

# فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک

(مرحله بهره‌برداری و نگهداری)

معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

نشریه شماره ۲۰۲



جمهوری اسلامی ایران  
سازمان برنامه و بودجه - وزارت نیرو

# فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک (مرحله بهره‌برداری و نگهداری)

نشریه شماره ۲۰۲

معاونت امور فنی  
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۷۹

انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۹/۰۰/۲۷



## فهرستبرگه

سازمان برنامه و بودجه . دفتر امور فنی و تدوین معیارها  
فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک(مرحله بهره برداری و نگهداری)/ 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.  
۲۵ ص:نمودار. - (سازمان برنامه و بودجه دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ نشریه  
شماره ۲۰۲)(انتشارات سازمان برنامه و بودجه؛ ۷۹/۰۰/۲۷)

ISBN 964-425-204-7

مربوط به دستورالعمل شماره ۵۴/۵۳۲-۱۰۲/۷۰۲ مورخ ۱۳۷۹/۲/۱۷

۱. زمین شناسی ساختمانی. ۲. زمین شناسی مهندسی. ۳. سازه - طرح و محاسبه. ۴.  
آب - مهندسی - استانداردها. 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. ۲۰۲ / س ۳۶۸ / TA

ISBN 964-425-204-7

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۲۰۴-۷

فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک(مرحله بهره برداری و نگهداری)

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

دستورین

تاریخ: .....  
شماره: .....  
پیوست: .....

باسمه تعالی

شماره: ۱۰۲/۷۰۲-۵۴/۵۳۲	به: دستگاه‌های اجرایی و مشاوران
تاریخ: ۱۳۷۹/۲/۱۷	
موضوع: فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک - مرحله بهره برداری و نگهداری	
<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 ۲۰۲ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، با عنوان فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک - مرحله بهره برداری و نگهداری، 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>محمد علی نجفی</p> <p>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 (مصوب جلسه مورخ ۱۳۷۵/۳/۲۳ هیأت محترم وزیران) بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام‌شده طرح‌ها را مورد تأکید جدی قرار داده است.

با توجه به مراتب 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 کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیتهای کشور تلاش نموده و صاحب‌نظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

دفتر امور فنی و تدوین

معیارها

زمستان ۱۳۷۸



## ترکیب اعضای کمیته

اعضای کمیته ژئوتکنیک عبارتند از :

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



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	نمودار خدمات مهندسی بررسیهای ژئوتکنیکی در مرحله بهره‌برداری و نگهداری
۴	۱-۱- گردآوری و فراخوان گزارشها، مدارک و نقشه‌های طرح :
۴	۱-۱-۱- گردآوری و فراخوان مدارک و داده‌های مربوط به مطالعات گذشته و مرحله ساختمان، نقشه‌های اجرا شده و دیگر داده‌های مورد نیاز این مرحله
۴	۲-۱- گردآوری و فراخوان داده‌های سیستم اندازه‌گیری در طول نخستین مرحله بهره‌برداری (دوره تحویل موقت)
۵	۳-۱- گردآوری و فراخوان داده‌های حاصل از سیستم ابزار دقیق ژئوتکنیکی و لرزه‌نگاری منطقه (دوران تحویل موقت تا قطعی)
۶	۴-۱- گردآوری و فراخوان آمار مربوط به بارگذاریها و عوامل طبیعی
۷	-۲- بازرسی سیستم ابزار دقیق و ارائه روش ترمیم آنها :
۷	۱-۲- بازرسی ابزار دقیق و سیستمهای رفتارنگاری و هشداردهنده
۷	۲-۲- بازرسی و یافتن خرابی و کمبود دستگاه در بازرسیهای ادواری
۷	۳-۲- نوسازی سیستم ابزار دقیق و ترمیم شبکه (در صورت نیاز)
۹	-۳- بازرسی و بررسی داده‌ها، شرایط زمین و مصالح :
۹	۱-۳- بررسی داده‌ها و گزارشهای ژئوتکنیکی
۹	۲-۳- بازرسی و بررسی شرایط عمومی پی سازه‌ها اعم از سطحی یا زیرزمینی در اثر بارگذاریها
۱۰	۳-۳- بازرسی و بررسی شرایط ساختمانی و ترک خوردگیها در پیوند با ویژگیهای ژئوتکنیکی
۱۱	۴-۳- بازرسی و بررسی شرایط سطحی زمین محل سد و دیگر سازه‌ها
۱۱	۵-۳- بازرسی و بررسی شیبها به ویژه حاشیه مخزن و پایین دست آن
۱۲	۶-۳- بازرسی آثار عوامل خوردگی و زوالپذیری مصالح
۱۲	۷-۳- بازرسی وضعیت فرسایش، دگرسانی و تخریب زمین (درونی و سطحی)
۱۳	۸-۳- بررسی تراوش در پایین دست و سیستم ابزاربندی مربوط



## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۴	۴- بهنگام کردن داده‌ها و تحلیل آنها:
۱۴	۴-۱ داده‌های دستگاهی زمینلرزه‌ها
۱۴	۴-۲ داده‌های شناخت زمین
۱۴	۴-۳ داده‌های رفتاری بدنه و پی سد و دیگر سازه‌های اصلی و مهم
۱۵	۴-۴ برداشتهای ژئودتیک (میکروژئودزی)
۱۶	۴-۵ بهنگام کردن آمار آثار تراوش و چندپها و چونیهای مربوط و تحلیل آنها
۱۷	۵- تجزیه و تحلیل نارساییهای احتمالی ناشی از عوامل مختلف و تعیین روشهای پیشگیری و ترمیم:
۱۷	۵-۱ تجزیه و تحلیل نارساییهای ناشی از تراوش و نشست و تعیین روشهای پیشگیری و درمان آنها
۱۷	۵-۲ تجزیه و تحلیل نارساییهای ناشی از جابه جایی و تغییر شکل و تعیین روشهای پیشگیری و درمان آنها
۱۸	۵-۳ تجزیه و تحلیل نارساییهای ناشی از مصالح و تعیین روشهای پیشگیری و درمان آنها
۱۹	۵-۴ تجزیه و تحلیل نارساییهای ناشی از رویدادهای طبیعی استثنایی همانند: زمینلرزه و سیل
۲۰	۵-۵ تجزیه و تحلیل نهایی طرح از دیدگاه ژئوتکنیکی در شرایط بحرانی
۲۱	۶- تهیه و تدوین گزارشهای مختلف دوران بهره‌برداری و نگهداری:
۲۱	۶-۱ گزارش سالانه سازه‌های مهم از دیدگاه ژئوتکنیکی
۲۱	۶-۲ گزارش بازرسیهای فنی ادواری
۲۲	۶-۳ گزارش ایمنی و پایداری
۲۴	۶-۴ گزارشهای ویژه



خدمات فنی و مهندسی دوره ساختمان دارای ویژگیهایی است که فهرست خدمات ژئوتکنیکی مربوط به آن در پیش نویس استاندارد شماره ۱۴۳-الف تحت عنوان: «فهرست خدمات نظارت بر کارهای ژئوتکنیکی در مرحله اجرا» با ذکر جزئیات آمده است. با رعایت نکات فنی مندرج در نشریه مزبور به هنگام ساخت سدها، ساختمانهای بزرگ آبی، تونلها و شافتهای بزرگ، نیروگاهها و محفظه‌های زیرزمینی، برشهای بلند، پلهای بزرگ با پایه‌های بلند و سنگین به وسیله مهندسین مشاور مادر، درک بهتری از شرایط پیچیده زمین و پارامترهای ژئوتکنیکی و مصالح طبیعی و همچنین مصالح مصنوعی (نظیر: بتن و فولاد) حاصل می‌گردد. پیچیدگیها و تغییرات شدید شرایط زمین مانع از انطباق کامل یافته‌های حاصل از محاسبات و مدل‌های ریاضی و فیزیکی، در محدوده رواداریهای مجاز با ضرایب اطمینان منظور شده، با نتایج واقعی می‌گردد. بدین سان نتایج واقعی حرکات، تغییر مکانها، تنشها و تغییر و تحولات درونی سازه و زمین با توجه به تأثیرات آب و شرایط هیدرولیکی در این سازه‌های مهم، باید با دقت لازم به دست آید. بدین منظور سیستم ابزار دقیق و رفتارنگاری، متناسب با پیچیدگیهای سازه‌ای، محیطی و زمین‌شناسی - ژئوتکنیکی در زمان احداث سازه‌های مزبور به ویژه سدها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نشریه حاضر اهمیت ویژه‌ای به این امر داده شده و نتایج حاصل از اندازه‌گیریهای ابزار دقیق و رفتارنگاری در دوران ساخت و بهره‌برداری به نحو چشمگیری مورد توجه واقع شده است. گردآوری اطلاعات و داده‌ها و بررسی کلیه تغییر و تحولات حاصل در دوران ساختمان و بهره‌برداری از اهم مطالبی است که به تفصیل انجام شده‌اند.

بازرسی و بررسی کلیه ابزار دقیق و ژرف‌نگری در نتایج آنها برای کنترل کارایی و صحت عملکرد سیستم رفتارنگاری، مورد مهم دیگری است که در این نشریه به تفصیل تشریح شده است. اما آن چیزی که در تجزیه و تحلیل داده‌های ژئوتکنیکی - رفتاری سازه‌ها و پی و اندرکنش آن دو در شرایط پیچیده محیطی مهم است، همانا بازرسی و بررسی اجزای سازه‌ای سدها به تفکیک است که به هر صورت در پیوند با زمین و شرایط ژئوتکنیکی و پی‌سازی قرار می‌گیرند\*. در طول دوران بهره‌برداری از ساختمانهای بزرگ و سنگین به ویژه سدها، داده‌های رفتاری باید به‌هنگام شوند، و به‌طور پیوسته مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

\* به عنوان مثال: ساختمان سد عبارت از مانعی است که در مسیر دره و رودخانه‌ای ایجاد شده و بخشی از آن بر روی زمین (ساختمان بدنه سد) و بخش مهم آن در زیر زمین قرار می‌گیرد که ضمن انتقال و توزیع فشارهای ناشی از پی‌ها و تکیه‌گاهها و فشار حاصل از آب، بار قابل ملاحظه‌ای را بر پوسته زمین در محل مخزن وارد می‌نماید. هرچه حجم مخزن بزرگتر و از حدود میلیارد متر مکعب تجاوز نماید و ارتفاع ستون آب از رقوم ۱۰۰ متر (فشار ۱۰۰ تن بر متر مربع) بیشتر باشد، تأثیرات چشمگیرتری بر پوسته زمین به بار می‌آورد (به‌ویژه زمینلرزه‌های القایی و تغییر مکان و یا نشست حاصل از وزن بسیار زیاد مخزن بزرگ چند میلیارد مترمکعبی بر پوسته زمین محل مخزن و سد). این تغییر شکلها و تأثیرات باید با سیستم رفتارنگاری به نحوی کنترل شده و داده‌های حاصل از آن تجزیه و تحلیل شوند.



