

برآورد میزان افزایش مقاومت برشی ساحل کارون با استفاده از ژئومتری ریشه‌های درختان گز و پده

محمود شفاعی بجنستان^۱ محمد سلیمی گل شیخی^۲

چکیده

در این تحقیق میزان تاثیر گیاهان بومی نظیر درختان گز رودخانه ای و پده بر پایداری سواحل رودخانه کارون، به منظور بررسی امکان استفاده از آنها در فعالیتهای بیوتکنیکی و با استفاده از عملیات ژئومتری مورد مطالعه قرار گرفت. بدین ترتیب که نحوه توزیع و سایر خصوصیات ریشه‌های این درختان در بازه ای از ساحل کارون جمع آوری گردید. با بکار بردن برنامه رایانه ای نسبت سطح ریشه به سطح برش، در هر عمق و در هر فاصله از محل ساقه محاسبه شد. با انجام آزمایش مقاومت کنشی روی هر ریشه، حداکثر نیروی کنشی به صورت رابطه ای از قطر ریشه استخراج و بر اساس این نتایج میزان افزایش مقاومت برشی برای درختان در اعماق مختلف با استفاده از رابطه بارکرمحاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد که میزان مقاومت برشی خاک در اثر وجود ریشه درخت با عمق ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. درختان گز به علت داشتن تراکم ریشه بیشتر تا عمق ۴۰ سانتیمتری تاثیر بیشتری نسبت به ریشه درختان پده دارند، و در اعماق پایینیتر ریشه درخت پده تاثیر بیشتری دارد از این نتایج می‌توان در محاسبه پایداری سواحل استفاده نمود.

کلمات کلیدی: ژئومتری، ریشه، گز، پده، کارون، بیوتکنیک، مقاومت برشی، پایداری سواحل

مقدمه:

سطحی روی سواحل به خاطر افزایش زبری، افزایش تبخیر و تفرق و در نتیجه کاهش سطح آب تحت‌الارضی در مقایسه با خاکهای فاقد پوشش گیاهی، نیز می‌تواند به پایداری سواحل کمک نماید (۴ و ۱۰). تاثیر مهم پوشش گیاهی حضور ریشه‌های آن در خاک می‌باشد که باعث افزایش مقاومت برشی خاک تا میزان ۲۰ کیلوپاسکال و در نتیجه افزایش پایداری ساحل می‌گردد (۱۱). مقاومت برشی خاک، توسط رابطه کولمب به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$S = C + \sigma \tan(\Phi) \quad (1)$$

که در آن S مقاومت برشی (Kn/m^2)، C چسبندگی خاک (Kn/m^2)، σ تنش عمودی وارده بر سطح

ریزش سواحل رودخانه‌ها و شیبهای طبیعی در اثر عوامل مختلف باعث وارد آوردن خسارات هنگفتی به اینیه مجاور می‌گردد و اراضی حاصلخیز را تخریب می‌نماید. پایداری سواحل و شیبهای به روشهای متعدد امکان پذیر است. از جمله این روشها می‌توان از ایجاد شیب پایدار و یا افزایش مقاومت برشی خاک به منظور افزایش پایداری سواحل و شیبهای نام برد. مسلح سازی خاک یکی از روشهای افزایش مقاومت برشی خاک می‌باشد. در دهه اخیر یکی از روشهایی که برای مسلح سازی خاک بکار گرفته شده است، استفاده از پوشش گیاهی بخصوص درختان و گیاهانی که ریشه‌های عمیق و متراکمی دارند می‌باشد (۱ و ۳). پوشش گیاهی ضمن اینکه تا حد زیادی می‌تواند به پایداری سواحل بطور مستقیم کمک کند، بطور غیرمستقیم از طریق کاهش سرعت جریان رواناب

تاریخ دریافت: ۸۰/۱۱/۱۴

تاریخ پذیرش: ۸۱/۳/۲۰

^۱-استاد گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه شهید چمران (اهواز)^۲-عضو هیات علمی، گروه آبیاری دانشگاه زابل

گری و اهاشی (۴) برای شرایطی که ریشه‌ها به صورت مورب از سطح برش عبور کرده‌اند، رابطه زیر را ارائه نمودند:

$$\Delta S = T [\text{Sin } (90 - \psi) + \text{Cos } (90 - \psi) \text{Tan } (\Phi)] \quad (6)$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{1}{K} + (\tan^{-1} i)^{-1} \right] \quad (7)$$

$$k = \frac{x}{z} \quad (8)$$

که T حداکثر مقاومت کششی ریشه، i زاویه ریشه با سطح ناحیه برش، x میزان جابجائی در راستای افق و Z میزان خمیدگی ناحیه برش است.

و و همکاران (۹) و بارکر (۲) مقدار افزایش مقاومت برشی خاک را برای حالتیکه مجموعه‌ای از ریشه‌ها از سطح برش عبور کرده‌اند به صورت زیر ارائه کردند.

$$\Delta S = \delta \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot T_i}{A} \quad (9)$$

که در آن T_i حداکثر مقاومت کششی هر ریشه به سطح مقطع A_i و n تعداد ریشه‌های عبوری از سطح مقطع برش می‌باشد. δ نیز عبارت است از:

$$\delta = \text{Sin } \beta + \text{Cos } \beta \text{Tan } \Phi \quad (10)$$

مقدار δ با استفاده از آزمایشهای مختلف بر روی گیاهان مختلف بین ۰/۹۲ و ۱/۲۱ توسط وو و همکاران محاسبه شد. این مقدار برابر ۱ تا ۱/۳ توسط بارکر ارائه و حد متوسط آن یعنی عدد ۱/۱۵ را توصیه نمود. در این صورت مقدار ΔS برابر خواهد بود با:

$$\Delta S = 1.15 \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot T_i}{A} \quad (11)$$

برش (Kn/m^2) . Φ نیز زاویه اصطکاک داخلی خاک برحسب درجه می‌باشد. برای خاکهایی که در آن ریشه گیاهان حضور دارند، مقاومت برشی خاک S' از رابطه (۲) که توسط والدرون (۷) ارائه شده است، بدست می‌آید:

$$S' = C + \Delta S + \sigma \text{Tan}(\Phi) \quad (2)$$

در این مدل فرض شده است که ریشه گیاه خاک را مسلح و باعث افزایش چسبندگی ذرات آن می‌گردد. بدین ترتیب با مقایسه روابط (۱) و (۲)، مقدار ΔS یا افزایش مقاومت برشی خاک به دلیل حضور ریشه محاسبه می‌شود.

