

نقش تراشه‌های چوب در مهار مولفه‌های رواناب در مقیاس کرت

لیلا غلامی^{۱*}، عبدالواحد خالدی درویشان^۲ و عطاله کاویان^۳

^۱ استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، ^۲ استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران و ^۳ دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۰۸

چکیده

در مناطق به شدت فرسایش‌یافته خصوصاً در دامنه‌های شیب‌دار امکان استقرار پوشش گیاهی نیست. بنابراین، کاربرد افزودنی‌های آلی و یا غیرآلی می‌تواند از طریق مهار رواناب شرایط را برای استقرار پوشش گیاهی در این مناطق بهبود بخشد. بر همین اساس، در پژوهش حاضر، تراشه‌های چوب به‌عنوان یک افزودنی آلی خاک برای مهار متغیرهای رواناب شامل زمان شروع، مقدار و ضریب رواناب استفاده شد. برای این منظور، از سه سطح تیمار تراشه‌های چوب با مقادیر ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع در سه تکرار در مقیاس کرت یک مترمربعی، شیب ۳۰ درصد در شرایط صحرائی تحت باران شبیه‌سازی شده ۶۰ میلی‌متر بر ساعت به مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد. نتایج نشان داد که بعد از کاربرد تراشه‌های چوب با مقادیر ۰/۵، ۱/۰ و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع، زمان شروع رواناب به‌ترتیب ۹۷/۵۰، ۱۹۲/۳۸ و ۲۰۳/۳۱ درصد افزایش یافت. همچنین، حجم رواناب بعد از کاربرد سه سطح تیمار تراشه چوب به‌ترتیب ۳۵/۲۳، ۵۵/۱۱ و ۶۰/۴۳ و ضریب رواناب نیز به‌ترتیب ۴۲/۴۳، ۶۷/۴۰ و ۷۲/۱۴ کاهش یافتند. نتایج آزمون GLM نشان داد که تیمار تراشه چوب تاثیر معنی‌داری در افزایش زمان شروع رواناب ($p \leq 0.01$) و کاهش حجم رواناب و ضریب رواناب ($p \leq 0.05$) داشت. کاربرد تراشه‌های چوب به‌عنوان یک تیمار حفاظتی در سطح خاک نشان داد که این اصلاح‌کننده می‌تواند در امر مهار رواناب به‌ویژه در مناطقی که مقادیر تراشه چوب زیادی در دسترس باشد، مورد استفاده واقع شود.

واژه‌های کلیدی: اصلاح‌کننده آلی خاک، حفاظت خاک، شبیه‌ساز باران، فرسایش خاک، مدیریت رواناب

مقدمه

قطرات باران و جریان سطحی حساس بوده و در نتیجه فرسایش خاک نمی‌تواند مهار شود. در این راستا، استفاده از افزودنی‌های خاک می‌تواند به‌عنوان یک روش مهار فرسایش خاک در مناطق با فعالیت ساخت و ساز و یا مناطق با شیب زیاد باشد (Buchanan, 2000). افزودنی‌های خاک به دو دسته آلی (خزه، تراشه‌های چوب، قطعات ریز شده چمن، گاه و کلش، کمپوست، کود حیوانی، خاک‌های آلی، خاک اره و خاکستر چوب (Robichaud و همکاران، 2000؛ Ruy

با توجه به خطرات و پیامدهای فرسایش خاک در جهان خصوصاً کشورهای در حال توسعه موثرترین روش برای جلوگیری از فرسایش خاک فراهم کردن پوششی است که بتواند انرژی قطرات باران را جذب کرده و موجب کاهش رواناب و هدررفت خاک شود (Emanuel و Sarles، 1977؛ Jarrett و Jennings، 1985؛ Benkobi و همکاران، 1993). هنگامی که خاک بدون پوششی برای حفاظت است به برخورد