تحلیل نارساییهای ناشی از رفتار پی‌ها، مصالح خاکی و سنگی، مصالح بتنی، اثر آب بر این نوع مصالح با توجه به شکل هندسی آنها و شرایط توپوگرافی، نقش مهمی در بهره‌برداری صحیح و نگهداری مناسب از این قبیل سازه‌ها ایفا می‌نماید. نارساییهای ناشی از عوامل طبیعی همانند: زمینلرزه، سیل، امواج و توفان، تغییرات ناگهانی دما، ریزشها و لغزشهای بزرگ و ... می‌توانند به راحتی بهره‌برداری عادی از سیستم سد و تأسیسات وابسته را دچار مشکل سازد. در این نشریه به طیف وسیعی از عوامل موثر، از جمله: بارگذاریها، فرسایش و نیروهای هیدرولیکی توجه لازم شده است. شناخت این عوامل از ضروریات نگهداری و بهره‌برداری صحیح از مجموعه تأسیسات آبی محسوب می‌شود. بنابراین مجموعه پارامترهای ژئومکانیکی و ضرایب پایداری و ایمنی باید بررسی و از روی تحولات آنها امکان بروز مسائل و مشکلات مبتلابه تشخیص داده شود و در کوتاهترین زمان برای اجرای عملیات پیشگیری و علاج بخشی اقدام گردد.

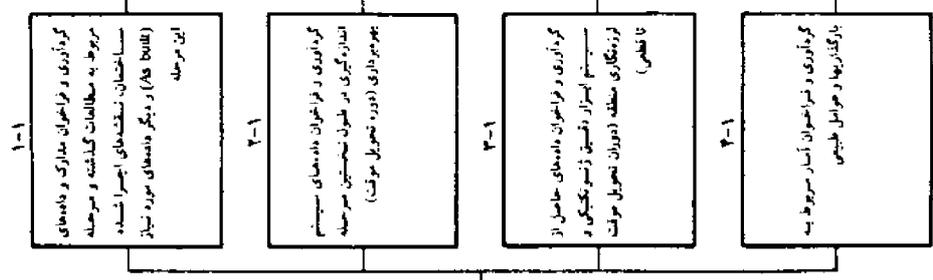
لازم به تأکید است که ساختمانهای بزرگ و مهم، نظیر سدهای بزرگ همواره در حال تحول‌اند و آنها را می‌توان به‌عنوان موجودی زنده تصور کرد. نبض‌سنجی و رفتارنگاری این سازه‌ها از طریق اندازه‌گیریهای میکروژئودزی و سیستم رفتارنگاری باید به‌طور پیوسته انجام شود و نتایج و داده‌های حاصل از آنها مورد تجزیه و تحلیل و کنترل و مقایسه با اعداد و ارقام پیش‌بینی شده مجاز قرار گیرند. به محض مشاهده اثر سوء و یا نابهنجاری باید کنترلها و اندازه‌گیریهای دقیقتر و گسترده‌تر و احتمالاً آزمایشهای موردی و نمونه‌گیری به‌عمل آید و با اقدامات پیشگیری و علاج‌بخشی و عملیات بهسازی، از گسترش و یا وقوع هر نوع خرابی جلوگیری شود. این کار ممکن است مستلزم انجام دادن بررسیهای فشرده و طراحی مجدد و تکمیلی باشد.

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.

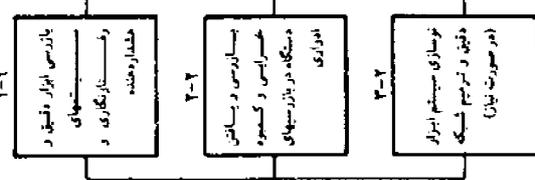


بررسیهای ژئوتکنیکی در مرحله بهره‌برداری و نگهداری

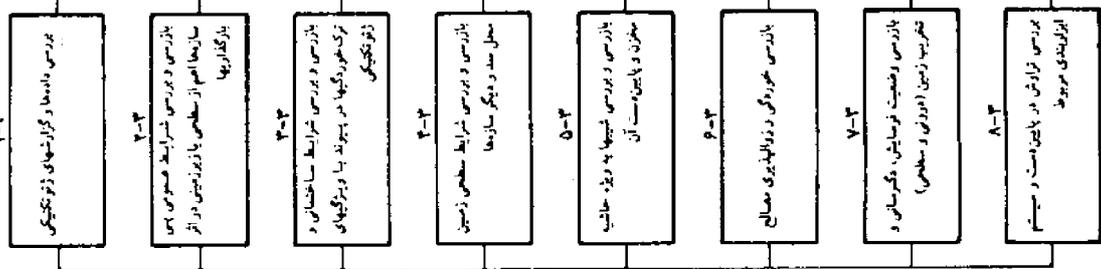
۱- گردآوری و فریزخوان گزارشها، مدارک و نقشه‌های طرح



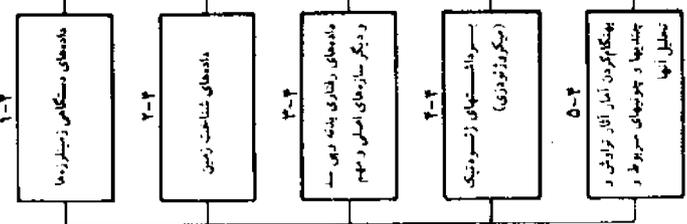
۲- بازدید سیستم ابزار دقیق و ارائه روش فرم‌بندی آنها



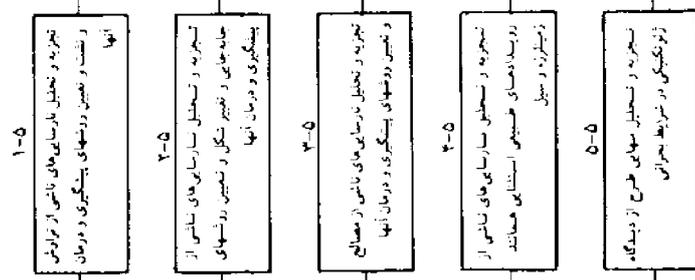
۳- بازدید و بررسی شرایط زمین و مصالح



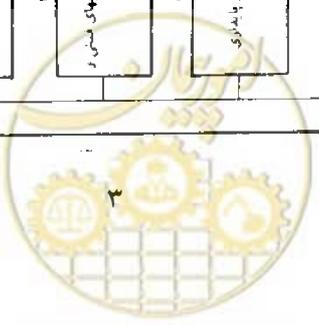
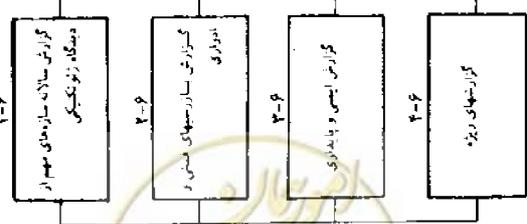
۴- پیگیری نمودن داده‌ها و تحلیل آنها



۵- تجربه و تحلیل پارامتریهای احتمالی ناشی از عوامل مختلف و تعیین روشهای پیشگیری و فرم‌بندی آنها



۶- تهیه و تدوین گزارشهای مختلف دوران بهره‌برداری و نگهداری

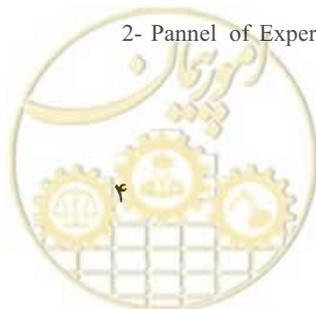


- ۱- گردآوری گزارشها، مدارک و نقشه‌های طرح
- ۱-۱ گردآوری مدارک و داده‌های مربوط به مطالعات گذشته و مرحله ساختمان، نقشه‌های اجرا شده<sup>۱</sup> و دیگر داده‌های موردنیاز این مرحله
- ۱-۱-۱ گزارشهای نهایی مطالعات مرحله دوم با نگرشی ویژه به معیارهای طراحی و محاسبات مبنای نقشه‌های طرح
- ۱-۱-۱-۱ گزارش بازدیدهای کارشناسی و یا گروه کارشناسی عالی<sup>۲</sup> در دوران ساختمان برای حل پاره‌ای مشکلات پیش آمده (در صورت وجود گزارش)
- ۲-۱-۱-۱ گزارشهای مربوط به تغییرات اعمال شده در طراحیها به دلیل پاره‌ای دشواریهای برخاسته از پیچیدگی ژئوتکنیکی - زمین شناسی
- ۳-۱-۱-۱ گزارش مربوط به چگونگی تمهیدات مهندسی اعمال شده در مخزن به منظور پرهیز از پدیده‌های زیان‌آور (در صورت وجود گزارش)
- ۲-۱-۱ گزارش نهایی طرح که پس از اتمام اجرای عملیات از سوی مهندس مشاور تهیه شده است.
- ۳-۱-۱ نقشه‌های اجرا شده در مورد اجزای مختلف سازه‌ها
- ۴-۱-۱ نقشه‌های ژئوتکنیکی و روشهای بهسازی پی‌های اجرا شده
- ۵-۱-۱ نقشه‌های زمین شناسی محدوده سازه‌ها با توجه به نتایج به دست آمده در حفاریهای حین ساختمان و پیکنی‌ها و گودبرداریه‌ها و غیره
- ۶-۱-۱ گزارش مربوط به چگونگی بهره‌برداری<sup>۳</sup> از سد و تأسیسات، نیروگاه و دیگر سازه‌ها و همچنین گزارشهای فنی موجود در مورد مجموعه طرح و چگونگی بهره‌برداری از سیستم
- ۷-۱-۱ کلیه اسناد و مدارک فنی مربوط به مرحله ساختمان طرح
- ۲-۱ گردآوری داده‌های سیستم اندازه‌گیری در طول نخستین مرحله بهره‌برداری (دوره تحویل موقت)
- ۱-۲-۱ سدها
- ۱-۱-۲-۱ داده‌های هواشناسی و اندازه‌گیریهای مختلف مانند: بارانسنج‌های ثبات، دمای هوا، باد و امواج، دمای آب و مصالح بدنه (در سدهای بتنی)