والدرون (۷) با ارائه مدلی که در آن فرض شده است ریشه بصورت قائم از سطح برش عبور می‌کند و در حالت شکست خاک، با زاویه β نسبت به محور قائم قرار می‌گیرد، مقدار ΔS را به صورت زیر برآورد نمود:

$$\Delta S = a_r K (\text{Sec } \beta - 1)^{1/2} (\text{Sin } \beta + \text{Cos } \beta \text{Tan } (\Phi)) \quad (3)$$

که در آن:

$$K = \left(\frac{4 \tau \cdot ZE}{D} \right)^{1/2} \quad (4)$$

$$a_r = \left(\frac{A_r}{A} \right) \quad (5)$$

و τ حداکثر تنش اصطکاکی بین ریشه و خاک، Z ضخامت لایه برش، E مدول الاستیسیته ریشه، D قطر ریشه، A_r سطح مقطع ریشه که از ناحیه برش عبور کرده و A سطح مقطع برش می‌باشد.

والدرون و داکسیان (۸) با انجام آزمایش بر روی ریشه گیاه جو، مقدار $D=0.01 \text{ cm}$ ، $E=2 \cdot 10^6 \text{ g/cm}^2$ و $Z=0.5 \text{ cm}$ را اندازه‌گیری نموده و مقدار ΔS برابر ۲۶ گرم بر سانتیمتر مربع بدست آمد.

این درخت در دزون زمین کوبیده به طوری که، عمود بر شیب ساحلی قرار گیرد. سپس با استفاده از تراز و گونیا زاویه‌ای را که سطح چهارچوب یا افق می‌سازد در راستای شیب اندازه‌گیری گردید. ارتفاع پایه‌های بالائی و پائینی نیز اندازه‌گیری گردید. روی هر ضلع چهارچوب به فواصل ۱۰ سانتیمتری می‌خکوبی و هر میخ دارای شماره خاصی بود. بین میخ‌ها نیز طناب کشی شده بطوریکه شبکه‌ای از مربع‌های ۱۰×۱۰ سانتیمتر تشکیل گردد. با استفاده از این وسیله مختصات هر نقطه شامل عرض، طول و عمق را نسبت به چهارچوب اندازه‌گیری شد. موقعیت قرارگیری ساقه درخت ابتدا اندازه‌گیری شد. سپس چهارچوب را برداشته و بوسیله دست خاک اطراف درخت حفر می‌گردید. بعد از برداشت هر لایه خاک، ریشه‌های نمایان شده گیاه شماره‌گذاری، و با قراردادن دوباره چهارچوب بر روی پایه‌ها، مختصات ابتدائی و انتهائی هر قطعه ریشه که تقریباً مستقیم بوده است برداشت می‌گردید. همچنین قطر ریشه نیز در دو طرف اندازه‌گیری می‌شد. این عمل آنقدر تکرار می‌گردید تا اینکه میزان توزیع ریشه در عمق خاک عملاً ناچیز باشد. اندازه‌گیری‌های فوق بر روی سه درخت گز و سه درخت پده که از نظر رشد ظاهری و در نتیجه سن متفاوت بودند انجام گرفت. برای هر نمونه توزیع شماتیک ریشه‌ها رسم گردید. شکل (۱) توزیع شماتیک ریشه درخت گز ۱ را نشان می‌دهد. به علت محدودیت صفحات مقاله داده‌های خام ارائه نمی‌شوند، علاقه‌مندان می‌توانند به منبع (۱۲) مراجعه نمایند.

لازم به توضیح است که مختصات ارائه شده در جدول برداشت اولیه در یک دستگاه مختصات غیر قائم می‌باشد. قبل از انجام هر تجزیه و تحلیل بر روی این داده‌ها، این ارقام باید به دستگاه مختصات قائم که یکی از محورهای آن همسطح با سطح ساحل باشد تبدیل گردند. برای تبدیل این داده‌ها به دستگاه

بر اساس رابطه (۱۱)، مقدار افزایش مقاومت برشی خاک مستقیماً به چگونگی توزیع ریشه در اعماق مختلف و خصوصیات ریشه بستگی دارد. منظور از خصوصیات ریشه، سطح مقطع ریشه (A_i) و حداکثر تنش کششی ریشه (T_i) می‌باشد. برآورد آن به عملیات ژئومتری ریشه‌ها برای تعیین توزیع مکانی ریشه‌ها و عملیات آزمایشگاهی برای تعیین حد گسیختگی کششی ریشه‌ها (T_i) نیاز دارد. در این تحقیق با استفاده از رابطه (۱۱) میزان افزایش مقاومت برشی خاک ساحل کارون در اثر وجود ریشه درختان گز و پده بررسی شده است.

مواد و روشها

به منظور رسیدن به اهداف این مطالعه، ابتدا بازه‌ای از رودخانه کارون که دارای پوشش گیاهی مناسبی بود انتخاب گردید و با توجه به بازدیدهای صورت گرفته در طول رودخانه کارون، درختان گز رودخانه‌ای و پده که از درختان غالب و موثر می‌باشند، جهت انجام مطالعه و عملیات ژئومتری برگزیده شدند. بازه مورد مطالعه در نزدیکی روستای ندافیه (ملائانی) واقع می‌باشد و عملیات ژئومتری بر روی درختان پده و گز در این محل انجام گرفت. انتخاب این محل به دلیل پایدار بودن سواحل در اثر وجود پوشش گیاهی نسبتاً متراکم، دسترسی آسان و نزدیک بودن به مجتمع آموزشی-پژوهشی رامین، به خاطر استفاده از امکانات آن برای انجام آزمایشهای مختلف بوده است.

