

# فهرست خدمات مطالعات ژئوتکنیک

(مرحله بهره‌برداری و نگهداری)

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

دفتر رئیس

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 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 آیین نامه در یک صفحه صادر می‌گردد.</p> <p>تاریخ مندرج در ماده ۸ آیین نامه در مورد این دستورالعمل ۱۳۷۹/۶/۱ می باشد.</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 مهندسان مشاور 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<br/>معاون رئیس جمهور و رئیس<br/>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    | ۲-۱- 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    | ۳-۱- 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 ترک‌خوردگیها 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 به‌نگام شوند، و به‌طور پیوسته مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

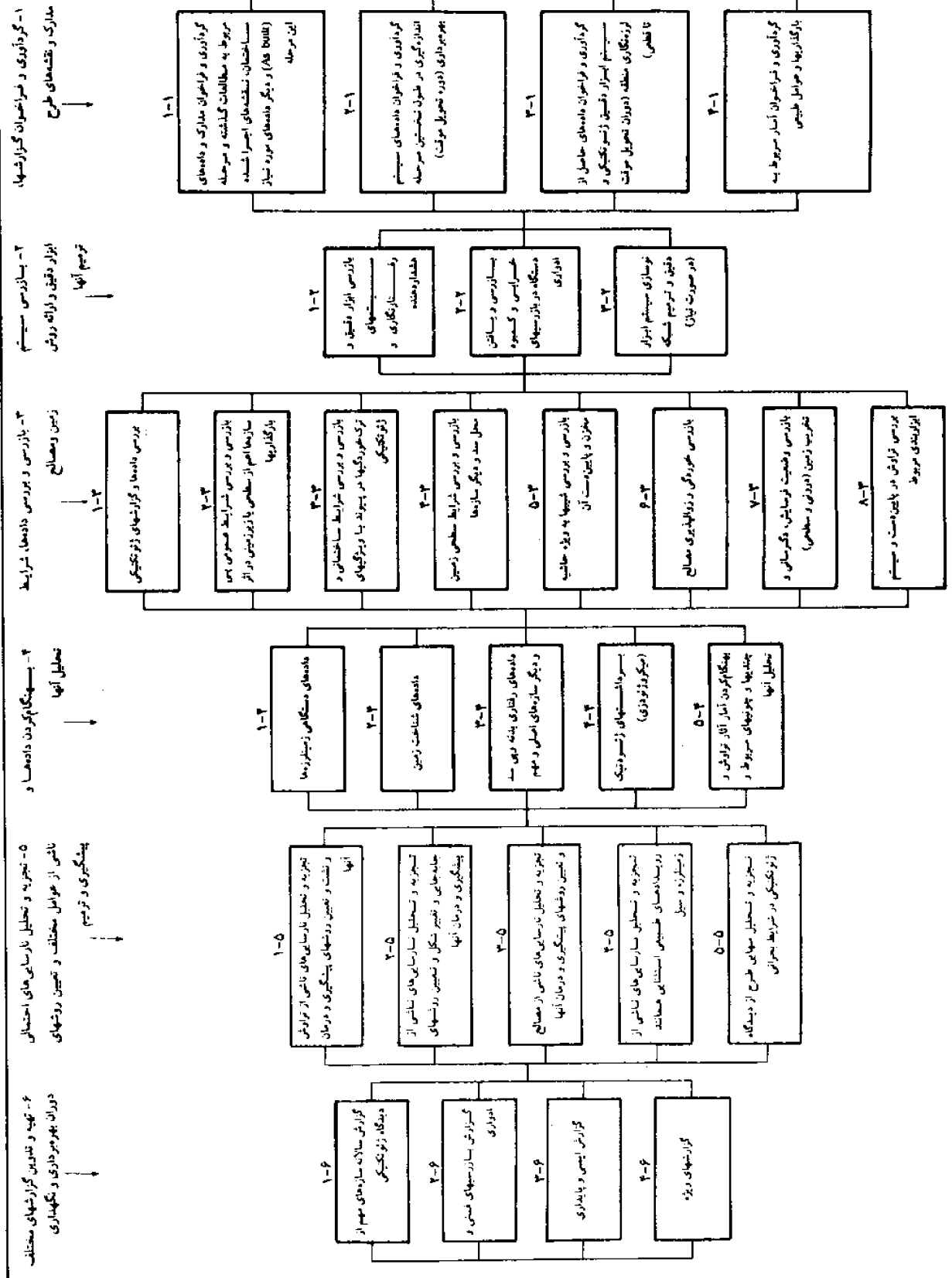
\* به عنوان مثال: ساختمان سد عبارت از مانعی است که در مسیر دره و رودخانه‌ای ایجاد شده و بخشی از آن بر روی زمین (ساختمان بدنه سد) و بخش مهم آن در زیر زمین قرار می‌گیرد که ضمن انتقال و توزیع فشارهای ناشی از پی‌ها و تکیه‌گاهها و فشار حاصل از آب، بار قابل ملاحظه‌ای را بر پوسته زمین در محل مخزن وارد می‌نماید. 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 علاج‌بخشی 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 به طور 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 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 گودبرداریها 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

