

تأثیر کشش ریشه‌های سطحی درخت ممرز در پایداری خاک

قاسم حبیبی بی‌بالانی^۱، دانشیار گروه کشاورزی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی
شهریار صبح‌زاهدی، کارشناس ارشد مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان گیلان
ضیا باژرنگ، مربی گروه کشاورزی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۰۵/۱۱

دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۱۲/۲۱

چکیده

کشش ریشه‌های جانبی درختان یکی از شیوه‌هایی است که در حرکات توده‌ای خاک تأثیر گذاشته و باعث افزایش پایداری آن می‌شود. ریشه‌های جانبی، بر خلاف ریشه‌های عمودی که به‌صورت مستقیم باعث افزایش پایداری توده خاک می‌شود، در مقاومت برشی خاک تأثیر گذاشته و از این طریق باعث افزایش پایداری توده خاک می‌شود. به‌منظور تحقیق مقدار کشش ریشه در نظام ریشه‌های درخت ممرز در منطقه رحیم آباد، واقع در جنگل‌های جنوب شرق استان گیلان، اقدام به بررسی بر روی ریشه این درخت شود. بر اساس تحقیق انجام شده، مشخص شد که در لایه سطحی خاک (۲۰-۵۰ سانتی‌متری)، ریشه‌های افقی به‌صورت متوسط در حدود ۱۶۷/۴ نیوتن در مقطع برش ۲۰-۵۰ سانتی‌متر مربع نیرو وارد نموده و یا باعث افزایش مقاومت برشی خاک، به‌صورت متوسط به مقدار ۲۴/۵ درصد می‌شود. نتایج آزمایش‌های انجام شده نشان داد ریشه درختان ممرز، از طریق تأثیر کششی به‌هم‌راه ریشه‌های عمودی که نقش مهارکننده کل توده خاک اعماق پایین‌تر را به‌عهده دارد، بر روی ناپایداری‌های خاک مناطق شیب‌دار جنگلی، از قبیل لغزش‌ها و خزش‌ها اثر محافظتی دارد.

واژه‌های کلیدی: پایداری، خزش، حرکت توده‌ای، ریشه جانبی، لغزش

مقدمه

یکی از شیوه‌های افزایش پایداری توده خاک، تأثیر کششی ناشی از ریشه‌های افقی است. این امر به‌علت تأثیر مکانیکی ریشه‌های جانبی و افقی با یک‌دیگر صورت می‌گیرد و در نتیجه، باعث افزایش مقاومت خاک در لایه‌هایی می‌شود که حاوی این گونه ریشه‌ها هستند (Coppin و همکاران، ۱۹۹۰) و در نهایت منجر به افزایش پایداری منطقه در حال لغزش می‌شود. مقاومت لایه‌های مختلف خاک، تحت تأثیر مقاومت برشی خاک و مقاومت کششی ریشه، در یک صفحه نازک مفروض تلقی می‌شود؛ این مقاومت، از ترکیب تأثیر ریشه‌های افقی و عمودی ناشی می‌شود. در این میان، ریشه‌های افقی مانند شبکه‌ای از طناب، که باعث انتقال نیرو از یک نقطه به نقطه دیگر می‌شود، عمل نموده و باعث ایجاد تنش برشی از طریق انتقال نیروی برشی در تمام خاک می‌شود (Gray و Leiser، ۱۹۸۲). این ریشه‌ها باعث ایجاد پایداری خاک از طریق جمع شدن مقاومت کششی این ریشه‌ها و در پی آن موجب ایجاد افزایش مقاومت برشی خاک نیز می‌شود. وقتی که ریشه‌ها کل مقاومت کششی خود را بر روی توده خاک اعمال می‌کنند، باعث افزایش مقاومت کششی در سطح لایه‌های مختلف خاک می‌شوند (Hunan Institute of Water Conservancy، ۱۹۸۳). مقدار این تأثیر کششی به مقدار مقاومت خاک، ریشه و مقدار نیروی پیوستگی بین خاک و ریشه بستگی دارد. اگر بیشینه مقاومت ناشی از نیروی کششی ریشه نتواند نیروی ناشی از نیروی برشی و حرکتی خاک را تحمل نماید، ریشه از داخل خاک بیرون می‌آید و یا پاره می‌شود (Bibalani و همکاران، ۲۰۰۵؛ Bibalani و همکاران، ۲۰۰۷).

