Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

کمی سازی اثرات قطر و تراکم ریشه‌های درختان در پایداری کناره های رودخانه (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کشف رود)

محبوبه اکرمیان[۱]، محمد تقی دستورانی[۲*]، محمد جنگجو برزل آباد[۳]،احسان عبدی[۴]

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

[*]۲و۳-استاد و دانشیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

۴-استادیاردانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه تهران

dastorani@um.ac.ir[*]

چکیده

استفاده از گیاهان برای تقویت پایداری ساحل رودخانه‌ها و همچنین کاهش خطر زمین لغزش در توده‌های طبیعی در دهه‌های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است. تاثیر سیستم‌های ریشه‌ای گونه‌های مختلف در مقاوم‌سازی خاک‌ها و کاهش فرسایش تابع ویژگی‌های فیزیولوژیکی و اکولوژیکی ریشه‌ها است. هدف از این پژوهش بررسی نقش سیستم ریشه‌ای درختچه‌های گز (Tamarix hispida) در مقاوم سازی خاک حاشیه رودخانه کشف رود می‌باشد. به این منظور پس از بررسی‌های میدانی نمونه برداری از خاک مسلح با ریشه گیاه و نیز مناطق شاهد به منظور تست‌های آزمایشگاهی انجام شد. بر اساس نتایج اخذ شده چسبندگی و مقاومت برشی خاک مسلح به ریشه در یک گونه، به طور عمده تابع تراکم و قطر ریشه‌ها است. ارزیابی نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که خاک مسلح شده با ریشه‌های گز در تحقیق حاضر باعث افزایش چسبندگی و مقاومت برشی خاک به ترتیب تا ۲۱۶/۶ و ۴۱/۶۴ درصد می‌شود.

کلید واژه‌ها: گز، چسبندگی، مقاومت برشی، تراکم و قطر ریشه، رودخانه کشف‌رود

مقدمه

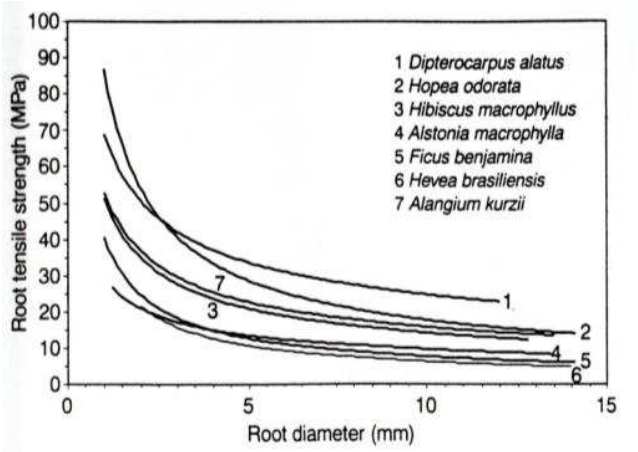
سازه‌های تثبیت رودخانه جهت حفاظت سواحل و جلوگیری از مهاجرت جانبی ناشی از فرسایش کناره‌های آبرفتی طراحی می‌شوند. روش‌های تثبیت سواحل را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: ۱) تقویت کنارها ۲) کاهش نیروهای هیدرودینامیکی (پالون ۲۰۰۷). فرسایش کناره‌های رودخانه، بصورت خطی و در طول نسبتا زیادی از آبراهه اتفاق می‌افتد. حفاظت سازه ای، بدلیل بالا بودن هزینه ها تنها به صورت موضعی امکان پذیر است و با گذشت زمان و تغییر شرایط اولیه طراحی به سادگی در معرض تخریب قرار می‌گیرند. مدت‌ها است که تاثیر پوشش‌های گیاهی در افزایش مقاومت برشی و پایداری شیب‌ها پذیرفته شده است. پوشش‌های گیاهی از جمله درختان با داشتن اثرات هیدرولوژیکی و مکانیکی مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

اثر قابل توجهی در افزایش مقاومت برشی خاک و در نتیجه افزایش ضریب پایداری شیب ساحل دارند (بیسچتی[۹۱] ۲۰۰۹، عبدی ۲۰۰۹، سیمون[۲] ۲۰۰۲).

