

فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک

(مرحله اجرا)

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک (مرحله اجرا)

نشریه شماره ۲۰۱

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه . دفتر امور فنی و تدوین معیارها
فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک(مرحله اجرا)/ 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.
۲۹ ص:نمودار.- (سازمان برنامه و بودجه . دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه
شماره ۲۰۱)انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۹/۰۰/۲۶

ISBN 964-425-203-9

مربوط به دستورالعمل شماره ۵۴/۵۲۹-۱۰۲/۷۰۵-۵ مورخ ۱۳۷۹/۲/۱۷

۱. زمین شناسی ساختمانی. ۲. سازه - طرح و محاسبه ۳. زمین شناسی مهندسی. الف.
ایران. وزارت نیرو. طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور. ب. سازمان برنامه و
بودجه. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

ش. ۲۰۱ س ۳۶۸/ TA

ISBN 964-425-203-9

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۲۰۳-۹

فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک(مرحله اجرا)

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: ۳۰۰۰ ریال

چاپ و صحافی: موسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه

دانش فنی

باسمه تعالی

تاریخ:
شماره:
پیوست:

شماره: ۱۰۲/۷۰۵۰۵۴/۵۲۹	به: دستگاه‌های اجرایی و مشاوران
تاریخ: ۱۳۷۹/۲/۱۷	
موضوع: فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک - مرحله اجرا	
<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، ۱۳۶۹/۶/۱ می‌باشد.</p> <p>به پیوست، نشریه شماره ۲۰۱ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، با عنوان فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک - مرحله اجرا، 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 نجفی 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 جلسه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۳ هیأت محترم وزیران) بکارگیری از 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 فوق و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان برنامه و 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

اعضای کمیته فنی شماره ۱۳ (ژئوتکنیک) که در تهیه این استاندارد همکاری داشته‌اند، عبارتند از :

آقای حسین جلالی	شرکت مهندسين مشاور آب نیرو	دکترای سازه و دکترای مکانیک ساختمان
آقای فرزاد رفیعا	شرکت مهندسين مشاور کاوشگران	فوق لیسانس مهندسی معدن (مکانیک سنگ)
آقای بهروز گتمیری	دانشکده فنی دانشگاه تهران و	دکترای ژئوتکنیک
	شرکت مهندسين مشاور دریاخاک	
آقای محمدرضا گلبن	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	فوق لیسانس مهندسی راه و ساختمان
آقای سیاوش لیتکوهی	شرکت مهندسين مشاور خدمات	دکترای مکانیک خاک
	مهندسی مکانیک خاک	
خانم مهیار نوربخش پیربازاری	طرح تهیه استانداردهای مهندسی	فوق لیسانس ژئوتکنیک
	آب کشور	
آقای علی یوسفی	شرکت خدمات مهندسی برق	فوق لیسانس مهندسی معدن (زمین شناسی
	ایران (مشانیر)	مهندسی)

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	نمودار خدمات مهندسی ژئوتکنیک در مرحله اجرا
۴	-۱ نظارت بر حفاریهای زیرزمینی
۴	۱-۱ تهیه نمودارها، نقشه‌ها و مقاطع ژئوتکنیکی از حفاریهای زیرزمینی و پایدارسازی آنها
۴	۱-۱-۱ برداشتهای زمین شناسی مهندسی
۴	۲-۱-۱ بررسیهای ژئومکانیکی
۴	۳-۱-۱ نمودارها، نقشه‌ها و مقاطع
۵	۲-۱ تحلیل نتایج بررسیهای ژئوتکنیکی محل سازه‌های زیرزمینی و مطالعه همخوانی مبانی طراحی با شرایط زمین
۵	۱-۲-۱ تحلیل نتایج برداشتها و مقایسه نتایج واقعی با شرایط پیش‌بینی شده
۶	۳-۱ نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها و اصلاح احتمالی طرح
۶	۴-۱ تهیه نقشه کارهای انجام شده
۶	-۲ نظارت بر خاکبرداری، گودبرداری و پی‌سازی
۶	۱-۲ تهیه نمودارها و نقشه‌های زمین شناسی مهندسی
۶	۱-۱-۲ برداشتهای زمین شناسی مهندسی و تهیه نقشه‌های مربوط
۷	۲-۱-۲ تهیه برشهای ژئوتکنیکی از ساختگاه سازه‌ها در حین عملیات اجرایی
۷	۲-۲ تحلیل ویژگیهای بستر پی سازه‌های روزمینی و همخوانی مبانی طراحی با شرایط زمین
۷	۱-۲-۲ بررسی نتایج برداشتها و کنترل صحت پارامترهای طراحی
۸	۳-۲ نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها و اصلاح احتمالی طرح
۸	۴-۲ تهیه نقشه کارهای انجام شده
۸	-۳ نظارت بر کنترل چندی و چونی مصالح
۸	۱-۳ مصالح طبیعی
۹	۲-۳ آب
۹	۳-۳ مصالح مصنوعی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۹	سیمان ۱-۳-۳
۱۰	بتن ۲-۳-۳
۱۱	فولاد ۳-۳-۳
۱۱	سایر مواد و مصالح مصنوعی ۴-۳-۳
-۴	
۱۲	کنترل اجرایی بستر سازی و خاکریزی
۱۲	آماده سازی بسترهای خاکی ۱-۴
۱۲	آماده سازی بسترهای سنگی ۲-۴
۱۳	تهیه نمودارها و نقشه های مهندسی پی ۳-۴
۱۳	تحلیل نتایج ویژگیهای ژئوتکنیکی بدنه خاکریزها ۴-۴
۱۴	بررسی شیوه فنی ^۱ ساخت و انطباق شرایط طبیعی با شیوه فنی کاربردی ۵-۴
۱۴	بررسی تکنولوژی اجرای عملیات پیشنهادی پیمانکار ۱-۵-۴
۱۵	بررسی انطباق شرایط طبیعی با شیوه فنی کاربردی ۲-۵-۴
۱۶	نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها و اصلاح احتمالی طرح خاکریز ۶-۴
-۵	
۱۷	نظارت بر عملیات بهسازی زمین
۱۷	تزریق ۱-۵
۱۷	تزریق آببندی ۱-۱-۵
۱۸	سایر روشهای تزریق (تحکیمی، تماسی، پیش تنیدگی، پرکنندگی و...) ۲-۱-۵
۱۹	تراکم بسترها (روش دینامیکی، ارتعاشی، انفجاری و...) ۲-۵
۱۹	تحکیم (پیش بارگذاری) ۳-۵
۲۰	مسلح کردن زمین ۴-۵
۲۱	دیوار آببند ۵-۵
۲۱	پایداری شیب ۶-۵
۲۲	زهکشی ۷-۵
۲۲	تحلیل نتایج بهسازیها و آبندیهای انجام شده و بررسی همخوانی آنها با مبانی طراحی ۸-۵

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۲	تحلیل نتایج بهسازی و آبیندی اجراشده ۱-۸-۵
۲۳	تزریق ۲-۸-۵
۲۳	تراکم و تحکیم بستر ۳-۸-۵
۲۳	مسلح کردن زمین ۴-۸-۵
۲۴	پایدارسازی شیب و زهکشی ۵-۸-۵
۲۴	عملکرد دیوار آبیند ۶-۸-۵
۲۴	نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها ۹-۵
۲۴	تزریق ۱-۹-۵
۲۵	دیگر روشهای بهسازی زمین ۲-۹-۵
۲۶	تهیه نقشه‌های کارهای انجام شده ۱۰-۵
۲۶	نظارت بر ابزاربندی و رفتارسنجی ۶-
۲۶	کنترل عملیات نصب سیستم ابزار دقیق ژئوتکنیکی مرحله ساخت و کنترل چندی و چونی آنها ۱-۶
۲۶	کنترل انواع، تعداد و مشخصات فنی ابزارهای دقیق طراحی شده و پیاده کردن آنها در محل‌های تعیین شده ۱-۱-۶
۲۶	کنترل کارگذاری ابزار دقیق و نحوه کارکرد آنها در محل نصب ۲-۱-۶
۲۷	قرائت اولیه و واسنجی دستگاهها ۳-۱-۶
۲۷	تهیه نمودارهای حاصل از اندازه‌گیریهای سیستم ابزار دقیق در مرحله اجرا ۲-۶
۲۷	تهیه نمودار تغییرات ابزار نصب شده بر حسب زمان ۱-۲-۶
۲۸	تهیه نمودار تغییرات یک پارامتر بر حسب پارامتر دیگر ۲-۲-۶
۲۸	تحلیل نتایج اندازه‌گیریهای سیستم ابزار دقیق و کنترل رفتارهای پیش‌بینی شده ۳-۶
۲۹	تهیه دستورالعمل رفتارسنجی به کمک ابزار دقیق در مورد بدنه سازه و پی ۴-۶
۲۹	جمع‌بندی و ارائه گزارش نهایی و مستندسازی

خدمات مهندسی ژئوتکنیک در مرحله اجرا دارای وجه تمایز آشکاری با خدمات مراحل توجیهی و طراحی تفصیلی است. در این مرحله از کار، به علت تفاوت پیش فرضها با شرایط واقعی و پیچیده زمین و مصالح طبیعی، که از نقطه‌ای به نقطه دیگر متغیر است، احتمال بروز تغییرات در پی‌سازها زیاد خواهد بود. مطالعات مرحله دوم امکان شناخت کلیه جزییات و پیچیدگیهای زمین در تمامی طول و در اعماق موثر را به نحو گسترده فراهم نمی‌آورد. از طرف دیگر تغییرات ایجاد شده احتمالی باید در حدی باشد که بر شرایط اقتصادی طرح تأثیر مهمی نگذارد. لذا، ضروری است که ارتباط تنگاتنگی بین عوامل نظارت در کارگاه، عوامل اجرا و مهندس طراح از نظر تبادل هر نوع اطلاعات و تغییرات مشاهده شده در شرایط زمین و ویژگیهای زمین‌شناسی، برقرار گردد. در این نشریه فرض شده است که چنین پیوند درونی عملاً وجود دارد. ضمناً ارائه خدمات مندرج در این نشریه از تعهدات مهندس مشاور اصلی طرح یا مهندس مشاور مادر است.

برای اجرای صحیح و مناسب طرح، دستگاه نظارت موظف به رعایت دقیق مشخصات فنی و دستورالعملهای فنی طراحی است و باید شیوه فنی ساخت و روش پیشنهادی پیمانکار برای اجرای هر بخش از اجزای پروژه را بررسی نماید و از هر عمل منتهی به کاهش کیفیت کار و ناپایداری زمین، جلوگیری نماید. بنابراین دستگاه نظارت باید پیمانکار را به ارائه روشهای اجرای کار¹ در کلیه زمینه‌های اجرایی و رعایت مشخصات فنی مکلف کند و روشهای مزبور بر پایه گزارشهای دریافتی از پیمانکار یا پیمانکاران مورد بررسی و تأیید قرار گیرد.

با توجه به این که عملیات تزریق در داخل زمین انجام می‌شود و قابل رؤیت نیست و از سوی دیگر نتایج آن قابل کنترل کامل نخواهد بود، این عملیات از موارد مهمی است که روشهای اجرای مراحل مختلف آن باید به دقت تحت کنترل و نظارت باشد، ضمن آنکه کنترل کیفیت تمامی عملیات اجرایی که در این نشریه به آنها اشاره شده است، باید با دقت لازم به اجرا درآید. به منظور تحقق این امر بایسته است عوامل و ابزار کنترل کیفی از قبیل: آزمایشگاه مجهز و مناسب با نیروی انسانی متخصص پیش‌بینی و دسترسی به استانداردهای لازم و همچنین دستگاهها و ابزار مناسب اندازه‌گیری در ساختگاه امکانپذیر گردد. باید مد نظر داشت که مقادیر تعیین شده در مشخصات فنی، میزان حداقل تلقی می‌شود و تأمین کیفیت بالاتر و بیشتر از آن ضروری است.

