

فرسایش توده‌ای سواحل رودخانه‌ها

فرایندها و سازوکارها

تألیف

امیر صمدی

ابراهیم امری کلدانی

استادیار گروه مهندسی آب

دانشیار گروه مهندسی ابیاری و آبادانی

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

دانشگاه تهران



شماره مسلسل ۸۵۸۹

شماره انتشار ۳۶۶۰

انتشارات دانشگاه تهران

سرشناسه
عنوان و نام پدیدآور :
مشخصات نشر
ملاحظات ظاهری
دروست
شابک
وضعیت فهرست نویسی
یادداشت
موضوع
شناسه افزوده
شناسه افزوده
رده‌بندی کنگره
رده‌بندی دیویی
شماره کتابشناسی ملی

: صمدی، امیر، ۱۳۵۹-
: فرسایش توده‌ای سواحل رودخانه‌ها : فرایندها و سازوکارها / تألیف امیر
صمدی، ابراهیم امیری تکلدانی.
: تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۴.
: ۵۰۴ ص.
: انتشارات دانشگاه تهران؛ شماره انتشار ۳۶۶۰.
: 978-964-03-6808-4
: فیپا.
: کتابنامه.
: رسوب‌های رودخانه‌ای
: امیری تکلدانی، ابراهیم، ۱۳۴۰-
: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات
: ۱۳۹۴ / ۴ ف ۸ ص / ۱۳۹۹ GB
: ۵۰۰۰۱۳
: ۹۸۶۰۱۲

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان، مصنفان و نشریات است. تکریر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازتزیع، وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌شود.

ISBN:978-964-03-6808-4



9 789640 368084

عنوان: فرسایش توده‌ای سواحل رودخانه‌ها : فرایندها و سازوکارها
تألیف: دکتر امیر صمدی - دکتر ابراهیم امیری تکلدانی
ویراستار: محمد قیصری
نوبت چاپ: اول
تاریخ انتشار: ۱۳۹۴
شمارگان: ۵۰۰ نسخه
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلفان است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۲۵۰۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

