"مقاله پژوهشی"

بررسی تاثیر تشک کنترل فرسایش موقت و پوشش علفی بر مقدار رواناب و رسوب دامنه های اطراف جاده جنگلی با استفاده از شبیه سازی باران

بهناز عسکری[1]، مهران نصیری[2] و مجید لطفعلیان[3]

۱–دانشجوی دکتری عمران و بهره‌برداری جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲– استادیار گروه جنگلداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسوول : m.nasiri@sanru.ac.ir)
۳– استاد گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۸/۶
صفحه: تا

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: حفاظت و احیاء خاک‌های فاقد پوشش همراه با هدایت و دور ساختن رواناب سطحی از خاک، روشی کارآمد جهت کاهش فرسایش خاک در مناطق حساس و مستعد فرسایش است. از جمله فعالیت‌های بازدارنده فرسایش خاک حفظ پوشش گیاهی طبیعی منطقه و سپس تثبیت خاک‌های لخت و فاقد پو شش به کمک روش‌های موقتی یا دائمی می‌با شند. در پژوهش حا ضر با هدف تثبیت موقت خاک از پو شش‌های حفاظتی نظیر پارچه کنفی، کاه و کلش، خرده چوب، پوشش علفی فستوکا و سوپر جاذب نانو زئولیت به منظور کاهش میزان رواناب و رسوب استفاده شد.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی میزان رواناب و رسوب در دامنه های اطراف جاده جنگلی واقع در جنگل آموزشی پژوهشی دارابکلا، ابتدا کرت‌هایی با ابعاد ۵۰*۷۰ سانتی‌متر و عمق ۱۰ سانتی‌متر که با ا ستفاده از ورق گالوانیزه ساخته شدند، در مناطقی با شیب یک‌سان دامنه (شیب ۳ در صدی) قرار گرفتند. سپس ت شک‌های کنترل فر سایش، ساخته شده از پارچه کنفی پر شده با تیمارهایی از قبیل: خرده چوب، کاه و کلش و سوپرجاذب نانوزئولیت تهیه و جهت قرارگیری در کرت‌ها آماده شدند. تیمارهای دیگر نیز که شامل: پارچه کنفی، گونه علفی فستوکا و گونه علفی فستوکا به همراه پارچه کنفی نیز درون کرت‌ها قرار داده شد. سپس شبیه‌سازی باران به مدت ۳۰ دقیقه با شدت ۵۰ میلی‌متر بر ساعت در آذرماه سال ۱۴۰۱ شبیه‌سازی شد. میزان رواناب خروجی کرت‌ها پس از هر رخداد بارش در فواصل زمانی ۵ دقیقه‌ای با استفاده از استوانه مدرجی که در پایین کرت‌ها قرار داده شده بود، اندازه‌گیری و ثبت شد. میزان رسوب نیز بعد از ته‌نشینی رواناب و عبور از کاغذ صافی، به مدت ۲۴ ساعت در آون، تحت دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد، خشک و توزین شد. غلظت رسوب نیز از تقسیم میزان رسوب بر حجم رواناب، بر حسب گرم بر لیتر، محا سبه شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه برای ۷ تیمار انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. همچنین از آنالیز همبستگی پیرسون به منظور بررسی رابطه بین رواناب و غلظت رسوب در تیمارهای مختلف استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان داد که بیش‌ترین مقدار رواناب مربوط به تیمار شاهد، ۰/۷۷ میلی‌متر بر ساعت و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار کاه و کلش و گونه علفی فستوکا که به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۲۷ میلی‌متر بر ساعت بود. به طور کلی تیمار کاه و کلش میزان رواناب را ۶۹٪ و تیمار گونه علفی فستوکا ۶۴٪ کاهش دادند. نتایج مربوط به غلظت رسوب نیز نشان‌دهنده‌ی کاهش ۶۳ در صدی و ۵۲ در صدی میزان رسوب نمونه‌ها نسبت به تیمار شاهد بود که به ترتیب مربوط به تیمار پوشش کنفی و پوشش کنفی به همراه گونه فستوکا بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از تشک کنترل فرسایش با ترکیب‌های مواد مختلف مانند کاه و کلش، نانوزئولیت و خرده چوب به همراه پوشش علفی گونه فستوکا می‌تواند حجم رواناب را کاهش دهد و سبب تقلیل فرسایش و هدر رفت خاک به خصوص در ترانشه‌های جاده جنگلی که دارای خاک‌های بدون پو شش گیاهی هستند شود. همچنین پو شش علفی مانند فستوکا با به تاخیر انداختن ظهور رواناب، باعث افزایش نفوذپذیری آب در خاک شده و از هدررفت خاک جلوگیری می‌کند. بنابراین بکارگیری این تشک ها می‌تواند سبب کاهش فرسایش خاک در اطراف جاده های جنگلی شود.

واژه‌های کلیدی: نانوزئولیت، کاه و کلش، خرده چوب، شبیه‌ساز باران

مقدمه

فرسایش خاک، از مشکلات جهانی به شمار می‌رود که منابع آب و خاک را تهدید می‌کند. رواناب سطحی به دست آمده از بارندگی و فرسایش خاک، تابع عوامل مختلفی است که هریک، دیگری را تقویت یا تضعیف می‌کند (Beguería et al., 2006). آگاهی از مقدار رواناب و هم‌چنین جلوگیری از فرسایش خاک هدف مهمی در مدیریت و حفاظت از منابع طبیعی به شمار می‌رود. از این‌رو بررسی رواناب و عوامل تأثیرگذار بر آن، به عنوان یکی از فرایندهای اصلی فرسایش خاک ، ضرورت دارد. ساخت جاده های جنگلی همواره محیط اطراف خود را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ایجاد ترانشه‌های ناپایدار و فرسایش پذیر از جمله خسارت هایی است که در سال های اخیر بدلیل حجم زیاد رسوب‌گذاری مورد توجه محققان قرار گرفته است و به منظور حفاظت آب و خاک، تثبیت دامنه‌ها و مناطق شیب‌دار در معرض فرسایش از روش‌ها و تکنیک‌های گوناگونی استفاده شده است که از میان آن‌ها، روش‌های بیوتکنیکی، استفاده از سنگریزه، بکارگیری تکنیک های زیست مهندسی و استفاده از مواد افزودنی و اصلاح‌کننده مانند مالچ‌های طبیعی عمومیت بیش‌تری دارد(Fakhari et al., 2019; García-Orenes et al., 2010; Kavian et al., 2021; Mohammadamini et al., 2020). تاکنون تحقیقات گوناگونی (Ahmadi et al., 2019; Broda et al., 2016; Kalibová et al., 2016; Solgi et al., 2021) در زمینه تاثیر انواع پوشش‌های حفاظتی و مواد افزودنی مانند کاه و کلش و خرده چوب به خاک و تاثیر آن‌ها در کاهش مقدار رواناب و رسوب انجام شده است. Fakhari et al. (۲۰۱۹) از خرده چوب و کاه برنج بعنوان تثبیت کننده های طبیعی به منظور حفاظت خاک استفاده کردند و نتایج مطالعه ایشان نشان داد کاه برنج و خرده چوب به ترتیب توانستند ۲۳ و ۱۱ درصد غلظت رسوب را کاهش دهد. Dalir et al. (۲۰۲۱) با بررسی تاثیر کاه و کلش بر میزان رواناب و هدر رفت خاک به این نتیجه دست یافتند که کاه و کلش می