به منظور انجام عملیات ژئومتری در ابتدا درختی را که دارای رشد عادی بوده و قسمتهایی از آن بوسیله انسان و یا سایر حوادث آسیب ندیده است، انتخاب و سپس اطراف درخت از سایر گیاهان و عوارض پاکسازی گردید. ابتدا قطر ساقه و عرض تاج درخت اندازه‌گیری، سپس درخت از ناحیه‌ای در نزدیکی سطح زمین قطع شد. آنگاه چهار پایه چوبی به ابعاد ۴×۴ متر را که از قبل آماده شده بود، در اطراف

در هر فاصله از ساقه محاسبه می‌شود. در مرحله بعد میزان A_r برای ریشه‌های عبوری از کف سیلندر محاسبه می‌گردد. میزان A در این حالت برابر با $R_{max}^2 \pi$ می‌باشد. R_{max} برابر با فاصله ساقه تا دورترین محل قطع ریشه می‌باشد. با تعیین نوع مدل انتخابی چون محاسبه مقدار $(\frac{A_r}{A})$ بطور دستی وقت‌گیر می‌باشد، از برنامه رایانه‌ای جهت محاسبه این نسبت استفاده گردید. این برنامه به زبان کوئیک بیسیک نوشته شده و قادر است مقادیر $(\frac{A_r}{A})$ را در دو حالت عمقی و جانبی محاسبه نماید.

همچنین به منظور تعیین مقاومت کششی ریشه‌ها، اقدام به جمع‌آوری تعداد ۳۵ نمونه از ریشه درخت پده و تعداد ۲۸ نمونه از ریشه درخت گز گردید. نمونه‌ها از موقعیتهای مختلف و با اقطار متفاوت برداشت گردید. سپس کلیه نمونه‌ها به آزمایشگاه مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی منتقل و با دستگاه سنجش مقاومت کششی، مدل Instron-186، آزمایش کشش بر روی هر نمونه انجام گردید. شکل (۳) نمونه خروجی دستگاه مربوطه به یکی از ریشه‌های درخت پده را نشان می‌دهد. نتایج تعدادی از نمونه‌ها به علت دررفتگی در جین آزمایش غیرقابل قبول تشخیص داده شد که در نهایت نتایج تعداد ۲۹ نمونه ریشه گیاه پده و ۳۰ نمونه ریشه گیاه گز قابل قبول تشخیص که خلاصه این داده‌ها در جدول (۱) ارائه شده است.

مختصات قائم (عمود بر ساحل) از روابط (۱۲) و (۱۳) استفاده شده است:

$$\begin{aligned} x &= x' \cos(\alpha - \beta) - (z' - h_1) \sin(\alpha) \\ z &= x' \sin(\alpha - \beta) - (z' - h_1) \cos \alpha \end{aligned} \quad (12)$$

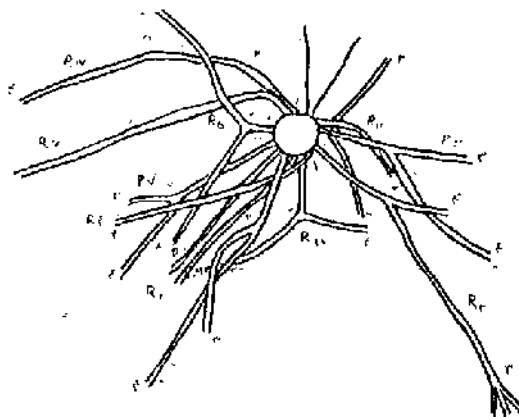
در این روابط x و z به ترتیب عرض و ارتفاع نقاط در یک دستگاه مختصات قائم، x' و z' به ترتیب عرض و ارتفاع در یک دستگاه اولیه III ارتفاع پایه بالائی و β شیب سطح تخته و α شیب سطح زمین می‌باشد.

به منظور محاسبه نسبت $(\frac{A_r}{A})$ در این مطالعه از مدل سیلندری به گونه‌ای که در شکل (۲) ارائه شده، استفاده گردیده است. با توجه به شکل (۲) ریشه‌های درخت به دو صورت می‌تواند وجوه این سیلندر را قطع نماید یا از وجه جانبی سیلندر عبور نماید و یا اینکه کف سیلندر را قطع کند. با فرض توزیع تصادفی ریشه‌ها در درون خاک از این مدل جهت تعیین مناسب‌تر میزان $(\frac{A_r}{A})$ استفاده گردید.

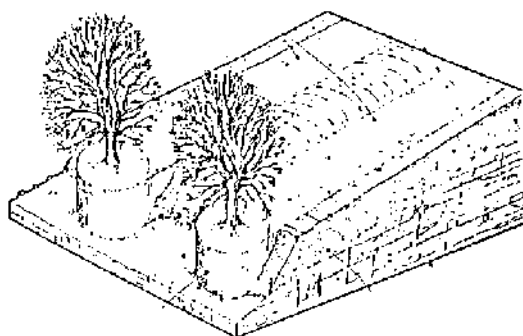
در ابتدا میزان حداکثر عمق نفوذ ریشه و حداکثر فاصله‌ای را که ریشه از محل ساقه دور می‌گردد محاسبه می‌شود. سپس مجموع سطح مقطع ریشه‌های (A_r) را که از وجوه جانبی یک سیلندر خاکی به ضخامت لایه‌ای مثلا Dz عبور کرده، به ازاء فواصل مختلف از ساقه (R) محاسبه گردید. میزان A در این حالت به ازاء هر فاصله از ساقه (R) شعاع سیلندر برابر با $2\pi R(Dz)$ می‌باشد. بدین ترتیب نسبت $(\frac{A_r}{A})$