پست الکترونیک: press@ut.ac.ir - تارنما: <http://press.ut.ac.ir>

بخش و فروش: تلفکس ۸۸۳۳۸۷۱۲

فهرست مطالب

پیش گفتار

۱۱

فصل اول - مقدمه

۱۳

۱-۱- کلیات

۱۳

۱-۲- هدف

۱۶

۱-۳- ساختار کتاب

۲۱

۱-۴- پرسش‌ها و مسائل فصل اول

۲۵

۱-۵- منابع

۲۶

فصل دوم - عوامل موثر بر فرسایش ساحل رودخانه

۳۳

۲-۱ کلیات

۳۳

۲-۲- بارش، جریان آب رودخانه و مشخصات هیدروگرافیکی حوضه

۳۳

۲-۳- زمان

۳۴

۲-۴- شرایط رطوبتی خاک و نیروهای نشت

۳۴

۲-۵- ریخت‌شناسی

۳۵

۲-۶- پوشش گیاهی

۳۶

۲-۷- موقعیت و عمق ترک کشی

۳۹

۲-۸- ویژگی‌های فیزیکی مصالح بستر و ساحل

۳۹

۲-۹- زمین‌شناسی

۳۹

۲-۱۰- شرایط درجه حرارت

۴۰

۲-۱۱- فعالیت‌های انسانی

۴۰

۲-۱۲- پرسش‌ها و مسائل فصل دوم

۴۱

۲-۱۳- منابع

۴۲

فصل سوم - فرایندهای فرسایش و سازوکارهای گسیختگی سواحل رودخانه‌ها

۴۵

۳-۱- مقدمه

۴۵

- ۴۵- ۲-۳- فرایندهای فرسایش ساحل رودخانه
- ۴۶- ۱-۲-۳- فرایند اختلاط با جریان رودخانه (فرسایش رودخانه‌ای)
- ۴۸- ۲-۲-۳- فرایندهای فرسایشی و سست‌کننده مصالح خاکی ساحل
- ۵۰- ۳-۲-۳- کنترل نقطه انتهایی پایه
- ۵۱- ۳-۳- سازوکارهای گسیختگی ساحل رودخانه
- ۵۱- ۱-۳-۳- سواحل غیرچسبنده
- ۵۴- ۲-۳-۳- سواحل چسبنده
- ۶۳- ۳-۳-۳- سواحل مرکب (چندلایه)
- ۷۱- ۴-۳- پرسش‌ها و مسائل فصل سوم
- ۷۲- ۵-۳- منابع
- ۷۵- فصل چهارم- روش‌های اندازه‌گیری، فرسایش ساحل رودخانه
- ۷۵- ۱-۴- مقدمه
- ۷۶- ۲-۴- روش‌های بلندمدت
- ۸۰- ۳-۴- روش‌های میان‌مدت
- ۸۰- ۱-۳-۴- نقشه‌برداری پلانیمتری با مستلزمات
- ۸۲- ۲-۳-۴- مقطع‌برداری متوالی
- ۸۴- ۴-۴- روش‌های کوتاه‌مدت
- ۸۴- ۱-۴-۴- میله‌های فرسایش
- ۸۵- ۲-۴-۴- فتوگرامتری زمینی
- ۸۶- ۳-۴-۴- سامانه میله فرسایش فتوالکترونیک (PEEP)
- ۸۹- ۵-۴- پرسش‌ها و مسائل فصل چهارم
- ۹۰- ۶-۴- منابع
- ۹۷- فصل پنجم- مطالعات صحرایی فرسایش توده‌ای
- ۹۷- ۱-۵- مقدمه
- ۹۸- ۲-۵- رودخانه‌های داخلی
- ۹۸- ۱-۲-۵- رودخانه کرج

۱۰۴	۵-۲-۲- رودخانه کردان
۱۱۳	۵-۲-۳- رودخانه‌های کرخه و کرخه‌نور
۱۱۸	۵-۲-۴- رودخانه‌های کارون و دز
۱۲۴	۵-۲-۵- رودخانه روفابه
۱۲۶	۵-۲-۶- جمع‌بندی
۱۳۰	۵-۳- رودخانه‌های خارجی
۱۳۱	۵-۳-۱- رودخانه آرنو، ایتالیا
۱۳۹	۵-۳-۲- رودخانه سسینا، ایتالیا
۱۵۰	۵-۳-۳- رودخانه سیو، ایتالیا
۱۵۸	۵-۲-۴- رودخانه گودوین، آمریکا
۱۶۸	۵-۳-۵- جمع‌بندی
۱۷۱	۵-۴- پرسش‌ها و مسائل فصل پنجم
۱۷۲	۵-۵- منابع
۱۷۷	فصل ششم - مطالعات آزمایشگاهی فرسایش توپ‌های
۱۷۷	۶-۱- مقدمه
۱۷۸	۶-۲- ساحل رودخانه همگن
۱۸۰	۶-۲-۱- طراحی و ساخت مدل فیزیکی
۱۸۲	۶-۲-۲- نحوه انجام آزمایش‌ها
۱۸۴	۶-۲-۳- ارائه نتایج آزمایش‌ها
۱۹۰	۶-۲-۴- جمع‌بندی
۱۹۳	۶-۳- ساحل رودخانه مطبق (لایه‌لایه) غیرچسبنده
۱۹۳	۶-۳-۱- طراحی و ساخت مدل فیزیکی
۱۹۳	۶-۳-۲- نحوه انجام آزمایش‌ها
۱۹۸	۶-۳-۳- ارائه نتایج آزمایش‌ها
۲۰۵	۶-۳-۴- ارائه روابط تجربی براساس مشاهده‌های آزمایشگاهی
۲۰۹	۶-۳-۵- جمع‌بندی
۲۱۰	۶-۴- ساحل رودخانه مطبق (لایه‌لایه) چسبنده
۲۱۴	۶-۴-۱- طراحی و ساخت مدل فیزیکی

