



بررسی رویش قطر و ارتفاع گونه‌های بید و توسکا در محل‌های تثبیت بیولوژیکی دیواره لغزشی جاده جنگلی (سری ۳ سوردار و اتاشان، چمستان، مازندران)

سید عطااله حسینی^{*}، خلیل محمدی فیروز^۲

۱- استاد گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

این تحقیق با هدف ارزیابی دو گونه بومی توسکا (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.) و بید (*Salix alba* L.) از نظر متغیرهای رویشی قطر یقه و ارتفاع تحت سه تیمار شامل کاشت نهال‌های دو گونه جنگلی توسکای قشلاقی و بید با مالچ‌های طبیعی کاه و کلش و خرده‌چوب و خاک بدون مالچ به عنوان تیمار شاهد (کنترل) استفاده شد. طرح آزمایشات بصورت کرت‌های خرد شده و در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی بود. منطقه مورد مطالعه قطعه ۵ سری ۳ طرح جنگلداری سوردار و اتاشان، در حوزه آبخیزداری ۴۹ جنگل-های شمال کشور واقع در چمستان مازندران بود. نتایج نشان داد که روابط رگرسیونی بین قطر و ارتفاع در گونه توسکا وضعیت بهتری نسبت به گونه بید داشت. ضریب تعیین رابطه رگرسیونی برای متغیر مستقل قطر یقه و متغیر وابسته ارتفاع در گونه توسکا ۰/۶۵ و در گونه بید ۰/۴۲ به دست آمد. با توجه به نتایج تجزیه واریانس گونه‌های مذکور در قالب بلوک‌ها و تیمارها فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بودند. تیمار خرده‌چوب بهترین وضعیت را ایجاد کرد و پس از آن تیمار کاه و کلش و نهایتاً تیمار فضای خالی (بدون گونه) وضعیت نامناسب تری از سایر تیمارها داشته است. در مجموع گونه توسکا از گونه بید شرایط مطلوب‌تری را در خصوص تطبیق با شرایط زیست‌مهندسی اعمال شده مطالعه حاضر داشت.

کلید واژه‌ها: توسکا، بید، مالچ، تثبیت دیواره، روش زیست‌مهندسی



Investigation of Diameter and Height Growth of Willow and Alder in biologically stabilized areas of forest road landslide (Surdar-Watashan series 3 district, Chamestan, Mazandaran)

Seyed Ata Ollah Hosseini^{1*}, Khalil Mohammadi Firooz²

1 - Professor, Department of Forestry and Forest Economics, University of Tehran, Karaj

2- MSc Graduate, Department of Forestry and Forest Economics, University of Tehran, Karaj

Abstract

The aim of this study was to evaluate the diameter and height growth of two native species of alder (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.) and willow (*Salix alba* L.) planted in three treatments including natural mulches of straw, wood chips and bare soil without mulch (as control) treatments. The design of the experiments was in the form of split plots and in the form of completely random blocks located in Chamestan, Mazandaran. The results showed that the regression relationships between diameter and height in alder species were better than those of willow species completely randomly. The study area was in parcels 5 of series 3 district of Surdar -Watashan forestry plan in watershed 49 of forests in the north of the country. The regression coefficient for the independent variable of diameter and dependent variable of height was 0.65 in alder and 0.42 in willow. The results showed that the regression relationship between diameter and height in alder was better than willow species. According to the results of variance analysis, the blocks and treatments did not have a statistically significant difference. The wood chips treatment created the best situation, and after that, the straw treatment and finally the control treatment (bare soil) had a more unfavorable situation than the other treatments. Finally, alder had more favorable conditions for adaptation to the applied bioengineering conditions of the present study vs. willow.