در این خصوص برگاب[۳] و تبخیر و تعرق[۴] از اثرات مثبت هیدرولوژیکی است، و افزایش مقاومت برشی خاک[۵] و مسلح سازی[۶] شیب ساحل از اثرات مثبت مکانیکی حضور ریشه‌ها در خاک می‌باشد، لذا وجود درختان ساحلی، احتمال گسیختگی شیب را کاهش می‌دهد. این مسئله عمدتا با مسلح سازی خاک بوسیله ریشه انجام می‌شود. خاک و ریشه یک ماده مرکب را تشکیل می‌دهند که ریشه به دلیل داشتن مقاومت کششی و چسبندگی نسبتا بالا، سبب افزایش مقاومت برشی سیستم خاک-ریشه و افزایش ضریب پایداری شیب می‌شود (واتسون[۷] ۲۰۰۴). مقاومت کششی ریشه به گونه درخت و شرایط محیطی رویشگاه بستگی دارد (بیسچتی ۲۰۰۹). پژوهش‌های گسترده‌ای در مورد تاثیر مکانیکی ریشه‌ها انجام شده است. نتیجه این بررسی‌ها نشان می‌دهد که این مقدار به سیستم و مقاومت کششی ریشه بستگی دارد. سیستم ریشه و مقاومت کششی، به ویزگی‌های ژنتیکی[۸] و شرایط محیطی[۹] (ساختمان خاک، هوادهی، رطوبت، درجه حرارت، رقابت با دیگر گیاهان، مواد غذایی، مدیریت نگهداری و ...) بستگی دارد (آبرنتی[۱۰] ۲۰۰۱). در پژوهش‌های نیلاورا در سال ۱۹۹۴، مقاومت کششی ریشه درختان مختلف با افزایش قطر ریشه کاهش یافته است. نتایج پژوهش‌های دیگر محققین نیز حاکی از این مسئله است (شکل ۱).



شکل ۱- ارتباط بین قطر و مقاومت کششی ریشه در گونه های مختلف

مجموع نتایج پژوهش‌های انجام شده در دنیا بر افزایش مقاومت برشی خاک مسلح شده با ریشه نسبت به خاک بدون پوشش دلالت دارند، اما کیفیت این افزایش مقاومت، تابع متغیرهای خاک، ریشه و شرایط محیطی حاکم بر این سیستم است. نتایج ارزیابی کمی

1-Bischetti
2-simon
3-interception
4- Evapotranspiration
5- Shear strength
6- Reinforcement
7-Watson
8-- Genetic properties
9- Environmental characteristics
10-Abernethy

