

راهنمای بازرسی در سدهای بزرگ

جمهوری اسلامی ایران
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور - وزارت نیرو

راهنمای بازرسی در سدهای بزرگ

نشریه شماره ۲۱۶

معاونت امور فنی
دفتر امور فنی و تدوین معیارها

۱۳۸۰

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۰/۰۰/۳

فهرستبرگه

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین معیارها
راهنمای بازرسی در سدهای بزرگ/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی و تدوین معیارها؛ وزارت
نیرو، [طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور].- تهران: سازمان مدیریت و برنامه ریزی
کشور، مرکز مدارک علمی و انتشارات، ۱۳۸۰.

۴۲ ص:نمودار.- (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. دفتر امور فنی و تدوین

معیارها؛ نشریه شماره ۲۱۶)(انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور؛ ۸۰/۰۰/۳)

ISBN 964-425-250-0

مربوط به دستورالعمل شماره ۱۰۵/۸۰۵-۵۴/۵۹۰۱ مورخ ۱۳۷۹/۱۱/۱۱

واژه نامه: انگلیسی - فارسی

کتابنامه: ص. ۴۲

۱. سد و سدسازی - بازرسی. الف. ایران. وزارت نیرو. طرح تهیه استانداردهای

مهندسی آب کشور. ب. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و

انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

ش. ۲۱۶ / س ۳۶۸ / TA

ISBN 964-425-250-0

شابک ۹۶۴-۴۲۵-۲۵۰-۰

راهنمای بازرسی در سدهای بزرگ

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

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور. مرکز مدارک علمی و انتشارات

چاپ اول: ۱۰۰۰ نسخه، ۱۳۸۰

قیمت: ۴۰۰۰ ریال

لیتوگرافی: قاسملو

چاپ و صحافی: موسسه زحل چاپ

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
دفتر رئیس

بسمه تعالی

شماره: ۱۰۵/۸۰۵۰-۵۴/۵۹۰۱	به دستگاه های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ: ۱۳۷۹/۱۱/۱۱	
موضوع: راهنمای بازرسی در سدهای بزرگ	
<p>به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح های عمرانی موضوع ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت/۱۴۸۹۸ هـ، مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیات وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۲۱۶ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، با عنوان راهنمای بازرسی در سدهای بزرگ، از نوع گروه سوم، ابلاغ می گردد.</p> <p>دستگاه های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش ها، دستورالعمل ها و راهنماهای بهتر در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.</p> <p>عوامل یادشده باید نسخه ای از دستورالعمل ها، روش ها یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی و تدوین معیارهای این سازمان، ارسال دارند.</p>	
<p>محمد رضا عارف معاون رئیس جمهور و رئیس سازمان</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 مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دفتر امور فنی و تدوین معیارها) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصصها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- پرهیز از دوباره‌کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات تهیه‌کننده استاندارد

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

معاون امور فنی

زمستان ۱۳۷۹

ترکیب اعضای کمیته

این استاندارد با همکاری مهندسين مشاور زیستاب و اعضای کمیته سدسازی به اسامی زیر تهیه و تدوین شده است.

فوق لیسانس مکانیک	شرکت مهندسين مشاور مهاب قدس	آقای مسعود حدیدی مود
فوق لیسانس هیدرولیک	کارشناس آزاد	آقای عبدالواحد رزاقی
لیسانس سازه	طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور	خانم نوشین رواندوست
فوق لیسانس هیدرولیک	شرکت مهندسين مشاور توان آب	آقای محمدطاهر طاهری بهبهانی
فوق لیسانس هیدرولیک و راه و ساختمان	کارشناس آزاد	آقای حمید غنی زاده
دکترای هیدرولیک	شرکت پیمانکاری پیماب	آقای چنگیز فولادی نشتا
دکترای هیدرولیک	کارشناس آزاد	آقای عبدالرحیم کیا
دکترای راه و ساختمان	کارشناس آزاد	آقای حسین میرزاد
فوق لیسانس معدن و زمین شناسی مهندسی	شرکت مهندسين مشاور مشانیر	آقای علی یوسفی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	۱- کلیات
۱	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- هدف
۲	۳-۱- دامنه کار
۲	۲- شرایط عمومی بازرسی
۳	۱-۲- انواع بازرسی
۳	۱-۱-۲- بازرسیهای معمولی، مستمر، (سطح ۱)
۴	الف - تواتر بازرسیهای معمولی
۴	ب - شرایط و سوابق کاری بازرسان
۴	۲-۱-۲- بازرسیهای نیمه تخصصی (سطح ۲)
۴	الف - تواتر بازرسیهای نیمه تخصصی (سطح ۲)
۵	ب - شرایط و سوابق کاری بازرسان
۵	۳-۱-۲- بازرسیهای تخصصی، ویژه (سطح ۳)
۵	الف - تواتر بازرسیهای تخصصی
۶	ب - شرایط و سوابق کاری بازرسان
۶	۲-۲- ابزار لازم برای بازرسیهای عینی
۶	۳-۲- رعایت مسائل ایمنی
۷	۴-۲- ثبت نتایج و ارائه گزارش
۷	۳- ملاحظات فنی در بازرسیهای عادی
۸	۱-۳- سدهای خاکی
۸	الف - رویه بالادست
۹	ب - رویه پایین دست
۱۰	ج - تاج سد
۱۱	د - محل‌های نشست آب
۱۱	۲-۳- سدهای بتنی
۱۴	۳-۳- پی و تکیه گاهها
۱۴	۴-۳- مخزن

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۵	۵-۳ لغزشها
۱۵	۶-۳ سازه‌های وابسته
۱۵	۷-۳ بازرسی ابزار دقیق
۱۶	۸-۳ تجهیزات مکانیکی و الکتریکی
۱۶	۹-۳ جاده‌های دسترسی
۱۶	-۴ ملاحظات فنی در بازرسیهای اضطراری
۱۷	۱-۴ سیلابها
۱۸	۲-۴ خرابکاریها، جنگ
۱۸	۳-۴ زلزله
۲۰	-۵ پیوستها
۲۱	۱-۵ فرمهای بازرسی
۲۷	۲-۵ راهنمای بازرسی عناصر مختلف سدها و سازه‌های وابسته
۲۸	۳-۵ موارد مخاطره‌آمیز و نیازمند به بازرسی ویژه در سدها
۳۰	۴-۵ فهرست کنترل موارد بازرسی
۴۰	-۶ واژگان
۴۲	-۷ مراجع

۱- کلیات

۱-۱ مقدمه

سدهای مخزنی را می‌توان بدون تردید از مهمترین تأسیسات زیربنایی کشور به شمار آورد که از طریق ذخیره‌سازی و تنظیم آب برای مصارف کشاورزی، شرب، صنعت و تولید برق، نقش مهمی در شکوفایی اقتصادی کشور ایفا می‌نمایند. با توجه به حجم قابل ملاحظه آبی که در مخازن پشت سدها ذخیره می‌شود، سدهای بزرگ بالقوه می‌توانند بسیار خطرآفرین باشند. این امر با توجه به کهولت سدهای موجود از یک طرف و افزایش روزافزون جمعیت در مناطق پایین‌دست و نیز کمیابی ساختگاههای مناسب برای سدهای جدید روز بروز از اهمیت و حساسیت بیشتری برخوردار می‌شود. همه این عوامل باعث می‌شود که پیوسته مقررات سخت‌تری برای کنترل پایداری و ایمنی سدها وضع گردد و بهره‌برداران و مسئولان سدها به منظور حفاظت عامه مردم از خطرهای احتمالی شکست سدها با نهایت دقت طبق برنامه‌های تنظیم شده، کنترل پایداری و ایمنی سدها را به طور مستمر پیگیری نمایند. این امر به ویژه پس از حوادث غیرمترقبه مانند: سیل و زلزله، خرابکاری و جنگ تشدید می‌شود. بدین جهت از جمله اقداماتی که در هر فعالیت کنترل ایمنی سدها ضروریست انجام دادن عملیات بازرسی است.

به طور کلی شکست سدها پدیده پیچیده‌ای است که معمولاً با برخی نابهنجاریها در رفتار آن (که در بدو امر مشخص هم نیست) آغاز می‌گردد. در صورت عدم بررسی صحیح و سیستماتیک، ممکن است آسیبهای جزئی به خسارات عمده و حتی فاجعه بیانجامد. بدین جهت بازرسیها به همراه رفتارسنجی و تجزیه و تحلیل و تفسیر سریع اطلاعات نقش بسیار مهمی را در زمینه ایمنی سدها ایفا می‌کند. از طریق بازرسیهای مداوم و مستمر از طرف گروههای ذیصلاح می‌توان تغییر وضعیت سد و سازه‌های وابسته را در مراحل ابتدایی شناسایی کرد و تدابیر علاج‌بخشی مناسب را قبل از اینکه خرابیهای جزئی به خسارات عمده و فاجعه بیانجامد اعمال نمود. شایان ذکر است که عدم وجود مسایل و مشکلات در یک سد پس از مدت طولانی بهره‌برداری لزوماً به معنای ایمنی سد نیست، چه بسا بعد از سالها بهره‌برداری عاری از مشکل، مسایل جدی ایجاد گردد.

بنابراین مراقبت و هوشیاری، کنترل و بازرسی دائمی، مطمئن‌ترین شیوه محافظت سدها در برابر خطرهای قابل اجتناب به شمار می‌رود.

با توجه به اینکه دستورالعملهای بازرسی سدهای موجود از طرف طراحان متفاوت تهیه و تنظیم شده و با توجه به پیشرفتهای سریع تکنولوژی، شیوه بازرسی از سدها دستخوش تغییرات اساسی گردیده است. لذا ضرورت تدوین استانداردی برای یکنواخت کردن روشهای بازرسی از سدهای بزرگ محسوس است و نوشته حاضر نخستین گام در این زمینه است.

۲-۱ هدف

هدف از تدوین استاندارد راهنمای بازرسی سدها تهیه کتابچه راهنمایی است؛ شامل: مجموعه بازرسیها از سد و تأسیسات وابسته به نحوی که هم بتواند مورد استفاده سازمانهای بهره‌برداري کننده قرار گرفته و هم به عنوان الگویی در تهیه دستورالعملهای بازرسی سدها مورد استفاده طراحان و دست‌اندرکاران صنعت سدسازی واقع شود.

۳-۱ دامنه کار

دامنه کار این استاندارد در برگیرنده فعالیتهای بازرسی برای انواع سدهای بزرگ (طبق تعریف کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ^۱) در دوره‌های مختلف بهره‌برداري (آب‌اندازی و بهره‌برداري)، در شرایط عادی و اضطراری بوده و شامل سد و سازه‌های وابسته به آن است. هرچند راهنمای حاضر عمدتاً برای سدهای بزرگ تدوین شده است، ولی بسته به مورد می‌تواند در مورد سدهای کوچک نیز قابل استفاده باشد.

