

# فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و

## خطر زمین لرزه

(مرحله شناسایی)

جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

# فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمین لرزه (مرحله شناسایی)

نشریه شماره ۱۹۹

معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۷۹

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۹/۰۰/۲۴

## فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه . دفتر امور فنی و تدوین معیارها  
فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمین لرزه(مرحله شناسایی)/ 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.  
۴۵ ص:نمودار.- (سازمان برنامه و بودجه دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه  
شماره ۱۹۹)انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۹/۰۰/۲۴

ISBN 964-425-201-2

مربوط به دستورالعمل شماره ۵۴/۵۳۱-۱۰۲/۷۰۳ مورخ ۱۳۷۹/۲/۱۷

۱.زمین شناسی ساختمانی - امکان سنجی. ۲. زلزله - تجزیه و تحلیل خطرات. ۳.  
زمین شناسی مهندسی. ۴. خاک - مکانیک. 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. ۱۹۹ س/۳۶۸ TA

ISBN 964-425-102-2

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۱۰۲-۲

فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمین لرزه(مرحله شناسایی)

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: ۴۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: موسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه  
دسترس

تاریخ :  
شماره :  
پیوست :

باسمه تعالی

شماره : ۱۰۲/۷۰۳-۵۴/۵۳۱	به: دستگاه‌های اجرایی و مشاوران
تاریخ : ۱۳۷۹/۲/۱۷	
موضوع : فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمین لرزه - مرحله شناسایی	
<p>به استناد ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه کشور و آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، این دستورالعمل، از گروه دوم مذکور در ماده هفت آیین‌نامه، در یک صفحه، صادر می‌گردد.</p> <p>تاریخ مندرج در ماده ۸ آیین نامه درمورد این دستورالعمل، ۱۳۷۹/۶/۱ می‌باشد.</p> <p>به پیوست، نشریه شماره ۱۹۹ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، با عنوان فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمین لرزه - مرحله شناسایی، ابلاغ می‌گردد.</p> <p>دستگاه‌های اجرایی و مشاوران می‌توانند مفاد نشریه یاد شده و دستورالعمل‌های مندرج در آن را ضمن تطبیق با شرایط کار خود، در طرح‌های عمرانی مورد استفاده قرار دهند.</p> <p style="text-align: center;"> محمد علی زحافی معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان برنامه و بودجه</p>	

## 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 اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.

نظام جدید فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه 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 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 برنامه و بودجه (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
- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرحها.
- 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 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.

دفتر امور فنی و تدوین

معیارها

زمستان ۱۳۷۸

## ترکیب اعضای کمیته

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

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

آقای دکتر جلالی	شرکت مهندسين مشاور آب‌نيرو	دکترای سازه و دکترای مکانیک ساختمان
آقای مهندس رفیعا	شرکت مهندسين مشاور کاوشگران	
	فوق لیسانس مهندسی معدن (مکانیک سنگ)	
آقای دکتر گتمیری	دانشگاه فنی دانشگاه تهران و	دکترای ژئوتکنیک
	شرکت مهندسين مشاور دریا خاک	
آقای مهندس گلبن	شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس	فوق لیسانس مهندسی راه و ساختمان
آقای دکتر لیتکوهی	شرکت مهندسين مشاور خدمات	دکترای مکانیک خاک
	مهندسی مکانیک خاک	
خانم مهندس نوربخش	طرح تهیه استانداردهای مهندسی	فوق لیسانس ژئوتکنیک
	آب کشور	
آقای مهندس یوسفی	شرکت خدمات مهندسی برق ایران	فوق لیسانس مهندسی معدن
	(مشانیر)	(زمین‌شناسی مهندسی)

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

آقای مهندس اسلامی	مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی	فوق لیسانس ژئوفیزیک
آقای مهندس بهنام	شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس	لیسانس مهندسی معدن
آقای دکتر قریشی	سازمان زمین‌شناسی کشور	دکترای لرزه زمین‌ساخت
آقای دکتر گتمیری	دانشکده فنی دانشگاه تهران و شرکت	دکترای ژئوتکنیک
	مهندسين مشاور دریا خاک	
آقای مهندس مالکی	شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس	فوق لیسانس ژئوفیزیک
آقای مهندس معین‌فر	آزاد	فوق لیسانس مهندسی سازه و زلزله
آقای دکتر مهدویان	شرکت مهندسی مشاور مه‌اب قدس	دکترای مهندسی زلزله
آقای مهندس نادرزاده	طرح مطالعات زلزله تهران بزرگ	فوق لیسانس مهندسی سازه و زلزله
خانم مهندس نوربخش	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	فوق لیسانس ژئوتکنیک

ضمناً در مقاطعی از کار تهیه فصل دوم آقایان دکتر احمدی و دکتر فرجودی نیز با کمیته همکاری کرده‌اند.

## فهرست مطالب فصل اول

صفحه	عنوان
۱	مقدمه فصل اول
۳	نمودار خدمات مطالعات «مرحله شناسایی» بررسیهای ژئوتکنیکی
۵	۱- تعریف هدفها
۵	۲- جمع آوری اطلاعات و مدارک
۵	۳- بررسی اطلاعات و مدارک، عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای
۵	۴- بازدید صحرایی
۶	۵- تحلیل عوامل نامطلوب زمین
۶	۶- برنامه‌ریزی آزمایشهای لازم در ساختگاههای برگزیده
۶	۱-۶ تعیین محدوده شناسایی محل سازه‌ها
۶	۲-۶ انتخاب روشهای بررسی در پروژه‌های مهم
۶	۳-۶ تعیین چندی و چونی چاهکها و خندقها
۷	۴-۶ پی جویهای ژئوفیزیکی
۷	۵-۶ تعیین چندی و چونی گمانه‌های اکتشافی
۷	۶-۶ تعیین چندی و چونی آزمایشهای صحرایی
۷	۷-۶ تعیین چندی و چونی آزمایشهای آزمایشگاهی در پروژه‌های مهم
۸	۷- نتیجه‌گیری و تهیه گزارش اولیه
۸	۸- تنظیم سؤالهای طراحی در مورد ساختگاهها
۹	۹- تعیین مدل آزمایشی ساختگاه
۹	۱۰- آزمایشهای کلی شناخت
۱۰	۱۱- زمین‌شناسی منطقه‌ای (در محدوده موثر)
۱۰	۱-۱۱ زمین ریخت‌شناسی (ژئومرفولوژی)
۱۰	۲-۱۱ چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی
۱۰	۳-۱۱ تکتونیک و زمین‌شناسی ساختاری
۱۱	۴-۱۱ هیدروژئولوژی
۱۱	۵-۱۱ شناسایی پدیده‌های مخاطره‌انگیز زمین‌شناسی منطقه

## فهرست مطالب فصل اول

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۲	۱۲-۱ زمین‌شناسی محلی (سد، مخزن، مسیر انتقال و ...)
۱۲	۱۲-۱ زمین‌شناسی محل سد
۱۲	۱۲-۲ زمین‌شناسی مخزن
۱۴	۱۲-۳ زمین‌شناسی مسیر انتقال و شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۱۴	۱۳-۱ ارزیابی ژئوتکنیکی محل
۱۵	۱۴-۱ بررسی‌های زمین‌شناسی مهندسی
۱۷	۱۵-۱ ارزیابی منابع قرضه
۱۷	۱۶-۱ بررسی مقدماتی مخاطرات (زمین‌شناسی، زمینلرزه و ...)
۱۷	۱۶-۱ مخاطرات زمین‌شناسی
۱۸	۱۶-۲ مخاطرات حاصل از زمینلرزه
۱۸	۱۶-۳ عواقب حاصل از توفان و سیل
۱۸	۱۶-۴ مخاطرات ناشی از تغییرات شدید دما
۱۸	۱۶-۵ مخاطرات حاصل از فعالیتهای انسانی
۱۸	۱۶-۶ راههای پیشگیری از مخاطرات و ارائه توصیه‌های لازم
۱۹	۱۷-۱ تهیه نقشه‌ها و مقاطع موردنیاز
۲۰	۱۸-۱ مقایسه ساختگاهها و نتیجه‌گیری
۲۱	۱۹-۱ پاسخ به پرسشهای طراح
۲۱	۲۰-۲ تجسم مدل زمین ساختگاهها
۲۲	۲۱-۲ تنظیم برنامه کاوشهای زیرسطحی برای مرحله توجیهی
۲۶	۲۲-۲ تهیه مشخصات فنی و توصیه استانداردهای آزمایش و روشهای کار به منظور کاوشهای زیرسطحی برای مرحله توجیهی
۲۸	۲۳-۲ گزارش مرحله شناسایی
۳۳	لیست پارامترهای متداول در آزمایشهای ژئوتکنیکی



## فهرست مطالب فصل دوم

صفحه	عنوان
۳۷	۱- مقدمه فصل دوم
۳۹	نمودار بررسیهای زمینلرزه‌ای در مرحله شناسایی
۴۱	۲- لرزه زمینساخت
۴۱	۱-۲ بررسی زمینساخت
۴۲	۲-۲ لرزه‌خیزی
۴۴	۳-۲ تهیه نقشه لرزه زمینساختی گستره مورد بررسی طرح (به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰)
۴۵	۳- بررسی مقدماتی خطر زمینلرزه
۴۵	۱-۳ بررسی مقدماتی و به‌کارگیری رابطه کاهش پارامترهای جنبش نیرومند زمین در گستره مورد بررسی طرح
۴۵	۲-۳ مسایل مربوط به ارزیابی خطر گسلش - زمینلرزه و برآورد مقدماتی پارامترهای جنبش نیرومند زمین (بیشینه شتاب افقی پذیرفتنی حرکت زمین در ساختگاه) به روش تعینی
۴۵	۳-۳ بررسی مقدماتی پتانسیل زمینلرزه و ناپایداری احتمالی دامنه‌ها، ریزش و سقوط سنگها و احتمال وقوع روانگرایی خاک در بستر و مجاور سازه‌ها از طریق مطالعه سوابق تاریخی منطقه و ظواهر و شواهد محلی
۴۵	۴- نتیجه‌گیری و پیشنهاد
۴۵	۱-۴ مقایسه لرزه زمینساختی و لرزه‌خیزی ساختگاهها
۴۵	۲-۴ مقایسه مخاطرات زمین شناختی و زلزله به منظور حصول اطمینان از کفایت مطالعات انجام شده در این مرحله
۴۵	۳-۴ پیشنهادها

## فصل اول

فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک

«مرحله شناسایی»

پیشرفت در علوم و تکنولوژی به ویژه در ابزار دقیق رفتارسنجیها و آزمایشها و همچنین بسط و ژرفنگری مطالعات مربوط به شناخت زمین و مصالح سنگی و خاکی در دهه اخیر سبب گردیده است که مسائل مهندسی با دقت بیشتری مورد ملاحظه قرار گیرد و از ناشناختیهای فراوان مربوط به زمین، مصالح خاکی و سنگی و پی‌سازی به نحو چشمگیری کاسته شود. در این راستا تحقیقات مهندسی ژئوتکنیک در سطح جهانی سمت و سوی بنیادی به خود گرفته است و با بهره‌گیری از ماشینهای حسابگر و نرم افزارهای متفاوت و همچنین مدل‌های رفتاری مختلف خاک و سنگ، جهشی نوین در حل بسیاری از مسائل پیچیده مهندسی ژئوتکنیک حاصل گشته که همچنان در راستای تکامل ویژگیهای آن پیش می‌رود. بدیهی است در مقاطع مختلف شناخت بشر از شرایط محیطی خود، تجدید نظرهایی در نوع و کیفیت مطالعات الزامی خواهد بود.

این کمیته براساس استانداردهای مطالعاتی بین‌المللی مناسب دانست که حجم مطالعات و بررسیهای ژئوتکنیکی<sup>۱</sup> در مرحله شناسایی نسبت به تعاریف و هدفهای گذشته تغییر یابد و به نحوی با مسائل مربوط برخورد شود که در همان ابتدای بررسیها بسیاری از مسائل روشن شود و شناخت زمین جنبه منطقی به خود گیرد و مقایسه‌ها، معنا و مفهوم صحیح علمی - مهندسی داشته و از استواری بیشتری برخوردار گردد.

در برنامه‌ریزی مطالعات در مراحل مختلف، چنین پیش‌بینی شده است که در پایان مرحله شناسایی کلیات طرح روشن شود، پارامترها و ویژگیهای مطالعات آتی پی‌سازی معین گردد و در قالب یک مجموعه، طرح مفهومی روشنی

ارائه شود. در پی این بررسیها، مطالعات مرحله توجیهی از چنان کیفیت، کمیت و کفایتی برخوردار می‌گردد که ضمن روشن شدن اجزای اولیه طرح، امکان بررسی اطمینانبخش و روشن‌گزینه‌های مختلف فراهم و گزینه برتر برای تهیه جزییات و طرح تفصیلی و اسناد مناقصه انتخاب گردد. این مطلب بدان جهت توصیه گردیده است که اساساً مطالعات طراحی تفصیلی باید دربرگیرنده جزییات اجرایی یک طرح مشخص بوده و به دقت مطالعه شده باشد.

در مطالعات مرحله شناسایی، عموماً گزینه‌ها و محل‌های مختلف به وسیله مهندس مشاور مادر مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و نقاط قوت و ضعف آنها تعیین می‌شوند. شناخت اصولی زمین، تصویر مناسبی برای ادامه مطالعات در مرحله توجیهی به دست می‌دهد. چندی و چونی کارها تا حد شناسایی مشخص می‌شود و مقایسه فنی - اقتصادی گزینه‌ها و محل‌های بالقوه پروژه (ساختگاهها) از دقت لازم برخوردار خواهد شد.

---

۱- بررسیهای ژئوتکنیکی شامل مطالعات: زمین‌شناسی، زمین‌شناسی مهندسی، مکانیک خاک، مکانیک سنگ، ژئوفیزیک کاربردی، لرزه‌شناسی و مهندسی زمینلرزه و مهندسی پی، است.

چون انتخاب گزینه‌های مناسب برای ساختگاهها، به ویژگیهای توپوگرافی، زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی بستگی دارد؛ لذا در مطالعات مرحله شناسایی در گام ابتدایی، به بررسی کلیه گزینه‌های ممکن می‌پردازد و با جمع‌آوری اطلاعات و مدارک و بررسی آنها پس از بازدیدهای لازم صحرایی به وسیله کارشناسان خبره مشاور مادر با تخصص زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک، به تجزیه و تحلیل دانسته‌ها و داده‌های طرح به ویژه عوامل نامطلوب زمین پرداخته و گزینه‌هایی را برای بررسی دقیقتر انتخاب می‌نماید (سرفصلهای ۱ تا ۵). برنامه مطالعات بیشتر برای گزینه‌های مناسب در گزارش اولیه شناسایی که در این مقطع عرضه می‌شود ارائه شده و کارفرما را از ادامه یا توقف مطالعات آگاه می‌سازد (سرفصلهای ۶ و ۷). بنابراین در این مرحله ژرفا، ویژگیها و شرایط لایه‌های خاک و سنگ زیر پی، خصوصیات منابع قرضه و مصالح ساختمانی تخمین زده می‌شود تا بر مبنای هدف و استراتژی تعیین شده در برنامه‌ریزی اولیه، این بخش از کاوشهای زیرسطحی صورت گیرد.