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 ۷-۳-۱

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

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

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

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

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

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

|  |       |
|--|-------|
| 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 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      |
| اندازه‌گیری 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

|  |       |
|--|-------|
| بازرسی و بررسی شرایط سطحی زمین محل سد و دیگر سازه‌ها   | 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   | ۱-۴-۳ |
| نمونه‌برداری از آبهای نشستی 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 | ۲-۴-۳ |
| بازرسی محلهای نشت آب به تونلها و سازه‌های زیرزمینی و ارائه دستورکار برای نمونه‌گیری از خاک یا سنگ منطقه آبدار و مشکوک  | ۳-۴-۳ |
| 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   | ۴-۴-۳ |
| بازرسی دیوارهای نگهبان و کنترل کارکرد درست زهکشهای آنها و ارائه دستورکار برای بازسازی زهکشهای کور شده (در صورت نیاز)   | ۵-۴-۳ |
| بازرسی زهکشهای پایاب سد، کانال و خروجی از سرریز یا سازه‌های ویژه و ...   | ۶-۴-۳ |
| بازرسی زمین اطراف خطوط انتقال آب، کانالها، ابنیه فنی، سد انحرافی، تأسیسات آبرگیری، تلمبه‌خانه‌ها و غیره با توجه به ردیف ۱-۴-۳  | ۷-۴-۳ |
| بازرسی و بررسی شبیها به ویژه حاشیه مخزن و پایین دست آن   | ۵-۳   |
| بازرسی دامنه‌های مخزن از نظر پدیده‌های لغزش، ریزش، روانه‌گل <sup>۱</sup> و ...   | ۱-۵-۳ |
| بازرسی دامنه‌های طبیعی دره‌های پایین دست محل سد با نگرشی ویژه به اثر افزایش رطوبت در خاک و بالآمدن تراز آب زیرزمینی در آنها  | ۲-۵-۳ |
| بررسی پایداری دامنه‌ها و شبیهای مخزن و مشخص نمودن حجم توده‌های ناپایدار و مستعد حرکت به داخل مخزن  | ۳-۵-۳ |
| بررسی پایداری شیب و دامنه دره‌های پایین دست  | ۴-۵-۳ |
| 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)   | ۵-۵-۳ |
| نتیجه‌گیری و ارائه دستورکار برای تثبیت و پایدارسازی دامنه‌ها و یا اعمال تمهیدات مهندسی منتهی به افزایش ضریب اطمینان  | ۶-۵-۳ |

