



موج شکن های توده سنگی

جلد دوم (طراحی موج شکن های توده سنگی)

مؤلف:

سید شمس الدین موسوی

معاونت فنی و مهندسی مؤسسه مهندسين مشاور ساحل

قرارگاه سازندگی نوح (ع)



سرشناسه: موسوی، سید شمس الدین
عنوان و نام پدیدآور: موج شکن های توده سنگی (جلد دوم)، سید شمس الدین موسوی
مشخصات نشر: تهران: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، قراگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)، قرب نوح (ع).
مشخصات ظاهری: ۴۱۲ ص
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۷۴-۳۲-۲
شابک دوره: ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۷۴-۱۱-۹
وضعیت فهرست نویسی: فیا
یادداشت: کتابنامه
موضوع: موج شکن های سنگی
شناسه افزوده: سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، قراگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)، قرب نوح (ع).
رده بندی کنگره: TC۳۳۲ / ۹ م ۸ ۱۳۸۹
رده بندی دیویی: ۶۲۷/۲۴
شماره کتاب شناسی ملی: ۲۴۴۳۲

نام کتاب: موج شکن های توده سنگی (جلد دوم)
تألیف: سید شمس الدین موسوی
ویراستار: گروه دریایی مهندسين مشاور ساحل
ناشر: قراگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص) - قرب نوح (ع)
صفحه بندی، ویرایش: سعید فراشانی، جعفر شعبانی مقدم
نوبت چاپ: اول
تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه
تاریخ انتشار: ۱۳۹۱
بها: ۲۰۰,۰۰۰ ریال

کلیه حقوق اعم از چاپ و تکثیر، نسخه برداری و سایر موارد برای قراگاه سازندگی نوح (ع) محفوظ است
(نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامانع است)

تهران - بزرگراه شهید عباس دوران - جنب ستاد نیروی دریایی سپاه - قراگاه سازندگی نوح (ع)
تلفن: ۳۳۲۱۹۲۳۲-۳۵ نمابر: ۳۳۲۱۹۲۳۴ پست الکترونیکی: e-mail: Nooh@Khatam.net

پیش‌نوشتار

نظر به اینکه دانش و تجربیات سازمان‌ها، در زمره مهمترین سرمایه‌ها و دارایی‌های آنها محسوب می‌شود، موضوع شناسایی، تولید، توسعه و به‌کارگیری مطلوب این سرمایه‌های گرانبها - که به‌طور خلاصه به آن مدیریت دانش اطلاق می‌شود- امر مهمی است که امروزه به‌عنوان یکی از مباحث علمی جدید و موضوعات عملی فراگیر، توجه بسیاری از مراکز علمی و سازمان‌های بزرگ دنیا را به خود معطوف نموده است. از آنجایی که در سازمان‌های مجری پروژه‌های عمرانی، دانش تخصصی و تجربیات به‌دست آمده در پروژه‌ها نقش بسیار مهم و کلیدی در انجام کارها و فعالیت‌ها دارد، ضرورت توجه به این سرمایه‌های با ارزش در سازمان‌های مذکور، به‌طور دوچندان احساس می‌شود. کم نیستند مواردی که کارها در پروژه‌های عمرانی نسبت به موضوعاتی که قبلاً تجربیات و دانش تخصصی آنها در سازمان به‌دست آمده، دوباره از نو و با روش سعی و خطا انجام یافته‌اند که در نتیجه بعضاً این امر یعنی "آزموده را دوباره آزمودن"، به هدر رفتن منابع قابل توجهی از سرمایه‌های ملی را در پی داشته است. از اینرو وجود نگاهی نظام‌مند به ثبت مستمر دانش فنی و تجربیات کسب شده سازمان در پروژه‌ها و حفظ و استفاده مطلوب از آنها در پروژه‌های بعدی از اهمیت بالایی برخوردار است و پرداختن به این امر را می‌توان به‌عنوان راه‌حلی برای برطرف نمودن بخش قابل توجهی از مشکلات موجود در پروژه‌های عمرانی کشور مطرح نمود. با راه‌اندازی سامانه مدیریت دانش از دوباره‌کاری‌ها جلوگیری به‌عمل آمده، بهبود فرآیند اجرای پروژه‌ها و نیز کاهش زمان و هزینه آنها محقق خواهد شد.