www.SID.ir

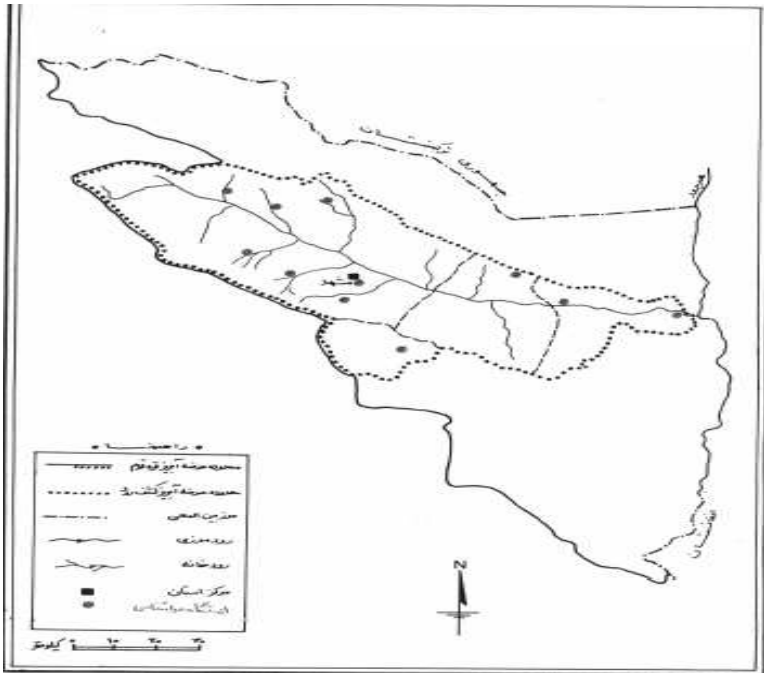
Archive of SID

تغییرات مکانیکی خاک در نتیجه حضور سیستم ریشه‌ای گیاه، بهبود فرایند تصمیم‌گیری در پروژه‌های زیست محیطی را به دنبال دارد. در تحقیق حاضر کمی سازی اثرات قطر ریشه ها و نیز تراکم آنها (در گونه گز) در کناره رودخانه ها مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

۱-۳ویژگی‌های منطقه و گونه منتخب

محدوده مورد مطالعه حوزه آبخیز کشف رود در استان خراسان رضوی و در حاشیه شهر مشهد می‌باشد. این حوزه بخشی از حوزه آبخیز اصلی قره قوم بوده و از نظر موقعیت در شمال شرقی کشور واقع شده است. حوزه مورد مطالعه بین- ´ ۳۸ - °۳۵ تا ۰۵- ۳۶ عرض شمالی و ۲۲-۵۸ تا ۰۸-۶۱ طول شرقی واقع شده است (شکل۲). وسعت این حوزه آبخیز ۱۶۹۷۰ کیلو متر مربع می باشد. عمده ترین رودخانه این حوزه کشف رود است که دارای شاخه‌های متعدد با آبدهی دائم و فصلی است. این رودخانه به طور مستقل فاقد جریان دائم بوده و جریان سیلاب‌های منطقه را تخلیه می‌نماید. دشت مشهد به طول حدود ۱۷۰ کیلومتر بزرگترین دشت در حوضه آبریز قره قوم بوده و رودخانه کشف رود نیز زهکش اصلی دشت مشهد در جهت شمال غرب به جنوب شرق است. جریان‌های سطحی درحوزه آبخیز کشف رود به دلیل مصارف کشاورزی و صنعتی از اهمیت زیادی برخوردار است. آب و هوای منطقه نیمه خشک سرد معرفی شده است و رژیم آبدهی اکثر شاخه های کشف رود برفی – بارانی بوده و ذوب برف تا خرداد و تیر ادامه می‌یابد.



شکل۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه

گونه گیاهی مورد بررسی در تحقیق حاضر گونه گز(Tamarix hispida) از درختچه‌های مناطق بیابانی و شور می‌باشد. این گیاه اغلب در بستر آبراهه‌ها و رودخانه‌های شور و قلیایی نواحی خشک رویش دارد. گیاهی است مقاوم به خشکی و سازگار با شرایط سخت بیابان، دارای گل‌هایی قرمز رنگ که در فصل بهار و پاییز در انتهای انشعابات و ساقه‌ها مشاهده می‌شود. اراضی شوری که خاک

