنیکی پی‌ها با توجه به اثر فشارهای برکنش و نیروهای هیدرودینامیکی
- ۲-۱۷ انتخاب مقادیر نهایی پارامترهای طراحی
- ۳-۱۷ تهیه طرح نهایی پی حوضچه آرامش با توجه به ژرفای گودبرداری موردنیاز و اجرای دوخت و دوز سنگها، زهکشها و...
- ۴-۱۷ انجام دادن محاسبات تغییرشکلها و سایر تحلیلهای ژئوتکنیکی حوضچه آرامش
- ۵-۱۷ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری در مورد طراحی تفصیلی حوضچه آرامش و تأسیسات مربوط



۱۸- طرح تفصیلی پی‌های سطحی

- ۱-۱۸ مروری بر نتایج تحلیل داده‌های ژئوتکنیکی محل پی‌های سطحی و توصیه‌ها برای انتخاب نهایی پارامترهای طراحی
- ۲-۱۸ گزینش مناسب‌ترین نوع پی با توجه به نوع سازه، بارگذاری و سایر عوامل موثر ژئوتکنیکی
- ۳-۱۸ انجام دادن محاسبات پایداری، ضرایب اطمینان، نشست و... پی سازه‌ها
- ۴-۱۸ انجام دادن محاسبات پایداری دامنه‌ها و برشهای مجاور به پی‌های سطحی
- ۵-۱۸ تحلیل نتایج بررسیهای نهایی ایمنی، پایداری و تغییر مکان پی‌ها در حالت‌های مختلف بارگذاری (استاتیکی و دینامیکی) و شرایط هیدرولوژیکی بحرانی
- ۶-۱۸ تهیه طرح نهایی پی سازه‌ها

۱۹- طرح تفصیلی ژئوتکنیکی سازه‌های زیرزمینی

- ۱-۱۹ مروری بر نتایج تحلیل داده‌های ژئوتکنیکی محل پی سازه‌های زیرزمینی و توصیه‌ها برای انتخاب نهایی پارامترهای طراحی
- ۲-۱۹ رده‌بندی سازه‌های زیرزمینی از دیدگاههای: اجرایی، اهمیت سازه، ژرفای زیرزمین تونل یا میله (شافت) و نیروگاه زیرزمینی
- ۳-۱۹ ** بررسی روشهای اجرایی عملیات به ویژه در مورد حفاری و اعمال پوشش موقت، زمان برپایی پوشش و...
- ۴-۱۹ طرح نهایی جانمایی با توجه به میدان تنشهای طبیعی و ساختار توده سنگها
- ۵-۱۹ انجام دادن محاسبات تنشها و تغییر شکلها
- ۶-۱۹ تعیین محلها و مناطق پلاستیک شده اطراف نیمرخ مورد حفاری
- ۷-۱۹ بررسی رفتار وابسته به زمان^۱ و اثر آن بر افزایش تغییر شکلها
- ۸-۱۹ تعیین اثر ناپیوستگیها و مواد پرکننده آنها در تغییر شکلهای نامتقارن
- ۹-۱۹ تعیین میدان تنش در محل برخورد سازه‌های زیرزمینی
- ۱۰-۱۹ تعیین شعاع مناطق پلاستیک شده و تعیین مشخصات هندسی پیچ - سنگها^۲ و مهاربها^۳ و الگوهای نصب آنها
- ۱۱-۱۹ ** تعیین تقویت‌های موضعی و یا گسترده در دیواره محل حفاری شده با توجه به نتایج بررسیهای زمین‌شناسی مهندسی



1- Time dependent behaviour

2- Rock-bolts

3- Anchorages

- ۱۲-۱۹ ** تهیه طرح نهایی سازه‌های زیرزمینی و ارائه طرح پوشش موقت و دائم
- ۱۳-۱۹ ** تعیین مقاطع مناسب برای نصب ابزار دقیق و تعیین محل، تعداد و نوع ابزار قابل نصب در زمین، در بدنه یا جدارهای بتنی و یا بتن‌پاشی بر روی مهاربها و...
- ۱۴-۱۹ تهیه دستورالعمل‌های نصب ابزار دقیق و چگونگی برداشت، تفسیر و تحلیل نتایج با تکیه بر تحلیل‌های رایانه‌ای^۱ برای شناخت رفتار واقعی توده سنگ اطراف سازه زیرزمینی
- ۱۵-۱۹ ** تهیه طرح‌های ویژه تونل‌ها و یا میله‌ها (شافتها)ی تحت فشار با توجه به ویژگیهای این نوع سازه‌ها
- ۱۶-۱۹ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری و تهیه مشخصات فنی ساخت سازه‌های زیرزمینی به ویژه عملیات اجرایی خاص تونل‌ها و میله‌ها (شافتها)ی تحت فشار

۲۰- طرح تفصیلی پی‌های نیروگاه

- ۱-۲۰ نیروگاه زیرزمینی :
- ۱-۱-۲۰ مروری بر نتایج تحلیل داده‌های ژئوتکنیکی محل پی نیروگاه زیرزمینی و توصیه‌های ارائه شده
- ۲-۱-۲۰ بازنگری شرایط هیدروژئولوژی و سیستم زهکشی محل نیروگاه و همچنین سیستم تخلیه آب‌های وارد به محفظه (مغار)^۲
- ۳-۱-۲۰ بازنگری شرایط هندسی محفظه نیروگاه و تونل‌های منتهی به آن، با توجه به وضعیت تنش‌های طبیعی و تغییرات احتمالی ابعاد و تقاطع‌های محفظه نیروگاه
- ۴-۱-۲۰ ** تعیین محل‌های نصب ابزار دقیق، تعیین نوع دستگاهها، تعداد و پراکندگی آنها در محل‌های مناسب
- ۵-۱-۲۰ تهیه دستورالعمل‌های قرائت، تحلیل نتایج و تفسیر آنها با توجه به ارقام و مفروضات محاسبه اولیه و تصحیح پارامترهای رفتاری
- ۶-۱-۲۰ ** بررسی تغییرات عوامل ژئومکانیکی بر حسب زمان
- ۷-۱-۲۰ تعیین مقادیر نهایی پارامترهای طراحی
- ۸-۱-۲۰ انجام دادن تحلیل‌های ژئومکانیکی دوبعدی و سه بعدی و تعیین مناطق پلاستیک شده اطراف محفظه و تقاطع‌های مرتبط با آن
- ۹-۱-۲۰ ** تعیین اندازه‌های نهایی میل مهاربها و کابل‌های مهاری نظیر: طول درگیر (مهاری) و طول آزاد و فواصل آنها از یکدیگر با توجه به توسعه و گسترش مناطق پلاستیک شده
- ۱۰-۱-۲۰ ** بررسی اثر میل مهاربها در پایداری دیواره‌ها و تعیین ضرایب ایمنی و همچنین تعیین اثر تغییرات سطح آب زیرزمینی در پایداری عمومی محفظه نیروگاه