Keywords: Alder, Willow, Mulch, Stabilization, Bioengineering method

* Corresponding author E-mail address: at.hosseini@ut.ac.ir

مقدمه

وجود جاده‌های جنگلی برای فعالیت‌های مختلف از جمله مدیریت منابع جنگلی، تفریح و تفرج، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و مقابله با آتش‌سوزی ضروری می‌باشد (Fedkiw, 1998). ولی با احداث و استفاده از جاده‌های جنگلی به پوشش گیاهی مستقر در محدوده عملیات ساختمانی جاده آسیب فراوانی وارد شده و عرصه در معرض فرسایش قرار می‌گیرد (Binkley, 1993). جاده‌سازی‌های غیر اصولی با از بین بردن نظم طبیعت و فروپاشی چرخه حیات کوهستان و حجم زیاد خاکبرداری و خاکریزی، نابودی زیستگاه‌های جانوری و گیاهی، کاهش ارزش‌های زیباشناسی و آسیب‌دیدگی مناطق حساس را به دنبال دارد (مجنونیان و همکاران، ۱۳۸۴). یکی از بزرگ‌ترین مشکلات ناشی از جاده‌سازی در جنگل ایجاد و افزایش اشکال مختلف فرسایش از قبیل فرسایش آب‌بندی و توده‌ای در اطراف جاده‌ها می‌باشد. فرسایش خاک یکی از چالش‌های مهم در حفاظت بهینه از منابع آب و خاک است، افزایش میزان رسوب در آب رودخانه‌ها، بواسطه ایجاد گل آلودگی و تیرگی آب، خسارات جبران ناپذیری به اکوسیستم آب و زندگی موجودات آبی وارد می‌سازد (Agassi, 1996). جلوگیری از فرسایش خاک هدف مهمی در مدیریت و حفاظت از منابع طبیعی به شمار می‌رود. اقدامات اساسی در جهت کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی جاده از مرحله طراحی آغاز می‌شود، از اینرو در طراحی جاده‌های جنگلی نه تنها میزان هزینه‌ها بلکه مدیریت صحیح آب و خاک نیز باید منظور شود. از مرحله طراحی تا ساخت و بعد از ساخت در طول عمر جاده نیاز به راه‌کارهایی است تا آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از جاده‌های جنگلی در حداقل ممکن باقی بماند و مدیریت عرصه جنگلی از طریق آن‌ها به نحو مطلوب و با کمترین آسیب زیست‌محیطی اجرا شود (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱). شبکه جاده‌های جنگلی از اصلی‌ترین ارکان مدیریت جنگل است. در واقع جاده‌های جنگلی دروازه‌های ورود به جنگل هستند که بدون آنها، جنگلداری و مدیریت جنگل غیرقابل تصور است. از طرفی جاده‌سازی در جنگل به عنوان یکی از عوامل تخریب عرصه‌های منابع طبیعی به شمار می‌آید. دگرگونی سیمای دامنه‌های طبیعی و کاهش پوشش گیاهی ناشی از عملیات خاکبرداری و خاکریزی جاده در مناطق مرتفع و جنگل‌های کوهستانی، باعث اختلال در رفتار هیدرولیکی و مشخصات فیزیکی خاک، وقوع رواناب، هدررفت خاک و ایجاد برش‌ها و خاکریزی‌های مرتفع در حاشیه جاده‌های جنگلی، خواهد شد که پایداری و ثبات آن‌ها برای حفظ امنیت حمل و نقل و تداوم پرورش و مدیریت جنگل از اهمیت بالایی برخوردار است (Grace, 2002). زمانی که طراحی و احداث جاده‌ها به صورت علمی و اصولی صورت نپذیرد، به طور مستقیم و غیر مستقیم تأثیرات منفی زیادی بر محیط زیست می‌گذارد. اهمیت این مسئله تا اندازه‌ای است که رعایت نکردن اصول زیست‌محیطی در بلندمدت حتی می‌تواند منجر به تخریب کامل یک حوزه آبخیز شود (Demir et al., 2007) علاوه بر ساخت نامناسب جاده‌ها، عدم حفاظت و نگهداری مناسب جاده‌ها نیز به نوبه خود منجر به تخریب خواهد بود، زیرا می‌تواند زمینه‌ساز مشکلات عمده از جمله فرسایش و تولید رسوب، انسداد رودخانه‌ها، کاهش کیفیت آب و غیره باشد. بررسی نتایج پژوهش‌های داخل و خارج کشور نشان می‌دهد که روش‌های مهار فرسایش و حفاظت خاک توسط روش‌های زیستی و غیرزیستی در شیب‌ها و شدت‌های بارندگی مختلف در هر دو مقیاس کرت و دامنه با استفاده از رگبارهای طبیعی و باران شبیه‌سازی شده، در اکثر موارد موجب کاهش میزان جرم رسوب، حجم رواناب، کمک به استقرار پوشش گیاهی و بهبود شرایط رشد گیاهان در مناطق آسیب‌دیده و دارای شرایط سخت شد. استفاده از اصلاح‌کننده‌های زیستی خاک (ژئوتکتایل‌ها و مالچ‌های طبیعی) به سبب عدم پیامدهای سوء زیست‌محیطی، قابلیت دسترس و نیز توجیه اقتصادی و مطمئناً عملکرد سریع برای مدیریت منابع آب و خاک توصیه شده است. (Albaladejo et al, 2000). لذا تثبیت و حفاظت دامنه‌ها با استفاده از مواد افزودنی و اصلاح‌کننده‌های زیستی، همانند مالچ‌های طبیعی در حفاظت از دامنه‌های خاک‌ریزی و خاک‌برداری جاده جنگلی شمال ایران، و همچنین معرفی و ارزیابی این روش‌ها به منظور دستیابی به بهترین روش، لازم و ضروری است. پژوهش‌های اندک صحرایی (مزرعه‌ای) با استفاده از رگبارهای طبیعی در زمینه نتایج کاربرد اصلاح‌کننده‌های زیستی خاک در محافظت دامنه‌های خاکبرداری و خاکریزی جاده جنگلی، به همراه عدم مقایسه و ارزیابی کار آبی آنها با دیگر روش‌های زیست‌مهندسی در گذشته، نشان‌دهنده اهمیت انجام مطالعه حاضر است.

احمدی مقدم (۱۳۹۲) به بررسی اثر مالچ بر میزان حفظ رطوبت خاک پرداخت، نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از مالچ موجب افزایش و حفظ رطوبت در خاک می‌شود به طوری که کاه و کلش گندم و سوپرچادب سبب افزایش ۱/۱۷ و ۱/۱۵ برابری میزان رطوبت خاک شدند و میزان حفظ رطوبت خاک در این دو مالچ در دو حالت خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی در تمامی زمانها نسبت به مالچ‌های دیگر بیشتر شد. صادقی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی به بررسی تأثیر کاربرد کاه و کلش برنج با مقدار نیم کیلوگرم در هر مترمربع، بر مقدار رواناب و هدررفت خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران روی خاک لومی رسی شنی پرداختند. نتایج نشان داد که اثر تیمارها در دو شدت باران ۵۰ و ۹۰ میلیمتر بر ساعت در کاهش حجم رواناب به ترتیب در حدود ۹۰ و ۹۶ درصد بود، و مقدار هدررفت خاک در هر دو شدت را کاملاً متوقف نمود. همه اختلافات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ارزیابی شد.

