

مهندسی ژئوتکنیک در سدهای خاکریز

رابین فل
پاتریک مک گرگور
دیوید استاپلدون

ترجمه کردان

هومن حیدریان

مهندسین مشاور پارس

۱۳۸۹

انتشارات آوند اندیشه

سرشناسه	: فل، رابین، Fell, Robin
عنوان و نام پدیدآور	: مهندسی ژئوتکنیک در سدهای خاکریز / رابین فل، پاتریک مک گرگور، دیوید استاپلدون، برگردان: هومن حیدریان.
مشخصات نشر	: شیراز: آوند اندیشه، ۱۳۸۹
مشخصات ظاهری	: ۵۱۴ ص. مصور، جدول، نمودار.
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۵۶۳۱-۱۶-۶ : ۱۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی:	فیا
یادداشت	: عنوان اصلی: Geotechnical Engineering of Embankment Dams, 1992
موضوع	: زمین شناسی مهندسی
موضوع	: خاک -- مکانیک
موضوع	: سنگ ها -- مکانیک
موضوع	: سدهای خاکی -- طرح و ساختمان
شناسه افزوده	: مک گرگور، پاتریک
شناسه افزوده	: MacGregor, Patrick
شناسه افزوده	: استاپلدون، دیوید
شناسه افزوده	: Stapledon, David
شناسه افزوده	: حیدریان، هومن، ۱۳۵۲- . مترجم.
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۹ م ۹ ف ۸ / ۷۰۵ Ta
رده بندی دیویی	: ۶۲۴/۱۵۱
شماره ی کتابشناسی ملی:	۲۱۷۳۴۱۷

مهندسی ژئوتکنیک در سدهای خاکریز
 رابین فل / پاتریک مک گرگور / دیوید استاپلدون
 ترجمه ی هومن حیدریان
 چاپ اول / ۱۳۸۹ / ۲۰۰۰ نسخه / چاپ دنیا
 لیتوگرافی: پردیس / کتاب آرای و طرح جلد: انتشارات آوند اندیشه
 شابک: ۶-۱۶-۵۶۳۱-۶۰۰-۹۷۸ / قیمت: ۱۰۰۰۰ تومان

شیراز، بلوار بعثت، بعثت ۴۵.
 شماره ۶۷، تلفن: ۰۹۱۷۷۰۰۲۰۷۴



مراکز پخش شیراز: خوارزمی ۲۳۳۵۲۹۶ / شهر کتاب ۲۳۰۶۹۰۷
 مراکز پخش تهران: انتشارات نوپردازان ۶۶۴۹۴۴۰۹ / پخش کتاب ویستا ۶۶۴۸۴۹۵۷

www.ketab.ir

شرکت مهندسی مشاور

پاراب فارس

PARAB FARSE

PARAB FARSE CONSULTING ENG CO



این کتاب با همکاری

شرکت مهندسی مشاور پاراب فارس

تهیه شده است.

شیراز، بلوار چمران، روبه روی استخر انقلاب، نبش کوچه ی ۱۳

تلفن: ۰۷۱۱-۶۲۷۹۸۵۷-۰۷۱۱-۶۲۷۹۸۵۹-۰۷۱۱-۶۲۷۹۸۵۹

www.parabfars.ir mail@parabfars.ir

بیش گفتار پاراناب فارس

شرکت مهندسی مشاور پاراناب فارس با پشتوانه ۲۰ سال دانش تخصصی و تجربه فنی و با تکیه بر حسن اعتماد کارفرمایان در قلمرو صنعت آب، ارائه‌دهنده خدمات مهندسی در زمینه‌ی توسعه‌ی منابع آب و سدسازی، شبکه‌های آبیاری و زهکشی، مهندسی رودخانه، خطوط انتقال آب، تأسیسات آب و فاضلاب و آب‌های سطحی است.