- ۲۲۱ ۶-۴-۲- نحوه انجام آزمایش‌ها
- ۲۲۴ ۶-۴-۳- ارائه نتایج آزمایش‌ها
- ۲۲۹ ۶-۴-۴- ارائه نتایج تحلیل تصاویر
- ۲۳۵ ۶-۴-۵- جمع‌بندی
- ۲۳۷ ۶-۵- تحقیقات بین‌المللی
- ۲۴۲ ۶-۶- پرسش‌ها و مسائل فصل ششم
- ۲۴۳ ۶-۱- منابع
- ۲۴۷ فصل هفتم- مدل‌های ریاضی فرسایش توده‌ای
- ۲۴۷ ۷-۱- مقدمه
- ۲۴۹ ۷-۲- مدل‌های تجربی صفحه‌ای
- ۲۴۹ ۷-۲-۱- چنگ (۱۹۸۲)
- ۲۵۰ ۷-۲-۲- هرآنگ (۱۹۸۳)
- ۲۵۱ ۷-۲-۳- عثمان تورن (۱۹۸۸)
- ۲۵۶ ۷-۲-۴- آلونسو و کومب (۱۹۸۸)
- ۲۵۹ ۷-۲-۵- پیزوتو (۱۹۹۰)
- ۲۶۱ ۷-۲-۶- لوهنس (۱۹۹۱)
- ۲۶۲ ۷-۲-۷- میلر و کوئیک (۱۹۹۳)
- ۲۶۵ ۷-۲-۸- داربی و تورن (۱۹۹۴)
- ۲۶۷ ۷-۲-۹- میلر و کوئیک (۱۹۹۴)
- ۲۶۷ ۷-۲-۱۰- میلر و کوئیک (۱۹۹۸)
- ۲۶۸ ۷-۲-۱۱- داربی و تورن (۱۹۹۶a)
- ۲۷۲ ۷-۲-۱۲- داربی و تورن (۱۹۹۶c) و داربی و همکاران (۲۰۰۰)
- ۲۷۶ ۷-۲-۱۳- رینالدی و کاساگلی (۱۹۹۹)
- ۲۸۰ ۷-۲-۱۴- سایمون و همکاران (۱۹۹۹، ۲۰۰۰) و سایمون و کولیسون (۲۰۰۲)
- ۲۸۱ ۷-۲-۱۵- امیری تکلدانی (۲۰۰۲)
- ۲۸۴ ۷-۳- مدل‌های گسیختگی طاقی شکل
- ۲۸۴ ۷-۳-۱- تورن و تاوی (۱۹۸۱)
- ۲۸۸ ۷-۳-۲- ون‌ارت (۱۹۸۵)

۲۹۴	۳-۳-۷- میثلی و کیرشنر (۲۰۰۲)
۲۹۶	۴-۳-۷- سایمون و همکاران (۲۰۰۰ و ۲۰۰۶) و لانجندون و سایمون (۲۰۰۸)
۲۹۸	۵-۳-۷- جاسپرز فوکس (۲۰۰۶)
۳۰۰	۶-۳-۷- داربی و همکاران (۲۰۰۷)
۳۰۰	۷-۳-۷- رینالدی و همکاران (۲۰۰۸) و رینالدی و داربی (۲۰۰۸)
۳۰۱	۸-۳-۷- لویی و همکاران (۲۰۰۹)
۳۰۱	۴-۷- مدا گسترده تحلیل پایداری سواحل رودخانه‌ها (امسار)
۳۰۳	۱-۲-۷- گسیختگی صفحه‌ای
۳۲۵	۲-۴-۷- گسیختگی دایره‌ای
۳۳۰	۴-۷- ۱- گسیختگی طاقی شکل
۳۵۱	۴-۴-۷- اطلاعات مورد نیاز مدل
۳۵۳	۵-۴-۷- محدودیت‌های مدل گسترده تحلیل پایداری سواحل رودخانه‌ها (امسار)
۳۵۵	۶-۴-۷- ارزیابی مدل گسترده تحلیل پایداری سواحل رودخانه‌ها (امسار)
۳۶۳	۵-۷- جمع‌بندی
۳۶۷	۶-۷- پرسش‌ها و مسائل فصل هفتم
۳۶۹	۷-۷- منابع
۳۷۹	فصل هشتم- مدل‌های عددی فرسایش توده‌ای
۳۷۹	۱-۸- مقدمه
۳۸۰	۲-۸- مدل‌سازی عددی در مهندسی ژئوتکنیک
۳۸۲	۱-۲-۸- مدل‌های رفتاری خاک
۳۸۳	۳-۸- نرم‌افزارهای عددی در مهندسی ژئوتکنیک
۳۸۴	۱-۳-۸- پلکسیس
۳۸۸	۲-۳-۸- ژئواستودیو
۳۹۷	۴-۸- شبیه‌سازی عددی سواحل رودخانه‌ها
۳۹۸	۱-۴-۸- شبیه‌سازی عددی مطالعات آزمایشگاهی