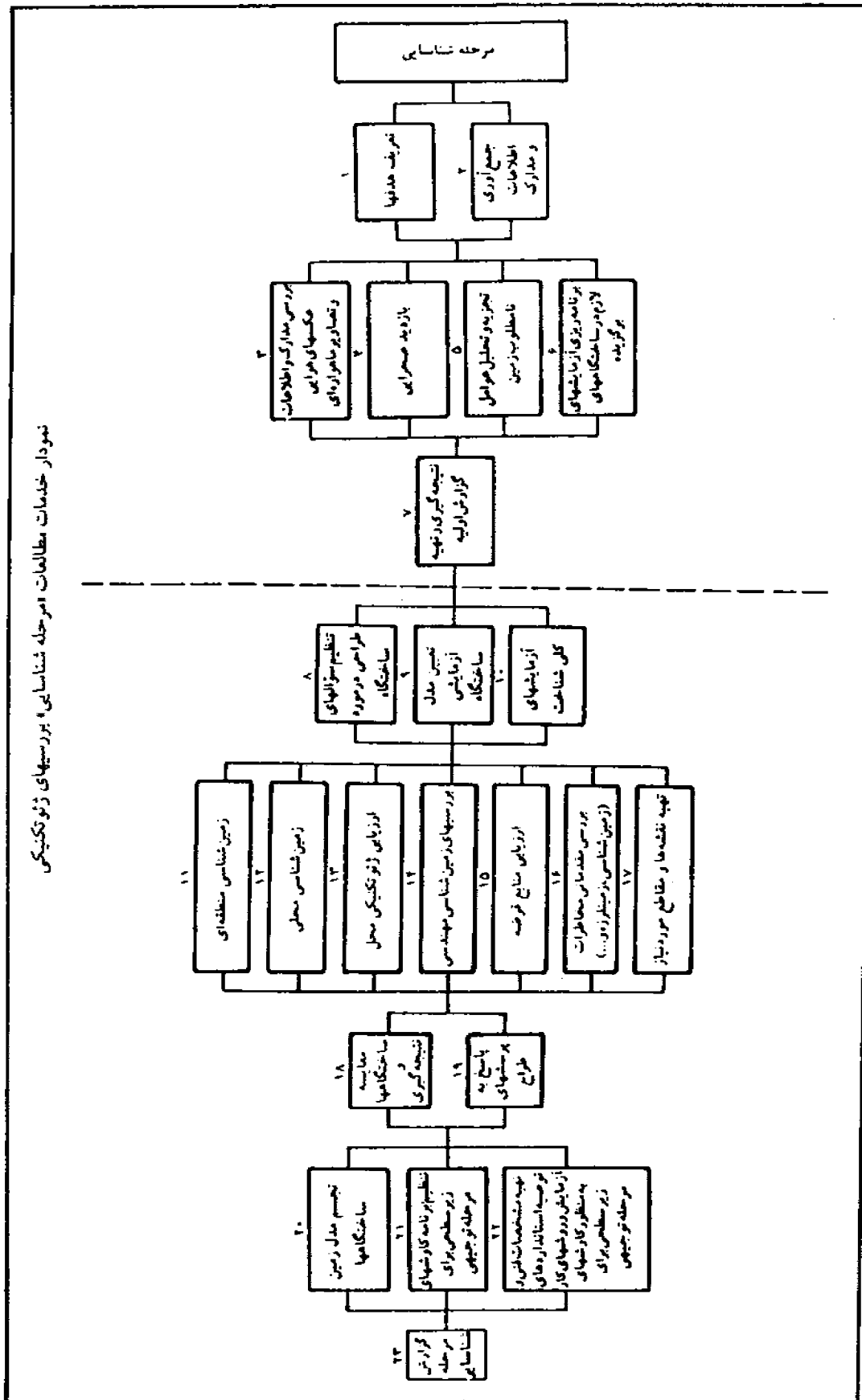
در این استاندارد فهرست خدمات مهندسی مشاور مادر در بررسیهای ژئوتکنیکی مرحله شناسایی تدوین شده است. با الهام از نحوه برخورد به مسائل ژئوتکنیکی در سطح بین‌المللی، سعی گردیده است که پارامترهای مورد نیاز مهندس طراح به صورت کلی مدنظر قرار گیرد. یادآور می‌شود که بررسیهای ژئوتکنیکی اساس کارهای مطالعاتی و طراحی پروژه‌های بزرگ و چند منظوره به شمار می‌رود. هرچه در مرحله شناسایی شکافتن پارامترهای اساسی ژئوتکنیکی بیشتر مورد توجه قرار گیرد، درک و تفسیر مناسبتری از مدل زمین ساختگاه حاصل خواهد شد. بر اساس چنین ادراکی تا سرحد امکان به نقاط ضعف زمین‌شناسی و مهندسی، پی برده می‌شود و مقایسه ساختگاه از جامعیت مناسبتر و بهتری برخوردار خواهد شد.

به منظور روشن کردن برخی از سرفصلهای خدمات، حسب مورد جزئیات آنها به صورت پیوست تهیه و به این مجموعه افزوده می‌گردد.

شایان 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 می‌نماید.

نمودار خدمات مطالعات امرحله شناسایی؛ بررسیهای ژئوتکنیکی





تعریف هدفها	۱-۱
اهداف و نیازها (با توجه به طرح جامع)	۱-۱
هدف از اجرای طرح و منظوره‌های آن	۲-۱
استراتژی مطالعات	۳-۱
<b>جمع‌آوری اطلاعات و مدارک</b>	<b>۲-۲</b>
گردآوری کلیه دانسته‌ها، گزارشها، اسناد و مدارک موجود	۱-۲
گردآوری کلیه نقشه‌های موردنیاز	۲-۲
گردآوری عکسهای هوایی	۳-۲
گردآوری تصاویر ماهواره‌ای (در صورت موجود بودن)	۴-۲
<b>بررسی اطلاعات و مدارک، عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره‌ای</b>	<b>۳-۳</b>
بررسی امکان بهره‌گیری از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی با توجه به اهداف پروژه	۱-۳
بررسی خطای احتمالی اطلاعات، آمار و نتایج اخذ شده با توجه به اهداف پروژه	۲-۳
بررسی عکسها و تصاویر ماهواره‌ای (در صورت نیاز) در ارتباط با شرایط محلی و مخاطرات زمین‌شناسی	۳-۳
تشریح گزینه‌های ممکن با توجه به دانسته‌های فوق‌الذکر	۴-۳
بررسی اولیه پتانسیل محل سازه‌ها با توجه به نقشه‌های توپوگرافی و عکسهای هوایی	۵-۳
بررسی کلیه محلهای ممکن در گزینه‌ها به منظور برنامه‌ریزی جامع بازدیدهای صحرائی	۶-۳
<b>بازدید صحرائی</b>	<b>۴-۴</b>
بازدید محلهای ممکن سازه‌ها در گزینه‌های مورد مطالعه	۱-۴ <sup>۱</sup> **
ارزیابی اولیه خصوصیات هندسی لایه‌ها و طبقات (همراه با عکسبرداری معمولی از محلهای مورد نظر)	۲-۴ **
ارزیابی اولیه عوامل مختلف زمین‌شناسی محل سازه‌ها و گزینه‌ها (همراه با عکسبرداری معمولی از محلهای مورد نظر)	۳-۴ **
ارزیابی اولیه پدیده‌های مخاطره آمیز محل سازه‌ها و گزینه‌ها (همراه با عکسبرداری معمولی از محلهای مورد نظر)	۴-۴ **
ارزیابی اولیه خصوصیات مهندسی زمین محل سازه‌ها در گزینه‌های مختلف	۵-۴ **

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

## ۵- تحلیل عوامل نامطلوب زمین

مقایسه نتایج مطالعات دفتری و نتایج بازدیدهای صحرایی	۱-۵	**
تحلیل نتایج حاصل از مقایسه محل سازه‌ها	۲-۵	**
تحلیل نتایج حاصل از مقایسه گزینه‌ها	۳-۵	**
تحلیل عوامل نامطلوب در پایداری محل و عملکرد سازه‌ها	۴-۵	**
تحلیل اثر عوامل محیطی (زلزله و سیلاب) در خصوصیات ژئوتکنیکی محل سازه‌ها	۵-۵	
تعیین معایب و محاسن گزینه‌ها و محل سازه‌ها	۶-۵	

## ۶- برنامه‌ریزی آزمایشهای لازم در ساختگاههای برگزیده

تعیین محدوده شناسایی محل سازه‌ها با توجه به :	۱-۶	
اهمیت سازه‌ها و ابعاد آنها	۱-۱-۶	
کمیت‌های اکتشافی موردنیاز در ارتباط با گزینه‌های مختلف (درحد مطالعات مرحله شناسایی <sup>۱</sup> )	۲-۱-۶	
شرایط زمین زیرپای و نحوه بهسازی آن	۳-۱-۶	**
تنوع ساختگاهها و انواع سازه و عملکرد مکانیکی آنها	۴-۱-۶	
انتخاب روشهای بررسی در پروژه‌های مهم از قبیل :	۲-۶	**
حفر چاهکها و خندقها همراه با نمونه برداریهای لازم	۱-۲-۶	**
پی جوئیهای ژئوفیزیکی	۲-۲-۶	**
گمانه زنی و نمونه برداری	۳-۲-۶	**
نوع و مقدار آزمایشهای صحرایی	۴-۲-۶	**
تعیین چندی و چونی چاهکها و خندقها برای شناخت :	۳-۶	**
لایه‌های خاک (طبقه بندی، نوع، دانه بندی، تراکم، دانسیته، رطوبت نسبی، ترکیب شیمیایی، خواص فیزیکی و مکانیکی) و ستبرای روبرار <sup>۲</sup>	۱-۳-۶	
قرارگیری و گستره نقاط ضعف توده سنگها (طبقه بندی، نوع، میزان هوازدگی، میزان دگرسانی و مواد پرکننده درزه‌ها و پرکننده‌های گسستگیها)	۲-۳-۶	

1- Reconnaissance

2- Overburden



پی جویبه‌های ژئوفیزیکی <sup>۱</sup> برای :	۴-۶
شناخت کلی لایه‌های محل سازه‌ها	۱-۴-۶
تعیین لایه‌بندی و شیب طبقات (در حد امکان)	۲-۴-۶ **
تعیین تراز سنگ کف و سطح ایستابی	۳-۴-۶ **
تعیین ضرایب دینامیکی سنگها و طبقات تحت بررسی	۴-۴-۶ **
<b>تعیین چندی و چونی گمانه‌های اکتشافی برای شناخت :</b>	<b>۵-۶ **</b>
وضعیت طبقات زیر سطحی (مغزه‌گیری پیوسته، نمونه برداری، انجام آزمایشهای فیزیکی و مکانیکی)	۱-۵-۶ **
سطح ایستابی و کیفیت آب زیرزمینی	۲-۵-۶ **
<b>تعیین چندی و چونی آزمایشهای صحرایی به منظور شناخت :</b>	<b>۶-۶ **</b>
خصوصیات آگذری طبقات (لوژن، لوفران و...)	۱-۶-۶ **
نشانه‌های مقاومت به نفوذ ( SPT , CPT )	۲-۶-۶ **
نشانه مقاومتها (بار نقطه ای PLT)	۳-۶-۶ **
سایر خصوصیات نظیر : دانسیته محلی، رطوبت نسبی، دانه بندی، طبقه‌بندی نظری، مقدار PH و هدایت الکتریکی ( EC ) آب	۴-۶-۶ **
<b>تعیین چندی و چونی آزمایشهای آزمایشگاهی در پروژه‌های مهم به منظور شناخت :</b>	<b>۷-۶ **</b>
خصوصیات فیزیکی روی نمونه‌های خاکی دستخوردده و دست نخورده (تراوایی، رطوبت نسبی، دانسیته، وزن مخصوص، پوکی، (تخلخل)، دانه بندی، حدود اتربرگ، تراکم)	۱-۷-۶ **
خصوصیات مکانیکی نمونه‌های خاکی دستخوردده و دست نخورده (مقاومت فشاری تک محوری، مقاومت برشی مستقیم، مقاومت فشاری سه محوری، درصد معرف بودن خاکها)	۲-۷-۶ **
خصوصیات فیزیکی روی نمونه‌های سنگی (تراوایی، جذب آب، وزن مخصوص، پوکی (تخلخل)، سایش، دانسیته و مقاومت به وارفتگی)	۳-۷-۶ **
خصوصیات مکانیکی نمونه‌های سنگی سالم و ترکدار (مقاومت فشاری تک محوری، مقاومت نقطه‌ای، مقاومت کششی)	۴-۷-۶ **
حساسیت مقاومت نمونه‌های سنگی نسبت به آب (نسبت بین مقاومت سنگ در حالت خشک و در حالت تر).	۵-۷-۶ **

<b>نتیجه‌گیری و تهیه گزارش اولیه</b>	<b>۷-۱</b>
مقایسه کلیه نتایج تحلیل شده	۱-۷
نتیجه‌گیری از تحلیل اطلاعات و داده‌ها و بررسیهای دفتری و صحرایی	۲-۷
توصیه‌ها و تنظیم برنامه مطالعات مرحله شناسایی	۳-۷
توصیه به منظور تهیه نقشه‌ها و عکسهای موردنیاز مطالعات مرحله شناسایی	۴-۷
<b>تهیه گزارش مقطعی برای طراح</b>	<b>۷-۵</b>
پیشگفتار	۱-۵-۷
بخش اول: بررسی دانسته‌ها، آمار و نقشه‌های در دسترس	۲-۵-۷
<b>بخش دوم: بررسیهای صحرایی شامل:</b>	<b>۷-۵-۳</b>
بازدید ایستگاههای هیدروکلیماتولوژی منطقه و بررسیهای اولیه آمار مربوط	۱-۳-۵-۷
زمین‌شناسی و بررسی عوامل مخاطره‌آمیز	۲-۳-۵-۷
منابع قرضه و مصالح	۳-۳-۵-۷ **
راههای دستیابی	۴-۳-۵-۷
<b>بخش سوم: مقایسه اولیه محل سازه‌ها از نظر فنی و اقتصادی</b>	<b>۷-۵-۴</b>
<b>بخش چهارم: پیشنهاد و ارائه برنامه ادامه مطالعات</b>	<b>۷-۵-۵</b>
<b>بخش پنجم: پیوستها شامل:</b>	<b>۷-۵-۶</b>
جداول و نمودارهای مربوط به هر یک از بخشها	۱-۶-۵-۷
نقشه‌ها	۲-۶-۵-۷
شکلها، عکسها و...	۳-۶-۵-۷
<b>تنظیم سؤالیهای طراحی در مورد ساختگاه</b>	<b>۸-۱</b>
چگونگی تشکیل منطقه از دیدگاه زمین‌شناسی مهندسی	۱-۸
فراوانی و توزیع مناطق ضعیف در ارتباط با پایداری سازه‌ها	۲-۸
گسترش و محدوده مناطق مربوط به عوامل مخاطره‌آمیز برای سازه‌ها	۳-۸