غلامی و همکاران (۱۳۹۳) طی پژوهشی به بررسی اثر کاه و کلش برنج به عنوان یک تیمار حفاظتی در زمان شروع و ضریب رواناب در خاک‌های شنی-لومی مرتع‌های بیلاقی البرز در شمال ایران تحت شرایط آزمایشگاهی پرداخت. نتایج نشان داد که کاه و کلش می‌تواند تأثیر معنی داری با سطح اعتماد ۹۹ درصد در افزایش زمان شروع و کاهش ضریب رواناب داشته باشد. میزان افزایش زمان شروع رواناب در اثر تیمار حفاظتی کاه و کلش در شدت ۹۰ میلیمتر بر ساعت با مقدار ۱۱۰/۱۰ درصد بیشترین مقدار بود. ضریب رواناب نیز پس از تیمار حفاظتی در شدت ۳۰ میلیمتر بر ساعت با مقدار ۱۹/۳۶ درصد بیشترین کاهش را داشت. Yanosek و همکاران (۲۰۰۶) در یک تحقیق آزمایشگاهی در ایستگاه تحقیقاتی کوه‌های راکی در مسکو به بررسی عملکرد دو نوع مالچ خرده‌چوب با اندازه‌های متفاوت در کنترل فرسایش خاک با توجه به دو نوع بافت خاک، دو نوع شیب و سه نوع مقدار پوشش، پرداختند. نتایج نشان داد که اثرات مالچ خرده‌چوب در کاهش میزان رواناب و رسوب در مقایسه با خاک لخت دارای تفاوت معنی دار بوده ولی بین دو نوع مالچ خرده‌چوب، تفاوت معنی دار نبوده است. ضمناً در مقایسه با خاک لخت کاهش میزان رسوب بوسیله حداقل پوشش ۷۰ درصدی برای هر نوع خاک و شیب حاصل می‌شود. خرده‌چوبها به اندازه کاه و کلش در خاک‌های ریزدانه و درشت دانه موثر هستند. در نتیجه مالچ خرده‌چوب حتی در مناطقی که ورود گونه‌های غیرجنگلی (بومی) نگران کننده است، ممکن است مواد مناسب تری برای کنترل فرسایش باشند. Adekalu و همکاران (۲۰۰۷) در جنوب غرب نیجریه، به بررسی اثر مالچ پاشی بر نفوذ رواناب سطحی و هدررفت خاک برای سه نوع خاک کشاورزی با مقادیر مختلفی از مالچ پاشی *Purpureum pennisetum* پرداختند و نتایج حاصل با شرایط استفاده از کاه برنج مقایسه شد. رواناب و هدررفت خاک با مقادیر مالچ استفاده شده کاهش اما با زیاد شدن شیب افزایش یافت. DeOna و همکاران (۲۰۰۹) طی تحقیقی به ارزیابی اثرات کمپوست، لجن و مخلوط آن دو در کاهش میزان فرسایش و استقرار پوشش گیاهی در ترانشه خاکریزی بزرگراه گادور شهر آمریکا جنوب اسپانیا پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که کمپوست و یا لجن به تنهایی فرسایش خاک را به میزان ۳۵ درصد کاهش می‌دهد، در حالی که به کارگیری مخلوط کمپوست و لجن موجب کاهش فرسایش خاک به میزان ۶۳ تا بیش از ۹۰ درصد شد. Smets و همکاران (۲۰۱۱) در انگلستان اثرات ۴ نوع خاک پوش زیستی شامل خرما، خرما برزلی، بامبو و پوشال برنج با پوشش ۶۵-۴۱ درصد و ضخامت ۱۶-۷ میلیمتر را در شدت بارش ۶۷ میلیمتر بر ساعت شبیه‌سازی نمودند. سپس داده‌های کرت صحرائی را نیز در مورد اثرات همان خاک پوش بر فرسایش سطحی و شیاری در کشورهای انگلستان، مجارستان، لیتوانی، جنوب آفریقا، برزیل و چین تحت بارش‌های طبیعی جمع‌آوری نمودند. براساس داده‌های کرت صحرائی مقادیر رواناب و هدررفت خاک به ترتیب ۴۶ و ۷۹ درصد کاهش داشتند. بین داده‌های صحرائی و آزمایشگاهی، اختلاف معنی داری در عمق رواناب نسبی مشاهده نشد. Smets و همکاران (۲۰۱۱) داده‌ها از ۶۵ مطالعه آزمایشی و طی بررسی اثر پوشش سطحی توسط قطعات سنگی، مالچ آلی یا پوشش گیاهی بر رواناب یا هدررفت خاک، جمع‌آوری کردند. نتایج نشان داد که پوشش‌های سطحی از جمله قطعات سنگی، مالچ‌های آلی و پوشش گیاهی در کاهش رواناب و هدررفت خاک توسط فرسایش آبی موثرتر بودند. Bhattacharyya و همکاران (۲۰۱۱) در هیلتون انگلستان به بررسی اثر خاک پوش‌های زیستی در مهار فرسایش خاک تحت شرایط صحرائی روی خاک ماسه‌ای-لومی پرداختند. نتایج نشان داد، استفاده از نوارهای حفاظتی خرما روی خاک لخت با مساحت تحت پوشش تقریباً ۱۰ درصد، رواناب را تا ۷۱ درصد و فرسایش خاک را تا ۹۲ درصد کاهش داد. Li و همکاران (۲۰۱۱) به مطالعه نقش مالچ کاه و کلش بر مهار رواناب و فرسایش خاک در مقایسه با کرت‌های آزمایشی با و بدون پوشش گیاهی در ابعاد ۵ در ۱۵ متر و در خاک‌های تهیه شده از مناطق جنوبی چین نمودند. تحلیل نتایج حاصل از کاربرد لایسی متر برای تیمارهای مذکور دلالت بر تأثیر معنی دار مالچ کاه و کلش بر کاهش رواناب و رسوب داشته است. Foltz (۲۰۱۲) طی تحقیقی در مدت چهار سال به مقایسه سه نوع مالچ کنترل فرسایش (نی کشاورزی و دو نوع مالچ خرده‌چوب) در جاده‌های جنگلی رها شده کوه‌های راکی شمالی، ایالت متحده پرداخت. نتایج نشان داد که بلوک شاهد، بیشترین رسوب را تولید کرد، در حالی که رشته‌های چوبی کمترین رسوب را در اولین زمستان بحرانی پس از رها شدن جاده تولید کرد. مالچ خرده‌چوب جایگزین، به اندازه نی کشاورزی در کاهش تولید رسوب حاصل از طبقه‌های خاک بدون پوشش گیاهی (لخت) ناشی از جاده‌های جنگلی رها شده مؤثر بود. میزان اثر درصد پوشش مالچ روی خاک مهمتر از نوع مالچ می‌باشد. Vega و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی کارایی استفاده از مالچ کاه و کلش-بذرپاشی (۲/۵ کیلوگرم در هکتار+ ۳ گرم در مترمربع)، بذرپاشی (۳ گرم در مترمربع) جهت کاهش فرسایش خاک پس از آتش‌سوزی و مقایسه آن با منطقه شاهد در اسپانیا پرداختند. در طی دوره مورد مطالعه (دوسال پس از آتش‌سوزی) فقط تیمار مخلوط مالچ کاه و کلش-بذرپاشی باعث کاهش معنی دار فرسایش خاک نسبت به خاک بدون تیمار شد. همچنین بیشترین مقدار فرسایش در سال اول پس از آتش‌سوزی مشاهده شد. استفاده از کاه و کلش باعث بهبود استقرار پوشش گیاهی بومی شد و همچنین باعث بهبود استقرار بذرها نیز شد.