جدول (۱) مقادیر حد اکثر نیرو در حد گسیختگی (T) بدست آمده از آزمایش مقاومت کششی بر روی ریشه درختان گز و پده

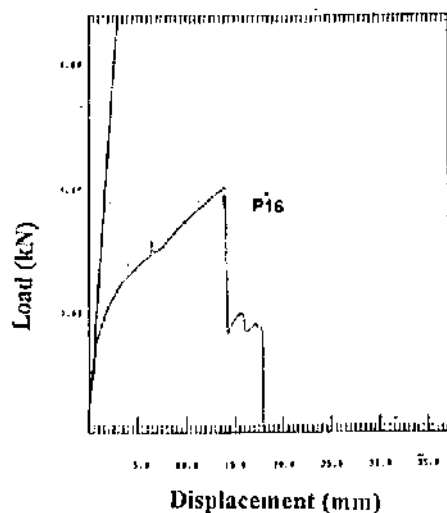
ریشه درختان گز		ریشه درختان پده		ردیف
حد اکثر نیرو (Kn)	قطر (mm)	حد اکثر نیرو (Kn)	قطر (mm)	
۲/۲۴	۱۴/۲۵	۰/۱۸	۲/۵۰	۱
۲/۹۶	۱۵/۰۰	۰/۴۲	۳/۷۵	۲
۲/۰۰	۱۳/۵۰	۰/۵۴	۴/۰۰	۳
۲/۱۰	۱۳/۵۰	۰/۳۳	۴/۰۰	۴
۲/۹۳	۱۰/۵۰	۰/۴۳	۴/۰۰	۵
۲/۰۰	۱۰/۵۰	۰/۵۹	۴/۲۵	۶
۲/۱۰	۹/۰۰	۰/۷۸	۵/۰۰	۷
۱/۷۰	۷/۷۵	۰/۶۵	۵/۷۵	۸
۱/۷۲	۷/۷۵	۱/۴۶	۷/۰۰	۹
۱/۶۶	۷/۵۰	۰/۷۸	۶/۰۰	۱۰
۰/۷۹	۶/۷۵	۱/۶۲	۸/۲۵	۱۱
۰/۸۴	۶/۲۵	۱/۴۵	۷/۵۰	۱۲
۱/۱۶	۷/۷۵	۲/۴۷	۹/۰۰	۱۳
۰/۳۳	۵/۵۰	۳/۰۱	۱۱/۰۰	۱۴
۰/۴۰	۵/۵۰	۳/۶۸	۱۱/۴۹	۱۵
۰/۴۳	۴/۵۰	۳/۸۷	۱۵/۷۵	۱۶
۰/۵۲	۵/۰۰	۴/۲۰	۱۶/۷۵	۱۷
۰/۳۶	۳/۵۰	۶/۷۶	۱۶/۷۵	۱۸
۰/۷۳	۶/۲۵	۳/۸۳	۱۳/۰۰	۱۹
۰/۱۰	۳/۰۰	۶/۷۷	۱۵/۷۵	۲۰
۰/۳۵	۴/۰۰	۰/۱۴	۲/۷۵	۲۱
۰/۵۶	۵/۶۰	۰/۶۴	۵/۰۰	۲۲
۰/۴۳	۶/۰۰	۰/۶۸	۵/۵۰	۲۳
۰/۸۱	۹/۰۰	۰/۹۰	۷/۲۵	۲۴
۰/۹۴	۱۰/۷۵	۱/۷۷	۹/۷۵	۲۵
۰/۶۳	۱۱/۷۵	۱/۶۳	۱۱/۷۵	۲۶
۱/۴۰	۱۳/۷۵	۱/۵۸	۱۲/۵۰	۲۷
۱/۳۱	۱۵/۵۰	۱/۹۶	۱۳/۵۰	۲۸
۱/۷۰	۱۶/۵۰	۳/۷۱	۱۷/۲۵	۲۹
۱/۲۹	۱۴/۰۰	-	-	۳۰



شکل (۱) توزیع شماتیک ریشه درخت گز ۱



شکل (۲) مدل سیلندری یا لوله‌ای در مدل کامپیوتری



شکل (۳) نمونه‌ای از منحنی نیرو در مقابل جابجایی حاصل از آزمایش مقاومت کششی ریشه

اضافه می‌گردد و در نتیجه میزان نسبت $(\frac{A_1}{A})$ افزایش می‌یابد تا به حداکثر می‌رسند و با افزایش عمق خاک از میزان ریشه‌ها به تدریج کاسته می‌گردد. برای درخت گز، میزان تراکم ریشه اکثراً در یک لایه یک متری از سطح خاک می‌باشد و با افزایش عمق از میزان تراکم ریشه شدیداً کاسته می‌گردد. برای درختان پده عمقی را که ریشه‌های این درخت می‌تواند در آن نفوذ نماید بستگی کاملی به سن درخت و محدودیت های محلی دارد. مثلاً برای پده (۱) که یک درخت کاملاً سن می‌باشد، میزان اثر عمق نفوذ ریشه آن به ۲/۵ متری عمود بر راستای شیب نیز می‌رسد و برای پده (۳) میزان عمق نفوذ ریشه آن در یک لایه ۰/۵ متری می‌باشد. ریشه‌های درخت گز دارای خاصیت شاخه‌زنی زیادی هستند. ریشه‌ها در هر چند سانتیمتر عمق خاک شاخه‌زنی کرده‌اند. ولی ریشه درخت پده در فواصل چند متری خیلی کم شاخه می‌زنند. همچنین قطر اکثر ریشه‌های درخت گز کمتر از ۲ سانتی متر و فقط قطر ریشه اصلی گاه بیشتر از این مقدار اندازه‌گیری شده است. درخت پده معمولاً ریشه‌هایی با قطر بزرگتر دارد.

