

ابزار دقیق سدهای خاکی

جلد دوم

نویسندگان:

عباس سعیدی نیا، حسین اکبری، ابراهیم سالمی
صحمدرضا رسولی قهرودی، مرتضی اسدی درباغی
به سرپرستی سید محمد

ویراستار علمی:

حسن یازرلو



وزارت نیرو
فرارگاه سازند خاکی



شرکت مهندسی سپاسد
SEPASAD ENGINEERING CO.

عنوان و نام پدیدآور	ابزار دقیق سدهای خاکی / نویسندگان عباس سعیدی-تقیآ ... [و دیگران]؛ به سرپرستی سعید محمد؛ ویراستار علمی حسن یازرلو.
مشخصات نشر	تهران: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی. قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء (ص)، قرب مرکز، ۱۳۹۲ ج.
مشخصات ظاهری	فروست
شابک	... سری کتب شرکت مهندسی سپاسد؛ ۵. شابک ۱۰۰۰۰۰ ریال: ج. ۲: 978-600-6741-08-6
وضعیت فهرست‌نویسی	فیا
یادداشت	فهرست‌نویسی براساس جلد دوم؛ ۱۳۹۲.
یادداشت	نویسندگان عباس سعیدی‌نیا، حسین اکبری، ابراهیم سالمی، محمدرضا رسولی قهرودی، مرتضی اسدی.
یادداشت	چاپ قبلی: انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۸۹.
موضوع	سدهای خاکی
شناسه افزوده	سعیدی‌نیا، عباس، ۱۳۳۳-
شناسه افزوده	یازرلو حسن، ویراستار
شناسه افزوده	سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، قرارگاه سازندگی خاتم‌الانبیاء (ص)، قرب مرکز
رده‌بندی کنگره	ی ۱۳۹۰ الف/ TC۵۴۳
رده‌بندی دبوی	۶۱۷/۸۲
شماره کتابشناسی ملی	۳۲۸۸۹۰۲

ابزار دقیق سدهای خاکی (جلد دوم)

نویسندگان: عباس سعیدی‌نیا، حسین اکبری، ابراهیم سالمی،

محمدرضا رسولی قهرودی، مرتضی اسدی دریاغی

به سرپرستی سعید محمد

چاپ نخست: ۱۳۹۲؛ شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۱۰۰۰۰۰ ریال

چاپ و نظارت: امید انقلاب

ناظر فنی: ارتباطات و روابط بین الملل سپاسد

شابک: دوره: ۴-۲۱۵-۱۲۱-۶۰۰-۹۷۸؛ ج. ۲: ۶-۰۸-۶۷۴۱-۶۰۰-۹۷۸

دفتر مرکزی شرکت مهندسی سپاسد: میدان ونک، ابتدای خیابان ملاصدرا، نبش خیابان شاد، پلاک ۱۱

تلفن: ۴-۸۸۶۴۳۷۵۰ (۰۲۱)؛ نمابر: ۸۸۶۴۳۷۰۰ (۰۲۱)؛ کدپستی: ۱۴۳۵۷۶۳۳۱۱

www.sepasad.ir

Email: info@sepasad.ir

نشانی وبگاه:

برقع الله الذين آمنوا منكم و الذين اوتوا العلم درجات
خداوند مقام اهل ايمان و دانشمندان عالم را در دو جهان رفيع مي گرداند.

«سوره مبارکه مجادله آيه ۱۱»

سخن ناشر

يکي از راه‌هاي کمال و نزديکي به ذات مقدس الهي کسب علم و دانش است. علمي که به تعبير استاد شهيد- دکتر مرتضي مطهری- زيبايي عقل است؛ علمي که انسان خداجو در آن نشانه‌هاي معبود را مي جويد؛ علمي که هر چه فرونشر مي شود، صاحب آن را به خداوند جان و خرد نزديکتر مي کند.

دانش و تجربه سازمان‌ها در زمره گرانهارين سرمايه‌هاي آنها محسوب مي شود. به تبع آن ثبت، نگهداري، توسعه و به کارگيري مطالب و هافمند اين دانش امری ضروري است و به همين دليل است که توجه بسياري از مراکز علمي جهان - به ويژه فني مهندسي - را معطوف خود ساخته است.