www.SID.ir

Archive of SID

مرطوب داشته و یا تحت تاثیر جریانات فصلی رودخانه‌ها و آبراهه‌ها قرار دارند، از جمله رویشگاه‌های درختچه گز محسوب می‌شود. این گیاه در انواع خاک‌ها با بافت شنی-رسی، سنگریزه دار و دشت‌های سیلابی با خاک‌های رسوبی عمیق یا نیمه عمیق دیده می‌شود. دامنه ارتفاع رویشگاه بین ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ متر از سطح دریا است. مناسب‌ترین محل برای رشد و زیاد شدن آن منطقه‌های گرم وخشک بیابانی و خاک‌های شور است. این گیاه در برابر تغییر دمای هوا مقاومت زیادی دارد. به علاوه مناسب‌ترین خاک برای رشد گیاه گز، خاک لومی است. نزدیک دریا، شن‌های ساحلی و اطراف رودخانه‌ها جای مناسبی برای رشد گیاه گز هستند. همچنین در کنار نهرهای زمین‌های شور و شنی و گودال‌های مرطوب و بستر رودخانه‌ها این گیاه به خوبی رشد می‌کند. مقاومت در مقابل ضربات فیزیکی آب و نیز قلوه سنگها و تخته سنگهای در حال حمل در مواقع سیلابی در رودخانه ها و مسیل ها از خصوصیات بارز این گیاه است. در مجموع این ویژگی‌ها گز را گونه‌ای مناسب برای تثبیت بیولوژیک مناطق تخریب شده لغزشی و نیز حفاظت کناره های رودخانه ها قرار می‌دهد.

۲-۳روش پژوهش

در این تحقیق آزمایشات برش مستقیم آزمایشگاهی بر روی نمونه های خاک مسلح شده با ریشه انجام شد و نتایج آن با نمونه-های بدون ریشه مقایسه شد. برای انجام نمونه‌گیری لازم است که نمونه‌ها به صورت دست نخورده همراه با دانسیته های مختلف ریشه برداشت شود. همچنین می‌بایست قطر ریشه‌ها از ۵ میلیمتر بیشتر نباشد و (برای ریشه‌های قطورتر می‌توان از آزمایشات برش مستقیم بزرگتر یا به صورت برش برجا استفاده کرد) در هنگام تهیه نمونه از مقطع خاک از قالب‌های آزمایشگاهی که به این منظور تهیه شدند استفاده شد تا بافت خاک به هم نخورده و نمونه‌ها نشکنند. با توجه به این شرایط تعداد ۲۱ نمونه آزمایشی بوسیله قالب‌های ۱۰*۱۰ برداشت شد که از این تعداد ۳ نمونه فاقد ریشه بود. به منظور حفظ رطوبت خاک نمونه‌ها بسته‌بندی شدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. آزمایشات برش مستقیم (UU) تحکیم نیافته و زهکشی نشده بر روی نمونه‌ها در آزمایشگاه مکانیک خاک اداره راه و شهرسازی مشهد انجام شد. پس از اتمام هر برش ریشه‌های موجود در سطح گسیختگی جمع‌آوری شدند و تعداد و قطر ریشه‌ها اندازه گیری و ثبت شد. و از باقیمانده خاک هر قالب در تعیین ویژگی های فیزیکی خاک استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایشات برش مستقیم در جدول شماره۱ ارائه شده است. در این جدول d_{max} ؛ بزرگترین قطر ریشه موجود در سطح گسیختگی خاک, τ_{max} ؛ تنش برشی حداکثر , σn فشار عمودی , RAR تراکم ریشه یا به عبارت دیگر فراوانی ریشه در خاک است که بر اساس رابطه ۱ به دست می آید:

$$RAR = \frac{A_W}{A_R} * 100 = \sum_{n}^{i} \frac{a_i}{A_W} * 100 \qquad (1)$$

در این رابطهA_W سطح توده خاک دارای ریشه در امتداد صفحه گسیختگی (مجموع مساحت خاک و ریشه)؛ A_R مساحت اشغال شده توسط ریشه (در امتداد سطح گسیختگی)؛ i تعداد ریشه های موجود و ai سطح مقطع هر یک از ریشه ها ست.