درجه پایداری و ایستابودن زمین محل سازه‌ها	۴-۸
موقعیت هندسی و توپوگرافی ساختگاهها	۵-۸
چگونگی عملکرد واکنشهای محیطی بر سازه‌های هر ساختگاه	۶-۸
خصوصیات عمومی ژئومکانیکی محل سازه‌ها	۷-۸
اولویت ساختگاهها	۸-۸
<b>۹- تعیین مدل آزمایشی ساختگاه</b>	<b>-۹</b>
ترسیم بلوک دیاگرام به منظور:	-
نمایش نقاط ضعف و عوامل مسأله زا	۱-۹
تعیین نوع کاوشهای زیرسطحی	۲-۹
تعیین مقدار کاوشهای گمانه زنی و آزمایشهای داخل گمانه	۳-۹
تعیین مقادیر، محلها و جهت‌های دالانها، میله‌ها، خندقها و چاهکهای آزمایشی و همچنین	۴-۹
آزمایشهای موردنیاز	
تعیین کمیت، نوع و چگونگی آزمایشهای ژئوفیزیکی مورد نیاز	۵-۹
تعیین آزمایشهای کیفی آب و سایر عوامل شیمیایی	۶-۹
<b>۱۰- آزمایشهای کلی شناخت</b>	<b>-۱۰</b>
نظارت بر عملیات حفاری چاهکها، خندقها و گمانه‌ها	۱-۱۰
نظارت بر پی‌جوییهای ژئوفیزیکی	۲-۱۰
نظارت بر چگونگی نمونه برداریها و انتخاب مصالح معرف زمین تحت بررسی	۳-۱۰
نظارت بر انجام آزمایشهای صحرایی	۴-۱۰
تهیه نمودارهای زمین‌شناسی	۵-۱۰ **
تهیه پروفیلها و نقشه‌های ژئوفیزیکی	۶-۱۰ **
تحلیل آزمایشهای صحرایی با توجه به نتایج ژئوفیزیکی	۷-۱۰ **
تحلیل آزمایشهای آزمایشگاهی	۸-۱۰ **
تهیه نمودارهای ژئوتکنیکی	۹-۱۰ **
تلفیق کلیه نتایج به‌دست آمده از کاوشهای زیرسطحی با برداشتهای زمین‌شناسی سطحی	۱۰-۱۰

زمین‌شناسی منطقه‌ای (در محدوده موثر <sup>۱</sup> ):	۱۱-
زمین ریخت‌شناسی (ژئومرفولوژی):	۱-۱۱
بررسی شرایط جغرافیایی و توپوگرافی منطقه شامل: موقعیت منطقه در چرخه مرفولوژیک، حوضه‌های آبریز، سیستم آبراهه‌ها، ارتفاعات، تپه ماهورها، دشتهای و نواحی پست و شرایط اقلیمی	۱-۱-۱۱
بررسی خصوصیات فیزیکی و مشخصه‌های ساخت بافتی <sup>۲</sup> واحدهای سنگی و نهشته‌ها	۲-۱-۱۱
بررسی نحوه تجزیه و تخریب واحدهای سنگی (هوازدگی و دگرسانی)	۳-۱-۱۱
بررسی نحوه فرسایش منطقه، رسوبخیزی، حمل مواد و رسوبگذاری	۴-۱-۱۱
چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی	۲-۱۱
بررسی سن نسبی سازندهای مختلف	۱-۲-۱۱
بررسی لیتولوژیکی سازندهای مختلف	۲-۲-۱۱
بررسی توالی و همبری، ستبرای و گسترش سازندهای مختلف	۳-۲-۱۱
تکتونیک و زمین‌شناسی ساختاری	۳-۱۱
بررسی فازهای کوهزایی و تأثیرات آنها در منطقه	۱-۳-۱۱
بررسی مشخصات چین خوردگیها و سایر پدیده‌های ساختاری زمین‌شناسی از قبیل: خطواره‌ها، گسله‌ها و تاب خوردگیها	۲-۳-۱۱
بررسی مشخصات مربوط به سن نسبی، درازا، سازوکار (مکانیزم) و توان لرزه‌زایی گسله‌های عمده	۳-۳-۱۱
بررسی منشاء پیشرویها و پسرویهای مهم	۴-۳-۱۱
بررسی مشخصات فیزیکی با در نظر گرفتن: ابعاد، گسترش، جابه‌جاییها در واحدها و نواحی تکتونیک	۵-۳-۱۱
بررسی خصوصیات مکانیکی واحدها و نواحی تکتونیک	۶-۳-۱۱
بررسی لرزه‌خیزی منطقه و مهندسی زمینلرزه	۷-۳-۱۱
بررسی سوابق لرزه‌خیزی منطقه	۱-۷-۳-۱۱
- گردآوری اطلاعات و سوابق لرزه‌خیزی منطقه در محدوده‌های تا شعاع ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلومتر بر حسب اهمیت پروژه	

۱- محدوده موثر به اهمیت و گستردگی طرح بستگی دارد که در ضوابط مطالعاتی این ابعاد تعریف خواهند شد.

- بررسی اولیه مشخصه‌های زمینلرزه‌های تاریخی (قبل از سده بیستم) شامل: تاریخ رویداد، گسترش ویرانی و برآورد شدت آنها
  - بررسی اولیه مشخصه‌های زمینلرزه‌های ثبت شده دستگاهی در سده بیستم شامل: زمان رویداد، مختصات کانونی، ژرفا، بزرگی و میزان خطای هر یک
  - ۲-۷-۳-۱۱ ارزیابی بیشینه شدت زمینلرزه‌ها و روابط کاهش شدت زمینلرزه بر حسب فاصله
  - ۳-۷-۳-۱۱ ارزیابی لرزه زمین ساختی منطقه و تحلیل روابط لرزه - زمین ساخت و سازوکار (مکانیزم)، توان لرزه‌زایی و فاصله هر یک از گسله‌های فعال تا ساختگاه
  - ۴-۷-۳-۱۱ بررسی اولیه و شناخت منشاءهای لرزه‌زایی
  - گزینش رابطه فراوانی و شدت منشاءهای لرزه‌زا و دوره بازگشت هر یک از آنها
  - برآورد بزرگترین زمینلرزه‌های محتمل و ارزیابی بیشینه شتاب حرکت زمین در مناطق مورد نظر
  - ۵-۷-۳-۱۱ جمع‌بندی نتایج و ارائه توصیه‌ها
- ۴-۱۱ هیدروژئولوژی**
- ۱-۴-۱۱ بررسی کلی ویژگی‌های هیدروژئولوژیکی توده‌های سنگی و لایه‌های مختلف
  - ۲-۴-۱۱ بررسی کلی امکان وجود سفره آب آزاد، تحت فشار و معلق در:
  - ۱-۲-۴-۱۱ سازندهای سخت
  - ۲-۲-۴-۱۱ رسوبات آبرفتی
  - ۳-۴-۱۱ بررسی مشخصات نقاط ظهور آب: چاهها، قنوات، چشمه‌ها و میزان آبدهی آنها
  - ۴-۴-۱۱ بررسی مشخصات چندی و چونی منابع آب
  - ۵-۱۱ شناسایی پدیده‌های مخاطره انگیز زمین‌شناسی منطقه
  - ۶-۱۱ زمین‌شناسی تاریخی<sup>۱</sup>
  - ۱-۶-۱۱ بررسی تحولات مختلف زمین با توجه به پدیده‌های گوناگون و تأثیرات آنها بر سازه مورد نظر
  - ۲-۶-۱۱ شناخت تحولات در ابعاد زمانی - مکانی با توجه به اطلاعات
  - چینه‌شناسی، دیرینه‌شناسی، کرنولوژی، شرایط محیطی، پالئوکلیماتولوژی، پالئومغناطیسی و دوره‌های یخچالی و غیره و تأثیرات احتمالی آنها بر سازه

---

۱- منظور از مطالعات زمین‌شناسی تاریخی، تشریح خلاصه‌ای از تحولات مختلف زمین در زمانهای مختلف و برداشتهای کاربردی از مطالعات مربوط، به منظور مقایسه ساختگاههای انتخابی است.

- ۳-۶-۱۱ تشریح فرآیندها و نیروهای تغییر دهنده چهره زمین از بدو تشکیل تا کنون
- ۴-۶-۱۱ بررسیهای زمین شناسی فیزیکی با توجه به تحولات مذکور
- ۵-۶-۱۱ بررسی تأثیرات احتمالی پدیده‌های حاصل از تحولات بر سازه موردنظر با توجه به رخساره‌ها، ساختارها، ساخت بافتی نهشته‌ها و سنگها، گسستگیها، نبودها و دگرشیبیها، پیشرویها و پسرویها و تأثیرات موجودات زنده

## ۱۲- زمین شناسی محلی<sup>۱</sup> (سد، مخزن، مسیر انتقال و...)

### ۱-۱۲ زمین شناسی محل سد

- ۱-۱-۱۲ زمین ریخت شناسی (ژئومرفولوژی)
- ۱-۱-۱-۱۲ مشخصات هندسی تنگه محل سد شامل: امتداد، طول، پهنای دره، ارتفاع و شیب کف بستر، تقارن دره، شیب توپوگرافی دامنه‌ها
- ۲-۱-۱-۱۲ مشخصات کلی پادگانه‌ها
- ۳-۱-۱-۱۲ مشخصات کلی واریزه‌ها از قبیل: آبرفت‌های دامنه‌ای<sup>۲</sup>، مخروط افکنه‌ها و...
- ۴-۱-۱-۱۲ بررسی مشخصات: پرتگاهها، سنگ ریزشها، زمینلغزه‌ها، دره‌ها، شکافها و غارهای عمده
- ۵-۱-۱-۱۲ بررسی نقش عوامل موثر در ریخت شناسی (مرفولوژی) تنگه از قبیل: تخریب، فرسایش، تکتونیک و خصوصیات فیزیکی توده‌های سنگی

### ۲-۱-۱۲ لیتولوژی

- ۱-۲-۱-۱۲ \*\* تشریح نظری ویژگیهای لیتولوژیکی واحدهای سنگی و لایه‌های مختلف
- ۲-۲-۱-۱۲ \*\* تشریح توالی لایه‌ها و واحدهای سنگی و اندازه گیری شیب و امتداد آنها
- ۳-۲-۱-۱۲ \*\* بررسی کلی پتانسیل انحلال پذیری و دگرسانی<sup>۳</sup> واحدهای سنگی و لایه‌های مختلف

### ۳-۱-۱۲ زمینساخت

- ۱-۳-۱-۱۲ بررسی ساختمانهای عمده زمین شناسی در محدوده سد و تاسیسات وابسته
- ۲-۳-۱-۱۲ برداشت ویژگیهای گسله‌های موجود از قبیل: شیب، راستا و درازا

۱- منظور از زمین شناسی محلی در مناطق خاص، نظیر: محل سد، مخزن، مسیر انتقال و... عمدتاً نگرش به پارامترهای مهندسی زمین است که در شمار کارهای زمین شناسی مهندسی محسوب می‌گردد.

2- Slope wash

3- Alteration

۱۲-۱-۳-۳ بررسی نوع حرکت نسبی گسله‌ها

۱۲-۱-۳-۴ تشریح سیستم درزه‌ها، شکستگیها و شکافها و تعیین جهت نیروها

۱۲-۱-۳-۵ بررسی آثار ناشی از گسله‌ها و سایر گسستگیها

۱۲-۱-۳-۶ ارزیابی گسله‌های فعال براساس اطلاعات موجود

۱۲-۱-۴ هیدروژئولوژی

۱۲-۱-۴-۱ بررسی اولیه ویژگیهای آبگذری واحدهای سنگی و لایه‌های آبرفتی (تنگه محدوده سد)

۱۲-۱-۴-۲ بررسی نوع چشمه‌های موجود در پایین دست و بالادست محل طرح و برآورد آبدهی آنها

۱۲-۱-۴-۳ بررسی کیفیت شیمیایی آب چشمه‌ها و رودخانه‌ها

۱۲-۲ زمین‌شناسی مخزن

۱۲-۲-۱ زمین ریخت‌شناسی (ژئومرفولوژی)

۱۲-۲-۱-۱ زمین ریخت‌شناسی محدوده مخزن و عوامل موثر در آن نظیر: زمینساخت، خواص فیزیکی، شیمیایی

واحدهای سنگی و...

