

۱۵۲۰۲۳۱

۱۳۹۶/۵/۲۳

بازرسی تفصیلی سدهای خاکی

مؤلفین

دکتر فرهاد امان‌شعار

دکتر نیما اکبری پایدار

مهندس جهانگیر حبیبی

مهندس آرشد اخوان‌ماسوله



شرکت مدیریت منابع آب ایران

عنوان و نام پدیدآور : بازرسی تفصیلی سدهای خاکی / فرهاد ایمان شعار ... [و دیگران] ؛ [به سفارش] وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران.

مشخصات نشر : تهران: موسسه فرهنگی هنری پویه مهر اشراق، ۱۳۹۶.

مشخصات ظاهری : ف، ۳۵۷ ص: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی).

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۸۲۱۵-۲۰-۲

وضعیت فهرست نویسی : فیا

یادداشت: فرهاد ایمان شعار، نیما اکبری پایدار، جهانگیر حبیبی، آرش اخوان ماسوله.

یادداشت: کتابنامه: ص. - ۳۲۶ ۳۲۷.

موضوع : سدهای خاکی

Earth dams

شناسه افزوده: ایمان شعار، فرهاد، ۱۳۵۹ -

شناسه افزوده: شرکت مدیریت منابع آب ایران

شناسه افزوده: Iran Water Resources Managment Company

رده ی کتبه: TC۵۴۳/ب۲ ۱۳۹۶

بند: دیویی: ۶۲۷/۸۳

شماره کتابشناسی ملی: ۴۷۸۴۲۵۱

شرکت مدیریت منابع آب ایران
دفتر روابط عمومی و امور بین الملل



نام کتاب: بازرسی تفصیلی سدهای خاکی

مولفین: دکتر فرهاد ایمان شعار - دکتر نیما اکبری پایدار - مهندس جهانگیر حبیبی - مهندس آرش اخوان ماسوله

ناشر: انتشارات پویه مهر اشراق

صفحه آرای و طراحی جلد: زهرا باقریه

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

زمان انتشار: ۱۳۹۶

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۸۲۱۵-۲۰-۲

نشانی: تهران، خیابان فلسطین شمالی، پلاک ۵۱۷، شرکت مدیریت منابع آب ایران

نمایر: ۰۲۱-۸۸۹۱۶۶۰۰

تلفن: ۰۲۱-۴۳۶۸۰۰۰۰

حق چاپ برای شرکت مدیریت منابع آب ایران محفوظ است.

سدها را می‌توان از جمله ارزشمندترین سرمایه‌ها در کشورهای مواجه با کم آبی به شمار آورد و از همین رو است که صرف هزینه‌های قابل توجه برای احداث چنین ابرسازه‌هایی توجیه پذیر خواهد بود. در این میان، ایجاد چنین سازه‌هایی در کنار منافع فراوانی که برای مصرف کنندگان آن فراهم می‌کند، در برخی موارد از جمله پتانسیل های ایجاد خطر برای جوامع بشری محسوب می‌شود. مهمترین مسأله پیش روی این سازه‌های عظیم، ایمنی آنها به ویژه در دوران بهره‌برداری سد است. به همین دلیل، بهره‌برداری ایمن از سدها مورد توجه دولت‌ها قرار گرفته و از جمله مهمترین وظایف حاکمیتی در حوزه صنعت آب به شمار می‌رود. با عنایت به قدمت برخی از سدهای بزرگ و مهم کشور، لرزه خیز بودن پهنه ایران و نیز رشد فزاینده بهره‌برداری از سدهای مخزنی جدیدالاحداث، کنترل ایمنی و پایداری سدها، کشور را اهمیت دوچندانی برخوردار شده است.