در همین راستا و با توجه به فعالیت گسترده و رو به افزایش قرب نوح(ع) در پروژه‌های مختلف و متنوع مهندسی، ضرورت پیاده‌سازی سیستم مدیریت دانش در پروژه‌های این قرارگاه به صورت امری روشن و بدیهی، نمود پیدا می‌کند. با توجه به مطالب فوق، به پیشنهاد معاونت فنی و مهندسی و براساس تدبیر و دستور فرماندهی قرب نوح(ع)، دیارتمان مدیریت دانش از پاییز ۱۳۸۰ به عنوان یکی از زیرمجموعه‌های معاونت فنی و مهندسی این قرارگاه فعال شده است. فعالیت بخش مدیریت دانش در رابطه با هر یک از پروژه‌هایی که ثبت و تدوین دانش فنی آنها در دستور کار این بخش قرار می‌گیرد، شامل تهیه تولیداتی از قبیل کتاب، استوری‌بورد، فیلم و انیمیشن‌های روش اجرا، جهت استفاده از آنها در موارد مشابه می‌باشد.

مجموعه کتاب‌های موج‌شکن توده سنگی از تولیدات مدیریت دانش قرب نوح(ع) است که در برگیرنده مطالبی در خصوص معرفی انواع موج‌شکن‌ها، مبانی طراحی و کلیات مربوط به

موج‌شکن‌های توده سنگی، تأمین و تولید مصالح سنگی و آرمورهای بتنی و تجربیات و دانش فنی طراحی و اجرای موج‌شکن‌های توده سنگی در پروژه‌های قرب نوح (ع) می‌باشد که با استفاده از برخی منابع روز دنیا تکمیل و به غنای مطالب آن افزوده شده است.

کتاب حاضر به عنوان جلد دوم که تماماً در مؤسسه مهندسين مشاور ساحل تهیه و تدوین شده، مشتمل بر ۷ فصل است. در فصل نخست به واکنش‌های هیدرولیکی و در فصل دوم به بارگذاری و طراحی موج‌شکن‌های توده سنگی پرداخته شده است. تحلیل خطر لرزه‌ای و مشخصه‌های حرکت و شناسایی ژئوتکنیکی زمین موضوع فصول سوم و چهارم است. تبیین معیارهای پایداری و اهمیت موضوع روانگرایی در فصول پنجم و ششم مورد بحث و بررسی قرار گرفته است و نهایتاً کاربرد مطالب فصول قبل در قالب حل یک مثال عملی در فصل هفتم تشریح شده است.

ذکر این نکته حائز اهمیت می‌باشد که در تهیه و تدوین کتاب حاضر از کتب، مراجع، دستورالعمل‌های مرتبط و آیین‌نامه مطرح در زمینه سازه‌های دریایی استفاده شده که به شکل کامل در فصول مربوطه به آنها اشاره و ارجاع لازم داده شده است، لیکن در ادامه به شکل فهرست‌وار به آنها اشاره می‌شود:

- فصل اول با استفاده از: CIRIA C683

- فصل دوم با استفاده از: CEM VI

- فصل سوم با استفاده از: FHWA

- فصل چهارم با استفاده از: FHWA و دستورالعمل‌های وزارت راه و شهرسازی

- فصول پنجم و ششم با استفاده از: NCEER 1996 و OCDI

همچنین در تهیه و تدوین این کتاب، تجربیات و سوابق طراحی و اجرای بزرگترین سازه‌های دریایی کشور که توسط قرب نوح (ع) انجام گرفته به عنوان پشتوانه اصلی ملاک عمل بوده است. تهیه این کتاب که منعکس‌کننده بخش اندکی از زحمات دست‌اندرکاران و عوامل طراحی موج‌شکن‌ها در مجموعه قرب نوح (ع) می‌باشد، توسط افراد ذیل محقق شده است که بدین‌وسیله مراتب سپاس و قدردانی را از آنها اعلام می‌دارم:

- دکتر علی اکبر حاجی محمدی

- دکتر حمید علی الهی

- دکتر امین بهمن پور

- مهندس سید امیر دوازده امامی
- مهندس ایمان باتمان قلیچی
- مهندس علیرضا صادقی عبداللهی
- مهندس حسین قاسمی
- مهندس حمید رضایی‌پور
- مهندس سعید درویشی‌الموتی
- مهندس مسعود پوراصغر قاضیانی
- مهندس علیرضا سادات حسینی
- مهندس مسعود رابطی مقدم

همچنین لازم است کمال تشکر و قدردانی را از جناب آقای دکتر اکبر چشمی بابت ارائه نقطه‌نظرات تکمیلی و ویرایش فنی اعلام دارم.

بی‌شک این کتاب بدون حمایت‌های مسئولین محترم در مجموعه قرب نوح (ع) از جمله مهندس محمد جوان‌بخت، مهندس سعیدرضا مختاری و دکتر روح‌اله ناصرزاده مقدور نبود که بدین وسیله کمال سپاسگزاری را از ایشان دارم.

همچنین از همکاران معاونت فنی و مهندسی قرب نوح (ع) که در بررسی و ویرایش فنی این کتاب نقش محوری داشته‌اند، آقایان مهندسین حامد تقوایی، امیرمنصور عبداللهی، مجتبی قنبریان و فرزاد امامی در دپارتمان مدیریت دانش و آقایان دکتر علیرضا سلطانکوهی و مهندس حسین حسینی قه‌بی در دپارتمان مدیریت دریایی کمال تشکر را دارم.

در پایان از خوانندگان محترم درخواست می‌شود نظرات و پیشنهادهای خود را جهت رفع کاستی‌های احتمالی و غنی‌تر نمودن محتوای کتاب به دپارتمان مدیریت دانش معاونت فنی و مهندسی قرب نوح (ع) منعکس نمایند.

سید شمس‌الدین موسوی

زمستان ۱۳۹۱

فصل اول: واکنش‌های هیدرولیکی	۲۱
۱-۱- واکنش‌های هیدرولیکی مرتبط با امواج	۲۱
۱-۱-۱- تعاریف و پارامترهای حاکم	۲۲
۱-۱-۲- بالاروی موج	۲۸
۱-۱-۳- عبور موج	۷۲
فصل دوم: بارگذاری‌ها، پاسخ و طراحی سازه توده سنگی	۸۷
۱-۲- پارامترهای حاکم جهت برآورد پایداری	۸۷
۲-۲- پایداری لایه آرمور	۹۶
۱-۲-۲- مقدمه	۹۶
۲-۲-۲- پارامترهای پایداری و ساختار رابطه پایداری	۹۶
۳-۲-۲- تعریف آسیب در لایه آرمور	۱۰۰
۴-۲-۲- پیشروی آسیب در لایه آرمور	۱۰۵
۵-۲-۲- روابط کاربردی برای پایداری هیدرولیکی لایه‌های آرمور	۱۱۰
۶-۲-۲- پایداری مقطع پوزه (راس یا هِد) سازه	۱۴۸
۷-۲-۲- پایداری آرمور رِیپ رِپ	۱۵۳
۳-۲- پایداری فیلترهای دانه‌ای	۱۵۴
۱-۳-۲- عملکرد و وظایف لایه فیلتر	۱۵۵
۲-۳-۲- مدهای خرابی مصالح دانه‌ای	۱۵۷
۳-۳-۲- معیارهای طراحی فیلتر دانه‌ای	۱۵۸
۴-۲- پیوستگی سازه‌ای قطعات آرمور بتنی	۱۶۱
۱-۴-۲- مقدمه	۱۶۱
۲-۴-۲- روابط طراحی سازه‌ای برای آرمورهای دالاس و تتراپاد	۱۶۴
۳-۴-۲- سرعت برخورد حدی نهایی و ارتفاع سقوط معادل	۱۷۶
۴-۴-۲- تنش‌های گرمایی	۱۷۷