۲- شرایط عمومی بازرسی

هر سد باید دارای یک برنامه مدون بازرسی باشد، که در آن مواردی که باید مورد بازرسی قرار گیرد به دقت مشخص شده و تواتر بازرسیها، تاریخ آخرین بازرسی، تاریخ تسلیم آخرین گزارش بازرسی، ثبت و توصیف تعمیرات به عمل آمده و تاریخ بازرسی بعدی مشخص شده باشد.

افراد مورد نیاز بازرسی باید با دقت انتخاب شده و واجد خصوصیات و سوابق کاری متناسب با سطوح مسئولیت خود باشند (رجوع شود به بند ۲-۱) این افراد باید قبلاً آموزش لازم را دیده باشند، میزان آموزش افراد با درجه پیچیدگی سد و سطوح بازرسی تغییر می‌کند.

توصیه‌های آتی صرفاً جنبه راهنمایی عمومی داشته و به عنوان الگویی در تهیه برنامه‌های بازرسی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. توصیه‌های به عمل آمده مانع از انجام بازرسی‌ها و همچنین بازرسیهای با تواتر بیشتر (در صورت لزوم و بسته به شرایط سد) نیست. در برخی موارد نیز در صورتی که ضرورت ایجاب کند و بسته به کم خطر بودن شرایط، می‌توان بازرسیها را با تواتر کمتر انجام داد.

۱-۲ انواع بازرسی

بازرسیها به طور کلی به دو بخش بازرسیهای عادی و بازرسیهای اضطراری تقسیم می‌شوند:

بازرسیهای عادی به طور مستمر و ادواری توسط گروههای مشخص شده در بندهای آتی صورت خواهد پذیرفت. در مورد بازرسیهای اضطراری (زلزله - سیل - جنگ - خرابکاری) ابتدا کارکنان محلی به فوریت اقدام نموده و مراتب را سریعاً به گروههای بازرسی ویژه منعکس خواهند کرد. پیوست شماره ۵-۳ فهرست موارد خطرناکی را که حتماً باید از گروههای ویژه تخصصی استمداد طلبید مشخص می‌نماید.

بازرسیها بسته به طبیعت آن به سه سطح تقسیم می‌شوند:

- بازرسیهای معمولی، مستمر، (سطح ۱)

- بازرسیهای نیمه تخصصی، متناوب (سطح ۲)

- بازرسیهای تخصصی، ویژه، (سطح ۳)

ذیلاً مشخصات و خصوصیات هر یک از سطوح بازرسیها و شرایط کارکنان بازرسی و تواتر آنها ذکر می‌شود:

۱-۱-۲ بازرسیهای معمولی، مستمر، (سطح ۱)

هدف از این بازرسیها انجام دادن بررسیهای مستمر و مداوم سد تا حد امکان است. کارشناسان مستقر در محل سد مشاهدات مکرر از سد و سازه‌های وابسته به عمل می‌آورند. آنها باید براساس دستورالعملها و راهنماییهای کافی شرایط غیرمتعارف را شناسایی و گزارش کنند. یک فهرست تفصیلی از مواردی که باید مورد بررسی قرار گیرد، باید تهیه و به آنان داده شود. دستورالعملها و فهرستها باید به طور ویژه برای سد مورد نظر توسط کارشناسان خبره تهیه شود. افرادی که این بازرسیها را انجام می‌دهند باید به طور مناسب آموزش دیده باشند و از مسئولیت سنگینی که به عهده دارند و همچنین اهمیت بازرسی و ارائه گزارش آگاه شده باشند. هر نوع شرایط غیرعادی که بحرانی یا خطرناک به نظر برسد، باید بلافاصله به مسئولان ذی ربط گزارش داده شود. به ویژه باید اهمیت خاصی برای شناسایی علائم و یا تغییرات مربوط به: نشست آب، فرسایش، ایجاد حفره و سوراخ، جوشش آب، تراوش، عدم تعادل شیب، نشست غیرمتعارف، جابجایی، دوران، ترک، خرابی و کار نکردن زهکشها قائل شد.

الف - تواتر بازرسیهای معمولی

تواتر بازرسیهای معمولی باید به وسیله مهندسان باتجربه با توجه به ابعاد و اهمیت سد و با در نظر گرفتن پتانسیل خطرهای جانی و مالی تعیین شود. برنامه بازرسیها باید با توجه به شرایط تغییر کند، افراد موردنظر باید بلافاصله پس از هر اتفاق غیرمترقبه مانند: سیل - زلزله - جنگ - خرابکاری و غیره بازرسی را به عمل آورند.

ب - شرایط و سوابق کاری بازرسان

در اغلب مواقع این گونه بازرسیها می تواند به وسیله افراد ساده فنی سد که دارای تحصیلات رسمی در زمینه مهندسی و زمین شناسی نیستند؛ مانند: (مراقبان سد، بهره برداران و غیره) صورت گیرد، مع ذلک افرادی که برای این کار انتخاب می شوند، باید از آموزش و تجربه کافی برخوردار باشند، به نحوی که بتوانند شرایط غیرعادی را تشخیص دهند. این افراد باید همچنین دارای توانایی کافی برای انجام دادن وظایف خود و احساس مسئولیت از اهمیت وظایف محوله باشند، به آنها باید دستورالعملهای کتبی کافی داده شده و باید هر از چندگاه مورد ارزیابی واقع شوند تا مشخص شود که وظایف خود را به درستی فهمیده اند و قادر به انجام آن هستند. به علاوه برنامه های کنترل عملکرد سازه ای، مشاهده سازه ها، شالوده ها، تکیه گاهها و سازه های وابسته و گزارش شرایط غیرعادی باید به روشنی برای آنها تعریف شده و به افراد مزبور تفهیم شده باشد.

۲-۱-۲ بازرسیهای نیمه تخصصی (سطح ۲)

بازرسیهای نیمه تخصصی شامل بازرسی کامل سد و سازه های وابسته و مرور به مدارک بازرسیهای به عمل آمده در آخرین بازرسی تخصصی قبلی است. در صورت مشاهده شرایط غیرمتعارف که خارج از حد تخصص بازرسان باشد، باید ترتیب بازرسی کارشناسان ویژه داده شود.

الف - تواتر بازرسیهای نیمه تخصصی (سطح ۲)

این بازرسیها ترجیحاً باید به طور سالانه انجام شود، ولی در هیچ شرایطی نباید از ۲ سال یک بار طولانی تر شود.

برای هر سد تواتر بازرسیها باید به وسیله مهندسان مجرب براساس ابعاد سد، اهمیت و پتانسیل خطرهای جانی و مالی مربوط تعیین شود.

ب - شرایط و سوابق کاری بازرسان

این بازرسی باید به وسیله مهندسان فنی ذیصلاح و باتجربه در بهره‌برداری و نگهداری سدها که برای تشخیص شرایط غیرمتعارف تعلیم دیده‌اند، صورت پذیرد. بازرسان باید آشنا به کلیه مدارک بوده و به آنها دسترسی داشته باشند (به‌ویژه در زمینه تاریخچه ساخت، بهره‌برداری و نگهداری سد) و باید مستقیماً مسئول و آشنا با مشخصات بهره‌برداری سد باشند. مراقبان سد و بهره‌برداران باید در این بازرسی مشارکت داشته باشند.

۳-۱-۲ بازرسیهای تخصصی، ویژه (سطح ۳)

این گونه بازرسیهای تخصصی به‌طور ادواری لازم است تا ایمنی و تمامیت سازه‌ای سد و سازه‌های وابسته کنترل گردد.

در این بازرسیها باید بررسی شود که آیا سازه‌ها از معیارهای طراحی متداول متابعت می‌کنند؟ این بازرسی باید شامل مرور به کلیه مدارک از جمله: مدارک ایزاربنندی، بهره‌برداری و نگهداری و تا حدی که لازم است مدارک بررسیهای اولیه، طراحی و ساخت باشد.

در برنامه تفصیلی بازرسیها باید سازه‌های وابسته و تجهیزات مربوط و نتایج بازرسیهای غواصی در سازه‌های زیرآب که در یکپارچگی سد مؤثر است، گنجانیده شود. تمام این بازرسیها باید به وسیله تیمی متشکل از کارشناسان ورزیده صورت پذیرد. برای حصول اطمینان از اینکه سد و سازه‌های وابسته به‌طور کامل مورد بازرسی قرار گرفته است، باید چک لیستی شامل: شرایط سازه‌ای، برقی و مکانیکی تهیه شود. در این بازرسی همچنین باید کنترل شود که دستورالعملهای جاری در دسترس بوده و توسط کارکنان فهمیده شده است، ایزاربنندی کافی است و داده‌ها به درستی ارزیابی می‌گردد تا اطمینان حاصل شود که سازه‌ها مطابق پیش‌بینی‌های به‌عمل آمده در طراحی رفتار می‌نمایند.

الف - تواتر بازرسیهای تخصصی

این گونه بازرسیها به دو بخش عادی و اضطراری تقسیم می‌شود:

- بازرسیهای تخصصی عادی

این بازرسیها حداقل هر ۵ سال یکبار باید صورت گیرد. بسته به شرایط ویژه برای برخی از سدها این دوره می‌تواند کوتاهتر باشد.

- بازرسیهای اضطراری

این بازرسیها باید بلافاصله پس از وقوع حادثه مهمی برای سد مانند: سیل‌های بزرگ، زلزله‌های مهم و یا خرابکاری و حوادث غیرمترقبه دیگر صورت پذیرد (رجوع شود به بند ۴).

با توجه به اهمیت فوق‌العاده اولین آبگیری، در طول مدت اولین آبگیری و پس از آن باید بازرسی کامل از سد و سازه‌های وابسته و مخزن طبق برنامه تنظیمی ویژه‌ای صورت پذیرد. این بازرسی به منظور حصول اطمینان از مطابقت شرایط واقعی با مفروضات طراحی ضروری است. برنامه مزبور معمولاً باید توسط طراح سد ارائه و پس از تصویب کارفرما از طرف گروه ویژه بازرسی صورت پذیرد.

ب - شرایط و سوابق کاری بازرسان

این بازرسیها باید زیر نظر مهندسان حرفه‌ای که در زمینه: مطالعات، طراحی، ساخت و بهره‌برداری سدها دارای تجربیات وسیعی باشند، صورت گیرد. گروه بازرسی باید بر مبنای شرایط ساختگاه سد و با توجه به طبیعت و نوع سد انتخاب گردد. این گروه باید از میان افراد ذی‌صلاح در زمینه‌های: سازه‌ای، مکانیکی، برقی، هیدرولیکی، طراحی سدها، زمین‌شناسی، مصالح و روشهای ساخت انتخاب گردند. آنها باید قادر به تفسیر عملکرد سازه‌ای و ارتباط شرایط یافته شده با مبانی طراحی و جنبه‌های ایمنی باشند. کسب آمادگی کافی گروه بازرسی از طریق مطالعه مدارک و بحث درباره آنها الزامی است.