1- AS - Built

2- Pannel of Experts

3- Operation Manual



- ۲-۱-۲-۱ داده‌های هیدرولوژی مانند: اندازه‌گیری سیلاب و رسوب و کیفیت آب
- ۳-۱-۲-۱ گزارش اولین آبگیری و بررسیهای کارشناسی مربوط (از زمان بالا آمدن و پایین رفتن تراز آب مخزن)
- ۴-۱-۲-۱ گزارش اندازه‌گیری تراوش و نفوذ آب در بخشهای گوناگون سد و گالریها و غیره
- ۵-۱-۲-۱ گزارشهای اندازه‌گیری شبکه پیزومتری و تغییرات تراز آب در شبکه، در مقایسه با تغییرات تراز آب مخزن و چگونگی بارندگیها در روزهای مختلف سال (هیستوگرام بارندگی بر روی همان شکل تغییرات تراز آب پیزومترها آورده می‌شود).
- ۶-۱-۲-۱ دیگر گزارشهای مورد نیاز با توجه به پیچیدگی شرایط محیطی و نوع طرح
- ۲-۲-۱ سایر سازه‌ها
- گردآوری داده‌ها همانند ردیفهای بالا خواهد بود و بر حسب درجه اهمیت و نوع سازه، داده‌های دیگری نیز جمع‌آوری می‌شود.
- ۳-۱ گردآوری داده‌های حاصل از سیستم ابزار دقیق ژئوتکنیکی و لرزه‌نگاری منطقه (دوران تحویل موقت)
- ۱-۳-۱ داده‌های مربوط به ابزار دقیق نصب شده در پی و بدنه همانند: نشست‌سنجها، تغییر شکل‌سنجها، شیب‌سنجها، انحراف‌سنجها، اکستانسومترها، فشارسنجها، پیزومترهای (الکتریکی، پنوماتیکی، نوع کاساگرانده و ...) برای سدهای خاکی و بتنی و غیره
- ۲-۳-۱ نقشه‌ها، نمودارها و گزارشهای واسنجی<sup>۱</sup> سیستم ابزار دقیق، برداشت و اندازه‌گیریها
- ۳-۳-۱ گزارشهای تجزیه و تحلیل سنجشهای انجام شده با توجه به قرائت نخستین<sup>۲</sup> در مرحله ساخت و تغییرات مشاهده شده حین آبگیری کامل مخزن و پایین آمدن سطح آن (روند تکاملی آنها بر حسب تغییرات تراز آب مخزن)
- ۴-۳-۱ گزارش نتایج میکروژئودزی انجام شده در دوره‌های مختلف پیش از آبگیری و پس از آبگیری کامل و همچنین تغییرات آن بر حسب تراز آب مخزن
- ۵-۳-۱ گزارش اندازه‌گیریهای اختصاصی شیبهای مخزن با استفاده از: شیب‌نگار<sup>۳</sup>، شیب‌سنج<sup>۴</sup> و نشانه‌های ژئودتیک<sup>۵</sup> در صورت وجود
- ۶-۳-۱ گزارش نتایج لرزه‌نگاریها، شتاب‌نگاشتها و تغییرات احتمالی اندازه‌گیری شده از نشانه‌های ژئودتیک و ابزار دقیق، پیش و پس از وقوع زلزله، در صورت وجود

1- Calibration

2- Initial Reading

3- Slope Indicator

4- Inclinometres

5- Geodetic Target



۷-۳-۱ گزارش تفسیر و تحلیل نتایج اندازه‌گیریهای ابزار دقیق و رفتارنگاری سد و تأسیسات در روند آبرگیری کامل و کاهش تراز آب به هنگام بهره‌برداری و نتایج چرخه پس‌ماند<sup>۱</sup> ابزار رفتارسنجی

#### ۴-۱ گردآوری آمار مربوط به بارگذاریها و عوامل طبیعی

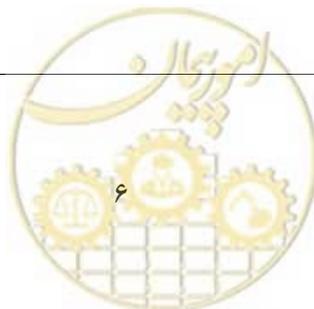
۱-۴-۱ آمار اندازه‌گیریهای سیلابهای مهم و افزایش تراز آب مازاد بر تراز نرمال مخزن

۲-۴-۱ آمار تغییرات شدید تراز آبهای زیرزمینی در محدوده تکیه‌گاهها و حوالی محل سد بر اثر بارندگیهای شدید و طولانی

۳-۴-۱ آمار اندازه‌گیریها و تحولات ناشی از زمینلرزه‌های احتمالی و قابل توجه در محل سد

۴-۴-۱ آمار مربوط به یخبندانهای احتمالی مخزن و ضخامت یخ با ذکر تراز آب مخزن (برای محاسبه فشار وارد بر بدنه سد)

۵-۴-۱ آمار مربوط به تغییرات شدید دمای محل سد و پیامدهای آن بر سازه‌های بتنی به‌ویژه بدنه سدهای بتنی



بازرسی سیستم ابزار دقیق و ارائه روش ترمیم آنها	۲-
بازرسی ابزار دقیق و سیستمهای رفتارنگاری و هشداردهنده	۱-۲
ابزار دقیق کار گذاشته شده در پی و تکیه گاهها و گالریهای بازدید و تزریق	۱-۱-۲
ابزار کار گذاشته شده در بدنه سد و شیپها	۲-۱-۲
ابزار اندازه گیری میزان آبهای نشتی و تراوشی <sup>۱</sup>	۳-۱-۲
ابزار اندازه گیری آب و هوا <sup>۲</sup> ، به ویژه باران نگار (ثبات)، شناور تراز آب (ثبات سطح آب) و ...	۴-۱-۲
نشانه های ژئودتیک	۵-۱-۲
شتاب نگارها	۶-۱-۲
دستگاههای آژیر و سیستم صوتی هشداردهنده سیلاب، زمینلرزه و ...	۷-۱-۲
دستگاههای سنجش از دور <sup>۳</sup> و فرمانهای خودکار (سیستمهای کنترل و اندازه گیری اتوماتیک رایانه ای)	۸-۱-۲
بازرسی و یافتن خرابی و کمبود دستگاه در بازرسیهای ادواری	۲-۲
نقص در اندازه گیری یا نامناسب بودن دوره اندازه گیریها و اصلاح آنها	۱-۲-۲
نقص در اجرای عملیات میکروژئودزی یا نقص در پاره ای از نقاط نشانه شبکه	۲-۲-۲
نامناسب بودن زمان برداشتهای دوره ای ناشی از بی توجهی به تأثیرات آب مخزن و شرایط محیطی	۳-۲-۲
نقص در کارکرد دستگاههای اندازه گیری و ابزار دقیق و چگونگی رفع آن	۴-۲-۲
یافتن اشتباهات احتمالی برداشتها و اندازه گیریها از طریق بازرسیهای موردی (برحسب هریک از انواع آنها)	۵-۲-۲
کاستی در همپوشانی <sup>۴</sup> اجزای سیستم ابزار دقیق و ارائه راه حل مورد نیاز	۶-۲-۲
تهیه گزارشهای موردی و ادواری برای ثبت نتایج بازرسیها و ارائه راه حلهای اصلاحی	۷-۲-۲
نوسازی سیستم ابزار دقیق و ترمیم شبکه (در صورت نیاز)	۳-۲
نوسازی شبکه پیزومتری پایاب سد (پیزومترهای قائم <sup>۵</sup> )	۱-۳-۲
نوسازی شبکه پیزومتری بدنه سد، پایاب و سرآب آن (پیزومترهای افقی، الکتریکی، پنوماتیکی و غیره)	۲-۳-۲

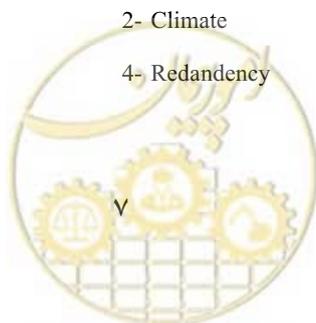
1- Leakage and Scapege

2- Climate

3- Telemetry

4- Redandency

5- Stand Pipe



نوسازی ابزار اندازه‌گیری "آب و هوا"	۳-۳-۲
نوسازی ابزار دقیق کار گذاشته شده در بدنه، به ویژه پاندول سدهای بتنی	۴-۳-۲
نوسازی نشانه‌های ژئودتیک و تصحیح نقطه‌های شبکه	۵-۳-۲
نوسازی شبکه لرزه‌نگاری	۶-۳-۲
ارائه دستور کارهای <sup>۱</sup> بایسته در مورد اصلاح سیستم اندازه‌گیری و تهیه کتابچه جدید بهره‌برداری	۷-۳-۲



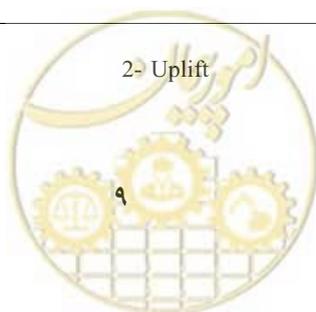
### ۳- بازرسی و بررسی داده‌ها، شرایط زمین و مصالح

- ۱-۳ بررسی داده‌ها و گزارشهای ژئوتکنیکی شامل:
- ۱-۱-۳ نتایج آزمایشهای تکمیلی انجام شده در مورد مصالح مصرفی بدنه سد
- ۲-۱-۳ نتایج آزمایشهای صحرایی مربوط به پی‌ها و نتایج حاصل از رفتارسنجی پی‌ها
- ۳-۱-۳ نتایج حاصل از اجرای انواع عملیات تزریق (آببندی، تحکیمی، تماسی و درزها)، گمانه‌های کنترل آنها و نتایج مغزه‌گیریهای بعدی
- ۴-۱-۳ بررسی نتایج مطالعات آب زیرزمینی در زیر و اطراف سازه‌ها به‌ویژه شبکه پیزومترهای محل سد و پایاب
- ۵-۱-۳ نتایج آزمایشهای ردیابی مسیر آب در مناطق مستعد به فرار آب بین مخزن و منطقه پایاب به ویژه در مناطق کارستی و گسله‌ای
- ۶-۱-۳ نتایج آبگذریها و تلفات مخزن بر پایه بیلان مخزن (ورودیها و بارندگی، خروجی آب، تبخیر و نشت آب)
- ۷-۱-۳ نتایج اندازه‌گیریهای مربوط به تغییرات آبدهی چشمه‌های پایاب در شرایط پیش و پس از آبگیری مخزن و مقایسه آنها با توجه به تغییرات هیدرولوژیکی
- ۸-۱-۳ نتایج حاصل از سنجش ابزار دقیق کنترل‌کننده مسائل و شرایط ژئوتکنیکی پی، تکیه‌گاهها و بدنه سد و سرریز، تونلها، گالریها، نیروگاه، ایستگاه پمپاژ و دیگر سازه‌ها
- ۹-۱-۳ جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و ارائه برنامه اجرایی تکمیلی
- ۲-۳ بازرسی و بررسی شرایط عمومی پی سازه‌ها اعم از: سطحی یا زیرزمینی بر اثر بارگذاریها شامل:
- ۱-۲-۳ بازرسی سلامت ساختمانی سازه در پیوند با شرایط ژئوتکنیکی
- ۲-۲-۳ بازرسی عملکرد هیدرولیکی سازه‌های آبی و بررسی بروز پدیده‌هایی مانند: کاویتاسیون<sup>۱</sup>، خوردگی، فرسایش و ...
- ۳-۲-۳ بازرسی عملکرد آب زیرزمینی بر پی‌ها همانند: فرسایش درونی، خوردگی، نوسانات سطح آب، زیرفشار<sup>۲</sup> و ...
- ۴-۲-۳ بازرسی و بررسی وضعیت عمومی سازه‌های مدفون، گالریها، تونلها و میله‌ها<sup>۳</sup> و سازه‌های مهم زیرزمینی مانند: نیروگاههای برقابی و ...