شرکت مهندسي سپاسد نيز در راستاي رسالت خود در امر خدمت به جامعه علمي و انتشار دانش کسب شده، و با فصل الخطاب قراردادن فرمايش مقام معظم رهبري در خصوص ثبت دانش، که مي فرمايند: "همچنان که شاهد بوديم، بعضي از بخش‌ها تجربيات فني را کتاب مي کنند و نگه مي دارند، اين دانش بايستي نهادينه و ثبت گردد و براي آينده محفوظ بماند"، تهيه و تدوين تجارب خود را در دستور کار قرار داده اند. اين شرکت مهندسي با بيش از دو دهه تجربه گران سنگ در زهينه اجرای پروژه هاي عظيم ملي بر آن شده است تا تجربه و دانش متخصصان خود را در اختيار مجمع هاي علمي، استادان دانشگاهي و پژوهشگران علاقه مند به اين مباحث قرار دهد. بديهي است که در اين ارتباط شکاف ميان مباحث تئوري آکادميک و مباحث عملي و کارگامي کمتر مي شود.

در پايان با سپاس از زحمات دست اندرکاران و همکاران محترم در تحقق اين مهم، اميد است مجموعه تلاش هاي صورت گرفته مورد رضاي خداوند متعال - صاحب لوح و قلم - و امام عصر(عج) و استادان محترم علم و فن قرار گيرد.

پیشگفتار

سدها از نظر اقتصادی و فناوری بخشی از سرمایه ملی یک کشور محسوب می‌شوند. شکست یک سد به معنای تخلیه جریان بارندگی چندین ساله حوزه آبریز آن خواهد بود. موضوع کنترل پایداری سدها، صرف‌نظر از جنبه اقتصادی آنها، از آنجا که با جان ساکنان حوزه پایین دست ارتباط دارد، اهمیت مضاعف می‌یابد. بی‌توجهی به این امر متأسفانه به قیمت پذیرش حوادث و تجارب تلخ و بعضاً غیرقابل جبران می‌انجامد. از این رهگذر است که امر حفاظت از سازه‌های مشابه و کنترل پایداری آنها موضوعیت خاص می‌یابد. قبول چنین ناملایماتی معمولاً در سایه ساده‌انگاری به پدیده‌های به ظاهر پیش پا افتاده و تا حدودی نامألوس قلمداد می‌شود. با قاطعیت می‌توان گفت که بیشتر حوادث این چنینی از هفته‌ها یا ماه‌ها قبل به صورت‌های مختلف نمایان و به تدریج گسترش یافته‌اند. در این باره تجزیه و تحلیل واقع‌بینانه اطلاعات موجود، بررسی علم و معلول‌ها و چاره‌سازی برخورد با عوامل ناپایداری منجر به طراحی و ساخت تجهیزات رفتارنگاری به نام ابزار دقیق شده است.

شرکت مهندسی سپاسد با تکیه بر توان متخصصان داخل کشور و با استفاده از فناوری روز دنیا از سال ۱۳۷۴ تجربه نصب ابزار دقیق در سدهای بزرگی مانند سد مخزنی کرخه بزرگترین سد تاریخ ایران، و سد گتوند (بلندترین سد خاکی کشور عزیزمان) را به دست آورده و گامی بلند در بهینه‌سازی نصب و بهره‌برداری ابزار دقیق در کشور برداشته است.

با روند روزافزون ساخت سدهای خاکی در کشور و بروز برخی مشکلات اجرایی، ضرورت تدوین روش اجرای ابزار دقیق و بومی‌سازی آن متناسب با شرایط موجود در کشور در پروژه‌های عمرانی احساس شد. از این رو با هدف ثبت، انتقال و ارتقای تجارب، شرکت مهندسی سپاسد تصمیم گرفت نسبت به گردآوری و انتشار تجربیات خود اقدام کند. آنچه پیش رو دارید بخشی از تجارب این شرکت درخصوص ابزار دقیق سدهای خاکی و سنگریزه‌ای است که ضمن بررسی و شناسایی عوامل مؤثر در پایداری سدها، ابزار دقیق رایج در سدهای مذکور معرفی و به اختصار درخصوص شیوه‌های نصب و نگهداری آن مورد بررسی قرار گرفته است.

در اینجا برخود لازم می‌دانیم از تمام عزیزانی که در همه سطوح شرکت مهندسی سپاسد در این بخش کمک کرده‌اند، به ویژه کارشناسان و تکنیسین‌هایی که وظیفه نصب و قرائت ابزار دقیق را در پروژه‌های شرکت به عهده داشته‌اند، تشکر و قدردانی کنیم.