در خلال اجرا هرگونه تغییرات حاصل شده، به‌ویژه از نظر ژئوتکنیکی، باید با دقت لازم بررسی شود و نتایج

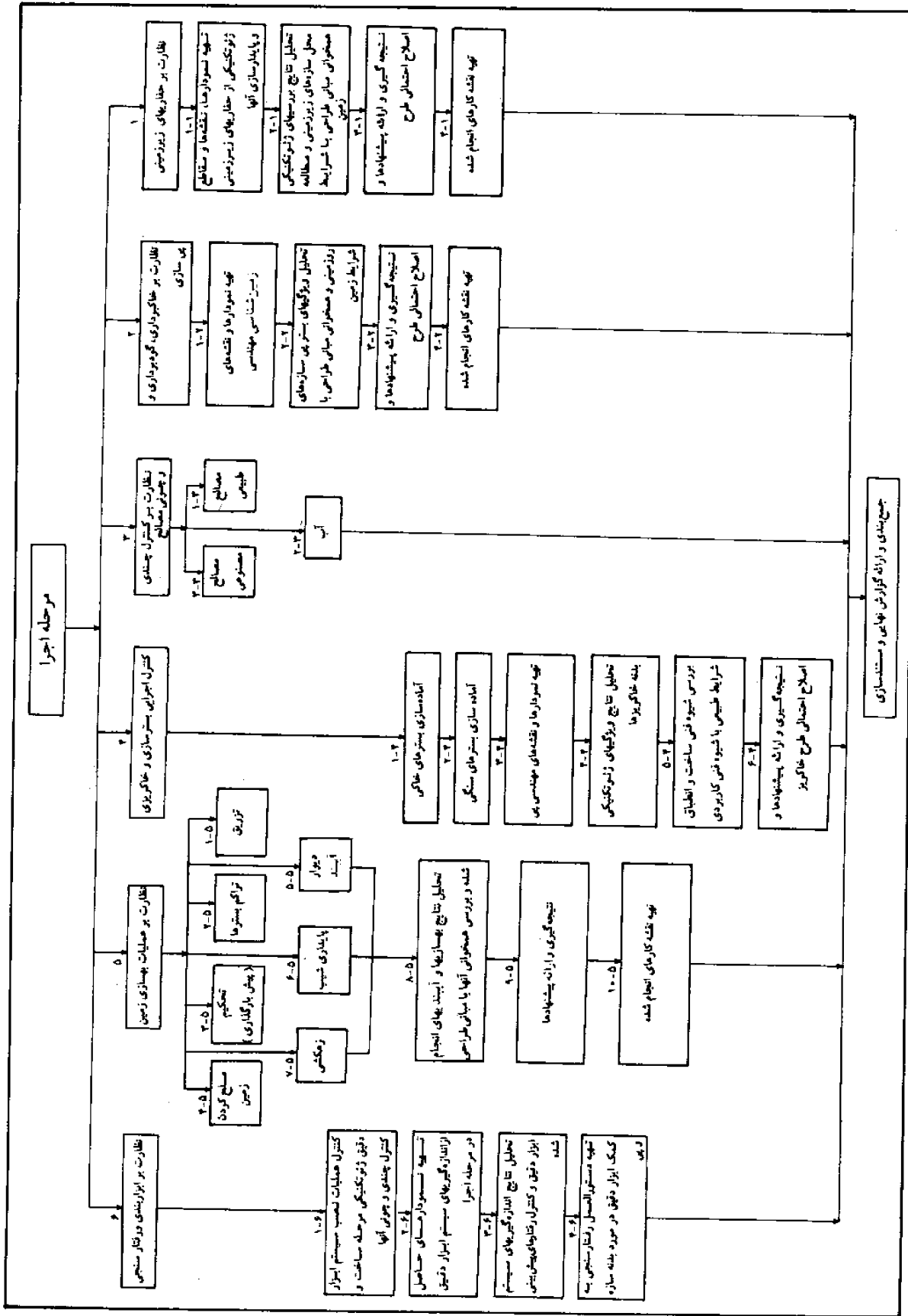
آزمایشهای کنترل کیفیت و داده‌های جدید ژئوتکنیکی در گزارشهایی، برای هر بخش مدون گردد و نقشه‌های اجراشده^۱ اجزای مختلف طرح با نگرش خاص به مسائل ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی مهندسی تهیه شود.

نظارت بر اجرای عملیات ساخت با هدفهای زیر انجام می‌پذیرد:

- ۱- رعایت مشخصات و ویژگیهای موردنظر طراح،
- ۲- مقایسه شرایط واقعی ژئوتکنیکی با فرضیات و مبانی طراحی و اصلاح طرح در صورت نیاز،
- ۳- قابلیت و سهولت اجرای روش پیشنهادی و بهینه‌سازی اقتصادی آن،
- ۴- پیشگیری از تغییر عملکرد سازه و پیگیری برای تحقق اهداف ازپیش تعیین شده برای طرح،
- ۵- پیشگیری از آسیب رسیدن به سازه‌های مجاور،
- ۶- تأمین پایداری سیستمهای سازه‌ای و ژئوتکنیکی در زمان اجرا با توجه به شرایط ژئوتکنیکی و مبانی طراحی،
- ۷- تأمین ایمنی در خلال اجرای کار،
- ۸- کنترل برنامه زمانی اجرای کار و هماهنگی آن با سایر فعالیتها،
- ۹- کنترل احجام و مقادیر کار انجام شده و صورت وضعیتهای پیمانکاران،
- ۱۰- تأیید نقشه‌های اجرا شده،
- ۱۱- تهیه فهرست نواقص در زمان تحویل موقت و برنامه‌ریزی و تأیید روشهای پیمانکار برای رفع نواقص و پیگیری آنها تا تحویل قطعی،
- ۱۲- بررسی اجزای مختلف طرح اجرا شده و چگونگی تغییرات اعمال شده با توجه به بندهای ۱ تا ۱۰ فوق.

شایان ذکر است که بندهای مشخص شده با دو ستاره از وظایف مشترک مهندسان مشاور مادر و مهندسان مشاور ژئوتکنیک و 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 موردنیاز را با توجه به نوع، ابعاد و اهمیت طرح موردنظر با توافق کارفرما از این فهرست خدمات استخراج می‌نماید.



۱- نظارت بر حفاریهای زیرزمینی:

۱-۱ تهیه نمودارها، نقشه‌ها و مقاطع ژئوتکنیکی از حفاریهای زیرزمینی و پایدار سازی آنها:

۱-۱-۱ برداشتهای زمین شناسی مهندسی از:

۱-۱-۱-۱ وضعیت لایه بندیها و مشخصات هندسی لایه‌ها و تفکیک بلوکهای ساختاری

۲-۱-۱-۱ سیستم ناپیوستگیها (درزه‌ها و شکستگیها، گسله‌ها و زونهای خرد شده) شامل طول گسستگی، فاصله،

وضعیت رویه از نظر زبری و هوازدگی و...

۳-۱-۱-۱ زونهای آبدار با توجه به چندی و چونی آب (سولفات، کلروره، آبهای گرم، اسیدی و...)

۴-۱-۱-۱ لایه‌ها و گستره‌های شدیداً سست، هوازده و یا دگرسان و زمینهای مسئله‌دار (مناطق آماسی، گچی

انیدریتی، نمکدار، ذغالدار، گازدار، حفره‌های خالی و کارستی و مناطق با تمرکز تنش غیرعادی) در

حین اجرای کار

۲-۱-۱ بررسیهای ژئومکانیکی با توجه به:

۱-۲-۱-۱ ویژگیهای هندسی طرح و شرایط ژئوتکنیکی زمین اطراف سازه زیرزمینی

۲-۲-۱-۱ نتایج حاصل از اندازه‌گیریهای درجا در حین اجرا

۳-۲-۱-۱ مشخصات و شرایط آبهای گرم احتمالی که در حین اجرا با آن برخورد می‌شود و بررسی منشاء تولید

آبگرم و لرزه‌زایی احتمالی همراه با این گونه آبها

۴-۲-۱-۱ مشخصات پدیده‌های نشست^۱ و فرونشست^۲

۵-۲-۱-۱ ژئوهیدرولیک منطقه و احتمال برخورد به مجاری زیرزمینی و ابنیه مدفون

۳-۱-۱ نمودارها، نقشه‌ها و مقاطع:

۱-۳-۱-۱ تهیه نیمرخها یا نقشه‌های مناسب از بخشهای نمایان شده^۳ و تفکیک مصالح بر حسب عوامل بارز

لیتولوژیکی و ساختاری (بلوک بندی) و تفکیک زونهای سالم، نسبتاً هوازده، نیمه هوازده، هوازده و

کاملاً هوازده

۲-۳-۱-۱ تهیه نمودار "تحلیل استریوگرافیک" ناپیوستگیها، درزه‌ها و تفکیک و طبقه بندی آنها روی شبکه

فضایی مناسب برای هر یک از بلوکها

1- Settlement

2- Subsidence

3- Exposed

- ۳-۳-۱-۱ تهیه نمودارهای وضعیت آب در سازه زیرزمینی و تفکیک زونهای خشک^۱، نمدار^۲ و یا تر^۳، دارای نشتاب^۴ و یا جریان آب^۵
- ۴-۳-۱-۱ تهیه نقشه‌ها و نیمرخهای مناسب و مشخص کردن نقاط ظهور یا خروج آب روی آنها
- ۵-۳-۱-۱ تهیه نمودار تغییرات چندی و چونی سفره‌های آب حین اجرای کار
- ۶-۳-۱-۱ تهیه نیمرخها یا نقشه‌های مناسب و تفکیک مناطق از نظر مقاومت مکانیکی و رفتار ژئومکانیکی با تشریح نظری
- ۷-۳-۱-۱ تهیه نمودار و نقشه از مناطق ناپایدار و ریزشی و محدوده آنها با مشخص نمودن ابعاد، نوع و ویژگیهای آنها
- ۸-۳-۱-۱ طبقه بندی مهندسی و تفکیک مصالح خاکی و سنگی بر حسب عوامل موثر در آبگذری، پایداری و نشست پذیری و ارائه نقشه مربوط
- ۹-۳-۱-۱ تهیه نمودار نتایج حاصل از ابزاربندی و رفتارسنجی (سنجش همگرایی، تنش سنجی، اندازه گیری تغییر شکلها و...)
- ۱۰-۳-۱-۱ تهیه آمار مربوط به ناپایداریها و ریزشها شامل: زمان ریزش پس از حفاری، ابعاد، علل ریزش، شرایط زمین (اشباع، خشک یا نیمه مرطوب)
- ۲-۱ تحلیل نتایج بررسیهای ژئوتکنیکی محل سازه‌های زیرزمینی و مطالعه همخوانی مبانی طراحی با شرایط زمین
- ۱-۲-۱ تحلیل نتایج برداشتها و مقایسه نتایج واقعی با شرایط پیش بینی شده از دیدگاه:
- ۱-۱-۲-۱ وضعیت مصالح و کیفیت و نوع آنها
- ۲-۱-۲-۱ وضعیت آب زیرزمینی
- ۳-۱-۲-۱ وضعیت هوازدگی
- ۴-۱-۲-۱ وضعیت ساختاری، میزان شکستگی
- ۵-۱-۲-۱ وجود نقاط مسئله دار (آماسی، انحلال پذیر و...)
- ۶-۱-۲-۱ رفتار ژئومکانیکی واحدها یا بلوکهای مختلف
- ۷-۱-۲-۱ پایداری و امکان بروز نشست، ریزش، لغزش و یا سایر حالت‌های ناپایداری در سازه‌های زیرزمینی