- ۴۳۷ ۸-۴-۲- شبیه‌سازی عددی مطالعات صحرایی
- ۴۵۲ ۸-۵- پرسش‌ها و مسائل فصل هشتم
- ۴۵۳ ۸-۶- منابع
- ۴۵۹ فصل نهم- تحلیل حساسیت و عدم قطعیت عوامل مؤثر در مطالعات پایداری رودخانه‌ها در برابر گسیختگی‌های توده‌ای
- ۴۵۹ ۹-۱- مقدمه
- ۴۵۹ ۹-۱- بهوم عدم قطعیت
- ۴۶۳ ۹-۲-۱- منابع عدم قطعیت در مدل‌سازی پایداری سواحل رودخانه‌ها
- ۴۶۶ ۹-۳- تحلیل حساسیت و عدم قطعیت پایداری سواحل رودخانه‌ها
- ۴۶۷ ۹-۳-۱- آزمون‌های حساسیت انجام‌شده برای تعیین اهمیت اثرات عوامل مختلف
- ۴۶۷ ۹-۳-۲- محدوده مؤلفه‌های به‌کاررفته برای تحلیل حساسیت
- ۴۶۹ ۹-۳-۳- عدم قطعیت موجود در مؤلفه‌ها
- ۴۷۴ ۹-۳-۴- بررسی نتایج تحلیل حساسیت ساحل مرجع
- ۴۸۱ ۹-۴- تحلیل حساسیت و عدم قطعیت پایداری تاق‌های آویزان
- ۴۸۳ ۹-۴-۱- آزمون‌های حساسیت انجام‌شده برای تعیین اهمیت اثرات مؤلفه‌های مختلف
- ۴۸۳ ۹-۴-۲- محدوده مؤلفه‌های به‌کاررفته برای تحلیل حساسیت
- ۴۸۶ ۹-۴-۳- عدم قطعیت موجود در مؤلفه‌ها
- ۴۸۸ ۹-۴-۴- بررسی نتایج تحلیل حساسیت تاق آویزان مرجع
- ۴۹۸ ۹-۵- پرسش‌ها و مسائل فصل نهم
- ۴۹۹ ۹-۶- منابع

پیش‌گفتار

از دیرباز وابستگی جوامع بشری به آب در زمینه‌های شرب، بهداشت، حمل‌ونقل و کشاورزی موجب توسعه آن جوامع در مجاورت رودخانه‌ها شد. اما وقوع سیلاب‌ها و غرقاب‌شدن اراضی و تخریب تاسیسات احداث‌شده در مجاورت سواحل، باعث دوری جوامع از رودخانه‌ها شد. با وجود فاصله‌گرفتن از رودخانه‌ها، تجاوز به حریم آنها از راه ساخت و ساز در بستر سیلابی و یا برداشت شن و ماسه از داخل بسترهای پایه و سیلابی باعث واکنش رودخانه در پاسخ به این تجاوزات شده، در نتیجه تبعات آن موجب خسارت‌ها، گسترده به سواحل رودخانه در ابعاد مختلف شد.