نتیجه و بحث

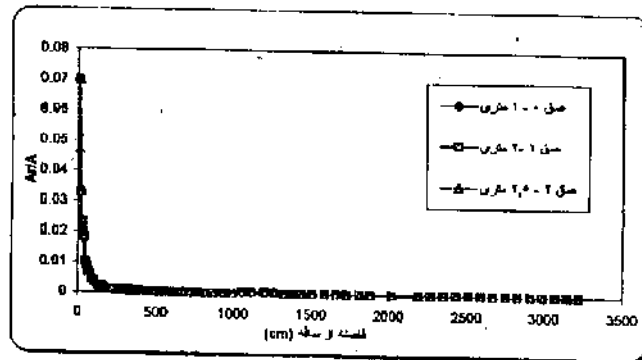
توزیع ریشه در عمق و فاصله

با توجه به مطالب ارائه شده در قسمتهای قبلی، هدف از انجام ژئومتری ریشه‌ها، شناخت خصوصیات ریشه درختان و بخصوص محاسبه نسبت مجموع سطح مقطع ریشه‌ها به سطح برش می‌باشد. این نسبت در برآورد میزان افزایش مقاومت برشی خاک موثر است. شکل‌های (۴) و (۵) تغییرات نسبت $(\frac{A_1}{A})$ را به ازاء تغییر فاصله از ساقه گیاه به ترتیب برای درخت پده و گز نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌گردد، میزان نسبت $(\frac{A_1}{A})$ با دور شدن از ساقه گیاه کاهش می‌یابد. توزیع ریشه درخت گز درون خاک بصورت راسته می‌باشد. بدین معنی که یک ریشه اصلی بصورت عمود در درون خاک فرو می‌رود و سایر ریشه‌ها از آن منشعب می‌شود. این در حالیست که توزیع ریشه‌های پده در درون خاک بصورت افشان می‌باشد یعنی در محل انتهایی ساقه درخت چندین ریشه اصلی از ساقه منشعب می‌گردد. به عبارتی می‌توان این‌طور بیان کرد که درخت گز دارای ریشه‌های جانبی بیشتری نسبت به پده می‌باشد.

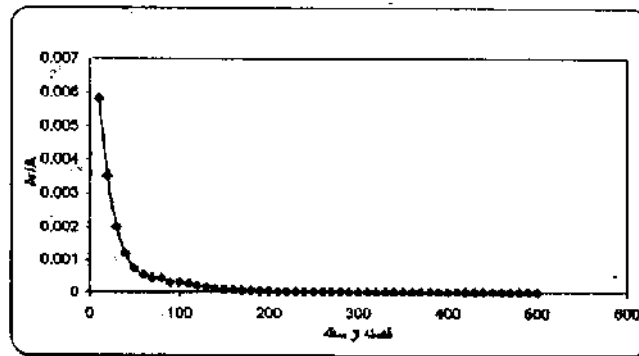
میزان شعاع تاثیر درخت گز تا ۳ متری درخت می‌رسد ولی شعاع تاثیر درختان پده بستگی به سن درخت دارد و اثر آن برای درختان سن مثلاً پده ۱ به ده متر هم می‌رسد. همچنین درختان پده به علت تکثیر ریزومی آن بعد از مدتی تعداد زیادی نهالهای جدیدی در اطراف درختان سن رشد می‌کنند و خود آنها نیز با ریشه‌زنی باعث افزایش میزان ریشه در درون خاک می‌گردند.

شکل‌های (۶) و (۷) تغییرات نسبت $(\frac{A_1}{A})$

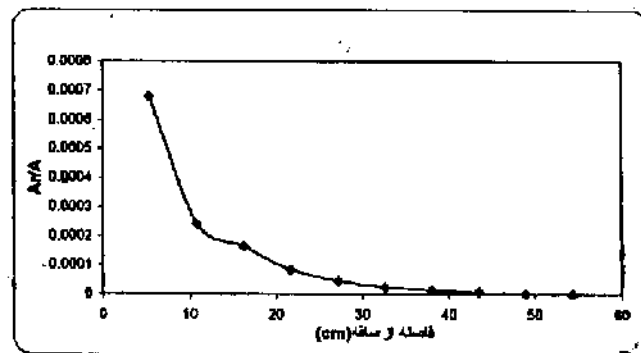
را به ازاء تغییر عمق به ترتیب برای درختان پده و گز نشان می‌دهد. همانطور که دیده می‌شود، میزان نسبت $(\frac{A_1}{A})$ در سطح خاک کوچک می‌باشد به تدریج با افزایش عمق بر میزان ریشه‌های درختان مذکور