1- dry
3- Wet
5- water inflow

2 - Damp
4- Leakage

- ۳-۱ نتیجه گیری و ارائه پیشنهادهای و اصلاح احتمالی طرح
- اصلاح طرح با توجه به تغییرات احتمالی پارامترها در صورت نیاز ۱-۳-۱
- اصلاح روش حفاری در مناطق مختلف با توجه به عوارض زمین شناسی و ژئومکانیکی در صورت نیاز ۲-۳-۱
- ارائه طرح اصلاحی برای تخلیه آبهای وارده، به ویژه در زونهای مرتبط با سفره های تحت فشار ۳-۳-۱
- ارائه طرح اصلاحی برای زهکشی و خشک کردن مناطق آبدار و یا اجرای عملیات آبیندی ۴-۳-۱
- ارائه طرح اصلاحی برای اجرای عملیات بهسازی و پایدار سازی موقت سقف و جدار حفاریها (بتن پاشی، نصب میل مهاریها، تزریق و...) ۵-۳-۱
- ارائه طرح اصلاحی برای مقابله با زمینهای مسئله دار و شرایط ویژه (طرحهای علاج بخشی) ۶-۳-۱
- ۴-۱ تهیه نقشه کارهای انجام شده با درج مختصات و مشخصات واقعی سازه ها و همچنین کلیه تغییرات چندی و چونی در نقشه های اولیه، حفظ و نگهداری کلیه دستور کارها در مواردی مانند:
- چاههای فشار شکن - گمانه های زهکشی ۱-۴-۱
- میل مهاریها و ابزار تکیه گاهی و نگهداری ۲-۴-۱
- لوله ها و داکتها، ابزار و قطعات مدفون در زمین ۳-۴-۱
- گمانه های تزریق تحکیمی، تماسی و آبیندی ۴-۴-۱
- ابزار اندازه گیری ۵-۴-۱
- ۲- نظارت بر خاکبرداری، گودبرداری و پی سازی
- ۱-۲ تهیه نمودارها و نقشه های زمین شناسی مهندسی براساس نتایج کلیه برداشتهای و آزمایشهای درجا
- ۱-۱-۲ برداشتهای زمین شناسی مهندسی و تهیه نقشه های مربوط شامل:
- وضعیت زمین از دیدگاه چینه شناسی و سنگ شناسی ۱-۱-۱-۲
- ویژگیهای زمین ریخت شناسی و زمین ساختی محدوده ساختگاه ۲-۱-۱-۲
- مشخص کردن مرز توده های سنگی و خاکی روبار و بستر سنگی و گستردگی سطحی آنها ۳-۱-۱-۲
- اطلاعات حاصل از بررسیهای سطحی همانند: گستردگی نقاط ظهور آب، زونهای آبدار از نظر چندی و چونی و زونهای هوازده ۴-۱-۱-۲

- ۵-۱-۱-۲ لایه‌ها و گستره‌های بسیار سست از نظر باربری و پایداری
- ۶-۱-۱-۲ پهنه بندی از نظر ویژگیهای مکانیکی، فیزیکی و هیدرولیکی
- ۷-۱-۱-۲ پهنه‌بندی خاکهای مسئله‌دار (آماسی، واگرا، روانگرا، گچی، سیمانی شده و...) در عملیات ساختمانی
- ۲-۱-۲ تهیه برشهای ژئوتکنیکی از ساختگاه سازه‌ها در حین عملیات اجرایی شامل :
- ۱-۲-۱-۲ نهایی کردن برشهای طولی و عرضی ژئوتکنیکی
- ۲-۲-۱-۲ تدقیق نهایی برشهای طولی و عرضی ژئوتکنیکی که در برگیرنده موارد زیر خواهد بود :
- مرز توده‌های سنگی و خاکی روبار و بستر سنگی در عمق و وضعیت هندسی خصوصاً ستبراً، شیب، امتداد، شیستوزیته و درزه‌ها
 - اطلاعات مربوط به آب زیرزمینی و تغییرات آن در حین اجرای کار، ژرفا و نوع هوازدگی، خوردگی آبها و محل خروج آبهای زیرزمینی
 - وضعیت هندسی و فیزیکی لایه‌های سست
 - وضعیت هندسی خاکهای مسئله‌دار (آماسی، واگرا، گچی، روانگرا، سیمانی شده و غیره)
 - مناطق ناپایدار و ریزشی و محدوده آنها با مشخص کردن ابعاد، نوع و ویژگیهای آنها
- ۲-۲ تحلیل ویژگیهای بستر پی سازه‌های روزمینی و همخوانی مبانی طراحی با شرایط زمین
- ۱-۲-۲ بررسی نتایج برداشتهای حین حفاری روزمینی و کنترل صحت پارامترهای طراحی شده با استفاده از یافته‌های ژئوتکنیکی از دیدگاه :
- ۱-۱-۲-۲ نابهنجاریهای برداشت شده، هوازدگی و خردشدگی مناطق، وضعیت و کیفیت مصالح طبیعی و نوع آنها در زیرپی
- ۲-۱-۲-۲ کفایت تمهیدات پیش بینی شده در طرح در پاسخ به تأمین نیازهای اساسی ایمنی سازه‌ها و پی‌سازیه‌ها به ویژه مسائل مربوط به زهکشی و دورساختن آب از محل سازه
- ۳-۱-۲-۲ وجود زونهای مسئله‌دار در زیر پی سازه‌ها و کنترل صحت آن
- ۴-۱-۲-۲ وضعیت آب زیرزمینی و محل‌های ظهور و خروج آن به‌ویژه در مورد پایاب سدها و دره‌های مجاور
- ۵-۱-۲-۲ وجود مناطق ناپایدار و لغزشی و گسترش بالقوه آنها
- ۳-۲ نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها و اصلاح احتمالی طرح :
- ۱-۳-۲ ارائه پیشنهاد اصلاح روش حفاری براساس شرایط موجود
- ۲-۳-۲ ارائه پیشنهاد و طرح اصلاح احتمالی روش زهکشی و عملیات پایدار سازی کف و دیواره گودبرداری و آبندی گودبرداریه‌ها

۳-۳-۲ بررسی و مقایسه طرح تفصیلی با جمع‌بندی کلیه شرایط مشاهده شده در عملیات حفاری روزمینی، بهسازی و زهکشی احتمالی انجام شده و اصلاح احتمالی طرح در پی سازه‌ها به‌ویژه در هنگام برخورد به مسائل ویژه از قبیل: لایه‌های لغزنده و خاکهای مسئله‌دار و جز آن

۴-۳-۲ کنترل شرایط ژئوتکنیکی پی سازه‌ها و تغییرات احتمالی طرح اولیه بهسازی برای مقابله بانقاط ضعیف زمین

۴-۲ نظارت بر تهیه نقشه کارهای انجام شده

۳- نظارت بر کنترل چندی و چونی مصالح شامل:

۱-۳ مصالح طبیعی

مصالح طبیعی به‌طورکلی سنگ و خاک را در ابعاد و دانه بندیهای مختلف شامل می‌شود. این مصالح ممکن است در ابعاد و اندازه‌های بزرگ به صورت لایه محافظ، سنگ چین حفاظتی^۱، سنگ چینها تا ابعاد و اندازه‌های کوچک، مانند: هسته رسی سدهای خاکی مورد استفاده قرار گیرد. مصالح طبیعی گاهی به عنوان اجزای سازنده مصالح مصنوعی، مانند: شن و ماسه در بتن مصرف می‌شود که به مسائل آنها در مبحث مربوط اشاره خواهد شد. برحسب نوع مصرف و محل کاربرد این مصالح، بررسیها و کنترلهای مختلفی روی آنها انجام می‌شود که به‌طورکلی در زیر به آنها اشاره شده است:

۱-۱-۳ کنترل خواص فیزیکی و انطباق آن با مشخصات فنی، شامل: دانه بندی، حدود اتربرگ، وزن حجمی، شکل ذرات (تیزگوشگی، گردشگی و...)، شیب توزیته، پوکی و جذب آب، درجه تراکم، آزمایش هم ارز ماسه، ضریب ریزی^۲ و...

۲-۱-۳ کنترل خواص مکانیکی و انطباق آن با مشخصات فنی، شامل: مقاومت‌های فشاری و برشی، مقاومت به سایش، تراکم پذیری و C.B.R، دوام و زوال پذیری^۳، ...

۳-۱-۳ کنترل مینرالوژیکی و خواص شیمیایی و انطباق آن با مشخصات فنی شامل: کانیهای سازنده از نظر نوع و شکل (سوزنی، ورقه‌ای و...)، مواد حل شونده، مواد خورنده، مواد آلی، وجود مواد مضر و کاهنده کیفیت، سلامت^۴، فعل و انفعالات شیمیایی و...

۴-۱-۳ کنترل خواص خاکهای مسئله‌دار از قبیل: ریمندگی، آماس، واگرایی و...

1- Rip Rap

2- Fine modulus

3- deterioration

4- Soundness

آب	۲-۳
کنترل املاح موجود در آب و انطباق آن با مشخصات فنی برای مصرف در بتن و یا مقاصد بارآوری ^۱	۱-۲-۳
کنترل PH و درجه حرارت آب از نظر شرایط ساخت بتن	۲-۲-۳
مصالح مصنوعی	۳-۳
سیمان	۱-۳-۳

سیمان به عنوان یکی از مصالح مصنوعی استاندارد با توجه به اطلاعات کارخانه تولیدکننده و در انطباق با مشخصات فنی تعیین شده انتخاب می شود. برای کنترل ویژگیهای سیمان مورد مصرف یا به دست آوردن این ویژگیها آزمایشهای زیر بر طبق مشخصات فنی مورد نظر انجام می گیرد:

** ۱-۱-۳-۳^۲ کنترل ترکیب شیمیایی^۳ و اجزای شیمیایی^۴ اصلی سیمان

کنترل شیمیایی ترکیبات سیمان از نظر اکسیدها و اجزای شیمیایی نظیر: C₄AF, C₃S, B-C₂-S, C₃A، آهک آزاد، SO₃ و غیره

۲-۱-۳-۳ کنترل خواص فیزیکی سیمان شامل:

- وزن مخصوص و نرمی^۵
- زمان گیرش سیمان (گیرش اولیه و نهایی)
- مقدار حرارتزایی سیمان
- افزایش حجمی و تورم ملات سیمان با اتوکلاو
- آزمایش لوشاتلیه

** ۳-۱-۳-۳ کنترل خواص مکانیکی سیمان شامل:

- مقاومت فشاری ۳ و ۷ و ۲۸ روزه

1- Curing

۲- منظور از دو ستاره وظایف مشترک مهندس مشاور مادر و مهندس مشاور ژئوتکنیک است.