این مشاور در راستای گسترش فعالیت‌های علمی و فرهنگی وظیفه‌ی خود می‌داند تا با حمایت و مشارکت کارشناسان و پژوهش‌گران نسبت به ارائه مقالات علمی و چاپ کتاب‌های ارزشمند و مورد نیاز این صنعت اقدام کند.

کتاب حاضر در سال ۱۹۹۲ میلادی توسط سه تن از اساتید دانشگاه New South Wales استرالیا نوشته شد و مرجع اصلی بسیاری از کتاب‌های دیگر تخصصی در موضوع سدهای خاکریز قرار گرفت. هر یک از نویسندگان این کتاب، در گزینیه‌یابی، طراحی، اجرا و علاج‌بخشی سدها در سطح بین‌المللی، بیش از ۴۰ سال تجربه دارند. این تجربه‌ها، همراه با تحقیقات و فعالیت‌های دانشگاهی نویسندگان، سبب شده است تا کتاب حاضر تلفیقی از "دانش" و "تجربه" مهندسی ژئوتکنیک در سدهای خاکریز باشد. مباحث کاربردی این کتاب برای مهندسین عمران، ژئوتکنیک و زمین‌شناسی مهندسی ارزشمند هستند و می‌توانند به عنوان یک مرجع درسی برای دانشجویان دوره‌ی کارشناسی و کارشناسی ارشد استفاده شود.

مترجم کتاب با تحصیلات کارشناسی ارشد ژئوتکنیک از دانشگاه صنعتی شریف، تلاش نموده است تا با ارائه ترجمه‌ای فنی و روان، کتابی سودمند و جامع را به خوانندگان محترم عرضه کند و در این راستا، از تجربه تدریس خود در دانشگاه‌ها و همچنین تجربه‌ی مهندسی خود در مشاورین ژئوتکنیک و سدسازی بهره برده است. ایشان با هماهنگی و تعامل با این مهندسین مشاور سعی نموده است تا بر غنای علمی این اثر بیفزاید و سایر مشاورین همکار را به چالش علمی در نهضت ترجمه یا تالیف کتاب‌های تخصصی و کاربردی فرا بخواند.

شرکت مهندسی مشاور پاراناب فارس

آذرماه ۸۹

پیش‌گفتار مترجم

بی‌شک، انگیزه یک مترجم برای ترجمه یک کتاب، شاخص مهمی برای ارزیابی محتویات کتاب خواهد بود. ترجمه کتاب حاضر با انگیزه انتقال تجربیات ارزشمند "مهندسی ژئوتکنیک در سدهای خاکریز" به مشاورین و متولیان سدسازی بوده است. شروع ترجمه این کتاب به زمانی بازمی‌گردد که مترجم به‌عینه شاهد به‌کارگیری روش آزمون و خطا توسط متولیان سدسازی در مسایلی بود که به‌روشنی راه کار آن‌ها در این کتاب تشریح شده بود. هرچند ترجمه این کتاب به‌علت فعالیت تخصصی مترجم در سایر رده‌های ژئوتکنیکی به‌صورتی غیرمتعارف به‌طول انجامید، سرانجام با کمال تأسف هیچ کتاب جایگزینی در طول دوره ترجمه این کتاب، به بازار کتاب‌های مهندسی عرضه نشد. با چشم‌پوشی از انگیزه‌های مالی ترجمه این کتاب که قطعاً حکایت "خسر الدنیا" است، امید است خواندن این کتاب و به‌کارگیری مطالب آن در پروژه‌های مهندسی، مترجم را مشمول مصداق "خسر الاخره" نسازد.

مشابه با دیگر ترجمه‌های این جانب، تشکر ویژه خود را از دوست ارزشمند و ناشر توانای کتاب، جناب آقای فتحی لقمان، اعلام می‌دارم و از شرکت مهندسی مشاور پارس‌فارس و همکاران عزیزم در این مجموعه‌ی مهندسی، برای همه‌ی مساعدت‌ها و زحمات‌های ایشان قدردانی می‌کنم. با سپاس از همدلی و همراهی همسرم، ترجمه این کتاب را پاسخی کوچک به محبت‌هایش می‌دانم.