- ۱۱-۱-۲۰ ** بررسی اثر زمین‌لرزه بر تغییر شکل‌های داخلی نیروگاه و همچنین تنش‌های وارد بر اجزای پوشش داخلی محفظه در حالت بحرانی زمین‌لرزه با توجه به طیف نوسانات و ارتعاشات زلزله منطقه (تحلیل دینامیکی)
- ۱۲-۱-۲۰ ** بررسی اثر پیشروی حفاری در جبهه کار در پایداری قسمتهای حفاری شده با پوشش و یا بدون پوشش موقت
- ۱۳-۱-۲۰ * بررسی اثر روشهای ساختمانی (حفاری در مقاطع و مراحل مختلف پیشروی از کل مقطع محفظه نیروگاه) بر تغییرات تنشها و تغییر مکانها
- ۱۴-۱-۲۰ ** تعیین تنشها و تغییر مکانها در تقاطعها با توجه به تحلیل سه بعدی به روش پیشرفته عددی نظیر: روشهای اجزای محدود و اجزای مرزی و...
- ۱۵-۱-۲۰ تهیه طرح نهایی نیروگاه زیرزمینی از دیدگاه ژئومکانیکی و پی ماشین‌آلات و تجهیزات
- ۱۶-۱-۲۰ ** جمع‌بندی و ارائه توصیه‌های لازم اجرایی
- ۲-۲۰ نیروگاه روزمینی
- ۱-۲-۲۰ مروری بر نتایج تحلیل داده‌های ژئوتکنیکی محل پی نیروگاه روزمینی و توصیه‌ها، برای انتخاب نهایی پارامترهای طراحی
- ۲-۲-۲۰ محاسبه پایداری شیب برشها و دامنه‌های مشرف به نیروگاه (استاتیکی و دینامیکی)
- ۳-۲-۲۰ ** بررسی اثر زهکشها در پایداری دامنه‌ها و برشها
- ۴-۲-۲۰ ** بررسی تأثیرات زمین‌لرزه بر روی ریزشها و لغزشهای احتمالی دامنه‌های مشرف به ساختگاه
- ۵-۲-۲۰ ** بررسی تکمیلی وضعیت آب زیرزمینی ساختگاه و نحوه تخلیه و یا پایین انداختن سطح آب زیرزمینی
- ۶-۲-۲۰ انجام دادن محاسبات ایستایی پی‌ها (استاتیکی و ارتعاشی) و گزینش نوع و تعیین ابعاد پی برگزیده تحت شرایط بارگذاری استاتیکی و دینامیکی
- ۷-۲-۲۰ ** تعیین ابعاد نهایی عملیات پایداری برشها و دامنه‌ها (شامل: میل‌مهاریها، کابل‌مهاریها، بتن‌پاشیها و غیره)
- ۸-۲-۲۰ ** تعیین ابعاد نهایی دیوارهای نگهدارنده و سایر سیستم‌های نگهدارنده
- ۹-۲-۲۰ انجام دادن محاسبات تغییر مکان اجزای مختلف نیروگاه تحت شرایط مختلف بارگذاری
- ۱۰-۲-۲۰ ** تهیه طرح نهایی پی‌ها و عملیات پایداری و تقویتی پی‌ها و دامنه‌ها و برشها و...
- ۱۱-۲-۲۰ ** تهیه طرح نهایی پایین انداختن سطح آب زیرزمینی ساختگاه در صورت لزوم
- ۱۲-۲-۲۰ ** جمع‌بندی و تهیه گزارش مربوط به طراحی ژئوتکنیکی

۲۱- طرح تفصیلی و تحلیل ژئوتکنیکی عملیات بهسازی زمین

- ۱-۲۱ اهداف بهسازی و پایدارسازی زمین شامل:
- ۱-۱-۲۱ بهبود شرایط باربری، مقاومتی و تغییر شکل پذیری
- ۲-۱-۲۱ ** بهبود شرایط تراوایی (آب بندی، زهکشی)
- ۲-۲۱ گامهای لازم در تعیین شرایط زمین، روش و مشخصات فنی بهسازی
- ۱-۲-۲۱ ارزیابی شرایط زمین شناسی - ژئوتکنیکی ساختگاه با توجه به هدف مطالعاتی
- ۲-۲-۲۱ ** بررسیهای ژئوتکنیکی بستر و اطراف ساختگاه به منظور تعیین مناطق مشکل آفرین و با ایمنی کم یا ناپایدار در شرایط بهره برداری از طرح
- ۳-۲-۲۱ ** تعیین پارامترهای قابل بهبود زمین به وسیله بهسازی
- ۴-۲-۲۱ ** تعیین نوع و روش بهسازی (و یا پایدارسازی) و مشخص کردن گستره و تراکم عملیات مختلف بهسازی
- ۵-۲-۲۱ ** انجام دادن محاسبات مربوط به روش بهسازی برگزیده با توجه به پارامترهای قابل بهبود زمین
- ۶-۲-۲۱ ** تهیه طرح عملیات بهسازی (و یا پایدارسازی) در ساختگاههای مورد بررسی
- ۷-۲-۲۱ ** بررسی اثر بهسازی در بهبود شرایط زمین
- ۸-۲-۲۱ تهیه مشخصات فنی عملیات بهسازی و پایدارسازی
- ۹-۲-۲۱ ** مقایسه، جمع بندی و نتیجه گیری در مورد روشهای اجرایی و هزینه های مربوط از نظر اقتصادی و بهینه سازی طرح

۳-۲۱ روشهای بهسازی

- ۱-۳-۲۱ روشهای بهبود شرایط باربری، مقاومتی و تغییر شکل پذیری شامل:
- ** - تزریق: تزریق سیمان، بتونیت، صمغهای طبیعی و مصنوعی (مواد شیمیایی)
- * - زهکشی
- * - پیش بارگذاری
- * - تراکم دینامیکی (ضربه ای، لرزه ای و انفجاری)
- * - مسلح کردن خاک یا سنگ به طور کلی (نصب مهارها، میخکوبی، پیچگذاری، خاک مسلح، ریز شمعها و ستونهای خرده سنگی)



- * - بهسازی شیمیایی (افزودن آهک و سیمان، مواد رزینی و سایر مواد آلی بر حسب مورد)
- * - کاربرد پارچه گونه‌ها^۱، غشاها^۲، و شبکه‌های^۳ تسلیح کننده

۲-۳-۲۱ روشهای هیدرولیکی شامل:

- * - تزریق برای آب‌بندی: ایجاد پرده و فرش آب‌بند
- * - زهکشی به روشهای مختلف با استفاده از مصالح طبیعی مانند: شن و ماسه و یا استفاده از الیاف و نمدگونه‌های مصنوعی، زهکشهای لوله‌ای، شبکه‌ای و صفحه‌ای مقوایی یا پلاستیکی
- * - آبکشی^۴: پایین انداختن سفره آب زیرزمینی به وسیله حفرچاه و آبکشی با پمپاژ یا ترانشه‌های زهکش و غیره

۴-۲۱ تهیه طرح تفصیلی

- ۱-۴-۲۱ تزریق برای بهبود شرایط باربری، تغییر شکل‌پذیری و آب‌بندی:
- ** - تعیین فواصل گمانه‌های تزریق به ویژه فواصل گمانه‌های تزریق اکتشافی و ژرفای آنها با توجه به شرایط زیرسطحی و اهداف طرح
- ** - توصیه روشهای تزریق با توجه به ویژگیها و پارامترهای ژئوتکنیکی زمین ساختگاه
- ** - تعیین گستره عملیات تزریق در سطح و در ژرفا و همچنین چگونگی تراکم گمانه‌ها با توجه به هدف مورد بررسی (چه از دیدگاه آب‌بندی و چه از دید تقویت و تحکیم زمین)
- ** - ارزیابی ویژه عملیات تزریق در آبرفتها و بسترهای سست
- ** - تعیین معیارهای مناسب بودن تزریق و چگونگی تغییر فشار تزریق در مناطق مختلف با توجه به شرایط ژئوتکنیکی زیرسطحی و مواد مصرفی و افزودنی در تزریق به ویژه چگونگی تغییر غلظت دوغاب تزریق
- ** - تعیین مشخصات فنی عملیات تزریق موردنیاز اعم از آب‌بندی، تحکیمی، تماسی و غیره
- ** - انجام دادن محاسبات تراوش و توزیع فشارها در حالت قبل و بعد از اجرای عملیات تزریق با توجه به رفتار هیدرولیکی (گرادیان هیدرولیکی بحرانی و...) و ژئوتکنیکی

1- Geotextiles

2- geomembranse

3- geogrid

۴- چنانچه تخلیه آب به طور طبیعی صورت گیرد، عمل را زهکشی گویند و چنانچه از دستگاہها یا سیستمهای مکانیکی استفاده شود عمل، آبکشی است.