الف پده ۱

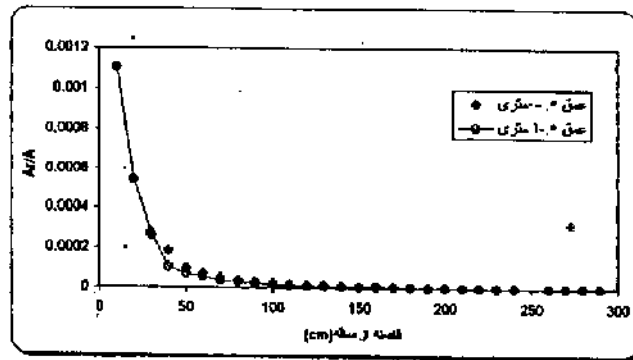


ب پده ۲

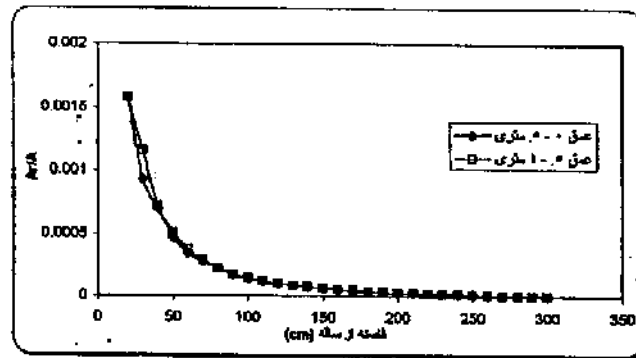


ج پده ۳

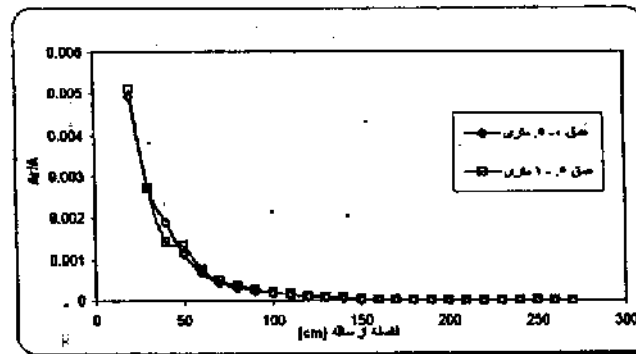
شکلی (۴) تغییرات نسبت $(\frac{A}{A_0})$ در مقابل فاصله از محل ساقه برای سه نمونه از درخت پده



الف گز ۱

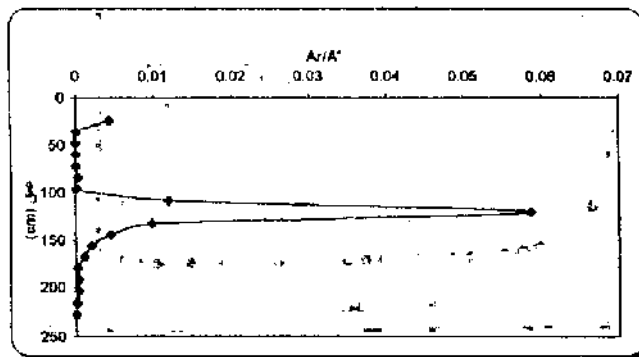


ب گز ۲

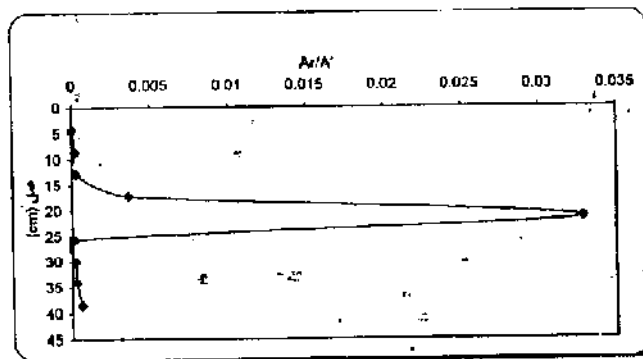


ج گز ۳

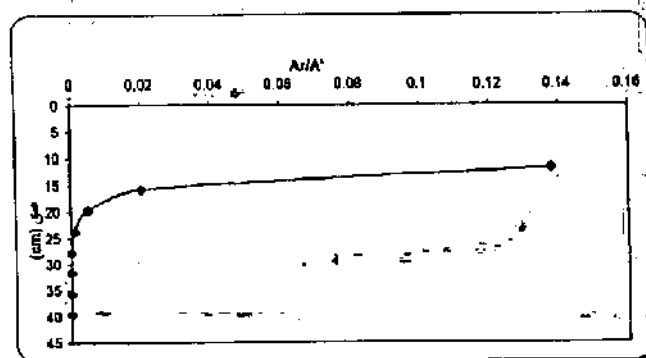
شکل (۵) تغییرات نسبت $(\frac{Ar}{A})$ در مقابل فاصله از محل شناقه برای سه نمونه از درخت گز



الف پده ۱



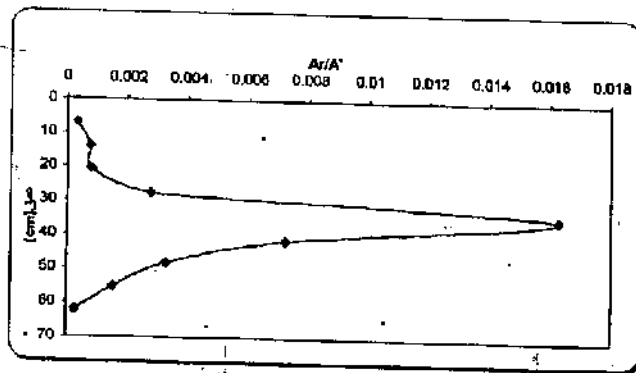
ب پده ۲



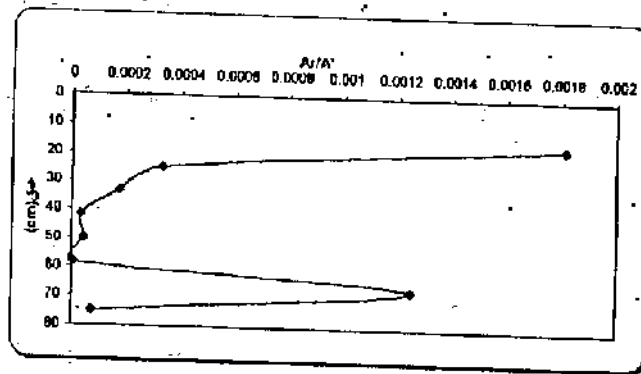
ج پده ۳

شکل (۶) تغییرات نسبت $(\frac{A_s}{A_t})$ در مقابل عمق از سطح زمین برای سه نمونه از درخت پده