۲-۲ ابزار لازم برای بازرسیهای عینی

بازرسیهای ذکر شده در بخشهای قبلی عمدتاً متشکل از بازرسیهای عینی است. بازرسیهای عینی بسیار ساده بوده و نیاز به ابزارهای پیچیده و گرانقیمت ندارد. به کمک بازرسیهای عینی، سد و محیط بلافاصله آن قابل بررسی بوده و به طور مستقیم و بی‌واسطه توسط افراد باتجربه شرایط سازه‌ها قابل تشخیص است. حداقل وسائلی که معمولاً برای بازرسیهای عینی لازم است، بسته به مورد عبارتند از:

فهرست اقلام بازرسی، دفترچه و مداد، ضبط صوت، تراز دستی، میله برای تعیین عمق، کلاه ایمنی، متر، چراغ قوه، بیل، چکش، دوربین چشمی، چکمه، طناب، کمربند ایمنی، جعبه کمکهای اولیه و سایر ابزار لازم بسته به مورد.

۳-۲ رعایت مسائل ایمنی

لازم است که گروه بازرسان با استفاده از وسایل ایمنی و رعایت ضوابط مربوطه در دور نگاه داشتن خود از خطرهای احتمالی کوشا باشند، داشتن کلاه ایمنی، چکمه، وسایل مبارزه با حشرات موذی، مار، جعبه کمکهای اولیه و غیره ضروریست. هنگام عبور از سطوح شیبدار و یا از روی سنگچین رعایت موارد ایمنی برای پیشگیری از سقوط یا لغزش باید مورد توجه قرار گیرد. در هنگام کار در شرایط خطرناک و زیر صخره‌ها باید مواظب سنگریزی و لغزش سنگها بود، در سطوح بتنی با شیب تند استفاده از صندلیهای ویژه و طناب ایمنی ممکن است ضروری باشد. در

هنگام بازرسی تونل‌های آب‌بر باید اطمینان حاصل شود که امکان مانور دریچه‌های آب‌بند موجود نباشد و مسیر تونل کاملاً مطمئن و ایمن است. به‌طور کلی رعایت دستورالعمل‌های ایمنی حائز اهمیت فراوان است و باید دقیقاً مورد توجه قرار گیرد.

۴-۲ ثبت نتایج و ارائه گزارش

توصیف دقیق و تفصیلی مشاهدات در هنگام بازرسی می‌تواند در بازرسی‌های بعدی و مقایسه شرایط بسیار مفید و مؤثر باشد. از این‌رو لازم است تمام مشاهدات و اندازه‌گیریها به نحو مناسب ثبت شود.

پیوست شماره ۵-۱ فرم پیشنهادی برای ثبت مشاهدات را به‌دست می‌دهد. بسته به مورد می‌توان از فرم‌های با تفصیل بیشتر نیز استفاده نمود. اطلاعات لازم باید حاوی: موقعیت، میزان و سطوح خرابیها، توصیف جزئیات، میزان بده و رنگ آب زهکشها، عمق خرابیها، طول جابه‌جاییها، میزان و وسعت سطوح مرطوب، تندی شیبه‌ها و لغزشها و تغییر در شرایط سازه‌ها باشد. برای هر بازرسی باید یک فرم گزارش ویژه که دارای تاریخ و ساعت بازرسی است، تکمیل شود. حتی‌الامکان باید عکسهای روشنی که دارای تاریخ هستند از وضعیت عناصر سازه‌ای سد تهیه شود. داده‌های رفتارنگاری و شرایط آب و هوایی باید در زمان بازرسی یادداشت شود. پس از بازرسیها نتایج باید با نتایج بازرسیهای قبلی مقایسه شود. نتایج کلیه بازرسیها باید به صورت گزارش رسمی و مدون تهیه شده و برای مسئولین ذی‌ربط و ضبط در بایگانی ارسال گردد. هر قسمت از گزارش را باید مسئول گروه بازرسی و یا کارشناسان شرکت‌کننده امضاء کنند. شرح مختصری از روشها و اقدامات به‌کار گرفته شده برای بازرسی و پیشنهادهای مربوط باید در گزارش بازرسی درج گردد. گزارش باید با نقشه‌ها، کروکیها و نمودارهای لازم تکمیل شده و از عکس نیز باید به صورت گسترده استفاده گردد. ضمناً سابقه وقایع کلی و جزئی جدید باید ضمیمه گزارش شده و علل و نتایج آنها در گزارش مورد بررسی قرار گیرد، از قسمتهای آسیب دیده و معیوب باید برای مراجعات آتی و مقایسه با شرایط جدید نقشه تهیه شود. گزارش موردنظر باید بلافاصله پس از خاتمه بازرسی سریعاً تهیه و بدون فوت وقت ارائه گردد.

۳- ملاحظات فنی در بازرسیهای عادی

پیوست شماره ۵-۲ فهرست عناصری را که باید از دیدگاههای مختلف مورد بازرسی قرار گیرد، به‌دست می‌دهد. پیوست شماره ۵-۳ فهرست مواردی را که باید گروه تخصصی ویژه الزاماً در سدها بازرسی نمایند، ارائه می‌کند. پیوست شماره ۵-۴ فهرست کنترل مواردی را که باید در قسمتهای مختلف سد با تفصیل مورد بازرسی قرار گیرد ارائه می‌نماید. در این بخش توضیحات کلی راجع به نحوه بازرسیها ارائه گردیده است.

قسمتهای عمده بدنه یک سد خاکی که باید مورد بازرسی قرار گیرد؛ عبارتند از:

- رویه بالادست
- رویه پایین دست
- تاج سد
- مناطق تراوش آب

الف - رویه بالادست

نووعاً مسائل عمده‌ای که در رویه بالادست مطرح است؛ عبارتند از:

- ترکها
- لغزشها
- سوراخها و حفره‌ها
- فرسایش شدید

سه مورد اول، مسائل جدی را در خاکریز به وجود می‌آورند. فرسایش شدید می‌تواند باعث ضعف سازه شود. رویه بالادست باید به‌طور دقیق بازرسی شود. زیرا معمولاً ریپ‌راپ و وجود آب باعث پنهان شدن مسائل می‌گردند. وقتی که مخزن خالی می‌شود رویه بالادست باید به دقت از نظر: نشست، فعالیت جوندگان، وجود حفره‌ها و لغزشها مورد بازرسی قرار گیرد. همچنین کف مخزن باید از نظر ایجاد حفره و یا سوراخهای آبخواره مورد بررسی قرار گیرد. حتی الامکان باید مسیری به‌طور زیگزاگ روی رویه‌ها طی شود تا ترکها و لغزشها به‌طور کامل شناسایی گردند. در بسیاری از موارد مشاهده مسیر خط آب می‌تواند تغییرات مربوط به یکنواختی رویه را روشن کند. بازرسی باید در یک سو ایستاده و در طول خط آب یکنواختی را کنترل نماید و در صورت مشاهده ترک، تاج سد و رویه پایین دست در محاذات آن ترک باید به دقت مورد بازرسی قرار گیرد. ترکها ممکن است نشانگر جابجایی احتمالی پی یا شکست در خاکریز و یا لغزشهای سطحی باشد. ترکها باید با دقت مورد واریسی قرار گیرد، چه بسا ترکهایی که دارای عرض کم، ولی عمیق است. ترکهای عمیق معمولاً ارتباطی به خشک شدن نداشته و بالقوه می‌تواند موجب نگرانی باشد.

جابه‌جاشدن ریپ‌راپها می‌تواند مشخص‌کننده یک ترک در زیر ریپ‌راپ باشد. تشخیص لغزشها نیز ممکن است به اندازه ترکها مشکل باشد.

ظاهر لغزشها ممکن است فریبنده باشد، به عنوان مثال ممکن است ۵/۰ متر نشست یا بادکردگی در طول ۵۰ متر ایجاد شده باشد، ولی این امر معرف مقدار قابل توجه نشست باشد. عکسهای تاریخدار به ویژه در این رابطه بسیار مهم است و می توان از روی آنها چنین حرکاتی را شناسایی کرد.

حفره های آبخواره یا سوراخهایی که بر اثر فرسایش داخلی سدها پیدامی شود، شرایط بسیار خطرناک برای خاکریزها و سدهای خاکی به شمار می رود. مشخص کننده فرسایش داخلی یا رگاب، مشاهده آب گل آلود در نشتاب خروجی می باشد. مصالح خاکی در سطح ممکن است به وسیله موج و یا رواناب شسته شود. در صورتی که این امر ادامه یابد موجب کم شدن ضخامت می شود و سازه را تضعیف می کند.

ب - رویه پایین دست

رویه پایین دست باید به دقت مورد بازرسی قرار گیرد، زیرا در آن علائم ظهور مسائل بیشتر، دیده می شود. برای اینکه بازرسی به طور مناسب امکانپذیر گردد، این منطقه حتی الامکان باید از موانع گیاهی مثل علفهای هرز، بوته ها و درختان عاری نگهداشته شوند^۱.

هنگامی که ترک، نشست، لغزش و یا تراوش آب در رویه پایین دست ملاحظه شود، باید فوراً به مسئولان ذی ربط اطلاع داده شود. برخی از شرایط خطرناک در پایین دست به شرح زیر است:

- ترک

- لغزش

- تراوش آب

ترکها می تواند نشانگر نشست، خشک شدن و انقباض باشد، یا بر اثر شروع لغزش پدید آمده باشد. در هر صورت ترکها باید کنترل شود و تغییرات طول و عرض آن مورد بررسی قرار گیرد.

ترکهای ناشی از خشک شدگی ممکن است به طور فصلی ظاهر و ناپدید شود و غالباً موجب جابجایی نمی شود. در حالی که ترکهای ناشی از نشست و لغزش موجب جابه جایی می گردد. لغزشها ضرورت ارزیابی تفصیلی فوری را مطرح می سازد. علائم هشداردهنده اولیه عبارت از پدیدار شدن یک برآمدگی در خاکریز نزدیک پنجه سد و یا یک جابه جایی قائم در قسمت فوقانی خاکریز است. اگر هر یک از سه شرط فوق ملاحظه گردد یا به وجود آنها شک برده شود، بلافاصله باید گروه مهندسی را مطلع نمود. در صورتی که قسمت پایین دست سد به وسیله بوته یا گیاه پوشیده شده باشد، بررسی دقیقتر و هماهنگتری ضرورت می یابد.

۱- این موضوع شامل سدهایی که رویه پایین دست آنها در طراحی با پوشش گیاهی پیش بینی شده اند، نمی شود.