هدف از این تحقیق مقایسه دو گونه بومی توسکا و بید از نظر متغیرهای رویشی قطر یقه و ارتفاع در بلوک‌های تحت ارزیابی منطقه مورد مطالعه در سه نوع تیمار است.

مواد و روش‌ها

• منطقه مورد مطالعه

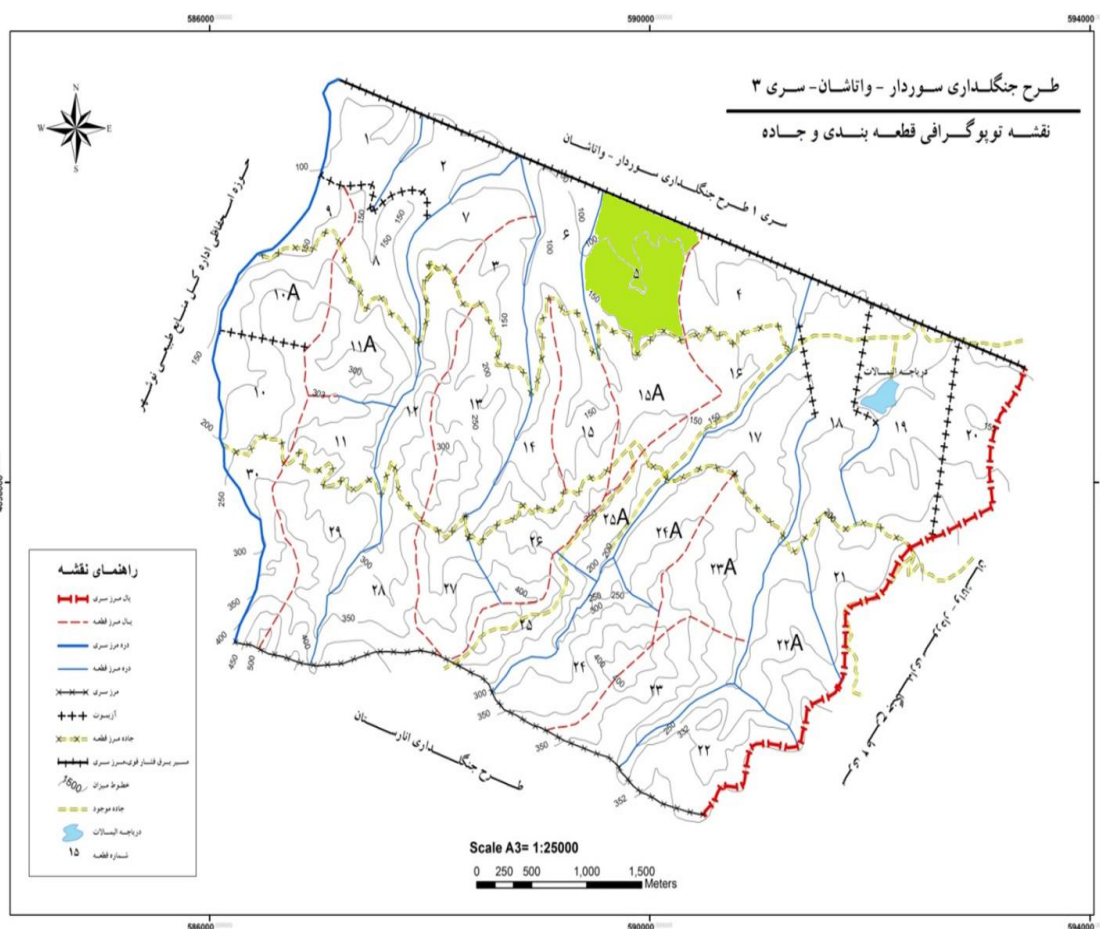
منطقه مورد بررسی، قطعه ۵ سری ۳ طرح جنگلداری سوردار واتاشان، در حوزه آبخیزداری ۴۹ جنگلهای شمال کشور و ۱۵ کیلومتری جاده نور به چمستان قرار دارد. مساحت کل این سری ۲۴۱۲ هکتار و مساحت کل قطعه ۵ حدود ۸۳ هکتار است. شبکه جاده موجود به طول ۲۰ کیلومتر و از نوع جاده درجه ۲ و ۳ بوده که تماماً در بین سالهای ۶۸-۶۶ طراحی و ساخته شده‌اند. در شکل ۱ موقعیت منطقه نشان داده شده است.