|   |       |
|---|-------|
| بازرسی آثار عوامل خوردگی و زوالپذیری <sup>۱</sup> مصالح   | ۳-۶   |
| بازرسی سازه‌های بتنی و تهیه گزارش مصور در مورد پوسته پوسته شدن احتمالی، یخبندان، تروخشک شدن و ...   | ۳-۶-۱ |
| بازرسی سازه‌های هیدرولیکی بتنی و تهیه گزارش مصور در مورد خوردگی و فرسایش هیدرولیکی بتن و پدیده حفره‌زایی <sup>۲</sup>   | ۳-۶-۲ |
| 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 | ۳-۶-۴ |
| بازرسی عوامل خوردگی بتن و یا مصالح بنایی در کانالها و سازه‌های وابسته به آنها   | ۳-۶-۵ |
| 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 ...                             | ۳-۶-۶ |
| بازرسی وضعیت فرسایش، دگرسانی و تخریب زمین (درونی و سطحی)  | ۳-۷   |
| بازرسی وضعیت دگرسانی <sup>۴</sup> توده سنگهای نزدیک پی سازه‌های مهم آبی به ویژه سدهای پشت‌بنددار، وزنی و سنگریزه‌ای با رویه بتنی  | ۳-۷-۱ |
| بازرسی وضعیت تخریب و دگرسانی زمین مسیر تونلها به ویژه سازه‌های ورودی و خروجی با توجه به سه عامل اکسیژن، دما و آب  | ۳-۷-۲ |
| 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         | ۳-۷-۴ |
| بازرسی عوامل فرسایش محل پلهای بزرگ و پی سازه‌های آبی  | ۳-۷-۵ |
| بازرسی تأثیرات سطحی مسیر جریانهای آب زیرزمینی در مناطق کارستی کم ژرفا با نگرش ویژه به پدیده‌های فرونشست و فرسایش درونی  | ۳-۷-۶ |
| بازرسی سازه‌های آبی با نگرش به پدیده‌های ناپایدارکننده ناشی از آب و حرکات آن  | ۳-۷-۷ |
| بازرسی حفره‌های <sup>۶</sup> ایجاد شده بر اثر حرکت آب در مسیر گسله‌های واقع در مخزن و یا در امتداد خطوط انتقال آب   | ۳-۷-۸ |

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 محلل‌های تراوش و ارزیابی مسیرهای ترجیحی جریان نشی آب   | ۱-۸-۳  |
| بررسی سیستم و ابزار اندازه‌گیری مقدار تراوش و ارزیابی تغییرات آن برحسب 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 برحسب زمان و بررسی همبستگی این مقادیر با دو عامل تغییرات تراز آب دریاچه و بارشهای محل   | ۴-۸-۳  |
| بررسی چشمه‌ها و محلل‌های 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 برحسب 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 دستگاہی زمینلرزه‌ها
- ۱-۱-۴ بهنگام کردن داده‌های دستگاہی 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 پیزومترهای 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 برگره‌های اندازه‌گیری درج گردد.

2- Total Station

|  |            |
|--|------------|
| ترسیم و تحلیل نمودارهای تغییرشکل و یا جابه‌جایی نقاط گوناگون برپایه 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 زلناهای 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     |

1- Tilting

۱۱-۴-۵ تعیین روشهای ترمیمی و بهسازی و پایشگری 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: بتن پاشی، 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 ترک خوردگیهای 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 شیبها

- 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، ترک‌خورده‌گیهای 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)

|   |          |
|---|----------|
| رسوبگذاری غیرعادی پشت بدنه سدها   | ۶-۳-۳-۶  |
| فرسودگی پرده تزریق و کاهش کارایی آن در طول زمان   | ۷-۳-۳-۶  |
| فرسودگی صافیها، زهکشها و چاههای فشارشکن   | ۸-۳-۳-۶  |
| نارسایی مشاهده شده در پی سازه‌های هیدرولیکی و تأثیرات زیر فشار، آماس و ترک خوردگی ناشی از یخزدگی آب زیر بستر آنها   | ۹-۳-۳-۶  |
| 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 | ۱۰-۳-۳-۶ |
| 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

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

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 پی‌سد 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