هومن حیدریان

پاییز ۱۳۸۹

فصل اول / سدهای خاکریز، بخش‌های مختلف، انتخاب نوع سد

۱-۱. انواع سدهای خاکریز، مزایا و محدودیت‌ها.....	۱۹
۱-۱-۱. علل و تعدد خرابی سدها.....	۱۹
۱-۱-۲. پیامدهای خرابی سد.....	۲۱
۱-۱-۳. گزینه‌های مختلف سدهای خاکریز.....	۲۱
۲-۱. بخش‌های مختلف و مصالح مورد استفاده در سدهای خاکریز.....	۲۷
۱-۲-۱. اصول کلی.....	۲۷
۲-۲-۱. مثال‌هایی از طرح سدهای خاکریز.....	۳۰
۳-۱. انتخاب نوع سد.....	۳۹
۱-۳-۱. مصالح مورد استفاده.....	۳۹
۲-۳-۱. وضعیت پی.....	۴۲
۳-۳-۱. آب و هوا.....	۴۴
۴-۳-۱. توپوگرافی و موقعیت سازه‌های جنبی.....	۴۴
۵-۳-۱. ساخت مرحله‌ای.....	۴۵
۶-۳-۱. مدت زمان اجرا.....	۴۵

فصل دوم / برنامه‌ریزی، انجام و گزارش شناسایی‌های ژئوتکنیکی

۱-۲. طرح پرسش‌های مناسب.....	۴۹
۱-۱-۲. پرسش‌های ژئوتکنیکی.....	۴۹
۲-۱-۲. پرسش‌های زمین‌شناسی.....	۵۱

- ۲-۲. نقش اطلاعات ژئوتکنیکی در مراحل مختلف یک پروژه ۵۳
- ۳-۲. رویکرد رفت و برگشتی در شناسایی ساختگاه سد ۵۴
- ۴-۲. مطالعات منطقه‌ای و محلی ۵۶
- ۱-۴-۲. مطالعات کلی منطقه‌ای ۵۶
- ۲-۴-۲. مطالعات نیمه تفصیلی و تفصیلی ۵۷
- ۵-۲. گزارش مطالعات ۵۸
- ۶-۲. زمان‌بندی و تأمین اعتبار مطالعات ژئوتکنیکی ۵۸

فصل سوم / تکنیک‌های شناسایی ساختگاه سد

- ۱-۳. نقشه‌برداری و نقشه‌های توپوگرافی ۶۳
- ۲-۳. تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی ۶۴
- ۱-۲-۳. تفسیر تصاویر ماهواره‌ای ۶۴
- ۲-۲-۳. تفسیر عکس‌های هوایی ۶۴
- ۳-۳. نقشه‌های ژئوتکنیکی ۷۰
- ۱-۳-۳. استفاده از گزارش‌ها و نقشه‌های موجود ۷۰
- ۲-۳-۳. نقشه‌های ژئوتکنیکی ۷۱
- ۴-۳. روش‌های ژئوفیزیکی ۷۶
- ۱-۴-۳. شکست لرزه‌ای - موج فشاری ۷۷
- ۲-۴-۳. شکست لرزه‌ای - موج برشی ۷۹
- ۳-۴-۳. بازتاب لرزه‌ای ۷۹
- ۴-۴-۳. روش‌های الکتریکی ۷۹
- ۵-۴-۳. رادار زمینی ۸۰
- ۶-۴-۳. امواج الکترومغناطیس انتقالی ۸۰
- ۷-۴-۳. پیمایش درون چاهی ژئوفیزیکی ۸۰
- ۵-۳. چاهک‌های آزمایشی و ترانشه‌ها ۸۱
- ۱-۵-۳. چاهک آزمایشی ۸۱
- ۲-۵-۳. ترانشه‌ها ۸۳