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-09]

تواند سبب تغییر معنی‌دار در کاهش رسوب دیواره جاده‌های جنگلی شود. Bakr et al. (2015) در کرت‌های کوچک آزمایشگاهی تاثیر کاه و کلش برنج، بر تولید رواناب سطحی و هدررفت خاک را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها تأثیر بکارگیری کاه و کلش برنج با مقدار نیم کیلوگرم در متر مربع، در سه تکرار با شیب ۲۰ درصد را بر مقدار رواناب و هدررفت خاک با استفاده از شبیه‌ساز باران بر روی خاک لومی رسی ماسه‌ای مطالعه کردند. نتایج نشان داد که اثر تیمارها در دو شدت ۵۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت بر کاهش حجم رواناب و در مقایسه با کرت شاهد به ترتیب در حدود ۹۰ و ۹۶ درصد بود و مقدار هدررفت خاک در هر دو شدت را به طور کامل متوقف کرد که مشابه نتایج مطالعات García-Orenes et al. (۲۰۱۰) است که معتقدند وجود کمپوست مالچ بر روی خاک سطحی، نرخ جریان رواناب را کاهش داده و برای کنترل فرسایش دامنه خاک‌برداری قابل توصیه است. وجود بقایای گیاهی بر روی خاک، از برخورد مستقیم قطرات باران بر روی خاک جلوگیری کرده و از این طریق مقدار رواناب و هدر رفت خاک را کاهش داده و این امر موجب حفاظت خاک در برابر فرسایش آبی می‌شود. Robichaud et al. (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای اثربخشی مالچ کاه گندم و خرده‌های چوب در دامنه‌های تحت تأثیر آتش‌سوزی در دو منطقه کلورادو و جنوب واشنگتن بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان دهنده این بود که مالچ خرده‌های چوب میزان نرخ رسوب را به طور قابل توجهی در هر دو منطقه مورد آزمایش کاهش داده اما مالچ کاه تاثیری در کاهش نرخ رسوب در منطقه کلورادو نداشته و با سرعتی ۲ برابر سرعت خرده‌های چوب از بین رفته‌اند این در حالی است که خرده‌های چوب پوشش حفاظتی مناسبی را به مدت ۴ سال در سطح خاک فراهم کردند که این امر در مطالعات (Foltz et al., 2009) نیز بررسی و به نتایج مشابه دست یافته است. در تحقیقی دیگر (Zandi et al., 2020) کارایی خاک‌پوش‌های کاه و کلش گندم و تراشه‌های چوب در کاهش رواناب و رسوب حوزه‌های آبخیز تک منبع ارزیابی شد و نتایج نشان دهنده این بود که کاربرد خاک پوش کاه و کلش گندم و تراشه‌های چوب پوست درخت به ترتیب ۲۴/۵۴ و ۱۳/۲۴ درصد میزان رواناب و به ترتیب ۵۸/۷۵ و ۴۴/۱۰ درصد میزان رسوب را نسبت به نمونه شاهد کاهش داده است. سایر بررسی‌ها نشان داد که خاک‌پوش کاه و کلش گندم در جلوگیری از تولید رواناب و کاهش رسوب‌دهی عملکرد بهتری نسبت به تراشه‌های چوب از خود نشان می‌دهد که این عملکرد به دلیل در هم تنیدن و چسبیدن الیاف کاه و کلش به یک‌دیگر و ایجاد مانع در جهت جریان و تله اندازی ذرات رسوب در پشت کاه و کلش می‌باشد که در پژوهش Kalibová et al. (۲۰۱۶) نیز مورد بررسی قرار گرفته و آن‌ها نیز دریافتند که این الیاف می‌توانند به طور قابل توجهی جریان رواناب سطحی ناشی از شبیه ساز باران را به تأخیر بیندازند سپس با قطعات شاهد و بدون ژئوتکستایل مقایسه شدند و نتایج نشان داد که قطعات شاهد به میزان قابل توجهی رواناب بیش‌تری نسبت به نمونه‌های تیمار شده با ژئوتکستایل تولید می‌کنند. استفاده از تشک های کنترل فرسایش یکی از روش های علوم زیست‌مهندسی خاک است که می‌تواند در کاهش رواناب و رسوب و افزایش پایداری شیروانی‌های خاکی جاده های جنگلی موثر باشد. با توجه به اینکه بخش عمده ای از رسوب‌گذاری جاده ها مرتبط با دامنه های اطراف جاده می باشد در این پژوهش این موضوع مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تغییرات رواناب و رسوب و تثبیت خاک با استفاده از تشک‌های حفاظتی شامل پارچه کنفی، کاه و کلش، خرده چوب، پوشش علفی فستوکا و سوپر جاذب نانو زئولیت و مقایسه نتایج به دست آمده با تیمار شاهد (خاک منطقه بدون پوشش) می باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