تاج سد مهمترین راه دسترسی برای بازرسی و اجرای تعمیرات است. نظر به اینکه امکان تجمع آب سطحی در آن موجود است، معمولاً این قسمت، باید هر چند وقت یک بار ترمیم شیب‌بندی شود. مع‌ذک مسائلی موجود روی تاج سد نباید به سادگی و صرفاً با تغییر شیب‌بندی یا پوشش حل و فصل شود. هنگامی که مسائلی مشکوکی در آن به چشم می‌خورد، بلافاصله باید گروه مهندسی را مطلع نمود. برخی از مسائل خطرناک روی تاج سد به شرح زیر است:

- ترکهای طولی
- ترکهای عرضی
- تغییر راستای محور تاج

ترکهای طولی می‌تواند نشانگر ناپایداری محلی، نشست تفاضلی و یا جابه‌جایی بین مقاطع خاکریزی باشد. ترکهای طولی نوعاً به وسیله یک ترک یا یک سیستم نزدیک ترکها به موازات محور طولی سد ظاهر می‌شود. این ترکها که معمولاً عمیق و در طول خود پیوسته هستند، از ترکهای حاصل از خشک‌شدن که دارای ماهیت متناوب، پراکنده، کم‌عمق و کم‌عرض و به تعداد زیاد هستند، تشخیص داده می‌شوند. ترک طولی ممکن است مقدمه یک جابه‌جایی عمودی باشد. جابه‌جایی عمودی در روی تاج سد معمولاً با جابه‌جایی در سطح بالادست یا پایین‌دست همراه است.

ترکهای عرضی بیانگر نشست تفاضلی یا جابه‌جایی بین دو قطعه سد هستند. ترکهای عرضی معمولاً به صورت یک ترک مستقل و یا یک سیستم ترکهای موازی نزدیک به هم هستند که در جهت کم و بیش عمود به محور طولی سد تشکیل می‌شوند. این نوع ترکها معمولاً از ۳۰ سانتیمتر بیشتر عمق دارند. ترکهای عرضی تهدیدی قطعی برای ایمنی و یکپارچگی سد هستند. در صورتی که ترک، توسعه یافته و به پایین تراز سطح آب برسد نشأت آن ممکن است در طول ترک ادامه یابد و موجب فرسایش شدید گردد، که در صورت عدم جلوگیری از آن منجر به خرابی سد خواهد شد.

تغییر راستای محور می‌تواند نشانگر تغییر مکان نسبی قسمتهای مجاور یک سد (معمولاً در جهت عمود به محور سد) باشد. نشست زیاد مصالح سد یا شالوده آن نیز ممکن است موجب تغییر راستای محور گردد. تغییر راستای محور را حتی با نگاه کردن سد در هریک از تکیه‌گاهها می‌توان شناسایی کرد. در سدهای با محور منحنی می‌توان در قسمتهای کوتاه سد و با نگرستن از قسمت بالادست و پایین‌دست سد تغییر راستای محور را تشخیص داد.

۱- منظور از ترکهای عمیق، ترکهایی هستند که عمق آنها بیش از ۳۰ سانتیمتر است.

د - محل‌های نشست آب

هر نشست آبی را باید بالقوه خطرناک تلقی کرد. مناطق مرطوب در پایین دست سد معرف نشست آب هستند. نشست آب را باید هم از نظر سرعت و هم از نظر میزان آب نفوذی کنترل کرد. سرعت زیاد نشست آب ممکن است باعث فرسایش افزاینده و سرانجام منجر به خرابی سد گردد. مناطق اشباع شده در خاکریز یا تکیه گاه‌های سد ممکن است مالمناً منجر به لغزش توده‌ای گردد و از این طریق سبب شکست سد شود. نشست آب می‌تواند در هر جا در پایین دست یک سد به ظهور برسد، وضع خطرناک وقتی است که نشست آب در رویه پایین دست و در پنجه سد ظاهر شود. نشست آب در این محل می‌تواند موجب بروز پدیده رگاب و فرسایش داخلی گردد. علائم نشست آب ممکن است به صورت منطقه‌ای مرطوب و نرم تا چشمه جاری ظاهر شده و ممکن است در ابتدا به صورت منطقه‌ای با رویش گیاهی پرآب و سبز تیره بروز نماید. معمولاً رویش لوئی، نی، خزه و سایر گیاهان باتلاقی در مناطق نشست آب مشاهده می‌شود. تکیه گاه‌های سد در پایین دست و همچنین محل تقاطع یک سازه خروجی با خاکریزی باید همیشه به منظور کنترل علائم نشست آب بازرسی شود. پدیده لغزش در خاکریز یا تکیه گاه ممکن است در نتیجه نشست آب و بر اثر اشباع و فشار منفذی زیاد صورت پذیرد.

نظر به اینکه ممکن است نشست آب وجود داشته باشد، ولی به سادگی قابل رؤیت نباشد، لذا باید سطوح پایین دست سد به دقت مورد بازرسی قرار گیرد تا محل‌های احتمالی نشست آب کشف گردد. در مناطقی که دارای پوشش گیاهی کوتاهی است، احتمال دارد نتوان نشست آب را به راحتی کشف کرد. از این رو باید در این منطقه به دقت قدم زده و آن را مورد بازرسی قرار داد. بهتر آن است که بازرسی نشست آب وقتی صورت پذیرد که مخزن پر از آب است.

۲-۳ سدهای بتنی

عموماً پتانسیل خطرهای جانی و مالی در سدهای بتنی به سبب داشتن حجم و ارتفاع زیاد از سدهای خاکی بیشتر است، بدین جهت لازم است بازرسان سدهای بتنی از نحوه شکست سدهای بتنی اطلاع داشته باشند و بین شرایطی که منجر به تهدید ایمنی سد می‌گردد و شرایطی که صرفاً با انجام دادن تعمیرات قابل اصلاح است، تفاوت قائل شوند. دلایل عمده خرابی سدهای بتنی عبارتند از:

- ترک‌های ساختمانی
- ضعف پی و تکیه گاهها
- خرابی بتن بر اثر واکنش قلیایی مصالح سنگدانه

در صورتی که هریک از علل فوق در بازرسیها تأیید گردد بلافاصله باید مراتب به اطلاع گروه مهندسی رسانده شود.

ترکهای ساختمانی موقعی پدیدار می شود که خستگیها در قسمتی از سد بیش از حد مجاز باشد و معمولاً این اتفاق بر اثر طراحی ناقص، اجرای بد، یا به کاربردن مصالح معیوب روی می دهد. ترکهای ساختمانی معمولاً غیرمنظم است و تحت زاویه ای با محورهای اصلی سد قرار می گیرد و ممکن است تغییرات ناگهانی را در امتداد دارا باشد. این ترکها همچنین می توانند دارای جابه جایی قابل ملاحظه ای در جهت شعاعی، عرضی یا محوری باشند.

سدهای بتنی بار قابل ملاحظه ای را به پی و تکیه گاهها منتقل می کنند، هر چند اگر بتن هم سالم باشد، ممکن است پی و تکیه گاه طبیعی ترک بخورد و بر اثر یک لغزش توده ای حرکت بکند. در این صورت تکیه گاه سد از دست می رود و موجب شکست سد خواهد شد. تشخیص شکست شالوده یا تکیه گاه بسیار دشوار است، زیرا در مراحل اولیه حرکات بسیار کوچک است.

ممکن است خرابی شدیدی بر اثر واکنش شیمیایی بین قلیایی موجود در سیمان و سیلیس موجود در سنگدانه ها به وجود آید. این واکنش شیمیایی موجب به وجود آمدن ژل سیلیکا می شود که موجب انبساط و از دست رفتن تاب بتن می گردد، واکنش قلیایی به وسیله ترکهای قابل مشاهده (معمولاً به طور اتفاقی و به مقیاس وسیع) و به وسیله انبساط عمومی و زیاد داخلی تشخیص داده می شود. علائم دیگر آن خروج شیره ژلانی و به وجود آمدن رسوبات بی شکل در روی سطوح بتن و ظاهر گچی بتن تازه شسته شده است، واکنش قلیایی سنگدانه ها در حضور آب صورت می پذیرد، سطوحی که در معرض آب یا نشت آب هستند به سرعت تخریب می شوند.

در صورت بروز شک می توان با برداشت مغزه های بتنی و انجام دادن آزمایشهای لازم، مراتب را تأیید یا رد کرد. هر چند که خرابی بر اثر واکنش قلیایی سنگدانه ها تدریجی است، ولی با شرایط امروزه قابل اصلاح نیست. در صورت ادامه خرابی باید سازه را به طور کامل جایگزین کرد. به طور کلی بازرسی سدهای بتنی نیز مشابه بازرسی سدهای خاکی است، مع ذلک موارد اضافی زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- ایمنی و قابلیت دسترسی

- سیستم تخلیه

- ترکهای درزهای ساختمانی و انبساط

- ترکهای انقباضی

- خرابی بر اثر خوردگی

- نشت آب جزئی

ایمنی و قابلیت دسترسی بسیار مهم است، زیرا سطوح بتنی تقریباً عمودی هستند و ساختگاه سد معمولاً در دره‌های عمیق قرار گرفته است. دسترسی به رویه پایین دست، منطقه پنجه سد و تکیه‌گاهها ممکن است بسیار دشوار باشد و نیاز به تجهیزات ویژه مانند طناب ایمنی یا صندلیهای مخصوص داشته باشد. از این نظر سدهای بتنی مشکلات ویژه‌ای برای بازرسی سد ایجاد می‌کند، زیرا دسترسی به سطوح پرشیب بسیار دشوار است. بازرسیهای منظم و مستمر با دوربین چشمی قوی می‌تواند به‌طور مقدماتی سطوحی را که در معرض تغییر هستند مشخص نماید. وقتی این تغییرات مشخص شدند می‌توان بازرسیهای تفصیلی را از نزدیک به‌عمل آورد. بازرسی نزدیک سطوح بالادست ممکن است مستلزم صندلی مخصوص یا قایق باشد.

رفتار سنجی به تشخیص مسائل سازه‌ای در سدهای بتنی مانند: ایجاد ترک در بدنه سد، پی و تکیه‌گاهها کمک می‌کند. ترکها ممکن است در ابتدا به آهستگی توسعه یابد، به نحوی که تعیین اینکه آیا عرض آنها افزایش می‌یابد بسیار مشکل گردد. در صورت پیداشدن یک ترک سازه‌ای باید تغییرات طول و عرض آن کنترل شود و بدین منظور باید ابزارهای کنترل نصب شود و به‌طور مستمر قرائت گردد.

خرابی سیستم تخلیه‌کننده مسأله مشترک همه سدهاست، ولی تواتر چنین خرابی در سدهای بتنی با توجه به زیادبودن فشار متوسط هیدرولیکی آن بیشتر است. بدین جهت بازرسی سیستم تخلیه‌کننده سدهای بتنی بزرگ ضروری است.

از آنجا که سدهای بتنی به‌صورت قطعات مجزا اجرا می‌شود، ظهور ترک در درزهای ساختمانی طبیعی است. درزهای انبساط در سدهای بتنی بدین جهت تعبیه می‌شود که از تغییرات حجم بتن که پس از بتن‌ریزی صورت می‌گیرد جلوگیری نماید.