۸۴.....	۳-۶. دالان‌های افقی و قائم.....
۸۴.....	۳-۷. گمانه‌ها.....
۸۴.....	۳-۷-۱. تکنیک‌های حفاری و کاربرد آن‌ها.....
۸۸.....	۳-۷-۲. حفاری با مته مارپیچ.....
۹۱.....	۳-۷-۳. حفاری ضربه‌ای.....
۹۳.....	۳-۷-۴. حفاری دورانی.....
۹۸.....	۳-۸. نمونه‌گیری.....
۹۸.....	۳-۸-۱. نمونه‌های خاک.....
۹۹.....	۳-۸-۲. نمونه‌های سنگ.....
۱۰۲.....	۳-۹. آزمایش‌های برجا.....
۱۰۲.....	۳-۹-۱. آزمایش‌های برجا در خاک.....
۱۰۵.....	۳-۹-۲. آزمایش‌های برجا در سنگ.....
۱۰۶.....	۳-۱۰. آب زیرزمینی.....
۱۰۷.....	۳-۱۱. آزمایش‌های نفوذپذیری برجا در خاک.....
۱۰۸.....	۳-۱۲. آزمایش‌های نفوذپذیری برجا در سنگ.....
۱۰۸.....	۳-۱۲-۱. لوژون و نفوذپذیری معادل در سنگ.....
۱۱۰.....	۳-۱۲-۲. روش انجام آزمایش.....
۱۱۲.....	۳-۱۲-۳. انتخاب مقطع آزمایش.....
۱۱۲.....	۳-۱۲-۴. تجهیزات آزمایش.....
۱۱۶.....	۳-۱۲-۵. روش انجام آزمایش.....
۱۱۷.....	۳-۱۲-۶. ارزیابی و تفسیر نتایج.....
۱۱۸.....	۳-۱۳. خطاها و کاستی‌های متداول در مطالعات ژئوتکنیکی.....

فصل چهارم / آزمون‌های آزمایشگاهی و محدودیت‌های آن‌ها

۱۲۵.....	۴-۱. مقاومت برشی خاک‌ها.....
۱۲۶.....	۴-۱-۱. پارامترهای تنش مؤثر یا زهکشی شده‌ی خاک‌ها- تعاریف.....
۱۲۹.....	۴-۱-۲. مقاومت پسماند.....

- ۱-۳. انتخاب نوع مقاومت خاک در مسایل طراحی ۱۳۱
- ۱-۴. روش‌های انجام آزمایش سه‌محوری و خطاهای متداول ۱۳۴
- ۴-۵. آزمایش سه‌محوری بر روی خاک‌های ترک‌دار ۱۴۱
- ۴-۶. تعیین ضرایب A و Skempton B در آزمایش سه‌محوری ۱۴۵
- ۴-۷. آزمایش برش مستقیم و برش حلقه‌ای ۱۴۶
- ۴-۸. مقایسه مقاومت برشی پسماند در محل با نتایج مقاومت برشی پسماند در دو
آزمایش برش مستقیم و برش حلقه‌ای ۱۵۰
- ۴-۹. ارتباط زاویه اصطکاک پسماند یک خاک با دیگر ویژگی‌های آن ۱۵۴
- ۴-۲. مقاومت برشی سنگ‌ها ۱۵۵
- ۴-۱-۲. پارامترهای مقاومت برشی سنگ‌ها - تعاریف ۱۵۶
- ۴-۲-۲. آزمون‌های آزمایشگاهی بر روی ناپیوستگی‌های سنگی ۱۵۸
- ۴-۲-۳. آزمون‌های صحرایی و آزمایشگاهی تعیین مقاومت ماده سنگ ۱۶۰
- ۴-۳. نفوذپذیری خاک‌ها ۱۶۳
- ۴-۱-۳. روش‌های مختلف انجام آزمایش نفوذپذیری ۱۶۷
- ۴-۲-۳. روش‌های غیرمستقیم تعیین ضریب نفوذپذیری ۱۶۹
- ۴-۳-۳. تأثیر نمونه‌گیری ضعیف در تخمین ضریب نفوذپذیری آزمایشگاهی ۱۷۱