۱۲-۲-۱-۲ مشخصات هندسی پادگانه‌ها، واریزه‌ها، پرتگاهها، سنگ ریزشها، زمینلغزه‌ها، دره‌ها، مسیلها و

محدودیت‌های ارتفاعی نسبت به دره‌های مجاور

۱۲-۲-۱-۳ بررسی تأثیرات عوامل فرسایش در سازندهای محدوده مخزن

۱۲-۲-۲ لیتو-استراتیگرافی

۱۲-۲-۲-۱ تشریح نظری ویژگیهای لیتولوژیکی سنگها، نهشته‌ها و واحدهای مربوط

۱۲-۲-۲-۲ بررسی توالی لایه‌ها و واحدهای سنگی و همبری آنها و تخمین ستبراهای مربوط

۱۲-۲-۲-۳ بررسی کلی خواص انحلال پذیری و دگرسانی توده‌های سنگی و لایه‌های مختلف

۱۲-۲-۳ زمینساخت

۱۲-۲-۳-۱ بررسی ساختمانهای عمده زمین‌شناسی در محدوده سد و مخزن و اندازه‌گیری شیب و امتداد آنها

۱۲-۲-۳-۲ برداشت ویژگیهای گسله‌ها از قبیل: شیب، راستا، درازا و بررسی تأثیرات مشاهده‌ای ناشی از آنها

۱۲-۲-۳-۳ برداشت و تحلیل سیستم گسستگیها (درزه‌ها، شکافها و گسله‌ها)

۱۲-۲-۳-۴ بررسی تأثیرات گسستگیهای موجود در ناپایداری بالقوه حاشیه مخزن

۱۲-۲-۳-۵ ارزیابی اولیه گسله‌های فعال براساس اطلاعات موجود

- ۴-۲-۱۲ هیدروژئولوژی
- ۱-۴-۲-۱۲ بررسی اولیه ویژگیهای آبگذری واحدهای سنگی
- ۲-۴-۲-۱۲ بررسی اولیه کلیه چشمه‌ها از نظر نوع و آبدهی آنها در محدوده مخزن و پایین دست
- ۳-۱۲ \*\* زمین‌شناسی مسیر انتقال و شبکه‌های آبیاری و زهکشی
- ۱-۳-۱۲ \*\* زمین ریخت‌شناسی
- ۱-۱-۳-۱۲ \*\* مشخصات هندسی پادگانه‌ها، واریزه‌ها، دره‌ها، مسیله‌ها، پرتگاهها، زمینلغزه‌ها و سنگ ریزشها
- ۲-۱-۳-۱۲ \*\* اثرات عوامل فرسایش در سازندهای مسیر انتقال
- ۲-۳-۱۲ \*\* لیتولوژی
- ۱-۲-۳-۱۲ \*\* تشریح نظری ویژگیهای لیتولوژی واحدهای سنگی و لایه‌های مختلف
- ۲-۲-۳-۱۲ \*\* بررسی توالی طبقات سنگی و اندازه‌گیری شیب و امتداد آنها
- ۳-۲-۳-۱۲ \*\* بررسی کلی خواص انحلال پذیری و دگرسانی واحدهای سنگی و لایه‌های مختلف
- ۳-۳-۱۲ \*\* زمینساخت
- ۱-۳-۳-۱۲ \*\* بررسی ساختمانهای عمده زمین‌شناسی در طول مسیر انتقال
- ۲-۳-۳-۱۲ \*\* برداشت ویژگیهای گسله‌های موجود از قبیل: شیب، راستا، درازا و بررسی تأثیرات عینی آنها
- ۳-۳-۳-۱۲ \*\* برداشت و تحلیل سیستم گسستگیها و بررسی تأثیرات ناشی از آنها در مورد سازه‌های مهم از قبیل: تونلها، ایستگاههای پمپاژ و مخازن بزرگ
- ۴-۳-۱۲ \*\* هیدروژئولوژی
- ۱-۴-۳-۱۲ \*\* بررسی اولیه ویژگیهای آبگذری واحدهای سنگی
- ۲-۴-۳-۱۲ \*\* بررسی سطح آب زیرزمینی و کیفیت آب چشمه‌ها و آبراهه‌های واقع در مسیر انتقال
- ۳-۴-۳-۱۲ \*\* بررسی تأثیرات شیمیایی آب زیرزمینی در تونلها، لوله‌ها و سایر سازه‌های مسیر انتقال
- ۱۳- ارزیابی ژئوتکنیکی محل
- ۱-۱۳ طبقه‌بندی مقدماتی واحدهای سنگی و نهشته‌ها بر حسب خواص مکانیکی و فیزیکی در محل سازه‌ها
- ۲-۱۳ تخمین ستبرای واریزه‌ها، آبرفتها و دیگر نهشته‌های سست و ارزیابی گستره آنها در محل سد و سازه‌های آبی به ویژه در پی سدها



- ۳-۱۳ برآورد ضریب تراوایی با توجه به طبقه‌بندی خاکها (دانه‌بندی، حدود اتربرگ، دانسیته درجا و...) و همچنین سیستم درزه و شکاف سنگها به‌طور نظری و با توجه به آزمایشهای اولیه
- ۴-۱۳ بررسی مقدماتی کمی و کیفی ژئوتکنیکی سنگهای سالم و مناطق خرد شده در محل سازه‌ها
- ۵-۱۳ بررسی عمومی مسائل ژئوتکنیکی مسیر تونلها و خطوط انتقال به ویژه گسله‌های مهم و طبقات سست و آبدار به منظور برآورد آثار مالی مقابله با آنها در هزینه‌ها
- ۶-۱۳ برآورد مقدماتی پارامترهای ژئومکانیکی محل سازه‌ها از نظر امکان ساخت و عملکرد اطمینانبخش آنها براساس تجارب حاصل از سازه‌های پروژه‌های مشابه
- ۷-۱۳ تعیین پتانسیلهای مربوط به عوامل: تورم‌زا، انحلال‌پذیر، آب‌شستگی<sup>۱</sup>، زمینهای مستعد به پدیده رگاب<sup>۲</sup> در پی سدها، عوامل ریزشی و لغزشی و سایر عوامل مخاطره‌آمیز در محل سدها از دیدگاه ژئوتکنیکی
- ۸-۱۳ ارزیابی ژئوتکنیکی مخزن و محل سازه‌های آبی به لحاظ ایستایی درازمدت و یا پدیده‌های ناپایدارکننده و فرار احتمالی آب
- ۹-۱۳ ارزیابی اولیه روشهای ساخت، چونی، چندی و نوع بهسازی زمین محل سازه‌ها و محل‌های مخاطره‌آمیز موثر در پایداری سازه‌ها به منظور برآورد هزینه‌های عمومی آنها
- ۱۰-۱۳ طبقه‌بندی مقدماتی ویژگیهای ژئوتکنیکی ساختگاه‌ها (محل مخازن، سدها، سازه‌های آبی، تونلها، چاهها، میله‌ها، نیروگاهها و غیره)
- ۱۴- **بررسیهای زمین‌شناسی مهندسی**
- ۱-۱۴ **استراتژی بررسیهای زمین‌شناسی مهندسی**
- ۱-۱-۱۴ هدف و جنبه‌های اصلی شناخت زمین محل سازه‌ها
- ۲-۱-۱۴ روشهای بررسی با توجه به نتیجه گیریهای زمین‌شناسی محلی
- ۳-۱-۱۴ اثر سازه بر محیط (مقایسه اولیه)
- ۲-۱۴ **اثر توپوگرافی و دیگر عناصر اقلیمی در محدوده سازه**
- ۱-۲-۱۴ دامنه‌ها و پوشش (خاک، گیاه، واریزه‌ها و...)
- ۲-۲-۱۴ دره‌ها و عوامل فرسایش
- ۳-۲-۱۴ ناقربندی توپوگرافی محل سازه (ساختگاه) و اثر احتمالی آن بر پایداری
- ۴-۲-۱۴ بارش، دما، توفان و...

بررسی اولیه پارامترهای مهندسی محل سازه‌ها از دیدگاه ژئومکانیکی	۳-۱۴
بررسی اولیه نحوه ترمیم و بهسازی مناطق سست و آبگذر و شناخت چندی و چونی عملیات آبنندی	۴-۱۴
بررسی مقدماتی سازندهای مستعد به زوال پذیری، دگرسانی و هوازدگی در محل سدها و سازه‌های مهم آبی با انجام دادن آزمایشهای اولیه روی نمونه‌های معرف در مورد:	۵-۱۴
تجزیه پذیری <sup>۱</sup> و دگرسانی در صورت نیاز	۱-۵-۱۴
تخریب <sup>۲</sup> و زوال مواد <sup>۳</sup> در صورت نیاز	۲-۵-۱۴
بررسی اولیه اثر تغییرات ارتفاع آب در سازندهای محل سازه‌ها، به ویژه سدها و مخازن با توجه به:	۶-۱۴
کاهش ضرایب اطمینان (ایمنی)	۱-۶-۱۴
جریان آب و امکان انحلال، شستشو، فرسایش داخلی <sup>۴</sup> و رگاب	۲-۶-۱۴
افزایش تراز آب زیرزمینی در دامنه‌ها و مناطق پایین دست سدهای بزرگ و امکان ایجاد ناپایداری شیبهای متأثر از عامل مذکور	۳-۶-۱۴
نحوه مقابله با آن و توصیه تمهیدات ضروری	۴-۶-۱۴
بررسی مقدماتی پایداری شیبهای خاکی با توجه به:	۷-۱۴ **
طبقه‌بندی، دانه بندی و بافت خاک	۱-۷-۱۴ **
تراوایی ظاهری و موقعیت لایه‌های ناتراوا	۲-۷-۱۴ **
عوامل محیطی موثر بر پایداری موردنظر	۳-۷-۱۴ **
بررسی مقدماتی پایداری شیبهای سنگی با توجه به:	۸-۱۴
سیستم گسستگیها و تعیین سازوکارها (مکانیزمها)ی شکست و لغزش بالقوه	۱-۸-۱۴
بررسی و طبقه‌بندی اولیه گسستگیهای کششی، فشاری و برشی بر روی استریوگرامها	۲-۸-۱۴
اثر فشارهای هیدروستاتیکی در صفحات گسستگیها و گسله‌ها	۳-۸-۱۴
اثر زیرفشار در ایجاد ناپایداری سدهای بتنی (پی و تکیه‌گاه)	۴-۸-۱۴
برآورد مقدماتی زاویه اصطکاک داخلی گسستگیهای مهم با توجه به آبگذری و جنس مواد پرکننده	۵-۸-۱۴
طبقه‌بندی مقدماتی ژئومکانیکی دامنه‌های سنگی	۶-۸-۱۴

1- Decomposition

2- Desintegration

3- Deterioration

4- Internal erosion

۷-۸-۱۴ تحلیل‌های مقدماتی در مورد پایداری شیپها و دامنه‌های سنگی و خاکی و نتیجه‌گیری برای شناخت نوع و مقادیر عملیات بهسازی و برآورد اولیه هزینه‌های بهسازی

- ۱۵- ارزیابی منابع قرضه<sup>۱</sup>:**
- ۱-۱۵ \*\* برآورد اولیه نوع، کیفیت و حجم مصالح مورد نیاز (ریزدانه، درشت دانه و مصالح سنگی) برای سازه‌های مختلف در گزینه‌ها
- ۲-۱۵ \*\* بررسی‌های نظری ژئوتکنیکی منابع قرضه (ریزدانه، درشت دانه و مصالح سنگی) و تعیین محدوده آنها
- ۳-۱۵ \*\* انتخاب منابع قرضه مناسب و تعیین محل و مشخصات چاهکها، خندقها<sup>۲</sup> و سونداژها (دستی و مکانیکی در صورت لزوم)
- ۴-۱۵ \*\* حفر چاهکها، بریدگیها و سونداژها (در صورت لزوم) و نمونه برداریهای لازم از منابع قرضه (ریزدانه، درشت دانه و مصالح سنگی)
- ۵-۱۵ \*\* انجام دادن آزمایشهای آزمایشگاهی برای طبقه‌بندی اولیه منابع قرضه مختلف و مصالح سنگی و همچنین تعیین کیفیت آنها
- ۶-۱۵ \*\* تهیه مقاطع ژئوتکنیکی اولیه، با توجه به نتایج آزمایشها و بررسیهای ژئوفیزیکی انجام شده
- ۷-۱۵ \*\* برآورد حجم اولیه منابع قرضه (ریزدانه، درشت دانه و مصالح سنگی) در محدوده‌های مشخص شده
- ۸-۱۵ \*\* تعیین فاصله تقریبی هریک از منابع قرضه (ریزدانه، درشت دانه و مصالح سنگی) و نیز نزدیکترین کارخانه سیمان به محل سازه یا سازه‌ها و بررسی راههای دسترسی به هریک از آنها
- ۹-۱۵ برآورد تقریبی هزینه تمام شده هر مترمکعب از منابع قرضه (ریزدانه، درشت دانه و مصالح سنگی) به محل هریک از سازه‌ها و مقایسه هزینه‌ها برای گزینه‌های مختلف

**۱۶- بررسی مقدماتی مخاطرات (زمین‌شناسی، زمینلرزه و...)**

- ۱-۱۶ مخاطرات زمین‌شناسی<sup>۳</sup> از قبیل:**
- ۱-۱-۱۶ تأثیرات سوء فیزیکی گنبد‌های نمکی، طبقات گچی و انیدریتی و...
- ۲-۱-۱۶ آماس و تورم و برآمدگی<sup>۴</sup> تدریجی زمین محل سازه‌ها
- ۳-۱-۱۶ زمینلغزه‌ها، ریزش و سقوط سنگها، خزش و حرکت تدریجی زمین محل سازه‌ها

۱- در صورت نیاز به عملیات صحرائی و آزمایشگاهی ژئوتکنیکی، تهیه گزارش ژئوتکنیکی می‌تواند از طرف مشاور ژئوتکنیک انجام گیرد.

2- Trenches

3- Geological hazards

4- Upheaval

تحریک و تشدید پدیده‌های خطرزا با توجه به اثر آب حاصل از مخازن (به ویژه مخازن بزرگ)	۴-۱-۱۶
توان جابه‌جایی برخی از طبقات و یا قسمتهایی از محلهای مجاور به سازه‌ها در اثر پدیده‌های خطرآفرین	۵-۱-۱۶
آتشفشانها، گل فشانها، دمه فشانها <sup>۱</sup>	۶-۱-۱۶
اثر چشمه‌های معدنی به ویژه آبهای شور و گرمایی، آبهای تحت فشار و غیره	۷-۱-۱۶
تأثیرات سوء حاصل از کنشهای شیمیایی گنبدیهای نمکی، مواد گچی و سولفات‌ها در سنگهای مجاور به محل سازه‌ها و همچنین برخواص فیزیکی و مکانیکی مصالح سنگی (معادن سنگ)	۸-۱-۱۶
تأثیرات نشستهای زمین <sup>۲</sup>	۹-۱-۱۶

### مخاطرات حاصل از زمینلرزه<sup>۳</sup> مانند :

ناپایداری احتمالی دامنه‌ها، تکیه گاهها و پی سدهای بتنی به ویژه قوسی	۱-۲-۱۶	**
کاهش مقاومت پی‌های خاکی و امکان فرورفتن سازه در زمین	۲-۲-۱۶	**
پتانسیل روانگرایی در خاکهای بستر یا مجاور به سازه‌های مهم آبی	۳-۲-۱۶	**
تشدید جریان گِلها، خزشها، زمینلغزه‌ها، سقوط و ریزش سنگها	۴-۲-۱۶	**
تغییر مکانهای مهم و ایجاد برش و شکست در زمین محل سازه‌ها	۵-۲-۱۶	**
احتمال فعال شدن برخی صفحات شکست و گسله‌های محل سازه‌ها	۶-۲-۱۶	**

### عواقب حاصل از توفان و سیل مانند :

شستشو و حمل مواد در ابعاد مختلف، آب شستگیها و تخریب اطراف پی سازه‌ها	۱-۳-۱۶
تضعیف پایداری سازه، تخریب شیبهای حاشیه رودخانه	۲-۳-۱۶
افزایش شدید سطح آب زیرزمینی دامنه‌ها و امکان لغزش دامنه‌های خاکی و سنگی...	۳-۳-۱۶

مخاطرات ناشی از تغییرات شدید دما	۴-۱۶
مخاطرات حاصل از فعالیتهای انسانی	۵-۱۶
راههای پیشگیری از مخاطرات و ارائه توصیه‌های لازم	۶-۱۶

### تهیه نقشه‌ها و مقاطع مورد نیاز - ۱۷ \*\*

1- Steam spouts

2- Land withdrawals & subsidences

۳- نظر به لرزه‌خیز بودن کشور، مطالعه لرزه‌خیزی مقدماتی در این مرحله مطابق مفاد مندرج در پیوست شماره ۱، "بررسیهای زمینلرزه‌ای در مرحله شناسایی" ضروری است.