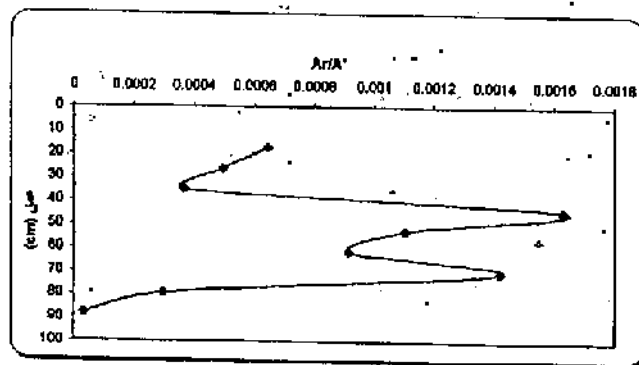
شفاعی، سلیمی گل شیخی: برآورد میزان افزایش مقاومت



الف گز ۱



ب گز ۲



ج گز ۳

شکل (۷) تغییرات نسبت $(\frac{Ar}{A^*})$ در مقابل عمق از سطح زمین برای سه نمونه از درخت

مقاومت کششی ریشه ها

با استفاده از نتایج حاصل از آزمایش مقاومت کششی بر روی نمونه های ریشه ها، پارامترهای مختلفی نظیر حداکثر تنش کششی ریشه، تنش کششی در حد لاستیک، جابجائی نسبی و مدول الاستیسیته محاسبه گردید. نتایج بدست آمده به منظور بررسی امکان ایجاد رابطه ای بین این پارامترها و قطر ریشه در سه مرحله مورد ارزیابی آماری، شامل رسم باقیمانده ها، رسم باقیمانده های استاندارد شده و آزمون همبستگی قرار گرفتند.

در این بررسی ها، اولاً آن دسته از داده هایی که خارج از محدوده استاندارد بودند، حذف شدند و ثانیاً مشخص گردید که داده ها از یک توزیع نرمال برخوردار می باشند. آزمون نیکویی برازش توسط نرم افزار SPSS نیز نشان داد که مقدار ضریب همبستگی از ۰/۵ کمتر می باشد. تنها رابطه نسبتاً قابل قبولی که می توان از این داده ها استخراج کرد، رابطه بین حداکثر نیرو در حد گسیختگی و قطر ریشه می باشد. این روابط عبارتند از:

$$F = 0.0397 D^{1.699} \quad (14)$$

$$R^2 = 0.92$$

و برای درخت گز:

$$F = 0.0419 D^{1.516} \quad (15)$$

$$R^2 = 0.68$$

و برای کل نمونه ها:

$$F = 0.0408 D^{1.604} \quad (16)$$

$$R^2 = 0.79$$

در این روابط، F حداکثر نیرو در حد گسیختگی کششی بر حسب کیلو نیوتن و D قطر ریشه بر حسب میلیمتر می باشد.

افزایش مقاومت برشی خاک

برای محاسبه میزان افزایش مقاومت برشی خاک در هر عمق می توان ابتدا با استفاده از مدل ژئومتری قطر ریشه هایی را که در آن عمق قرار دارند مشخص کرد. در اینجا محاسبات بر روی نتایج مدل ژئومتری درخت پسته ۱ و درخت گز ۳ که هر دو از درختان مسن می باشند انجام گردیده تا بتوان نتایج این دو را با هم مقایسه کرد. بدین منظور ابتدا می توان با استفاده از نتایج خروجی برنامه کامپیوتر، ریشه هایی را که از عمق مورد نظر مثلاً Z عبور کرده تشخیص سپس با روش درون یابی قطر ریشه (D) در آن عمق (Z) را محاسبه کرد:

$$D = D_2 - \frac{(D_2 - D_1)(Z - Z_2)}{Z_1 - Z_2} \quad (17)$$

که در آن D_1, D_2 قطر ریشه در ابتدا و انتهای ریشه و Z_1, Z_2 عمق دو طرف آن می باشد. سپس مقدار F را برای هر ریشه از یکی از روابط (۱۴) و (۱۵) و یا از رابطه (۱۶) بدست آورد. مقدار F برابر با حاصلضرب حداکثر تنش کششی ریشه در سطح مقطع آن ریشه یعنی TA می باشد. بنابراین، چنانچه مقدار F برای کل ریشه های عمودی از هر سطح برش محاسبه و با هم جمع گردند، در حقیقت مقدار $\sum_{i=1}^n A_i \cdot T_i$ محاسبه شده است.

بدین ترتیب در صورتیکه مقدار نهائی محاسبه شده بر سطح برش تقسیم و در عدد ۱/۱۵ ضرب گردد، مقدار ΔS یا میزان افزایش مقاومت برشی خاک در آن عمق با توجه به رابطه (۱۱) بدست می آید. نتایج این بخش از محاسبات در جدول (۲) ارائه شده است. همانطور که ملاحظه می شود درخت گز در

افزایش در عمقهای مختلف و فواصل مختلف متفاوت می‌باشد بطوریکه درخت گز تا عمق ۸۰ سانتیمتری و حد اکثر ۹/۸۴ کیلو پاسکال و درخت پسته تا عمق دو متری و حد اکثر ۲۱/۶ کیلو پاسکال می‌توانند مقاومت برشی خاک را افزایش دهند. از این رو در استفاده از پوشش گیاهی برای پایدارسازی سواحل باید به وضعیت و مشخصات ریشه درختان توجه داشت. تناسبات نشان می‌دهند که درخت گز رودخانه ای بعلا تر اکم بالاتر ریشه و تعداد ریشه بیشتر و تطابق پذیری بالاتر آن نسبت به محیط برای مسلح سازی خاک برای اعماق کم‌تر و در کوتاه مدت مناسب تر است. همچنین برای بلندمدت می‌توان با کاشت درختان پسته در مسلح سازی خاک برای اعماق پائین تر از آن استفاده نمود. باید توجه داشت که درختان تا عمق مشخصی می‌توانند در افزایش مقاومت برشی خاک مؤثر باشند. در نتیجه معمولاً برای پایداری سواحل توصیه می‌شود تا برای تثبیت پاشنه سواحل از روشهای سازه‌ای و برای تثبیت قسمتهای بالاتر از پوشش گیاهی استفاده شود.