** - تعیین ابعاد و تهیه نقشه‌های عملیات تزریق (آب‌بندی، تحکیمی، تماسی، درزهای ساختمانی و اتصالات بتنی و...)

** - جمع‌بندی و ارائه توصیه‌ها و گزارشهای فنی عملیات تزریق

سیستم پرده آب‌بند: ۲-۴-۲۱

- ** - بررسیهای ژئوتکنیکی آبرفتهای زیربستری با هدف ایجاد دیواره آب‌بند
- ** - تعیین پارامترهای طراحی با توجه به آبگذری و شرایط ژئوتکنیکی و اهداف طرح
- ** - تعیین نوع مصالح و شکل دیواره آب‌بند از قبیل: سپرکوبی^۱، دیواره سیمان بتنونی، دیواره خاکی بتنونی، دیواره دیاگرام بتنی، شمع ریزیهای مجاور یکدیگر با پوشش لازم، دیواره‌های بتن پلاستیک و سایر دیواره‌های حفاظتی آب‌بند در آبرفتهای ژرف
- تعیین ابعاد و گستره دیواره‌ها و سیستم آب‌بندی
- تعیین دیواره‌های آب‌بند گودبرداری و دیواره‌های حفاظتی همراه با مهاریهای لازم
- تهیه طرح تفصیلی سیستمهای آب‌بند
- انجام دادن محاسبات نهایی تراوش و سرعت جریان آب در حالت قبل و بعد از ایجاد سیستم آب‌بند زیرسد و یا در مسیر جریانهای نامطلوب
- بررسی سرعتهای جریان آب در تراوش با توجه به شرایط مختلف ارتفاع هیدرولیکی آب بالادست
- تهیه مشخصات فنی عملیات آب‌بندی موردنیاز
- تهیه نقشه‌های موردنیاز اعم از: نقشه‌های ژئوتکنیکی پایه و نقشه‌های اجرای عملیات
- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری و ارائه توصیه‌ها

زهکشی: ۳-۴-۲۱

- * - زهکشهای سطحی شامل: جویها، قناها، کانال‌ها و برشهای زهکش (برای دورسازی آب از محوطه موردنیاز)
- * - زهکشهای عمقی شامل: زهکشهای افقی، شبه افقی، عمودی که عمدتاً به صورت چاههای شنی، لوله‌های فلزی یا پلاستیکی روزنه‌دار، پرده‌های مقوایی و پلاستیکی اجرا می‌شود.
- * - چاههای^۲ نقطه‌ای در خاکهای ریزدانه
- * - سایر روشها



۲۲- تحلیل و محاسبه پایداری برشهای سنگی و خاکی و ارائه طرح تفصیلی آنها

- برشهای سنگی ۱-۲۲ **
- برداشت تکمیلی سیستمهای ناپیوستگی و درزه ها و شکافهای محل برشها ۱-۱-۲۲ **
- تحلیل سیستم ناپیوستگیها و درزه ها و نتیجه گیری در مورد الگوهای ناپایداری نظیر: شکست گوه ای، صفحه ای، دایره ای، ستونی و یا واژگونی ۲-۱-۲۲ **
- طبقه بندی ژئومکانیکی توده سنگها و ارزیابی ژئوتکنیکی مواد پرکننده سیستم درزه ها و ناپیوستگیها ۳-۱-۲۲ **
- تحلیل نتایج آزمایشهای ژئومکانیکی به منظور تعیین مقادیر نهایی پارامترهای طراحی ۴-۱-۲۲ **
- انجام دادن محاسبات برای تعیین ضرایب ایمنی یا کاربرد سایر روشهای محاسباتی برای تعیین شبیهای مناسب برشها با در نظر گرفتن شرایط بارگذاری زلزله و تغییرات تراز آب زیرزمینی ۵-۱-۲۲ **
- بررسی احتمال سقوط قطعات سنگی از ارتفاعات بالاتر و امکان سقوط و ریزش آنها به داخل برشها ۶-۱-۲۲ **
- تهیه طرح تقویت و پایداری سازی برشها از قبیل: زهکشهای سطحی و عمقی، بتن پاشی، نصب مهاریها، دیوارهای نگهبان و... ۷-۱-۲۲ **
- تهیه دستورالعملهای نگهداری و بهره برداری ۸-۱-۲۲

۲-۲۲ برشهای خاکی

- مروری بر نتایج تحلیل داده های ژئوتکنیکی با نگرشی آماری برای انتخاب مقادیر اطمینان بخش پارامترهای طراحی ۱-۲-۲۲ **
- ارزیابی نمودارهای ژئوتکنیکی با نگرشی ویژه به لایه های رسی و ماری و سایر لایه های ناتراوا و لغزنده و همچنین مقادیر شیب لایه های لغزنده و سطوح لغزش طبیعی ۲-۲-۲۲ **
- بررسی زمین لغزه های قدیمی در محدوده تاثیر منتهی به برشهای خاکی ۳-۲-۲۲ **
- تحلیل محللهای تراوش آب ازدامنه های طبیعی به برشهای خاکی به منظور تهیه طرح دورسازی و زهکشی آب ۴-۲-۲۲ **
- انتخاب پارامترها و مشخصات نهایی طراحی ۵-۲-۲۲ **
- انجام دادن محاسبات ضرایب ایمنی و تعیین شبیهای مناسب برشها با توجه به لایه بندی و سطوح لغزش احتمالی ۶-۲-۲۲ **
- تهیه طرح پایداری سازی برشها و دامنه ها و شبیهای مناسب و پایدار ۷-۲-۲۲ **
- تهیه دستورالعملهای نگهداری و بهره برداری ۸-۲-۲۲ **



تحلیل پی‌های ژرف و ارائه طرح تفصیلی آن	۲۳-
مروری بر نتایج تحلیل داده‌های ژئوتکنیکی به منظور تعیین پارامترهای طراحی، با توجه به نوع و عملکرد و نحوه اجرای پی ژرف برگزیده	۱-۲۳ **
تحلیل و محاسبه شمعه‌های منفرد تحت بارگذاری قائم و افقی با توجه به نوع و روش اجرای شمع	۲-۲۳ **
روشهای دینامیکی	۱-۲-۲۳ **
روشهای استاتیکی	۲-۲-۲۳ **
روشهای متکی بر آزمایشهای محلی	۳-۲-۲۳ **
روشهای متکی بر بارگذاری شمع	۴-۲-۲۳ **
تحلیل گروه شمع و مسائل مربوط به آن	۳-۲۳ **
تعیین ظرفیت باربری گروهی و ضرایب کاهش	۱-۳-۲۳ **
نشست گروه شمع و تغییر شکل‌های افقی	۲-۳-۲۳ **
حالت خاص ریز شمعه‌ها در ترمیم و بهسازی پی‌ها	۳-۳-۲۳ **
تهیه طرح تفصیلی	۴-۲۳
نقشه‌های اجرایی	۱-۴-۲۳
ضوابط و مشخصات فنی اجرا و کنترل کار	۲-۴-۲۳
گزارش محاسبات و طراحی پی‌های ژرف	۳-۴-۲۳
تهیه نقشه‌های تفصیلی پی‌سازیه‌ها	۲۴-
نقشه‌های پی سدها	۱-۲۴
نقشه پی‌کنی‌های لازم برای احداث انواع سدها	۱-۱-۲۴
نقشه‌های پی کنی آبگیرها، ورودی و خروجی تونل‌ها و...	۲-۱-۲۴
نقشه‌های پی کنی سرریز، کانال هدایت آب به سرریز، بستر سرریز، چگونگی نصب مهاریه‌ها و تثبیت بستر بتنی سرریز به پی سنگی یا بستر مختلط	۳-۱-۲۴
نقشه‌های پی‌کنی و پی‌سازی حوضچه آرامش و تأسیسات پایانه	۴-۱-۲۴