فصل پنجم / طراحی، جزییات و اجرای فیلترها

- ۵-۱. تعاریف و مفاهیم پایه ۱۷۵
- ۵-۱-۱. فیلترهای بحرانی و غیربحرانی ۱۷۵
- ۵-۱-۲. مفاهیم عمومی طرح فیلتر ۱۷۵
- ۵-۲. روش‌های طرح فیلتر ۱۷۸
- ۵-۱-۲. USBR ۱۷۸
- ۵-۲-۲. USSCS (روش Sherard & Dunnigan) ۱۷۹
- ۵-۲-۳. تحقیقات Kenny، دانشگاه تورنتو ۱۸۸
- ۵-۲-۴. روش فیلتر کامل Vaughan & Soares ۱۹۱
- ۵-۲-۵. روش پیشنهادی طرح فیلتر ۱۹۳
- ۵-۲-۶. منحنی دانه‌بندی فیلترهای غیربحرانی ۱۹۴

۱۹۴.....	۳-۵. مشخصات اجرایی فیلترها.....
۱۹۴.....	۱-۳-۵. منحنی دانه‌بندی.....
۱۹۸.....	۲-۳-۵. دوام مصالح فیلتر.....
۲۰۳.....	۴-۵. تراکم، اجرا و ضخامت فیلترها.....
۲۰۳.....	۱-۴-۵. ضخامت و روش اجرای فیلترها.....
۲۰۶.....	۲-۴-۵. تقدم اجرایی لایه‌های فیلتر.....
۲۰۷.....	۳-۴-۵. تراکم مصالح فیلتر.....
۲۰۹.....	پیوست: طراحی فیلتر به روش USBR 1987.....

فصل ششم / کانی‌های رسی، خاک‌های واگرا و بدیده رگاب

۲۱۵.....	۱-۶. مقدمه.....
۲۱۶.....	۲-۶. کانی‌های رسی و ساختار آن‌ها.....
۲۱۶.....	۱-۲-۶. کانی‌های رسی.....
۲۱۸.....	۲-۲-۶. پیوند بین کانی‌های رسی.....
۲۱۹.....	۳-۲-۶. پیوند بین لایه‌های کانی‌های رسی.....
۲۲۱.....	۳-۶. اندرکنش آب و کانی‌های رسی.....
۲۲۱.....	۱-۳-۶. آب جذب شده.....
۲۲۴.....	۲-۳-۶. تبادل کاتیونی.....
۲۲۵.....	۳-۳-۶. لایه مضاعف پراکنده کننده.....
۲۲۶.....	۴-۳-۶. سازوکار واگرایی.....
۲۲۸.....	۴-۶. شناسایی کانی‌های رسی.....
۲۲۸.....	۱-۴-۶. پراش اشعه X.....
۲۲۹.....	۲-۴-۶. تحلیل گرمایی تفاضلی (DTA).....
۲۳۰.....	۳-۴-۶. میکروسکوپ الکترونی.....
۲۳۱.....	۴-۴-۶. حدود اتربرگ.....
۲۳۲.....	۵-۴-۶. فعالیت خاک.....
۲۳۲.....	۵-۶. ویژگی‌های مهندسی خاک‌های رسی با توجه به نوع کانی رس.....
۲۳۳.....	۱-۵-۶. واگرایی.....