تراشه‌های چوب مقایسه نمودند. ایشان بیان نمودند که تراشه‌های چوب می‌تواند به‌عنوان یک خاک‌پوش برای مهار فرسایش خاک در مناطق جنگلی مورد استفاده قرار گیرد. Elliot و Robichaud (۲۰۰۱) بیان کردند که خاک‌های تخریب شده در مناطق جنگلی در اثر عملیات مختلف عمرانی، برداشت چوب و همچنین، آتش‌سوزی به‌طور خاصی مستعد فرسایش ناشی از باران هستند. بنابراین استفاده از تراشه‌های چوب می‌تواند نقش موثری در مهار این نوع فرسایش داشته باشد. Lory و همکاران (۲۰۰۲) اثر خاکاره بر هدررفت نیتروژن را بررسی نمودند و نشان دادند که این افزودنی به‌عنوان خاک‌پوش توانست هدررفت نیتروژن را تا ۲۱ درصد کاهش دهد. Dooley و Foltz (۲۰۰۳) در مطالعات خود از رشته‌های چوب برای کاهش رواناب و هدررفت خاک استفاده کردند، ایشان بیان کردند که ابعاد بهینه رشته‌های چوب در کاهش هدررفت خاک بایستی دارای طول ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی-متر، عرض شش میلی‌متر و ضخامت سه میلی‌متر باشد. نتایج مطالعات ایشان همچنین، نشان داد که رشته‌های چوب همانند کاه و کلش گیاهی می‌تواند در کاهش رواناب و هدررفت خاک مؤثر باشد. Groenier و Showers (۲۰۰۴) پیشنهاد کردند که درختانی با قطر کم که در ساخت و سازهای جاده‌ای حذف می‌شوند و نیز باقی‌مانده‌های چوب جنگل‌های تنک شده می‌توانند به‌عنوان خاک‌پوش در کاهش هدررفت خاک استفاده شوند. Yanosek و همکاران (۲۰۰۶) اثر رشته‌های چوب و کاه و کلش در شیب‌ها و خاک‌های مختلف را بررسی کردند. نتایج نشان داد که در خاک-های درشت‌دانه رشته‌های چوب در مقایسه با کاه و کلش، اثر یکسانی در کاهش هدررفت خاک داشت اما تاثیر این افزودنی در خاک‌های ریزدانه بیشتر بود. Copeland و همکاران (۲۰۰۹) در امریکا برای کنترل فرسایش بادی با سرعت ۱۸ متر بر ثانیه از تراشه‌های چوب در شرایط آزمایشگاهی استفاده نمودند. نتایج ایشان نشان داد که این تیمار حفاظتی توانست که فرسایش بادی را تا حدودی کاهش دهد. Foltz و Copeland (۲۰۰۹) اثر تراشه‌های چوب با پوشش ۳۰، ۵۰ و ۷۰ درصد در انتقال فرسایش برای دو نوع خاک را ارزیابی نمودند. نتایج ایشان نشان داد تراشه‌های