رفتارسنجی از این اصلی فرآیند ارزیابی ایمنی و پایداری سدها بوده و شامل ارزیابی رفتار جاری و کشف سریع رفتار غیرعادی سد است. فرایند رفتارسنجی در حقیقت تحلیل داده‌های حاصل از سیستم ایزاربندی و بازرسی‌ها بوده و نقش مهمی را در جلوگیری از خرابی سدها و افزایش ایمنی آنها ایفا می‌کند. این فرآیند یک روند مستمر و دائمی است و به دلیل اهمیت تنوع آن است به طور منظم و با علم و دقت کافی انجام گیرد. مسلماً اگر اطلاعات حاصل شده از طریق ایزاربندی و بازرسی نامتخیز تهیه شده باشند، نمی‌توان تفسیر روشنی از وضعیت سلامت سازه ارائه کرد. در تبیین اهمیت کنترل ایمنی و پایداری سدها و نقش بازرسی در این روند، ذکر همین نکته کافی خواهد بود که شکست یک سد علاوه بر از دست دادن سرمایه احداث سد، متوقف شدن فرآیند بهره‌برداری و هزینه بازسازی مجدد، خسارت های جانی و مالی بر جوامع پائین دست را نیز به دنبال داشته و از نظر وجهه سیاسی و مهندسی یک کشور بسیار مهم و چالش برانگیز خواهد بود.

کتاب حاضر که با هدف کمک به شناخت موضوعات مرتبط با بررسی تفصیلی سدهای خاکی در اختیار علاقمندان صنعت آب کشور قرار می‌گیرد، ثمره نگارش تجربه‌های معاونت حفاظت و بهره‌برداری این شرکت، انعکاس بازخوردهای حاصل از بازرسی فنی سدها در سطح شرکت‌های تابعه و با ویژه نکات برجسته گردآوری شده از بازدیدهای کمیته بررسی امکان آبیگری و بهره‌برداری از سدهای مخزنی جدیدالاحداث می‌باشد که امید است برای مهندسان، کارشناسان و دست اندرکاران مهندسی سد در ایران سودمند واقع گردد. اینجانب از ساعی همکاری که در تألیف این مجموعه مشورت داشته‌اند قدردانی کرده و موفقیت و تداوم خدمات فنی و علمی ایشان را از درگاه ایزد متان آرزومندم.

محمد حاج رسولیها

مشاور وزیر نیرو

و مدیرعامل شرکت مدیریت منابع آب ایران

یکی از پارامترهای اصلی و اساسی در توسعه پایدار جوامع مختلف در کشورهای جهان، آب است. از این رو صنعت سدسازی در سالیان اخیر رونق فراوانی داشته و امروزه پیشرفت‌های قابل توجهی در مهندسی سدسازی، هم در سطح دنیا و هم در کشورمان، به دست آمده است. از طرف دیگر، با توجه به روند رو به رشد سدسازی و تعداد قابل توجه سدهای در حال بهره‌برداری و نیز پیچیدگی‌های فنی در بهره‌برداری، نگهداری، تعمیرات و کنترل ایمنی سد، دستورالعمل‌ها، راهنماها، فهرست‌های خدمات و ... نقش بسیار مهمی را در بهره‌برداری اصولی از این ابرسازه‌ها ایفا می‌نمایند.

مجموعه حاضر با عنوان "بازرسی تفصیلی سدهای خاکی" و به سفارش شرکت مدیریت منابع آب ایران (وزارت نیرو) و در راستای ارتقاء توان فنی کارشناسان کشورمان در زمینه بهره‌برداری از سدها، نگارش و تدوین شده است. شایان ذکر است که پیش از این، نشریه شماره ۲۱۶، با عنوان راهنمای بازرسی در سدهای بزرگ، توسط دفتر امور فنی و تدوین معیارها، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با هدف راهنمایی چگونگی بازرسی از سد و سازه‌های وابسته منتشر شده است. در نشریه ۱۶ کلیاتی در خصوص بازرسی از سدها و سازه‌های جانبی ارائه شده است، لیکن در خصوص چگونگی انجام بازرسی سدهای خاکی و سازه‌های وابسته، تنها به ذکر کلیات بسنده شده است. در کتاب حاضر، سعی شده است تا با هدف تکمیل و تسهیل نشریه یاد شده، نحوه بازرسی از سدهای خاکی و سازه‌های وابسته با جزئیات بیشتری ارائه شده و در صورت تصاویر مناسبی جهت راهنمایی چگونگی انجام بازرسی ارائه گردد.

این کتاب برای مهندسين فعال در زمینه صنعت سدسازی، شرکت‌های آب منطقه‌ای، شرکت‌های مهندسين مشاور رسته آب و سدسازی، افراد و ارگان‌هایی که با ایمنی سدها و سازه‌های وابسته به سدها، همچنين دانشجویان رشته مهندسی عمران و مهندسی آب در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد قابل استفاده خواهد بود. امید است که این اثر در جهت بهبود کیفی بازرسی فنی سدها مفید واقع شده و کارشناسان، اساتید و محققان با ارائه دیدگاه‌ها و نظرات ارزشمند خویش، ما را در تکمیل و ارتقاء کیفیت مطالب کتاب برای چاپ‌های بعدی یاری فرمایند. در این راستا مزید امتنان خواهد بود تا راهنمایی‌های خود را به رایانامه‌های f_imanshoar@yahoo.com یا akbari_paydar@yahoo.com ارسال فرمایید.