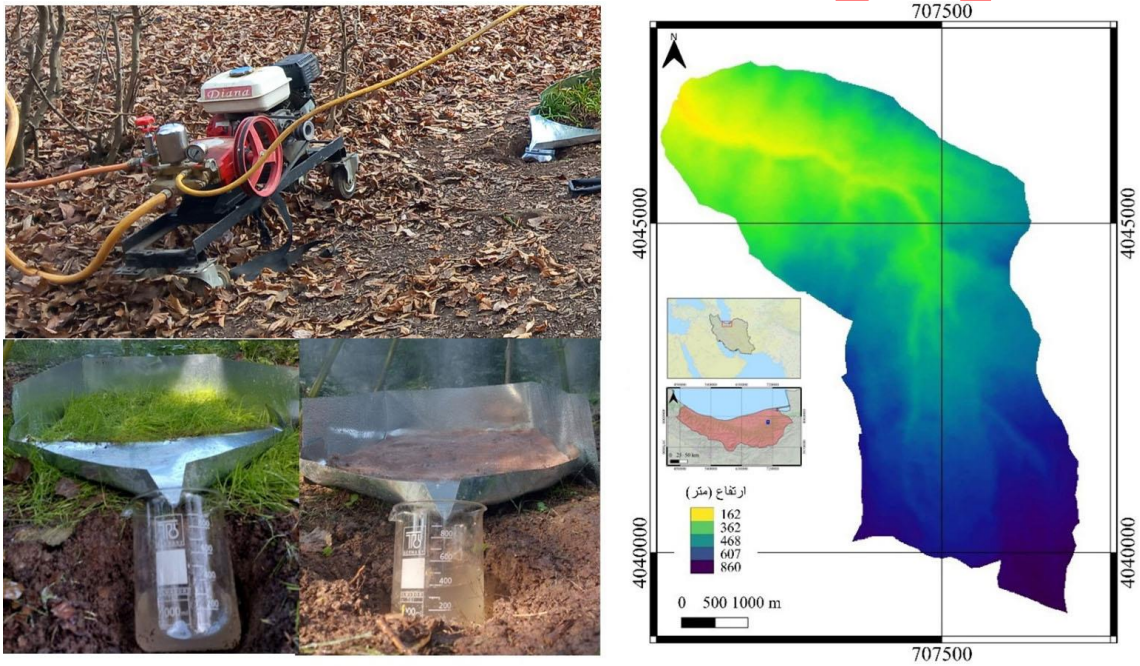
منطقه مورد مطالعه سری یک جنگل دارابکلا (جنگل آموزشی و پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری) که به مساحت ۲۶۱۲ هکتار در حوزه آبخیز ۷۴ و در جنوب شرقی شهرستان ساری بین طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی واقع شده است (شکل ۱). اقلیم جنگل دارابکلا معتدل مرطوب تا خیلی مرطوب و حرارت در فصول سال متغیر بوده و براساس اطلاعات ۲۶ ساله ایستگاه سینوپتیک قراخیل قائم شهر در روزهای گرم ماه‌های تیر و مرداد بیشینه دما به ۳۹ درجه سانتی‌گراد و کمینه مطلق دما در روزهای سرد ماه‌های دی و بهمن به صفر تا ۴/۲- درجه سانتی‌گراد زیر صفر می‌رسد. میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه این منطقه ۹۸۳/۸ میلی‌متر در سال برآورد شده که گاهی این ریزش در ارتفاعات به‌صورت برف دیده می‌شود (Asadi et al., 2021). دیواره های خاکریزی و خاکبرداری در جاده‌های جنگلی دارابکلا در بیشتر موارد دامنه‌های طبیعی منطقه است و معیار بررسی و آزمایش‌های این مطالعه نیز همین دامنه جاده های جنگلی می باشد. با این حال ثابت شد در این منطقه هر سال لغزش و رانش های متعددی در مناطق شیب دار رخ می‌دهد که این لغزش‌ها بیشتر از نوع سطحی بوده و سبب فرسایش دامنه های جاده جنگلی می‌شود (Nasiri et al., 2022).

روش انجام پژوهش

در این پژوهش به منظور براورد میزان رواناب و رسوب ابتدا کرت‌های فلزی با ابعاد ۷۰*۵۰ سانتی‌متر از جنس ورقه‌های فلزی گالوانیزه طراحی و با شیب ۳ درصد بر روی دامنه جاده جنگلی واقع در جنگل آموزشی-پژوهشی دارابکلا اعمال شدند. ابعاد کرت با توجه به شرایط شبیه سازی و امکانات موجود از جمله اندازه کرت مناسب برای شبیه سازی باران با دستگاه باران ساز تک نازله انتخاب شد. سپس تیمارهای حفاظتی خاک، که شامل ۱- کیسه‌های کنفی پر شده با کاه و کلش برنج به همراه سوپر جاذب نانوزئولیت ۲- کیسه‌های کنفی پر شده با خرده چوب به همراه سوپرجاذب نانوزئولیت ۳-پوشش کنفی ۴- بذرپاشی با گونه علفی فستوکا (*Festuca arundinacea*) ۵- گونه علفی فستوکا به همراه پوشش کنفی و ۶- سوپر جاذب نانوزئولیت بودند، تهیه و درون کرت‌های آزمایش قرار داده

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-09]

شدند. این کرت‌ها در آذرماه سال ۱۴۰۱ تحت شبیه‌ساز باران قرار گرفتند. دستگاه شبیه ساز باران که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت از نوع تک نازل با ارتفاع ۲۲۰ سانتی متر از سطح زمین، قابل حمل، دارای قدرت مکش پمپ ۴۵ لیتر بر دقیقه و از نوع بنزینی می باشد و انرژی مورد نیاز برای پمپ آب را از طریق شیلنگ مکش تامین می‌کند. شبیه سازی باران بر روی پلات‌ها اعمال و رواناب و رسوب حاصل از بارندگی در مخازنی که در قسمت انتهایی کرت قرار داشت، جمع‌آوری شد. قبل از شبیه سازی یکنواختی و توزیع اندازه قطرات از طریق روش گلوله آردی مورد بررسی قرار گرفت. قابل ذکر است همه موارد موثر در شبیه سازی باران برای تمام کرت های آزمایشی مشابه است و شرایط یکسانی برای مطالعه بر روی تیمارها در نظر گرفته شده است. شبیه سازی باران با ۳ تکرار در ۶ فاصله زمانی ۵ دقیقه‌ای (مجموعا ۳۰ دقیقه) و با شدت ۵۰ میلی‌متر بر ساعت بر روی هریک از کرت‌ها انجام شد (Nasiri et al., 2017). پس از اعمال بارش، رواناب بر روی پلات ها جاری شد و زمان ظهور رواناب برای هر پلات ثبت شد. پس از ثبت زمان شروع رواناب و برداشت نمونه‌های رواناب که در فواصل زمانی معین به وسیله ظروف مدرج که در انتهای کرت‌ها تعبیه شده بود، نمونه‌های رواناب به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۲۴ ساعت در حالت سکون قرار داده شدند و سپس با استفاده از روش ته‌نشینی اقدام به تخلیه آب اضافه کرده (Gholami et al., 2016) و سپس نمونه‌های رسوب در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و هدر رفت خاک با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد (Hartanto et al., 2003).



شکل ۱- آزمایش شبیه سازی باران بر روی تیمارهای آزمایشی در جنگل دارابکلا ساری
Figure 1- rainfall simulation test on the different treatments in Darabkola Forest-Sari

روش تحلیل آماری

اطلاعات حاصل از نتایج آزمایش‌های صورت گرفته ابتدا در نرم افزار Excel جمع‌آوری و ذخیره شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام و شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف–اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و همگنی واریانس داده‌ها به وسیله آزمون لون (Levene) بررسی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه برای ۷ تیمار با مجموع ۲۱ تکرار در سطح احتمال ۹۵ درصد به صورت مجزا انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده شد. رسم نمودارها در نرم افزار Sigmaplot صورت گرفت. همچنین از آنالیز همبستگی پیرسون به منظور بررسی رابطه بین رواناب و غلظت رسوب در تیمارهای مختلف استفاده شد.