در حقیقت این درزها را می‌توان ترکهای طراحی شده نامید. این درزها معمولاً طوری طراحی می‌شود که غیر از لاستیکهای آبنده و آرماتورهای انتظار، چسبندگی دیگری به آرماتورهای اصلی نداشته باشند.

ترکهای انقباضی در دوران اولیه ساختمان سد به‌وجود می‌آید. ناصافیها و حفره‌های موجود در اطراف پی به‌وسیله بتن پرمی‌شوند و فرصت عمل آوردن پیدا نمی‌کنند، بدین ترتیب انقباض، موجب ظهور ترکهای نامنظم در نزدیکی تکیه‌گاهها می‌گردد. ترکهای انقباضی همچنین به‌وسیله ایجاد تغییرات حرارتی نیز ظاهر می‌شوند. در فصل زمستان قسمتهای بالای سد به‌طور قابل ملاحظه‌ای سردتر از قسمتهای زیرآب می‌گردد. این پدیده موجب بروز ترکهایی در تاج می‌گردد که در هر طرف سد پخش می‌شود. این ترکها معمولاً در اطراف درزهای ساختمانی و یا درزهای انبساط قرار می‌گیرند. ترکهای انقباضی می‌تواند علامت این باشد که برخی از قطعات سد قادر به تحمل بارهای طراحی نیستند.

در این صورت تمامی بار فشاری باید به وسیله قسمت کوچکتری از سازه تحمل شود. ممکن است لازم باشد که سطوح ترکدار با تزریق سیمان تقویت گردد.

خوردشدگی بر اثر یخبندان مکرر و ذوب یخ صورت می‌گیرد. تقریباً همه سدهای بتنی در مناطق سردسیر در معرض تخریبهای جزئی از این نوع قرار می‌گیرند. از آنجا که این پدیده سطحی است، معمولاً خطرناک تلقی نمی‌شود. مع‌ذک اگر ادامه یابد ممکن است سبب وارد آمدن خسارات سازه‌ای گردد (به ویژه هنگامی که سد دارای مقطع عرضی نازکی باشد) همچنین در جاهایی که آرماتور بیرون زدگی دارد، تعمیرات ضروری است. روش تعمیر قسمتهای خورده شده بتنی بستگی به عمق تخریب دارد که در شرایط سخت باید از گروه مهندسی استمداد جست.

نشست آب جزئی از داخل سطوح بتنی هر چند بدنماست، ولی معمولاً خطرناک نیست. مگر اینکه با ترکهای سازه‌ای همراه گردد، که در این صورت ممکن است به علت یخبندان و ذوب یخ موجب پیشرفت خرابی گردد. از طرف دیگر افزایش نشست آب می‌تواند مؤید این مطلب باشد که بر اثر فعل و انفعال شیمیایی، مصالح در حال شسته شدن و انحلال بوده و به وسیله آب حمل می‌شود، باید توجه کرد که همچنین تقلیل نشست آب نیز ممکن است به علت فعل و انفعالات شیمیایی و ایجاد رسوب در مجاری نشست آب باشد. در هر دو حالت شرایط در ذات خود خطرناک نخواهد بود، ولی لزوم بررسیهای تفصیلی بیشتر قبل از تعمیرات محسوس به نظر می‌رسد.

۳-۳ پی و تکیه‌گاهها

معمولاً مناطق بحرانی پی و تکیه‌گاهها پوشیده‌اند و در معرض بازرسی مستقیم قرار ندارند. بازرسی پی و تکیه‌گاهها در بالادست به علت وجود آب معمولاً امکانپذیر نیست. بدین ترتیب بررسی عینی محدود به حد فاصل بین سد و تکیه‌گاهها در پایین دست و پنجه سد می‌گردد. گالریهای تزریق و زهکش هم (در صورت وجود) قابل بازدید خواهند بود. علائم نشست آب ممکن است کاملاً مشخص و یا بعضی مواقع پوشیده باشد. یکی از علائم مشخص افزایش نشست آب، کارکرد بیش از حد پمپهای زهکش است. وجود ذرات معلق علامت وجود پدیده رگاب بوده و بسیار نگران‌کننده است. در صورت وجود پدیده انحلال باید نمونه‌های آب از مخزن و نشست آب تهیه شده و آزمایش شود. این آزمایشها می‌تواند مشخص‌کننده میزان انحلال باشد.

۴-۳ مخزن

محدوده اطراف مخزن باید از نظر وجود علائم مسأله‌ساز برای ایمنی سد مورد بازرسی قرار گیرد، منطقه باید از نظر نشست و وجود حفره‌ها، نشست راهها و سازه‌ها مورد بررسی قرار گیرد. در هنگام بازرسی باید تراز مخزن ثبت شود.

همچنین مخزن از دیدگاه رسوبگذاری اضافی که ممکن است منجر به مسدود شدن سازه‌های تخلیه‌کننده و یا سرریز گردد، باید مورد بررسی قرار گیرد. مناطق مجاور مخزن باید از نظر ظهور چشمه‌ها و یا سوراخها مورد بررسی قرار گیرد.

۵-۳ لغزشها

زمین لغزه‌ها حرکات عمده توده زمین هستند که ممکن است روی سد، سازه‌های وابسته، مخزن و یا جاده‌های دسترسی اثر بگذارند، این زمین لغزه‌ها شامل: موارد فعال، غیرفعال و فعال بالقوه‌اند و از لغزشهای کوچک تا احجام بزرگ را شامل می‌شوند. در هنگام بازرسی باید همچنین امکان غلتیدن سنگها و صخره‌ها را نیز بررسی کرد. این امر نه تنها در محل مخزن، بلکه در محاذات تکیه‌گاهها و سد و تأسیسات وابسته نیز ممکن است اتفاق بیافتد. محل لغزشهای احتمالی را از روی تغییر شکل وضعیت ظاهری زمین، تغییر محور امتداد درختان با تیرهای برق و امثال آن می‌توان حدس زد.

۶-۳ سازه‌های وابسته

کلیه سازه‌های وابسته که می‌تواند به ایمنی سد لطمه بزند، باید به دقت مورد بازرسی قرار گیرد. شیب مجاری ورودی و خروجی سازه‌های هیدرولیکی شامل: سرریز، تخلیه‌کننده و سازه‌های آبیگری باید پایدار باشد و عاری از لغزش، واریزه و لجن‌زدگی بوده باشد و همچنین از نظر وجود سوراخها و حفره‌ها، جوشش آب، و رگاب باید کنترل شود. مجاری باید در شرایطی باشد که عملکرد هیدرولیکی سازه طبق طراحی اولیه قابل حصول باشد.

بخشهای بتنی سرریز و تخلیه‌کننده باید از نظر: ترک، برآمدگی، تغییرات و جابه‌جایی و نشست آب زیاد مورد بررسی قرار گیرد. برجها و میله‌های قائم باید از نظر نشست تفاضلی مورد بازرسی واقع شود. خاکریزهای پشت دیواره‌ها باید از نظر نشست و جابه‌جایی خاک مورد بررسی قرار گیرد و محل‌های تماس بین خاک و سازه‌های بتنی از نظر پدیده رگاب باید واریسی گردد. تمامی خاکبرداریه‌ها و خاکریزی مجاور سازه‌های بتنی از نظر پایداری باید واریسی شود. پلها و بالابرها و عناصر سازه‌ای آنها از نظر شرایط عملکرد باید بازبینی شود. آشغالگیرها، دریچه‌ها و قسمتهای مکانیکی از نظر عملکرد باید بررسی شود. تمامی زهکشها باید عاری از موانع باشد و علائم کارکرد در شرایط مناسب را نشان بدهد. حفاظت شیب حوضچه آرامش و سایر سازه‌های حفاظتی باید مورد بررسی قرار گیرد.

۷-۳ بازرسی ابزار دقیق

معایب عمده‌ای که در سیستم ابزار دقیق به وجود می‌آید، معمولاً در هنگام قرائت آنها توسط رفتارسنجی مشخص

و به اطلاع مسئولان ذی ربط رسانده می شود. مع ذلک گروه بازرسی نیز باید با توجه به گزارشهای ارائه شده قبلی توسط گروه رفتارسنجی، طبق برنامه ویژه تنظیمی نسبت به بازدید کلیه ابزار دقیق منصوبه از قبیل: تنش سنجها، پیزومترها، فشارسنجها، رویه سنجها، ابزار اندازه گیری تغییرشکلهای نسبی و تغییر مکانها، ابزار اندازه گیریهای ژئودتیک و وسایل دورسنجی (تله متری) اقدام نمایند، تا کفایت و صحت کار و وسایل اندازه گیری کنترل گردد.

۸-۳ تجهیزات مکانیکی و الکتریکی

کلیه تجهیزات مکانیکی و الکتریکی باید در حد عملکرد طراحی کار بکنند. تجهیزات، باید از نظر روغنکاری و عملکرد آرام بدون ارتعاش و صداهای غیرعادی و گرمای زیاد از حد کنترل شود. کفایت و قابلیت اطمینان برق رسانی باید در حین عملکرد تجهیزات کنترل شود. تأمین برق اضطراری و سیستم کنترل از راه دور به منظور حصول اطمینان از عملکرد مناسب باید کنترل شود. تمام قسمتهای قابل دسترس تجهیزات باید از نظر: خرابی، یا داشتن قسمتهای شل، پاره شده و شکسته شده مورد واریسی قرار گیرد.

کابلها از نظر شکستگی و زدگی و کابلها و زنجیرهای دریچهها از نظر وجود قسمتهای شکسته باید مورد بازرسی قرار گیرد. آیینها از نظر ترک و نشت آب بررسی شود. بالابرها، هیدرولیکی و کنترلهای مربوط از نظر نشت روغن بررسی شود. میلههای دریچهها و کوپلینگهای مربوطه از نظر وجود قسمتهای شکسته بررسی شود. مجاری عبور روغن، تکیه گاههای فلزی، آب بندی شیرها و دریچهها از نظر آسیبهای مربوط به سایش و تغییر محور و نشت بررسی شود. پمپهای زهکش از نظر عملکرد کنترل شود.

مجاری هوادهی از نظر بازبودن کنترل شود. نردهها، پیاده روها و جان پناها از نظر شکستگی و شرایط غیرایمنی کنترل شود. بازرسیهای مزبور همچنین باید شامل: تجهیزات ایمنی و ارتباطات و سیستم اعلام خطر نیز گردد.

۹-۳ جادههای دسترسی

جادههای دسترسی و پلها باید از نظر وضعیت رویه، جان پناها، دیوارهای حائل، واریزهها، سنگ ریزشها، آبستگی پایههای پل و وضعیت پایهها و تاوه پل مورد بازرسی قرار گیرد.