و همکاران، ۲۰۰۶؛ Foltz و Wagenbrenner، ۲۰۱۰؛ Lee و همکاران، ۲۰۱۲؛ Liu و همکاران، ۲۰۱۲؛ Robichaud و همکاران، ۲۰۱۳؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۵a؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۵b) و غیرآلی شامل رس ورمی‌کولایت^۱، پلیمر بیش‌اندوز^۲، پرلیت^۳، گچ^۴، تکه‌های تایر و ماسه (Lavee و Poesen، ۱۹۹۱؛ Liu و همکاران، ۲۰۱۲؛ Shi و همکاران، ۲۰۱۳) تقسیم می‌شوند. در خصوص کاربرد افزودنی‌های آلی خصوصاً کاه و کلش در داخل و خارج از کشور مطالعات زیادی انجام شده است. Edwards و همکاران (۲۰۰۰) در کرت‌های استاندارد اثر کاه و کلش سیب-زمینی بر تغییرات فرسایش خاک و نیز فرسایش پاشمانی با استفاده از فنجان‌های پاشمان با قطرهای ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر و باران شبیه‌سازی شده ۱۵۰ میلی‌متر بر ساعت در کانادا را ارزیابی کردند. نتایج ایشان نشان داد که مقدار پاشمان در فنجان پاشمان ۲۵ میلی‌متری، ۱۴ درصد بیش‌تری از فنجان پاشمان ۱۰۰ میلی‌متری بود. ایشان همچنین، بیان نمودند که با کاربرد کاه و کلش سیب‌زمینی میزان نفوذ در خاک پنج درصد بیشتر شد و همچنین، هدررفت خاک ۵۰ درصد کاهش یافت. Buchanan (۲۰۰۰) در مهار هدررفت خاک از تراشه‌های چوب با پوشش ۸۰ درصد و در اندازه‌های بزرگ، کوچک و نیز ترکیب هر دو اندازه برای شیب‌های ۵۵ درصد استفاده کردند. نتایج ایشان نشان داد که تراشه‌های چوب توانستند هدررفت خاک را کاهش دهند و همچنین، می‌تواند به‌عنوان یک پوشش موقتی خاک، نقش حفاظتی مفیدی در سطح خاک ایجاد کند. ایشان همچنین، بیان نمودند که قطعات چوب در بسیاری از مناطق شهری موجود بوده و شهرداری‌ها با جمع‌آوری ضایعات چوب حیاط‌ها به‌طور جداگانه می‌توانند در امر حفاظت خاک از آن‌ها استفاده نمایند. همچنین، در مناطق جنگلی، درختانی که در طی پاک‌سازی اولیه قطع می‌شوند می‌توانند خرد شوند و در مهار رواناب و هدررفت خاک استفاده شوند. Robichaud و همکاران (۲۰۰۰) خطرات فرسایش را در تیمار شاهد و تیمار حفاظت شده با

¹ Vermiculite

² Super Absorbent

³ Perlite

⁴ Gypsum

همکاران (۲۰۱۴) اثرات تراشه‌های چوب در تراکم کم (۷/۵ کیلوگرم بر مترمربع) و تراکم زیاد (۱۷/۵ کیلوگرم بر مترمربع) در اختلال خاک در عملیات چوبکشی زمینی در شیب بیشتر و کمتر از ۲۰ درصد بررسی کردند. ایشان بیان نمودند که چگالی ظاهری و عمق شیار تحت ترافیک تجهیزات برداشت چوب در مقایسه با خاک لخت برای هر دو شیب افزایش یافت. تراشه‌های چوب با تراکم زیاد تاثیر معنی‌داری بر کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در دامنه‌های شیب‌دار (بیش از ۲۰ درصد) داشتند. León و همکاران (۲۰۱۵) در نزدیک شهر Zaragoza (اسپانیا) اثرات تراشه‌های چوب بر پاشمان را بعد از آتش‌سوزی ارزیابی نمودند. ایشان بیان نمودند که تراشه‌های چوب توانست مقدار فرسایش پاشمانی را کاهش دهد. Sadeghi و همکاران (۲۰۱۵a) با استفاده از کاه و کلش، کود دامی و پلیمر بیش‌اندوز TA-200 با مقادیر به‌ترتیب ۰/۵، ۰/۳ و ۰/۰۵ کیلوگرم در مترمربع بر غلظت رسوب و هدررفت خاک در کرت‌های شش مترمربع نشان دادند که کاه و کلش در مقایسه با کرت‌های شاهد، هدررفت خاک را ۴۵/۶۰ درصد کاهش داد. در حالی‌که کاهش هدررفت خاک در کرت‌های حفاظت شده با کود دامی و پلیمر بیش‌اندوز TA-200 در مقایسه با کرت‌های شاهد ۸/۹۸ و ۴/۷۴ درصد بود. ایشان با استفاده از آزمون GLM^۱ نشان داد که شدت‌های بارندگی مختلف و نیز تیمارهای حفاظتی به‌کار برده شده اثر معنی‌داری بر تغییرات غلظت رسوب و هدررفت خاک در سطح ۹۹ درصد داشتند. Sadeghi و همکاران (۲۰۱۵b) با کاربرد کاه و کلش با مقادیر ۰/۵ کیلوگرم بر مترمربع در کرت‌های شش و ۰/۲۵ مترمربع و شدت‌های بارندگی ۵۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت نشان دادند که کاه و کلش توانست در دو مقیاس به‌کار برده شده، زمان شروع رواناب را افزایش دهد در حالی‌که مقادیر ضریب رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک را کاهش داد. همچنین، مقایسه نتایج حاصل از اعمال تیمارهای مورد استفاده در دو کرت با مقیاس‌های نام‌برده نشان داد که تاثیر کرت ۰/۲۵ مترمربع بر تغییرات زمان شروع رواناب، ضریب رواناب، غلظت