نقشه‌های پی‌کنی و پی‌سازی حوضچه استغراق ^۱ ، تخلیه‌کننده‌های روزنه‌ای ^۲	۵-۱-۲۴
نقشه‌های جانمایی و مقاطع پرده تزریق، دیواره آب‌بند، ترانشه‌های آب‌بندی و هر نوع سیستم آب‌بندی در انواع سدها	۶-۱-۲۴
نقشه‌های بهسازی پی سدهای بتنی به ویژه نصب میل مهار سنگها، تزریق پوششی ^۳ ، اجرای گمانه‌های زهکشی، دالانهای تزریق و غیره	۷-۱-۲۴
نقشه‌های بهسازی پی سدهای خاکی، به‌ویژه چگونگی بهسازی قشر آبرفتی و پرده آب‌بند و میزان ادامه آن در پی سنگ، چاههای فشارشکن، چاههای زهکشی، ستونهای خرده سنگی و زهکشی و...	۸-۱-۲۴
نقشه اجرایی تراکم دینامیکی، تراکم تزریقی، حذف عدسیها و لایه‌های مشکل‌زای زیربستر پی و...	۹-۱-۲۴
نقشه‌های پی‌کنی و پی‌سازی مجاری انتقال آب، کانال‌ها و سایر سازه‌های هیدرولیکی این قبیل پروژه‌ها	۱۰-۱-۲۴
نقشه‌های پی‌کنی و پی‌سازی سازه‌های نگهدارنده و تقویت اجزای مسیر راههای دستیابی به سد و تأسیسات وابسته	۱۱-۱-۲۴
نقشه‌های سیستم انحراف آب اعم از: تونل، کالورت، تونل زیرخاکی و همچنین نقشه‌های پی‌کنی و پی‌سازی مربوط به فرازبند و نشیب بند	۱۲-۱-۲۴
نقشه‌های پی‌سازی نیروگاه روزمینی (برق - آبی) ۲-۲۴	
نقشه اجرایی تراکم بستر، بهسازی و زهکشی در آبرفتها، پی‌کنی‌ها به ابعاد لازم	۱-۲-۲۴
نقشه شمع‌کوبی یا شمع‌ریزی در مناطق سست به ویژه در مناطق سست	۲-۲-۲۴
نقشه موقعیت چاهها و یا گمانه‌های زهکشی	۳-۲-۲۴
نقشه پی‌های ویژه ماشین‌آلات و توربینها و...	۴-۲-۲۴
نقشه‌های پایدارسازی زمین و دامنه‌های مشرف به نیروگاه و جلوگیری از ریزش	۵-۲-۲۴
نقشه‌های تأسیسات زهکشی و خشک‌نگهداری تأسیسات نیروگاه و...	۶-۲-۲۴
نقشه‌های پی‌کنی و پی‌سازی اطاق فرمان، محوطه‌سازیها، کلیدخانه، ترانسفورماتورها و سایر تأسیسات مکانیکی و هیدرومکانیکی	۷-۲-۲۴
نقشه‌های پی‌کنی و پی‌سازی سازه‌های نگهبان و تقویت‌کننده مسیر راههای ارتباطی دائم و موقت	۸-۲-۲۴
نقشه‌های پی‌سازی نیروگاه زیرزمینی (مراجعه شود به بند ۲۰-۱-۱۵ از جعبه شماره ۲۰)	۳-۲۴
نقشه‌های پی ساختمانهای عادی	۴-۲۴

1- Plunge pool

2- Oriffice

3- Blanket grouting

- ۱-۴-۲۴ پلان پی کنی های عمومی ساختمانها با توجه به شرایط ژئوتکنیکی بستر آنها
- ۲-۴-۲۴ نقشه های پی سازی ساختمانها و محوطه های مختلف اداری، انبار، درمانگاه، کویهای کارمندی و کارگری، مدرسه و سالنهای تجمع، مراکز تفریحی و غیره

۵-۲۴ نقشه های پی سازی سدهای انحرافی و یا تنظیمی

- ۱-۵-۲۴ پلان پی کنی و محدوده برداشت خاکها و سنگهای نامناسب در محدوده موثر سازه
- ۲-۵-۲۴ نقشه پی سازی سد انحرافی و تنظیمی با توجه به شرایط ژئوتکنیکی و درجه اهمیت آن
- ۳-۵-۲۴ نقشه آب بندی با توجه به شرایط ویژه آبرفت و ترکیبی بودن نوع سد انحرافی - تنظیمی (خاکی و بتنی، بتنی و سنگریزه ای، بتنی و...)
- ۴-۵-۲۴ نقشه های پی کنی و پی سازی سازه های آبرگیر از سدهای فوق الذکر
- ۵-۵-۲۴ نقشه های پی کنی کانالها و سازه های هیدرولیکی ویژه مجاور به سد
- ۶-۵-۲۴ نقشه های پی کنی حوضچه های رسوب گیر و سایر تأسیسات هیدرولیکی، سرریزهای مربوط و غیره
- ۷-۵-۲۴ سایر نقشه های پی کنی و پی سازی ویژه تأسیسات آبی طراحی شده با توجه به اهداف طرح و شرایط ژئوتکنیکی بستر زیرسازه مورد نظر
- ۸-۵-۲۴ نقشه تونل های آبرسان به نیروگاه^۱، خروجیها^۲، تونل های خروجی^۳، و میله ها و مخزنهای تعادل فشار^۴
- ۹-۵-۲۴ نقشه انواع تونل های دسترسی و ابزاربندی زیر، اطراف و داخل بدنه
- ۱۰-۵-۲۴ نقشه موقعیت ابزاربندی و شبکه رفتارسنجی سد و تأسیسات وابسته

۶-۲۴ نقشه پی سازی شبکه های آبیاری و زهکشی و تأسیسات مربوط

- ۱-۶-۲۴ نقشه پی کنی مسیر کانالها با توجه به شرایط ژئوتکنیکی مسیر
- ۲-۶-۲۴ نقشه پی سازی سازه های هیدرولیکی یا ابنیه فنی (تقسیم کننده ها، کانالها، کالورتها، فلومها، سیفونها و...)
- ۳-۶-۲۴ نقشه پی سازی تأسیسات مربوط به ایستگاه پمپاژ و مخزنهای مربوط
- ۴-۶-۲۴ نقشه پی سازی مسیر انتقال آب
- ۵-۶-۲۴ نقشه پی سازی و بستر سازی کانالهای کنترل سیلاب یا خاکریزهای حفاظتی^۵
- ۶-۶-۲۴ نقشه پی سازی دیوار نگهبان و سایر دیوارهای سیل بند و حفاظت کننده هیدرولیکی

1- Headrace Tunnel

2- Draft tube

3- Tailrace Tunnel

4- Surge tank, Surge shaft

5- Flood control dykes



نقشه پی کنی و پی سازی شبکه جمع آوری زهکشها و همچنین شبکه راههای ارتباطی داخل سیستم آبیاری-زهکشی ۷-۶-۲۴

۲۵- ارائه مشخصات فنی بهسازیهای زمین

۱-۲۵ تزریق

ارائه ویژگیهای فنی برای :

۱-۱-۲۵ مصالح برای افزایش مقاومت کوتاه و درازمدت شامل: سیمان، بتونیت، مواد شیمیایی، انواع رزینها، امولسیونهای قیری، پلیمرها، ژلها و غیره

۲-۱-۲۵ چگونگی کنترل کیفیت مصالح حین اجرای کار

۳-۱-۲۵ ** انواع دوغابهای سیمانی، سیمان - بتونیت، سیمان - رس - بتونیت با توجه به ویژگیهای مکانیکی،

فیزیکی و شیمیایی آنها و جلوگیری از آلوده سازی آبهای زیرزمینی

۴-۱-۲۵ ** روشهای گمانه زنی تزریق و همچنین الگوهای^۱ گمانه زنی گروه اول، دوم، سوم و احتمالاً چهارم و

پیش بینی روشهای لازم برای جلوگیری از انحراف گمانه ها

۵-۱-۲۵ ** نحوه تزریق دوغاب (آب بندی، تحکیمی، تماسی و...)