• روش پژوهش

با مشاهده محل لغزشی در شیروانی خاکریزی جاده موجود در منطقه مورد مطالعه که علی‌رغم سپری شدن ۲۶ سال از زمان احداث، همچنان دارای لغزش و فرسایش سطحی ناشی از نفوذ آب و حجم زیاد رواناب می‌باشد، حفاظت و تثبیت خاک این محل با استفاده از روش‌های زیست‌مهندسی به جای استفاده از روش‌های معمول پیش‌بینی شده در کتابچه طرح جنگلداری (احداث گابیون) انجام شد. بدین منظور، برای تثبیت دامنه لغزشی، حفاظت از خاک و اصلاح و بازسازی دامنه شیب‌دار پس از آماده کردن بستر زمین، از سه تیمار شامل: الف) کاشت نهال‌های دو گونه جنگلی توسکای قشلاقی و بید با مالچ طبیعی کاه و کلش ب) کاشت نهال‌های دو گونه جنگلی توسکای قشلاقی و بید با مالچ طبیعی خرده‌چوب و ج) تیمار شاهد (کنترل) خاک بدون مالچ استفاده شد. طرح آزمایشات بصورت کرت‌های خرد شده و در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی می‌باشد. مالچ کاه و کلش برنج و خرده‌چوب به دلیل وفور، قابلیت دسترسی آسان، هزینه اندک، قابلیت کاربرد در شرایط جنگل، حمل‌ونقل آسان، سابقه کاربرد گسترده در حفاظت از خاک و تثبیت بیولوژیکی و روش‌های زیست‌مهندسی قابلیت‌سازی خوب با شرایط منطقه، قابلیت جذب و تجزیه سریع (Foltz, 2012) اولین تیمار، مالچ کاه و کلش برنج می‌باشد که از الیاف طولی بافته نشده و در هم ساقه برنج تهیه شده‌است، ضخامت آن حدود ۱۵ میلیمتر (فشرده شده) و وزن آن ۷۰۰ گرم در هر مترمربع که ۱۰۰ درصد سطح خاک را می‌پوشاند. نوع دیگر مالچ خرده‌چوب (تراشه) حاصل از ضایعات کارخانه صنایع خرده‌چوب می‌باشد. وزن خشک آن حدود ۲۸۰۰ گرم در هر مترمربع و ضخامت آن نیز حدود ۱۵ میلیمتر که ۱۰۰ درصد سطح صاف و ۹۰ درصد سطح خاک را می‌پوشاند. با توجه به وقوع لغزش در سمت شیروانی خاکریزی جاده در منطقه مورد مطالعه و انجام عملیات تثبیت زیست‌مهندسی در سال ۱۳۹۲ با تقسیم آن به پلات‌های مختلف با استفاده از تیمارهای خرده‌چوب، کاه و کلش و بدون پوشش خاک در کف پلات‌ها به تعداد ۲۷ پلات (۲×۴ متر) و کاشت گونه‌های بید (*Salix alba*) و توسکای قشلاقی (*Alnus glutinosa*) بر اساس اصول علمی، تثبیت انجام شد. در پژوهش حاضر ارزیابی وضعیت، قطر و ارتفاع دو گونه توسکا و بید کاشته شده در هر یک از پلات‌ها مورد پایش و اندازه‌گیری قرار گرفت.

در مجموع تعداد ۱۰۸ پایه از گونه‌های توسکا و بید مورد بررسی قرار گرفت که در بلوک یک، ۱۵ پایه توسکا و ۷ پایه بید (مجموعاً ۲۲ پایه)، در بلوک دو، ۲۴ پایه توسکا و ۱۴ پایه بید (مجموعاً ۳۸ پایه) و در بلوک سه ۲۴ پایه توسکا و ۲۴ پایه بید (مجموعاً ۴۸ پایه) کاشته شده بود.

برای تعیین نرمال بودن داده‌ها پس از ترسیم منحنی پراکنش از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد و جهت مقایسه میانگین‌ها از روش تجزیه واریانس (ANOVA) و آزمون t با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. برای تعیین برخی از روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته از آزمون همبستگی و تحلیل رگرسیون استفاده شد.

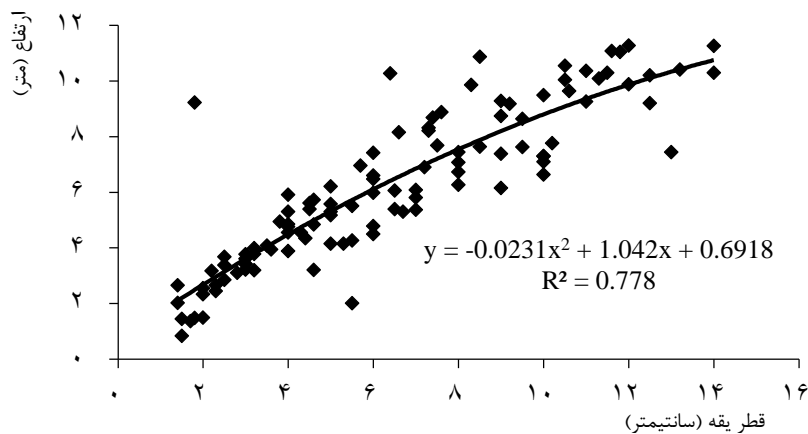


شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه

نتایج

• معادله رگرسیونی قطر بقیه و ارتفاع کل درختان

مطابق شکل ۲ که به ترتیب معادله و رابطه همبستگی قطر بقیه (X) و ارتفاع (Y) تعداد ۱۰۸ اصله درخت را نشان می‌دهد، مشخص است که با افزایش قطر بقیه، ارتفاع درختان مورد مطالعه افزایش می‌یابد. براساس ضریب تعیین (R^2) این رابطه، ۷۸ درصد از تغییرات متغیر وابسته ارتفاع به متغیر مستقل قطر بقیه مربوط است.



