

# اثرات بیوتکنیکی و زیست محیطی بر تثبیت سواحل رودخانه‌ها

دکتر هادی سیاسر





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللهم صل على محمد وآل محمد وعلم أئمتنا  
وهدنا لهذا السبيل واجعلنا من عتقائك  
يا كريم



# اثرات بیوتکنیکی و زیست محیطی بر تثبیت سواحل رودخانه‌ها

تالیف :

دکتر هادی سیاسی

عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور



انتشارات موجک



سرشناسه : سیاسر، هادی، ۱۳۵۷.  
عنوان و نام پدیدآور : اثرات بیوتکنیکی و زیست محیطی بر تثبیت سواحل رودخانه‌ها /  
تالیف دکتر هادی سیاسر.  
مشخصات نشر : تهران: انتشارات موجک، ۱۳۹۵.  
مشخصات ظاهری : ۲۲۱ ص.: مصور، جدول، نمودار؛ وزیري.  
شابک : ۹-۱۲-۸۳۰۷-۶۰۰-۹۷۸، ۲۰۰۰۰۰ ریال.  
وضعیت فهرست نویسی : فیبا  
موضوع : حفاظت ساحل - ایران - رود هیرمند - نمونه پژوهی  
موضوع : گیاهان تثبیت کننده خاک - ایران - رود هیرمند - نمونه پژوهی  
موضوع : پوشش گیاهی - ایران - رود هیرمند - نمونه پژوهی  
موضوع : شیب‌ها (مکانیک خاک) - پایداری  
موضوع : گیاهان تثبیت کننده خاک  
موضوع : بوم شناسی ساحلی  
رده بندی کنگره : ۱۳۹۵ ۲ الف ۹ س / TC ۳۰۷  
رده بندی دیویی : ۶۲۷/۵۸۰۹۵۵  
شماره کتابشناسی ملی : ۴۲۰۲۷۶۳

### انتشارات موجک

مدیر مسئول : دکتر مجید رستمی بشمینی

تلفن مرکز پخش : ۰۹۰۱۷۶۷۲۵۰۲ - ۰۲۱۶۶۱۲۷۵۹۳

Email : [mojakpublication@yahoo.com](mailto:mojakpublication@yahoo.com)

Web : [www.mojak.ir](http://www.mojak.ir)



عنوان : اثرات بیوتکنیکی و زیست محیطی بر تثبیت سواحل رودخانه‌ها

تالیف : دکتر هادی سیاسر

مشخصات ظاهری : ۲۲۱ صفحه، قطع وزیري

چاپ اول : بهار ۱۳۹۵

تیراژ : ۱۰۰۰ جلد - قیمت : ۲۰۰۰۰۰ ریال

شابک : ۹-۱۲-۸۳۰۷-۶۰۰-۹۷۸

حقوق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

تقدیم به همسر

دخترم ماندانا

روح پدرم





## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	سخن مولف.....
۳	فصل اول: کلیات تحقیق.....
۳	۱-۱ تعریف مسئله.....
۷	۱-۲ ضرورت تحقیق.....
۸	۱-۳ هدف از تحقیق.....
۸	۱-۴ روش تحقیق.....
۹	فصل دوم: تثبیت سواحل رودخانه‌ها.....
۹	۲-۱ مقدمه.....
۹	۲-۲ مفهوم جدید ساماندهی رودخانه.....
۱۱	۲-۳ شناخت انواع فرسایش‌های رودخانه‌ای.....
۱۱	۲-۳-۱ فرسایش منطقه هوایی.....
۱۲	۲-۳-۲ فرسایش آبراهه‌ای.....
۱۲	۲-۳-۳ گسیختگی توده‌ای.....
۱۲	۲-۴ انواع گسیختگی‌های توده‌ای.....
۱۳	۲-۴-۱ لغزش‌های مسطح کم عمق.....
۱۳	۲-۴-۲ لغزش قالبی.....
۱۴	۲-۴-۳ لغزش دایره‌ای.....
۱۴	۲-۴-۴ گسیختگی‌های طره‌ای.....