۶-۱-۲۵ ** روشهای اجرایی دوغاب سازی با دستگاه مرکزی و یا دستگاههای غیرمتمرکز و توزیع آن

۷-۱-۲۵ ** نحوه تزریق حفره ها و معابر بزرگ کارستی و تعیین مشخصات مصالح و همچنین چگونگی تزریق در

مصالح شنی ریخته شده در معابر کارستی

۸-۱-۲۵ مشخصات فنی نمونه گیری از مناطق تزریق شده برای کنترل تأمین آب بندی مورد نیاز به ویژه در

مناطق کارستی

۹-۱-۲۵ ** عملیات تزریق مواد شیمیایی و همچنین پارامترهای مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی

دوام^۲ مواد تزریق شده در آبرفتها و جلوگیری از آب شست^۳ آنها

۱۱-۱-۲۵ کنترل کیفیت اجرای عملیات

۲-۲۵ پایدارسازی^۴

ارائه ویژگیهای فنی برای :

۱-۲-۲۵ ** میل مهاریها، و معیارهای انتخاب و کاربرد آنها در زمینهای گوناگون

1- Pattern

2- Durability

3- Leaching

4- Stabilization



رزینها و یا مواد سیمانی لازم بین میل مهار و زمین برای تأمین گیرداریها ^۱	۲-۲-۲۵	**
حداقل طول گیرداری و یا میل مهارهای اصطکاکی برای سنگهای سخت و صفحه سرمیل مهار و روش نصب آنها به ویژه در حالت تنیدگی	۳-۲-۲۵	**
چگونگی حفر گمانه‌ها و یا چالهای مناسب برای نصب میل مهارها و کابل‌های تنیده	۴-۲-۲۵	**
چگونگی اعمال تنیدگی (پس کشیدگی ^۲) کابل	۵-۲-۲۵	
مصالح بتن پاشی شامل: دانه‌بندی شن و ماسه، ترکیب مقدار شن با ماسه و سیمان، مقدار مواد زودگیر در صورت نیاز و توریهای فلزی	۶-۲-۲۵	**
نوع و روش اجرای بتن پاشی	۷-۲-۲۵	**
مشخصات فنی چگونگی حفاظت و آب پاشی اولیه (مراقبت و بارآوری ^۳) بتن به ویژه در هوای گرم	۸-۲-۲۵	
کنترل کیفیت اجرای عملیات	۹-۲-۲۵	

۳-۲۵ آب‌بندی و زهکشی

ارائه ویژگیهای فنی برای :

تعیین ترکیب مناسب مصالح تشکیل دهنده دیواره آب‌بند با توجه به نوع سازه آب‌بند	۱-۳-۲۵	**
سپرکوبی با توجه به شرایط ژئوتکنیکی زمین	۲-۳-۲۵	**
اجرای دیوارکها ^۴ و چگونگی اتصال دیوارکهای مجاور به یکدیگر و همچنین توالی اجرای آنها	۳-۳-۲۵	**
اجرای مهاربندی دیوارکها در گودبرداریهای ژرف با دیواره قائم در صورت لزوم	۴-۳-۲۵	**
نحوه اجرای اتصال پرده آب‌بند با سازه‌های دیگر	۵-۳-۲۵	**
زهکشا، دالانها، گمانه‌ها و چاههای فشارشکن	۶-۳-۲۵	**
کنترل کیفیت اجرای عملیات به ویژه کنترل شاقولی بودن پرده‌های آب‌بند	۷-۳-۲۵	

۴-۲۵ ابزاربندی

ارائه ویژگیهای فنی برای :

ابزاربندی سدهای بتنی و خاکی بنا بر مورد مانند: کشیدگی سنجها ^۵ ، پاندولها، درزسنجها، انحراف سنجها ^۶ ، دماسنجهای داخل بدنه سد و مجاور به سطح آب، پیزومترها، تنش سنجها، سلولهای فشارسنج، تراز سنج آب دریاچه، دبی سنج نشت آبها و لرزه سنجها و...	۱-۴-۲۵	**
--	--------	----

1- Bonding

2- Post Tension

3- Curing

4- Barrettes (Panels)

5- Extensiometre

6- Clinometre



- ۲-۴-۲۵ ** ابزاربندی در سدهای خاکی و خاکریزه‌ای مانند: نشست سنجها، شیب‌سنجها، سلول فشارسنج خاک^۱، پیژومترهای مختلف برای تعیین فشارمفذی آب، نقاط و پایه‌های نشانه نقشه‌برداری و ابزار اندازه‌گیری دبی تراوش و لرزه سنجها
- ۳-۴-۲۵ ** ابزاربندی تونل‌ها و محفظه‌های زیرزمینی شامل: تنش سنجها، کشیدگی سنجها، شیب سنجها و... ارائه مشخصات ابزاربندی سرریزها مانند:
- ۴-۴-۲۵ ** فشارسنجها، کشیدگی سنجها و... ابزاربندی نیروگاههای روزمینی و ایستگاههای پمپاژ مانند:
- ۵-۴-۲۵ ** پیژومترها، شیب سنجها، کنترل مقدار آب ورودی^۲، ابزار اندازه‌گیری آب ورودی و نشتابها

۲۶- تهیه دستورالعملهای اجرایی ژئوتکنیکی

- ۱-۲۶ حفاریهای سطحی (رو باز) و پی‌کنی‌ها شامل چگونگی:
- ۱-۱-۲۶ حفاری شیبهای سنگی (از قبیل: اعمال پیش برش^۳، انفجار آرام^۴، و غیره)
- ۲-۱-۲۶ مهار شیبهای سنگی (از قبیل: نحوه اجرای کابل‌های پیش‌تنیده، مهارها، عملیات تزریق درون چالها و غیره...)
- ۳-۱-۲۶ اجرای زهکشی و دستورالعمل جمع‌آوری آبهای سطحی
- ۴-۱-۲۶ اجرای ترانشه‌های آب‌بند، همراه با دیوارهای آب‌بند و بهسازی زمین به روشهای موردنظر
- ۵-۱-۲۶ اجرای زهکشهای عمقی از طریق حفر گمانه‌های زهکشی و چاههای اطراف گودبرداری پایین‌دست سدها
- ۶-۱-۲۶ تثبیت شیبهای خاکی از طریق مسلح کردن خاک^۵
- ۷-۱-۲۶ تثبیت شیبهای خاکی و سنگی از طریق دالانها و نقبهای زهکشی و همچنین چاههای جمع‌آوری آب^۶
- ۸-۱-۲۶ تثبیت شیب در زمینهای سست و نسبتاً سست با اجرای زهکشهای ویژه و یا یخبندان مصنوعی^۷
- ۹-۱-۲۶ مهار بلوک‌های بزرگ سنگی مجاور به پی سدهای قوسی و بهسازی سطحی و عمقی آن
- ۱۰-۱-۲۶ خشک‌سازی و تقویت پایداری دیواره گودبردارها از طریق تعبیه سپرهای فلزی، دیوارکها و...
- ۱۱-۱-۲۶ مهار دیوارهای نگهدارنده حین پیشروی عملیات حفاری در عمق به وسیله کابل‌ها و یا عناصر کششی در خاکهای آبدار

1- Earth Pressure Cell

2- Wiers

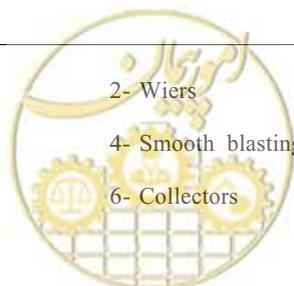
3- Presplitting, Preshearing

4- Smooth blasting

5- Soil Reinforcement

6- Collectors

7- Freezing



- ۱۲-۱-۲۶ خشک سازی محوطه‌های حفاری با اجرای چاههای زهکشی اطراف گود و بتن‌پاشی روی شیبها و...
- ۱۳-۱-۲۶ پمپاژ آبهای وارد شونده به داخل گود و...
- ۱۴-۱-۲۶ عملیات گودبرداری و روشهای ساده و یاترکیب لایه‌بندی، پله بندی و بتن‌پاشی
- ۱۵-۱-۲۶ آماده‌سازی پی برای اجرای عملیات پی‌سازی دائمی