نتایج برخی بررسی‌های موجود حاکی از آن است که آن بخش از سیستم ریشه‌های گیاه که تاثیر مستقیم و موثر در فرایند افزایش چسبندگی و مقاومت برشی خاک دارد، سیستم ریشه‌ای بهینه گیاه است و آن عبارت است از آن بخش از سیستم ریشه‌ای که حدوداً قطری معادل دو تا پنج میلیمتر داشته باشد و آن را قطر بهینه ریشه (d_{opt})می‌نامند (شریعت جعفری و همکاران ۱۳۹۳).
شاخص قطر ریشه در سال ۲۰۰۷ توسط داوودی و همکاران ارائه شد که عبارت است از:

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص قطر ریشه در سال ۲۰۰۷ توسط داوودی و همکاران ارائه شد که عبارت است از:

$$RDR = d_{50} / d_{max} * 100 \quad (2)$$

که در آن، d_{50} قطری است که ۵۰ درصد ریشه‌های موجود در نمونه برابر و یا کوچکتر از آن هستند و d_{max} قطر قطورترین ریشه موجود در نمونه خاک مورد آزمایش است.

در پژوهش حاضر از آنجایی که امکان کنترل فراوانی درصد ریشه‌هایی با قطر مشخص به طور کامل امکانپذیر نیست لذا به منظور دسته بندی داده‌ها مقادیری که دارای RDR نزدیک به هم می‌باشند در یک گروه قرار داده شدند.

جدول۱-دسته بندی داده‌ها بر اساس مقادیر RDR و RAR

شماره نمونه	σ_n (kg/cm^2)	τ Kg/cm^2	*RAR* (درصد)	*RDR* (درصد)
۱	۰/۲۰	۰/۲۴	۰	۰
۲	۰/۵	۰/۳۳	۰	۰
۳	۱	۰/۶۲	۰	۰
۴	۰/۲	۰/۳۷	۰/۱۸	۰/۰۷
۵	۰/۵	۰/۵۲	۰/۲۲	۰/۰۷۷
۶	۱	۰/۷۹	۰/۲۸	۰/۰۹۵
۷	۰/۲	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۱۴
۸	۰/۵	۰/۵۹	۰/۳۳	۰/۱
۹	۱	۰/۶۹	۰/۲۹	۰/۱۷
۱۰	۰/۲	۰/۳۸	۰/۴۳	۰/۲
۱۱	۰/۵	۰/۶۱	۰/۳۵	۰/۲۵
۱۲	۱	۰/۷۵	۰/۳۸	۰/۲۸
۱۳	۰/۲	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۲۹
۱۴	۰/۵	۰/۶۵	۰/۴۳	۰/۳۱
۱۵	۱	۰/۸۸	۰/۵۱	۰/۳۴
۱۶	۰/۲	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۴۸
۱۷	۰/۵	۰/۶۳	۰/۵۷	۰/۴
۱۸	۱	۰/۸۹	۰/۶۲	۰/۳۵
۱۹	۰/۲	۰/۴۸	۰/۵۹	۰/۷
۲۰	۰/۵	۰/۵۵	۰/۴۹	۰/۴۸
۲۱	۱	۰/۷۹	۰/۸۵	۰/۵۲

www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای مقاومت برشی خاک شامل دو پارامتر چسبندگی (C) و زاویه اصطکاک داخلی (φ) می‌باشند که تحت تاثیر کیفیت حضور سیستم‌های ریشه‌ای گیاه تغییر می‌کنند. تنش‌های برشی موجود در خاک به‌وسیله ریشه‌های گیاه به مقاومت برشی منتهی می شوند. در نتیجه افزایش مقاومت برشی، فرایند گسیختگی و فرسایش خاک تعدیل می‌شود. با استفاده از داده‌های این جدول بلوک های خاک به ۷ دسته تقسیم‌بندی شدند و مطابق تئوری آزمایش برش مستقیم پوش گسیختگی موهر- کولمب رسم و مقادیر زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی توده‌های خاکی محاسبه شد. جدول شماره ۲ گروه‌های فوق را بر اساس نتایج به دست آمده نشان می دهد. همانطور که انتظار می‌رود وجود ریشه‌ها تغییرات چشم‌گیری را در پارامترهای مقاومت برشی خاک ایجاد کرده است که این تغییرات عمدتا در مقدار چسبندگی خاک بوده و تا حدی بر زاویه اصطکاک داخلی خاک نیز تاثیر گذاشته است.