^۱ habibibalani@gmail.com

در این حالت، تأثیر ناشی از ریشه‌های افقی در افزایش پایداری خاک کم است. در مناطقی که در آن حرکت توده‌ای خاک وجود دارد و دارای پوشش درختی و درختچه‌ای نیز است، اغلب مقداری ریشه در شکاف و درزها ایجاد شده در خاک مشاهده می‌شود. قسمت‌های پایدار، از طریق مقاومت کششی ریشه‌ها، نیروی نگه‌دارنده‌ای به قسمت‌های ناپایدار اعمال کرده و سبب پایداری آن‌ها می‌شود (Sidle و همکاران، ۱۹۸۵).

بر عکس، قسمت‌های ناپایدار از طریق ریشه‌های موجود، سعی می‌کنند بخشی از نیروی‌های ناشی خود را به قسمت‌های پایدار منتقل نمایند. وقتی که تراکم ریشه در توده خاک زیاد باشد، هر دو نوع تأثیرات ریشه بر جلوگیری از حرکت توده‌ای خاک نیز زیادتر خواهد بود (O'Loughlin و همکاران، ۱۹۸۲، Sidle، ۱۹۹۱).

در منطقه مورد تحقیق، جنگل ممرز و بلوط مرزستان فراوانی وجود دارد. درختان ممرز دارای ریشه‌های عمیق بوده و در لایه سطحی خاک در حدود اعماق ۱/۲-۱/۵ متر نیز دارای ریشه‌های سطحی هستند که این ریشه‌ها به صورت شبکه و پیچیده و تقریباً موازی با سطح خاک گسترش یافته‌اند. ریشه‌های درخت ممرز به تدریج با افزایش طول نازک شده و اغلب دارای شاخه‌های فرعی نیز هستند.

مواد و روش‌ها

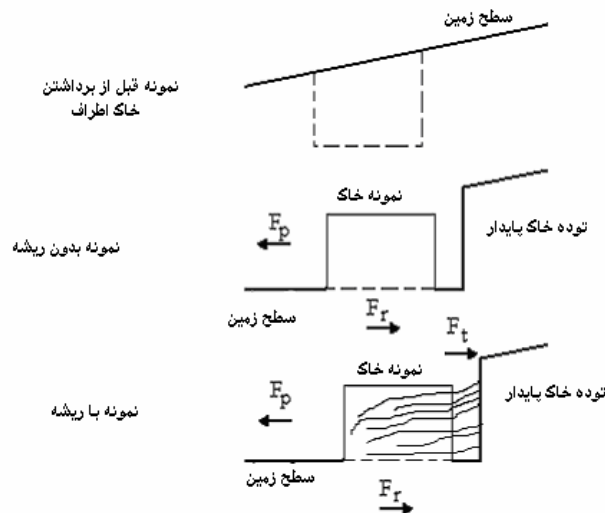
جنگل‌های بلوط و مرزستان، در حدود ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شهر رحیم آباد از شهرستان رودسر در استان گیلان واقع شده و مورفولوژی زمین در این منطقه به صورت کوهستانی با محدوده شیب ۲۵-۶۵ درجه است. به علت تخریب و بهره‌برداری بی‌رویه از جنگل‌های این منطقه، در قسمت شیب‌دار آن، تعداد زیادی لغزش توده‌ای خاک مشاهده می‌شود. حدود ارتفاعی منطقه مورد تحقیق، ۱۰۰-۲۰۰ متر از سطح دریای آزاد، متوسط بارندگی آن، ۹۵۰ میلی‌متر و شروع فصل بارندگی، اوایل پاییز و پایان آن اواخر اردیبهشت است.