1- Cavitation

2- Uplift

3- Shafts



بازرسی و بررسی شرایط پی‌های خاکی در ارتباط با پدیده آیشویی شیمیایی <sup>۱</sup> و سست شدن مصالح پی به ویژه در صورت وجود لایه‌های گچی	۵-۲-۳
بازرسی و بررسی شرایط مصالح خاکی مستعد به واگرایی، رمبندگی <sup>۲</sup> ، آماس، روانگرایی و سایر پدیده‌های مشابه	۶-۲-۳
بازرسی و بررسی اثر چندی و چونی شرایط نامساعد ژئوتکنیکی پی	۷-۲-۳
بازرسی و بررسی دوام مصالح به کاررفته در پی و سازه‌ها و عملکرد آنها در برابر عوامل مؤثر	۸-۲-۳
بازرسی و بررسی پایایی اثر بهسازیهای اجرا شده در پی‌ها و خاکهای <sup>۳</sup> گستره طرح	۹-۲-۳
بازرسی و بررسی فرسودگی مصالح پی و توده‌های سنگی در اثر هوازدگی، تر و خشک شدن و... (به ویژه در اجزای سازه‌ای سرریزهای مهم، سدهای بتنی و ...)، زیر بارگذارهای هیدرولیکی، حرارتی و ...	۱۰-۲-۳
بازرسی اثر طغیانها و عبور سیلابها در دهانه‌های ورودی و پایاب: سرریز، حوضچه آرامش و همچنین تخلیه کننده عمقی و ... به ویژه ژرفای فرسایش <sup>۴</sup> و فرسایش هیدرولیکی در پایاب سرریزها	۱۱-۲-۳
بازرسی و بررسی پایداری تونل‌های سرریز بعد از عبور طغیانها و ثبت تأثیرات حاصل از فرسایش و یا عوامل تضعیف کننده	۱۲-۲-۳
بازرسی و بررسی نمودهای حاصل از زیر فشار	۱۳-۲-۳
بازرسی و بررسی تغییر مکانهای پی و تکیه‌گاهها در شرایط مختلف تراز آب مخزن	۱۴-۲-۳
بازرسی شرایط تخلیه و کارکرد درست چاههای فشارشکن <sup>۵</sup> و زهکشها	۱۵-۲-۳
بازرسی زهکشهای مختلف در بدنه سد و سازه‌های وابسته، تونلها و سازه‌های زیرزمینی و دیگر سازه‌ها	۱۶-۲-۳
<b>بازرسی و بررسی شرایط ساختمانی و ترک خوردگیها در پیوند با ویژگیهای ژئوتکنیکی</b>	<b>۳-۳</b>
بازرسی ترک خوردگیها و ترسیم الگوی آنها	۱-۳-۳
اندازه گیری ترکها و شناخت ماهیت و عمق و گسترش آنها با روشهای مناسب	۲-۳-۳
بازرسی شرایط محیطی ساختمانهای ترک خورده و تشخیص اولیه منشاء عوامل مولد ترکها	۳-۳-۳
بازرسی و کنترل شرایط آب و خاک اطراف سازه برای شناخت اثر کامل و یا جزئی آنها در ایجاد ترکها (در صورت نیاز)	۴-۳-۳
بازرسی دیگر شرایط که در تشخیص علت ترک خوردگی مناسب و ضروری است (بر حسب نوع سازه و رفتار آن).	۵-۳-۳

1- Leaching

2- Collapsible

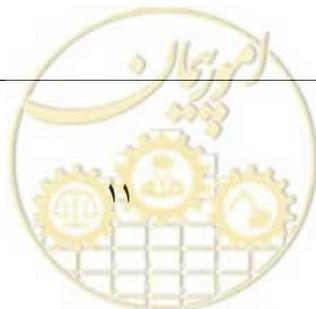
3- Soil Improvement and Foundation Treatment

4- Scour Depth

5- Relief Wells



- ۴-۳ بازرسی و بررسی شرایط سطحی زمین محل سد و دیگر سازه‌ها
- ۱-۴-۳ بازرسی شرایط سطحی زمین گستره طرح در محدوده کلیه سازه‌ها و جستجوی هر نوع ترک یا جابه‌جایی ظاهری با عکسبرداریهای لازم و مقایسه عکسهای جدید با عکسهای پیش از بهره‌برداری در صورت وجود
- ۲-۴-۳ نمونه‌برداری از آبهای نشتی به تونلها و سازه‌های زیرزمینی، بازرسی کیفیت و کنترل نتایج آزمایشهای شیمیایی در زمانهای مختلف به منظور شناخت چگونگی تغییرات وضعیت شیمیایی و فیزیکی آب و ارتباط آن با بارندگیها و تغییر تراز آب مخزن
- ۳-۴-۳ بازرسی محلهای نشت آب به تونلها و سازه‌های زیرزمینی و ارائه دستورکار برای نمونه‌گیری از خاک یا سنگ منطقه آبدار و مشکوک
- ۴-۴-۳ بازرسی و بررسی کامل بدنه سدهای خاکی و سنگریزه‌ای به‌ویژه بازرسی دقیق تاج سد و آسفالت روی آن برای کشف ترکهای احتمالی و تعقیب روند آنها، به منظور شناخت علل آن
- ۵-۴-۳ بازرسی دیوارهای نگهبان و کنترل کارکرد درست زهکشهای آنها و ارائه دستورکار برای بازسازی زهکشهای کور شده (در صورت نیاز)
- ۶-۴-۳ بازرسی زهکشهای پایاب سد، کانال و خروجی از سرریز یا سازه‌های ویژه و ...
- ۷-۴-۳ بازرسی زمین اطراف خطوط انتقال آب، کانالها، ابنیه فنی، سد انحرافی، تأسیسات آبرگیری، تلمبه‌خانه‌ها و غیره با توجه به ردیف ۱-۴-۳
- ۵-۳ بازرسی و بررسی شبیها به ویژه حاشیه مخزن و پایین دست آن
- ۱-۵-۳ بازرسی دامنه‌های مخزن از نظر پدیده‌های لغزش، ریزش، روانه‌گل<sup>۱</sup> و ...
- ۲-۵-۳ بازرسی دامنه‌های طبیعی دره‌های پایین دست محل سد با نگرشی ویژه به اثر افزایش رطوبت در خاک و بالآمدن تراز آب زیرزمینی در آنها
- ۳-۵-۳ بررسی پایداری دامنه‌ها و شبیهای مخزن و مشخص نمودن حجم توده‌های ناپایدار و مستعد حرکت به داخل مخزن
- ۴-۵-۳ بررسی پایداری شیب و دامنه دره‌های پایین دست
- ۵-۵-۳ ارائه دستورکار برای نصب نقاط نشانه اندازه‌گیری و میکروژئودزی برای کنترل و مشاهده حرکات دامنه‌های بالقوه ناپایدار بر حسب تغییرات عوامل محیطی (در صورت نیاز)
- ۶-۵-۳ نتیجه‌گیری و ارائه دستورکار برای تثبیت و پایدارسازی دامنه‌ها و یا اعمال تمهیدات مهندسی منتهی به افزایش ضریب اطمینان



بازرسی آثار عوامل خوردگی و زوالپذیری <sup>۱</sup> مصالح	۶-۳
بازرسی سازه‌های بتنی و تهیه گزارش مصور در مورد پوسته پوسته شدن احتمالی، یخبندان، تروخشک شدن و ...	۱-۶-۳
بازرسی سازه‌های هیدرولیکی بتنی و تهیه گزارش مصور در مورد خوردگی و فرسایش هیدرولیکی بتن و پدیده حفره‌زایی <sup>۲</sup>	۲-۶-۳
بازرسی مصالح سنگی قشرهای محافظ هیدرولیکی مانند: سنگچین حفاظتی <sup>۳</sup> از دیدگاه خوردگی و فساد مصالح	۳-۶-۳
بازرسی مصالح طبیعی دامنه‌های مخزن و تهیه گزارش مصور از دیدگاه خوردگی و زوالپذیری مصالح و همچنین به لحاظ حرکات احتمالی و لغزش ضعیف یا قابل توجه توده‌های سنگی و یا خاکی ناشی از نوسانهای آب دریاچه	۴-۶-۳
بازرسی عوامل خوردگی بتن و یا مصالح بنایی در کانالها و سازه‌های وابسته به آنها	۵-۶-۳
بازرسی هرگونه زوالپذیری مصالح سازه‌های وابسته به تأسیسات آبی، خط لوله انتقال آب و یا تونل، آبرو، فلوم، پل کانال، دریچه، تلمبه‌خانه، آبگیر، سازه پخش‌کننده جریان و ...	۶-۶-۳
بازرسی وضعیت فرسایش، دگرسانی و تخریب زمین (درونی و سطحی)	۷-۳
بازرسی وضعیت دگرسانی <sup>۴</sup> توده سنگهای نزدیک پی سازه‌های مهم آبی به ویژه سدهای پشت‌بنددار، وزنی و سنگریزه‌ای با رویه بتنی	۱-۷-۳
بازرسی وضعیت تخریب و دگرسانی زمین مسیر تونلها به ویژه سازه‌های ورودی و خروجی با توجه به سه عامل اکسیژن، دما و آب	۲-۷-۳
بازرسی عوامل فرسایش و آب شستگی در مسیر کانالها	۳-۷-۳
بازرسی تأثیرات سطحی و عارضه‌های نشانه‌ای <sup>۵</sup> خاکهای مسئله‌دار شامل: خاکهای واگرا، آماسی و رمبنده در مسیر سازه‌های خطی آبی همانند: کانالهای آب و خطوط انتقال آب و سازه‌های وابسته	۴-۷-۳
بازرسی عوامل فرسایش محل پلهای بزرگ و پی سازه‌های آبی	۵-۷-۳
بازرسی تأثیرات سطحی مسیر جریانهای آب زیرزمینی در مناطق کارستی کم ژرفا با نگرش ویژه به پدیده‌های فرونشست و فرسایش درونی	۶-۷-۳
بازرسی سازه‌های آبی با نگرش به پدیده‌های ناپایدارکننده ناشی از آب و حرکات آن	۷-۷-۳
بازرسی حفره‌های <sup>۶</sup> ایجاد شده بر اثر حرکت آب در مسیر گسله‌های واقع در مخزن و یا در امتداد خطوط انتقال آب	۸-۷-۳