- ۲-۵ تثبیت و حفاظت دیواره‌های کناری رودخانه..... ۱۶
- ۲-۶ انواع سازه‌ها، از نظر مصالح ساختمانی و خصوصیات فیزیکی و مکانیکی..... ۱۷
- ۲-۷ عوامل موثر در انتخاب روش حفاظت دیواره‌ها..... ۱۸
- ۲-۸ حفاظت دیواره رودخانه در مقابل عوامل داخلی (هیدرولیکی)..... ۲۰
- ۲-۹ حفاظت دیواره‌های رودخانه در برابر عوامل بیرونی..... ۲۰
- ۲-۱۰ مصالح تثبیت کننده سواحل..... ۲۱
- ۲-۱۱ هیدرولیک رودخانه..... ۲۱
- ۲-۱۲ رژیم رودخانه..... ۲۲
- فصل سوم: اصول و مبانی روش بیومهندسی..... ۲۵
- ۳-۱ روش بیومهندسی..... ۲۵
- ۳-۲ روش‌های بیومهندسی حفاظت سواحل رودخانه..... ۲۸
- ۳-۲-۱ Branch Packing ..... ۲۸
- ۳-۲-۲ کشت قلمه در بدنه خاکریز (Brush layering) ..... ۲۹
- ۳-۲-۳ کاشت قلمه‌ها در لابلای درزه‌ها (Joint Planting) ..... ۳۰
- ۳-۲-۴ کشت گیاهان به صورت صندوق‌های زنده (Live Cribwall) ..... ۳۱
- ۳-۳ عوامل مؤثر در تخریب و شکست روش‌های بیومهندسی..... ۳۲
- ۳-۴ نشانه‌های شروع تخریب و شکست روش‌های بیومهندسی..... ۳۳
- ۳-۵ محدودیت‌های روش‌های بیومهندسی در پایدارسازی سواحل..... ۳۳
- ۳-۶ اثرات مهندسی پوشش گیاهی در پایداری و تثبیت کناره رودخانه‌ها..... ۳۴
- ۳-۶-۱ اثرات هیدرولوژیکی پوشش گیاهی ..... ۳۵
- ۳-۶-۲ اثرات هیدرولیکی پوشش گیاهی ..... ۳۵
- ۳-۷ مقاومت جریان در حضور پوشش گیاهی..... ۳۸
- ۳-۸ مقاومت در برابر فرسایش آبی..... ۳۹

- ۳-۹ اثرات مکانیکی تقویت خاک..... ۴۰
- ۳-۱۰ مکش ریشه..... ۴۱
- ۳-۱۱ ویژگی های گیاهان مناسب برای ساماندهی مسیل ها و رودخانه ها..... ۴۳
- ۳-۱۱-۱ خصوصیات اکولوژیکی..... ۴۳
- ۳-۱۱-۲ سازگاری..... ۴۳
- ۳-۱۱-۳ سهولت تکثیر و دسترسی..... ۴۴
- ۳-۱۱-۴ سهولت استقرار..... ۴۴
- ۳-۱۱-۵ رفتارهای رویشی..... ۴۴
- ۳-۱۱-۶ سیستم ریشه..... ۴۵
- ۳-۱۱-۷ بهبود و حاصلخیزی خاک..... ۴۵
- ۳-۱۱-۸ مقاومت در مقابل صدمات مکانیکی..... ۴۵
- ۳-۱۱-۹ مقاومت در برابر آفات و امراض..... ۴۶
- ۳-۱۲ نحوه استقرار گیاهان..... ۴۶
- ۳-۱۳ مدیریت پوشش گیاهی روی دیواره رودخانه..... ۴۶
- ۱-۱۳-۳ حفاظت دیواره پائین..... ۴۷
- ۲-۱۳-۳ حفاظت سطح دیواره میانی..... ۴۷
- ۳-۱۳-۳ حفاظت ساحل بالا..... ۴۸
- فصل چهارم: مدل های محاسباتی خاک مسلح..... ۴۹
- ۴-۲ مقایسه مدل های ارائه شده..... ۵۵
- ۴-۳ اندازه گیری مقاومت برشی سیستم خاک و ریشه..... ۵۸
- ۴-۴ آزمایش برش در آزمایشگاه..... ۵۸
- ۴-۵ آزمایش برش در محل..... ۶۲
- ۴-۶ خصوصیات ریشه..... ۶۶

- ۶۷..... ۱-۶-۴ فیزیولوژی و اکولوژی ریشه
- ۶۷..... ۲-۶-۴ ژئومتری ریشه
- ۷۷..... ۳-۶-۴ مقاومت کششی ریشه‌ها
- ۸۳..... ۴-۷ مقاومت برشی
- ۸۷..... فصل پنجم: پایداری شیب‌های خاکی
- ۸۷..... ۵-۱ مقدمه
- ۸۸..... ۵-۲ روش اصلاح شده بیشاب
- ۹۱..... ۵-۳ بررسی پایداری شیب با روش شیب نامحدود
- ۹۷..... ۵-۴ بررسی عمق تأثیر ریشه درختان در پایداری‌سازی شیروانی‌های محدود
- ۱۰۱..... فصل ششم: کاربرد روش‌های بیوتکنیکی در مهندسی رودخانه
- ۱۰۷..... فصل هفتم: مواد و روش تحقیق
- ۱۰۷..... ۷-۱ مقدمه
- ۱۰۷..... ۷-۲ بازدید صحرایی از سواحل رودخانه هیرمند و انتخاب محل مطالعه
- ۱۱۰..... ۷-۳ جمع آوری و شناسایی گیاهان موثر در پایداری سواحل
- ۱۱۰..... ۱-۳-۷ درخت گز ( Tamaricaceae )
- ۱۱۱..... ۲-۳-۷ پده Populus Euphratica
- ۱۱۳..... ۳-۳-۷ نی ( Phragmitas australis )
- ۱۱۵..... ۴-۳-۷ درخت بید (Salix spp)
- ۱۱۶..... ۵-۳-۷ مَرغ (Cynodon dactylon)
- ۱۱۷..... ۶-۳-۷ درخت کُنار: ( Zizi phus )
- ۱۱۸..... ۷-۳-۷ لویی ( Typha Latifolia )