۲۳۳	۲-۵-۶. تورم و انقباض خاک
۲۳۵	۳-۵-۶. مقاومت برشی
۲۳۵	۶-۶. شناسایی خاک‌های واگرا
۲۳۵	۱-۶-۶. آزمون‌های آزمایشگاهی
۲۴۳	۲-۶-۶. تشخیص صحرایی خاک‌های واگرا
۲۴۵	۷-۶. استفاده از خاک‌های واگرا در سدهای خاکریز
۲۴۵	۱-۷-۶. مشکلات استفاده از خاک‌های واگرا
۲۴۶	۲-۷-۶. استفاده از خاک‌های واگرا
۲۴۸	۳-۷-۶. تمهید شدن آب مخزن

فصل هفتم / پی‌های خاکی با نفوذپذیری زیاد

۲۵۱	۱-۷. توصیف عمومی پی با نفوذپذیری زیاد
۲۵۴	۲-۷. کنترل فرسایش و روانگرایی (بالازدگی) در پی
۲۵۴	۱-۲-۷. کنترل فرسایش
۲۵۷	۲-۲-۷. جلوگیری از بالازدگی و روانگرایی در پی
۲۶۰	۳-۷. تأثیر دیوار آب‌بند در کنترل تراوش از طریق پی
۲۶۰	۱-۳-۷. تأثیر عمومی دیوارهای آب‌بند
۲۶۳	۲-۳-۷. ترانشه آب‌بند با مصالح خاکی
۲۶۴	۳-۳-۷. ترانشه آب‌بند با دوغاب
۲۶۶	۴-۳-۷. دیوار آب‌بند با ملات سیمان و بتونیت
۲۶۸	۵-۳-۷. دیوارهای آب‌بند قطعه‌ای با بتن یا بتن پلاستیک
۲۷۳	۶-۳-۷. تأثیر ویژگی‌های آب در ملات بتونیت
۲۷۴	۷-۳-۷. نفوذپذیری دیوارهای آب‌بند

فصل هشتم / تحلیل پایداری

۲۷۹	۱-۸. مفاهیم عمومی
۲۸۰	۲-۸. تخمین فشار آب حفره‌ای
۲۸۰	۱-۲-۸. فشار آب حفره‌ای در حالت تراوش دائم

۲۸۳.....	۲-۲-۸. فشار آب حفره‌ای در حین اجرا.....
۲۹۳.....	۳-۲-۸. فشار آب حفره‌ای در حالت افت ناگهانی آب.....
۲۹۵.....	۳-۸. تحلیل پایداری.....
۲۹۵.....	۱-۳-۸. روش تحلیل پایداری.....
۲۹۶.....	۲-۳-۸. تحلیل پایداری سدهای خاکریز.....

فصل نهم / آماده کردن و بهسازی پی

۳۰۱.....	۱-۹. نیازهای عمومی.....
۳۰۱.....	۲-۹. بهسازی عمومی پی.....
۳۰۲.....	۱-۲-۹. بهسازی پی در سدهای خاکی.....
۳۰۳.....	۲-۲-۹. بهسازی پی در زیر مصالح سنگریز.....
۳۰۳.....	۳-۲-۹. بهسازی پی در زیر رهاش‌های افقی.....
۳۰۴.....	۳-۹. ترانشه‌برداری پی.....
۳۰۵.....	۱-۳-۹. ترانشه‌برداری در سنگ.....
۳۱۱.....	۲-۳-۹. ترانشه‌برداری در خاک.....
۳۱۲.....	۴-۹. پنهان و شیب دیواره‌های ترانشه.....
۳۱۲.....	۱-۴-۹. پهنای ترانشه.....
۳۱۳.....	۲-۴-۹. شیب دیواره‌های ترانشه.....
۳۱۳.....	۳-۴-۹. مسیر ترانشه‌برداری.....
۳۱۴.....	۵-۹. انتخاب معیارهای ترانشه‌برداری.....
۳۱۶.....	۶-۹. اصلاح شیب و بهسازی درزه‌ها.....
۳۱۶.....	۱-۶-۹. اصلاح شیب.....
۳۲۰.....	۲-۶-۹. بهسازی درزه‌ها.....