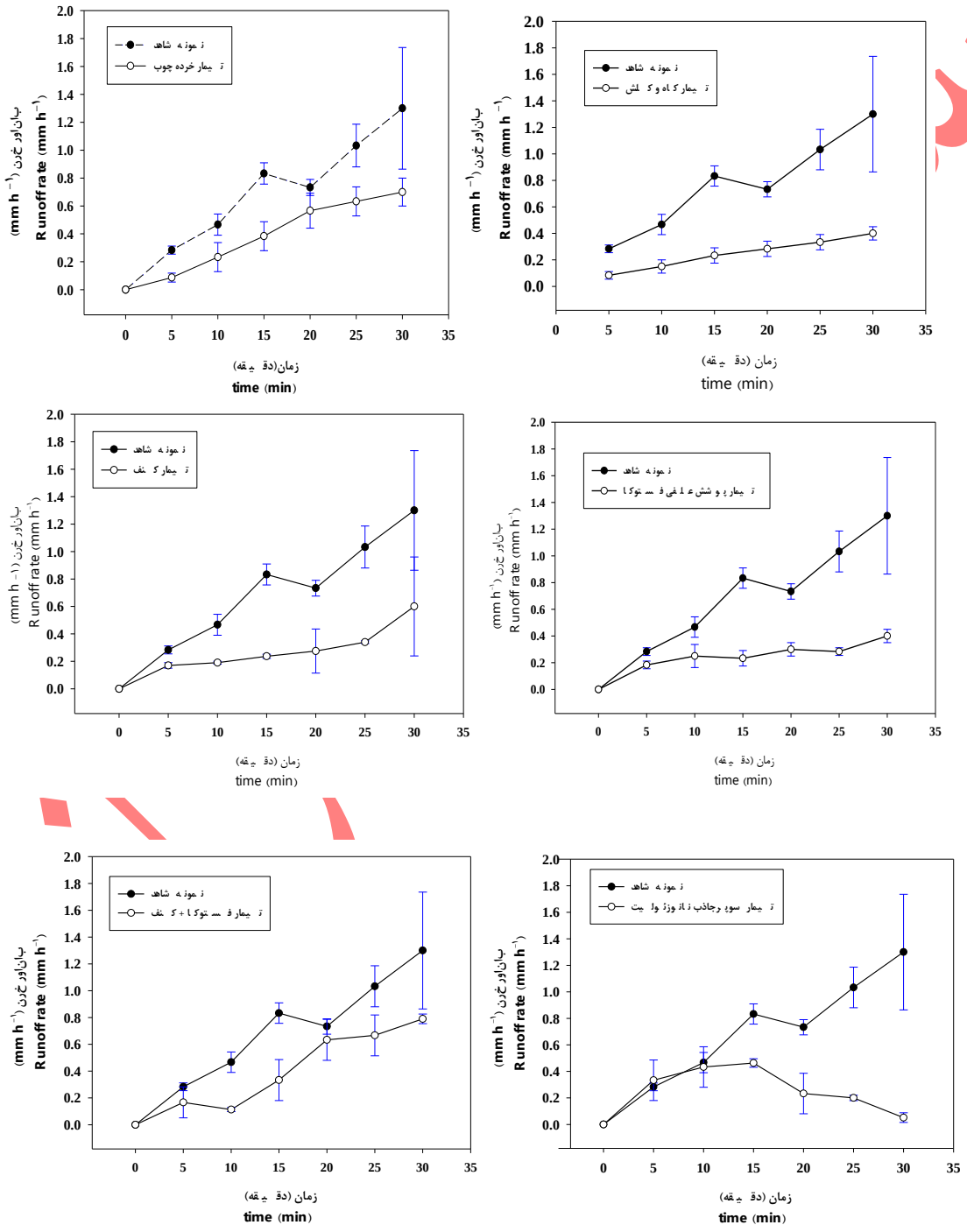
نتایج و بحث

تاثیر تیمارهای حفاظتی خاک بر نرخ رواناب

نتایج حاصل از شبیه‌سازی باران برای مدت ۳۰ دقیقه نشان داد که تیمارهای مختلف رفتار هیدرولوژیکی متفاوتی دارند که مرتبط با مواد به کار رفته در آن‌ها است. شکل ۲ تغییر رفتار میزان رواناب سطحی را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. با توجه به این شکل می‌توان دریافت که تقریبا تمامی تیمارها در ۱۵ دقیقه ابتدایی شبیه‌سازی باران دارای نرخ رواناب مشابه نمونه شاهد (کرت بدون پوشش حفاظتی) بوده و پس از آن روند نزولی به خود گرفته است. در این میان کم‌ترین میزان حجم رواناب مربوط به تیمار کاه و کلش و گونه علفی فستوکا و به ترتیب برابر با ۰/۲۴ و ۰/۲۷ (میلی‌متر بر ساعت) بود که تیمار کاه و کلش میزان رواناب را ۶۹٪ و تیمار گونه علفی فستوکا ۶۴٪ کاهش دادند. این نتیجه با یافته‌های

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-09]

Farhoudi et al. (۲۰۱۷) هم‌خوانی ندارد در مطالعات آن‌ها هیچ‌کدام از دو تیمار کاه و کلش و ورمی‌کمپوست نتوانسته‌اند از هدررفت خاک جلوگیری کنند. نتایج ایشان نشان داد که در شدت ۵۱ میلی‌متر بر ساعت، خاک آهسته آهسته اشباع و هنگامی که رواناب تشکیل شد، اثرات مثبت اصلاح کننده‌ها به دلیل وابستگی کم‌تر در این فرایند، کم‌تر بروز پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد تیمار کاه و کلش با جذب آب و نگهداری آن در خود و همچنین گونه فستوکا با افزایش خلل و فرج در خاک توانسته است میزان رواناب را نسبت به تیمارهای دیگر کاهش دهد.



شکل ۲- رفتار رواناب سطحی در زمان شبیه‌سازی باران بر روی کرت‌های آزمایشی با تیمارهای مختلف و مقایسه آن با نمونه شاهد

Figure 2- Surface runoff behavior during rainfall simulation on experimental plots with different treatments comparing the control sample

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-09]

بیش‌ترین مقدار رواناب مربوط به تیمار شاهد با مقدار ۰/۷۷ میلی‌متر بر ساعت و بعد از آن تیمار پوشش کنفی به همراه فستوکا با میزان ۰/۴۵ بود که این تیمار نیز مقدار رواناب را ۴۱ درصد نسبت به نمونه شاهد کاهش داد اما در میان تیمارهای حفاظتی تاثیر کم‌تری بر روی مقدار رواناب خروجی از کرت‌ها داشت. به نظر می‌رسد پوشش کنفی به همراه فستوکا بدلیل پوشش کامل سطح زمین تا حدودی از ورود آب به داخل کرت جلوگیری کرده و باعث افزایش رواناب می‌شود. کرت پوشیده شده با سوپرجاذب نانوزئولیت نیز مقدار رواناب را ۶۳٪ کاهش داد و عملکرد مطلوبی در کاهش میزان رواناب خروجی از کرت‌ها داشت که این امر به دلیل وجود فضای متخلخل بین ذرات نانوزئولیت بوده که با جذب آب باعث کاهش رواناب شده و در نتیجه از هدر رفت خاک و فرسایش جلوگیری می‌کند. این نتیجه با یافته‌های Broghni et al. (۲۰۱۳) مطابقت ندارد. آن‌ها در مطالعات خود به این نتیجه دست یافتند که سوپر جاذب نانوزئولیت تاثیر چندانی بر کاهش میزان رواناب ندارد و علت این امر را مقدار کم نانوزئولیت استفاده شده و هم‌چنین عدم واکنش نانوزئولیت با آب و خاک می‌دانند.