جدول ۲-مقادیر چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی بر اساس مقادیر RDR

C Kg/cm^2	Φ (درجه)	RDR (درصد)
۰/۱۲	۲۹	۰
۰/۲۶	۲۸	./۰۷-۰/۰۹
۰/۳۲	۲۲	۰/۱-۰/۱۷
۰/۳۳	۲۴	۰/۱۸-۰/۲۵
۰/۳۴	۲۶	۰/۲۸-۰/۳۱
۰/۳۶	۲۸	۰/۳۴-۰/۴
۰/۳۸	۲۲	۰/۴۸-۰/۷

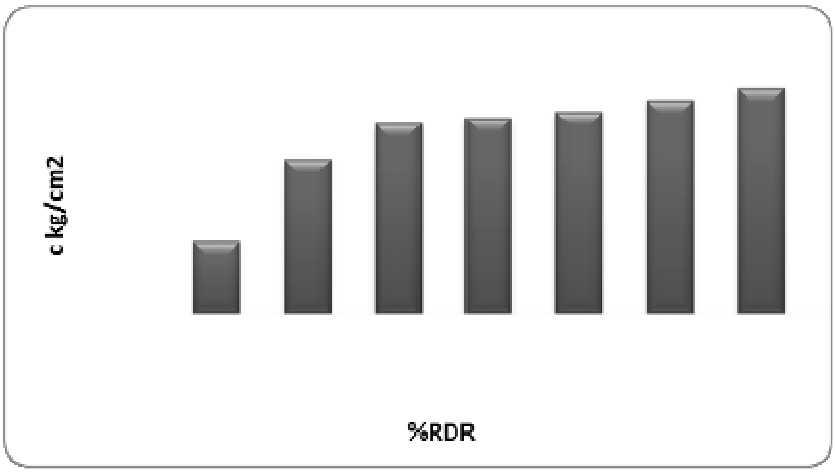
:

تهیه نمونه خاک‌های حاوی ریشه به‌صورت دست نخورده و در شرایط طبیعی و غیر قابل کنترل از لحاظ فراوانی ریشه در خاک انجام گرفته و لذا دسته‌بندی داده‌ها تابع داده‌های موجود با مقادیر RDR نزدیک به هم می‌باشد. در این جدول RDR=0 مربوط به توده های خاک بدون ریشه می‌باشد. با رسم هیستوگرام چسبندگی و زاویه اصطکاک داخلی خاک در مقابل شاخص RDR تاثیر فراوانی و قطر ریشه بر پارامترهای مقاومت برشی خاک مشخص می‌شود.(شکل ۳ و ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

شکل۳- تغییرات زاویه اصطکاک خاک (Φ)در مقابل شاخص قطر ریشه(RDR)



شکل۴- تغییرات چسبندگی خاک(C) در مقابل شاخص قطر ریشه (RDR)

براساس نتایج، حداکثر افزایش چسبندگی خاک مسلح شده به وسیله ریشه مربوط به گروه ۰/۴۸-۰/۷ است. چسبندگی خاک به وسیله ریشه‌ها از ۰/۱۲ به ۰/۳۸ افزایش پیدا کرده است. افزایش چسبندگی و مقاومت برشی خاک مسلح، پایداری خاک در برابر گسیختگی و فرسایش را به همراه دارد. عامل چسبندگی در خاک مسلح شده با ریز ریشه‌های گز نسبت به خاک بکر (بدون ریشه) ۲۶۰ درصد افزایش پیدا کرده است. در مقابل زاویه اصطکاک داخلی خاک روندی معکوس را داشته است و نسبت به خاک بکر ۷ درجه کاهش پیدا کرده است و تغییرات آن در مجموع بسیار کمتر از برد و دامنه تغییرات چسبندگی خاک است. به همین دلیل هر چند کاهش زاویه اصطکاک داخلی در افزایش مقاومت برشی خاک مسلح موثر است، اما برد تاثیر آن نسبت به عامل افزایش چسبندگی بسیار اندک است و از این رو افزایش مقاومت برشی خاک مسلح با ریشه گیاه را صرف نظر از تاثیر نسبی اندک φ تقریبا می توان معادل افزایش C دانست. برایند تغییر این دو متغیر در مجموع افزایش قابل توجه مقاومت برشی خاک مسلح شده با ریزریشه های درختچه های گز را به دنبال داشته است.