1- Deterioration

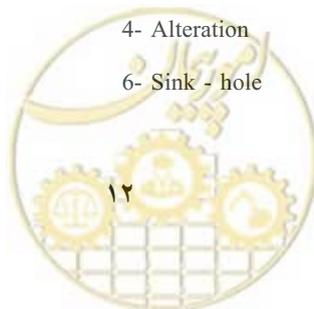
2- Cavitation

3- Rip Rap

4- Alteration

5- Symptomatic

6- Sink - hole



بررسی تراوش در پایین دست و سیستم ابزاربندی	۸-۳
بررسی محل‌های تراوش و ارزیابی مسیرهای ترجیحی جریان نشی آب	۱-۸-۳
بررسی سیستم و ابزار اندازه‌گیری مقدار تراوش و ارزیابی تغییرات آن بر حسب زمان و تراز آب دریاچه	۲-۸-۳
بررسی میزان تراوش در داخل گالریهای سد و مقایسه آنها با مقادیر مجاز	۳-۸-۳
ترسیم مقادیر اندازه‌گیری شده تراوش بر حسب زمان و بررسی همبستگی این مقادیر با دو عامل تغییرات تراز آب دریاچه و بارشهای محل	۴-۸-۳
بررسی چشمه‌ها و محل‌های تراوش جدید در پایین دست پس از آبرگیری دریاچه سد	۵-۸-۳
بررسی تراز آب زیرزمینی پایین دست پس از آبرگیری دریاچه سد و تغییرات آن بر حسب زمان	۶-۸-۳
بررسی تأثیر افزایش تراز آب زیرزمینی پایین دست در پایداری دامنه‌ها و تأسیسات و ساختمانهای موجود در این محدوده	۷-۸-۳
بررسی تأخیر زمانی بین حداکثر مقدار تراوش و حداکثر بارش و تراز آب دریاچه	۸-۸-۳
تجزیه و تحلیل مقادیر آب زهکش شده سیستم زهکشی سد و تأسیسات و همچنین چاههای فشارشکن و همبستگی آنها با نوسانات تراز آب دریاچه	۹-۸-۳
بررسی تراوش در داخل و اطراف نیروگاه برقابی و همچنین استخر یا حوضچه استهلاک انرژی آب خروجی از آن	۱۰-۸-۳
بررسی تراوش آب در کانالها و سازه‌های وابسته	۱۱-۸-۳
بررسی تراوش در تونل‌های انتقال آب و ارزیابی اثر آب زیرزمینی مسیر بر آن از دیدگاه پایداری، خوردگی مصالح و تغییر کیفیت آب	۱۲-۸-۳
بررسی تراوش آب از گمانه‌های زهکش پایاب پرده تزریق سدها و ارزیابی میزان نیرگی و رسوبات احتمالی موجود در آنها	۱۳-۸-۳
تهیه گزارش کاستیهای اندازه‌گیری و ارائه دستور کار رفع نقص	۱۴-۸-۳



#### ۴- بهنگام کردن و تحلیل داده‌ها:

- ۱-۴ داده‌های دستگاهی زمینلرزه‌ها
- ۱-۱-۴ بهنگام کردن داده‌های دستگاهی زمینلرزه‌های رویداده در محل سد تا شعاع مؤثر
- ۲-۱-۴ تحلیل نتایج به دست آمده از لرزه نگاشتها و جداسازی مؤلفه‌های گوناگون شتاب، سرعت و تغییر مکانها، مدت زمان و محتوای فرکانسی زمینلرزه،
- ۳-۱-۴ تهیه طیف پاسخ زمینلرزه‌های ثبت شده
- ۴-۱-۴ تحلیل نتایج زمینلرزه‌ها و مقایسه آنها با نتایج و معیارهای پذیرفته شده در طراحی ساختمان سد، نیروگاه و سازه‌های مهم
- ۵-۱-۴ ژرف‌نگری در روابط مربوط به برآورد شتاب، سرعت و تغییر مکان و میرایی که در مراحل طراحی پذیرفته شده است.
- ۶-۱-۴ انجام دادن محاسبه و ارزیابی دینامیکی محلهای آسیب دیده و تعیین درجه ایمنی باقیمانده سد و دیگر سازه‌های مهم و ارائه توصیه برای ترمیم آنها

#### ۲-۴ داده‌های شناخت زمین

- ۱-۲-۴ بهنگام کردن یافته‌های ژئوتکنیکی سازه‌های اصلی و مهم طرح در دوران ساختمان در تلفیق با مطالعات پیشین
- ۲-۲-۴ تحلیل داده‌های ژئوتکنیکی بهنگام شده
- ۳-۲-۴ تجدیدنظر در پارامترهای ژئومکانیکی - ژئوتکنیکی زمین و مقاومت مصالح منظور شده در مطالعات مراحل پیشین با توجه به نتایج بهنگام شده اندازه‌گیریها و ابزار دقیق (در صورت نیاز)
- ۴-۲-۴ اصلاح مدل ژئوتکنیکی محل سازه‌های اصلی و مهم طرح بر پایه تحلیل‌های انجام شده (در صورت نیاز)
- ۵-۲-۴ تحلیل عملکرد پرده تزریق سد و سازه‌های مهم بر پایه نتایج حاصل از ابزار دقیق (عملیات تزریق اجرا شده)

#### ۳-۴ داده‌های رفتاری بدنه و پی سد و دیگر سازه‌های اصلی و مهم

- ۱-۳-۴ بهنگام کردن یافته‌های رفتارنگاری پی و بدنه سد و دیگر سازه‌های اصلی و مهم در دوران ساختمان و بهره‌برداری
- ۲-۳-۴ ترسیم نمودارهای ابزار دقیق و پیژومترهای بدنه و پی بر حسب زمان و تغییرات تراز آب مخزن



ترسیم نمودارهای تغییر مکانها و تغییر شکلهای اندازه‌گیری شده پی و تکیه‌گاهها در سدهای بتنی در شرایط زمانی مختلف	۳-۳-۴
ترسیم نمودارهای تغییرات دمای آب، هوا و بتن بر حسب زمان در سالهای مختلف	۴-۳-۴
ترسیم حرکات اندازه‌گیری شده به روش میکروژئودزی در نقاط نشانه	۵-۳-۴
مقایسه تغییر مکانها و تغییر شکلهای با مقادیر مجاز بر حسب ترازهای مختلف آب مخزن و تغییرات دما	۶-۳-۴
تحلیل یافته‌های ابزار دقیق نصب شده در پی به منظور کنترل رفتار آن	۷-۳-۴
تحلیل یافته‌های ابزار دقیق نصب شده در بدنه سد (بتنی وزنی، قوسی، پشت بنددار، خاکی، سنگریزه‌ای و یا سدهای مختلط) و دیگر سازه‌های مهم بر حسب یافته‌های موضوعی ادوات ابزار دقیق	۸-۳-۴
مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر محاسبه شده در حالات بارگذاری یکسان برای هریک از ادوات اندازه‌گیری	۹-۳-۴
جمع‌بندی نتایج بهنگام شده با نتایج دوره پیشین و همچنین مقایسه مقادیر با اندازه‌های مجاز برای هریک از ادوات ابزار دقیق	۱۰-۳-۴

#### ۴-۴ برداشتهای ژئودتیک<sup>۱</sup> (میکروژئودزی)

بهنگام‌کردن اندازه‌گیریهای ادواری طبق مشخصات فنی و برنامه زمانی مهندس مشاور با انجام دادن موارد زیر:	۱-۴-۴
نقشه‌برداری ژئودتیک نقاط نشانه میکروژئودزی با کاربرد فاصله‌یاب و تئودولیت‌های دقیق و دستگاههای پیشرفته <sup>۲</sup>	۱-۱-۴-۴
ترازیابی دقیق نقاط نشانه	۲-۱-۴-۴
اندازه‌گیریهای میکروژئودزی شیب‌سنجها، تغییر شکل‌سنجها و نشست‌سنجها	۳-۱-۴-۴
محاسبات رایانه‌ای مخصوص اندازه‌گیریهای انجام شده	۴-۱-۴-۴

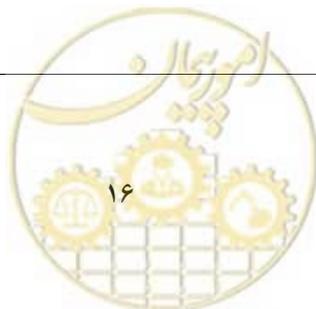
#### ۲-۴-۴ تحلیل نتایج برداشتهای میکروژئودزی

ترسیم و تحلیل نمودارهای تغییر حرکات ثبت شده در جهات مختلف بر حسب زمان و تراز آب مخزن	۱-۲-۴-۴
--	---------

۱- در برداشتهای ژئودتیک باید اندازه‌گیریهای عوامل آب و هوایی (دما، سرعت باد و میزان بارندگی) و همچنین سیل و زمینلرزه انجام و با ذکر تاریخ دقیق رویداد و مقادیر در برگه‌های اندازه‌گیری درج گردد.