۲-۲۶ حفاری در سازندهای زیرزمینی شامل چگونگی :

- ۱-۲-۲۶ ** توالی اجرای عملیات حفاری تونل‌های بزرگ مقطع
- ۲-۲-۲۶ ** حفاظت موقت تونل‌های بزرگ مقطع و محفظه‌های زیرزمینی با ابعاد قابل توجه براساس شرایط خاص ژئوتکنیکی، تنشهای اولیه (تنش طبیعی زمین)، شرایط تکتونیکی و...
- ۳-۲-۲۶ * کاربرد دستگاه حفر تونل مانند: دستگاه دورانی^۱ حفر تونل، کله‌گاو^۲
- ۴-۲-۲۶ * آتشکاریها و چالزنیها در توده سنگهای مختلف مسیر تونل‌ها و سایر سازه‌های زیرزمینی
- ۵-۲-۲۶ * حفاری با به کارگیری روشهای ویژه تونل‌سازی در زمینهای خاکی و آبدار
- ۶-۲-۲۶ * حفاظتهای موقت تونل‌های خاکی و سنگی
- ۷-۲-۲۶ * حفاری میله‌های بزرگ مقطع (قطر بیش از ۳ متر)
- ۸-۲-۲۶ * حفاری چاههای مایل و محفظه‌های فشارشکن
- ۹-۲-۲۶ * حفاری تونل‌های تحت فشار و پنستاک‌ها
- ۱۰-۲-۲۶ * حفر چاههای بزرگ مقطع (قطر بیش از ۴ متر) زهکشی عمیق و همچنین نخبها و گوره‌های مربوط
- ۱۱-۲-۲۶ * حفر چاههای بزرگ برای برداشت آب در کنار رودخانه‌ها (چاههای ساحلی) با گوره‌های متعدد و در ترازهای مختلف (چاه فلمن)
- ۱۲-۲-۲۶ * اجرای روشهای ویژه حفاری در تقاطع‌های بزرگ زیرزمینی و روشهای ویژه حفاظت موقت و پایدارسازی آنها
- ۱۳-۲-۲۶ * زهکشی و دورسازی آبهای مزاحم نسبت به پایداری و ایستایی سازه‌های زیرزمینی
- ۱۴-۲-۲۶ * نصب پمپ‌های زهکش در محلهای مناسب برای تخلیه آب نشتی زیرزمینی

۳-۲۶ بهسازی زمین پی‌ها شامل چگونگی :

- ۱-۳-۲۶ * اجرای روشهای ویژه زهکشی در سدهای با شرایط دشوار پی
- ۲-۳-۲۶ * اجرای بهسازی خاکهای سست و آبدار با توجه به شرایط ویژه ژئوتکنیکی و آبهای زیرزمینی

اجرای عملیات تزریق آب‌بندی در سدها و میله‌های بزرگ و همچنین حفاری تونل‌های واقع در سفره‌های آب زیرزمینی	۳-۳-۲۶ *
اجرای عملیات تزریق تماسی و سطحی و...	۴-۳-۲۶ *
اجرای عملیات تزریق آب‌بندی در زمینهای خاکی	۵-۳-۲۶ *
بهسازی مناطق خردشده ^۱	۶-۳-۲۶ **
بهسازی مناطق کارستی آبدار در تونل‌ها و سازه‌های زیرزمینی	۷-۳-۲۶ **
بهسازی پی‌های سست و مسئله دار با استفاده از روشهایی مانند: تراکم دینامیکی ^۲ ، تزریق تراکمی ^۳	۸-۳-۲۶ **
ستونهای سنگی، ستونهای ماسه‌ای - شنی و...	
کنترل و جلوگیری از لغزش زمین مجاور به سازه‌های آبی بزرگ	۹-۳-۲۶ **
کنترل رفتار زمینهای سست و لغزنده از طریق ابزاربندی و سنجش حرکت آنها و همچنین	۱۰-۳-۲۶ **
پیزومترهای مختلف برای سنجش تغییرات فشار منفذی	
تحکیم و پایدارسازی خاکهای مسئله‌دار مانند: واگرا، رمبنده، آماسی و خاکهای روانگرا	۱۱-۳-۲۶ **
۴-۲۶ بهسازی شیبهای طبیعی و برشها شامل چگونگی:	
اجرای بتن پاشی و زهکشی	۱-۴-۲۶ **
اجرای عملیات مهاربندی خاکها و سنگها در مناطق سست و نیمه پایدار و یا ناپایدار	۲-۴-۲۶ *
اجرای دیواره‌های حفاظتی در دامنه‌های طبیعی مجاور به مخازن سدها و برشها	۳-۴-۲۶ *
بهسازی و تثبیت و یا حذف توده سنگهای معلق و نیمه پایدار در دامنه‌ها	۴-۴-۲۶ *
نصب دستگاههای رفتارسنجی به ویژه شیب سنجها، پیزومترهای فشارسنج (برای تغییرات فشار آبهای منفذی)	۵-۴-۲۶ *
اجرای عملیات بهسازی مصالح شیبها برای مقابله با اثر تضعیف کننده لایه های لغزنده گسله‌های نامناسب، مناطق خردشده و رسداری در نزدیکی سازه‌های مهم هیدرولیکی و دریاچه سدها	۶-۴-۲۶ *
جمع‌آوری آبهای سطحی و هدایت آن به مناطق تخلیه	۷-۴-۲۶ *
اجرای زهکشهای عمقی شامل: نقبها، دالانها و محفظه‌های زیرزمینی جمع‌کننده آب و تخلیه آبها به خارج از محوطه	۸-۴-۲۶ *



1- Crushed Zones

2- Dynamic Compaction

3- Compaction grouting

۲۷-۱ جلد اول : گزارش زمین شناسی (همراه با نقشه‌ها، مقاطع و نمودارهای مربوط)

- بخش اول : زمین شناسی منطقه‌ای (عمومی) با توجه به نتایج مطالعات تکمیلی
- بخش دوم : زمین شناسی مهندسی محل سازه‌ها (محل سدها، مخزن‌ها، سازه‌های مهم، مسیرهای انتقال، تونل‌ها و...) همراه با کلیه نتایج تحلیل شده داده‌های زمین شناسی
- بخش سوم : هیدروژئولوژی (محل سدها و مخزن‌ها، مسیرهای انتقال به ویژه تونل‌ها و...) همراه با کلیه نتایج تحلیل شده مطالعات تفصیلی
- بخش چهارم : نتیجه گیری و توصیه‌های فنی براساس مطالعات تفصیلی ساختگاهها

۲۷-۲ جلد دوم : گزارش لرزه خیزی و مهندسی زمین لرزه (همراه با : نقشه‌ها، نیمرخها، نمودارها و

جدولهای مربوط) در صورت عدم کفایت نتایج مرحله توجیهی

- بخش اول : بررسیهای زمین ساختی همراه با نقشه های مربوط
- بخش دوم : برآورد زمین لرزه‌های تاریخی و دستگامی با توجه به نتایج داده‌های تکمیلی
- بخش سوم : برآورد پارامترهای مهندسی زلزله و ارزیابی طیف پاسخ زمین منطقه طرح با توجه به نتایج داده‌های تکمیلی
- بخش چهارم : نتیجه گیریها و توصیه‌های فنی برپایه مطالعات تفصیلی