تهیه نقشه راهنمای محل طرح با مقیاس ۱:۱,۰۰۰,۰۰۰	۱۷-۱	**
نمایش موقعیت ناحیه روی نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲,۵۰۰,۰۰۰ و یا بزرگتر	۱۷-۲	**
نمایش موقعیت سازه‌ها روی نقشه توپوگرافی محدوده طرح با مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰	۱۷-۳	**
تلفیق نقشه زمین‌شناسی و تکتونیک با مقیاس ۱:۱,۰۰۰,۰۰۰ برای شعاع ۱۰۰ کیلومتر (سدهای کوچک <sup>۱</sup> و سازه‌های آبی وابسته)، شعاع ۲۰۰ کیلومتر (سدهای بزرگ) و مقیاس ۱:۵۰۰,۰۰۰ <sup>۲</sup>	۱۷-۴	**
تهیه نقشه کلی (زمین‌شناسی - ژئومرفولوژی) ناحیه با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ یا ۱:۵۰,۰۰۰	۱۷-۵	**
تهیه نقشه رسوب خیزی حوزه آبریز و طبقه بندی زمین از دیدگاه فرسایش پذیری با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ یا ۱:۵۰,۰۰۰	۱۷-۶	
تهیه مقاطع زمین‌شناسی معرف وضعیت ساختاری ناحیه با مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰	۱۷-۷	**
تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، زمین‌شناسی ساختاری و زمین ریخت‌شناسی (ژئومرفولوژی) از محدوده طرح با استفاده از اطلاعات زمین‌شناسی، برداشتها و کنترل‌های صحرایی و فتوژئولوژی بامقیاس ۱:۲۵۰۰۰ یا ۱:۲۰,۰۰۰ (با توجه به عکسهای هوایی و نقشه‌های توپوگرافی موجود)	۱۷-۸	
تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی محدوده مخزن سدهای مهم بامقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ و یا ۱:۱۰,۰۰۰	۱۷-۹	
تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی محدوده پروژه‌ها (سدها و سازه‌های روزمینی و زیرزمینی و غیره) با توجه به برداشتهای سطحی و نتایج ژئوفیزیکی و ارزیابیهای ژئوتکنیکی بامقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ یا ۱:۵۰۰۰ تقریبی <sup>۳</sup> با برداشت مقاطع در امتداد محورها با مقیاس ۱:۲۰۰۰ در صورت امکان	۱۷-۱۰	
تهیه مقاطع ژئوتکنیکی در راستای محورهای اصلی محل سازه‌های مهم با مقیاس ۱:۵۰۰۰ یا ۱:۲۰۰۰ براساس نتایج کاوشهای ژئوفیزیکی و حفاریهای انجام شده، برداشتهای صحرایی و نتایج آزمایشهای آزمایشگاهی با برداشتهای مقاطع در امتداد محورها	۱۷-۱۱	**
تهیه نمودارهای مختلف سیستم گسستگیها براساس برداشتهای صحرایی (عموماً استریوگرامها)	۱۷-۱۲	
تهیه نقشه‌های کلی هیدرژئولوژی از محدوده طرح با توجه به موقعیت چشمه‌ها، قنوات، چاههای آب	۱۷-۱۳	

۱- مطابق تعریف ICOLD سدهای کوچک عبارت است از: سدهایی با ارتفاع کمتر از ۱۵ متر و حجم مخزن مساوی یا کمتر از یک میلیون مترمکعب و همچنین سدهای با ارتفاع کمتر از ۱۲ متر ولی با طول تاج کمتر از یک کیلومتر و یا ظرفیت سرریز کمتر از  $\frac{m^3}{sec} 2500$

۲- در مورد سازه‌های بسیار حساس مانند نیروگاههای اتمی شعاع فوق تا ۳۰۰ کیلومتر هم توصیه می‌شود.

۳- در اینجا منظور از مقیاس نقشه توپوگرافی ۱:۲۰۰۰ تهیه نقشه‌های توپوگرافی تقریبی با خطای نقشه در حد مقیاس ۱:۵۰۰۰ است که به لحاظ امکانات و نیازها تامین می‌گردد. بدیهی است نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ توپوگرافی با دقت مطلوب، در مراحل بعدی مطالعات تهیه شده و نقشه‌های زمین‌شناسی و ساختمانی نیز با دقت مطالعات همان مرحله تهیه می‌شود.

با مقیاس ۱:۵۰,۰۰۰ یا ۱:۲۰,۰۰۰ با استفاده از اطلاعات موجود

تهیه دیاگرامهای کلی کیفیت آبهای منطقه طرح ۱۴-۱۷

## ۱۸- مقایسه ساختگاهها و نتیجه گیری

۱-۱۸ جمعبندی و بازنگری کلیه یافته‌ها و نتایج کاوشها و آزمایشها در زمینه‌های:

۱-۱-۱۸ زمین‌شناسی منطقه ای

۲-۱-۱۸ زمین‌شناسی محلی

۳-۱-۱۸ ارزیابیهای ژئوتکنیکی محل پروژه یا پروژه‌ها

۴-۱-۱۸ بررسیهای زمین‌شناسی مهندسی

۵-۱-۱۸ ارزیابی منابع قرضه

۶-۱-۱۸ بررسی مخاطرات زمین‌شناسی و زلزله و... به منظور حصول اطمینان از کفایت مطالعات انجام شده

در این مرحله از کارها

## ۲-۱۸ مقایسه ساختگاهها

۱-۲-۱۸ مقایسه عوامل ژئوتکنیکی مشکل آفرین در مورد ساختگاهها

۲-۲-۱۸ مقایسه نقاط ضعف ساختگاهها، همراه با روشهای بهسازی برای هریک از آن

۳-۲-۱۸ مقایسه عوامل مخاطره آمیز و ناپایداریهای احتمالی زمین ساختگاهها و پیرامون آنها

۴-۲-۱۸ مقایسه درجه ایستایی و پایداری زمین محل سازه‌ها با توجه به نوع و شکل سازه

۵-۲-۱۸ مقایسه لرزه خیزی زمین ساختگاهها

۶-۲-۱۸ مقایسه شرایط توپوگرافی و عوامل محیطی ساختگاهها در ارتباط با سازه

۷-۲-۱۸ \*\* مقایسه چندی و چونی مصالح ساختمانی و منابع قرضه و فاصله هریک از آنها نسبت به ساختگاه یا

ساختگاهها

۸-۲-۱۸ \*\* مقایسه عوامل مختلف پی‌سازی و نحوه تقویت آن در هر ساختگاه

۹-۲-۱۸ \*\* مقایسه نیازهای تکنولوژی، بهسازی و ایمن سازی

۱۰-۲-۱۸ مقایسه فنی گزینه‌ها

۱۱-۲-۱۸ مقایسه فنی - اقتصادی گزینه‌ها

## ۳-۱۸ نتیجه گیری و ارائه توصیه‌ها

- ۱-۳-۱۸ \*\* بررسی ضعفهای زمین‌شناسی - ژئوتکنیکی محل پروژه‌ها و نقاط ناشناخته آنها
- ۲-۳-۱۸ \*\* بررسی همه جانبه محدودیتهای محل طرح (امکانات محلی، مصالح، تکنولوژی زمین، آب، نیروی انسانی و...)
- ۳-۳-۱۸ بررسی نتایج مطالعات گزینه‌ها، و طبقه‌بندی آنها و تعیین اولویت گزینه‌ها بر حسب محاسن و معایب ساختگاهها
- ۴-۳-۱۸ نتیجه‌گیری در مورد مجموع مطالعات انجام یافته ژئوتکنیکی محل طرح و محل گزینه‌ها
- ۵-۳-۱۸ تدوین برنامه و چگونگی انجام مطالعات مرحله بعد و ارائه برنامه کاوشها و آزمایشهای موردنیاز
- ۶-۳-۱۸ توصیه تهیه نقشه‌ها و عکسهای موردنیاز با ذکر مقیاس و مشخصات آنها برای گزینه‌های منتخب
- ۷-۳-۱۸ ارائه توصیه‌های لازم به کارفرما در ارتباط با تهیه و تدارک آزمایشها و تجهیزات، انجام دادن اندازه‌گیریها، تملک زمینها، مشخص کردن حقاچه‌ها و... برای سهولت و افزایش دقت در مطالعات مرحله بعد

## ۱۹- پاسخ به پرسشهای طراح

- ۱-۱۹ اخذ پرسشهای طراح و تنظیم پاسخها
- ۲-۱۹ ارزیابی درجه کفایت پاسخهای ارائه شده در مورد شناخت زمین
- ۳-۱۹ ارزیابی درجه کفایت شناخت پارامترهای مهندسی - ژئوتکنیکی
- ۴-۱۹ ارزیابی درجه کفایت شناخت مسائل پی‌سازی در این مرحله از مطالعات
- ۵-۱۹ پاسخ به پرسشهای تکمیلی طراحی برپایه مدل زمین ترسیم شده قبلی با توجه به یافته‌های حاصل از بازنگریها
- ۶-۱۹ توصیه آزمایشهای موردنیاز، در صورت وجود ابهامات، به تفکیک محل سازه‌ها

## ۲۰- تجسم مدل زمین ساختگاهها

- ۱-۲۰ ترسیم و تشریح اولیه مدل زمین با توجه به مسائل مهندسی مانند :
- ۱-۱-۲۰ نقاط ضعف و عوامل مشکل آفرین از نظر فیزیکی - مکانیکی (نشست پذیری، آبگذری، انحلال، ناپایداری، گسله‌ها و مناطق خرد شده و...)
- ۲-۱-۲۰ رودخانه‌های مدفون احتمالی در مجاورت محل سد و مخزن
- ۳-۱-۲۰ سنگ کف در محل سازه‌ها (سنگ بستر و یا سنگ نفوذناپذیر در محل سدها)
- ۴-۱-۲۰ ساختار زمین از دیدگاه مهندسی
- ۵-۱-۲۰ سستی و سفتی، تغییر شکل پذیری زمین در پی سازه‌های بزرگ به ویژه سدها و همچنین امکان لغزش در بستر سازه‌ها
- ۶-۱-۲۰ ویژگیهای ژئوتکنیکی محل سازه‌ها از قبیل :

- ۱-۶-۱-۲۰ آبگذری طبقات مختلف در محل سد و مخزن
- ۲-۶-۱-۲۰ عملیات مهندسی برای آبنندی بستر سدها به ویژه در مناطق کارستی با توجه به گستره آن
- ۳-۶-۱-۲۰ گسترش و ستبرای مناطق هوازده، دگرسان و تخریب شده
- ۴-۶-۱-۲۰ فروریختگی سطح زمین اطراف محل سازه‌ها بر اثر پدیده فرونشست<sup>۱</sup>
- ۵-۶-۱-۲۰ سایر موارد
- ۲-۲۰ ترسیم و تشریح اولیه مدل زمین با توجه به مسائل زمین ساختاری مانند :**
- ۱-۲-۲۰ بلوکهای مختلف تکتونیکی از دیدگاه آبگذری
- ۲-۲-۲۰ بلوکهای مختلف تکتونیکی از دیدگاه باربری و تغییر مکانها
- ۳-۲-۲۰ گسله‌ها، خردشدگیها، مناطق برشی، همراه با تحلیل نتایج بر روی استریوگرامها و...
- ۴-۲-۲۰ گسترش و فراوانی درز و شکافها و روند عمومی آنها در ارتباط با سازوکار (مکانیزم) شکست حاکم بر منطقه و همچنین شناخت جهات تنشهای اصلی و زمین و تفکیک شکستگیهای برشی، فشاری، کششی در سازه‌های مهم و حساس به این قبیل گسستگیها
- ۵-۲-۲۰ حرکات احتمالی بلوکهای تکتونیکی، رمبندگی، فرونشست، آماس، بالآمدگی تدریجی زمین<sup>۲</sup> و سایر موارد مشابه و اثر آنها در ناپایداری سازه‌ها
- ۳-۲۰ ترسیم و تشریح اولیه مدل زمین از نظر تحولات زمین‌شناسی و فرآیندهای تکاملی آن مانند :**
- ۱-۳-۲۰ زمین ریخت‌شناسی (ژئومورفولوژی)
- ۲-۳-۲۰ رسوبگذاری و شرایط رسوب و تغییرات آن
- ۳-۳-۲۰ نتایج حاصل از عوامل تغییر دهنده با توجه به خواص فیزیکی و شیمیایی سنگها (فرسایش، حمل، رسوب، انحلال و...)
- ۴-۳-۲۰ زمین ساخت و تکتونیک
- ۲۱- تنظیم برنامه کاوشهای زیرسطحی برای مرحله توجیهی :**
- ۱-۲۱ اهداف کلی کاوشهای زیرسطحی به شرح زیر است :**
- ۱-۱-۲۱ شناسایی ویژگیهای خاکها و سنگها (طبقه‌بندی، ابعاد هندسی، نوع و...)
- ۲-۱-۲۱ شناسایی مشخصه‌های عمده زمین‌شناسی و ساختاری (شیب و امتداد لایه‌ها، گسستگیها، گسله‌های



مهم، لایه‌های ضعیف، رودخانه‌های مدفون، نواحی دگرسان و...)	
۳-۱-۲۱ شناسایی سنگ کف (ژرفا، نوع، میزان هوازدگی و دگرسانی، خواص مکانیکی و فیزیکی، درجه سلامت سنگ پی و...)	
۴-۱-۲۱ شناسایی خواص فیزیکی و مکانیکی سنگها و خاکها (تراوایی، وزن مخصوص، فرسایش پذیری، درجه خمیری، دوام، هوازدگی، دگرسانی، تجزیه پذیری، مقاومت‌های فشاری و برشی و کششی، زاویه اصطکاک داخلی، چسبندگی، مدول کشسانی، مدول برشی، ضریب پواسون، تنشهای طبیعی توده سنگها و...) و همچنین خواص شیمیایی آنها	
۵-۱-۲۱ شناسایی ویژگیهای آبخوانها (نوع، جهت جریان، ژرفا (سطح ایستایی و ستبرای آبخوان)، فشار آب آرتزین (در صورت وجود)، کیفیت آب، ترکیب شیمیایی آب، درجه آلودگی احتمالی و...)	
<b>۲-۲۱ تعیین محدوده کاوشها با توجه به :</b>	
اهمیت سازه‌ها و ابعاد آنها	۱-۲-۲۱
احجام عملیات اکتشافی مورد نیاز در ارتباط با گزینه‌های مختلف	۲-۲-۲۱
نوع پی و پیچیدگی زمین شناسی	۳-۲-۲۱
تنوع ساختگاهها و انواع سازه‌ها	۴-۲-۲۱
<b>۳-۲۱ انتخاب روشهای بررسی از قبیل :</b>	
حفر چاهکها و بریدگیها همراه با نمونه برداریهای لازم	۱-۳-۲۱
پی چوبیهای ژئوفیزیکی	۲-۳-۲۱
گمانه زنی و نمونه برداری	۳-۳-۲۱
حفر چاهها و دالانهای شناسایی	۴-۳-۲۱ **
آزمایشهای صحرایی	۵-۳-۲۱ **
<b>۴-۲۱ تعیین کمیت<sup>۱</sup> و موقعیت دهانه‌های<sup>۲</sup> اکتشافی (چاهکها، گمانه‌ها، بریدگیها و دالانها<sup>۳</sup>) به منظور :</b>	
شناخت مشخصه‌های عمده زمین شناسی و ساختاری (نوع و ابعاد طبقات و توده‌ها، شیب و امتداد لایه‌ها، گسستگیها، گسله‌های مهم، لایه‌های ضعیف، زونهای ضعیف و خرد شده، فضاها خالی،	۱-۴-۲۱ **

۱- ژرفا و دوری چاهکها و همچنین ابعاد، تعداد و ژرفای خندقها برحسب اهمیت سازه، پیچیدگی زمین شناسی و ابعاد محدوده بررسی طبق دستورالعمل و ضوابط ( Code of practice & Manual ) و مشخصات فنی مربوط تعیین می‌گردد.