فهرست مطالب

۱	پیشگفتار	
۶	فصل اول: تعاریف	
۶	مقدمه	۱-۱
۶	احجام و ترازها	۲-۱
۶	حوضه آبریز و مخزن	۳-۱
۶	قطع عرضی و پروفیل و پلان	۴-۱
۶	اجزای سد	۵-۱
۶	اجزای بدنه	۶-۱
۱۱	اندازه‌ها	۷-۱
۱۳	فصل دوم: سدهای خاکی	
۱۳	مقدمه	۱-۲
۱۳	انواع سدهای خاکی	۲-۲
۱۳	تقسیم‌بندی از دیدگاه بدنه	۱-۲-۲
۱۶	تقسیم‌بندی از دیدگاه شرایط پی	۲-۲-۲
۱۴	نوع مناسب سد خاکی	۳-۲-۲
۱۷	مودهای خرابی در سدهای خاکی	۳-۲
۲۱	پایداری شیب‌ها در شرایط مختلف	۱-۳-۲
۲۲	نشست، تغییر شکل و ترک‌خوردگی	۲-۳-۲
۲۲	فرسایش سطحی	۳-۳-۲
۲۳	فرسایش داخلی و رگاب	۴-۳-۲
۲۴	پایداری پی	۵-۳-۲
۲۵	آمار خرابی در سدهای خاکی	۴-۲
۲۵	تأثیر نوع سد	۱-۴-۲
۲۵	تأثیر عمر سد	۲-۴-۲

فصل سوم: بازرسی و اهداف آن..... ۳۳

۳۳	تعریف بازرسی و هدف از آن.....	۱-۳
۳۳	گستره بازرسی‌ها.....	۲-۳
۳۴	انواع بازرسی‌ها.....	۳-۳
۳۴	بازرسی‌های معمولی (مستمر)- سطح یک.....	۱-۳-۳
۳۵	بازرسی‌های نیمه تخصصی (متناوب)- سطح دو.....	۲-۳-۳
۳۵	بازرسی‌های تخصصی (ویژه)- سطح سه.....	۳-۳-۳
۳۶	بازرسی‌های موردی.....	۴-۳-۳
۳۶	نواتر بازرسی‌ها.....	۴-۳
۳۹	تواتر بازرسی‌های معمولی (مستمر)- سطح یک.....	۱-۴-۳
۳۹	تواتر بازرسی‌های نیمه تخصصی (متناوب)- سطح دو.....	۲-۴-۳
۳۹	نواتر بازرسی‌های تخصصی (ویژه)- سطح سه.....	۳-۴-۳
۴۰	نواتر بازرسی‌های موردی.....	۴-۴-۳
۴۰	تیم بازرسی.....	۵-۳
۴۰	شرایط و سوابق کاری، زرسان در بازرسی‌های معمولی (مستمر)- سطح یک.....	۱-۵-۳
۴۰	شرایط و سوابق کاری، زرسان در بازرسی‌های نیمه تخصصی (متناوب)- سطح دو.....	۲-۵-۳
۴۱	شرایط و سوابق کاری بازرسان در بازرسی‌های تخصصی (ویژه)- سطح سه.....	۳-۵-۳
۴۲	شرایط و سوابق کاری بازرسان در بازرسی‌های موردی.....	۴-۵-۳
۴۳	ابزار و تجهیزات لازم برای بازرسی.....	۶-۳
۴۴	مسائل ایمنی.....	۷-۳
۴۵	مستندات پروژه.....	۸-۳
۴۸	مرور سوابق و اطلاعات پروژه.....	۹-۳
۴۸	سطح مرور اطلاعات در بازرسی‌های معمولی (مستمر)- سطح یک.....	۱-۹-۳
۴۸	سطح مرور اطلاعات در بازرسی‌های نیمه تخصصی (متناوب)- سطح دو.....	۲-۹-۳
۴۸	سطح مرور اطلاعات در بازرسی‌های تخصصی (ویژه)- سطح سه.....	۳-۹-۳
۴۹	مرور اطلاعات اولیه.....	۴-۹-۳
۴۹	مرور جامع اطلاعات.....	۵-۹-۳