شکل ۲- رابطه قطر بقیه و ارتفاع کل درختان

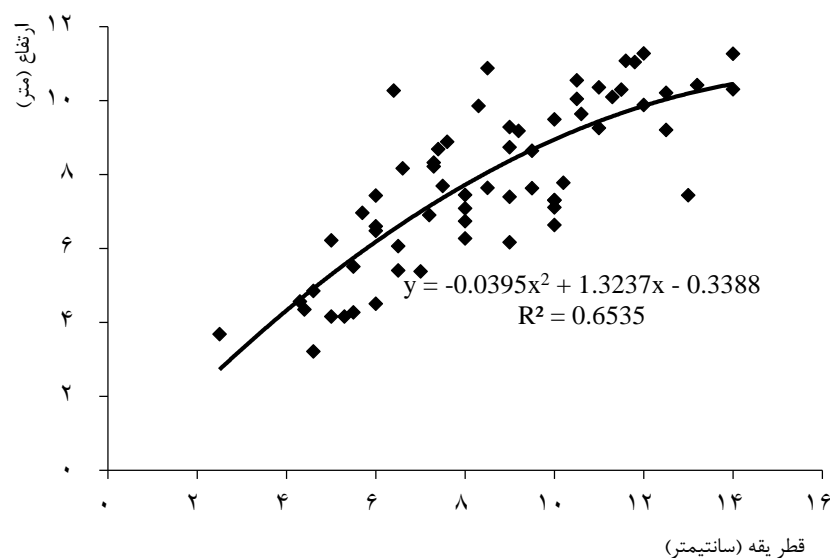
نتایج جدول تجزیه واریانس رابطه رگرسیونی قطر یقه و ارتفاع ۱۰۸ پایه درخت نشان می‌دهد که باتوجه به مقدار عددی معنی‌داری، ارتباط بین دو متغیر در سطح یک درصد ($P < 0/01$) معنی دار است. از این رو فرض H_0 (تصادفی و غیرمعنی‌دار بودن ارتباط بین دو متغیر مستقل و وابسته) رد و فرض H_1 (معنی‌دار بودن رابطه بین متغیر مستقل و وابسته) پذیرفته می‌شود (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس رابطه رگرسیونی قطر یقه و ارتفاع کل درختان

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
رگرسیون	۶۲۳/۳۳۸	۱	۶۲۳/۳۳۸	۳۵۲/۹۶۴	۰/۰۰۰۱
خطا	۱۸۷/۱۹۷	۱۰۶	۱/۷۶۶		
کل	۶۱۷۱/۱۰۰	۱۰۷			

• معادله رگرسیونی قطر یقه و ارتفاع گونه توسکا

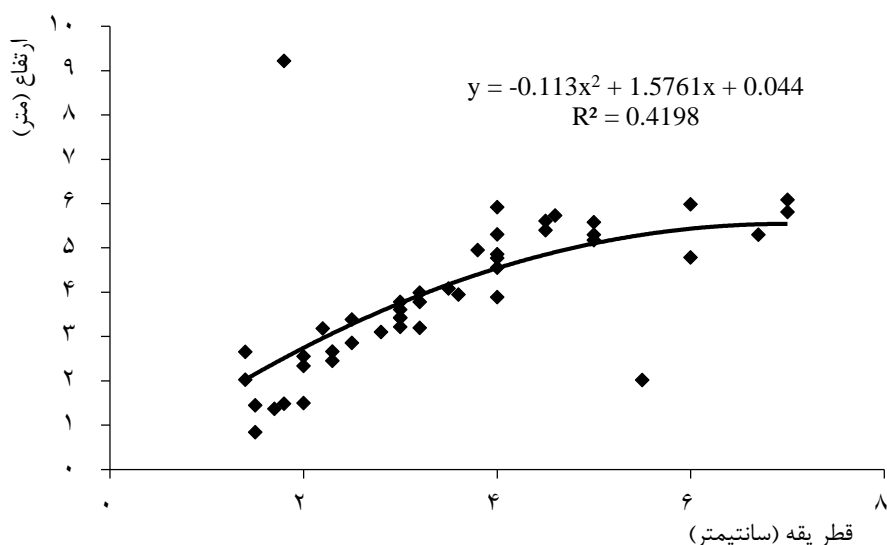
مطابق شکل ۳ که به ترتیب معادله و منحنی قطر یقه (x) و ارتفاع (y) تعداد ۶۳ اصله درخت توسکا را نشان می‌دهد، مشخص است که با افزایش قطر یقه، ارتفاع درختان مورد مطالعه افزایش می‌یابد. براساس ضریب تعیین R^2 این رابطه، ۶۵ درصد از تغییرات ارتفاع (متغیر وابسته) به قطر یقه (متغیر مستقل) مربوط است.



شکل ۳- رابطه قطر یقه و ارتفاع گونه توسکا

• معادله رگرسیونی قطر یقه و ارتفاع گونه بید

مطابق شکل ۴ که به ترتیب معادله و منحنی قطر یقه (x) و ارتفاع (y) تعداد ۴۵ اصله درخت بید را نشان می‌دهد، مشخص است که با افزایش قطر یقه، ارتفاع درختان مورد مطالعه افزایش می‌یابد. براساس ضریب تعیین (R^2) این رابطه، ۴۲ درصد از تغییرات ارتفاع به متغیر مستقل قطر یقه مربوط است.



شکل ۴- رابطه قطر یقه و ارتفاع گونه بید

- آزمون دانکن در رابطه با همگن بودن متغیر قطر یقه درختان در جدول ۲ بر اساس آزمون دانکن در رابطه با همگن بودن متغیر قطر یقه و بر اساس سطح معنی داری حاکی از آن است که در سه بلوک تفاوت قطر یقه گونه‌های درختی معنی دار نبوده و به عبارت دیگر قطر یقه گونه‌ها فاقد پراکنش قابل توجهی می‌باشند.

جدول ۲- آزمون دانکن در رابطه با همگن بودن متغیر قطر یقه درختان

شماره بلوک	تعداد	$\alpha=0/05$
بلوک ۱	۲۲	۶/۳۶۰
بلوک ۲	۳۸	۶/۴۶۸
بلوک ۳	۴۸	۶/۵۰۸
سطح معنی داری		۰/۸۷۱

- آزمون دانکن در رابطه با همگن بودن متغیر ارتفاع درختان در جدول ۳ بر اساس آزمون دانکن در رابطه با همگن بودن متغیر ارتفاع و بر اساس سطح معنی داری حاکی از آن است که در سه بلوک تفاوت قطر یقه گونه‌های درختی معنی دار نبوده و به عبارت دیگر ارتفاع گونه‌ها فاقد پراکنش قابل توجهی می‌باشند.