پوشش گیاهی منطقه به صورت جنگل‌های مخروطه است که تبدیل به زمین‌های کشاورزی شده و به جز اندکی، پوشیده از جنگل‌های طبیعی مرزستان و بلوط مرزستان است. متوسط تاج پوشش در مناطق جنگلی طبیعی، ۷۰٪ و دارای ترکیب درختی دو اشکوبه (بلوط در اشکوب بالا و ممرز در اشکوب پایین) است. ریشه‌های نازک درختان، تقریباً در شعاع ۳/۵-۵ متری اطراف یقه درختان و در داخل خاک وجود دارند و طولانی‌ترین ریشه افقی مشاهده شده، در حدود ۹/۵ متری از تنه درخت است. ریشه‌های متوسط و یا کوچک افقی فراوان، که تقریباً موازی با سطح زمین‌اند، در زیر تاج درخت دیده می‌شود.

خاک غالب منطقه، قهوه‌ای جنگلی و دارای بافت سیلتی لومی رسی و با دانسیته ۱/۲۸ گرم در سانتی‌متر مکعب است. شیب غالب منطقه شمالی و رطوبت خاک نیز در اندازه‌گیری به صورت متوسط، ۱۵/۵٪ برای نمونه‌های برداشت شده در زمان آزمایش (مرداد ماه) در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متری از سطح خاک است.

کرت مورد آزمایش، مستطیلی شکل و با ابعاد ۳۰×۴۰ مترمربع در منطقه برای انجام آزمایشات صحرایی انتخاب شد. در این کرت، به منظور بررسی مقدار نیروی مقاومت ناشی از توده خاک (شکل ۱)، نمونه‌هایی از خاک به صورت مکعبی تهیه شد که از چهار طرف فاقد اتصال به توده خاک بود و با کشیدن این نمونه، مقدار نیروی مقاومتی ناشی از این اتصال، قابل اندازه‌گیری است (F_p). اگر در این نمونه خاک، تعدادی ریشه از پشت وارد شود، نیروی کششی ناشی از این ریشه‌ها صرف مقداری نیروی ناشی از کشیدن نمونه خاک می‌شود (Swanson، ۱۹۸۵، Scheroeder). به عبارت دیگر، نیروی کششی ریشه در برابر نیروی برشی خاک قرار گرفته و باعث خنثی شدن آن می‌شود؛ بنابراین موجب افزایش مقاومت نمونه خاک شده و قادر است که نیروی کششی زیادتری نسبت به نمونه خاک، فاقد این اتصالات ریشه تحمل نماید. با توجه به مقاومت کششی فوق‌الذکر در اعماق سطحی خاک، که بر اثر ریشه‌های جانبی ایجاد می‌شود و کشیدن نمونه‌ها در منطقه مورد تحقیق، مقدار اثرات ریشه‌های جانبی در افزایش پایداری خاک قابل تحقیق و اندازه‌گیری است.

هدف اصلی این تحقیق، اندازه‌گیری مقدار مقاومت برشی توده خاک تحت تاثیر وجود ریشه‌های جانبی در آن است؛ ضمن آنکه مقاومت برشی خاک نیز اندازه‌گیری شد. در منطقه مورد تحقیق، نمونه خاکی، که دارای ترک‌های کششی بر روی خاک (ناشی از حرکت توده‌ای خاک) و نیز دارای ریشه بود، انتخاب شد. برای انجام آزمایش در کرت مستطیلی نمونه‌برداری، دو گروه نمونه خاک انتخاب شد که یکی از آن‌ها دارای ریشه و دیگری فاقد ریشه بود. خاک چهار طرف نمونه خاک برای تمام نمونه‌ها برداشته شد و فرض شد که اختلاف میان نمونه‌های خاک دارای ریشه ناچیز، و تمام نمونه‌های ریشه دارای مقدار مقاومت برشی برابر هستند.