۵۰.....	کسب اطلاعات از افراد مطلع.....	۶-۹-۳
۵۰.....	برنامه‌ریزی بازرسی.....	۱۰-۳
۵۱.....	شرایط بازرسی‌های اضطراری.....	۱۱-۳
۵۱.....	تعریف شرایط اضطراری.....	۱-۱۱-۳
۵۲.....	نحوه بازرسی در شرایط اضطراری.....	۲-۱۱-۳
۵۴.....	مستندسازی بازرسی‌ها.....	۱۲-۳
۵۴.....	فرم‌های بازرسی.....	۱-۱۲-۳
۵۵.....	ثبت موارد مهم به هنگام بازرسی.....	۲-۱۲-۳
۵۶.....	تدوین گزارش بازرسی.....	۳-۱۲-۳
۵۸.....	فصل چهارم: بازرسی از بخش‌های مختلف بدنه سد خاکی.....	
۵۸.....	مقدمه.....	۱-۴
۵۸.....	بخش‌های مختلف بدنه سد که باید مورد بازرسی قرار گیرد.....	۲-۴
۶۰.....	روش‌های بازرسی.....	۳-۴
۶۰.....	بازرسی از شیب‌ها.....	۱-۳-۴
۶۴.....	بازرسی از تاج سد.....	۲-۳-۴
۶۷.....	بازرسی از پایین‌ت و محل‌های نشست آب.....	۳-۳-۴
۶۸.....	بازرسی از گالری‌ها.....	۴-۳-۴
۶۹.....	موارد مخاطره‌آمیز در سدهای خاکی.....	۴-۴
۷۰.....	تراوش.....	۱-۴-۴
۸۸.....	ترک خوردگی.....	۲-۴-۴
۹۸.....	ناپایداری.....	۳-۴-۴
۱۰۲.....	فروچاله.....	۴-۴-۴
۱۰۴.....	گودافتادگی.....	۵-۴-۴
۱۰۷.....	حفاظت ناکافی از سطوح.....	۶-۴-۴
۱۱۳.....	فرسایش ناشی از رواناب.....	۷-۴-۴
۱۱۵.....	رویش نامناسب گیاهان.....	۸-۴-۴
۱۲۰.....	تجمع آشغال.....	۹-۴-۴
۱۲۰.....	لانه‌های حیوانات.....	۱۰-۴-۴

۱۲۴.....	فصل پنجم: بازرسی از سرریز و خروجی‌ها.....	
----------	--	--

۱-۵	مقدمه	۱۲۴
۲-۵	عملکرد سرریز و سازه‌های جانبی	۱۲۴
۳-۵	اهمیت سرریز و سازه‌های خروجی از دیدگاه ایمنی سد	۱۲۶
۴-۵	بخش‌های مختلف سرریز و سازه‌های خروجی	۱۲۷
۱-۴-۵	بخش‌های مختلف سرریز	۱۲۷
۲-۴-۵	بخش‌های مختلف سازه‌های خروجی	۱۲۳
۵-۵	مشکلات و ضعف‌های سرریز و سازه‌های خروجی	۱۳۴
۱-۵-۵	ضعف‌های مصالح و بازرسی این ضعف‌ها	۱۳۵
۲-۵-۵	انسداد	۱۵۲
۳-۵-۵	ناهمراستایی	۱۵۶
۴-۵-۵	مشکلات خاکریز و پی	۱۵۸
۵-۵-۵	تراوش	۱۵۸
۶-۵-۵	ضعف رهاکشی	۱۶۱
۶-۵	نحوه بازرسی بخش‌های مختلف سرریز و سازه‌های خروجی	۱۶۴
۱-۶-۵	کدام ورودی	۱۶۴
۲-۶-۵	سازه آبگیر	۱۷۲
۳-۶-۵	مقطع کنترل	۱۷۹
۴-۶-۵	اتاق دریچه‌ها و دریچه‌ها	۱۹۱
۵-۶-۵	بخش انتقال	۱۹۳
۶-۶-۵	تونل‌ها	۲۰۱
۷-۶-۵	بخش استهلاک انرژی	۲۰۳
۸-۶-۵	کانال برگشتی	۲۱۲