۱۷۹	۵-۴-۲ خستگی در قطعات آرمور بتنی
۱۸۰	۵-۲ پایداری و محافظت پنجه
۱۸۰	۲-۵-۱ مقدمه
۱۸۴	۲-۵-۲ روابط کاربردی پایداری پنجه در مقابل امواج
۱۹۰	۲-۵-۳ پایداری پنجه در ترکیب موج و جریان
۱۹۲	۲-۶ طراحی مقطع عرضی سازه
۱۹۲	۲-۶-۱ مقدمه
۱۹۸	۲-۶-۲ تراز و عرض تاج
۱۹۹	۲-۶-۳ ضخامت لایه آرمور و لایه های زیرین
۲۰۱	۲-۶-۴ تراز پایین لایه پوشش اصلی
۲۰۲	۲-۶-۵ پوزه (راس یا هند) سازه و لایه پوششی سمت ساحل (سمت پناه)
۲۰۳	۲-۶-۶ لایه آرمور پوششی ثانویه
۲۰۳	۲-۶-۷ هسته و مترس
۲۰۷	فصل سوم: تحلیل خطر لرزه ای و مشخصه های حرکت زمین
۲۰۷	۳-۱ تحلیل خطر لرزه ای
۲۰۷	۳-۱-۱ مقدمه
۲۰۸	۳-۱-۲ مشخصات لرزه ای منبع
۲۰۸	۳-۱-۲-۱ مقدمه
۲۰۸	۳-۱-۲-۲ روش های تعیین مشخصات لرزه ای منبع
۲۱۰	۳-۱-۲-۳ تعریف پتانسیل برای حرکات گسل
۲۱۲	۳-۱-۳ تعیین شدت حرکات زمین طرح
۲۱۲	۳-۱-۳-۱ مقدمه
۲۱۲	۳-۱-۳-۲ آیین نامه و استانداردهای متداول
۲۱۴	۳-۱-۳-۳ روش تعیینی
۲۱۶	۳-۱-۳-۴ رویکرد احتمالاتی
۲۱۹	۳-۲ مشخصه های حرکت زمین
۲۱۹	۳-۲-۱ مشخصه های پایه حرکت زمین

۲۲۰	۲-۲-۳- مقادیر حداکثر
۲۲۰	۲-۲-۳-۱- محاسبه پارامترهای حداکثر
۲۲۱	۲-۲-۳-۲- کاهش مقادیر حداکثری
۲۲۲	۲-۲-۳-۳- انتخاب روابط کاهندگی
۲۲۳	۲-۲-۳-۴- انتخاب پارامترهای ورودی روابط کاهندگی
۲۲۳	۲-۲-۳-۵- توزیع مقادیر پارامترهای حرکت زمین خروجی
۲۲۴	۳-۲-۳- محتوای فرکانسی
۲۲۶	۳-۲-۴- محتوای انرژی
۲۲۸	۳-۲-۵- بازه زمانی
۲۳۰	۳-۲-۶- اثر محلی شرایط ساختگاه
۲۳۳	۳-۲-۷- انتخاب تاریخچه‌های زمانی معرف
۲۳۹	فصل چهارم: شناسایی ژئوتکنیکی زمین
۲۳۹	۴-۱- مطالعات ژئوتکنیکی
۲۳۹	۴-۱-۱- مقدمه
۲۳۹	۴-۱-۲- انتخاب روش شناسایی
۲۴۲	۴-۲- تعداد و فواصل گمانه‌ها
۲۴۳	۴-۳- عمق‌شناسی
۲۴۴	۴-۴- نمونه‌گیری از خاک
۲۴۴	۴-۴-۱- کلیات
۲۴۵	۴-۴-۲- انواع نمونه‌گیرها
۲۴۸	۴-۴-۳- انواع نمونه‌ها
۲۴۹	۴-۵- آزمایش‌های صحرایی
۲۴۹	۴-۵-۱- آزمایش SPT
۲۵۷	۴-۵-۲- آزمایش پنترومتر و پیرو پنترومتر (CPT, CPTu)
۲۵۸	۴-۵-۳- آزمایش برش پره
۲۵۹	۴-۵-۴- آزمایش پرسیومتری (PMT)
۲۶۰	۴-۵-۵- آزمایش بارگذاری صفحه