مقدمه

کتابی که پیش رو دارید جلد دوم کتاب ابزار دقیق سدهای خاکی است که با نگرش به روش‌های عملی و اجرایی تهیه و تنظیم شده است. در تألیف کتاب تلاش بر این بوده است که خواننده پس از آشنایی با ابزارهای ژئوتکنیکی مورد استفاده در سدهای خاکی، نحوه صحیح ارزیابی و انتخاب ابزار، روش‌های متداول نصب، راه‌اندازی سیستم کنترل مرکزی و نگهداری و حفاظت از آنها را، که اطلاع آن برای مهندسین علاقه‌مند به این رشته ضرورت دارد، مطالعه کند. در تمام فصل‌ها سعی شده است مطالب به زبان ساده بیان شود تا خوانندگان محترم بتوانند پس از مطالعه، اصول و کاربرد ابزارها را استنتاج و در تدوین روش‌های اجرایی استفاده کنند.

جلد دوم کتاب مشتمل بر ۸ فصل به ترتیب زیر است:

در فصل نخست در ادامه توضیحات فصل ششم جلد اول کتاب ابزار دقیق درخصوص ابزار اندازه‌گیری حرکات سد و ابزار کشیدگی سنج معرفی شده است. در فصل دوم ابزار متداول برای نصب در گالری‌های بازرسی به طور مختصر توضیح داده شده است.

فصل سوم با عنوان لرزه‌سنجی و شبانگاری، پارامترهای لرزه‌ای و انواع لرزه‌های مهم برای یک سد خاکی شرح داده شده است. سپس برای درک رفتار و جلوگیری از آسیب به سازه سد نحوه نصب و راه‌اندازی دستگاه‌های مربوطه توضیح داده شده است. در فصل چهارم ابزار مربوط به اندازه‌گیری نشست و تراوش در بدنه سد خاکی و اطراف آن را به اختصار مورد بررسی قرار داده است.

در یک پروژه سدسازی تعداد زیادی ابزار در سطح گسترده‌ای از آن در طول محور، بالادست و پایین‌دست و در ترازهای مختلف از پی تا تاج سد نصب می‌شود. اطلاعات ثبت شده از حسگر ابزار الکتریکی مدفون کابل‌های متصل به آنها انتقال داده می‌شود که در فصل پنجم با کابل‌کشی و نحوه راه‌اندازی سیستم کنترل مرکزی برای قرائت اتوماتیک ابزار و انتقال اطلاعات ابزار ژئوتکنیکی آشنا خواهید شد.

در فصل ششم به اختصار معیارهای مؤثر ارزیابی کیفی برای تعیین شرکت‌های سازنده ابزار دقیق اشاره شده است. در واقع برای ارزیابی صحیح باید نکات ارائه شده به طور مفصل و در جایی دیگر مورد بحث قرار گیرند.

در فصل هفتم به موضوع تست و کالیبراسیون ابزار دقیق پرداخته شده است. استفاده از ابزار دقیق برای سنجش پارامترهای مؤثر و کنترل پایداری نیازمند اطمینان از عملکرد خود ابزارهای مورد استفاده است، بنابراین برای کسب اعتماد به نتایج آنها باید آزمایش‌های کارخانه سازنده و حین تولید و همچنین کالیبره بودن دستگاه‌های ابزار دقیق مورد توجه قرار گیرد که به آن پرداخته شده است.

پس از تهیه و نصب ابزارهای سد، نگهداری و حفاظت از آنها، به ویژه در حین ساخت، بسیار مهم است و از این رو فصل هشتم دربارهٔ انبارداری و حفاظت و نگهداری از ابزار دقیق بحث شده است.

مطالب این کتاب در پاره‌ای از موارد ممکن است دچار اشکالاتی باشد. در این خصوص از تمامی متخصصان و کارشناسان دست‌اندرکار دعوت می‌شود تا نقطه نظرات خود را که در پربارتر کردن مباحث مندرج در کتاب کمک خواهد کرد، به شرکت مهندسی سپاسد ارسال کنند تا در چاپ‌های بعدی با ذکر نام این عزیزان مورد استفاده قرار گیرد.

فهرست

۱۳	فصل اول: اندازه‌گیری تغییر شکل (کشیدگی سنج خاکریز).....
۱۳	۱-۱ مقدمه.....
۱۴	۲-۱ نحوه عملکرد کشیدگی سنج.....
۱۵	۳-۱ نصب کشیدگی سنج خاکریز.....
۲۱	فصل دوم: ابزار گالری‌های بازرسی.....
۲۱	۱-۲ کلیات.....
۲۱	۲-۲ کنترل زه.....
۲۲	۳-۲ گمانه‌های کاهش فشار.....
۲۳	۴-۲ جابه‌جایی قائم و نشست زیرزمینی.....
۲۵	۵-۲ درزسنج‌ها.....
۲۶	۱-۵-۲ درزسنج تک‌بعدی.....
۲۷	۲-۵-۲ درزسنج سه‌بعدی.....
۲۸	۶-۲ ترک‌سنج.....
۳۱	فصل سوم: لرزه‌سنجی و شتابنگاری.....
۳۱	۱-۳ مقدمه.....
۳۲	۲-۳ شتابنگاری.....
۳۴	۱-۲-۳ عوامل مؤثر برای نصب شتابنگار.....
۳۵	۲-۲-۳ محل نصب شتابنگارها.....
۳۷	۳-۲-۳ جانمایی نصب شتابنگارها.....
۳۹	۴-۲-۳ اجزای شتابنگاری.....
۴۶	۵-۲-۳ نصب شتابنگار.....
۵۱	۳-۳ لرزه‌نگار.....
۵۱	۱-۳-۳ امواج لرزه‌ای.....