فصل دهم / جزییات اجرایی سدهای خاکریز

۳۲۵.....	۱-۱۰. ارتفاع آزاد.....
۳۲۵.....	۱-۱-۱۰. تعریف و مشخصات عمومی.....
۳۲۷.....	۲-۱-۱۰. تخمین روراندگی موج در مرحله مطالعات امکان‌پذیری و مقدماتی پروژه.....

۳۲۷.....	۱۰-۱-۳. تخمین خیز آب و روراندگی موج در طراحی نهایی
۳۳۲.....	۱۰-۲. جزییات تاج سد.....
۳۳۲.....	۱۰-۲-۱. گرده تاج.....
۳۳۴.....	۱۰-۲-۲. پهنای تاج.....
۳۳۴.....	۱۰-۲-۳. انحناى تاج در پلان.....
۳۳۵.....	۱۰-۳. اندازه‌گذاری و رواداری اجرایی.....
۳۳۵.....	۱۰-۳-۱. اندازه‌گذاری.....
۳۳۶.....	۱۰-۳-۲. رواداری اجرایی.....
۳۳۷.....	۱۰-۴. حفاظت از شیب‌ها.....
۳۳۷.....	۱۰-۴-۱. حفاظت از شیب بالادست.....
۳۴۶.....	۱۰-۴-۲. حفاظت از شیب پایین‌دست.....
۳۴۹.....	۱۰-۵. مجرای آب در درون جسم سد.....
۳۵۲.....	۱۰-۶. سطح تماس سازه‌های بتنی و مصالح خاکریز.....
۳۵۴.....	۱۰-۷. سازه‌های کنترل سیلاب.....
۳۵۵.....	۱۰-۸. طراحی سدهای خاکی برای سرریز کردن در حین اجرا.....
۳۵۵.....	۱۰-۸-۱. مفاهیم عمومی طراحی.....
۳۵۶.....	۱۰-۸-۲. انواع شبکه‌های تسلیح فولادی.....
۳۶۲.....	۱۰-۸-۳. طراحی فولاد تسلیح.....

فصل یازدهم / مشخصات اجرایی و کنترل کیفیت مصالح خاکی و سنگریز

۳۶۷.....	۱۱-۱. مشخصات اجرایی مصالح سنگریز.....
۳۷۵.....	۱۱-۲. مشخصات اجرایی مصالح خاکی.....
۳۸۳.....	۱۱-۳. کنترل کیفیت.....
۳۸۳.....	۱۱-۳-۱. روش و معیارهای اجرایی.....
۳۸۴.....	۱۱-۳-۲. کنترل کیفیت.....
۳۹۱.....	۱۱-۳-۳. تأثیر عوامل غیرفنی در کیفیت اجرایی سدهای خاکریز.....

۳۹۱.....	۴-۱۱. آزمایش مصالح سنگریز.....
۳۹۱.....	۱-۴-۱۱. دانه‌بندی، چگالی و نفوذپذیری.....
۳۹۲.....	۲-۴-۱۱. تراکم آزمایشی در محل با غلتک.....
۳۹۴.....	۵-۱۱. آزمایش مصالح خاکریز.....
۳۹۴.....	۱-۵-۱۱. روش‌های آزمایش تراکم.....
۳۹۶.....	۲-۵-۱۱. کنترل تراکم - مشکلات متداول.....
۳۹۸.....	۳-۵-۱۱. روش‌های دیگر کنترل تراکم.....