## 2- Openning

۳- در کلیه حفاریها تهیه نمودار زمین شناسی ( Geological log ) الزامی است.

رودخانه‌های مدفون، نواحی دگرسان، نواحی دگرگونی، تنشهای طبیعی زمین و...	
شناخت لایه‌های خاک شامل: طبقه‌بندی، نوع، دانه‌بندی، تراکم، دانسیته، تراوایی، درصد رطوبت، ترکیب شیمیایی، سایر خواص فیزیکی، خواص مکانیکی از قبیل: مقاومت‌های فشاری و برشی، مدولهای کشسانی و برشی، ضریب پواسون و دیگر پارامترهای طراحی مورد نیاز	** ۲۱-۴-۲
شناخت توده‌های سنگ (نوع، ساخت و بافت، ترکیب سنگ شناسی، درجه هوازدگی، دگرسانی، مشخصه‌های درزه‌ها و مواد پرکننده آنها، تراوایی، دوام و زوالپذیری، خواص فیزیکی و مکانیکی آنها، طبقه‌بندی از دیدگاه مهندسی، تعیین پارامترهای طراحی مورد نیاز)	** ۲۱-۴-۳
شناخت سایر عوامل نظیر: تراز ایستایی، محل‌های تراوش آب به ویژه ترک‌های باز، ستبرای روبار، شناسایی ویژگی‌های سنگ کف، خواص شیمیایی آب، خاک و سنگ بر حسب مورد و...	** ۲۱-۴-۴
انجام دادن آزمایش‌های درجا	** ۲۱-۴-۵
<b>پی‌چوبیهای ژئوفیزیکی<sup>۲</sup> به منظور:</b>	
شناخت کلی لایه‌ها (با اندازه‌گیری مقاومت مخصوص ظاهری، سرعت مسیر امواج طولی $V_p$ و عرضی $V_s$ و...).	* ۲۱-۵-۱
تفکیک طبقات و تعیین ساختار زیرسطحی (لایه‌ها، توده‌ها، گسله‌ها، زونهای خردشده و هوازده، وضعیت هندسی آنها و...)	* ۲۱-۵-۲
تعیین ژرفای سنگ کف و تراز ایستایی	* ۲۱-۵-۳
تعیین نقاط ضعف توده سنگها و خصوصیات فیزیکی آنها	** ۲۱-۵-۴
تعیین مدول کشسانی و مدول برشی و ضریب پواسون دینامیکی	* ۲۱-۵-۵
تعیین مشخصه‌های مکانیکی به روش اولتراسونیک روی مغزه‌های حفاری (در آزمایشگاه)	* ۲۱-۵-۶
<b>تعیین چندی و چونی گمانه‌های اکتشافی به منظور:</b>	
شناخت طبقات زیرسطحی (مغزه‌گیری پیوسته، نمونه‌برداری، انجام دادن آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی و...)	** ۲۱-۶-۱
شناخت تراز ایستایی (ژرفا، جهت جریان با استفاده از کاوش‌های ژئوفیزیکی، نمونه‌برداری برای	** ۲۱-۶-۲

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

۲- برای رسیدن به نتایج رضایتبخش، این‌گونه بررسیها باید از طرف افراد مجرب و موسسات ذیصلاح انجام گردد. نحوه اجرای عملیات، چندی و چونی و مشخصات آنها باید به گونه‌ای باشد که نتایج حاصل همراه با نتایج سایر مطالعات و بررسیهای اکتشافی، ارائه پاسخ به سوالهای طراح از قبیل: خصوصیات سنگ کف، سطح آب زیرزمینی، گسله‌ها، ضخامت رونهشته‌ها (unconsolidated overburden) و غیره را به طور جامع میسر گرداند.

- تعیین چونی آب)
- ۳-۶-۲۱ \*\* شناخت خصوصیات ژئومکانیکی (مقاومت‌های برشی، فشاری، کششی روی نمونه‌ها، مدول کشسانی، مدول برشی، ضریب پواسون، روابط رفتاری تنش و تغییر شکل نسبی و...)
- ۴-۶-۲۱ \*\* تهیه مقاطع ژئوتکنیکی در راستاهای موردنیاز
- ۷-۲۱ \*\* تعیین چندی و چونی میله‌ها و دالان‌هایی شناسایی به منظور :
- ۱-۷-۲۱ \*\* شناخت طبقات زیرسطحی (فرسودگی سنگها، گسترش مناطق خرد شده، عملکرد گسله‌های مهم، فضاهای خالی، طبقات ضعیف و سایر عوامل مشکل آفرین)
- ۲-۷-۲۱ \*\* انجام دادن آزمایشهای درجا (از قبیل : آزمایش جکینگ، آزمایش برشی درجا و...)
- ۳-۷-۲۱ \*\* حفراتافکهای آزمایش برای تعیین خصوصیات ژئومکانیکی محل نیروگاههای زیرزمینی و سازه‌های بزرگ زیرزمینی به منظور نصب ابزار دقیق (اکتسانسومترها، بارسنجها، تقارب سنجها، شیب‌سنجها و... در داخل میله‌ها و محفظه‌های زیرزمینی)
- ۸-۲۱ \*\* تعیین چندی و چونی آزمایشهای صحرایی به منظور :
- ۱-۸-۲۱ \* شناخت شاخصهای مقاومت به نفوذ (آزمایش نفوذ استاندارد SPT، داچ کن CPT، نفوذ سنج دستی<sup>۱</sup>)
- ۲-۸-۲۱ \* شناخت مقاومتها (مقاومت بار نقطه‌ای PLT و غیره)
- ۳-۸-۲۱ \* شناخت سایر خصوصیات نظیر : دانسیته صحرایی، رطوبت نسبی، دانه‌بندی، طبقه‌بندی نظری، اندازه‌گیری PH و EC (هدایت الکتریکی آب)
- ۴-۸-۲۱ \* شناخت تغییرات تراوایی طبقات مختلف زمین ساختگاه
- ۹-۲۱ \* تعیین چندی و چونی آزمایشهای آزمایشگاهی<sup>۲</sup> به منظور :
- ۱-۹-۲۱ \* شناخت خصوصیات فیزیکی روی نمونه‌های خاکی دستخورد و دست نخورده (تراوایی، رطوبت نسبی، دانسیته، وزن مخصوص، تخلخل (n)، دانه‌بندی، حدود اتربرگ، نسبت فضاهای خالی (e)، تراکم و...)
- ۲-۹-۲۱ \* شناخت خصوصیات مکانیکی نمونه‌های خاکی دست نخورده (مقاومت فشاری تک محوری، مقاومت برشی مستقیم، مقاومت فشاری سه محوری، مدول کشسانی، مدول برشی، ضریب پواسون،

1- Pocket penetrometre

۲- نمونه‌های اخذ شده برای انجام دادن آزمایشهای آزمایشگاهی باید به نحوی انتخاب گردند که معرف مناسبی در شرایط زمین‌شناسی محلی و خصوصیات مربوط باشد.

	زاویه اصطکاک داخلی، چسبندگی)	
۳-۹-۲۱	* شناخت خصوصیات فیزیکی نمونه‌های سنگی (رطوبت نسبی، وزن مخصوص، پوکی (تخلخل)، سایش، وزن واحد حجم، فرسایش، انحلال پذیری، تورم، آب‌شستگی، دوام در مقابل یخبندان، دوام در مقابل عوامل شیمیایی و...)	
۴-۹-۲۱	* شناخت خصوصیات مکانیکی نمونه‌های سنگی سالم و ترکدار (مقاومت فشار تک محوری، فشار سه محوری، فشار نقطه ای برشی، کششی، مدول کشسانی، مدول برشی، ضریب پواسون و...)	
۱۰-۲۱	* تعیین چندی و چونی آزمایشهای ویژه (صحرائی و آزمایشگاهی) بر حسب اهمیت پروژه، نوع سازه و پیچیدگیهای زمین	
۱۱-۲۱	* تهیه فرمها و نمودارهای مربوط به انجام آزمایشهای : صحرائی، آزمایشگاهی، ژئوفیزیکی و...	
۲۲**	- تهیه مشخصات فنی و توصیه استانداردهای آزمایش و روشهای انجام کار به منظور کاوشهای زیر سطحی برای مرحله توجیهی	
۱-۲۲	** تهیه مشخصات فنی <sup>۱</sup> حفاری چاهکها و خندقها	
۱-۱-۲۲	** تهیه مشخصات فنی نمونه برداریها و ویژگیهای نمونه‌های مورد آزمایش	
۲-۱-۲۲	** تهیه مشخصات فنی آزمایشهای درجا (از قبیل تراوایی <sup>۲</sup> ، دانسیته درجا، تراکم، بارگذاری صفحه‌ای، مقاومت به نفوذ و...)	
۳-۱-۲۲	** تهیه مشخصات فنی نحوه اجرای آزمایشهای مورد نیاز صحرائی و آزمایشگاهی	
۲-۲۲	** تهیه مشخصات فنی روشهای ژئوفیزیکی مورد نیاز (از قبیل ژئوالکتریک، لرزه‌ای و...)	
۳-۲۲	** مشخصات فنی روشهای ژئوتکنیکی	

۱- در تهیه متون مشخصات فنی اعمال استانداردهای پذیرفته شده مربوط به هر یک از آزمایشهای مورد نیاز باید رعایت گردد.

۲- کاربرد روش دو استوانه‌ای با قطرهای مختلف و همچنین پرکردن چاهک با آب و اندازه‌گیری تغییرات سطح آب آن، عموماً در مطالعات شناخت مطرح است.

- ۱-۳-۲۲ \*\* مشخصات فنی گمانه‌زنی شامل: روشهای حفاری دورانی، ضربه‌ای و نحوه نمونه‌برداری، قطر گمانه‌های اکتشافی، ژرفا، جهات گمانه‌زنی، فاصله و موقعیتها از قبیل:
- ۱-۱-۳-۲۲ \*\* مشخصات ابزار و ادوات لازم بر حسب ویژگیهای زمین
- ۲-۱-۳-۲۲ \*\* مشخصات دستگاهها و چگونگی حفاریها
- ۳-۱-۳-۲۲ \*\* مشخصات فنی ثبت اطلاعات: تهیه فرمهای خاص برای درج کلیه پارامترهای مربوط به حفاری در زمینهای مختلف
- ۲-۳-۲۲ \*\* مشخصات آزمایشهای درجا (داخل گمانه‌ها) از قبیل:
- ۱-۲-۳-۲۲ \*\* آزمایشهای نفوذپذیری بر حسب ویژگیهای زمین
- ۲-۲-۳-۲۲ \*\* سایر آزمایشهای موردنیاز داخل گمانه، نظیر: دیلاتومتری، پرسیومتری و...
- ۳-۳-۲۲ \*\* مشخصات فنی حفر میله‌ها و دالانهای شناسایی و انجام دادن آزمایشهای درجا
- ۱-۳-۳-۲۲ \*\* مشخصات فنی مربوط به نحوه حفاری، ابعاد دالان، چگونگی حفاظتهای موقت جدار دالان، ابعاد و محل اتاقکهای آزمایش
- ۲-۳-۳-۲۲ \*\* مشخصات فنی مربوط به نحوه حفاری میله‌ها، چگونگی حفاظتهای موقت جدارچاه
- ۳-۳-۳-۲۲ \*\* مشخصات فنی مربوط به انجام دادن آزمایشهای درجا، از قبیل: آزمایش جکینگ بر حسب مورد، آزمایش برشی درجا<sup>۱</sup>، نصب ابزار دقیق نظیر: کشیدگی‌سنجها<sup>۲</sup>، بارسنجها، تقارب‌سنجها (بر حسب موردنیاز)
- ۴-۳-۲۲ \*\* مشخصات فنی بررسیهای مغزه
- ۱-۴-۳-۲۲ \*\* مشخصات آزمایشهای پتروگرافی و مینرالوژی
- ۲-۴-۳-۲۲ \*\* مشخصات آزمایشهای شیمیایی بر روی نمونه‌های سنگی و خاکی
- ۳-۴-۳-۲۲ \*\* مشخصات آزمایشهای فیزیکی شامل: دانه‌بندی، رطوبت نسبی، حدود اتربرگ، چگالی G، تخلخل، وزن مخصوص<sup>۴</sup>، ضریب هدایت دما، مقاومت به سایش، دوام، زوالپذیری در حالت تر و خشک، دوام در مقابل یخبندان، مقاومت به هوازدگی، سختی<sup>۳</sup> و مقاومت در مقابل ضربه<sup>۴</sup> و...
- ۴-۴-۳-۲۲ \*\* مشخصات آزمایشهای مکانیکی روی مغزه‌ها از قبیل: مقاومت بار نقطه‌ای PLT، مقاومت فشاری تک‌محوری، مقاومت کششی، مقاومت برشی، مقاومت فشاری سه‌محوری، مدول کشسانی، ضریب