۲۶۰	۴-۶-آزمون‌های آزمایشگاهی
۲۶۱	۴-۶-۱-آزمایش‌های طبقه‌بندی خاک
۲۶۱	۴-۶-۲-آزمایش‌های شیمیایی
۲۶۱	۴-۶-۳-آزمایش تراکم
۲۶۲	۴-۶-۴-آزمایش‌های تعیین مقاومت خاک
۲۶۳	۴-۶-۵-آزمایش‌های تعیین خواص تغییرشکل خاک
۲۶۳	۴-۶-۶-آزمایش نفوذپذیری
۲۶۳	۴-۶-۷-آزمایش‌های دینامیکی
۲۶۷	فصل پنجم: پایداری استاتیکی و لرزه‌ای شیب
۲۶۷	۵-۱-مقدمه
۲۶۷	۵-۲-تحلیل پایداری استاتیکی شیب‌ها
۲۶۷	۵-۲-۱-تحلیل تعادل حدی
۲۶۹	۵-۲-۲-تحلیل‌های عددی تنش-تغییرشکل
۲۷۰	۵-۳-تحلیل پایداری لرزه‌ای شیب‌ها
۲۷۱	۵-۳-۱-تحلیل ناپایداری اینرسی
۲۷۱	۵-۳-۱-۱-تحلیل شبه استاتیکی
۲۷۳	۵-۳-۱-۱-۱-انتخاب ضریب شبه استاتیکی
۲۷۴	۵-۳-۱-۱-۲-محدودیت‌ها و ویژگی‌های روش شبه استاتیکی
۲۷۵	۵-۳-۱-۲-تحلیل بلوک لغزنده نیومارک
۲۷۷	۵-۳-۱-۲-۱-اثر شتاب تسلیم بر تغییر مکان‌های ماندگار شیب‌ها
۲۷۹	۵-۳-۱-۳-تحلیل Makdisi-Seed
۲۸۱	۵-۳-۱-۴-تحلیل تنش-تغییر شکل
۲۸۲	۵-۳-۱-۴-۱-روش پتانسیل کرنش
۲۸۲	۵-۳-۱-۴-۲-روش کاهش سختی
۲۸۳	۵-۳-۱-۴-۳-روش تحلیل غیرخطی
۲۸۳	۵-۳-۲-تحلیل ناپایداری ضعیف شده
۲۸۴	۵-۳-۲-۱-تحلیل گسیختگی جریان‌ی

۲۸۴	۵-۳-۲-۱-۱- تحلیل پایداری
۲۸۵	۵-۳-۲-۱-۲- تحلیل تغییر شکل ها
۲۸۷	۵-۳-۲-۲- تحلیل گسیختگی تغییرشکلی
۲۹۱	فصل ششم: روانگرایی و تغییر شکل های لرزه ای ساختگاه موج شکن
۲۹۱	۶-۱- مقدمه
۲۹۵	۶-۲- فاکتورهای مؤثر بر استعداد روانگرایی
۲۹۶	۶-۳- ارزیابی پتانسیل روانگرایی
۲۹۶	۶-۳-۱- مقدمه
۲۹۷	۶-۳-۲- روش پیشنهادی ASCE
۲۹۹	۶-۳-۱-۲- تعیین نسبت تنش سیکلیک (CSR)
۳۰۱	۶-۳-۲-۲- تعیین مقاومت برشی سیکلیک خاک
۳۰۲	۶-۳-۲-۲-۱- تعیین نسبت مقاومت سیکلیک با استفاده از نتایج SPT
۳۰۶	۶-۳-۲-۲-۲- تعیین نسبت مقاومت سیکلیک با استفاده از نتایج CPT
۳۱۳	۶-۳-۲-۳- معرفی ضرایب اصلاح K_α , K_σ , MSF
۳۱۳	۶-۳-۲-۳-۱- ضریب مقیاس نمودن بزرگی (Magnitude Scaling Factor)
۳۱۵	۶-۳-۲-۳-۲- ضریب اصلاح تنش های بزرگ سربار K_σ
۳۱۷	۶-۳-۲-۳-۳- ضریب برای شیب زمین K_α
۳۱۸	۶-۳-۲- روش پیشنهادی OCDI
۳۲۶	۶-۴- تعیین مقاومت پسماند در ماسه ها و سیلت ها و پایداری کلی پس از زلزله
۳۲۶	۶-۴-۱- مقدمه
۳۲۶	۶-۴-۲- تعیین مقاومت پسماند به روش پیشنهادی (Seed et al. (2003
۳۲۸	۶-۵- ارزیابی تغییر شکل های لرزه ای
۳۲۸	۶-۵-۱- ارزیابی نشست های لرزه ای
۳۲۹	۶-۵-۲- ارزیابی تغییر مکان جانبی
۳۳۲	۶-۶- طرح بهسازی خاک در مقابله با روانگرایی
۳۳۲	۶-۶-۱- مقدمه
۳۳۶	۶-۶-۲- روش های متراکم سازی
۳۳۶	۶-۶-۱-۲- تراکم به روش ویبرو