جدول ۳- اساس آزمون دانکن در رابطه با همگن بودن متغیر ارتفاع درختان

شماره بلوک	تعداد	$\alpha=0/05$
بلوک ۱	۲۲	۶/۰۳۵
بلوک ۲	۳۸	۶/۱۷۱
بلوک ۳	۴۸	۶/۲۷۲
سطح معنی داری		۰/۷۴۹

- نتایج مقایسه‌های چندگانه در بلوک‌ها نتایج مقایسه چند گانه براساس آزمون توکی در جدول ۴ نشان داده شده است. بلوک‌ها از نظر قطر یقه و ارتفاع با هم تفاوت معنی دار آماری قابل ملاحظه نداشته و از نظر پراکنش عددی قطر و ارتفاع به هم نزدیک می‌باشند.

جدول ۴- نتایج مقایسه‌های چند گانه در بلوک‌ها

متغیر وابسته	شماره بلوک	شماره بلوک	SE	R ²
قطر	بلوک ۱	بلوک ۲	۰/۹۱۴	۰/۹۹۲
		بلوک ۳	۰/۸۷۱	۰/۹۹۹
	بلوک ۲	بلوک ۱	۰/۹۱۳	۰/۹۹۲
		بلوک ۳	۰/۷۴۱	۰/۹۷۸
	بلوک ۳	بلوک ۱	۰/۸۷۸	۰/۹۹۹
		بلوک ۲	۰/۷۴۱	۰/۹۷۸
ارتفاع	بلوک ۱	بلوک ۲	۰/۷۴۴	۰/۹۸۲
		بلوک ۳	۰/۷۱۵	۰/۹۴۱
	بلوک ۲	بلوک ۱	۰/۷۴۴	۰/۹۸۲
		بلوک ۳	۰/۶۰۳	۰/۹۸۵
	بلوک ۳	بلوک ۱	۰/۷۱۵	۰/۹۴۱
		بلوک ۲	۰/۶۰۳	۰/۹۸۵

• آزمون تجزیه واریانس قطر یقه و ارتفاع درختان در بلوک‌ها

در جدول ۵ نتایج آزمون تجزیه واریانس قطر یقه و ارتفاع در بلوک‌ها نشان داده شده است. تفاوت معنی داری بین متغیرهای قطر یقه و ارتفاع مشاهده نشده است.

جدول ۵- نتایج آزمون تجزیه واریانس قطر یقه و ارتفاع درختان در بلوک‌ها

متغیرها	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری
بین گروه‌ها	۰/۴۷۴	۲	۰/۲۳۷	۰/۰۲۰	۰/۹۸۰
قطر یقه (سانتیمتر)					
درون گروه‌ها	۱۲۲۱/۳۷۵	۱۰۵	۱۱/۶۳۲		
کل	۱۲۲۱/۸۵۰	۱۰۷			
بین گروه‌ها	۰/۸۶۲	۲	۰/۴۳۱	۰/۰۵۶	۰/۹۴۶
ارتفاع (متر)					
درون گروه‌ها	۸۰۹/۶۷۴	۱۰۵	۷/۷۱۱		
کل	۸۱۰/۵۳۵	۱۰۷			

بحث

ارزیابی عملکرد این مطالعه اثرات مالچ‌ها را برای حفاظت از دامنه شیب‌دار خاکریزی جاده جنگلی به اثبات رسانید. میزان قطریقه و ارتفاع نهال‌های توسکا در کلیه موارد بیشتر از بید بود (شکل ۲). نهال‌های کاشته شده در میزان لغزش و نشست خاک دارای عملکرد مثبتی بودند. نهال توسکا در دامنه‌های پرشیب و لغزشی در سال اول بعد کاشت دارای عملکرد رشد قطری و ارتفاعی بهتری نسبت به بید بود. نتایج کلی نیز نشان داد که اثرات متقابل تیمارهای حفاظتی و کاشت نهال در کاهش حجم رواناب و جرم رسوب در مقایسه با تیمار شاهد (خاک لخت و بدون نهال) معنی دار و نقش موثرتری دارند (جدول ۴). در مقایسه کلی، تیمار خرده‌چوب و بید به دلیل ایجاد لایه محافظ و پوشش مناسب، بالاترین اثر را در کاهش حجم رواناب و جرم رسوب دارند. نتایج تحقیقات Smets و همکاران (۲۰۱۱) نیز گواه بر تاثیر مثبت پوشش‌های طبیعی در کنترل رواناب است. بنابراین به‌کارگیری کاه و کلش و خرده‌چوب همراه با کاشت نهال دارای عملکرد بهتر و موثرتری در حفاظت خاک و بازسازی دامنه خاکریزی جاده جنگلی دارد. به عبارت دیگر ترکیب کاه و کلش همراه با توسکا بهترین گزینه برای جلوگیری از جابه‌جایی عمودی و افقی خاک بود. نتایج پایش اثرات تیمارهای مطالعاتی نیز نشان داد که اگرچه عملکرد تیمارهای حفاظتی نسبت به سال اول تقلیل یافت ولی با استقرار، رشد و توسعه نهال‌های کاشته شده جبران شد. به عبارت دیگر اثرات متقابل