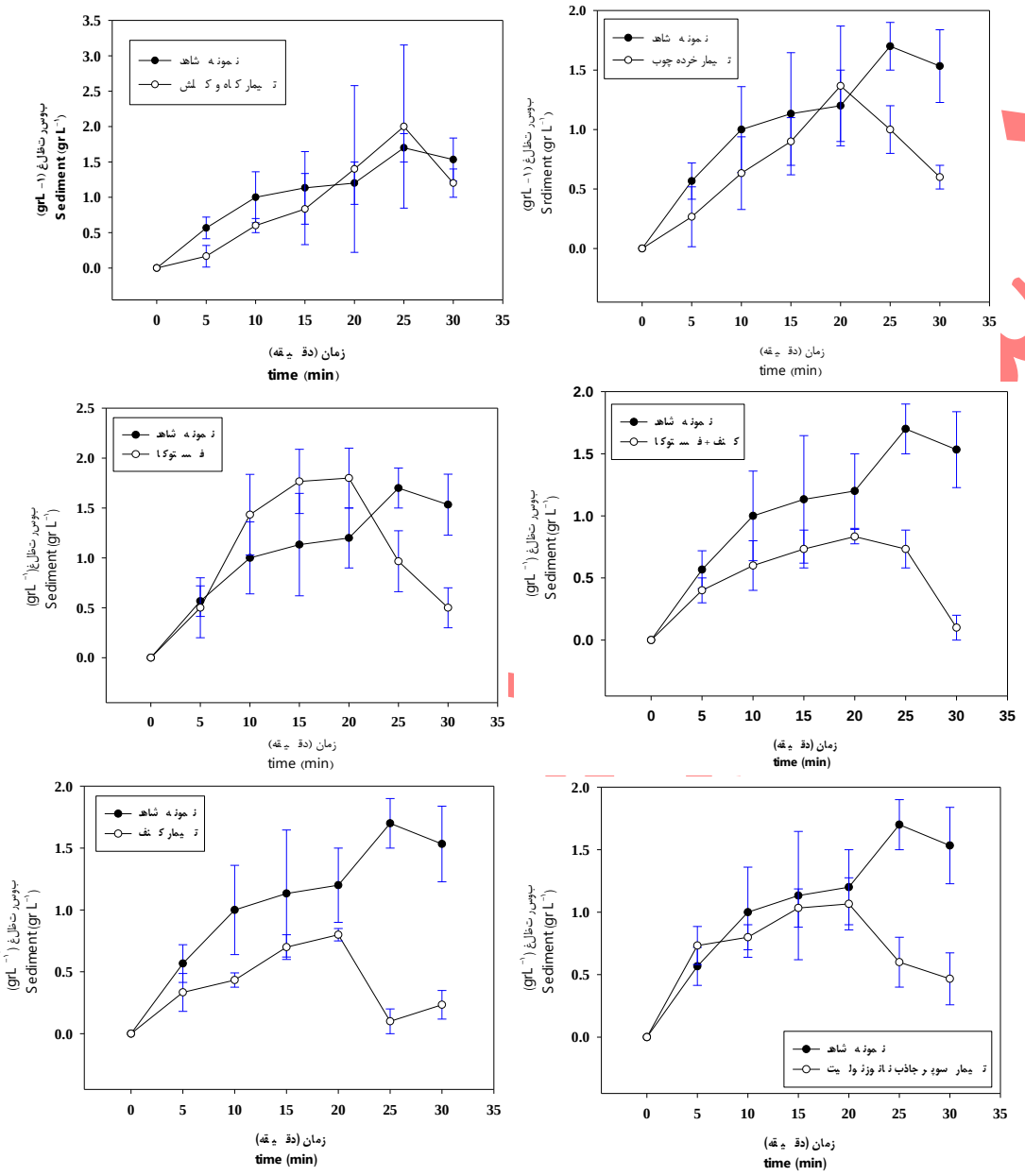
تاثیر تیمارهای حفاظتی خاک بر غلظت رسوب در روانابنتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت رسوب در رواناب بیانگر این بود که تحویل رسوب در همه‌ی تیمارهای مورد آزمایش در بازه ۱۰ تا ۲۰ دقیقه روند افزایشی داشته و پس از آن سیر نزولی به خود می‌گیرد (شکل ۳). رفتار رسوب‌دهی تقریبا در تمامی تیمارها مشابه بوده و فقط در تیمارهایی که در آن‌ها پوشش کنفی به کار رفته بود (تیمار کنف و تیمار کنف به همراه گونه علفی فستوکا) غلظت رسوب کاهش چشم‌گیری داشت. نتایج مربوط به غلظت رسوب نشان‌دهنده‌ی کاهش ۶۳ درصدی و ۵۲ درصدی میزان رسوب نمونه‌ها نسبت به تیمار شاهد بود که به ترتیب مربوط به تیمار پوشش کنفی و پوشش کنفی به همراه گونه فستوکا بود. که نشان دهنده این است که پارچه کنفی مانند فیلتر عمل کرده و رسوب ناشی از بارندگی را کاهش داده است که با یافته‌های Broda et al. (۲۰۱۶) و Parsakhoo et al. (۲۰۱۹) که قدرت جذب بالا و پوشش سطحی زمین‌پارچه‌های کنفی را عامل اصلی کاهش غلظت رسوب می‌داند هم‌خوانی دارد.

بیش‌ترین غلظت رسوب مربوط به نمونه شاهد با مقدار ۷/۱۳ گرم بر میلی‌لیتر و بعد از آن کرت دارای گونه علفی فستوکا با مقدار ۶/۹۶ گرم بر میلی‌لیتر بود. وجود گونه علفی فستوکا در خاک مقدار رسوب تحویل داده شده را به میزان ۲ درصد کاهش داد که این مقدار در مقایسه با تیمارهای شامل پوشش کنفی که میزان رسوب را بیش از ۵۰ درصد کاهش دادند، نشان دهنده این است که وجود گونه علفی فستوکا تاثیر چندانی بر کاهش غلظت رسوب ناشی از بارندگی ندارد و این نتایج با یافته‌های Lang (۲۰۱۶) مطابقت دارد. این پژوهشگران به منظور حفاظت از جوی کناری جاده جنگلی ۵ تیمار شامل تیمار شاهد (خاک بدون پوشش حفاظتی)، چمن کاری، چمن کاری روی زمین پارچه کنفی، آب‌بند های سنگ‌چین و پوشش لاشه سنگ را مورد آزمایش قرار دادند و نتایج نشان داد که کمترین مقدار رسوب‌دهی جوی کناری به‌ترتیب مربوط به تیمارهای پوشش لاشه سنگ، چمن‌کاری و چمن‌کاری روی زمین‌پارچه کنفی بود. فستوکا به تنهایی نمیتواند پوشش منا سبی را برای جلوگیری از برخورد قطرات مستقیم باران در مقایسه با تشک‌ها ایجاد نماید به همین دلیل انرژی جنبشی قطرات باران می‌تواند براحتی باعث کندن خاکدانه ها و حمل و رسوبگذاری آن شود.