۱۱۸	۷-۴ اندازه گیری پارامترهای مختلف گیاهی.....
۱۱۹	۱-۴-۷ ژئومتری ریشه .....
۱۳۵	۲-۴-۷ آزمایش مقاومت کششی ریشه ها .....
۱۵۶	۷-۵ اندازه گیری مستقیم مقاومت برشی خاک با ریشه گیاه.....
۱۵۷	۱-۵-۷ ساخت دستگاه مقاومت برشی خاک و تهیه قالب فلزی برای سطح گسیختگی .....
۱۵۷	۲-۵-۷ نحوه آماده سازی بلوک خاک برای اندازه گیری مقاومت برشی .....
۱۵۸	۳-۵-۷ روش انجام آزمایش .....
۱۶۰	۴-۵-۷ داده های بدست آمده از آزمایش مقاومت برشی خاک .....
۱۶۵	۷-۶ مطالعات مکانیک خاک در منطقه طرح.....
۱۷۱	فصل هشتم : نتایج و بحث.....
۱۷۱	۸-۱ مقدمه.....
۱۷۱	۸-۲ داده های ژئومتری ریشه ها.....
۱۷۲	۱-۲-۸ مدل ریاضی تعیین نسبت درصد تراکم ریشه .....
۱۷۳	۲-۲-۸ برنامه کامپیوتری جهت پردازش داده های ژئومتری ریشه ها .....
۱۷۴	۳-۲-۸ بررسی نسبت درصد تراکم ریشه در جهات مختلف .....
۱۸۷	۸-۳ پردازش داده های بدست آمده از آزمایش های مقاومت کششی ریشه گیاه.....
۱۹۳	۸-۴ محاسبه افزایش مقاومت برشی خاک با استفاده از داده های مقاومت کششی ریشه ها.....
۱۹۴	۸-۵ تجزیه و تحلیل نتایج آزمایش های مقاومت برشی در محل.....
۲۰۰	۸-۶ بررسی اثرات بیومهندسی بر پایداری شیب های خاکی.....
۲۰۰	۱-۶-۸ معرفی نرم افزار Slope/w .....
۲۰۲	۲-۶-۸ نتایج آنالیز پایداری شیب، بروش بیشاب، مورگنسترن و فلینیوس .....
۲۰۵	۳-۶-۸ نتایج آنالیز پایداری شیب، بروش شیب های نامحدود .....
۲۰۵	فصل نهم : نتیجه گیری و پیشنهادها.....

۲۰۵	.....	۹-۱ مقدمه
۲۱۰	.....	۹-۲ نتیجه گیری
۲۱۲	.....	۹-۳ پیشنهادات
۲۱۵	.....	منابع

## سخن مولف

یکی از راههای تثبیت سواحل رودخانه سیستان استفاده از روشهای بیومهندسی می باشد. نفوذ ریشه های گیاهان در درون خاک بر روی شیب های خاکی همانند آرماتور در بتن باعث مسلح سازی خاک می گردد. این پدیده باعث افزایش مقاومت برشی خاک و افزایش پایداری شیب های خاکی می شود. با شناخت این فرایند و استفاده از گونه های مناسب، با شرایط محیط و با ریشه های مقاوم، پروژه های تثبیت شیب های خاکی به صورت علمی انجام خواهد گرفت. هیرمند یکی از رودخانه های مرزی ایران را تشکیل می دهد. این رودخانه از کوه های بابایغما در افغانستان سر چشمه گرفته، سپس طی مسافتی حدود ۱۰۵۰ کیلومتر به مرزهای ایران رسیده و به هامون می پیوندد. براساس مطالعات تاریخی این رودخانه در دشت سیستان تا به امروز چندین جابجایی داشته است و این امر باعث پیدایش و افول تمدن هایی در سیستان گردیده است. از طرفی دامنه نوسان آب در این رودخانه در سالهای مختلف متعدد و بین ۶۰۰-۰ متر مکعب و در بعضی سالها تا ۱۷۰۰۰ متر مکعب گزارش شده است. لذا با توجه به اهمیت مرزی این رودخانه و امنیت منطقه از نظر هدایت سیل در مسیل ها و پدیده فرسایش در این رودخانه وجود پروژه هایی جهت تثبیت سواحل هیرمند ضروری به نظر می رسد.