۲۷-۳ جلد سوم : گزارش حفاریهای اکتشافی، نمونه برداری و آزمایشهای ژئوتکنیکی تفصیلی

- بخش اول : نتایج عملیات حفاری شامل: گمانه ها، چاهکها، ترانشه‌ها، میله‌ها، دالانها و... نتایج آزمایشهای صحرایی یا درجا از قبیل : اندازه گیری نفوذپذیری، پرسیمتری، S.P.T. و C.P.T. ، برش پره‌ای و دانسیته محلی
- بخش دوم : نتایج آزمایشهای ویژه محلی از قبیل : پمپاژ آب، تزریق سیمان، بارگذاریها (صفحه‌ای، با جک، با جک شعاعی، با جک مسطح)، برش مستقیم درجا، بارگذاری داخل گمانه و... با توجه به نتایج داده‌های تکمیلی
- بخش سوم : نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی در مورد نمونه‌های خاکی و سنگی (شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی) و همچنین آزمایشهای شیمیایی آنها با توجه به هدف طرح و چگونگی استفاده از سازه‌ها
- بخش چهارم : نتایج بررسیهای ژئوفیزیکی تفصیلی

- بررسیهای ژئوفیزیکی درجا با روشهای مختلف به کار برده شده
- بررسیهای ژئوفیزیکی آزمایشگاهی
- تحلیل نتایج، نقشه‌ها و نمودارها و...
- نتیجه گیریها و توصیه‌های فنی تکمیلی



- بخش پنجم: آلبوم نقشه‌ها، نمودارها و مقاطع ژئوتکنیکی با در نظر گرفتن نمودارهای زمین‌شناسی ترانشه‌ها، چاهکها، دالانها، چاهها، گمانه‌ها و همچنین نقشه‌ها و نمودارهای مطالعات هیدروژئولوژی

۲۷-۴ جلد چهارم: مصالح

- بخش اول: ویژگیهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح طبیعی شامل: خاک و سنگ (منابع قرضه و معادن سنگ) سنگدانه بتن
- بخش دوم: ویژگیهای فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح مصنوعی شامل: سیمان، بتن، فولاد، شبکه‌ها^۱ و پارچه‌گونه‌ها^۲ (نظیر: پارچه‌های ژئوتکنیکی، غشاهای ژئوتکنیکی^۳)
- بخش سوم: آزمایشهای ویژه دوام مصالح و تعیین کیفیتها در مطالعات تکمیلی
- بخش چهارم: نتیجه‌گیری، ارائه پارامترها، ضرایب و توصیه‌های فنی برای طرح نهایی

۲۷-۵ جلد پنجم: طراحی‌های نهایی ژئوتکنیکی همراه با نقشه‌ها و نمودارها و جدولها

- بخش اول: ارزیابی معیارهای طراحی و انتخاب پارامترهای نهایی محاسباتی براساس پارامترهای ارائه شده در گزارشهای جلد اول تا چهارم
- بخش دوم: انتخاب روش محاسباتی با توجه به نوع و اهمیت سازه‌ها
- بخش سوم: طراحی سازه‌های ژئوتکنیکی مانند: سدهای خاکی و سنگریزه‌ای و خاکریزها و بازوهای خاکی و سنگریزه‌ای
- بخش چهارم: طراحی نهایی ژئوتکنیکی پی سازه‌های مهم مانند: سد و ترانشه‌های مربوط، سرریز و کانال آن، حوضچه آرامش و تأسیسات آن، انواع پی‌های سطحی تونل‌ها و دالانها، نیروگاه زیرزمینی و فضاهای زیرزمینی دیگر
- بخش پنجم: ارزیابی و ارائه طرح نهایی اجرای عملیات بهسازی زمین مانند: نصب میل مهاربها، بتن‌پاشی‌ها، تزریق (تحکیمی، آب‌بندی و تماسی)
- بخش ششم: عملیات ویژه بهسازی و پایدارسازی تونل‌های ترانشه‌های راه و آماده‌سازی محوطه شهرکها و ساختمانهای مربوط
- بخش هفتم: ارائه مشخصات فنی به منظور کنترل کیفیت عملیات اجرایی اجزای مختلف طرح و همچنین مشخصات مربوط به ابزاربندی و دستورالعملهای لازم
- بخش هشتم: برآورد نهایی هزینه‌های اجرایی کلیه عملیات ژئوتکنیکی و بررسیهای اقتصادی و تهیه اسناد مناقصه

1- Geogrids

2- Geotextiles

3- Geomembranse



فصل دوم

فهرست خدمات مطالعات «برآورد خطر زمین لرزه و
زلزله‌شناسی مهندسی در مرحله طراحی تفصیلی»



۱- واریسی^۱ و ژرف‌نگری مدل زمین‌ساختی و لرزه‌زمین‌ساختی گسترده مورد بررسی طرح

اولین گام در مرحله طراحی تفصیلی مرور و بررسی دقیق کلیه نقشه‌ها، گزارشها، نمودارها، جدولها و یافته‌های مربوط به عوامل لرزه زمین‌ساختی ساختگاه برگزیده است. چنانچه در مراحل قبلی کاستی‌هایی در مقایسه با پیوست استاندارد شماره (۵۰-الف) موجود باشد، در شروع مطالعات رفع این کاستی‌ها ضروری می‌باشد. در این واریسیها نکات زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

۱-۱ واریسی و ژرف‌نگری عناصر ساختاری در گستره نزدیک^۲ ساختگاه سازه

- ۱-۱-۱ واریسی و ژرف‌نگری ستبرای پوسته زمین
- ۲-۱-۱ واریسی و ژرف‌نگری شکستگیهای پوسته زمین
- ۳-۱-۱ واریسی و ژرف‌نگری خاستگاه ژرفی زمین‌لرزه‌ای
- ۴-۱-۱ سالیابی آخرین جنبش‌های رویداده بر روی گسله‌های گستره بسیار نزدیک به ساختگاه (گستره‌ای به شعاع حدود ۱۰ کیلومتر) در صورت لزوم
- ۵-۱-۱ واریسی و ژرف‌نگری سازوکار گسله‌ها

۲-۱ واریسی و تکمیل داده‌های زمین‌لرزه‌ای :

- ۱-۲-۱ داده‌های زمین‌لرزه‌ای تاریخی در گستره‌ای به شعاع ۲۰۰ کیلومتری ساختگاه
- ۲-۲-۱ داده‌های زمین‌لرزه‌ای دستگاهی (۱۹۰۰ میلادی به بعد) در گستره‌ای به شعاع ۲۰۰ کیلومتری از ساختگاه
- ۳-۲-۱ داده‌های خرد زمین‌لرزه‌ای شبکه‌های لرزه‌نگاری محلی در صورت استقرار
- ۴-۲-۱ داده‌های مه‌لرزه‌ای و شناسایی چشمه‌های لرزه‌زای مربوط در صورت امکان
- ۵-۲-۱ سازوکار ژرفی زمین‌لرزه‌ها

۳-۱ واریسی و نهایی نمودن مدل لرزه زمین‌ساختی گستره مورد مطالعه

- ۱-۳-۱ انتخاب مدل مناسب لرزه زمین‌ساختی بر پایه مدل زمین‌ساختی، وضعیت میدان تنش، ژرفای پهنه لرزه‌زا، سازوکار چیره گسلی، داده‌های مربوط به سازوکار ژرفی گسلش زمین‌لرزه‌ها
- ۲-۳-۱ تهیه برش لرزه زمین‌ساختی از گستره نزدیک به ساختگاه (در صورت دسترسی به اطلاعات موردنیاز).

۱- منظور از واریسی (Investigation) مرور همراه با بررسی جزئیات یافته‌های مراحل قبلی می‌باشد.
۲- گستره نزدیک در مطالعات لرزه زمین‌ساخت دست کم تا شعاع ۳۰ کیلومتری ساختگاه در نظر گرفته می‌شود.