نتیجه گیری:

جهت بررسی مقاومت برشی خاک تحت تاثیر ریشه درختچه‌های گز، ۲۱ نمونه آزمایشی به وسیله قالب هایی که به این منظور ساخته شده بودند برداشت شد که ۳ نمونه از آنها فاقد ریشه بود. این نمونه‌ها پس از برداشت بسته بندی شد و به آزمایشگاه مکانیک خاک اداره راه و شهر سازی مشهد منتقل شد. این نمونه‌ها به وسیله دستگاه برش مستقیم استاندارد ۱۰*۱۰ برش داده شدند و و پس از محاسبه پارامترهای مربوطه و تجزیه و تحلیل یافته های تحقیق نتایج بصورت زیر خلاصه میشود:

۱-. با افزایش RDR در خاک مقدار مقاومت برشی خاک نیز افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

۲- با افزایش RDR در خاک مقدار چسبندگی خاک نیز افزایش نشان می‌دهد ولی در مورد زاویه اصطکاک داخلی این تغیرات نامنظم بوده و تا حد کمی کاهش را نشان می‌دهد.

۳-با توجه به اینکه افزایش چسبندگی بیشتر از کاهش زاویه اصطکاک داخلی می‌باشد، در مجموع افزایش RDR موجب افزایش مقاومت برشی خاک می‌گردد.

۴- درخت گز با توجه به مقاومت در مقابل شوری و شرایط دشوار محیطی و نیز امکان تکثیر ساده آن با قلمه و بذر و کاشت مستقیم آن در محل اصلی قادر است در مدت کوتاهی در منطقه جدید ریشه دوانیده ویک لایه زنده برروی خاک ساحل ایجاد کند و در حد قابل توجه ای مقاومت کناره های رودخانه در مقابل فرسایش را افزایش دهد.

منابع

شریعت جعفری , م .داوودی , م. ه . صفایی , م . پرتوی , ا.(۱۳۹۳), ارزیابی تاثیر سیستم ریشه ای کلهو در مقاوم سازی خاک با استفاده ازشاخص های RDR و RDDI . نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز,جلد ۶ شماره ۲, ص ۱۰۷-۱۱۴.

عبدی, ا. مجنونیان, ب. رحیمی, ح. زبیری, م. حبیبی بی‌بالانی , ق. (۱۳۸۹), بررسی ویژگی های زیست فنی گونه انجبیلی به منظور بهره‌گیری در زیست مهندسی (بررسی موردی: بخش پاتم – جنگل خیررود). نشریه محیط زیست طبیعی ,مجله منابع طبیعی ایران.دوره ۶۳ شماره ۱,صفحه۵۳ -۶۲.

Abernethy, B. and ID. Rutherford. (2001). The distribution and strength of riparian tree roots in relation to riverbank reinforcement. Hydro. Process. 15: 63–79.

Bischetti.G.B.,(2009). " Root cohesion of forest species in the Italian ALPS", Plant soil, 324:71-89.

Nilaweera, N.S. 1994. Influence of hardwood roots on soil shear strength and slope stability in southern Thailand. PhD Dissertation, Asian Institute of Technology, Bankok.

Simon .A., and collision.A.J.C. (2002)." Quantifying the mechanical and hydrologic effects of riparian vegetation on stream bank stability", earth surf. Process.landforms 27:527-546

Watson, A.J. and M. Marden. 2004. Live Root-wood Tensile Strengths of Some Common New Zealand Indigenous and Plantation Tree Species. New Zealand journal of forestry science, 34(3): 344-353.

www.SID.ir