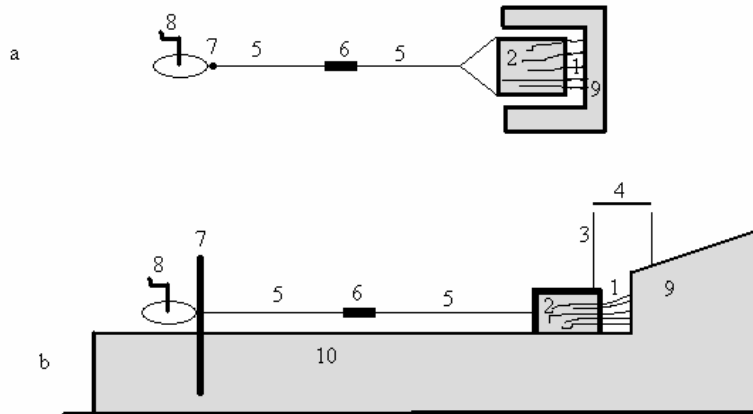
شکل ۱ - تصویر شماتیک نحوه نمونه‌برداری در جنگل

اختلاف ناشی از مقاومت در برابر F_p ، نشان دهنده اثرات کششی ریشه‌ها، همچنین مقدار نیروی کششی ریشه‌ها است. در این تحقیق، تاثیر ناشی از اتصال توده زیرین به نمونه در حال آزمایش، به دلیل ناچیز و یکسان بودن آن در تمام نمونه‌ها، توجه نشده است و فقط مقدار جابه‌جایی ناشی از کشیدگی نمونه خاک در برابر نیروی اعمال شده بر روی ریشه‌ها اندازه‌گیری شد.

طراحی وسیله اندازه‌گیری و شیوه محاسبه: وسیله مورد استفاده برای تحقیق دارای چهار قسمت زیر است:

۱. جک کششی که نیروی کشش را ایجاد می‌نماید.
۲. جعبه برشی که نیروی کششی بر روی آن اعمال می‌شود (F_p).
۳. پیمانانه اندازه‌گیری مقدار نیروی کششی که به صورت مکانیکی عمل می‌کند.
۴. کولیس ورنیه برای اندازه‌گیری مقدار جابه‌جایی در هنگام کشیدن نمونه خاک.

در شکل ۲، نحوه اتصالات میان وسیله مورد استفاده در اندازه‌گیری مقدار نیرو نشان داده شده است. نمونه‌های خاک دارای ابعاد ۴۰ سانتی‌متر طول، ۳۰ سانتی‌متر عرض و ۲۰ سانتی‌متر عمق است. تمام نمونه‌های مورد آزمایش در حالی که سطح زیرین نمونه به توده خاک اصلی متصل بوده به سمت پایین شیب کشیده می‌شدند. در نمونه‌های حاوی ریشه‌های جانبی در پشت نمونه، منافذی به ابعاد ۲۰×۵ سانتی‌متر برای عبور ریشه‌ها و نفوذ آن‌ها به نمونه خاک تعبیه شد؛ این ریشه‌ها از توده پایدار واقع در پشت نمونه خاک به صورت مستقیم و عمودی وارد نمونه خاک می‌شدند، ولی گاهی هم نمونه‌هایی وجود داشت که در آن‌ها ریشه‌ها به صورت مایل و از کنار وارد می‌شدند که در هنگام آزمایش این ریشه‌ها قطع شد.



شکل ۲- نمودار شماتیکی از وسیله مورد استفاده در آزمایش کشش نمونه خاک؛ (a) برش عمودی و (b) برش جانبی (۱) ریشه‌ها، (۲) جعبه برش، (۳) محل اندازه‌گیری مقدار جابه‌جایی، (۴) کولیس ورنیه، (۵) کابل فولادی، (۶) نیروسنج مکانیکی، (۷) تنه درخت به‌عنوان مهار، (۸) دستگاه کشش کابل، (۹) خاک پایدار (۱۰) خاک زیرین (Bibalani, ۲۰۰۶).

در مجموع، ۱۵ نمونه خاک در منطقه مورد تحقیق، آزمایش شد که تمام نمونه‌های به‌صورت تصادفی در قسمت بالا، پایین و وسط کرت نمونه‌برداری انتخاب شد. پنج عدد آن‌ها نمونه‌های کنترل بودند که تمام ریشه‌ها در آن‌ها به‌صورت کامل از چهار طرف نمونه خاک قطع شد. پس از برداشتن خاک جلوی نمونه، سه طرف دیگر نمونه به‌وسیله مجرای از خاک اصلی جدا و جعبه کششی نمونه برای انجام آزمایش نصب شد. در طول آزمایش، مقدار F_p هم‌واره افزایش یافته و مقدار جابه‌جایی بسیار آرام و به‌صورت تدریجی بر روی نمونه اعمال شد. وقتی که نمونه‌های خاک مورد آزمایش در حد نهایی جابه‌جایی بریده شدند، ریشه‌های موجود در داخل نمونه برای تعیین ارتباط میان توده زنده ریشه و نیروی مقاومت اعمال شده، جمع و وزن شد.