3- Chemical Composition

4- Chemical compound

5- Blaine

- مقاومت خمشی ۳ و ۷ و ۲۸ روزه

- مقاومت کششی ۳ و ۷ و ۲۸ روزه

** ۲-۳-۳ بتن

آزمایشهای بتن با دو هدف کلی زیر صورت می‌گیرد:

الف - ارائه طرح بهینه اختلاط بتن با توجه به مصالح قابل دسترس در کارگاه

ب - کنترل کیفیت بتن تهیه شده در کارگاه

آزمایشهای رایج در هر دو مورد عبارتند از:

** ۱-۲-۳-۳ کنترل خواص فیزیکی بتن شامل:

- دانه بندی سنگدانه‌ها

- کارپذیری^۱ بتن

- هوای ایجاد شده در بتن^۲

- چگونگی حبابهای ایجاد شده با مواد هوازا^۳ (A.E.A)

- وزن مخصوص

- درجه حرارت بتن به‌ویژه در شرایط بتن‌ریزی در گرما

- درجه حرارت ایجاد شده در خلال گیرش و پس از سخت شدن بتن

- کیفیت دوام بتن سخت شده شامل: آزمایش یخبندان و ذوب با توجه به سن نمونه‌های بتنی براساس

مشخصات فنی مورد نیاز

- آزمایش^۴ D.T.A و X-Ray بر حسب مورد

- سایر بررسیهای ویژه بر حسب مورد

** ۲-۲-۳-۳ کنترل خواص مکانیکی بتن شامل:

- مقاومت فشاری ۳، ۷، ۲۸، ۴۲ و ۹۰ روزه با سیمانهای پرتلند معمولی و ۳، ۷ و ۴۲ روزه با سیمانهای

تیپ II و V و یا سیمانهای پوزلانی و یا بتن حاوی میکروسیلیس

- مقاومت خمشی ۳، ۷ و ۲۸ روزه

- مقاومت کششی ۳، ۷ و ۲۸ روزه

- مدول کشسانی

- انجام دادن سایر آزمایشهای مقاومتی بتن بر حسب نیاز

1- Workability

2- Air Content

3- Air Entraining Agent

4- Differential Thermal Activity

***** ۳-۲-۳-۳ کنترل‌های شیمیایی بتن شامل :**

- کنترل کربناته شدن
- آزمایش نفوذ یون کلر در بتن به وسیله پخش فنل فتالئین بر سطح بتن برش داده شده
- اندازه‌گیری تورم و تغییر حجم بتن با نمونه‌های منشوری و مکعبی با میکرومترهای خاص تحت اثر عوامل محیطی آفندان^۱ (مهاجم) مانند آب شور ده درصد تیتره (کلوروسدیم) و سولفات‌ها در صورت نیاز
- بررسیهای میکروسکوپی به ویژه (S.E.M.)^۲ از نظر فعل و انفعالات شیمیایی مختلف در صورت نیاز
- کنترل خوردگی فولاد
- سایر بررسیها و آزمایشهای کنترلی بر حسب نیاز

***** ۴-۲-۳-۳ آزمایشهای کنترل کیفیت بتن براساس مقادیر مواد افزودنی شامل :**

- مواد هوازا
- مواد روان‌کننده و فوق روان‌کننده
- میکروسیلیس و پوزولانها
- مواد بارآوری بتن^۳
- سایر مواد نظیر: زودگیر و دیرگیر کننده‌ها، تأخیردهندگان نقطه انجماد و...

***** ۳-۳-۳ فولاد**

برای کنترل خواص مکانیکی و آلیاژی فولاد به مشخصات فنی و آیین‌نامه‌های معتبر مراجعه شود.

***** ۴-۳-۳ سایر مواد و مصالح مصنوعی**

کنترل کیفی مصالحی مانند: نوارهای آببند^۴، پرکننده‌های درز^۵، بتونه‌ها^۶ و مصالح مسلح کننده خاک، عایق کننده‌ها، مصالح زهکشی و.... متناسب با مشخصات فنی طرح انجام خواهد شد.

۴- کنترل اجرایی بسترسازی و خاکریزی

۱-۴ آماده سازی بسترهای خاکی به منظور بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی

۱-۱-۴ بسترهای سست و آبدار و باتلاقی با اجرای : ستونهای خرده سنگی، ماسه ای، تزریق موادشیمیایی و

1- Aggressive Environment

2- Scanning Electron Micrography

3- Curing Compound

4- water stops

5- Joint fillers

6- Sealants

سیمان، کاربرد پارچه گونه‌ها و سیستم پیش بارگذاری و...	
بسترهای واقع بر خاکهای مسئله‌دار (واگرا، آماسی، رمنده و...)	۲-۱-۴
بسترهای سازه‌های واقع در سواحل دریا، دریاچه، رودخانه و... (اصلاح بسترهای مستعد به روانگرایی، متخلخل سست، لایه‌های توأم با مواد آلی و لجن)	۳-۱-۴
آماده سازی بسترهای خاکی با اجرای :	۴-۱-۴
- زهکشها و خشکاندن محوطه سازه‌ها و پی آنها	
- تغییر در ساختار شیمیایی خاکهای سست و با تلاقی	
- تراکم بیشتر در عمق و گستره موردنیاز با کاربرد روشهای ستونهای سنگی ^۱ ، تحکیم دینامیکی، ارتعاشی ^۲ ، انفجاری، نوارهای پلاستیک زهکش ^۳ مانند، و غیره	
- خاکبرداری تا رسیدن به خاک مناسب باربر و اعمال تراکم سطحی با انواع غلتکها و...	
- لایه‌های اساس و زیراساس و تراکم آنها و تراکم بستر اولیه آنها	
- شمع کوبیها، شمع ریزیها، دیوارکها ^۴ ، شبکه‌های دیوارک در لایه‌های سست و...	
- عملیات مسلح کردن خاک پی‌ها برای کاهش نشستها و افزایش ظرفیت باربری و...	
نظارت بر نحوه اجرای عملیات بستر سازیها و عملیات خاکی طبق مشخصات فنی	۵-۱-۴
نظارت بر اجرای عملیات تراکم لایه‌های خاکریز به‌ویژه خاکریزیهای متفاوت بدنه سدها و اعمال کنترل کیفیت با بهره‌گیری از روش آماری	۶-۱-۴
آماده‌سازی بسترهای سنگی با اجرای :	۲-۴
عملیات زهکشی در گل سنگها، مارن‌ها، زونهای خردشده ریزدانه، زونهای گسلیده میلونیتی و...	۱-۲-۴ **
عملیات بتن پاشی و بهسازی سطحی برای مقاصد پایداری و آماده سازی بستر و تکیه‌گاه	۲-۲-۴ **
عملیات توأم بتن پاشی، نصب میل مهاریها، گمانه‌های زهکشی و تزریق تحکیمی و سطحی در پی‌ها و شبیه‌های مجاور آن	۳-۲-۴ **
عملیات آماده سازی پی‌های سنگی با روشهای تزریق تحکیمی، تزریق آبنندی، احداث پرده زهکش، عملیات دوخت و دوزسنگها (در این عملیات به روشهای مختلفی نیاز خواهد بود که برای جزئیات آن به بندهای مختلف بخش ۵ مراجعه شود.)	۴-۲-۴ **
عملیات بهسازی زمین با نصب کابل‌های مهاری پیش‌تنیده و یا هر نوع دیگر	۵-۲-۴ **

1- Stone Pillar

2 - Vibrofloatation

3 - Soldrain

4 - Barrettes

تهیه نمودارها و نقشه‌های مهندسی پی با توجه به نتایج آزمایشهای تکمیلی ^۱	۳-۴
تهیه نمودارهای ژئومکانیکی پی‌ها و بستر خاکی سازه‌ها با تحلیل نتایج حاصل از شاخصهای اندازه‌گیری و ابزار دقیق و آزمایشهای کنترلی تغییر خواص مکانیکی	۱-۳-۴
تغییرات نشستها بر حسب زمان در نقاط مختلف سازه موردنظر	۲-۳-۴
تغییر مکانهای افقی ثبت شده در نقاط مختلف	۳-۳-۴
تغییر مقاومت و تغییر مدول کشسانی بر حسب ژرفا در نقاط مختلف	۴-۳-۴
تغییر کیفیت سنگ در ژرفا و در نقاط متفاوت	۵-۳-۴
تغییرات نشست پی‌های خاکی به‌ویژه در زمینهای سست و آبدار	۶-۳-۴
تغییر مکانهای شیبها و دامنه‌ها بر پایه نتایج اندازه‌گیری شیب سنجها و شاخصهای میکروژئودزی و...	۷-۳-۴
تغییر مکان بدنه‌های خاکی به‌ویژه سدها در حالت‌های مختلف زمانی و تغییرات آب بر پایه نتایج ابزار دقیق	۸-۳-۴
تغییر شکل پی‌های سنگی به‌ویژه در مناطق خردشده بر پایه نتایج کشیدگی سنج ^۲ و...	۹-۳-۴
تغییر شکل پی‌های سنگی در اعماق و لایه‌های سست و مسئله‌دار بر پایه نتایج اندازه‌گیری پاندولهای معمولی و معکوس و...	۱۰-۳-۴
تغییر مکانهای سازه‌های هیدرولیکی در ارتباط با تغییرات شرایط آب‌زیرزمینی بر حسب زمان و مکان	۱۱-۳-۴
تحلیل نتایج ویژگیهای ژئوتکنیکی بدنه خاکریزها و انطباق شرایط طبیعی با محاسبات مرحله قبل شامل:	۴-۴
نتایج دانه بندیها و حدود اتربرگ بدنه خاکریز	۱-۴-۴
نتایج رطوبت نسبی و درجه تراکم آنها به هنگام اجرا	۲-۴-۴
نتایج پارامترهای تحکیم و نفوذپذیری خاکهای ریزدانه	۳-۴-۴
نتایج ویژگیهای ژئوتکنیکی خاکهای ریزدانه زیر بستر پی بدنه سدها و سازه‌های آبی	۴-۴-۴
کیفیت مصالح مصرفی در قسمتهای مختلف بدنه سد و سایر سازه‌های خاکی به‌طور آماری بر حسب پیشرفت کار و اعمال تمهیدات لازم برای اصلاحات احتمالی موردنیاز	۵-۴-۴
نتایج تغییر شکل پذیری بسترهای خاکی پی سازه‌های آبی بانگرش اثر آب بر آنها بر حسب زمان و مکان	۶-۴-۴
نتایج لایه بندیهای بستر خاکی زیربدنه سدهای خاکی و وضعیت هندسی، فیزیکی و مکانیکی آنها	۷-۴-۴

۱- یادآوری: برای تکمیل نمودارها و نقشه‌های مهندسی پی در مواردی نظیر: آبگذری، تزریق پذیری، مواد تزریق شده، غلظت تزریق و فشار آنها، تغییر مقادیر مقاومت پی در خاکها و مناطق خردشده سنگی و مسئله‌دار به بندهای مبحث بهسازی (بخش ۵) مراجعه شود.

نتایج تغییرات آب زیرزمینی زیر بستر پی سدها با توجه به آبدگیری مخزن و نوسانات تراز آب حین بهره‌برداری	۸-۴-۴
مقایسه نتایج دانه بندیها و حدود اتربرگ خاک بدنه خاکریز(در شرایط طبیعی) با الزامات طراحی	۹-۴-۴
مقایسه نتایج پارامترهای تحکیم و مقاومت و نفوذپذیری با الزامات طراحی و مبانی محاسبات	۱۰-۴-۴
مقایسه نتایج تغییر شکل و تغییر مکانهای اندازه‌گیری شده با مقادیر پیش بینی شده براساس پارامترهای طراحی	۱۱-۴-۴
مقایسه نتایج حاصل از تغییرات آب زیرزمینی زیر بستر سازه‌های آبی (مقادیر اندازه‌گیری شده) با نتایج پیش بینی شده	۱۲-۴-۴
ضرایب ایمنی و پایداری پیش بینی شده سازه‌های خاکی، حاصل از پارامترهای طراحی، با ضرایب پایداری و ایمنی حاصل از پارامترهای به‌دست آمده حین اجرای کار	۱۳-۴-۴
بررسی شیوه فنی اجرا و انطباق شرایط طبیعی با شیوه فنی کاربردی :	۵-۴ **
بررسی شیوه فنی اجرای عملیات پیشنهادی^۱ پیمانکار در زمینه :	۱-۵-۴ **
عملیات بهسازی زمین بستر به وسیله تراکم دینامیکی یا هر نوع روش تحکیم پیشنهادی	۱-۱-۵-۴ **
زهکشها و خشک کردن محوطه کار، چه به روش چاههای زهکشی و چه با ترانشه‌های زهکشی	۲-۱-۵-۴ **
عملیات تزریق آبنندی، روشهای مختلف تزریق و تزریق افشانی ^۲	۳-۱-۵-۴ **
عملیات تزریق تحکیمی و تماسی و بهسازی توده سنگها	۴-۱-۵-۴ **
عملیات احداث دیوارهای بتنی یا بتن پلاستیک آبنندی زیر پی سدها	۵-۱-۵-۴ **
عملیات احداث دیوارهای بتنی نگهدارنده محل گودبرداریهای مهم که این دیوارها با اعمال کابل مهاری به‌ویژه با کاربرد کابل‌های پیش تنیده به زمین درگیر می‌شود.	۶-۱-۵-۴ **
عملیات حفاری و ساخت تونلها، گالریها و شافتها در هر نوع زمین با عوارض متفاوت زمین شناسی با توجه به شرایط زمین شناسی، ژئومکانیکی این نوع ابنیه که هر یک از شرایط روش ویژه‌ای را طلب می نماید.	۷-۱-۵-۴ **
عملیات حفاری سازه‌های مهم زیرزمینی به‌ویژه نیروگاه زیرزمینی با توجه به مراحل مختلف حفاری و تقویت جدارها، کاربرد میل مهاریها و کابل‌های مهاری، بتن پاشی‌ها، زهکشیها و غیره بر حسب ویژگیهای ژئومکانیکی محل	۸-۱-۵-۴ **