یکی از روش هایی که امروزه بدلیل مسائل زیست محیطی و اقتصادی در مهندسی رودخانه مورد توجه قرار گرفته است روشهای بیومهندسی حفاظت سواحل می باشد. این روش ها بر مبنای استفاده از اثر پوشش گیاهی، در پایدار سازی سواحل می باشد. در راستای این طرح تحقیقاتی، در ابتدا یکسری بازدیدهایی از سطح منطقه جهت شناسایی پوشش گیاهان بومی منطقه صورت گرفت. سپس میزان مقاومت کششی ریشه های درختان و وضعیت پراکنش آنها (ژئومتری) مشخص گردید. و همچنین دامنه موثر گسترش ریشه ها تعیین، و مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعدی با استفاده از آزمایش برش در محل، میزان اثر گیاهان بر روی مقاومت برشی خاک محاسبه می گردد.

در راستای این تحقیق منابع مختلفی گردآوری شده که از آن جمله می توان به تحقیقات والدرون (۱۹۷۷)، والدرون و داکسیان (۱۹۸۲)، گری و اهاشی (۱۹۸۳)، بارکر (۱۹۸۶)، و همکاران (۱۹۸۸)،

شیویدریج و سیتار (۱۹۹۶، ۱۹۹۰، ۱۹۸۱) و آبه وزایمر (۱۹۹۱) درباره مدل‌های خاک مسلح اشاره نمودند. همچنین والدرون (۱۹۷۷، ۱۹۸۱)، گری و اُهایشی (۱۹۸۳)، وُ و همکاران (۱۹۸۳، ۱۹۸۳)، وُ و واتسون (۱۹۹۸)، بر روی آزمایش برش آزمایشگاهی تحقیقاتی را انجام دادند. درباره آزمایش برش در محل می‌توان به تحقیقات زایمر (۱۹۸۱)، وُ و همکاران (۱۹۸۸) وُ و واتسون (۱۹۹۸)، می‌توان اشاره نمود. در ژنومتری ریشه هاوالدرون و داکسیان (۱۹۸۱)، زایمر (۱۹۸۱)، گری و مکدونالد (۱۹۸۶)، وُ و همکاران (۱۹۸۸)، و هنگ چاونیچ (۱۹۹۹)، فعالیت‌هایی داشته‌اند. در زمینه مقاومت کششی ریشه‌ها به تحقیقات والدرون (۱۹۸۱)، گروستاد (۱۹۹۶) و هنگ چاونیچ (۱۹۹۶) اشاره می‌گردد.

نتایج این تحقیق نشان داد که درختان گز، پده، اکالپتوس و بید تا اندازه ای چشم گیر، باعث ازدیاد مقاومت برشی خاک ساحل می‌گردند، همچنین با توجه به خصوصیات این درختان می‌توان به میزان زیادی به پایدارسازی سواحل کمک نمود. درختان گز، اکالپتوس، بیدوپده توانسته‌اند با کاهش موضعی سرعت آب باعث رسوب گذاری در سواحل گردند. با توجه به خصوصیات درختان گز، پده، اکالپتوس و بید بویژه بومی بودن آنها، می‌توان از آنها در پروژه‌های بیوتکنیکی سواحل استفاده نمود. در پایان جا دارد از کلیه کسانی که در این راستا اینجانب را همراهی و راهنمایی نموده‌اند تقدیر و تشکر نمایم. بخصوص از راهنمایی‌های اساتید ارجمند جناب آقای دکتر حسین صدقی، جناب آقای دکتر محمود شفاعی بجستان و جناب آقای دکتر عظیم شیردلی که در این راه اینجانب را کمک نموده سپاسگذاری نمایم و همچنین از زحمات همسر من نیز تشکر نمایم.

امید است کتاب حاضر با وجود کاستی بتواند برای دانشجویان و متخصصین و علاقه مندان صنعت آب راهگشا و کاربردی باشد و خوانندگان محترم ما را در اصلاح و بهبود مطالب آن در آینده یاری فرمایند.

هادی سیاسر

هیات علمی دانشگاه پیام نور

hadisiasar@gmail.com: آدرس ایمیل

hadisiasar@yahoo.com