در هنگام کشیدن نمونه‌ها، بر اساس مقدار نیروی اندازه‌گیری شده به وسیله دستگاه نیروسنج مکانیکی، مقدار پایداری در برابر نیروی اعمال شده با نمونه خاک و ریشه‌ها مشخص می‌شود. با استفاده از معادله ۱، مقدار نیروی وارده به نمونه (F_p به N) و مقدار نیروی مقاومتی ناشی از وجود ریشه‌ها در خاک، هنگام قطع شدن نمونه خاک (F_{Tf} به N) قابل محاسبه است:

$$F_{Tf} = F_{pf} - F_{r\max} \quad (1)$$

که در آن، F_{pf} برابر با مقدار F_p در زمان قطع شدن نمونه خاک و $F_{r\max}$ بیشینه مقاومت کششی بر روی نمونه خاک‌های بدون ریشه است.

نتایج و بحث

پس از آماده سازی و قرار دادن جعبه برش بر روی نمونه خاک، جعبه به آرامی کشیده شد تا هیچ فاصله‌ای بین نمونه خاک و قاب جعبه وجود نداشته باشد. براساس مشاهده صحرایی در شروع آزمایش، وقتی که فقط نیروی کششی (F_p) بر روی آن اعمال می‌شود، نمونه خاک حرکت زیادی نداشته ولی باعث تغییر شکل در قسمت عقب نمونه خاک می‌شود؛ خاک در این قسمت تحت تاثیر فشار وارد آمده ورم کرده و کمی بالاتر از سطح نمونه می‌آید؛ در این مرحله، در دستگاه اندازه‌گیری، مقاومت توده خاک مقدار پایداری به‌سرعت زیاد و در نهایت در مقدار مشخصی از F_p ثابت می‌شود؛ در این حالت، مقدار جابه‌جایی بسیار کم بوده، قسمت اعظم آن به‌دلیل تغییر شکل نمونه خاک در قسمت عقب نمونه و قسمت کمی از آن، مربوط به جابه‌جایی خود نمونه است؛ به‌طوری‌که در حالت طبیعی، مقدار جابه‌جایی دو نمونه خاک بسیار کم است و می‌توان از آن صرف نظر نمود.

وقتی مقدار F_p زیاد می‌شود، مقدار جابه‌جایی نیز زیادتر شده و سطح زیرین نمونه خاک از توده خاک اصلی جدا شده و باعث حرکت تقریباً سریع نمونه خاک می‌شود. در خصوص نمونه‌های خاک فاقد ریشه، پس از قطع شدن سطح اتصال زیرین نمونه خاک، بیشینه مقدار پایداری بدون ریشه برای این نمونه اندازه‌گیری می‌شود؛ اما برای نمونه‌های ریشه‌دار، نیروی F_p پس از جدا شدن نمونه خاک از سطح زیرین از سطح زیرین نیز کمی اضافه می‌شود. ریشه‌های موجود در نمونه، پس از مقاومت در برابر نیروی وارده، بالاخره بریده شده و تعداد کمی از آن‌ها نیز از خاک بیرون کشیده می‌شوند.

رابطه میان نیروی کشش و مقدار جابه‌جایی نمونه خاک: مقدار F_p نمونه‌های دارای ریشه، در زمان جابه‌جایی نهایی (Xd نهایی) در زمان بریدن ریشه‌ها، بیش از مقدار آن در نمونه‌های خاک فاقد ریشه است. این مقدار F_p در جابه‌جایی نهایی F_{pf} نامیده می‌شود. F_{pf} در نمونه‌های خاک دارای ریشه به‌طور متوسط، $۶۲۷/۴$ نیوتن با محدوده تغییرات ۵۰۱ تا ۷۳۰ نیوتن (جدول ۱) و متوسط F_{pf} برای نمونه‌های بدون ریشه، برابر با $۴۱۸/۴$ نیوتن است.