ترسیم و تحلیل نمودارهای تغییرشکل و یا جابه‌جایی نقاط گوناگون بر پایه تغییرات شرایط پیرامونی	۲-۲-۴-۴
ترسیم و تحلیل نمودارهای شاخص حرکات بدنه سدهای مخزنی و سازه‌های مهم با توجه به عوامل ایجاد حرکت	۳-۲-۴-۴
ترسیم و تحلیل نمودارهای همبستگی بین نقاط اندازه‌گیری شده و نتایج به‌دست آمده از محاسبه در شرایط یکسان	۴-۲-۴-۴
تهیه پلان حرکات نقاط نشانه در دوره‌های مختلف اندازه‌گیری به ویژه پس از رویداد زمینلرزه و یا بارندگیهای شدید و طولانی و سیلاب و تحلیل آن	۵-۲-۴-۴
<b>مقایسه نتایج</b>	
مقایسه نتایج اندازه‌گیریها با نتایج به‌دست آمده در شرایط یکسان بر پایه معیارهای طراحی	۱-۳-۴-۴
مقایسه نتایج به منظور پیدانمودن نقاط نابهنجاریها <sup>۱</sup> در حرکات	۲-۳-۴-۴
مقایسه نتایج در مجموعه حرکات مطلق نقاط نشانه	۳-۳-۴-۴
ارزیابی ایمنی و پایداری قسمتهای مختلف سد و سازه‌های مهم براساس مقایسه‌های بالا	۴-۳-۴-۴
نتیجه‌گیری و اعلام پیشنهاد و یا توصیه‌های هشداردهنده در زمینه چگونگی رعایت سرعت تخلیه و یا آبگیری مخزن و یا هر نوع هشدار برای تخلیه و حفظ ایمنی و پایداری سیستم.	۵-۳-۴-۴
<b>بهنگام‌کردن آمار آثار تراوش و چندیها و چونیهای مربوط و تحلیل آنها</b>	<b>۵-۴</b>
<b>بهنگام‌کردن آمار</b>	
تراوشهای گالریها، اجزای سازه‌ای نیروگاهها و سازه‌های مهم هیدرولیکی	۱-۱-۵-۴
تراوش از چشمه‌های فعال شده در مناطق پایین سدها (در صورت وجود)	۲-۱-۵-۴
تراوش از لایه‌های توده‌های خاکی بر اثر تغییرات تراز آب مخزن سد (در صورت وجود)	۳-۱-۵-۴
تراوشهای احتمالی از حد فاصل بین سازه‌های بتنی و خاکی در مخازن سدها و غیره	۴-۱-۵-۴
<b>تحلیل نتایج چندی و چونی تراوشها</b>	
ارزیابی و تحلیل نتایج آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی آبهای تراوشی	۱-۲-۵-۴
ارزیابی احتمال بروز پدیده فرسایش درونی با تکیه بر نتایج آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی	۲-۲-۵-۴
ارزیابی احتمال بروز پدیده آبشویی ناشی از واکنش شیمیایی	۳-۲-۵-۴



۵- تحلیل نارساییهای احتمالی ناشی از عوامل مختلف و تعیین روشهای پیشگیری و ترمیم شامل:

- ۱-۵ نارساییهای ناشی از تراوش و نشست
- ۱-۱-۵ تحلیل فشارهای پیرومتری درون سدهای خاکی و خاکریزهای حفاظتی برای تشخیص نارساییهای احتمالی
- ۲-۱-۵ تحلیل نارسایی سیستمهای زهکشی همانند: چاههای فشارشکن، گمانه‌های زهکشی، پرده زهکشی در سدهای بتنی قوسی یا وزنی و یا پشت بنددار
- ۳-۱-۵ تحلیل نارسایی و یا ضعف پرده تزریق سدها با توجه به نتایج مطالعات رفتارسنجی و مشاهده تغییرات پیرومتری و فرار آب از مخزن
- ۴-۱-۵ تهیه دستور کار برای پیشگیری، ترمیم و بهسازی در موارد:
- ۱-۴-۱-۵ تزریق آبنندی سدها مانند یک یا چند ردیف پرده‌های قائم یا مایل از درون گالریها
- ۲-۴-۱-۵ چاههای فشارشکن سدهای خاکی به ویژه سدهای همگن (در صورت نیاز)
- ۳-۴-۱-۵ گمانه‌های زهکش پایین دست پرده تزریق در سدهای بتنی (در صورت نیاز)
- ۴-۴-۱-۵ گمانه‌های زهکش پایین دست پرده تزریق یا سرریزها و سدهای تنظیمی و سایر تأسیسات هیدرولیکی (در صورت نیاز)
- ۵-۴-۱-۵ صافیهای پشت ابنیه نگهبان و مجاری زهکش (در صورت نیاز)

۲-۵ نارساییهای ناشی از جابه‌جایی و تغییر شکل

- ۱-۲-۵ تحلیل نتایج اندازه‌گیری شده به وسیله ابزار دقیق نصب شده در پی سازه‌های اصلی و مهم
- ۲-۲-۵ تحلیل نتایج تغییر مکانهای اندازه‌گیری شده به روش میکروژئودزی در سدها و تکیه‌گاههای آن
- ۳-۲-۵ تحلیل نارساییهای ناشی از تغییر مکانها و تغییر شکلهای بیش از حد انتظار در سازه‌های زیر:
- ۱-۳-۲-۵ بدنه سدهای خاکی، سدهای بتنی قوسی، بتنی وزنی و بتنی پایه‌دار و همچنین سدهای سنگریزه‌ای
- ۲-۳-۲-۵ شیب پایاب سدهای خاکی و یا بتنی پشت بنددار
- ۳-۳-۲-۵ داخل گالریها، شافتها، محل تقاطع سازه‌های مهم زیرزمینی و داخل مغار نیروگاههای زیرزمینی



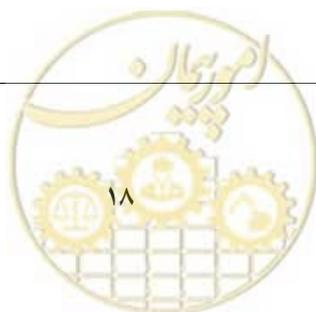
- ۴-۲-۵ تحلیل نارسایی ناشی از ناپایداری شیب در بعضی نقاط مخزن
- ۵-۲-۵ تحلیل نارسایی ناشی از بالارفتن تراز آب زیرزمینی در دامنه دره‌های پایین دست
- ۶-۲-۵ تحلیل نارسایی ناشی از کاهش ضریب اطمینان سازه‌های خاکی، مصالح بنایی و بتنی در تأسیسات آبی

۷-۲-۵ تحلیل نارسایی حاصل از ترک خوردگیهای احتمالی در سازه‌های خاکی و بستر آنها ناشی از :

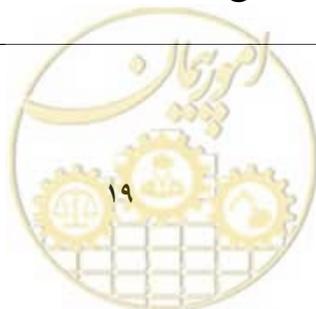
- ۱-۷-۲-۵ تنشهای حرارتی
- ۲-۷-۲-۵ تنشهای حاصل از بارگذاریهای استاتیکی
- ۳-۷-۲-۵ تنشهای متمرکز در نقاط ضعیف، گشودگیها، تغییر مقاطع در شکل هندسی سازه و ...
- ۴-۷-۲-۵ جابه‌جاییهای تجمعی<sup>۱</sup>
- ۸-۲-۵ جابه‌جاییهای غیرمتعارف ترک خوردگیهای سازه‌های خطی یا نقطه‌ای (کانالها، خطوط انتقال، منابع ذخیره آب و ...) در پیوند با نارساییهای ژئوتکنیکی
- ۹-۲-۵ تحلیل شکستگی موضعی و کلی پوشش داخلی بتنی تونلها و شافت‌های تحت فشار و برجها و مخازن تعادل نیروگاههای برقابی

۱۰-۲-۵ تهیه دستور کار روشهای ترمیم، بهسازی و یا پیشگیری هریک از نارساییهای یاد شده در ردیفهای بالا برحسب نوع سازه و شرایط ژئوتکنیکی از قبیل :

- ۱-۱۰-۲-۵ ترک خوردگیهای مصالح سنگی پی سدهای بتنی
- ۲-۱۰-۲-۵ ترک خوردگیهای بدنه خاکی سدها، خاکریزهای حفاظتی و غیره
- ۳-۱۰-۲-۵ ترک خوردگیهای بدنه مصالح بنایی سازه‌ها برحسب نوع و گسترش ترک
- ۴-۱۰-۲-۵ ترک خوردگیهای تونلها، شافتها، گالریها و مغار مهم زیرزمینی برحسب نوع و گسترش آنها با توجه به منشاء بروز ترکها و خسارت وارده
- ۵-۱۰-۲-۵ ترک خوردگیهای هر نوع سازه زیرزمینی تحت فشار درونی هیدرواستاتیکی که به نحوی شکسته شده است. روشهای ترمیم شامل: انواع مسلح کردن زمین اطراف با میل مهاریها، تزریق تحکیمی، تزریق ترمیم شکستها و ترکها بارزینهای اپوکسی مخصوص برحسب نوع سازه و شرایط بهره‌برداری آن، اضافه کردن لایه ترمیمی بتن مسلح، اضافه کردن لایه فولادی و همچنین روش پیش‌تنیده کردن سیستم بتن سازه‌ای و توده سنگ