- *** ۹-۱-۵-۴ عملیات اجرایی بدنه سدهای خاکی و سنگریزه‌ای به‌ویژه چگونگی تماس هسته مرکزی با سطوح سنگی یا خاکی زیرین آن و توجه به مسأله حدفاصل^۱
- *** ۱۰-۱-۵-۴ عملیات تحکیم پی "سدهای سنگریزه‌ای با رویه‌های بتنی^۲" و گالری پی آن^۳ و...
- *** ۱۱-۱-۵-۴ عملیات شمع ریزی، شمع کوبی، سپرکوبیها و مهار آنها، مهار دیوارهای ساحلی، اجرای عملیات دیوارکها و غیره
- *** ۱۲-۱-۵-۴ عملیات پی کنی و یا پی سازی در زمینهای سست لجنی، برای افزایش ظرفیت باربری، آبکشی، جایگزینی بامصالح مناسب، بهره‌گیری از ژئوتکتستایلها، کاربرد روشهای خاکریز تدریجی و تحکیم آهسته و تدریجی آنها
- *** ۱۳-۱-۴-۴ هر نوع عملیات ویژه ژئوتکنیکی برای بهسازی پی، دیوارها و جدارهای حفاری شده، زهکشها برای مقاصد تحکیم و افزایش ضریب اطمینان، اجرای روش پیش بارگذاری زمینهای سست و...
- *** ۲-۵-۴ بررسی انطباق شرایط طبیعی با شیوه فنی کاربردی شامل :
- *** ۱-۲-۵-۴ انطباق روش اجرایی با ویژگیهای ژئوتکنیکی سازندهای سخت، به نحوی که روش اجرایی سبب کاهش مقاومت و به‌هم ریختگی وضعیت طبیعی زمین نگردد.
- *** ۲-۲-۵-۴ انطباق روش اجرایی برای زهکشهای محیطی در محل گودبرداریهای مهم، با توجه به پارامترهای نفوذپذیری و ژئوتکنیکی و غیره
- *** ۳-۲-۵-۴ انطباق روش اجرایی در پی سازیهای مختلف با وسایل و تجهیزات و شیوه فنی مربوط به گونه‌ای که کاربرد روش پیشنهادی، مشکلی در شرایط زمین ایجاد ننماید.
- *** ۴-۲-۵-۴ نحوه اجرا و سرعت عملیات (برای پیشگیری از هر نوع سست‌شدگی تدریجی زمین) به نحوی که مقاصد تعیین شده در اهداف عملیات اجرایی دستخوش مخاطره نگردد.
- *** ۵-۲-۵-۴ مصالح و تجهیزات کاربردی برای هر نوع هدف بهسازی در هر نوع زمین، با توجه به پیچیدگیهای ژئوتکنیکی، ژئومکانیکی، ناهمسانی و تغییرات فراوان پارامترهای زمین شناسی - ژئوتکنیکی زمین اطراف و در زیرسازه مهم موردنظر
- *** ۶-۲-۵-۴ روشهای مسلح کردن خاک و زمین و جدار ترانشه‌ها و دامنه‌ها و بررسی نقش زمان در جلوگیری از هر نوع سست شدن ثانویه بر اثر اجرای عملیات و انتخاب وسایل و تجهیزات و شیوه فنی متناسب با زمین و سازه و طرح اجرایی

1- Interface Problem

2- C.F.R.D (Concrete Faced Rockfill Dam)

3- Plinth Gallery

روشهای اجرایی تزریق سیمان باتوجه به شرایط ژئوتکنیکی توده سنگها و سیستمهای درزو شکاف و حفره ها و فضاهای خالی	۷-۲-۵-۴ **
روشهای اجرایی ویژه تزریق سیمان و شستشو با فشار هوای فشرده و آب تحت فشار و ایجاد پرده آب بند در مناطق گسله و خردشده شدید پر شده با مواد ریزدانه به ویژه در توده سنگهای آهکی کارستی	۸-۲-۵-۴ **
روشهای پیش تنیدگی کابلها و مهاریها در پی ها، جداره های مغارها و نیروگاههای زیرزمینی، تونلهای بزرگ و تقاطع های مهم زیرزمینی، پی حوضچه های آرامش و پایانه سازه های بزرگ آبی و...	۹-۲-۵-۴ **
نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها و اصلاح احتمالی طرح خاکریز	۶-۴
نتیجه گیری در مورد شرایط تراوش از سدهای خاکی و کاهش فشارهای حفره ای بر پایه نتایج اندازه گیری پیزومترهای مختلف و فشارسنجهای نصب شده در بدنه سدها	۱-۶-۴
نتیجه گیری در مورد شرایط تراوش و آبگذری پرده تزریق و آببندی	۲-۶-۴
نتیجه گیری در مورد وضعیت هیدروژئولوژی محل سد و پایاب آن بر پایه نتایج اندازه گیری پیزومترها (به ویژه در حالت مخزن پر)	۳-۶-۴
نتیجه گیری در مورد شرایط بهسازی پی ها از نظر: تحکیم، تراکم، افزایش مقاومت و توان باربری، تأمین ضرایب ایمنی لازم، کاهش تغییر شکل پذیری و تغییر مکان و...	۴-۶-۴
نتیجه گیری در مورد تثبیت و پایدارسازی دامنه ها و شیبهای متعادل ولی ناپایدار	۵-۶-۴
نتیجه گیری در مورد کفایت بهسازیها و اصلاح خواص مکانیکی پی ها	۶-۶-۴
نتیجه گیری در مورد کیفیت مصالح مصرفی و آثار آن بر ایمنی و پایداری مجموعه بدنه خاکریز و پی آنها	۷-۶-۴
نتیجه گیری در مورد آبگیری مخزن و تعیین حداکثر سرعت پرکردن و تخلیه آب در شرایط عادی و اضطراری بهره برداری	۸-۶-۴
نتیجه گیری در مورد مسائل حدفاصل بین بدنه خاکی سد و سنگ و یا ابنیه فنی بتنی با توجه به ارتفاع آب و گرادیان هیدرولیکی و...	۹-۶-۴
ارزیابی نتیجه گیریهای متفاوت ژئوتکنیکی و مقایسه ایمنی و پایداری آنها با مقادیر مشابه پیش بینی شده و شناسایی نقاط ضعف احتمالی	۱۰-۶-۴
بررسی راه حلهای ترمیم نقاط ضعف احتمالی و اعمال تغییرات لازم در طراحیهای مربوط	۱۱-۶-۴
ارائه پیشنهاد برای پیاده کردن راه حلهای علاج بخشی احتمالی و همچنین چگونگی بهره برداری عادی در سیستم سد و تأسیسات وابسته با توجه به ملاحظات ژئوتکنیکی، هیدروژئولوژی و...	۱۲-۶-۴
ارائه پیشنهاد برای پیاده کردن راه حلهای علاج بخشی در سازه های هیدرولیکی و پی سرریزها، ساختمانهای رودخانه ای و سایر سازه ها	۱۳-۶-۴

۵- نظارت بر عملیات بهسازی زمین

۱-۵ تزریق

- ۱-۱-۵ تزریق آببندی
- ۱-۱-۱-۵ برنامه ریزی و تدوین مشخصات اجرای تزریق آزمایشی در نقاط مختلف پی سازه موردنظر بر حسب شرایط واقعی سازندهای زمین شناسی در صورت لزوم
- ۲-۱-۱-۵ نظارت بر اجرای عملیات تزریق آزمایشی و تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده به منظور تعیین محدوده تأثیر هر گمانه و محاسبه فواصل نهایی گمانه‌های تزریق در سازندها و بخشهای مختلف زمین
- ۳-۱-۱-۵ نظارت بر آزمایشهای مختلف صحرائی در گمانه‌های تزریق اکتشافی^۱ به منظور تعیین پارامترهای ژئومکانیکی تزریق در سازندهای مختلف زمین
- ۴-۱-۱-۵ نظارت بر آزمایشهای فشار آب و کنترل موارد شکست هیدرولیکی^۲ در توده سنگها و همچنین مناطق آبرفتی
- ۵-۱-۱-۵ تنظیم برنامه آزمایشهای آزمایشگاهی مواد تزریق از قبیل: ترکیبهای سیمان، بتونیت، روانسازها^۳، فعال کننده‌های بتونیت، موادشیمیایی و سیلیکاتهای پایدار برای تزریق نقاط موردنیاز
- ۶-۱-۱-۵ ** آزمایشهای طرح اختلاط تزریق سیمان بر حسب ویژگیهای زمین شناسی و مواد پرکننده درزه‌ها و شکافها، حفره‌ها و مغارهای مناطق کارستی و آهکی و...
- ۷-۱-۱-۵ ** تعیین زمانهای مختلف تزریق بر حسب غلظتهای متفاوت دوغاب سیمان و زمان و فشار تزریق
- ۸-۱-۱-۵ ** اصلاح احتمالی طرح پرده تزریق آببندی در نقاط ضعف زمین بر حسب نیاز، با توجه به نتایج تزریقهای آزمایشی و گمانه‌های اکتشافی در امتداد پرده تزریق حین اجرای کار
- ۹-۱-۱-۵ ** تهیه نمودارها و لوگهای حفاری گمانه‌های اکتشافی مغزه گیری شده، همراه نتایج آزمایش لوژن و یا لوفران، آزمایشهای فشار آب تحت فشارهای تزریق سیمان و تعیین چگونگی اشباع زمین و نحوه شستشوی مواد پرکننده درزه‌ها، شکافها و فضاهای خالی و...
- ۱۰-۱-۱-۵ ** ارزیابی اطلاعات جمع آوری شده و ثبت و ضبط آنها، حتی الامکان به صورت مصور، جمع‌بندی چگونگی تزریقهای انجام شده و تعیین نقاط ضعف احتمالی پرده تزریق ایجاد شده حین اجرای کار
- ۱۱-۱-۱-۵ ** تهیه پروفیل‌های ژئوتکنیکی در امتدادهای مختلف در محل سد و سایر سازه‌ها بر حسب نیاز
- ۱۲-۱-۱-۵ ** تهیه مقاطع ویژه عملیات تزریق اجرا شده در گمانه‌های متفاوت پرده تزریق، درج مقادیر سیمان تزریق شده در هر قطعه از گمانه، رسم منحنیهای هم خوردند سیمان^۴