همبستگی تغییرات رواناب و رسوب در تیمارهای مختلف

بررسی ضرایب به دست آمده از آنالیز همبستگی پیرسون بین نرخ رواناب و غلظت رسوب در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که افزودن تیمارهای اصلاحی به خاک موجب کاهش رسوب شده و در برخی تیمارها رواناب سطحی را نیز کاهش می‌دهد. با توجه به (شکل ۴) می‌توان دریافت که به جز تیمار شاهد که دارای همبستگی معنی‌دار مثبت بین رواناب و رسوب است بقیه تیمارها همبستگی معنی‌دار منفی و یا نزدیک به صفر داشته‌اند. به طور دقیق‌تر همبستگی بین رواناب و رسوب در تیمار های خرده چوب، کاه و کلش، پوشش علفی فستوکا و سوپر جاذب نانوزئولیت از نوع معنی‌دار و مثبت و در تیمارهای کنف و کنف به همراه پوشش علفی فستوکا از نوع معنی‌دار منفی بوده است (جدول ۱). با توجه به اینکه پارچه کنفی میتواند سبب پوشش کامل خاک شود رسوب دهی خاک را تحت تاثیر قرار داده و رواناب بدلیل حضور لایه کنفی نمیتواند رسوبات را منتقل نماید. بنابراین در تیمارهایی که کنف وجود دارد رابطه از نوع منفی شده است.

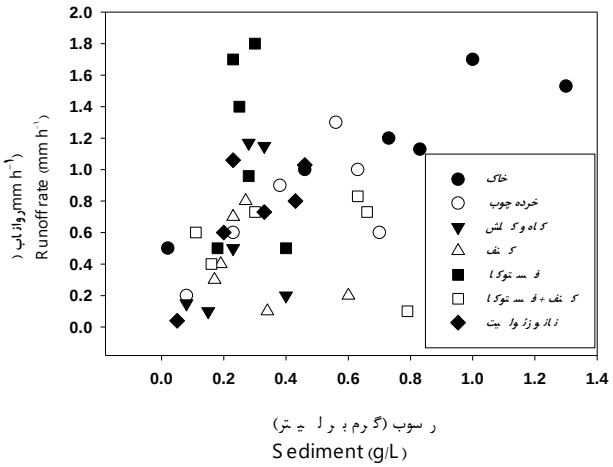
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-09]



شکل ۳- غلظت رسوب اندازه‌گیری شده بر روی کرت‌های آزمایشی با تیمارهای مختلف و مقایسه آن با نمونه شاهد

Figure 3- Sediment concentration measured on experimental plots with different treatments comparing the control sample

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-09]



شکل ۴- رابطه بین نرخ رواناب و غلظت رسوب در تیمارهای مختلف

Figure 4- Relationship between runoff rate and sediment concentration in different treatments

جدول ۱- همبستگی پیرسون بین رواناب و غلظت رسوب در تیمارهای مختلف

Table 1- Pearson correlation between runoff and sediment concentration in different treatments

همبستگی پیرسون Pearson correlation	نمونه شاهد Control sample	خرده چوب Wood chips	کاه و کلش Straw	پوشش کنفی Jute	گونه علفی فستوکا Festuca grass	پوشش کنفی و فستوکا Jute+Festuca grass	سوپر جاذب نانوزئولیت Nanozeolite super absorbent
	R	*R*	*R*	*R*	*R*	*R*	*R*
نمونه شاهد Control sample	0.88*	*	*	*	*	*	*
خرده چوب Wood chips	*	0.49	*	*	*	*	
کاه و کلش Straw	*	*	0.54	*	*	*	*
پوشش کنفی Jute	*	*	*	- 0.37	*	*	*
گونه علفی فستوکا Festuca grass	*	*	*	*	0.06	*	
پوشش کنفی و فستوکا Jute+Festuca grass	*	*	*	*	*	- 0.03	*
سوپر جاذب نانوزئولیت Nanozeolite super absorbent	*	*	*	*	*	*	0.66

با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۲) مدت ظهور رواناب برای همه تیمارها به طور معنی‌داری بیش از نمونه شاهد است. در بین تیمارها استفاده از سوپر جاذب نانوزئولیت، کاه و کلش و گونه علفی فستوکا توانست به ترتیب ۶۲ ثانیه، ۹۳ ثانیه و ۶۱ ثانیه زمان ظهور رواناب را افزایش دهد. به نظر می‌رسد دلیل آن جذب آب توسط مواد افزودنی به خاک می‌باشد. تا زمانی که این مواد توانایی جذب و اشباع شدن داشته باشند آب را در خود ذخیره کرده و از خارج شدن آب سطحی به سمت خروجی کرت آزمایشی جلوگیری می‌کنند. نتایج نشان می‌دهد (جدول ۲) ضریب رواناب برای تیمارهای کاه و کلش و گونه علفی فستوکا کم‌ترین مقدار ثبت شده است و خاک شاهد بیش‌ترین مقدار را دارد. عدد بالای ضریب رواناب نشانگر رسوب‌دهی و هدر رفت خاک منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در این مطالعه بر روی

کرت‌های آزمایشی معلوم شد بیش‌ترین هدر رفت خاک مرتبط با خاک لخت و بدون پوشش شاهد به میزان ۲۰/۵۶ گرم در متر مربع می باشد و همه تیمارهایی که با مواد افزودنی دیگر ترکیب شده اند میزان هدر رفت خاک کم‌تری را ثبت کردند. بطوریکه به عنوان مثال هدر رفت خاک برای کرت هایی با پوشش کنفی و پوشش کنفی به همراه فستوکا به ترتیب ۶/۶ و ۹/۶۷ گرم در متر مربع ثبت شده است. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات Broghni et al. (2013); Farhoudi et al. (2017); Kalibová et al. (2016); Parsakhoo et al. (2019); Zandi et al. (۲۰۲۰) هم‌خوانی دارد. در این مطالعات نیز مشخص شد تیمارهای تثبیت و تسلیح کننده خاک می‌تواند میزان رواناب و رسوب را کاهش دهد. بعضی از این تیمارها با ایجاد پوشش می‌توانند در کوتاه مدت سبب کاهش فرسایش شوند و برخی تیمارهای دیگر می‌توانند با اعمال واکنش های شیمیایی در خاک سبب تغییر در بافت و ساختمان خاک شوند و در نهایت با افزایش مقاومت خاک سبب تقلیل رواناب و رسوب می‌شوند.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-09]