۴- ملاحظات فنی در بازرسیهای اضطراری

در هنگام وقوع حوادث غیرمترقبه مانند: سیل، خرابکاریها، جنگ، زلزله، ضروری است بازرسیهای اضطراری از سد

و تأسیسات وابسته انجام شود. با توجه به اینکه هنوز استاندارد مشخصی برای تعریف شرایط اضطراری ارائه نشده است، از تعاریف به عمل آمده از سوی کمیته ملی سدهای بزرگ ژاپن (مرجع شماره ۶) به شرح زیر استفاده می شود. بدیهی است در صورت ارائه تعاریف دقیق، به وسیله کمیته ملی سدهای بزرگ ایران تعاریف مزبور جایگزین خواهد شد. طبق تعاریف کمیته مزبور شرایط اضطراری در مورد حوادث غیرمترقبه مانند: سیلاب و زلزله به شرح زیر تعریف می گردد:

الف - سیلاب :

۱- سیلاب با دوره بازگشت ۳ ساله

۲- رگبار شدید: بارش روزانه (۲۴ ساعته) با دوره برگشت ۳ ساله در محل سد

ب - زلزله

- ۱- چنانچه شدت زمینلرزه ثبت شده توسط لرزه نگارهای مستقر در سد بیش از $\frac{1}{4}$ شدت زمینلرزه طراحی باشد.
- ۲- در مواردی که لرزه نگار در محل سد موجود نباشد و یا نتایج لرزه نگاشتها به سرعت مهیا نگردد، شدت زلزله بیش از ۴ درجه مرکالی اصلاح شده (MM) که توسط مؤسسه ژئوفیزیک اعلام شده باشد.

به طور کلی فهرست کنترل موارد بازرسی مشابهت زیادی با بازرسیهای تخصصی دارد. بدیهی است بسته به مورد برخی از اقلام باید مورد تأکید بیشتر قرار گیرد. ذیلاً اهم موارد ویژه‌ای که علاوه بر بازرسیهای معمولی باید در مدنظر قرار گیرد بر شمرده می شود :

۱-۴ سیلابها

در موارد وقوع سیلابها و طوفانها باید قبل (در صورت امکان پیش‌بینی) و بعد از وقوع آنها، بازرسیهای ویژه‌ای بخصوص از سازه‌های سرریز و تخلیه‌کننده به شرح زیر به عمل آید:

الف - پیش از یک طوفان و رگبار مهم پیش‌بینی شده یا ذوب برف، سازه‌های سرریز، مجاری ورودی و خروجی، تخلیه‌کننده و ریپ‌راپها باید مورد بازرسی قرار گیرد. در بازرسیها باید فهرست کنترل موارد پیوست ۴-۵ حتی‌الامکان رعایت شود.

ب - در طول وقوع رگبار و طوفان شدید و پس از آن سازه‌های سرریز، تخلیه‌کننده و ریپ‌راپ باید کنترل شود.

بازرسیها باید عموماً قبل از وقوع حادثه (در صورت امکان پیش‌بینی) به منظور آماده‌سازی تأسیسات برای عبور طغیان انجام شود. در طول مدت وقوع طغیان با اتخاذ تدابیر ویژه باید برای کنترل و مراقبت سازه‌های تخلیه و نقاط حساس اقدام کرد. علاوه بر آن، پس از فروکش کردن طغیان باید یک بازرسی سیستماتیک طبق فهرست پیوست شماره ۴-۵ از کلیه قسمت‌های ذی‌ربط که بر اثر عبور سیلاب صدمه دیده به عمل آید. بازرسی در ابتدا از طرف کارکنان قسمت بهره‌برداری صورت می‌پذیرد، ولی در صورت وقوع خرابیهای عمده باید بلافاصله از گروه بازرسی تخصصی دعوت به عمل آید.

۲-۴ خرابکاریها، جنگ

در مورد این حوادث نمی‌توان دستورالعمل کلی ارائه نمود. بسته به نوع حادثه باید ترتیبات ویژه‌ای برای بررسی قسمت‌های تخریب شده قائل شد. در این مورد دعوت از بازرسان تخصصی وزارت دفاع و ارگانهای نظامی ضروری است.

۳-۴ زلزله

بلافاصله پس از وقوع زلزله بازرسی فوری باید از سد و سازه‌های وابسته به عمل آید. این بازرسی شامل دو قسمت عمده به شرح زیر است:

الف: بازرسی فوری بلافاصله به وسیله افراد مستقر در محل (سطح ۱ بند ۲-۱-۱)

ب: بازرسی گروه تخصصی (سطح ۳ بند ۲-۱-۳)

بولتن شماره ۶۲ ICOLD (۱۹۸۸) ترتیبات تفصیلی این بازرسیها را ارائه نموده است. رعایت کامل مفاد این بولتن در موارد رویداد زلزله الزامی است. در این بخش خلاصه اهم اقداماتی که باید انجام شود، ذکر می‌گردد:

الف - بازرسی فوری

۱- در صورتی که سد به درجه‌ای صدمه دیده باشد که آب زیادی به طرف پایین دست جریان یابد، باید بلافاصله «طرح فوری اضطراری ایمنی سدها» را اجرا کرد (فرض بر این است که چنین طرحی برای هر سد موجود است).

- ۲- در صورتی که آب ورودی از بالادست به طرز غیرمتعارفی کم شود، بلافاصله مسیر بالادست رودخانه را از نظر امکان به وجود آمدن سد طبیعی باید مورد بررسی قرار داد. در صورت بروز چنین واقعه‌ای بلافاصله باید «طرح فوری اضطراری ایمنی سدها» اجرا شود.
- ۳- بلافاصله باید یک بازرسی عینی کامل از سد به عمل آورد.
- ۴- بلافاصله باید با مسئولان ذی‌ربط فنی ایمنی سدها تماس گرفت.
- ۵- باید آمادگی لازم را برای بازرسیهای مکرر (به علت وقوع پس‌لرزه) حفظ نمود.
- ۶- نتایج بازرسیهای به عمل آمده را باید به گروه مهندسی مسئول ایمنی سد گزارش نمود.
- ۷- باید بازرسیها و رفتارنگاریها را برای ۴۸ ساعت متوالی ادامه داد. زیرا ممکن است خسارات دیگری در این مدت وارد شود. یک برنامه تفصیلی برای قرائت ابزار دقیق در مدت ۴۸ ساعت باید تهیه شود.
- ۸- با توجه به اینکه برخی از خسارات در مدت زمان دیرتری به وقوع می‌پیوندد، بازرسی مجدد پس از ۲ هفته یا یک ماه لازم است.
- ۹- ضروری است با مؤسسات زلزله‌نگاری تماس گرفته شود تا معلوم شود که آیا زلزله رویداده فقط یک (پیش‌لرزه) بوده؟ و یا زلزله اصلی بوده است؟
- ۱۰- در صورتی که امکان شکست سد موجود باشد، استفاده از سیستم هشداردهنده برای ساکنان پایین‌دست ضروری است. در صورت امکان از سازمانهای: دفاع ملی، پلیس، رادیو و غیره نیز باید استمداد شود.

کلیه تدابیر لازم باید اتخاذ شود که هر چه سریعتر تراز آب مخزن پایین آورده شود. باید دقت شود که اگر سازه‌های تخلیه‌کننده معیوب باشد، بر اثر عبور آب موجبات شکستگی بیشتر و وارد آمدن خسارات بیشتر از این طریق فراهم نگردد.

ب - بازرسیهای گروه تخصصی

پس از اینکه بهره‌برداران سد اعلام کردند که خساراتی به سد وارد شده است، بلافاصله باید گروه تخصصی مهندسی برای بازرسی به محل سد اعزام شوند تا نسبت به ارزیابی فنی از میزان خسارات وارده و درجه خطرهای ناشی از شکست سد اقدام نمایند. اعضای این گروه باید با وجوه ممکن علل شکست سدها و سازه‌های وابسته و نیز به‌طور کامل با طرح مورد نظر آشنایی کامل داشته باشند. این گروه باید طبق فهرست کنترل (پیوست شماره ۴-۵) برای بازرسی کامل سد و سازه‌های وابسته آن اقدام نمایند.

- * ۵-۱- فرمهای بازرسی (مرجع شماره ۳)
- ۵-۲- جدول راهنمای بازرسی سدها (مرجع شماره ۳)
- ۵-۳- درجه مخاطره آمیز بودن معایب (مرجع شماره ۳)
- ** ۵-۴- فهرست کنترل موارد بازرسی (مرجع شماره ۲)

* این فرم بازرسی صرفاً به عنوان الگو ارائه شده است، در مورد هر سد باید فرمهای ویژه آن سد تهیه شود.

** فهرست کنترل موارد بازرسی صرفاً برای راهنمایی ارائه شده است، برای هر سد باید با توجه به شرایط ویژه آن یک فهرست کنترل خاص تهیه گردد.

پیوست شماره ۵-۱- فرمهای بازرسی

سدهای خاکی

نام سد :

تاریخ بازرسی :

اقدامی را که لازم است با (x) مشخص کنید.			بدنه سد			تراز آب مخزن :	محل بازدید
تعمیر	بررسی	کنترل	مشاهدات	شرایط	شماره		
					۱	ترکهای سطحی	تاج سد
					۲	حفره، سوراخ، محل برداشت خاک توسط جانوران	
					۳	مناطق فرورفته	
					۴	تغییرات در امتداد افقی	
					۵	شیار یا گودال	
					۶	رویش گیاهان	
					۷	محل لغزش، لبه پرتگاه، لجنزار	رویه بالادست
					۸	حفاظت شیب	
					۹	حفره و سوراخ، محل برداشت خاک توسط جانوران	
					۱۰	محل تقاطع خاکریز و تکیه گاه	
					۱۱	فرسایش	
					۱۲	رویش گیاهان	
یادداشت : (به شماره‌های مربوطه اشاره شود).							

ادامه پیوست شماره ۵-۱- فرمهای بازرسی
سدهای خاکی

تاریخ بازرسی :			نام سد :		محل بازدید
اقدامی راکه لازم است با (x) مشخص کنید.			تراز آب مخزن :		
تعمیر	بررسی	کنترل	مشاهدات	شرایط	شماره
				مناطق مرطوب (بدون جریان)	۱۳
				تراوش آب	۱۴
				محل لغزش، لبه پرتگاه، لجنزار	۱۵
				محل تقاطع خاکریز و تکیه گاه	۱۶
				سوراخ و فرورفتگی، محل برداشت خاک توسط جانوران	۱۷
				فرسایش	۱۸
				جابه جایی های غیر عادی	۱۹
				رویش گیاهان	۲۰
				پیزومترها، چاههای مشاهده ای	۲۱
				سوندها و ثباتها	۲۲
				سرریزها	۲۳
				برجکهای ژئودتیک	۲۴
				زهکشها	۲۵
				تواتر قرائتها	۲۶
				محل ثبت داده ها	۲۷
یادداشت : (به شماره های مربوطه اشاره شود).					