در نمونه‌های ریشه‌دار، مقدار F_{pf} کمی دیرتر (در حدود پنج میلی‌متر جابه‌جایی)، نسبت به نمونه‌های فاقد ریشه (با متوسط جابه‌جایی $۲/۵$ میلی‌متر)، مشاهده شد. اغلب نمونه‌های ریشه‌دار، در مقایسه با نمونه‌های خاک فاقد ریشه (مقدار F_p)، پس از این که به بیشینه میزان رسید به سرعت کم نشده، به مقدار زیاد دارای نوسان خواهد بود.

وقتی که نمونه خاک تحت آزمایش قرار می‌گیرد، مقدار نیروی کشش آن (F_p) در مقادیر مختلف جابه‌جایی ثبت می‌شود. اگر مقدار جابه‌جایی به‌عنوان یک متغیر برای $۰/۱$ تا ۱ سانتی‌متر بر روی محور لگاریتمی رسم شود و تمام مقادیر F_p ثبت شده، برای نمونه‌های بدون ریشه به‌عنوان متغیر اول، و تمام مقادیر F_p ثبت شده برای نمونه‌های ریشه‌دار به‌عنوان متغیر دوم در نظر گرفته شود، رگرسیون F_p و Xd قابل ترسیم است.

در جدول ۱ و شکل ۳، ملاحظه می‌شود که ریشه‌های جانبی، مقاومت کششی نمونه خاک را در برابر F_p افزایش می‌دهد. مقدار F_p زیاد برای نمونه‌های ریشه‌دار نیز نشان می‌دهد که مقدار F_p ، صرف نیروی کششی ریشه (F_T) می‌شود؛ بنابراین در نمونه‌ها وجود ریشه پایداری خاک را افزایش داده و وقتی این نمونه‌ها کشیده می‌شوند، در F_p آن‌ها به‌صورت دائمی افزایش می‌یابد و قبل از پاره شدن نمونه، به بیشینه میزان پایداری نمونه‌های فاقد ریشه^۱ می‌رسد.

به دلیل اینکه شرایط خاک در محدوده نمونه‌برداری مستطیلی مشابه است، نیروی برشی خاک در نقاط مختلف آن نمی‌تواند تغییر چندانی داشته باشد. بنابراین، پنج نمونه بدون ریشه متوسط F_{pf} اعمال شده، نزدیک به مقدار نیروی مقاومت در برابر کشش بدون ریشه را نشان می‌دهد و متوسط F_{pf} برای نمونه‌های بدون ریشه جانبی، $۴۱۸/۴$ نیوتن است (جدول ۱).

همان‌گونه که در جدول ۱ نشان داده شده است، تمامی نمونه‌های ریشه‌دار، مقدار F_{pf} بیش‌تری از نمونه‌های فاقد ریشه با متوسط $۴۱۸/۴$ نیوتن دارند. نیروی کششی ریشه F_T در مقدار نهایی (F_{TF})، از طریق معادله ۲ قابل محاسبه می‌شود و به‌طور متوسط، $۱۶۷/۴$ نیوتن و در حدود ۴۱ و ۳۶۶ نیوتن است. تحت تاثیر FTF ، نیروی مقاومت کششی در نمونه‌های ریشه‌دار به‌طور متوسط $۲۴/۵۷\%$ افزایش یافته که این مقدار قابل توجه است. با توجه به جدول ۱، نیروی کششی F_T با کم و زیاد شدن مقدار ریشه تغییر می‌کند. با مقایسه نتایج به‌دست آمده مشخص می‌شود که مقدار F_T به‌صورت مستقیم تحت‌تأثیر مقدار ریشه بوده و مقدار همبستگی $R=۰/۸۷۴$ است. رگرسیون این دو عامل به‌صورت زیر است:

$$F_T = 0.2642R_B - 110.04 \quad (2)$$

$$R = 0.874, R^2 = 0.765$$

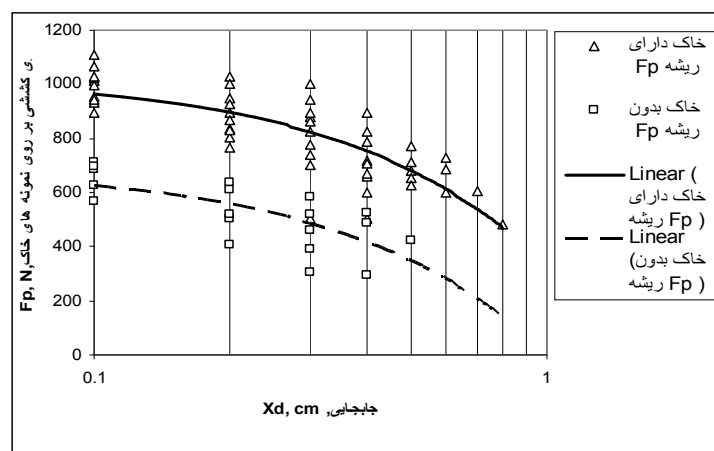
که در آن، R_B مقدار توده زنده ریشه و F_T ، نیروی کشش مقاومتی ناشی از وجود ریشه‌ها در نمونه است.

^۱ Frmax

جدول ۱- نیروی کششی و نیروی کششی ریشه و مقدار توده زنده ریشه

نمونه	F_{pf}	F_{Tf}	مقدار افزایش F_{pf} (%)	توده ریشه	متوسط F_{pf} (نیوتن)	متوسط F_{Tf} (نیوتن)	افزایش F_{pf} (%)
۱	۵۰۲	۴۲	۸/۳۶	۲۴۰	۶۲۷/۴	۱۶۷/۴	۲۴/۵۷
۲	۶۰۱	۱۴۱	۲۳/۴۶	۲۹۰			
۳	۴۸۰	۲۰	۴/۱۶	۲۲۸			
۴	۵۰۱	۴۱	۸/۱۸	۲۶۳			
۵	۶۵۱	۱۹۱	۲۹/۳۳	۲۶۰			
۶	۶۲۵	۱۶۵	۲۶/۴	۲۶۳			
۷	۶۸۸	۲۲۸	۳۳/۱۴	۲۶۹			
۸	۶۷۰	۲۱۰	۳۱/۳۴	۲۹۵			
۹	۸۲۶	۳۶۶	۴۴/۳۱	۳۴۰			
۱۰	۷۳۰	۲۷۰	۳۶/۹۸	۳۱۰			
۱	۳۹۱				۴۱۸/۴		
۲	۲۹۳						
۳	۴۲۱						
۴	۴۶۰						
۵	۵۲۷						

بر اساس اطلاعات به دست آمده، مقدار F_T به مقدار زیادی در بین هر یک از دو دسته نمونه‌های دارای ریشه و فاقد ریشه تغییر یافته است. در منطقه نمونه‌برداری، قابلیت کشش، ناشی از وجود ریشه‌های زیاد بوده که می‌تواند از یک نقطه به نقطه دیگر در یک شیب مشخص به دلیل تغییر در مقدار ریشه خاک، تغییر یابد. تعیین مقدار این تغییرات، فقط از طریق انجام آزمایش صحرائی قابل تخمین است. باید توجه شود که در زمان انجام آزمایش‌های صحرائی، مقدار زیادی از تأثیر کششی ناشی از ریشه‌ها قابل اندازه‌گیری نیست. بعد از حفر مجاری در اطراف نمونه خاک مورد آزمایش، ریشه‌هایی که به صورت مایل وارد نمونه می‌شوند قطع شده و این کار باعث عدم اندازه‌گیری مقدار نیروی مقاومتی وارد شده از طریق این ریشه‌ها به نمونه خاک می‌شود. از این رو، مقدار مقاومت کششی نمونه‌های مورد آزمایش کمتر از حالت کاملاً طبیعی آن است. از آنجایی که اطلاعات کاملی از نقش ریشه‌های سطحی درختان جنگلی در مقدار افزایش پایداری خاک وجود ندارد، انجام آزمایشات مشابه برای تمامی درختان جنگلی لازم و ضروری است.