جدول ۲- مقایسه آماری میانگین های ثبت شده برای زمان ظهور و ضریب رواناب و هدر رفت خاک تیمارها در آزمایش شبیه سازی باران

Table 2. Comparison of time to runoff, runoff coefficient and soil loss rate during the rainfall simulation test

تیمارهای آزمایشی Treatments		نمونه شاهد Control sample	خرده چوب Wood chips	کاه و کلش Straw	پوشش کنفی Jute	گونه علفی فستوکا Festuca grass	پوشش کنفی و فستوکا Jute+Festuca grass	سوپر جاذب نانوزئولیت Nanozeolite super absorbent	ANOVA, *p*
زمان ظهور رواناب (ثانیه) Runoff appearance time (s)	میانگین Average	[e] 41.33	[d] 66	[a*]134	[cd]76.66	[b]102.06	[c] 85	[b] 103	<0.01
	انحراف معیار standard deviation	8.144	6.557	15.099	3.511	3.055	5.567	7.50	
ضریب رواناب (درصد) Runoff rate (%)	میانگین Average	[a] 11.35	[b]6.21	[d]3.25	[c]4.27	[c] 3.93	[b] 6.13	[c]4.12	<0.01
	انحراف معیار standard deviation	0.37	0.27	0.26	0.25	0.28	0.29	0.15	
هدر رفت خاک (گرم در متر مربع) Soil loss (g/m^2)	میانگین Average	[a]20.56	[d] 13.13	[c]17.40	[e]6.60	[b] 19.06	9.97	[d]13.70	<0.01
	انحراف معیار standard deviation	0.31	0.41	0.36	0.76	0.79	1.12	0.69	

[a*] حروف بالانویس متفاوت در جدول نشان دهنده تفاوت معنی دار بین تیمارهاست.

نتیجه‌گیری

زمان ظهور رواناب، ضریب رواناب و مقدار رسوب در تیمارهای مختلف کاملا تحت تاثیر مواد مورد استفاده در تشک کنترل فرسایش است. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان دریافت تشک‌های کنترل فرسایش موقت با مواد مکمل قابلیت تثبیت و تسلیح خاک را دارند. بطوری‌که عملکرد آن بر روی میزان رواناب و رسوب تاثیر زیادی داشته و باعث کاهش میزان رواناب از طریق افزایش جذب آب و هم‌چنین کاهش رسوب‌گذاری می‌شود. از آن‌جایی‌که خاک دیواره‌های خاک‌برداری و خاک‌ریزی پس از عملیات جاده سازی لخت و بدون پوشش گیاهی می‌شود، استفاده از تشک های کنترل فرسایش می‌تواند میزان رسوب‌گذاری حاصل از جاده‌های جنگلی را کاهش دهد. با توجه به نتایج مواد مورد استفاده در تشک ها مانند کاه و کلش، پوشش کنفی و خرده چوب می‌تواند نسبت به تیمار شاهد زمان ظهور رواناب را افزایش و ضریب رواناب را کاهش دهد، بنابراین این مواد می‌تواند برای طراحی و تولید تشک ها برای استفاده در دیواره های اطراف جاده های جنگلی مورد استفاده قرار گیرد.

بکارگیری تشک‌های کنترل فرسایش موقت می‌تواند برای پروژه‌های حفاظت و نگه‌داری جاده‌های جنگلی که معمولا بودجه کافی برای حفاظت خاک وجود ندارد مورد استفاده قرار گیرد. این تشک‌ها اگر به همراه تکنیک میخ‌کوبی سبز به کار روند علاوه بر حفاظت اولیه از خاک منطقه می‌توانند در ادامه با ایجاد پوشش گیاهی سبب بهبود در حفاظت خاک منطقه شود. در بین ترکیب‌های مورد استفاده برای کاهش رواناب و رسوب، ترکیب‌هایی مانند استفاده از تشک به همراه پوشش علفی فستوکا و هم‌چنین یک پوشش ساده کنفی توانسته است تاثیر مثبت بر تقلیل رواناب و رسوب داشته باشد. بنابراین پیشنهاد این مطالعه برای کاربرد در دیواره های اطراف جاده‌های جنگلی استفاده از تیمار پوشش کنفی می‌باشد. هر چند در بسیاری موارد ترکیب نانوزئولیت به همراه تشک موثرتر عمل کرده است ولی با توجه به شیمیایی بودن این ترکیب بهتر است در طبیعت استفاده نشود

منابع

Ahmadi, M., Jourgholami, M., Majnounian, B., & Khalighi, S. (2019). The effect of sawdust mulch application on amount of runoff in the skid trails (Case study: Kheyrud Forest). *Iranian Journal of Forest*, *11*(3), 297-307.

Asadi, H., Jalilvand, H., & Moslemi, S. (2021). Vegetation Classification of Darabkola Forest and Their Relation to Physiographic Factors. *Iranian Journal of Applied Ecology*, *10*(3), 17-33.

Bakr, N., Elbana, T. A., Arceneaux, A. E., Zhu, Y., Weindorf, D. C., & Selim, H. M. (2015). Runoff and water quality from highway hillsides: Influence compost/mulch. *Soil and Tillage Research*, *150*, 158-170.

Beguería, S., López-moreno, J. I., Gómez-villar, A., Rubio, V., Lana-renault, N., & García-ruiz, J. M. (2006). Fluvial adjustments to soil erosion and plant cover changes in the Central Spanish Pyrenees. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, *88*(3), 177-186.

Broda, J., Gawłowski, A., Rom, M., Laszczak, R., Mitka, A., Przybylo, S., & Grzybowska-Pietras, J. (2016). Innovative geotextiles for reinforcement of roadside ditch. *Tekstilec*, *59*(2), 115-120.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-09]

Broghni, M., Mirnia, S. k., Wahabi, J., & Ahmadi, S. j. (2013). Investigating the effect of nanozeolite in reducing soil erosion using FEL3 rainmaker. *Watershed Management Journal*, *5*(9), 95-106.

Dalir, P., Naghdi, R., & Gholami, V. (2021). Assessing the rice straw effects on the soil erosion rate in forest road cut slope embankments. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, *19*(2), 325-339.

Fakhari, M. A., Lotfalian, M., Hosseini, S. A., & Darvishan, A. K. (2019). Using wood-shred, rice-straw and brush-wood-dams with planting seedlings to runoff and erosion control in a forest road fill slope. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, *40*(2), 327-339.

Farhoudi, M. H., Beheshti Al-Agha, A., Aghabeigi Amin, S., Bazarafshan, U. B., Hali Saz, A., & Ismailpour, Y. (2017). Effectiveness of runoff and soil sedimentation from vermicompost and straw and stubble additives. *Geography and Environmental Sustainability 8*(29), 1-12.