ادامه پیوست شماره ۵-۱- فرمهای بازرسی

سدهای خاکی

نام سد :

تاریخ بازرسی :

اقدامی راکه لازم است با (x) مشخص کنید.			منطقه پایین دست، متفرقه و سرریز			تراز آب مخزن :	محل بازدید
تعمیر	بررسی	کنترل	مشاهدات	شرایط	شماره		
					نشست آب از تکیه گاه	۲۸	منطقه پایین دست
					تراوش آب از پی	۲۹	
					لغزش، لجنزار، رویه تند	۳۰	
					سیستم زهکشی	۳۱	
					توصیف خطرهای پایین دست	۳۲	
					تاریخ آخرین بهنگام کردن برنامه اضطراری عملیاتی	۳۳	
					شیب مخزن	۳۴	متفرقه
					جاده های دسترسی	۳۵	
					وسایل ایمنی	۳۶	
یادداشت : (به شماره های مربوطه اشاره شود).							

ادامه پیوست شماره ۵-۱- فرمهای بازرسی

سدهای خاکی

نام سد :

تاریخ بازرسی :

اقدامی را که لازم است با (x) مشخص کنید.			سرریز			تراز آب مخزن :	محل
تعمیر	بررسی	کنترل	مشاهدات	شرایط	شماره	بازدید	
				لغزش، لجنزارشدگی، رویه تند	۳۷	مجرای قابل فرسایش	
				فرسایش	۳۸		
				شرایط گیاهی	۳۹		
				واریزه	۴۰		
				دیواره های جانبی	۵۰	مجرای غیرقابل فرسایش	
				کف مجزا	۵۱		
				جابه جایی غیرعادی	۵۲		
				منطقه ورودی	۵۳		
				سازه کنترل	۵۴		
				منطقه خروجی	۵۵		
				سازه آبگیر	۵۶	ورودی	
				حوضچه آرامش	۵۷		
یادداشت : (به شماره های مربوطه اشاره شود).							

ادامه پیوست شماره ۵-۱- فرمهای بازرسی

سدهای خاکی

نام سد :

تاریخ بازرسی :

اقدامی را که لازم است با (x) مشخص کنید.			تخلیه کننده			تراز آب مخزن :	محل بازدید
تعمیر	بررسی	کنترل	مشاهدات	شرایط	شماره	سازه تخلیه کننده	
					سازه آبیگری		۵۸
					آشغالگیر		۵۹
					حوضچه آرامش		۶۰
					محل بتن اولیه		۶۱
					محل بتن ثانویه		۶۲
					مکانیسم کنترل		۶۳
					لوله تخلیه کننده		۶۴
					برج تخلیه کننده		۶۵
					فرسایش در محاذات پنجه سد		۶۶
					تراوش	۶۷	
					جابه جایی غیرعادی	۶۸	
یادداشت : (به شماره های مربوطه اشاره شود).							

ادامه پیوست شماره ۵-۱- فرمهای بازرسی

سدهای بتنی

نام سد:

تاریخ بازرسی:

اقدامی را که لازم است با (x) مشخص کنید.			تراز آب مخزن:		محل بازدید
تعمیر	بررسی	کنترل	مشاهدات	شرایط	شماره
				شرایط سطحی	۶۹
				شرایط درزها	۷۰
				جابه‌جایی غیرعادی	۷۱
				محل تقاطع سد و تکیه‌گاه	۷۲
				شرایط سطحی	۷۳
				شرایط درزها	۷۴
				جابه‌جایی غیرعادی	۷۵
				محل تقاطع سد و تکیه‌گاه	۷۶
				زهکشها	۷۷
				نشست آب	۷۸
				شرایط سطحی	۷۹
				تغییرات در امتداد افقی	۸۰
				تغییرات در امتداد قائم	۸۱
				شرایط درزها	۸۲
				جابه‌جایی غیرعادی	۸۳
یادداشت: (به شماره‌های مربوطه اشاره شود).					

پیوست شماره ۵-۲- راهنمای بازرسی عناصر مختلف سدها و سازه‌های وابسته

بازرسی از نظر :											شرح عناصر مختلف
هوازدگی	رویش گیاهان	نشست و لغزش	تراوش آب	آب گل‌آلود	نشست آب	فرسایش	خرابی	واریزه	ترک	مسیر و محور	
											الف : سدهای خاکی
×	×	×				×			×	×	● رویه بالادست
	×	×	×	×	×	×			×	×	● رویه پایین دست
	×	×	×	×		×		×	×		● تکیه‌گاهها
	×	×				×			×	×	● تاج سد
	×		×	×	×						● مناطق تراوش
				×	×		×		×	×	● زهکشها
											ب : سدهای بتنی
×		×					×		×		● رویه بالادست
×		×	×		×		×		×		● رویه پایین دست
×	×	×	×		×		×		×		● تکیه‌گاهها
×		×					×		×	×	● تاج سد
											ج : سرریز
								×			● مجرای ورودی
	×	×				×		×	×		● حوضچه آرامش
		×				×	×	×			● مجرای تخلیه
		×					×	×			● سازه‌های کنترل
	×	×									● حفاظت فرسایش
		×			×	×			×		● شیبهای جدار
						×	×		×	×	● هواده‌ها
											د : تخلیه کننده
	×				×		×	×		×	● تخلیه کننده (ورودی و خروجی)
						×					● حوضچه آرامش
								×			● آشغالگیر
											ه : سایر موارد
					×						● مخزن
×	×	×						×			● سواحل مخزن
							×				● سیستمهای هیدرومکانیکی
							×				● سیستمهای برقی

پیوست شماره ۵-۳- موارد مخاطره‌آمیز و نیازمند به بازرسی ویژه در سدها

ملاحظات	نیاز به بازدید گروه مهندسی	موارد مخاطره‌آمیز	شرح معایب
	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>	<p><u>الف: سدهای خاکی</u></p> <p>۱- رویه بالادست</p> <ul style="list-style-type: none"> ● حفره و سوراخ ● ترکهای عریض ● لغزش، فرونشست و سرخوردگی ● مناطق با شیب تند ● ریپ‌راپ فروریخته ● فرسایش پشت ریپ‌راپ با دانه‌بندی نامناسب
	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>	<p>۲- رویه پایین دست</p> <ul style="list-style-type: none"> ● لغزش، شیار ● ترکهای عرضی ● حفره، ریزش ● ترکهای طولی ● فرونشست (در شرایط موضعی) ● فرسایش ● رویش گیاهان و بوته‌ها ● ایجاد سوراخ به وسیله جوندگان و عبور حیوانات
	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>	<p>۳- تاج سد</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ترک طولی ● تغییر مکان عمودی ● ایجاد حفره و سوراخ در تاج سد ● ترکهای عرضی ● تغییر محور تاج ● نشست در تاج سد ● رویش گیاهان ● فعالیت جوندگان ● ایجاد شیار در تاج سد ● ترکهای ناشی از خشک شدن

ادامه پیوست شماره ۵-۳- موارد مخاطره آمیز و نیازمند به بازرسی ویژه در سدها

ملاحظات	نیاز به بازدید گروه مهندسی	موارد مخاطره آمیز	شرح معایب
	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>	<p>۴- تراوش آب</p> <ul style="list-style-type: none"> ● تراوش زیاد آب یا خروج آب گل آلوده ● خروج آب از ترکهای نزدیک تاج سد ● خروج آب به صورت چشمه ها در شالوده ● تراوش آب از محل اتصال با تکیه گاه ● مناطق وسیع مرطوب ● تغییر محسوس در رنگ گیاهان ● برآمدگی در منطقه مرطوب ● نشست آب در تکیه گاهها ● مناطق مرطوب در سطوح افقی سد ● افزایش قابل ملاحظه آب در زهکشها و مشاهده آب گل آلوده
	<p>×</p> <p>×</p>		<p><u>ب: سدهای بتنی</u></p> <p>۱- رویه بالادست</p> <ul style="list-style-type: none"> ● سطوح ترک دار و تخریب شده بتن ● ترکهای ناشی از خشک شدن
	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>	<p>۲- سرریزها</p> <ul style="list-style-type: none"> ● رویش قابل ملاحظه گیاهان یا وجود واریزه ها در مجرای سرریز ● فرسایش مجرا ● زیرشویی انتهای سرریز ● جابه جایی دیواره ها ● ترکهای عریض ● تغییر مکان درزها ● جابه جایی و شسته شدن ریپ راپ ● خرابی مصالح بتن، ریپ راپ و غیره ● فرسایش، سایش و شکستگی بتن ● نشست آب در اطراف سرریز ● نشست آب زیاد از زهکشهای سرریز ● تراوش آب از درزهای ساختمانی ● عیوب هواده ها

پیوست شماره ۵-۴- فهرست کنترل موارد بازرسی

این فهرست صرفاً به منظور راهنمایی تهیه شده است و جنبه کلی دارد برای هر سد با توجه به مسائل ویژه آن از قبل باید فهرست کنترل ویژه‌ای که متناسب با سد و تأسیسات وابسته باشد تهیه شود. (مرجع شماره ۲)

الف - سدهای خاکی

- ۱- بدنه سد و تکیه‌گاهها
- ۱-۱ رویه بالادست
 - لغزش
 - حفاظت رویه
 - فرسایش
 - ترکها
 - سوراخها
 - نشست
 - جابه‌جایی
 - واریزه
 - شرایط غیرمتعارف
- ۲-۱ رویه پایین دست
 - لغزش
 - نشانه‌های جابه‌جایی
 - ترکها
 - نشست آب یا سطوح مرطوب
 - نشست
 - شرایط غیرعادی
- ۳-۱ تکیه‌گاهها
 - نشست آب
 - ترک، درزه، صفحات لایه‌بندی
 - لغزش
 - نشانه‌های حرکت

- ۴-۱ تاج سد
- ترک سطحی
- نشست
- حرکت جانبی (تغییر محور)
- گرده ماهی
- ۵-۱ زهکشهای پنجه‌ای - گالریهای زهکش
- محل نشت آب
- برآورد جریان
- رنگ آب
- مواد ریزدانه
- تغییرات بده
- ۶-۱ محل‌های منفرد نشت آب (اندازه‌گیری)
- روش
- میزان
- تغییرات بده
- رنگ
- مواد ریزدانه
- وضعیت وسایل اندازه‌گیری
- نسبت موارد اندازه‌گیری
- ۷-۱ ابزار دقیق
- پیزومترها (فشارسنجها)
- نقاط نشانه نشست سطحی
- ابزار اندازه‌گیری جابه‌جایی درونی
- رویه‌سنجها
- اندازه‌گیری سطح آب مخزن
- شتاب‌نگارها
- ۸-۱ موارد ویژه
- ۲ سرریز
- ۱-۲ مجرای ورودی
- واریزه

- لغزشهای دامنه‌ای
- پایداری رویه جدار مجرا
- مانع اجسام شناور
- حفاظت رویه
- ۲-۲ سازه کنترل
- ۱-۲-۲ تاج سرریز
- ترکها
- نشانه‌های جابه‌جایی
- ۲-۲-۲ دیواره‌ها
- جابه‌جایی
- ترکها
- نشست
- درزها
- زهکشها
- خاکریزی مجدد
- ۳-۲-۲ کف
- جابه‌جایی
- نشست
- درزها
- ترکها
- ۴-۲-۲ پل (در صورت وجود)
- شرایط پایه‌ها
- شرایط سازه‌ای تاوه‌ها و تیرها
- تکیه‌گاههای پل
- ۳-۲ تنداب
- واریزه
- فرسایش مجرا
- ۱-۳-۲ دیواره‌ها
- جابه‌جایی
- نشست