۳۳۸	۶-۶-۲-۲- ایجاد ستون‌های سنگی به روش ویبرو
۳۳۹	۶-۶-۲-۳- ستون‌های بتنی ویبرو
۳۳۹	۶-۶-۲-۴- انفجار عمیق
۳۴۴	۶-۶-۲-۵- تزریق تراکمی
۳۴۵	۶-۶-۲-۶- شمع‌های جایگزینی
۳۴۶	۶-۶-۳- روش‌های زهکشی
۳۴۶	۶-۶-۱- زهکش‌های شنی
۳۴۹	۶-۶-۲- زهکش‌های قائم پیش‌ساخته
۳۴۹	۶-۶-۴- روش‌های تسلیح
۳۵۰	۶-۶-۵- روش‌های تثبیتی با استفاده از تزریق / اختلاط
۳۵۱	۶-۶-۱-۵- تزریق حث
۳۵۲	۶-۶-۲-۵- تزریق نفوذی (شیمیایی)
۳۵۳	۶-۶-۳-۵- اختلاط عمیق خاک
۳۵۵	۶-۶-۴-۵- مخلوط خاک-سیمان متراکم شده
۳۵۹	فصل هفتم: مثالی از طراحی یک موج‌شکن توده‌سنگی در جنوب کشور
۳۵۹	۷-۱- مقدمه
۳۶۱	۷-۲- شرایط مرزی
۳۶۱	۷-۲-۱- تراز سطح آب
۳۶۱	۷-۲-۲- امواج
۳۶۱	۷-۳- طراحی سازه دریایی موج‌شکن
۳۶۲	۷-۳-۱- طراحی لایه‌ی آرمور
۳۶۳	۷-۳-۱-۱- طراحی بر اساس فرمول هادسون و $K_D=2$ (قاب ۲-۵ فصل دوم)
۳۶۳	۷-۳-۱-۲- طراحی بر اساس فرمول ون در میر
۳۶۴	۷-۳-۲- تعیین عرض تاج
۳۶۵	۷-۳-۳- طراحی فیلتر
۳۶۸	۷-۳-۴- تعیین ضخامت لایه‌ها
۳۶۸	۷-۳-۴-۱- ضخامت لایه‌ی آرمور

۳۶۹	۷-۳-۲- ضخامت لایه‌ی فیلتر
۳۶۹	۷-۳-۵- طراحی پنجه
۳۷۱	۷-۳-۶- انتخاب تراز تاج
۳۷۱	۷-۳-۶-۱- محاسبه‌ی بالاروی موج
۳۷۳	۷-۳-۶-۲- محاسبه‌ی روگذری موج
۳۷۶	۷-۴- مطالعات ژئوتکنیک در پروژه
۳۷۹	۷-۵- مطالعه اززه‌خیزی
۳۸۱	۷-۶- بررسی پتانسیل روانگرایی
۳۸۴	۷-۷- بررسی عملکرد شمع‌های اسکله واقع در بدنه موج‌شکن
۳۹۲	۷-۸- بررسی پایداری موج‌شکن
۳۹۶	۷-۹- ارزیابی تغییر شکل‌ها به وسیله تحلیل‌های عددی
۳۹۸	منابع