۲- واریسی و ژرفنگری در برآورد پارامترهای لرزه‌خیزی

- ۱-۲ گردآوری داده‌های زمین‌لرزه‌ای بر پایه آخرین اطلاعات زمین‌لرزه‌ای
- ۲-۲ پردازش و گزینش داده‌های زمین‌لرزه‌ای اصلی (حذف پس‌لرزه‌ها و پیش‌لرزه‌ها) بر پایه آخرین اطلاعات زمین‌لرزه‌ای
- ۳-۲ واریسی و برآورد پارامترهای لرزه‌خیزی در گستره‌های شعاعی (۱۰۰ و ۲۰۰ کیلومتری ساختگاه)، استانهای لرزه زمین‌ساختی و چشمه‌های ناحیه‌ای لرزه‌زا

۳- واریسی پارامترهای جنبش نیرومند زمین

- ۱-۳ واریسی و گزینش منطقی^۱ مدل کاهیدگی
- ۲-۳ تهیه مدل ریاضی از چشمه‌های لرزه‌زا
- ۳-۳ گزینش منطقی پارامتر لرزه‌خیزی (b یا β) برای هریک از چشمه‌های لرزه‌زا
- ۴-۳ گزینش منطقی توان لرزه‌زایی هریک از چشمه‌های لرزه‌زا
- ۵-۳ گزینش منطقی آهنگ رویداد زمین‌لرزه آستانه (λ) برای هریک از چشمه‌های لرزه‌زا
- ۶-۳ گزینش خاستگاه ژرفی زمین‌لرزه‌ها برای هریک از چشمه‌های لرزه‌زا
- ۷-۳ برآورد تعینی پارامترهای جنبش نیرومند زمین
- ۸-۳ برآورد احتمالی پارامترهای جنبش نیرومند زمین
- ۹-۳ برآورد دوره بازگشت رویداد بیشینه پارامترهای جنبش نیرومند زمین در ساختگاه بر پایه توابع توزیع مناسب
- ۱۰-۳ برآورد نهایی پارامترهای جنبش نیرومند زمین در ساختگاه برای سطوح مختلف لرزه‌ای در طراحی با توجه به شرایط ساختگاه از نظر ژئوتکنیکی و سازوکار ژرفی چیره زمین‌لرزه‌های گستره مورد مطالعه



۱- این گزینش با استفاده از شاخه‌های منطقی (Logic tree) صورت می‌پذیرد.

۴- تهیه طیف پاسخ زمین^۱

۱-۴ تهیه طیف پاسخ زمین بر پایه داده‌های شتاب نگاشتهای گستره مورد مطالعه^۲

۱-۱-۴ داده‌های شتاب نگاشتهای به ثبت رسیده در گستره مورد مطالعه و در صورت عدم وجود در سطح جهان گردآوری و سپس نسبت به تهیه طیف داده‌های شتاب نگاشتها با در نظر گرفتن شرایط ذیل اقدام شود:

- زمین‌شناسی ساختگاه با محل ثبت شتاب نگاشت همخوان باشد.
- داده‌های به ثبت رسیده در گستره ۶۰ کیلومتری پیرامون ساختگاه باشد.
- ۲-۱۴ معیارهای گزینش داده‌های شتاب نگاشتی
- ۱-۲-۱-۴ بزرگای هدف^۳
- ۲-۲-۱-۴ محدوده فاصله^۴
- ۳-۲-۱-۴ سازوکار ژرفی گسلش زمین‌لرزه همخوان با گستره مورد مطالعه
- ۴-۲-۱-۴ شرایط ساختگاه همخوان با شرایط ژئوتکنیکی محل ثبت شتاب نگاشتها
- ۵-۲-۱-۴ زمان دوام جنبش نیرومند زمین
- ۶-۲-۱-۴ بیشینه شتاب مؤلفه‌های افقی و قائم شتاب نگاشت.

۲-۴ تهیه طیف پاسخ زمین بر پایه مدل‌های طیفی تجربی

- ۱-۲-۴ گزینش مدل طیفی تجربی مناسب
- ۲-۲-۴ تهیه مدل ریاضی از چشمه‌های لرزه‌زای گستره مورد بررسی طرح
- ۳-۲-۴ به‌کارگیری مدل احتمالی برای تهیه طیف پاسخ برای احتمال فزونی یا دوره بازگشت رویداد
- ۴-۲-۴ تهیه طیف پاسخ زمین برای احتمال فزونی همسان
- ۵-۲-۴ گزینش طیف پاسخ زمین برای سطوح مختلف لرزه‌ای در طراحی
- ۶-۲-۴ تهیه طیف پاسخ بزرگترین زمین‌لرزه محتمل^۵ (M.C.E) به روش تعیینی

۱- طیف پاسخ زمین باید برای محدوده پریودهای حداقل ۰/۰۵ تا ۴ ثانیه تهیه گردد.

۲- برای این کار باید کلیه ایستگاههای شتاب‌نگاری در گستره مورد بررسی شناسایی و داده‌های آنها گردآوری شود.

۳- Target magnitude: بزرگای هدف، که گزینشی از میان بزرگای زمین‌لرزه است که احتمالاً کنترل‌کننده طراحی می‌باشد و محدوده این گزینش حداکثر ۰/۵ واحد بزرگا، کمتر یا بیشتر، از بزرگای زمین‌لرزه‌های مشاهده شده در گستره مورد مطالعه می‌باشد.

۴- Distant range: محدوده فاصله، که در صورت نبود چشمه محلی مطمئن، فاصله ساختگاه ثبت‌کننده تا سطح سیسختگی بین صفر تا ۳۰ کیلومتر با میانگین ۱۵ کیلومتر در نظر گرفته می‌شود.

5- Maximum Credible Earthquake

تهیه طیف پاسخ شتاب‌نگاشتها به روش آماری برای ۵۰ و ۸۴ صدک ^۱	۳-۴
تهیه طیف پاسخ هریک از شتاب نگاشتها (برای میانگین مؤلفه افقی و مؤلفه قائم)	۱-۳-۴
بکارگیری روش آماری برای تهیه طیف پاسخ میانه (۵۰ صدک) و طیف پاسخ ۸۴ صدک	۲-۳-۴
گزینش طیف پاسخ میانه (۵۰ صدک) برای سطح مبنای طراحی	۳-۳-۴
گزینش طیف پاسخ ۸۴ صدک برای سطح بالای طراحی	۴-۳-۴
مقایسه طیف‌های برگزیده	
مقایسه طیف پاسخ مربوط به سطح مبنای طراحی لرزه‌ای ^۲ (D.B.E) بر پایه مدل طیفی تجربی با طیف پاسخ میانه داده‌های شتاب نگاشتی	۱-۴-۴
مقایسه طیف پاسخ مربوط به بزرگترین زمین لرزه محتمل بر پایه مدل طیفی تجربی با طیف پاسخ ۸۴ صدک داده‌های شتاب نگاشتی	۲-۴-۴
مقایسه طیف پاسخ بزرگترین زمین لرزه محتمل بر پایه مدل طیفی تجربی با طیف حاصل از سناریو بزرگترین زمین لرزه محتمل به روش تعیینی	۳-۴-۴
معرفی طیف نهایی پاسخ زمین برای سطوح مختلف لرزه‌ای در طراحی و برای ضرایب میرایی مختلف	۵-۴
تهیه و به مقیاس درآوردن شتاب‌نگاشتهای^۳ مناسب	
معرفی روشهای به مقیاس درآوردن شتاب نگاشتها	۱-۵
ارائه شتاب‌نگاشتها به مقیاس درآمده برای سه سطح مختلف طراحی لرزه‌ای و با توجه به بند ۴-۵	۲-۵

Islamic Republic of Iran

List of Services in Geotechnical Studies & Earthquake Risk Estimation (Detail Design Phase)

No: 238

Management and Planning Organization
Office of the Deputy for Technical Affairs
Bureau of Technical Affairs and Standards

Ministry of Energy
Water Engineering Standards Plan
Iran Water Resources Management Organization

2001/2002



omeprepeyman.ir