شکل ۳- رابطه میان نیروی کشش و مقدار جابه‌جایی

منابع مورد استفاده

1. Bibalani, G.H., A.A. Golshani, and K.A. Najafian. 2006. The traction effect of lateral roots of Gavan (*Astragalus raddei*) on soil reinforcement in Northwest Iran, rangelands of the Shanjan area of Shabestar. *Can. J. Soil Sci.*, 86:493-499
2. Bibalani, Gh., B. Majnonian, E. Adli and H. Sanii. 2005. Slope stabilization with *Gleditsia caspica* and *Parrotia persica* in Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2:381-385
3. Bibalani G.H., B. Majnonian, E. Adeli and H. Sanii. 2007. Protection roles of forest and non-forest woody species on slopes in Iran. *Proceedings of the First International Conference on Eco-Engineering* 13-17. Coppin, N.J. and I.G. Richards. 1990. Use of vegetation in civil engineering. CIRIA, Butterworths, 292 p.
4. Gray, D.H. and A.J. Leiser. 1982. *Biotechnical slope protection and erosion control*. Van Nostrand Reinhold, New York, 271 p.
5. Hunan Institute of Water Conservancy (HIWC). 1983. *Engineering Geology on Side Slopes*. Hydraulic Power Press, Changsa, 355 p.
6. O'Loughlin, C.L., C.L. Rowe and A.J. Pearce. 1982. Exceptional storm influences on slope erosion and sediment yields in small forest catchments North Wetland, New Zealand. *Inst. Eng. Natl. Conf Publ.*, 82/6, pp 84-91. Barton, ACT, Australia.
7. Schroeder, W.L. 1985. The engineering approach to landslide risk analysis. In *Workshop Slope Stability: Problems and Solutions in Forest Management*, Seattle, WA., Ed. D.N. Swanson, pp 43-55, USDA-For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW180, Pacific Northwest Res. Stn., Portland, OR.
8. Sidle, R.C. 1991. A conceptual model of changes in root cohesion in response to vegetation management. *J. Environ. Qual.*, 20:43-52.
9. Sidle, R.C., A.J. Pearce and C.L. O'Loughlin. 1985. Hillslope stability and land use. *Am. Geophys. Union. Water Resour. Monogr.* 11. AGU, Washington, D.C. 140 p.
10. Swanson, F.J. and D.N. Wanston. 1977. Complex mass-movement terrains in western Cascade range. *Oregon. Rev. Eng. Geol. Vol 3, Landslides*, pp 113-124, Geol. Soc. Am., Boulder, CO.

The traction effect of lateral roots of Mamraz on soil reinforcement

Ghasem Habibi Bibalani¹, Associate Professor, Department of Agriculture, Shabestar Unit, Azad Islamic University

Shahriar Sobhe Zahedi, MSc, Agricultural and Natural Resources Research Center, Gilan, Iran

Zia Bazhrang, Scientific Board, Department of Agriculture, Shabestar Unit, Azad Islamic University

Received: 11 March 2009

Accepted: 01 August 2009

Abstract

A traction effect by lateral roots is one way in which roots contribute to lateral in-plane reinforcement of a shallow soil mass. In contrast to the effect of vertically-extending roots, whereby soil is reinforced by an increase in its shear strength, the traction effect reinforces the soil by enhancing the tensile strength of the rooted soil zone. To verify whether or not a traction effect exists in the root system of Mamraz vegetation, north of Iran, and to investigate the magnitude of this effect, a direct in situ test was conducted at a site in the Shanjan rangelands. The results from the site showed that, in the topmost soil (0-20cm), the lateral roots are able to provide a tractive force of up to 167.4 N (Newtons) over a vertical cross-section area of 20-50 cm², or an increase in the pulling resistance of the rooted soil by 24.5%. The test results imply that, together with the Mamraz vertical roots, which anchor the shallow rooted soil zone to the deep and more stable soil mass, the lateral roots of the Mamraz, through their traction effect, are able to mitigate against shallow instability in the rangelands slopes, such as shallow slide and creep, to a certain degree.

Key words: Creep, Lateral roots, Slide, Soil mass, Soil reinforcement

¹ habibibalani@gmail.com