1- Exploratory Grout holes

2- Hydraulic Fracturing

3- Fluidifier

4 - Iso - grout Cement take

- ۱۳-۱-۱-۵ ** تهیه نمودارهای مواد تزریق شده بر حسب زمان، فشار تزریق و غلظتهای مختلف دوغاب برای نتیجه گیری و حصول اطمینان از نتایج عملیات آبنندی
- ۱۴-۱-۱-۵ تنظیم برنامه حفاری گمانه‌های کنترل^۱ پرده تزریق
- ۱۵-۱-۱-۵ نظارت بر اجرای عملیات کنترل پرده تزریق، جمع آوری داده‌ها و ثبت و ضبط آنها به صورت مصور از مغزه‌ها همراه با ترسیم نمودارهای ژئوتکنیکی گمانه‌های کنترل
- ۱۶-۱-۱-۵ ارائه دستورالعملهای تقویت و ترمیم پرده تزریق در نقاط ضعف احتمالی در امتداد پرده و یا در اعماق موردنیاز بر پایه نتایج گمانه‌های کنترل
- ۱۷-۱-۱-۵ تهیه گزارش نهایی تزریق آبنندی
- ۲-۱-۵ سایر روشهای تزریق (تحکیمی، تماسی، پیش تنیدگی، پرکنندگی و...)
- ۱-۲-۱-۵ برنامه ریزی و تأیید روش تزریق درزها از طرف مهندس مشاور و نظارت بر اجرای عملیات تزریق بلوکهای بتنی، سدهای بتنی قوسی، بتنی وزنی و سایر سازه‌های بتنی
- ۲-۲-۱-۵ نظارت بر اجرای تزریق درزهای^۲ ساختمانی سازه‌های بتنی و کنترل دقیق فشارها، غلظت دوغاب سیمان، زمان اجرای تزریق و...
- ۳-۲-۱-۵ کنترل و بررسی حرکات احتمالی تکیه گاههای سدهای قوسی به هنگام اجرای عملیات تزریق درزها به منظور پیشگیری از هر نوع واکنش نامناسب حاصل از فشار تزریق به‌ویژه در مورد فشارهای تکیه‌گاهی در قسمتهای تحت تزریق
- ۴-۲-۱-۵ کنترل حرکات زمین و لایه‌ها به هنگام تزریق به منظور جلوگیری از بالا آمدگی^۳ و هر نوع حرکت ناخواسته زمین بستر پی و اثر نامطلوب آن بر سازه
- ۵-۲-۱-۵ برنامه ریزی و تأیید روش تزریق تحکیمی از طرف مهندس مشاور و نظارت بر اجرای عملیات تزریق تحکیمی سازندهای اطراف تونل و سازه‌های زیرزمینی و کنترل حرکات ناشی از این نوع تزریقها بر بدنه سازه و تأمین تکیه گاههای مصنوعی برای جذب فشار حاصل از این نوع تزریقها
- ۶-۲-۱-۵ برنامه ریزی و نظارت بر اجرای عملیات تزریق ویژه برای پیش تنیدگی تونلها و شافتهای تحت فشار و اجرای دقیق آنها با ثبت حرکات پوشش بتنی تونلها و شافتها، به منظور پیشگیری از هر نوع فشار ناخواسته که موجب تخریب دیواره ساخته شده این نوع سازه‌ها می‌گردد.
- ۲-۵ تراکم بسترها (روش دینامیکی، ارتعاشی، انفجاری و...)
- ۱-۲-۵ ** ارزیابی نتایج آزمایشهای انجام شده از قبیل: نفوذ استاندارد SPT^۴، نفوذ استاتیکی CPT^۵

1 - Check holes

2- Joint grouting

3- Upheave

4- Standard Penetration Test

5- Cone Penetration Test

پرسیومتری، بارگذاری صفحه‌ای و...، پیش از اجرا و انجام دادن تراکمهای آزمایشی بر حسب شرایط ژئوتکنیکی و همچنین آزمایشهای کنترل موارد فوق برای ارزیابی عملکرد سیستم و انتخاب روش کار بهینه

- ۲-۲-۵ برنامه ریزی و نظارت بر انجام دادن صحیح روش موردنظر بر حسب شرایط ژئوتکنیکی بستر مانند: تعداد ضربات، فواصل محل کوبش^۱، وزن وزنه، ارتفاع سقوط و...، محل جاگذاری مواد انفجاری، فواصل آنها از یکدیگر، چگونگی تأخیر زمانی انفجار و...
- ۳-۲-۵ *** تعیین برنامه زمانی اجرای کار و توقف عملیات کوبش برای استهلاك فشارهای حفره‌ای افزایش یافته بر حسب نیاز و شرایط ژئوتکنیکی محل
- ۴-۲-۵ *** تهیه و جمع آوری اطلاعات حین اجرا و نتایج آزمایشهای کنترل تراکم اجراشده در نقاط مختلف زمین حتی الامکان به صورت مصور همراه با نقشه‌ها و نمودارهای ژئوتکنیکی
- ۳-۵ روش تحکیم (پیش بارگذاری^۲)
- ۱-۳-۵ ارزیابی نتایج آزمایشهای انجام شده نظیر: برش پره‌ای، نفوذ استاتیکی، مقاومت فشاری تک‌محوری، سه محوری، آزمایش ادومتری و... قبل از اجرای عملیات آزمایشی صحرائی
- ۲-۳-۵ برنامه ریزی و تدارک لوازم و وسایل ابزاربندی تعیین فشار حفره‌ای، نشست، شاخصهای نقشه برداری (میکروژئودزی) و...
- ۳-۳-۵ *** تعیین برنامه زمانی اجرای کار و چگونگی (پیشرفت عملیات) خاکریزی بر حسب شرایط ژئوتکنیکی بستر و محل نصب ابزارمختلف (پیزومترها، نشست سنجها، شیب سنجها و...)
- ۴-۳-۵ نظارت بر نصب، قرائت و اندازه‌گیریهای اولیه و واسنجی^۳ ابزار دقیق نصب شده
- ۵-۳-۵ ثبت و قرائت ابزار اندازه‌گیری نصب شده بر طبق جدول زمانی ارائه شده از طرف دستگاه نظارت
- ۶-۳-۵ *** جمع آوری اطلاعات و ترسیم نمودارهای لازم از قبیل: فشارهای حفره‌ای و نشست بر حسب زمان و مکان
- ۷-۳-۵ *** اجرای برنامه آزمایشهای کنترل برای حصول اطمینان از عملکرد و تحکیم پیش بینی شده با تأکید بر آزمایشهای: برش پره‌ای، نفوذ استاتیکی، مقاومت فشاری تک محوری و سه محوری و ادومتری روی نمونه‌های دست نخورده
- ۸-۳-۵ *** ترسیم نمودارهای مقاومت خاک بستر نسبت به ژرفا قبل و بعد از اجرای عملیات

1 -Imprints

2- Pre-Loading

3- Calibration

روشها	۴-۵	مسلح کردن زمین
۱-۴-۵ ***		
برای اجرای عملیات بهسازی زمین به روشهای زیر، ضروری است که برحسب نیاز پروژه، برنامه آزمایشهای کنترل اجرایی و تعیین عملکرد هر کدام از آنها، تنظیم و تدوین گردد و به مرحله اجرا در آید:		
-		نصب میل مهاریه در توده سنگ و دوختن قطعات جدا از هم و اعمال پیش تنیدگیهای لازم
-		نصب کابلهای مهاری بلند و اعمال پیش تنیدگیها
-		میخکوبی تودههای خاکی در ترانشهها و جلوگیری از رانش شیبها و دامنهها، توأم با اجرای زهکشها
-		اجرای عملیات خاک مسلح در دیوارهای نگهبان و در بستر پیها
-		اجرای عملیات ریزشمعها ^۱ برحسب نیازهای ژئوتکنیکی و سازه‌ای
-		اجرای ستونهای سنگی ^۲
-		اجرای عملیات تزریق ویژه با فشارهای هوا و آب بسیار بالا (تزریق افشانکی)
۲-۴-۵ ***		ثبت اطلاعات و داده‌های حاصل از اجرای عملیات مسلح کردن زمین به روشهای فوق
۳-۴-۵ ***		تهیه نمودارها و دیاگرامهای نتایج و کنترل اجرای عملیات مسلح کردن، در نقاط متفاوت زمین و در اعماق مختلف
	۵-۵	دیوار آبنند
۱-۵-۵		برنامه‌ریزی و تدوین مشخصات اجرایی طرح اختلاط بتن پلاستیک، سیمان - بتونیت، خاک - بتونیت، بتنهای معمولی و... برحسب شرایط ژئوتکنیکی محل احداث دیواره آبنند و مبانی طراحی آنها
۲-۵-۵		برنامه ریزی چگونگی اجرای کار برحسب شرایط ژئوتکنیکی آبرفت محل دیوار آبنند مانند: درازای پانلها، توالی حفاری آنها و...
۳-۵-۵ ***		انجام دادن آزمایشهای کنترل کیفیت مصالح دیوار آبنند (آزمایشهای آزمایشگاهی و نمونه برداری حین اجرای کار از مصالح مصرفی)
۴-۵-۵ ***		تعیین مقاومت، مدول کشسانی، ضریب تراوایی، مقاومت در مقابل فرسایش درونی و گرادیان هیدرولیکی بحرانی
۵-۵-۵ ***		کنترل شاغولی بودن و چگونگی اتصال پانلهای اجراشده دیوار آبنند و همچنین آبنندی آن به روشهای مختلف در حین اجرای کار

1- Micro - piles

2- Stone pillar or Stone - Column

ثبت اطلاعات و داده‌ها حتی‌الامکان به صورت مصور و ترسیم نمودارهای ژئوتکنیکی مورد نیاز برای ارزیابی	۶-۵-۵	**
تنظیم برنامه و تعیین محل نصب پیزومترهای کنترل فشار آب بالادست و پایین دست دیوار آبنند در اعماق مختلف، به منظور حصول اطمینان از عملکرد مناسب آبنندی دیوار مزبور	۷-۵-۵	
پایداری شیب		
نظارت بر اجرای روشهای پایدارسازی شیبهای سنگی و خاکی طبق نقشه‌ها و مشخصات	۱-۶-۵	
تفکیک نتایج روشهای بهسازی و پایدارسازی اجرا شده همانند: زهکشی، اصلاح شیبها، مسلح کردن خاک، دیوارنگهبان و...	۲-۶-۵	
نظارت بر نصب ابزار دقیق بر حسب نیازهای طراحی و انجام دادن اندازه‌گیریها طبق دستورالعملهای فنی مربوط	۳-۶-۵	
قرائت دستگاههای اندازه‌گیری و میکروژئودزی (شاخصهای نقشه برداری) به ویژه پس از بارندگی های شدید و طولانی، آبگیری مخزن و تغییرات تراز آب زیرزمینی	۴-۶-۵	
ثبت اطلاعات و داده‌ها همراه با تهیه نمودارهای زمین شناسی و ژئوتکنیکی، نقشه‌های مسطحه خاکبرداری و اصلاح شیب و مقاطع ژئوتکنیکی ذی ربط و حتی‌الامکان تهیه گزارشهای مصور	۵-۶-۵	**
زهکشی		
نظارت بر اجرای روشهای مختلف پایین آوردن سطح آب زیرزمینی مانند:	۱-۷-۵	
چاه آبکشی	۱-۱-۷-۵	
چاه فشارشکن ^۱	۲-۱-۷-۵	
ترانشه‌های زهکشی	۳-۱-۷-۵	
گروه چاههای زهکشی ^۲	۴-۱-۷-۵	
گمانه‌ها و گالریهای نسبتاً افقی در دامنه‌ها و شیبها	۵-۱-۷-۵	
سایر روشها	۶-۱-۷-۵	
آزمایشهای کنترل به منظور حصول اطمینان از موفقیت اجرای طرح و یا تغییر فاصله‌ها، ژرفا، گستره و... بر حسب شرایط ژئوتکنیکی و منابع تغذیه آب	۷-۱-۷-۵	**
ثبت اطلاعات و داده‌ها همراه با نمودارها بر حسب زمان و شرایط هیدرولوژیکی (به ویژه بارندگیهای	۸-۱-۷-۵	**

1 - Relief Well

2- Well point

قابل توجه) و تهیه پلان و برشهای ژئوتکنیکی و منحنیهای هم تراز آب^۱، اطلاعات مربوط به مقادیر آبهای زهکشی و پمپاژ شده و تغییرات زمانی و فصلی آنها