- درزها
- ترکها
- شرایط خاکریزی پشت دیواره‌ها
- ۲-۳-۲ کف
- جابه‌جایی
- نشست
- درزها
- زهکشها
- ترکها
- ۳-۳-۲ گالری زهکش
- جابه‌جایی - تغییر محور گالری
- ترکها
- ۴-۳-۲ زهکشها
- میزان بده
- موقعیت زهکشهای آبدار
- ۴-۲ حوضچه آرامش
- واریزه در حوضچه
- ۱-۴-۲ دیواره‌ها
- جابه‌جایی
- ۲-۴-۲ بررسی وضعیت بلوکهای انرژی‌گیر
- نشست
- درزها
- ترکها
- شرایط خاکریز موجود
- ۳-۴-۲ کف (در صورت مرئی بودن)
- ترکها
- جابه‌جایی
- درزها
- فرسایش

مجرای خروجی	۵-۲
- حفاظت شیب	
- پایداری شیبهای جانبی	
- رویش گیاهی یا سایر موانع	
- واریزه	
سایر موارد ویژه	۶-۲
سازه‌های آبرگیری و تخلیه‌کننده	۳-
ورودی	۱-۳
- آشغالگیر	
- بتن	
مجرای تخلیه (تونل)	۲-۳
- کارهای فلزی	
- مجرای تحت فشار	
تسهیلات کنترل	۳-۳
- اتاقک فرمان	
- جرثقیل	
- شیر و وسائل کنترل	
- شرایط عمومی	
- نحوه عملکرد در زمان بازرسی	
- سیستم کنترل	
- قسمتهای مکانیکی	
- سیستم تهویه و روشنایی	
- دریچه راس	
- آبندها	
کنترل از راه دور	۴-۳
تندآب	۵-۳
- واریزه	
دیواره‌ها	۱-۵-۳
- جابه‌جایی	
- نشست	

- درزها
- ترکها
- شرایط خاکریزی پشت دیواره
- ۲-۵-۳ کف
- جابه‌جایی
- نشست
- درزها
- ترکها
- زهکشها (میزان بده، موقعیت زهکشها)
- ۶-۳ حوضچه آرامش (مشاهده عملکرد)
- واریزه در داخل حوضچه
- ۱-۶-۳ دیواره‌ها
- جابه‌جایی
- نشست
- درزها
- ترکها
- ۲-۶-۳ کف (در صورت مرئی بودن)
- ترکها
- جابه‌جایی
- درزها
- فرسایش
- ۳-۶-۳ مجرای خروجی
- حفاظت رویه
- پایداری رویه‌های جانبی
- رویش گیاهان یا موانع دیگر
- ۴-۶-۳ موارد ویژه

ب - سدهای بتنی

- ۱ بدنه سد
- ۱-۱ رویه بالادست
- ترکها

- جابه‌جایی درزها
- ۲-۱ رویه پایین دست
- ترکها
- جابه‌جایی درزها
- ۳-۱ نشت آب در رویه پایین دست
- ۴-۱ پنجه سد
- ترکها
- فرسایش
- ۵-۱ تاج سد
- جاده
- پیاده‌رو
- دیواره جان‌پناه
- روشنایی و غیره
- ۶-۱ گالریها
- بتن
- کارهای برقی
- تهویه
- نشت آب
- زهکشها و زهکشی
- ۷-۱ گالریهای پی
- موقعیت
- شماره
- تراز
- ۸-۱ موارد ویژه
- ۲ تکیه‌گاهها
- ۱-۲ پی سد در محاذات پنجه
- نشت آب در اطراف سد (موقعیت، میزان و شیوه اندازه‌گیری)
- ۲-۲ ابزار دقیق
- سازه‌ای
- نشت آب
- لرزه‌نگاری
- ۳-۲ اندازه‌گیری سطح آب

- ۴-۲ موارد ویژه
- ۳- سرریز
- ۱-۳ قسمت کنترل
- ۱-۱-۳ تاج سرریز آزاد
- طره و دیواره‌های کناری و میانی (در صورت وجود هر یک از اجزاء)
- حرکتها
- ترکهای سطحی
- نشستها
- درزها
- زهکشها
- خاکریزی پشت دیواره‌ها
- ۲-۱-۳ روزنه سرریز دریچه‌دار (طره، دیواره‌های کناری و میانی و پل در صورت وجود هر یک از اجزاء)
- حرکتها
- ترکها
- نشستها
- درزها
- زهکشها
- خاکریزی پشت دیواره‌ها
- ۲-۳ تجهیزات هیدرومکانیکی
- نوع دریچه‌ها
- شرایط عمومی
- عملکرد دریچه در زمان بازرسی
- ۳-۳ کنترل دریچه‌ها
- مکانیکی (بالابرها، کابلها)
- برقی (تأمین برق، نیروی برق ذخیره سروموتورها، الکتروموتورها)
- ۴-۳ مجرای انتقال
- ۱-۴-۳ مجرای روباز (دیواره‌ها، کف، گالریهای زهکشی)
- حرکتها
- نشستها
- درزها
- ترکها
- وضعیت خاکریزی پشت دیواره‌ها

- زهکشها
- فرسایش ناشی از سایش و خلاءزایی
- ۲-۴-۳ مجرای سرپوشیده (میله قائم، تونل)
- حرکتها
- درزها
- ترکها
- فرسایش
- ۳-۴-۳ سازه‌های پایانه
- ۱-۳-۴-۳ جام پرتاب‌کننده
- دیوارها
- دندان‌های انرژیگیر
- سایر اجزاء
- ۲-۳-۴-۳ حوضچه آرامش و استغراق (دیوارها، کف، بلوکها و دندان‌های انرژیگیر)
- حرکتها
- نشستها
- درزها
- وضعیت خاکریزی پشت دیوارها
- فرسایش
- ۳-۴-۳ آبراهه خروجی
- پایداری و حفاظت شیب کناره‌ها
- پوششهای گیاهی و سایر موانع
- ۴- سازه تخلیه‌کننده
- ۱-۴ ورودی
- آشغالگیر
- بتن
- ۲-۴ مجرای تخلیه
- کارهای فلزی
- ۳-۴ تسهیلات کنترل
- اتاقک فرمان
- جرثقیل

- دریچه‌ها و کنترل‌ها
- شرایط عمومی
- عملکرد در زمان بازرسی
- سیستم کنترل (مکانیکی)
- دریچه راس (شرایط عمومی، آبیندی)
- سیستم کنترل از راه دور ۴-۴
- موارد ویژه ۵-۴
- مخزن ۵-
- مانع اجسام شناور ۱-۵
- زمین لغزه‌ها (موقعیت زمین لغزه‌های مجزا) ۲-۵
- موارد ویژه ۳-۵

ج- راههای دسترسی

- ۱- جاده‌ها
- شرایط روسازی
- موانع
- ۲- پلها
- ۱-۲ شرایط عمومی
- ۲-۲ تکیه‌گاههای پلها
- شالوده
- پایه‌ها
- بالشتکها
- قسمتهای متحرک
- ۳-۲ عناصر اصلی
- عناصر خراب شده یا صدمه دیده
- ۴-۲ تاوه پل
- شرایط عمومی
- ظرفیت بارزنده
- موارد ویژه ۵-۲

۶- واژگان

معادل برخی از واژه‌های انگلیسی که در متن به کار رفته برای آگاهی بیشتر آورده می‌شود:

Abrasion	سایش
Bulkhead - Gate	دریچه راس - دریچه حفاظ
Bulge	برآمدگی
Camber	گرده ماهی
Checklist	سیاهه کنترل - فهرست اقلام
Cavitation	خلأزایی
Cave - In	حفره - کاواک
Core	مغزه
Debris	واریزه
Displacement	جاب‌جایی - تغییر مکان
Differential Settlement	نشست تفاضلی، نشست نسبی
Deterioration	خرابی - زوال
Dowel Bar	آرما تور انتظار
Flipbucket	پرتاب‌کننده جامی
Hoist	بالابر
Logboom	وسیله جلوگیری از ورود اجسام شناور (چوب و تنه درختان)
Leakage	نشست
Misalignment	تغییر محور
Piping	رگاب - آب‌شستگی زیر پی
Plunge Pool	حوضچه استغراق
Pore Pressure	فشار منفذی
Relief Well	چاهک کاهنده فشار - فشار شکن
Slide	لغزش
Stilling Basin	حوضچه آرامش
Sinkhole	سوراخ، حفره - آبخواره
Seepage	تراوش
Stoplog	دریچه آببند

Shaft	میله قائم - چاه
Shrinkage Cracks	ترکهای انقباضی
Trashrack	آشغالگیر
Toe Drain	زهکش پنجه
Terminal Structure	سازه پایانه
Uplift	زیر فشار - فشار برگشت - فشار تحتانی

- 1- Dam Safety guidelines, Bulletin 59, 1987, ICOLD.
- 2- Inspection of dams, following earthquake - guidelines Bulletin 62, 1988 ICOLD.
- 3- Dam Safety; an owner,s guidance manual, 1987 Federal emergency management agency, U.S.A.
- 4- Federal guidelines for dam Safety, 1978 Federal emergency management agency, U.S.A.
- 5- Glossary of terms for dam safety, 1988 Federal emergency management agency, U.S.A.
- ۶- استاندارد مدیریت بهره‌برداری سدها در ژاپن - کمیته ملی سدهای بزرگ ژاپن مه ۱۹۸۶، ترجمه طرح استاندارد مهندسی آب نشریه شماره ۷۹ شهریور ۱۳۷۲.
- ۷- فرهنگ فنی سدها، طرح استاندارد مهندسی آب، نشریه شماره ۱۵، بهمن ۱۳۷۴.

Islamic Republic of Iran
Management and Planning Organization - Ministry of Energy

Guideline for Inspection of Large Dams

No: 216

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

2000/2001

این نشریه

با عنوان "راهنمای بازرسی در سدهای بزرگ" می‌باشد. در این راهنما سطوح مختلف بازرسی و الزامات مربوط در هر مورد، برای حصول اطمینان از ایمنی سدهای بزرگ و سازه‌های وابسته، در دوره‌های مختلف بهره‌برداری و در شرایط عادی و اضطراری ارائه گردیده است. این راهنما عمدتاً برای استفاده سازمانهای بهره‌بردار تدوین شده ولی می‌تواند به عنوان الگویی برای تهیه دستورالعملهای بازرسی سدها برای طراحان و دست‌اندرکاران سدسازی مورد استفاده قرار گیرد.

مرکز مدارک علمی و انتشارات

ISBN 964-425-250-0



9 789644 252501