Foltz, R., Copeland, N., & Elliot, W. (2009). Reopening abandoned forest roads in northern Idaho, USA: Quantification of runoff, sediment concentration, infiltration, and interrill erosion parameters. *Journal of environmental management*, *90*(8), 2542-2550.

García-Orenes, F., Guerrero, C., Roldán, A., Mataix-Solera, J., Cerdà, A., Campoy, M., Zornoza, R., Bárcenas, G., & Caravaca, F. (2010). Soil microbial biomass and activity under different agricultural management systems in a semiarid Mediterranean agroecosystem. *Soil and Tillage Research*, *109*(2), 110-115.

Gholami, L., Sadeghi, S., & Homaee, M. (2016). Different effects of sheep manure conditioner on runoff and soil loss components in eroded soil. *Catena*, *139*, 99-104.

Hartanto, H., Prabhu, R., Widayat, A. S., & Asdak, C. (2003). Factors affecting runoff and soil erosion: plot-level soil loss monitoring for assessing sustainability of forest management. *Forest ecology and management*, *180*(1-3), 361-374.

Kalibová, J., Jačka, L., & Petrů, J. (2016). The effectiveness of jute and coir erosion control blankets in different field and laboratory conditions 2.

Kavian, A., Gholami, L., Kalehoei, M., & Soltani, M. (2021). Soil and Water Conservation using Organic Corn Mulch under Simulated Rainfall [Research]. *journal of watershed management research*, *12*(24), 308-319. https://doi.org/10.52547/jwmr.12.24.308

Lang, A. J. (2016). *Soil erosion from forest haul roads at stream crossings as influenced by road attributes* Virginia Tech]. 158p.

Mohammadamini, H., Khaledi darvishan, A., & Alavi, J. (2020). Effects of Soil Surface Rock Fragments on Runoff Variables of Field Plots under Rainfall Simulation [Research]. *journal of watershed management research*, *11*(22), 243-253. https://doi.org/10.52547/jwmr.11.22.243

Nasiri, M., Lotfalian, M., Modarres, A., & Wu, W. (2017). Use of rice husk ash as a stabilizer to reduce soil loss and runoff rates on sub-base materials of forest roads from rainfall simulation tests. *Catena*, *150*, 116-123.

Nasiri, M., Mohammadzade, M., Lotfalian, M., & Parsakhoo, A. (2022). Zoning and Field Study of Landslid es along Forest Roads of Darabkola-Sari [Research]. *journal of watershed management research*, *13*(26), 105-114. https://doi.org/10.52547/jwmr.13.26.105

Parsakhoo, A., Khandouzi, R., Sheikh, V., & Mohammad Ali Pourmalekshah, A. A. (2019). Comparison of the effect of riprap, herbaceous textile and grass cover on reduction of sediment yield from the ditch of forest roads. *Journal of Water and Soil Conservation*, *25*(6), 255-267.

Robichaud, P. R., Ashmun, L. E., Foltz, R. B., Showers, C. G., Groenier, J. S., Kesler, J., DeLeo, C., & Moore, M. (2013). *Production and aerial application of wood shreds as a post-fire hillslope erosion mitigation treatment*. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Solgi, A., Naghdi, R., Zenner, E. K., Hemmati, V., Behjou, F. K., & Masumian, A. (2021). Evaluating the effectiveness of mulching for reducing soil erosion in cut slope and fill slope of forest roads in Hyrcanian Forests. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, *42*(2), 259-268.

Zandi, J., Solaimani, K., Habibnezhad Roshan, M., & Kavian, Ataollah. (2020). Effectiveness evaluation of wheat straw and wood shred mulches for runoff and sediment yield reduction from unit source micro-catchments. *Irrigation and Water Engineering*, *10*(3), 52-67. https://doi.org/10.22125/iwe.2020.107091

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-09]

"Research paper "

Investigating the effect of temporary erosion control blanket and grass cover on the rates of runoff and sediment in the cut and fill slopes of forest roads using rainfall simulation test

Behnaz Askari[1], Mehran Nasiri*[2], Majid Lotfalian [3]

1- PhD Student, Department of Forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Assistant Professor, Department of Forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (Corresponding author: m.nasiri@sanru.ac.ir)
3- Professor, Department of Forestry, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received 17Juin, 2023 Accepted:28 October ,2023

Extended Abstract

Introduction and Objective: Protecting and recovering bare and uncovered soils, as well as diverting surface runoff from the soil, is an efficient method for reducing soil erosion in sensitive and erosion-prone areas. Among the activities to prevent soil erosion are maintaining the natural vegetation of the area and stabilizing bare and uncovered soils with the help of temporary or permanent methods. Therefore, in the current research, the aim was to temporarily stabilize soil using protective covering treatments such as jute, straw, wood chips, festuca grass cover and nano zeolite super absorbent to reduce the amount of runoff and sediment.

Material and Methods: In order to measure the amount of runoff and sediment in the Darabkola forest, plots with dimensions of 70x50 cm and a depth of 10 cm were created using galvanized sheet. Then, plots are placed on the ground with the slope of 3 percent. Erosion control blanket treatments made of jute filled with wood chips, straw and nanozeolite superabsorbent were prepared and located in the plots, as well as jute cover, jute cover with festuca grass and festuca grass. Rain simulation tests was conducted for each sample (30 minutes with an intensity of 50 $mm.h^{-1}$) and the amount of runoff from the plots was measured at 5-minute intervals using a graduated cylinder placed at the bottom of the plots. Sediment concentration was also measured by weighing the samples after settling the runoff and passing it through filter paper. Sediment concentration is calculated by dividing the amount of sediment by the volume of runoff. Data analysis were done using one-way anova for 7 treatments. Duncan's test was used to compare the means. Pearson's correlation analysis was also used to investigate the relationship between runoff and sediment concentration in runoff.

Results: The results of statistical analysis showed that the highest amount of runoff was belonged to the control treatment, with 0.77 $mm.h^{-1}$ and the lowest amount was from the treatment of straw and the herbaceous species of festuca with 0.24 and 0.27 $mm.h^{-1}$, respectively. Overall, the treatment of straw reduced the amount of runoff by 69% and the treatment of herbaceous species of festuca reduced it by 64% comparing with the control plot. The results related to sediment concentration also showed a 63% and 52% decrease in the amount of sediment in the samples compared to the control plot which was belonged to the treatment of jute cover and jute cover together with festuca species, respectively.

Conclusion: this research showed that the use of erosion control blanket with combinations of different materials such as straw and stubble, nano zeolite and wood chips along with festuca grass cover can reduce the volume of runoff and reduce soil erosion and waste especially in forest road trenches that have soils without vegetation. Also, grass cover such as Festuca increases the water permeability in the soil and prevents soil loss. Therefore, using these erosion blanket can reduce the soil erosion around forest roads.

Keywords: Nanozeolite, Straw, Wood chips, Rain simulator

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2024-05-09]