فصل دوازدهم / طراحی سدهای مقاوم در برابر زلزله

۴۰۳.....	۱-۱۲. تأثیر زلزله بر سدهای خاکی.....
۴۰۵.....	۲-۱۲. پیش‌بینی زلزله طرح.....
۴۰۵.....	۱-۲-۱۲. پارامترهای زلزله.....
۴۰۷.....	۲-۲-۱۲. کاهش دگی و تشدید.....
۴۱۰.....	۳-۲-۱۲. زلزله‌های طراحی.....
۴۱۴.....	۳-۱۲. روانگرایی در پی و بدنه سد.....
۴۱۴.....	۱-۳-۱۲. روانگرایی، گسیختگی جریانی و گسیختگی به علت تغییر شکل‌های بزرگ.....
۴۱۵.....	۲-۳-۱۲. خاک‌های مستعد روانگرایی.....
۴۱۶.....	۳-۳-۱۲. روانگرایی - مفاهیم کلی.....
۴۲۳.....	۴-۱۲. ارزیابی استعداد روانگرایی.....
۴۲۳.....	۱-۴-۱۲. روش تجربی. Seed et al. در زمین‌های افقی.....
۴۳۰.....	۲-۴-۱۲. استفاده از سرعت موج برشی در ارزیابی استعداد روانگرایی در زمین‌های افقی.....
۴۳۲.....	۵-۱۲. تحلیل پایداری و برآورد تغییر شکل‌ها.....
۴۳۲.....	۱-۵-۱۲. روش‌های تعادل حدی شبه ایستایی.....
۴۴۲.....	۲-۵-۱۲. تحلیل‌های عناصر محدود دینامیکی.....
۴۴۵.....	۶-۱۲. طراحی در برابر زلزله.....
۴۴۵.....	۱-۶-۱۲. مفاهیم عمومی.....
۴۴۶.....	۲-۶-۱۲. روش‌های مقاوم‌سازی در برابر روانگرایی.....

فصل سیزدهم / سدهای سنگریز با رویه بتنی

۴۵۵.....	۱-۱۳. مشخصات عمومی سدهای CFRD
۴۵۵.....	۱-۱-۱۳. تاریخچه سدهای CFRD
۴۵۶.....	۲-۱-۱۳. سیمای عمومی سد CFRD - طرح نوین
۴۵۸.....	۳-۱-۱۳. ویژگی‌های یک ساختگاه مناسب برای سد CFRD و مزایای این سد
۴۶۰.....	۲-۱۳. سنگریز بخش‌های مختلف سد CFRD و ویژگی‌های آن‌ها
۴۶۰.....	۱-۲-۱۳. بخش 2D - سنگریز انتقالی
۴۶۳.....	۲-۲-۱۳. بخش 2E, 3A و 3B - سنگریز ریزدانه، سنگریز و سنگریز درشت‌دانه
۴۷۲.....	۳-۲-۱۳. تأثیر نوع و تراکم سنگریز بر ویژگی‌های آن
۴۷۶.....	۴-۲-۱۳. تحلیل پایداری و انتخاب شیب‌های بدنه سد
۴۷۸.....	۳-۱۳. رویه بتنی
۴۷۸.....	۱-۳-۱۲. دال پاشنه
۴۸۲.....	۲-۳-۱۳. دال رویه
۴۸۶.....	۳-۳-۱۳. درزهای پیرامونی
۴۹۲.....	۴-۳-۱۳. جزئیات اجرایی تاج سد
۴۹۵.....	۴-۱۳. ملاحظات اجرایی
۴۹۵.....	۱-۴-۱۳. پرداخت و غلتک‌زنی مصالح سنگریز
۴۹۷.....	۲-۴-۱۳. اجرای دال رویه
۴۹۸.....	۵-۱۳. مواردی از شرایط خاص طراحی
۴۹۸.....	۱-۵-۱۳. استفاده از مصالح سنگریز کثیف
۴۹۹.....	۲-۵-۱۳. بی‌های فرسایش‌پذیر
۵۰۲.....	۳-۵-۱۳. گالری دال پاشنه
۵۰۳.....	۴-۵-۱۳. پوشش خاکی بر روی دال رویه
۵۰۳.....	۵-۵-۱۳. سرریز بر روی تاج سد