قدردانی و تشکر

این مطالعه بخشی از طرح تحقیقاتی به شماره ۷۸/۲۶۲۲/۱۵۰ سازمان مدیریت منابع آب ایران می‌باشد که بدینوسیله از کمکهای مالی آن سازمان تشکر و قدردانی می‌شود.

عمق ۴۰ سانتیمتری عمود بر ساحل به میزان ۹/۸۴ کیلو پاسکال به مقاومت برشی خاک افزوده است. درختان پسته تا دو متری عمود بر ساحل توانسته اند باعث افزایش مقاومت برشی خاک گردند و بیشترین تاثیر را در عمق ۱/۵ متری به میزان ۲۱/۶ کیلو پاسکال داشته‌اند.

جدول (۲) افزایش مقاومت برشی خاک (بر حسب کیلو پاسکال) نسبت به عمق برای درختان گز و پسته

عمق (cm)	افزایش مقاومت برشی خاک (kp)	
	پسته	گز
۲۰	۰/۲۶	۸/۲۳
۴۰	۵/۸	۹/۸۴
۶۰	۱۶/۷	۳/۷۷
۸۰	۱۸/۳۰	۱/۶۹
۱۰۰	۱۶/۷	-
۱۵۰	۲۱/۶	-
۲۰۰	۶/۷	-

نتیجه گیری

به منظور برآورد میزان تاثیر درختان بومی ساحل کارون بر افزایش مقاومت برشی خاک این مطالعه صورت گرفت. در این مطالعه با استفاده از داده های ژئومتری درختان گز و پسته و اندازه گیری مقاومت کششی ریشه این درختان و به کاربردن روش پارکر، رابطه (۱۱)؛ میزان افزایش مقاومت برشی خاک تعیین گردید. نتایج حاصله نشان می‌دهد که این

منابع:

- 1- Allen, H.H. and J.R.Leech 1997. Bioengineering for streambank erosion control, TREI-97-8, USArmy, WES, Mississippi, USA, 117p.
- 2- Barker D.H 1986. "Enhancement of slope stability by vegetation." Ground Engineering, vol.19, London, pp. 11-14
- 3- Fischenich, I.C. and H.H.Allen 2000. Stream management, USArmy, ERDC/EL, SR-W-001, WES, Mississippi, USA, 298p.
- 4- Gray D.H. and H. Ohashi 1983. Mechanics of fiber reinforcement in sand, Journal of Geotechnical Engineering, vol.109, 335-353.
- 5- Morgan R.P.C. and Rickson R.J. 1995. Slope stabilization and erosion control, A Bioengineering Approach. E & FN Spon An Imprint of Chapman & Hall Co, London, UK.
- 6- Sotir R.B. 1998. Soil Bio-engineering stream technique, Proceeding of International Water Resource Conference, ASCE, Vol.1, 477-482.
- 7- Waldron L.J. 1977. The shear resistance of root permeated homogeneous and stratified soil, Journal of the soil science, Society of America, Vol.41, 843-849.
- 8- Waldron L.J. and Dakessian S. 1981. Soil reinforcement by roots: calculation of increased soil shear resistance from root properties. Soil Science, Vol.132, 428-435.
- 9- Wu H.T., R.M.Mcomber, R.T.Erbt and P.E.Beal 1988. Study of soil root interaction, Journal of Geotechnical Engineering, Vol.114, 1351-1375.
- 10- Zimer R.R. 1981. "Roots and the stability of forested slopes." In Erosion and Sediment Transport in Pacific rim Steeplands, IAHS publication No.132.
- 11- Anonymous 2001. Tree root research-stability and restoration, http://www.landcare.cri.nz/science/soil_water/root/.
- ۱۲- شفاعی بجمستان، محمود و سلیمی گل شیخی، محمد ۱۳۷۹. بررسی تاثیر پوشش گیاهی بر خصوصیات خاک به منظور پایداری سواحل کارون (فاز اول). گزارش نهائی طرح تحقیقات کاربردی به شماره ۷۸/۲۶۲۲/۱۵۰ سازمان مدیریت منابع آب ایران، معاونت پژوهشی.

Investigation of the effects of *tamaricaceae* and *popoluse* roots on the stability of Karoon banks by root geometry

M.Shafai-Bejestan¹ and M.Salimi-Golsheikhi²

Abstract

Bio-technique methods, use of vegetation especially tree for stability of river banks or natural slopes, have been received more attention by many river engineers nowadays. The most notable effects of tree roots are: increase of soil strength through reinforcing the soil. Roots of tree and other vegetation provide a reinforcing effect to soil through tensile resistance and frictional or adhesion properties. The reinforcing effect or increase of shear strength in soil due to presence of root can be quantified by Barker's type equation. In this study attempt have been made to investigate the effects of two common tree species in the stability of Karoon riverbanks. For the purpose of this study, the geometry, and the characteristics of these tree roots were collected. Applying these data and a computer model, which developed for this study, the distribution of roots and the ratio of root cross-section relative to the total shear cross section were computed for any depth and distance. The maximum root tensile force measured for 59 root samples was correlated to the root diameter. Using Barker's type equation, the amount of soil shears strength for these trees were computed in different depth. The results show that the roots of *tamaricaceae* has increased the soil shear strength more than the *popoluse* roots especially for depth up to 40 cm. The amount of soil shear strength increased is higher for the *popoluse* at deeper depth and reaches to a maximum of 21.6 Kpa at depth of 150cm.

Keywords: *Geometry, Roots, Soil shear strength, Banks stability, tamaricaceae, popoluse.*

¹-Professor, Dept. of Irrigation & Development Engrg., Shahid-Chamran University, Ahwaz, Iran

²-Faculty member, Dept. of Irrigation Engrg, Zabol University, Zabol, Iran