1- Block shear test

2- Extensometer

3- Toughness & Hardness

4- Impact Value

پوآسون، زاویه اصطکاک داخلی، چسبندگی و غیره

توصیه استانداردهای انجام دادن آزمایشها و عملیات حفاری و اکتشافی ۵-۳-۲۲ \*\*

## گزارش مرحله شناسایی ۲۳-

خلاصه گزارش (گزارش سنتز) ۱-۲۳ \*\*

پیشگفتار ۱-۱-۲۳ \*\*

بخش اول: مروری بر داده‌های شرایط محیطی ۲-۱-۲۳ \*\*

بخش دوم: نتایج بررسیهای زمین‌شناسی منطقه ای و لرزه‌خیزی ۳-۱-۲۳ \*\*

بخش سوم: نتایج بررسیهای زمین‌شناسی محلی (سد، مخزن، مسیر انتقال، سازه‌های دریایی،

سازه‌های زیرزمینی و سایر سازه‌های بزرگ)

بخش چهارم: نتایج بررسیهای صحرایی و آزمایشهای آزمایشگاهی ۵-۱-۲۳ \*\*

بخش پنجم: مشخصات سد، مخزن و سازه‌های بزرگ ۶-۱-۲۳ \*\*

بخش ششم: تشریح گزینه‌ها و بررسیهای فنی و اقتصادی ۷-۱-۲۳ \*\*

بخش هفتم: انتخاب گزینه‌ها و تعیین اولویت پروژه‌ها ۸-۱-۲۳ \*\*

بخش هشتم: برنامه زمانبندی و نیازهای مطالعات مرحله بعدی ۹-۱-۲۳ \*\*

گزارش فنی ۲-۲۳ \*\*

پیشگفتار ۱-۲-۲۳ \*\*

بخش اول: مروری بر داده‌های شرایط محیطی ۲-۲-۲۳ \*\*

نتایج بررسیهای: هیدرولوژی، هواشناسی، رسوبخیزی، محیط زیست و... ۱-۲-۲-۲۳ \*\*

نتایج بررسیهای آماری ۲-۲-۲-۲۳ \*\*

نتایج بررسی نیازها ۳-۲-۲-۲۳ \*\*

سایر موارد ۴-۲-۲-۲۳ \*\*

بخش دوم: نتایج بررسیهای زمین‌شناسی منطقه‌ای و لرزه‌خیزی ۳-۲-۲۳ \*\*

زمین ریخت شناسی ۱-۳-۲-۲۳ \*\*

چینه شناسی و سنگ شناسی ۲-۳-۲-۲۳ \*\*

- \*\*\* ۳-۳-۲-۲۳ تکتونیک و زمین‌شناسی ساختاری
- \*\*\* ۴-۳-۲-۲۳ هیدروژئولوژی
- \*\*\* ۵-۳-۲-۲۳ پدیده‌های مخاطره آمیز
- \*\*\* ۶-۳-۲-۲۳ لرزه خیزی
- \*\*\* ۷-۳-۲-۲۳ نتیجه گیری
  
- \*\*\* ۴-۲-۲۳ بخش سوم: نتایج بررسیهای زمین‌شناسی محلی (سد، مخزن، مسیر انتقال، سازه‌های دریایی، سازه‌های زیرزمینی و سایر سازه‌ها) شامل:
  - \*\*\* ۱-۴-۲-۲۳ زمین‌شناسی محل سد و مخزن و سازه‌های بزرگ شامل:
    - \*\*\* - زمین ریخت شناسی
    - \*\*\* - لیتو - استراتیوگرافی
    - \*\*\* - زمینساخت
    - \*\*\* - هیدروژئولوژی
    - \*\*\* - بررسی گسستگیهای توده سنگهای محدوده سازه‌ها
  - \*\*\* ۲-۴-۲-۲۳ زمین‌شناسی مسیرهای انتقال، شبکه‌های آبیاری و زهکشی و محل دیگر ابنیه فنی طرح
  - \*\*\* ۳-۴-۲-۲۳ زمین‌شناسی محل سازه‌های دریایی (موقعیت سنگ کف، جنس طبقات بستر، نحوه رسوبگذاری)
  - \*\*\* ۴-۴-۲-۲۳ جمع‌بندی و مقایسه وضعیت ساختگاهها و توصیه‌های فنی
  
- \*\*\* ۵-۲-۲۳ بخش چهارم: نتایج بررسیهای صحرایی و آزمایشهای آزمایشگاهی
  - \*\*\* ۱-۵-۲-۲۳ حفاریها:
    - گمانه زنی، حفر چاهکها، خندقها
    - شرح کار:
      - \*\*\* - نوع و حجم عملیات
      - \*\*\* - روش انجام دادن کار
      - \*\*\* - برنامه کار
      - \*\*\* - نمونه برداریها - مشخصات فنی کار (خصوصیات دستگاهها، نحوه حفاریها، نوع آزمایشها و نحوه انجام دادن آنها، کیفیت انجام دادن آزمایشها، نحوه نمونه گیریها، ابعاد نمونه‌های تحت آزمایش و غیره)
  - \*\*\* ۲-۵-۲-۲۳ پی جویهای ژئوفیزیکی<sup>۱</sup>

- \* - حجم عملیات
- \* - روش و استانداردهای انجام دادن کار
- \* - نتایج حاصل از انجام دادن کار
  
- \* ۳-۵-۲-۲۳ بررسیهای ژئوتکنیکی
- \*\* ۱-۳-۵-۲-۲۳ تحلیل نتایج آزمایشها و بررسیها در محل سازهها شامل :
  - \*\* - نوع بررسیها و آزمایشها
  - \*\* - دستورالعملهای انجام دادن کارها با توجه به چندی و چونی آنها
  - \*\* - طبقه بندی نتایج به دست آمده در باره خاکها و سنگهای مختلف از دیدگاه فیزیکی - مکانیکی و دیگر ویژگیها
- \*\* ۲-۳-۵-۲-۲۳ تحلیل نتایج آزمایشها و بررسیها در مورد منابع قرضه و مصالح ساختمانی
  - \*\* - نوع بررسیها و آزمایشها
  - \*\* - دستورالعملهای انجام دادن کارها با توجه به چندی و چونی آنها
  - \*\* - طبقه بندی نتایج به دست آمده درباره خاکها و سنگهای مختلف از دیدگاه فیزیکی - مکانیکی و دیگر ویژگیها
  
- \* ۴-۵-۲-۲۳ آزمایشهای آزمایشگاهی شامل :
  - \* - آزمایشهای مقاومت مصالح نمونهها (مانند مقاومت فشاری، مقاومت کششی، مقاومت برشی، شاخص مقاومت، برش و فشار سه محوری، تحکیم
  - \* - آزمایشهای تراوایی
  - \* - آزمایشهای کیفی آب
  - \* - آزمایشهای فیزیکی مصالح (مانند دانه بندی، وزن مخصوص، تراکم، حدود اتربرگ، رطوبت، سایش، فرسایش، دوام، تر و خشک شدن، تغییرات شدید دما و غیره)
  
- ۶-۲-۲۳ بخش پنجم: مشخصات سد، مخزن و سازههای بزرگ
  - ۱-۶-۲-۲۳ مشخصات پی سازه
  - ۲-۶-۲-۲۳ مشخصات حاشیه مخزن یا محدوده سازههای بزرگ
  - ۳-۶-۲-۲۳ مشخصات هیدرولیکی
  - ۴-۶-۲-۲۳ نتایج تحلیل شده از دادههای ژئوتکنیکی
  - ۵-۶-۲-۲۳ شرایط بارگذاری پی سازه



۶-۶-۲-۲۳ مشخصات منابع قرضه و مصالح ساختمانی

۷-۲-۲۳ بخش ششم: تشریح گزینه‌ها و بررسی‌های فنی و اقتصادی

۱-۷-۲-۲۳ نتایج بررسی‌های فنی

۲-۷-۲-۲۳ نتایج بررسی‌های اقتصادی

۳-۷-۲-۲۳ تشریح محاسن و معایب هر گزینه

۸-۲-۲۳ بخش هفتم: انتخاب گزینه‌ها و تعیین اولویت پروژه‌ها

۱-۸-۲-۲۳ مقایسه فنی - اقتصادی گزینه‌ها

۲-۸-۲-۲۳ تعیین گزینه‌های قابل توصیه

۳-۸-۲-۲۳ تعیین اولویت پروژه‌ها

۴-۸-۲-۲۳ پیشنهادات و توصیه‌ها

۹-۲-۲۳ بخش هشتم: برنامه زمانبندی و نیازهای مطالعات مرحله بعدی و فهرست منابع و مأخذ

۱۰-۲-۲۳ پیوسته‌های گزارش فنی

۱-۱۰-۲-۲۳ جداول و نمودارهای مربوط به هر یک از بخشها \*

۲-۱۰-۲-۲۳ نقشه‌ها \*

۳-۱۰-۲-۲۳ شکلها، عکسها و... \*



## لیست پارامترهای متداول در آزمایشهای ژئوتکنیکی

- تنشهای اصلی محوری:  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$
  - تنشهای برشی:  $\tau_{yz}, \tau_{xy}, \tau_{xz}$
  - وزن مخصوص ظاهری (دانسیته):  $\gamma$
  - چگالی (جرم ویژه):  $\rho = \frac{\gamma}{G}$
  - وزن مخصوص (توده ویژه):  $G_s$
  - نسبت فضای خالی:  $e$
  - وزن مخصوص آب:  $\gamma_w$
  - وزن مخصوص اشباع:  $\gamma_s$
  - پوکی (تخلخل):  $n$
  - مقاومت (کششی، فشاری، برشی و خمشی و...):  $R(t, c, s, f, \dots)$
  - مدول کشسانی (استاتیکی):  $E$
  - مدول برشی (استاتیکی):  $G$
  - ضریب پواسون:  $\nu$
  - مدول حجمی (bulk modulus):  $K$
  - مدول کشسانی دینامیکی:  $E_d$
  - ضریب برشی دینامیکی:  $G_d$
  - سرعت امواج برشی (عرضی):  $V_s$
  - سرعت امواج فشاری (طولی):  $V_p$
  - رطوبت نسبی:  $W$
  - حدود اتزبرگ (نشانه خمیری = PI و حد روانی =  $W_L$ ، حد خمیری =  $W_p$ , ...)
  - گرانروی (ویسکوزیته):  $\eta$
  - شیب (گرادبان) هیدرولیکی:  $i$
  - شیب هیدرولیکی بحرانی:  $i_c$
  - ضریب تراوایی:  $K$
  - زاویه اصطکاک داخلی:  $\phi$
  - چسبندگی:  $C$
- $$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$







در این فصل، بررسیهای زمینلرزه‌ای در مرحله شناسایی بیان می‌گردد. مطالعه لرزه‌خیزی و برآورد مقدماتی خطر زمینلرزه در مرحله شناسایی، از این نظر حائز اهمیت است که بین ساختگاههایی که مطرح شده‌اند، قبلاً مقایسه‌ای انجام شود تا گزینه‌های برتر برای بررسیهای فنی - اقتصادی پیشنهاد شوند. در این راستا شناخت چشمه‌های لرزه‌زا دارای اهمیت بسیاری است. بنابراین لازم است قبل از صرف وقت و هزینه زیاد، مطالعات کافی به منظور شناسایی گسله‌های گستره نزدیک به هریک از گزینه‌ها و پیشینه لرزه‌خیزی آنها صورت گیرد.

در این کاوش

بهره‌گیری از تصویرهای ماهواره‌ای، نگاره‌های هوایی و بازدیدهای صحرایی برای شناسایی دقیقتر گسله‌ها ضروری است. در این مرحله چه بسا ممکن است یافتن یک خردگسله‌کاری<sup>۱</sup> در نزدیکی یک گزینه موجب گردد که سرمایه‌گذاری به گزینه‌ای دیگر سوق داده شود.

تجربیات گذشته طرحهای آبی مطالعه شده در کشور ما ایجاب می‌کند که در بررسیهای زمینلرزه‌ای مرحله شناسایی به شناخت چشمه‌های لرزه‌زا به‌طور ویژه توجه شود و این موضوع در فهرست خدمات این مرحله از مطالعات به عنوان یک عامل مهم مدنظر قرار گیرد.

گرچه با افزایش خدمات مربوط به بررسیهای لرزه زمینساخت هزینه‌های مرحله شناسایی افزایش می‌یابد؛ ولی امید است با رعایت این استاندارد و پرداخت هزینه کافی در مرحله شناسایی، گزینه برتر انتخاب گردد و از پرداخت هزینه فراوان و انجام دادن مطالعات زیاد و یا صرف وقت بسیار در سایر گزینه‌ها پرهیز گردد.

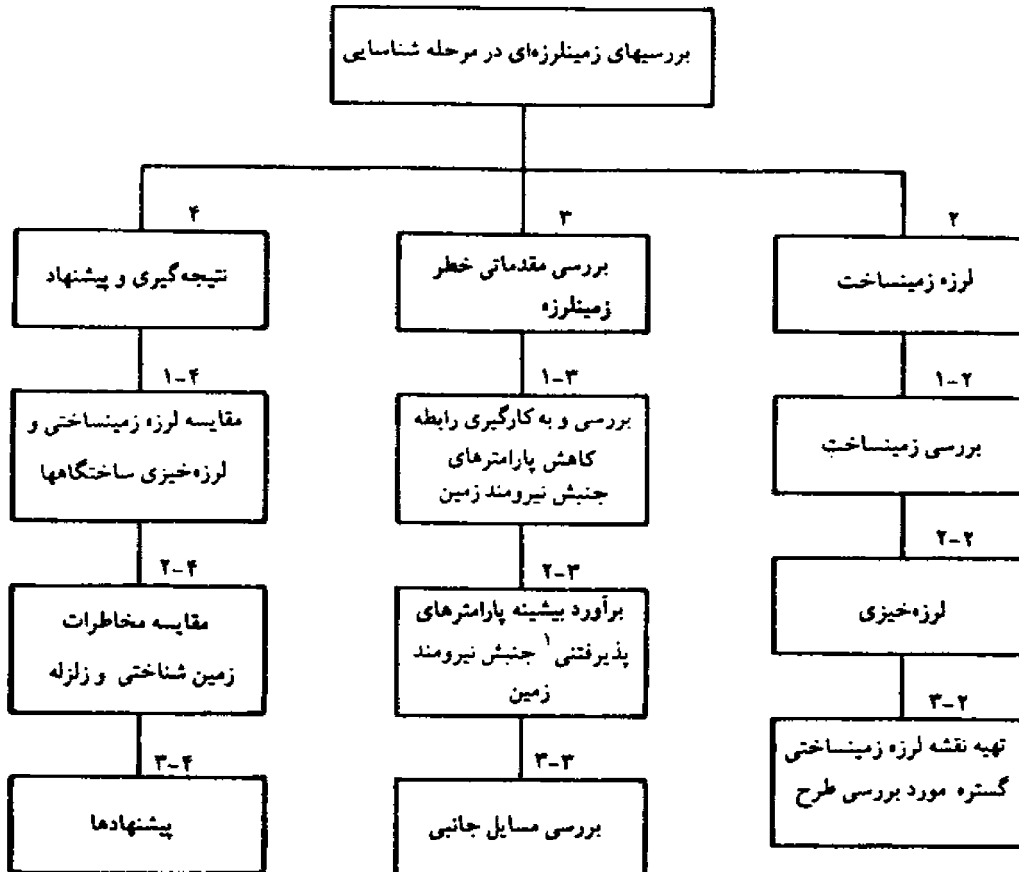
لازم به ذکر است که بررسیهای موردنظر باید از طرف کارشناسان ذی‌صلاح صورت گیرد و با داوریهای کارشناسانه همراه باشد.