۸-۵ تحلیل نتایج بهسازیها و آبندیههای انجام شده و بررسی همخوانی آنها با مبانی طراحی

۱-۸-۵ تحلیل نتایج بهسازی و آبنندی اجرا شده

۱-۱-۸-۵ دسته‌بندی نتایج آزمایشهای کنترل عملیات بهسازی بر حسب روش یا روشهای به کار گرفته شده مطابق با شرایط ژئوتکنیکی و سازه‌ای

۲-۱-۸-۵ دسته‌بندی نمودارها، دیاگرامها و نقشه‌های ژئوتکنیکی ترسیم شده بر حسب موقعیت مکانی و شرایط زمین شناسی

۳-۱-۸-۵ ** تحلیل نتایج و اطلاعات حاصل از بهسازیها به منظور انطباق شرایط حاصل شده از بهسازیها با شرایط پیش بینی شده در طراحیهای تفصیلی و تعیین نقاط ضعف احتمالی

۲-۸-۵ تحلیل عملیات تزریق

۱-۲-۸-۵ ** چگونگی اجرای عملیات تزریق و آبنندی در سازندهای مختلف زمین شناسی به ویژه مناطق کارستی، حفره‌ها و کاواکها (مغارها)ی پر شده

۲-۲-۸-۵ ** تحلیل ویژه عملیات پرکردن حفره‌ها و غارهای مناطق کارستی بر پایه نتایج عملیات اجرا شده، گمانه‌های کنترل و بررسی مغزه‌های اخذ شده از مصالح جامد پرکننده (مانند: شن تزریق شده با سیمان به عنوان بتن^۲)

۳-۲-۸-۵ ** فاصله بهینه گمانه‌های تزریق و اجرای برنامه تزریق ترمیمی احتمالی

۴-۲-۸-۵ ** فشار و مدت زمان تزریق بر حسب غلظت دوغاب و یا ملات سیمان تزریق شده

۵-۲-۸-۵ ** مقادیر سیمان تزریق شده در نقاط ضعف زمین و بررسی ترمیم احتمالی پرده درمحل مزبور با ایجاد پرده تقویتی تزریق

۶-۲-۸-۵ ** تحلیل نتایج حاصل از گمانه‌های کنترل پرده تزریق از دیدگاه تراوایی، پایداری و دوام مصالح تزریق شده، دوام در مقابل فرسایش هیدرولیکی و... و بالاخره حصول اطمینان از پرده تزریق اجرا شده در پی و تکیه گاههای سد و یا مناطق قابل آبنندی دردیگر سازه‌ها طبق الزامات طراحی

۷-۲-۸-۵ برنامه ریزی عملیات تزریق آبنندی تکمیلی احتمالی بعد از آگیری مخزن

1- Isopiez. Curves

2- Prepacked Concrete

- ۳-۸-۵ تحلیل نتایج تراکم و تحکیم بستر
- ۱-۳-۸-۵ تحلیل نتایج آزمایشهای کنترل صحرایی و آزمایشگاهی بعد از اجرای عملیات تراکم و تحکیم و مقایسه آنها با مبانی طراحی و نتایج قبل از تراکم و تحکیم به منظور برآورد چندی و چونی اصلاح و بهسازی انجام شده
- ۲-۳-۸-۵ تحلیل نمودارها و دیاگرام آزمایشها و اندازه‌گیریها و تحلیل نتایج قرائت ابزار دقیق بر حسب زمان و مکان
- ۴-۸-۵ تحلیل نتایج مسلح کردن زمین
- ۱-۴-۸-۵ تحلیل و بررسی نتایج مسلح کردن خاک بستر پی‌ها و ارزیابی نشستهای اندازه‌گیری شده تحت بارهای وارده و انطباق آنها با شرایط پیش بینی شده در طراحی
- ۲-۴-۸-۵ تحلیل نتایج تغییر مکانهای حاصل از تغییرات تراز آب زیرزمینی و یا تغییرات بارگذاری در توده‌های خاکی میخکوبی شده
- ۳-۴-۸-۵ تحلیل نتایج حاصل از تغییر مکانها و حرکات توده‌های خاک مسلح بر حسب تغییرات عوامل هیدرولیکی، فیزیکی و مکانیکی
- ۴-۴-۸-۵ تحلیل نتایج جابه‌جاییهای ثبت شده، اندازه‌گیری شده و ترسیم شده مناطق تقویت شده یا خرد شمع‌ها^۱، ستونهای خرده سنگی و تقویت ظرفیت باربری با تزریق افشانکی و سایر روشها (پارچه‌گونه‌ها، شبکه‌گونه‌ها و...)
- ۵-۸-۵ تحلیل نتایج پایدارسازی شیب و زهکشی
- ۱-۵-۸-۵ تحلیل و بررسی نتایج رفتارسنجی حرکت‌های شیبها و دامنه‌های بهسازی شده، به‌ویژه نتایج شیب‌سنجها و پیزومترها و حرکت‌های شاخصهای نقشه‌برداری^۲
- ۲-۵-۸-۵ تحلیل تغییرات مقادیر آب تراوش یافته، زهکشی شده و یا پمپاژ شده بر حسب زمان و شرایط سفره آب زیرزمینی، شرایط ژئوتکنیکی محل و...
- ۳-۵-۸-۵ تحلیل اثر آبکشی^۳ انجام شده بر پایداریها، ظرفیتهای باربری، نشستها و...
- ۶-۸-۵ تحلیل نتایج عملکرد دیوار آبنند:
- ۱-۶-۸-۵ تحلیل نتایج آزمایشهای کنترل کیفیت مصالح دیوار آبنند (بتونیت، سیمان، سنگدانه، آب و...)

1- Mini Piles

2 - Pillars Bench Marks, Targets

3 - Dewatering

- ۲-۶-۸-۵ ** بررسی مرحله به مرحله کیفیت کار اجرا شده متناسب با پیشرفت کار و اصلاح احتمالی روش و تغییر در طرح اختلاط در صورت لزوم
- ۳-۶-۸-۵ ** کنترل عملکرد دیوار آبنند با استفاده از نتایج اندازه‌گیریهای پیزومترهای نصب شده در بالادست و پایین دست آن
- ۷-۸-۵ تحلیل نتایج مجموعه عملیات بهسازی و پایدارسازی
- ۹-۵ نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها شامل :
- توزیع ۱-۹-۵
- ۱-۱-۹-۵ ** نتیجه‌گیری در مورد آرایه^۱ مناسب گمانه‌های تزریق بر حسب شرایط زمین‌شناسی محل سازه‌ها
- ۲-۱-۹-۵ ** نتیجه‌گیری در مورد نوع و مقادیر مواد، طرح اختلاط، غلظت، معیار کفایت و فشارهای تزریق در اعماق مختلف بر حسب شرایط زمین‌شناسی و پارامترهای ژئومکانیکی توده سنگها و خاکها
- ۳-۱-۹-۵ ** نتیجه‌گیری در مورد اصلاح احتمالی آرایه گمانه‌های تزریق و یا اجرای گمانه‌های تزریق تکمیلی و تقویتی بر حسب نتایج به دست آمده در شرایط ویژه زمین‌شناسی
- ۴-۱-۹-۵ ** نتیجه‌گیری از تغییرات فشارآب در طرفین پرده تزریق برای شناخت عملکرد آبنندی پرده
- ۵-۱-۹-۵ ** ارائه برنامه تزریق تکمیلی احتمالی پس از اولین آبگیری تا تراز نرمال مخزن بر حسب نتایج اندازه‌گیری پیزومترها و آزمایشهای انجام شده
- ۶-۱-۹-۵ ** نتیجه‌گیری در مورد فشارهای پیش‌تندگی حاصل از تزریق تونلها و میله‌های تحت فشار، بر حسب نیاز پروژه
- ۷-۱-۹-۵ ** نتیجه‌گیری در مورد حرکات ثبت و تحلیل شده در داخل پوشش بتنی تونل یا میله تزریق شده و همچنین فشارسنجهای نصب شده در پوسته بتنی، باتوجه به تغییرات فشار و تنش بر حسب زمان و حصول اطمینان از عملکرد پیش‌بینی شده
- ۸-۱-۹-۵ ** نتیجه‌گیری در مورد فشارها و مقادیر مواد تزریق شده در درزهای ساختمانی سازه‌های بتنی و سدهای قوسی در صورت نیاز و حصول اطمینان از عملکرد طرح اجرا شده
- ۹-۱-۹-۵ ** نتیجه‌گیری درباره اجرای عملیات تزریق تحکیمی و تماسی و...
- ۲-۹-۵ ** نتیجه‌گیری از نتایج تراکم دینامیکی زمین :
- ۱-۲-۹-۵ ** نتیجه‌گیری در مورد آرایش کوبش تراکم دینامیکی و پارامترهای ژئوتکنیکی به دست آمده از عملیات بهسازی و ارائه پیشنهادهای احتمالی

نتیجه گیری در مورد عملکرد مناسب روشهای تراکم و تحکیم اجرا شده و ارائه پیشنهاد های اصلاحی احتمالی ۲-۲-۹-۵ **

نتیجه گیری از عملیات پیش بارگذاری ۳-۹-۵ **

نتیجه گیری در مورد پیشروی اجرای عملیات خاکریزی در خاکهای ریزدانه بستر و ارائه پیشنهاد های اصلاحی ۱-۳-۹-۵ **

نتیجه گیری در مورد عملیات میخ کوبیها، کابل های مهاری و مهاریها ۴-۹-۵ **

نتیجه گیری در مورد چندی و چونی عملیات مسلح کردن زمین بر حسب شرایط ژئوتکنیکی و ارائه پیشنهاد های اصلاحی احتمالی برای تأمین ضرایب ایمنی لازم طبق طرح ۱-۴-۹-۵ **

نتیجه گیری در مورد چگونگی عملیات اجرا شده برای پایدارسازی و زهکشیها و برآورد درجه اطمینان از عملکرد مناسب سیستمهای اجرا شده و ارائه پیشنهاد های اصلاحی احتمالی بر حسب پیشرفت عملیات و یا تنظیم برنامه رفتارسنجی طرحهای پیش بینی شده ۵-۹-۵

نتیجه گیری در مورد نحوه عملیات اجرا شده دیوار آبیند، حین اجرای عملیات و ارائه پیشنهاد های اصلاحی احتمالی ۶-۹-۵

ارائه برنامه تکمیل عملیات بهسازی و پایدارسازی احتمالی مورد نیاز به طوری که در زمان تحویل قطعی هیچ گونه نقص و عیبی در مجموعه سیستمهای اجرا شده باقی نماند و بدون هیچ گونه مشکلی بهره برداری عادی از آن میسر باشد. ۷-۹-۵

تهیه نقشه های کارهای انجام شده^۱ شامل: ۱۰-۵

عملیات تزریق آبیندی اجرا شده ۱-۱۰-۵ **

عملیات تزریق تحکیمی، تماسی و تزریق پرکننده درزها ۲-۱۰-۵ **

عملیات اجرا شده دیواره آبیند ۳-۱۰-۵ **

اجرای پیزومترها و چگونگی نصب ابزار دقیق ۴-۱۰-۵ **

عملیات تحکیم و تراکم بستر پی ها ۵-۱۰-۵ **

عملیات بهسازی و پایدارسازی شیبها و چگونگی اجرای زهکشیها ۶-۱۰-۵ **

عملیات بهسازی زمین با مسلح کردن آن ۷-۱۰-۵ **

1 - As made, As Constructed, As built

۶- نظارت بر ابزاربندی و رفتارسنجی:

- ۱-۶ کنترل عملیات نصب سیستم ابزار دقیق ژئوتکنیکی مرحله ساخت و کنترل چندی و چونی آنها:
- ۱-۱-۶ کنترل انواع، تعداد و مشخصات فنی ابزارهای دقیق طراحی شده و پیاده کردن آنها در محلهای تعیین شده
- ۲-۱-۶ کنترل کارگذاری ابزار دقیق و نحوه کارکرد آنها در محل نصب در موارد زیر:
- ۱-۲-۱-۶ شاخصهای سیستم میکروژئودزی^۱ و نقاط نشانه نقشه برداری
- ۲-۲-۱-۶ تغییر شکل سنجهای سازه‌ها و پی‌های خاکی در محل‌های ترمیمی ویژه، مانند: گسله‌ها، زون‌های خردشده و...
- ۳-۲-۱-۶ کشیدگی سنجهای چند نقطه‌ای پی‌ها و تکیه‌گاههای سنگی
- ۴-۲-۱-۶ درز سنجهای سازه‌های بتنی، گالریها، تونلها و پی‌های سنگی
- ۵-۲-۱-۶ تنش سنجهای توده سنگها و پی سازه‌های بتنی روزمینی و زیرزمینی
- ۶-۲-۱-۶ نیرو سنجهای چند نقطه‌ای^۲ در راستاهای میل مهاریها و کابل‌های مهاری نصب شده
- ۷-۲-۱-۶ سلولهای فشارسنج سازه‌های خاکی
- ۸-۲-۱-۶ نشست سنجهای^۳ پی‌های آبرفتی و بدنه سازه‌های خاکی و سایر ابزار نشست سنجی مانند: نشست سنج هیدرولیکی^۴
- ۹-۲-۱-۶ پاندولهای مستقیم و معکوس در پی‌ها و در سازه‌های بتنی
- ۱۰-۲-۱-۶ شیب سنجها در انواع پی‌های آبرفتی و در بدنه سازه‌های خاکی
- ۱۱-۲-۱-۶ انحراف سنجها^۵
- ۱۲-۲-۱-۶ دما سنجهای معمولی و ترموکوپل‌های نصب شده در سازه‌های بتنی در نقاط موردنظر و دماسنجهای آب و هوا
- ۱۳-۲-۱-۶ پیزومترها (اعم از: الکتریکی، هیدرولیکی، پنوماتیکی و لوله قائم) و دستگاههای سنجش فشار آب حفره‌ای
- ۱۴-۲-۱-۶ دستگاههای اندازه‌گیری میزان نفوذ و نشست آب از گالریها، پی‌ها و چاهکهای کاهنده فشار و چشمه‌ها
- ۱۵-۲-۱-۶ ابزار اندازه‌گیری تراز آب دریاچه سدها
- ۱۶-۲-۱-۶ ابزار اندازه‌گیری دیبهای ورودی و خروجی از سدها و سایر سازه‌های آبی

1- Pillars

2 - Load Cells

3 - Settlement Tubes

4- Hydraulic Settlement Device

5- Clinometers

- ۱۷-۲-۱-۶ دستگاههای لرزه نگار و یا شتابنگار در ترازهای مختلف : سطح پی، تاج سازه‌ها و در سایر نقاط پیش‌بینی شده بدنه سد
- ۱۸-۲-۱-۶ سایر ابزار ویژه هشدار دهنده در شرایط اضطراری و یا هر نوع ابزار دیگری که طراح برحسب پیچیدگیهای زمین شناسی و ژئوتکنیکی توصیه می‌نماید.
- ۳-۱-۶ قرائت اولیه و واسنجی دستگاهها
- ۲-۶ تهیه نمودارهای حاصل از اندازه‌گیریهای سیستم ابزار دقیق در مرحله اجرا شامل :
- ۱-۲-۶ تهیه نمودار تغییرات ابزار نصب شده برحسب زمان در موارد زیر :
- ۱-۱-۲-۶ تغییر شکل‌های سطحی حاصل از برداشتهای میکروژئودزی
- ۲-۱-۲-۶ تغییرات حاصل از قرائت پاندولها
- ۳-۱-۲-۶ تغییرات حاصل از قرائت شیب سنجها
- ۴-۱-۲-۶ تغییرات حاصل از قرائت انحراف سنجها
- ۵-۱-۲-۶ تغییرات میزان نشست سازه‌های خاکی، پی‌های آبرفتی
- ۶-۱-۲-۶ جابه‌جایی درزهای ساختمانی (سازه ای) و بلوکهای سنگی
- ۷-۱-۲-۶ تغییرات نیروسنجهای کار گذاشته شده
- ۸-۱-۲-۶ تغییرات تنش در محلهای موردنظر
- ۹-۱-۲-۶ تغییرات فشار حفره‌ای در هسته رسی در سازه‌های خاکی (در پی سد، در صورت نیاز)
- ۱۰-۱-۲-۶ تغییرات فشار خاک در خاکریزها و سازه‌های خاکی
- ۱۱-۱-۲-۶ تغییرات دمای بتن، آب و هوا
- ۱۲-۱-۲-۶ تغییرات تراز پیزومتری در گستره سازه‌ها و اطراف آنها
- ۱۳-۱-۲-۶ تغییرات میزان نشست آب از بدنه سازه‌ها و پی آنها
- ۱۴-۱-۲-۶ تغییرات تراز سطح آب دریاچه سد
- ۱۵-۱-۲-۶ تغییرات دیبهای ورودی و خروجی از سدها و سازه‌های آبی دیگر
- ۱۶-۱-۲-۶ منحنی تغییرات زمانی شتاب زمین
- ۲-۲-۶ تهیه نمودار تغییرات یک پارامتر برحسب پارامتر دیگر همانند :
- ۱-۲-۲-۶ تغییرات سطحی نقاط مشخص بر حسب تغییرات تراز آب دریاچه سدها (برداشتهای میکروژئودزی)

میزان جابه‌جایی پاندولها بر حسب تغییرات تراز آب دریاچه سدها	۲-۲-۲-۶
میزان تغییرات تنش (کرنش) در سازه‌های بتنی بر حسب تنشها	۳-۲-۲-۶
میزان تغییر شکل سازه‌های بتنی بر حسب دما	۴-۲-۲-۶
تغییرات تراز پی‌زومتری در سازه‌های خاکی و پی‌ها بر حسب تراز دریاچه سدها	۵-۲-۲-۶
تغییرات فشار آب منفذی در سدهای خاکی و پی‌ها بر حسب فشار کل	۶-۲-۲-۶
تغییرات فشار برکنش بر حسب تراز دریاچه سدها	۷-۲-۲-۶
تغییرات مقدار نفوذ و نشست آب از گالریها و پی‌ها بر حسب تراز آب دریاچه سدها	۸-۲-۲-۶
تغییرات تیرگی آب نشتی بر حسب مقدار آب نشتی از بدنه و پی سازه‌ها	۹-۲-۲-۶
سایر موارد بر حسب نیاز و توصیه‌های طراح	۱۰-۲-۲-۶
تحلیل نتایج اندازه‌گیریهای سیستم‌ابزار دقیق و کنترل رفتارهای پیش‌بینی‌شده شامل :	۳-۶
تحلیل نمودار تنشها و تغییر شکلها و مقایسه نتایج با رفتارهای پیش‌بینی‌شده و ارائه توصیه‌های فنی در صورت تمرکز تنشهای بحرانی در محلهای خاص	۱-۳-۶
تحلیل نمودار تغییر شکلهای حاصل از اندازه‌گیریهای پاندولها و شیب سنجهای نصب شده در سازه‌های بتنی و پی آنها و مقایسه تغییرات نسبی به دست آمده با حدود تغییرات مجاز پیش‌بینی شده	۲-۳-۶
تحلیل نتایج برداشتهای نقشه‌برداری با نتایج اندازه‌گیریهای پاندولها، نشست سنجهای نصب شده و تعیین اندازه مطلق جابه‌جایی‌های انجام شده و مقایسه نتایج اندازه‌گیری با نتایج مشابه پیش‌بینی شده در طراحیها.	۳-۳-۶
تحلیل نتایج به دست آمده از اندازه‌گیریهای کشیدگی سنجها، میل مهارها و کابلهای مهاری و اندازه‌گیری درزسنجها، به‌ویژه در زمان تزریق درزها در سد قوسی، به منظور تعیین میزان تغییر شکلهای بلوکهای سنگی و ناپیوستگیهای توده‌های سنگی (درزه‌ها، گسله‌ها و...) و ارائه روشهای تکمیلی و کنترل جابه‌جایی	۴-۳-۶
تحلیل نتایج اندازه‌گیریهای نشست آبها از بدنه و پی سازه‌ها و کنترل میزان آبیندی پی و بدنه سازه‌ها و مقایسه آنها با میزان مجاز نشست آب	۵-۳-۶
تحلیل نتایج اندازه‌گیریهای فشار برکنش، در صورت نیاز و ارائه توصیه‌های لازم برای کاهش فشار مزبور	۶-۳-۶
تحلیل نتایج اندازه‌گیریهای کیفیت آب نشتی از سازه‌ها و پی آنها	۷-۳-۶
تحلیل نتایج اندازه‌گیری دمای بتن به منظور ادامه عملیات بتن‌ریزی و سردکردن آنها در زمان ساخت برای کنترل سرعت بتن‌ریزی متناسب با چگونگی سردکردن درجا	۸-۳-۶

تحلیل نتایج اندازه‌گیری حرکات پی و تکیه گاههای سدهای بزرگ، به‌ویژه در اولین آبگیری مخزن و بررسی آثار بالا آمدن آب زیرزمینی در محل سد	۹-۳-۶
تحلیل نتایج اندازه‌گیری حرکات سد در پی و بدنه پس از وقوع زمینلرزه	۱۰-۳-۶
تحلیل نتایج اندازه‌گیری حرکات و تغییر شکل‌های سازه‌های زیرزمینی به هنگام ساخت	۱۱-۳-۶
تهیه گزارش ارزیابی تفصیلی اولین آبگیری مخازن سدها شامل: کلیه اطلاعات و نتایج تحلیل اندازه‌گیریها و مشاهدات انجام شده	۱۲-۳-۶
تهیه دستورالعمل رفتارسنجی به کمک ابزار دقیق در مورد بدنه سازه و پی همانند:	۴-۶
ثبت و ضبط داده‌های حاصل از اندازه‌گیری ابزار دقیق نصب شده در بدنه و پی سازه‌ها و رده‌بندی داده‌ها بر حسب نوع ابزار و سازه	۱-۴-۶
تعیین تواتر اندازه‌گیریها برای مواقع عادی و اضطراری	۲-۴-۶
ارائه دستورالعمل سازماندهی پرسنل رفتارسنجی	۳-۴-۶
آموزش پرسنل رفتارسنجی برای رفتارنگاری ابزار نصب شده در دوران ساخت و تحویل موقت	۴-۴-۶
ارائه دستورالعمل ادامه اندازه‌گیریها به مسئولین بهره برداری	۵-۴-۶
تهیه دستورالعمل نصب سیستم هشدار دهنده برای شرایط اضطراری مانند: سیل، زمینلرزه و...	۶-۴-۶
ارائه دستورالعمل چگونگی کلیه قرائتها و تحلیلهای اولیه خودکار ^۱ ابزار نصب شده	۷-۴-۶

جمع‌بندی و ارائه گزارش نهایی و مستندسازی

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

List of Geotechnical Services in "Construction Phase"

No: 201

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

1378/2000

این نشریه

با عنوان: «فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک در مرحله اجرا» توسط کمیته «ژئوتکنیک» طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور تهیه شده است. خدمات مهندسی ژئوتکنیک در مرحله اجرا با هدفهای گوناگون همانند: رعایت مشخصات و ویژگیهای مورد نظر طرح، مقایسه شرایط واقعی ژئوتکنیکی ساختگاه با فرضیات و مبانی طراحی و اصلاح طرح در صورت نیاز، قابلیت و سهولت اجرای روش پیشنهادی و بهینه سازی اقتصادی آن ارائه می‌شود.

مرکزمدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

ISBN 964-425-203-9



9 789644 252037