براساس اطلاعات منسجم و سرسده وسط محققان مختلف که برخی از آنها در فصول این کتاب از نظر خواهد گذشت، فرسایش سواحل منجر به مهم بار رسوبی در بسیاری از مجاری آبرفتی (مانند رودخانه‌های آرنو در ایتالیا، می‌سی‌سی‌پی در آمریکا، دانوب در صربستان و کرواسی، مکانگ در جنوب شرق آسیا و ...) در سراسر دنیا است. در ایران نیز فرسایش سواحل رودخانه‌های مختلفی چون کارون، کرخه، اترک، تجن، ارس، هریرود، قزل‌اوزن، هلیا، رود کر، کردان و ... بیانگر وقوع خسارت‌های زیادی است که در نتیجه این پدیده، به‌ویژه در زمان بروز سیلاب پس از آن به اراضی حاصلخیز وارد می‌شود. این موضوع، به‌خصوص در رودخانه‌های مرزی کشورمان از جمله ارس، هریرود و تجن دارای اهمیت مضاعف است چراکه وقوع فرسایش سواحل و عقب‌نشینی رودخانه، علاوه بر اتلاف اراضی حاشیه‌ای، باعث آسیب‌رسانی به میله‌های مرزی و جابه‌جایی خط مرزی نیز خواهد شد. براساس مطالعات محققان کشورمان در سالیان گذشته، به‌دلیل شرایط آب‌وهوایی، هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی و استفاده نامناسب از اراضی حوضه‌های آبخیز، رودخانه‌های کشور در مقایسه با رودخانه‌های جهان مقدار رسوب بالاتری را حمل می‌کنند. به‌عنوان مثال، بررسی ریخت‌شناسی رودخانه مرزی تجن در طول حدود نیم‌قرن (۱۳۷۹-۱۳۳۴)، نشان داده است که نرخ فرسایش کناری سواحل رودخانه در سطح ایران بیش از هشت‌برابر ترکمنستان است. محققان کشورمان در منابعی که از نظر خواهد گذشت، سرعت رشد و شتاب گسترش فرسایش خاک در ایران را شش برابر استاندارد جهانی گزارش کرده‌اند که این مقدار معادل یک میلیون هکتار تخریب زمین‌های کشاورزی است و خسارت آن در صورت کاشت گندم بالغ بر ۱/۴ میلیارد دلار و ۴۲۰۰ میلیارد تومان به‌ترتیب در صورت مقایسه با قیمت گندم وارداتی و قیمت تضمینی گندم داخلی در سال ۱۳۹۳ است. در نتیجه لازم است که به‌منظور ارائه راهکارهای مناسب برای مواجهه با این پدیده، نتایج حاصل از مطالعات انجام‌شده در اختیار دست‌اندرکاران قرار گیرد.

در پاسخ به نیاز بالا، در مجموعه دوجلدی حاضر، فرایندها و سازوکارهای فرسایش ساحل رودخانه‌ها در جلد نخست و نیز راهکارهای مهندسی برای مقابله با این پدیده‌ها در جلد دوم ارائه شده است. از ویژگی‌های مهم کتاب حاضر، جمع‌آوری و ارائه اکثر مدل‌های تهیه‌شده برای تحلیل فرسایش سواحل رودخانه است و ضمن برشمردن محاسن و معایب هرکدام از مدل‌های ارائه‌شده، علاوه بر ارائه یک مدل به نسبت کامل‌تر، شرح کاملی از نحوه انجام آزمایش‌های به عمل آمده برای شناخت پدیده‌های مؤثر در فرسایش توده‌ای سواحل رودخانه‌ها نیز بیان شده است که می‌تواند راهنمای ارزشمندی برای سایر محققان در ادامه مطالعات محسوب شود. نویسندگان این کتاب امیدوارند جلد نخست مورد استفاده علاقه‌مندان قرار گرفته و به زودی جلد دوم را نیز تکمیل و در اختیار علاقه‌مندان قرار خواهند داد. نویسندگان این اثر گونه پیشنهاد و انتقاد خوانندگان برای اصلاح جلد نخست و نیز تکمیل جلد دوم استقبال می‌کنند.

امیر صمدی - ابراهیم امیری تلکدانی

پاییز ۱۳۹۴