---

1- Minor Active fault

نمودار بررسیهای زمینلرزه‌ای در مرحله شناسایی

نمودار بررسیهای زمینلرزه‌ای در مرحله شناسایی



1- Maximum Credible Earthquake



## ۲- لرزه زمینساخت

### ۱-۲ بررسی زمینساخت

- ۱-۱-۲ بررسی زمین‌ریخت‌شناسی<sup>۱</sup> گستره مورد بررسی طرح، شعاع این گستره حداقل ۱۰۰ کیلومتر است و بر حسب نیاز می‌تواند تا ۳۰۰ کیلومتر انتخاب شود (به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰):
- ۱-۱-۱-۲ بررسی ویژگیهای پستی و بلندیها (دشتهها و کوههای مهم)
- ۲-۱-۱-۲ چگونگی فرارگیری کوهها و دشتهها و ارتباط احتمالی زمینساختی آنها
- ۳-۱-۱-۲ بررسی دشتهها و تالابهای میانکوهستانی و ریخت کلی آنها
- ۴-۱-۱-۲ جایگاه استان لرزه زمینساختی گستره مورد بررسی از دیدگاه زمین ریخت‌شناسی
- ۲-۱-۲ بررسی ویژگیهای مربوط به دگرشکلی<sup>۲</sup> در پیوند با بررسیهای زمین‌شناسی آبرفتهای کواترنر:
- ۱-۲-۱-۲ بیان پدیده‌هایی مانند کجشدگی<sup>۳</sup> آبرفتهای کواترنر، بررسی امکان تأثیرات کوهزایی پایانی آلپی و سایر موردهای مشابه
- ۳-۱-۲ بررسی تفصیلی عکسهای هوایی و تفسیر تصویرهای ماهواره‌ای
- ۱-۳-۱-۲ تفسیر تصویرهای ماهواره‌ای برای یافتن خطواره‌های مهم و گسله‌ها در گستره‌ای به شعاع ۱۰۰ کیلومتر
- ۲-۳-۱-۲ تحلیل و تفسیر عکسهای هوایی به مقیاسهای ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰۰ و به نقشه درآوردن گسله‌ها بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ در گستره‌ای به شعاع دست کم ۳۰ کیلومتر
- ۳-۳-۱-۲ بیان اثر برشها در آبرفتهای کواترنر با درج شماره عکس هوایی مربوط
- ۴-۱-۲ بررسی ساز و کار<sup>۴</sup> گسله‌های گستره مورد بررسی طرح
- ۱-۴-۱-۲ تعیین درازا
- ۲-۴-۱-۲ تعیین راستا (بیان مستقیم بودن و یا چم و خم گسله)
- ۳-۴-۱-۲ تعیین گونه گسله
- ۴-۴-۱-۲ تعیین شیب
- ۵-۴-۱-۲ تعیین ساز و کار چیره

1- Geomorphology

2- Deformation

3- Tilting

4- Mechanism

۵-۱-۲	شناخت گسله‌های کاری <sup>۱</sup> و خطواره‌ها در روی زمین بر پایه :
۱-۵-۱-۲	ویژگیهای ریخت زمینساختی <sup>۲</sup> گسله‌های کاری
۲-۵-۱-۲	تعیین سن تقریبی جوانترین رسوباتی که به وسیله گسله‌های کاری بریده شده‌اند.
۶-۱-۲	تقسیم‌بندی گسله‌ها
۱-۶-۱-۲	تعیین گسله‌های کاری و لرزه‌زا بر پایه یافته‌های بند ۱-۱-۵ و نشانه‌های لرزه‌خیزی تاریخی و سده بیستم
۲-۶-۱-۲	تهیه نقشه گسله‌های گستره (شعاع این گستره حداقل ۱۰۰ کیلومتر است) مورد بررسی طرح به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰
۷-۱-۲	برآورد توان <sup>۳</sup> لرزه‌زایی گسله‌ها
۱-۷-۱-۱	استفاده از جدیدترین روابط تجربی که به وسیله پژوهشگران ایرانی و خارجی پیشنهاد شده است.
۲-۷-۱-۱	مقایسه نتایج به دست آمده و انتخاب مناسب با قضاوت کارشناسی
۲-۲	لرزه‌خیزی:
۱-۲-۲	گردآوری و بررسی داده‌های مهلرزه‌ای مربوط به زمینلرزه‌های تاریخی (پیش از سال ۱۹۰۰ میلادی) از منبعهای گوناگون و گفتگو در مورد شدت، بزرگا، محل رویداد و چگونگی تمرکز آنها:
۱-۱-۲-۲	شدت زمینلرزه‌ها
-	برآورد شدت در گستره رومرکز <sup>۴</sup> زمینلرزه
-	برآورد شدت در ساختگاه سازه مورد بررسی
۲-۱-۲-۲	بزرگای زمینلرزه‌ها
-	بیان بزرگای زمینلرزه و تعیین نوع آن
-	برآورد میزان خطای بزرگای زمینلرزه‌ها
۳-۱-۲-۲	رومرکز زمینلرزه‌ها
-	بیان گستره کلان <sup>۵</sup> لرزه‌ای و انتخاب رومرکز زمینلرزه‌ها
-	خطای رومرکز زمینلرزه‌ها

1- Active

2- Morphotectonic

3- Potential

4- Epicenter

5- Meizoseismal area

- ۲-۲-۲ تفسیر داده‌های مهلززه‌ای زمینلرزه‌های تاریخی و کوشش در یافتن گسله‌های لرزه‌زا و مسبب رویداد زمینلرزه‌های تاریخی
- ۱-۲-۲-۲ ترسیم گستره‌های کلان<sup>۱</sup> لرزه‌ای مهلززه‌ها، روی نقشه گسله‌ها به مقیاس حداقل ۱:۲۵۰۰۰۰
- ۲-۲-۲-۲ پیوند دادن میان ساز و کار گسله‌ها و گستره‌های کلان لرزه‌ای زمینلرزه‌ها
- ۳-۲-۲ گردآوری و بررسی داده‌های مهلززه‌ای زمینلرزه‌های سالهای ۱۹۰۰ تا ۱۹۶۴ در گستره مورد بررسی و بحث در مورد شدت، بزرگا، ژرفای کانونی، شدت، محل رویداد و چگونگی تمرکز آنها و انتخاب کم‌خطاترین داده‌های دورلرزه‌ای
- ۱-۳-۲-۲ شدت زمینلرزه‌ها
- برآورد شدت و تعیین گستره کلان لرزه‌ای مهلززه‌ها
- برآورد شدت در ساختمان‌ها سازه مورد بررسی
- ۲-۳-۲-۲ بزرگای زمینلرزه‌ها
- بیان بزرگای زمینلرزه‌ها بر پایه موجهای سطحی یا پیکری
- بیان خطای بزرگای زمینلرزه
- همبستگی میان بزرگا بر پایه موجهای سطحی و پیکری زمینلرزه‌ها
- ۳-۳-۲-۲ ژرفای کانونی زمینلرزه‌ها
- بررسی ژرفای کانونی زمینلرزه‌ها بر پایه گزارش مرکزهای مختلف بررسی داده‌های لرزه‌ای
- ۴-۳-۲-۲ رومرکز زمینلرزه‌ها
- بررسی بر پایه گزارش مرکزهای مختلف بررسی داده‌های لرزه‌ای
- بررسی بر پایه داده‌های مهلززه‌ای زمینلرزه‌ها
- برآورد خطای رومرکز زمینلرزه‌ها
- ۴-۲-۲ گردآوری و بررسی داده‌های نگاشته شده زمینلرزه‌های سال ۱۹۶۴ تاکنون با استفاده از گزارش مرکزهای بررسی داده‌های لرزه‌ای جهان و انتخاب کم‌خطاترین داده‌های دورلرزه‌ای
- ۱-۴-۲-۲ شدت زمینلرزه‌ها
- برآورد شدت و تعیین گستره کلان لرزه‌ای مهلززه‌ها
- برآورد شدت در ساختمان‌ها سازه مورد بررسی
- ۲-۴-۲-۲ بزرگای زمینلرزه‌ها
- بیان بزرگای زمینلرزه بر پایه موجهای سطحی، پیکری و بزرگای گشتاوری

- بیان خطای بزرگای زمینلرزه‌ها
- همبستگی میان بزرگا بر پایه موجهای سطحی و پیکری زمینلرزه‌ها
- ۳-۴-۲-۲ ژرفای کانونی زمینلرزه‌ها
- بررسی ژرفای کانونی زمینلرزه‌ها بر پایه گزارش مرکزهای مختلف بررسی داده‌های لرزه‌ای
- ۴-۴-۲-۲ رومرکز زمینلرزه‌ها
- بررسی بر پایه گزارش مرکزهای مختلف بررسی داده‌های لرزه‌ای
- بررسی بر پایه داده‌های مهلزهای زمینلرزه‌ها
- برآورد خطای رومرکز زمینلرزه‌ها
  
- ۵-۲-۲ بررسی صحرائی محللهای رویداد زمینلرزه در گذشته و گردآوری داده‌های بیشتر از زمینلرزه‌ها
- ۱-۵-۲-۲ شناسایی گستره‌های کلان لرزه‌ای زمینلرزه‌های پیش از سال ۱۹۰۰ میلادی
- ۲-۵-۲-۲ شناسایی گستره‌های کلان لرزه‌ای زمینلرزه‌های سالهای ۱۹۰۰ تا ۱۹۶۴ میلادی
- ۳-۵-۲-۲ شناسایی گستره‌های کلان لرزه‌ای زمینلرزه‌های سال ۱۹۶۴ میلادی تاکنون
- ۴-۵-۲-۲ تطبیق به نقشه درآوردن گستره‌های کلان لرزه‌ای با موقعیت گسله‌ها (بر روی نقشه‌ای حداقل با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰)
- ۵-۵-۲-۲ بحث درباره گسله‌های مسبب رویداد مهلزها
  
- ۶-۲-۲ تفسیر داده‌های مهلزهای (تاریخی و ۱۹۰۰ تا ۱۹۶۴ میلادی) و نگاشته شده (۱۹۶۴ تاکنون) زمینلرزه‌های گستره مورد بررسی طرح و کوشش دریافتن ارتباط میان آنها و گسله‌های لرزه‌زای مربوط
  
- ۳-۲ تهیه نقشه لرزه زمینساختی گستره مورد بررسی طرح (به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰).
- ۱-۳-۲ گسله‌ها
- ۲-۳-۲ زمینلرزه‌های تاریخی (پیش از سال ۱۹۰۰ میلادی) و سده بیستم
- ۳-۳-۲ گستره‌های کلان لرزه‌ای
- ۴-۳-۲ ساز و کار ژرفی گسلش بر پایه داده‌هایی که در دسترس است.
- ۵-۳-۲ طواره‌ها
- ۶-۳-۲ آتشفشان و گل فشان<sup>۱</sup>
- ۷-۳-۲ جهت نیروهای زمینساختی

۳-	بررسی مقدماتی خطر زمینلرزه	
۱-۳	بررسی مقدماتی و به کارگیری رابطه کاهش پارامترهای جنبش نیرومند زمین در گستره مورد بررسی طرح	
۱-۱-۳	انتخاب مقدماتی مدل کاهیدگی <sup>۱</sup>	
	مدل انتخابی باید با شرایط لرزه زمینساختی گستره مورد بررسی بیشترین تشابه را داشته و حداقل دارای ویژگیهای زیر باشد:	
	- توانایی برآورد بیشینه شتاب افقی و تا حد امکان شتاب قائم را داشته باشد.	
	- شرایط نوع زمین در آن در نظر گرفته شده باشد.	
	- اثر سازوکار گسله‌های مسبب زمینلرزه‌ها در آن در نظر گرفته شده باشد.	
	- بهتر است بیشینه شتاب جنبش نیرومند زمین برای پیوندهای مختلف را ارائه دهد.	
۲-۳	مسائل مربوط به ارزیابی خطر گسلش - زمینلرزه و برآورد مقدماتی پارامترهای جنبش نیرومند زمین (بیشینه شتاب افقی پذیرفتنی حرکت زمین در ساختگاه) به روش تعیینی <sup>۲</sup>	
۱-۲-۳	برآورد مقدماتی بیشینه شتابهای پذیرفتنی جنبش نیرومند زمین برپایه مؤثرترین چشمه‌های لرزه‌زا	
۳-۳	بررسی مقدماتی پتانسیل زمینلرزه و ناپایداری احتمالی دامنه‌ها، ریزش و سقوط سنگها و احتمال وقوع روانگرایی خاک در بستر و مجاور سازه‌ها از طریق مطالعه سوابق تاریخی منطقه و ظواهر و شواهد محلی	
۴-	نتیجه‌گیری و پیشنهاد	
۱-۴	مقایسه لرزه زمینساختی و لرزه‌خیزی ساختگاهها	
۲-۴	مقایسه مخاطرات زمین‌شناختی و زلزله به منظور حصول اطمینان از کفایت مطالعات انجام شده در این مرحله	
۳-۴	پیشنهادها	

Islamic Republic of Iran  
Plan and Budget Organization - Ministry of Energy

# **List of Services in Geotechnical and Earthquake Risk Investigations "Reconnaissance Phase"**

No: 199

Office of the Deputy for Technical Affairs  
Bureau of Technical Affairs and Standards

1379/2000

## این نشریه

با عنوان: «فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک و خطر زمینارزه» توسط کمیته «ژئوتکنیک» با همکاری کمیته «ارزه خیری و مهندسی زمینارزه» طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور تهیه شده است.

مطالعات مرحله شناسایی با هدف شناخت اصولی و هر چه واقعی‌تر مداخلات بالقوه پروژه (ساختگاه‌ها) و دستیابی به تصویری مناسب از زمین در آن محلها صورت می‌گیرد. این مطالعات امکان مقایسه گزینه‌ها و انتخاب گزینه(ها)ی برتر را برای ادامه بررسیها در مرحله توجیهی فراهم می‌آورد.

مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

ISBN 964-425-201-2



9 789644 252013