فصل ششم: بازرسی از پی، تکیه‌گاه‌ها و حاشیه مخزن

۱-۶	مقدمه	۲۱۵
۲-۶	بازرسی از پی و تکیه‌گاه‌ها	۲۱۵
۳-۶	موارد مخاطره‌آمیز در پی و تکیه‌گاه‌ها	۲۱۷
۱-۳-۶	تراوش	۲۱۷
۲-۳-۶	ناپایداری	۲۲۰
۴-۶	مشکلات مرتبط با بهره‌برداری و نگهداری	۲۲۸
۵-۶	بازرسی از حاشیه مخزن	۲۳۰

۲۳۲	موارد مخاطره آمیز در حاشیه مخزن	۶-۶
۲۳۲	لغزش	۱-۶-۶
۲۳۹	تراوش	۲-۶-۶
۲۴۰	واریزه ها	۳-۶-۶
۲۴۰	فرسایش	۴-۶-۶
۲۴۰	رسوبگذاری	۵-۶-۶

۲۴۲	فصل هفتم: بازرسی از تجهیزات ابزار دقیق	
۲۴۲	مقدمه	۱-۷
۲۴۲	اهمیت ابزار دقیق در سدهای خاکی	۲-۷
۲۴۲	پارامترهای قابل اندازه گیری توسط ابزار دقیق در سدهای خاکی	۳-۷
۲۴۴	بازرسی جدول در سدهای خاکی	۴-۷
۲۴۴	ابزار اندازه گیری تراز آب	۱-۴-۷
۲۴۵	ابزار اندازه گیری فشار آب	۲-۴-۷
۲۵۰	ابزار اندازه گیری تنش کل	۳-۴-۷
۲۵۲	ابزار اندازه گیری تنش شکل	۴-۴-۷
۲۵۹	ابزار اندازه گیری تراوش آب	۵-۴-۷
۲۶۲	ابزار اندازه گیری درز و تپ	۶-۴-۷
۲۶۵	ابزار اندازه گیری فعالیت های لرزه ای	۷-۴-۷
۲۶۸	ابزار اندازه گیری شرایط آب و هوا	۸-۴-۷
۲۶۹	سیستم قرائت مرکزی	۹-۴-۷
۲۷۰	نگهداری از ابزار دقیق	۵-۷
۲۷۲	کالیبراسیون ابزار دقیق	۶-۷
۲۷۲	فرسودگی و پیرشدگی ابزار دقیق	۷-۷
۲۷۵	بازرسی از ابزار دقیق	۸-۷
۲۷۵	اهمیت بازرسی	۷-۸-۱
۲۷۵	بخش هایی که باید بازرسی گردد	۲-۸-۷
۲۷۶	موارد مهم در بازرسی ها	۳-۸-۷
۲۸۱	نمونه هایی مخاطرات مربوط به ابزار دقیق	۴-۸-۷

۲۸۷	فصل هشتم: بازرسی از تجهیزات هیدرومکانیکال	
-----	---	--

۲۸۷.....	مقدمه.....	۱-۸
۲۸۷.....	کلیات.....	۲-۸
۲۸۸.....	تجهیزات هیدرومکانیکال اصلی سدها.....	۳-۸
۲۸۸.....	آبگیر آبیاری و یا آب شرب.....	۱-۳-۸
۲۹۴.....	آبگیر نیروگاه.....	۲-۳-۸
۲۹۵.....	سرریز دریچه‌دار.....	۳-۳-۸
۲۹۸.....	موارد مخاطره‌آمیز تجهیزات هیدرومکانیکال.....	۴-۸
۲۹۸.....	آبگیر آبیاری و آب شرب.....	۱-۴-۸
۳۰۰.....	آبگیر نیروگاه.....	۲-۴-۸
۳۰۰.....	سرریز.....	۳-۴-۸
۳۰۱.....	بازرسی بخش‌های مختلف.....	۵-۸
۳۰۱.....	تخلیه‌کننده‌ها.....	۱-۵-۸
۳۰۳.....	سرریز دریچه‌دار.....	۲-۵-۸
۳۰۴.....	تجهیزات تأمین انرژی و ارتباط از راه دور.....	۳-۵-۸
۳۱۴.....	پیوست: نمونه فرم‌های بازرسی در سدها.....	
۳۲۶.....	مراجع.....	