نهال کاری همراه با تیمار حفاظتی همانند سال اول، بهترین عملکرد را داشته است، در میان تیمارهای حفاظتی، خرده چوب و در میان تیمار نهال کاری توسکا نسبت به بقیه عملکرد بهتری داشتند (جدول ۴)، بالاترین عملکرد در کاهش جرم رسوب و تعدیل دما و رطوبت خاک مربوط به خرده چوب همراه با توسکا و در کاهش حجم رواناب و غلظت رسوب مربوط به کاه و کلس و توسکا بود. در نهایت عملکرد مالچ طبیعی کاه و کلس و خرده چوب بهتر از شاهد و در بین گونه های کاشته شده نیز توسکا عملکرد بهتری داشت. لذا استفاده همزمان از مالچ ها همراه با کاشت نهال در امر حفاظت خاک، جلوگیری از فرسایش، لغزش سطحی و نشست خاک، پیشنهاد می شود. به طوری که در فصل نتایج ملاحظه شد می توان الگوی نمودارهای رگرسیونی را برای منطقه مورد مطالعه چه در رابطه با قطر یقه و چه در رابطه با ارتفاع و نیز متغیرهای مذکور را برای کل درختان نیز به عنوان یک الگوی اولیه پذیرفت و در سنین بالاتر نیز با قرار دادن متغیرهای مستقل در معادلات مربوطه متغیر وابسته مورد بررسی را به دست آورد (شکل ۲، ۳ و ۴). اما با توجه به آزمون های مقایسه میانگین ها در بلوک های سه گانه در خصوص قطر یقه و ارتفاع به وضوح مشخص است که اختلاف معنی داری بین هیچ یک از متغیرها با توجه به لحاظ نمودن بلوک ها بدست نیامده است (جدول ۵). لذا تفاوت های اندکی مشهود است که آن نیز برای اولویت دهی در خصوص موارد مشابه قابل بررسی است. از جمله اینکه تیمار خرده چوب بهترین وضعیت را ایجاد کرد و پس از آن تیمار کاه و کلس و نهایتاً تیمار فضای خالی (بدون گونه) وضعیت نامناسب تری از سایر تیمارها داشته است. در مجموع گونه توسکا از گونه بید شرایط مطلوب تری را در خصوص تطبیق با شرایط زیست مهندسی اعمال شده مطالعه حاضر دارد. نتایج تحقیق مطابق نتایج احمدی مقدم (۱۳۹۲)، Adekalu و همکاران، ۲۰۰۷ و Li و همکاران (۲۰۱۱) بود.

منابع

- احمدی مقدم، ز. ۱۳۹۲، اثر مالچ بر میزان حفظ رطوبت خاک، اولین همایش ملی چالش های منابع آب و کشاورزی، انجمن آبیاری و زهکشی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۵ ص.
- صادقی، س.ح.ر.، شریفی مقدم، ا. و غلامی، ل.، ۱۳۹۳. اثر کاه و کلس برنج بر تولید رواناب سطحی و هدررفت خاک در کرت های کوچک. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۳(۴): ۷۳-۸۳.
- غلامی، ل.، صادقی، س.ح.ر. و همایی، م. ۱۳۹۳، اثر کاه و کلس برنج بر زمان شروع و ضریب رواناب ناشی از باران، مجله پژوهش آب ایران، ۱۵(۸): ۳۳-۴۰.
- مجنونیان، ب.، ۱۳۹۰. راهنمای طرح، اجرا و بهره برداری راه های جنگلی. نشریه شماره ۱۳۱ (تجدید نظر اول)، انتشارات معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، امور نظام فنی، تهران، ایران، ۱۵۹ ص.
- Adekalu, K.O., Olorunfemi, I.A., and Osunbitan, J.A., 2007. Grass Mulching Effect on Infiltration, Surface Runoff and Soil Loss of three Agricultural Soils in Nigeria. *Bioresource Technology*, 98: 912-917.
- Agassi, M., 1996. *Soil Erosion, Conservation, and Rehabilitation*. Marcel Dekker, New York. 414p.
- Albaladejo Montoro, J., Alvarez Rogel, J., Querejeta, J., Díaz, E. and Castillo, V. 2000. Three hydro-seeding revegetation techniques for soil erosion control on anthropic steep slopes. *Land Degrad, Dev*, 11: 315-325.
- Bhattacharyya, R., Fullen, M.A. and Booth, C.A., 2011. Using palm-mat geotextiles on an arable soil for water erosion control in the UK. *Earth surface processes and landforms*, 36(7):933-945.
- Binkley, D. and Brown, T.C. 1993. Forest practices as nonpoint sources of pollution in North America, *Water Res Bull*, 29(5): 729-740.
- De Ona J., F, Osorio. And P.A, Garcia. 2009. Assessing the effects of using compost-sludge mixtures to reduce erosion in road embankments. *Journal of Hazardous Materials*, 164: 1257-1265.
- Demir, M. 2007. Impacts, management and functional planning criterion forest road network system in Turkey. *Transportation research, part A, policy and practice*. 41: 56-68 p.
- Fedkiw, J., 1998. Managing multiple uses on national forests, 1905-1995: A 90-year learning experience and it isn't finished yet. *Used forest service publication fs-628*, 284 p.
- Foltz, R.B. 2012. A comparison of three erosion control mulches on decommissioned forest road corridors in the northern Rocky Mountains, United States. *J. Soil Water Conserv*, 67(6): 536-544.
- Grace, J.M., 2002. Control of sediment export from the forest road prism, *ASAE Annu Meeting*, 45: 1-6.
- Li, X.H., Zhang, Z.Y., Yang, J., Zhang, G.H. and Wang, B. 2011. Effects of Bahia Grass Cover and Mulch on Runoff and Sediment Yield of Sloping Red Soil in Southern China. *Pedosphere*, 21(2): 238-243.
- Smets, T., Poesen, J. and Bochet, E. 2011. Impact of Plot Length on the Effectiveness of Different Soil-Surface Covers in Reducing Runoff and Soil Loss by Water. 25 p.

Vega, J.A., Fernández, C. and Fonturbel, T., 2015: Comparing the effectiveness of seeding and mulching+ seeding in reducing soil erosion after a high severity fire in Galicia (NW Spain). *Ecological Engineering*, 74: 206-212.

Yanosek, K.A., Foltz, R.B., Dooley, J.H., 2006. Performance assessment of wood strand erosion control materials among varying slopes, soil textures, and cover amounts. *Journal of Soil and Water Conservation*, 61(2): 45-51.

*