تحلیل نارساییهای ناشی از مصالح	۳-۵
تحلیل میزان و گسترش فرسودگی مصالح (پی و بدنه)	۱-۳-۵
تحلیل ترک خوردگیهای ناشی از واکنش قلیایی بتن در سازه‌های آبی	۲-۳-۵
تحلیل نارسایی و یا ضعف درزهای ساختمانی سدهای قوسی، وزنی، پوسته‌ای و یا سدهای بتنی وزنی	۳-۳-۵
تهیه دستورکار روشهای پیشگیری، ترمیم و بهسازی هر یک از نارساییهای یاد شده در ردیفهای بالا	۴-۳-۵
<b>نارساییهای ناشی از رویدادهای طبیعی غیرمترقبه</b>	<b>۴-۵</b>
نارسایی ایجاد شده بر اثر زمینلرزه‌های ویرانگر	۱-۴-۵
نارسایی ایجاد شده بر اثر حرکت تکیه‌گاههای سدهای بتنی قوسی، به ویژه سد قوسی نازک پوسته‌ای و ترک خوردگی احتمالی آن	۱-۱-۴-۵
نارسایی ایجاد شده در بدنه خاکی سدها	۲-۱-۴-۵
نارسایی ایجاد شده در عملکرد سیستم زهکشها و امکان روانگرایی پی و تکیه‌گاهها و پایاب سدها و سازه‌های مهم	۳-۱-۴-۵
نارسایی ایجاد شده در عملکرد سیستم پرده تزریق	۴-۱-۴-۵
نارسایی ایجاد شده بر اثر توفانها و سیلابهای مهم در سازه‌ها به ویژه در سازه‌های خاکی	۲-۴-۵
نارسایی ایجاد شده بر اثر امواج بزرگ وارد شده بر سازه به ویژه در صورت همزمانی سیلاب بزرگ با توفان شدید	۳-۴-۵
نارسایی ایجاد شده بر اثر تغییرات شدید دما بر سازه‌های بتنی به ویژه سدهای قوسی پوسته‌ای	۴-۴-۵
نارسایی ایجاد شده بر اثر بارندگیهای شدید و طولانی و افزایش احتمال لغزش دامنه‌ها، واریزه‌ها و روانه‌گل	۵-۴-۵
نارسایی ایجاد شده بر اثر ریزشها و لغزشهای حاصل از زمینلرزه ویرانگر و زلزله‌های وارد بر سازه‌ها	۶-۴-۵
نارسایی ایجاد شده بر اثر جابه‌جایی احتمالی گسلهای موجود بعد از آبگیری و یا بعد از بروز زمینلرزه اعم از طبیعی یا القایی	۷-۴-۵
نارسایی ایجاد شده در عملکرد سیستمهای حفاظت و پایدارسازی دامنه‌ها همانند: سطوح بتن‌پاشی، مهاریها، دیوارهای نگهبان، ترانشه‌ها و یا گالریهای زهکش بر اثر رویداد زمینلرزه ویرانگر و یا بارانهای شدید و طولانی	۸-۴-۵
نارسایی ایجاد شده بر اثر نشست یکنواخت و غیریکنواخت <sup>۱</sup>	۹-۴-۵
نارسایی ایجاد شده بر اثر امواج به وجود آمده در مخزن حاصل از زمینلرزه و برخورد امواج به سد	۱۰-۴-۵



۱۱-۴-۵ تعیین روشهای ترمیمی و بهسازی و پایشگیری از گسترش خسارات وارده از دیدگاه ژئوتکنیکی در:

۱-۱۱-۴-۵ سدهای بتنی، خاکی و سنگریزه‌ای

۲-۱۱-۴-۵ سازه‌های هیدرولیکی رودخانه‌ای و بندهای انحراف و آبگیرها و غیره

۳-۱۱-۴-۵ ساختمان سرریز سدها اعم از: سرریز آزاد، دریچه‌دار، سرریز جانبی، شوت و کانال و جام پرتابی و یا حوضچه آرامش آنها

۴-۱۱-۴-۵ سازه ورودی و خروجی تونل‌های انتقال آب (انحراف آب، یا تونل سرریز و یا تونل تخلیه‌کننده عمقی و...) شافت‌ها و غیره

۵-۱۱-۴-۵ ترانشه‌های مشرف به سازه‌های هیدرولیکی، سرریزها و راهها و غیره

۶-۱۱-۴-۵ بدنه خاکریزهای حفاظتی<sup>۱</sup> پلهای زیر خاکی<sup>۲</sup> و یا دیگر پلهای مربوط

۱۲-۴-۵ تهیه دستور کار ترمیم سیستم رفتارنگاری میکروژئودزی و یا هر نوع ابزار دقیق آسیب دیده بر اثر عوامل طبیعی یاد شده

۵-۵ تحلیل نهایی طرح از دیدگاه ژئوتکنیکی در شرایط بحرانی<sup>۳</sup>

۱-۵-۵ ارزیابی مجدد پارامترهای طراحی ژئوتکنیکی با استفاده از یافته‌های بهنگام شده و تحلیل نتایج درباره کلیه سازه‌های مسئله‌دار گستره طرح

۲-۵-۵ برنامه‌ریزی و اجرای عملیات اکتشاف تکمیلی، نمونه‌برداری و آزمایشهای تکمیلی مورد نیاز به منظور شناخت علتها

۳-۵-۵ تلفیق داده‌های جدید با داده‌های زمان طراحی مجموعه طرح

۴-۵-۵ نارسایی احتمالی ناشی از اجرای کارهای ژئوتکنیکی

۵-۵-۵ نارساییهای ناشی از برهم کنش عوامل سوء رفتاری

۶-۵-۵ نتیجه‌گیری در مورد انتخاب پارامترهای طراحی ژئوتکنیکی - مقاومت مصالح و سازه‌ای برای محاسبات مجدد و شناخت منشاء خسارتها

۷-۵-۵ بررسی و ارائه روشهای ترمیم و بهسازی

۸-۵-۵ نظارت بر اجرای عملیات ترمیم و بهسازی

## ۶- تهیه و تدوین گزارشهای مختلف دوران بهره‌برداری و نگهداری

- ۱-۶ گزارش سالانه عملکرد سازه‌های مهم از دیدگاه ژئوتکنیکی
- ۱-۱-۶ کنترل درستی کارکرد ابزار دقیق کار گذاشته شده طرح و تعیین کاستیهای اندازه‌گیری سیستم ابزار دقیق و نحوه تکمیل، جایگزینی و یا بهسازی آنها با ثبت تاریخ اجرا
- ۲-۱-۶ ثبت نابهنجاریهای ژئوتکنیکی و نحوه بهسازیهای انجام شده در پی‌ها، تکیه‌گاهها و کناره دریاچه سدها، بدنه سازه‌های خاکی، مسیر کانالها، زهکشها، خطوط انتقال و ... با ذکر چندی و چونی آنها
- ۳-۱-۶ کنترل تغییرات ترکها و بهسازی آنها با ثبت ویژگیها و تاریخ انجام دادن آنها
- ۴-۱-۶ ثبت همه ویژگیهای نابهنجاری زهکشها، چاههای فشارشکن و نشت آب از پی‌ها و بدنه سازه‌ها و تاریخ بهسازی آنها
- ۵-۱-۶ ثبت ویژگیهای تزریق درزهای ساختمانی و ترمیم پرده تزریق، بهسازی درزها و زونهای خردشده در گستره طرح
- ۶-۱-۶ کنترل اجزای سیستم نگهداری تونلها و دیواره‌ها همانند: بتن‌پاشی، میل مهار، آنکراژ، تورسیم و ... و تثبیت و بهسازی کارکرد آنها در صورت نیاز
- ۷-۱-۶ کنترل بتن، مصالح خاکی به کار رفته در سازه‌ها و بهسازی آنها
- ۸-۱-۶ ثبت تاریخ رویداد سیلابها، زمینلرزه‌ها با مشخصات آنها و ریزشها و لغزش
- ۹-۱-۶ ثبت دیگر پدیده‌های رویداده در سازه‌ها و گستره مؤثر آنها در طول سال
- ۱۰-۱-۶ ثبت هرگونه تغییر احتمالی در برنامه بهره‌برداری نسبت به منحنی فرمان<sup>۱</sup>

## ۲-۶ گزارش بازرسیهای فنی ادواری

- ۱-۲-۶ نتایج بازرسیهای اجزای مختلف سدها و سازه‌های وابسته از دیدگاه ژئوتکنیکی شامل :
- ۱-۱-۲-۶ بازرسیهای ژئوتکنیکی پی سازه‌ها و دامنه سازه‌های خاکی، سنگریزه‌ای و سنگچین حفاظتی
- ۲-۱-۲-۶ بازرسیهای تونلها، گالریها، شافتها و مغارهای زیرزمینی
- ۳-۱-۲-۶ بازرسیهای پلها، خط لوله، کانال و ابنیه فنی
- ۴-۱-۲-۶ بازرسی شرایط ساختمانی و ترک‌خوردگیهای احتمالی سازه‌ها
- ۵-۱-۲-۶ بازرسی شرایط سطحی زمین محل سدها و سازه‌ها با نگرش ویژه به اثر آب بر آنها، دگرسانی سنگها و فرسایش درونی و تخریبهای احتمالی
- ۶-۱-۲-۶ بازرسی شیبهای مخزن سد و تکیه‌گاهها و دامنه‌ها و سایر شیبهها



- ۷-۱-۲-۶ بازرسی مصالح و زوالپذیری آنها
- ۸-۱-۲-۶ بازرسی آثار فرسایش هیدرولیکی
- ۲-۲-۶ نتایج بازرسی ابزارهای اندازه‌گیری تغییرات هیدرولوژیکی، هیدروژئولوژیکی چاههای فشارشکن و زهکشها
- ۳-۲-۶ نتایج بازرسی سیستم ابزار دقیق و بررسی عملکرد صحیح و مورد انتظار
- ۴-۲-۶ نتیجه‌گیری از مجموعه بازرسیها و بررسیهای ژئوتکنیکی کلیه سازه‌های گستره طرح (سدها، سرریزها، آبگیرها، تونلها، نیروگاههای برقابی سطحی و زیرزمینی، سدهای انحرافی و کانالها، شبکه آبیاری، خطوط انتقال و ...)