۵۲.....	۲-۳-۳ لرزه‌نگار انفجار
۵۵.....	۳-۳-۳ شناسایی کانون زلزله
۵۶.....	۴-۳-۳ زمین لرزه‌های القایی ناشی از مخازن (CRIS)
۵۷.....	۵-۳-۳ شبکه لرزه‌نگاری
۶۰.....	۶-۳-۳ چگالی ایستگاه‌های شبکه
۶۱.....	۷-۳-۳ نصب لرزه‌نگارها
۶۷.....	فصل چهارم: ارزیابی تراوش آب
۶۷.....	۱-۴ کلیات
۶۸.....	۲-۴ سفره‌های آب زیرزمینی
۶۹.....	۳-۴ فشار بالا بر
۶۹.....	۴-۴ ارزیابی تراوش
۷۱.....	۵-۴ اندازه‌گیری دبی و نشست آب
۷۲.....	۱-۵-۴ جمع‌آوری آب در گالری و تونل
۷۳.....	۲-۵-۴ روش‌های اندازه‌گیری آب‌های نشی و زهکشی
۸۷.....	فصل پنجم: راه‌اندازی سیستم کنترل مرکزی ابزار دقیق و کابل کشی ابزار الکتریکی
۸۷.....	۱-۵ کابل ابزار دقیق
۹۰.....	۲-۵ کابل کشی
۹۰.....	۱-۲-۵ شیوه‌های انتقال کابل به سنسلاگ
۹۲.....	۲-۲-۵ نصب و انتقال کابل در خاکریز
۹۵.....	۳-۲-۵ انتقال کابل از درون گمانه به یک ترانسه افقی
۹۶.....	۴-۲-۵ انتقال قائم کابل در خاکریزی
۹۷.....	۳-۵ اتصال کابل‌ها
۱۰۰.....	۴-۵ بروز خطا در قرائت ابزار نصب‌شده
۱۰۱.....	۵-۵ محافظت کابل در برابر صاعقه
۱۰۱.....	۶-۵ راه‌اندازی سیستم کنترل مرکزی
۱۰۲.....	۱-۶-۵ مشخصات سیستم ثبت اطلاعات خودکار و قرائت مرکزی
۱۰۳.....	۲-۶-۵ شیوه‌های عمومی جمع‌آوری اطلاعات
۱۰۵.....	۳-۶-۵ اتصال کابل ابزار دقیق به اتاق کنترل
۱۰۵.....	۴-۶-۵ جعبه اتصال
۱۰۶.....	۵-۶-۵ مولتی‌پلکس

۶-۶-۵ سنسلاگ	۱۰۷
فصل ششم: معیارهای مؤثر ارزیابی کیفی برای تعیین شرکت‌های سازنده ابزار دقیق	۱۱۱
فصل هفتم: تست و کالیبراسیون	۱۲۱
۱-۷ کالیبراسیون و خطا	۱۲۱
۱-۱-۷ کالیبراسیون پیزومتر	۱۲۳
۲-۱-۷ کالیبراسیون سلول فشار کل در سدهای خاکی	۱۲۵
۲-۷ آزمایش‌های ابزار الکتریکی در کارگاه	۱۲۸
۱-۲-۷ آزمایش سالم بودن مدارهای الکتریکی در انبار	۱۲۹
۲-۲-۷ قرائت‌های کترلی	۱۲۹
۳-۲-۷ آزمایش عملکرد ابزار قبل از نصب	۱۲۹
۳-۷ روش‌های آزمایش ابزار دقیق در کارخانه سازنده	۱۳۳
۱-۳-۷ روند آزمایش و نتایج	۱۳۳
فصل هشتم: انبارداری و حفاظت از ابزار دقیق	۱۶۵
۱-۸ انبارداری	۱۶۵
۱-۱-۸ شرایط نگهداری تجهیزات ابزار دقیق	۱۶۷
۲-۱-۸ زنگ‌زدگی	۱۷۰
۲-۸ نگهداری از ابزار نصب‌شده	۱۷۳
مراجع	۱۷۷