### ۳-۶ گزارش ایمنی و پایداری

- ۱-۳-۶ بخش اول: نتایج تحلیلهای مربوط به ابزار دقیق
- ۱-۱-۳-۶ یافته‌های حاصل از ابزار دقیق نصب شده در پی و تکیه‌گاهها (برحسب نوع سد)
- ۲-۱-۳-۶ یافته‌های حاصل از ابزار دقیق نصب شده در بدنه سد (برحسب نوع سد)
- ۳-۱-۳-۶ پیزومترها و نوسان تراز آب زیرزمینی به ویژه در بالادست و پایین دست پرده تزریق
- ۴-۱-۳-۶ پیزومترهای مختلف بدنه سدهای خاکی به ویژه در هسته مرکزی و پی آنها
- ۵-۱-۳-۶ اندازه‌گیریهای میکروژئودزی بدنه و تکیه‌گاهها و غیره
- ۶-۱-۳-۶ اندازه‌گیری میزان تراوشها و تغییرات کیفی آنها و اثر آنها بر پایداری و ایمنی
- ۷-۱-۳-۶ تغییر مکانها و تغییر تنشها و مقایسه نتایج با مقادیر مجاز

### ۲-۳-۶ بخش دوم: ایمنی و پایداری

- ۱-۲-۳-۶ نتایج تحلیل مجموعه ابزار دقیق و سنجش رفتار بدنه سد، تکیه‌گاهها و پی در ترازهای مختلف آب مخزن و مقایسه این رفتار با رفتار مورد انتظار
- ۲-۲-۳-۶ ارزیابی ایمنی و پایداری دامنه‌ها و شیبهای مخزن سد و پایاب آن
- ۳-۲-۳-۶ ارزیابی ایمنی و پایداری سازه‌های وابسته به سد همانند: سرریز، آبگیرها، تونل، شافت و نیروگاه برقابی روزمینی و یا زیرزمینی، گالریهای بازدید و رفتارسنجی
- ۴-۲-۳-۶ ارزیابی ایمنی و پایداری دیواره آبنند، پرده تزریق آبنندی، پرده زهکشی سدهای قوسی پوسته‌ای، زهکشهای گالریهای زهکش، چاههای فشارشکن و سایر اجزای اجرا شده برای افزایش ایمنی و پایداری مجموعه

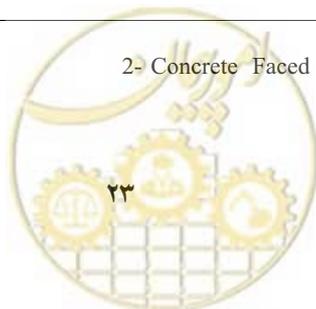


- ۵-۲-۳-۶ ارزیابی ایمنی و پایداری هریک از سازه‌ها و همچنین مجموعه آنها در روند تغییرات زمانی و مقایسه سالهای بعدی بهره‌برداری نسبت به سالهای اولیه به ویژه دوره‌های ۵ ساله، ۱۰ ساله و ۲۵ ساله
- ۶-۲-۳-۶ ارزیابی عملکرد سیستم هوادهی، فرسایش، سایش و احیاناً کاویتاسیون در سرریزها و سایر سازه‌های هیدرولیکی، ترک‌خوردگیهای سازه‌ای و حرارتی و غیره
- ۷-۲-۳-۶ ارزیابی ایمنی و پایداری سازه‌های هیدرولیکی باتوجه به تغییرات مهم عوامل محیطی نظیر: شرایط سخت هیدرولوژیکی و زمینلرزه
- ۸-۲-۳-۶ ارزیابی ایمنی و پایداری برجهای آبگیر و یا شافت‌های سرریز و تونل مربوط پس از رویداد زمینلرزه و سیلاب
- ۹-۲-۳-۶ ارزیابی ایمنی و پایداری پی سازه‌های مختلف تأسیسات و پلهای بزرگ برحسب عوامل محیطی، سیلاب و ...
- ۱۰-۲-۳-۶ ارزیابی ایمنی و پایداری پی و تکیه‌گاههای انواع سدها برحسب شرایط زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی سخت و پیچیده به ویژه وجود احتمال خزش، رانش، آبشویی، فرسایش درونی میانلایه‌های سست و غیره و بالاخره منظور نمودن اثر فرسودگی و کهولت مصالح پی
- ۱۱-۲-۳-۶ ارزیابی ایمنی و پایداری بدنه انواع سد با در نظر گرفتن فرسودگی مصالح و کاهش ضرایب ایمنی
- ۱۲-۲-۳-۶ نتیجه‌گیری در مورد ایمنی و پایداری مجموعه سازه‌های طرح و همچنین دامنه‌ها و شیبهای داخل مخزن و پایین‌دست، راههای دسترسی و پلهای و حوضچه‌های آرامش و حوضچه استهلاک انرژی<sup>۱</sup>
- ۱۳-۲-۳-۶ جمع‌بندی و اعلام نارساییهای احتمالی اجزای طرح
- ۳-۳-۶ بخش سوم: نارساییها
- ۱-۳-۳-۶ ترک‌خوردگی بدنه و اجزای بتنی سد به ویژه بر اثر عملکرد حرارتی و تغییر شکلهای زیاد ناخواسته در پیوند با مسایل ژئوتکنیکی و مصالح
- ۲-۳-۳-۶ ترک‌خوردگی بدنه و اجزای بتنی سد و تأسیسات بر اثر بارگذاریهای هیدرولیکی و تخلیه سریع مخزن و یا زهکشی شدید تکیه‌گاه
- ۳-۳-۳-۶ ترک‌خوردگی رویه بتنی سدهای سنگریزه‌ای (CFRD)<sup>۲</sup>
- ۴-۳-۳-۶ ترک‌خوردگی طولی و نشستها و تغییر مکانهای زیاد سدهای خاکی با نگرش ویژه به شرایط ژئوتکنیکی پی
- ۵-۳-۳-۶ ترک‌خوردگی گالریها، تونلها، شافتها، مغار نیروگاههای زیرزمینی، برجهای تعادل<sup>۳</sup>، تونلها و شافتهای تحت فشار

1- Plunge Pool

2- Concrete Faced Rockfill Dam

3- Surge Shafts (Surge Tanks)



- ۶-۳-۳-۶ رسوبگذاری غیرعادی پشت بدنه سدها
- ۷-۳-۳-۶ فرسودگی پرده تزریق و کاهش کارایی آن در طول زمان
- ۸-۳-۳-۶ فرسودگی صافیها، زهکشها و جاههای فشارشکن
- ۹-۳-۳-۶ نارسایی مشاهده شده در پی سازه‌های هیدرولیکی و تأثیرات زیر فشار، آماس و ترک خوردگی ناشی از یخزدگی آب زیر بستر آنها
- ۱۰-۳-۳-۶ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری مطالعات نارساییهای ژئوتکنیکی مشاهده شده در هریک از اجزای سد و تأسیسات، سیستم انتقال آب، تلمبه‌خانه‌ها و سایر ابنیه فنی مجموعه طرحهای کنترل، مهار و بهره‌برداری از آب در مصارف گوناگون
- در این گزارش باید نارساییها و درجه تأثیر آنها بر ایمنی و پایداری (ضریب اطمینان) مورد بررسی و اظهار نظر قرار گیرد.

#### ۴-۶ گزارشهای ویژه

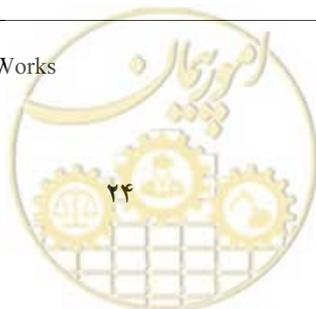
- ۱-۴-۶ گزارش طرح عملیات ترمیمی، بازسازی، اصلاح و بهسازی و علاج بخشی<sup>۱</sup> به شرح زیر:
- ۱-۱-۴-۶ مروری بر پارامترهای طراحی اجزای آسیب دیده طرح
- ۲-۱-۴-۶ انتخاب پارامترهای طراحی جدید بر پایه تلفیق نتایج گذشته و نتایج پژوهشهای تکمیلی
- ۳-۱-۴-۶ انجام دادن تحلیلهای برگشتی<sup>۲</sup> برای شناخت علل آسیب
- ۴-۱-۴-۶ انتخاب مدلهای ریاضی مناسب برای بررسی دقیقتر رفتار سازه‌های آسیب دیده
- ۵-۱-۴-۶ طرح روشهای مختلف ترمیم و بازسازی سازه آسیب دیده
- ۶-۱-۴-۶ مقایسه گزینه‌های گوناگون ترمیم از نظر فنی و اقتصادی و انتخاب گزینه برتر
- ۷-۱-۴-۶ بررسی و تحلیل اثر طرح ترمیمی انتخاب شده بر روی دیگر بخشهای سازه آسیب دیده
- ۸-۱-۴-۶ بررسی نتایج عددی اصلاح خواص مکانیکی مصالح پی و بدنه سازه آسیب دیده و محاسبه ضریب اطمینان جدید آن (پس از اجرای عملیات ترمیمی و بازسازی)
- ۹-۱-۴-۶ ارائه دستورالعملهای اجرایی و زمانبندی، مشخصات فنی و تهیه اسناد مناقصه (در صورت نیاز و بر حسب مورد)

#### ۲-۴-۶ گزارش عملیات اجرایی ترمیم، بازسازی و بهسازی

- ۱-۲-۴-۶ چندی و چونی اقلام مختلف عملیات اجرا شده برای ترمیم، بازسازی و بهسازی

1- Upgrading, Rehabilitation & Remedial Works

2- Back analysis



ارائه نتایج کنترل کیفیت مصالح	۲-۲-۴-۶
ارائه نتایج آزمایشهای کنترل کار اجرا شده و نمونه‌گیری از آنها و انجام دادن آزمایش	۳-۲-۴-۶
ارائه نتایج ابزار دقیق نصب شده برای کنترل اثر عملیات ترمیم، بازسازی و بهسازی	۴-۲-۴-۶
تحلیل نتایج ابزار دقیق ویژه عملیات ترمیم، بازسازی و بهسازی	۵-۲-۴-۶
ارائه نقشه‌های اجرا شده طرح ترمیمی، بازسازی و بهسازی	۶-۲-۴-۶
ارائه شرایط محیطی زمان اجرای کار (دما، رطوبت، بارندگی و ...)	۷-۲-۴-۶
جمع‌بندی و نتیجه‌گیری در مورد کارهای اجرا شده و تطبیق نتایج با مشخصات فنی و کنترل کفایت آنها	۸-۲-۴-۶



Islamic Republic of Iran  
Plan and Budget Organization

# **List of Services in Geotechnical Inspection "Operation and Maintenance Phase"**

No: 202

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

1379/2000



## این نشریه

با عنوان: «فهرست خدمات مهندسی ژئوتکنیک در مرحله بهره‌برداری و نگهداری» توسط کمیته «ژئوتکنیک» طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور تهیه شده است.

بررسیهای ژئوتکنیکی در مرحله بهره‌برداری و نگهداری با هدف شناخت و بررسی صحت عملکرد سازه و پی و اندرکنش آنها به ویژه در شرایط پیچیده محیطی انجام می‌شود.

با کنترل کارایی و دقت سیستم ابزار دقیق و رفتارنگاری، نتایج آنها گردآوری، تحلیل و با مشاهدات عینی تلفیق می‌شود. بازرسی و بررسی اجزای سازه‌های بدنه و پی‌سده و دیگر سازه‌های اصلی و مهم همزمان با تحلیل نتایج واقعی حرکات، تغییر مکانها، تنشها و تغییر و تحولات درونی سازه و زمین با توجه به تأثیرات آب و شرایط هیدرولیکی در سازه‌های مهم آبی به انجام می‌رسد. مجموعه این فعالیتها منجر به تهیه گزارش ایمنی و پایداری سد و سازه‌های وابسته می‌گردد.

مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات

ISBN 964-425-204-7



9 789644 252044



omoorepeyman.ir