چوب رواناب و هدررفت خاک در هر دو نوع خاک را کاهش داد و همچنین، انتقال فرسایش از ۶۰ تا نزدیک به ۱۰۰ درصد کاهش یافت که این میزان کاهش به نوع خاک و درصد پوشش تراشه‌های چوب بستگی داشت. در نهایت ایشان به این نتیجه رسیدند که خاک‌پوش استفاده شده علاوه بر تاخیر در زمان شروع رواناب بر کاهش گل‌آلودگی در مزارع شیب‌دار موثر بود. León و همکاران (۲۰۱۲) با کاربرد تراشه‌های چوب در کاهش رواناب و فرسایش خاک بعد از آتش‌سوزی در شمال اسپانیا نشان دادند که تراشه‌های چوب توانست مقادیر رواناب و غلظت رسوب را کاهش دهد. Robichaud و همکاران (۲۰۱۲) در تغییرات مقادیر فرسایش خاک بعد از آتش‌سوزی از تراشه‌های چوب در مقیاس کرت‌های استفاده کردند و بیان نمودند که فرسایش خاک بعد از کاربرد تراشه‌های چوب از ۵۰ تا ۹۶ درصد کاهش یافت. همچنین، Gholami و همکاران (۲۰۱۳) با کاربرد کاه و کلش برنج به مقدار ۰/۵ کیلوگرم در مترمربع و در شدت‌های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت به این نتیجه رسیدند که میزان افزایش زمان شروع رواناب در شدت‌های ۵۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت تقریباً یکسان بوده در حالی‌که در شدت بارندگی ۳۰ میلی‌متر بر ساعت کمترین مقدار افزایش در زمان شروع رواناب مشاهده شد. ایشان مشاهده کردند که ضریب رواناب نیز در شدت‌های ۳۰ و ۵۰ میلی‌متر بر ساعت به‌ترتیب با مقادیر ۱۹/۳۶- و ۱۰/۴۳- درصد بیشترین و کمترین تغییرات در کاهش ضریب رواناب را داشت. Robichaud و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی اثر تراشه‌های چوب و کاه و کلش در کاهش هدررفت خاک پس از آتش‌سوزی پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که هر دو تیمار حفاظتی توانستند در کاهش هدررفت خاک موثر باشند، اما تیمار کاه و کلش موثرتر بود ایشان همچنین، بیان کردند که هر دو تیمار حفاظتی توانست سرعت جریان را کاهش دهد. Shi و همکاران (۲۰۱۳) از اثرات کاه و کلش برنج، خاکاره و پلی‌آکریل‌آمید بر تغییرات رواناب و آلودگی استفاده کردند. نتایج ایشان نشان داد، زمانی‌که کاه و کلش برنج و خاکاره در ترکیب با هم به‌کار گرفته شوند نسبت به زمانی که به تنهایی استفاده شوند، تاثیر بیشتری در کاهش رواناب و آلودگی خواهند داشت. Agherkakli و

¹ General Linear Model

شبیه‌سازی شده پرداخته شده است. به همین دلیل، پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر افزودنی آلی تراشه‌های چوب بر تغییرات زمان شروع رواناب و حجم و ضریب رواناب در مقیاس کرت یک مترمربعی و شرایط صحرایی با استفاده از باران شبیه‌سازی شده با شدت ۶۰ میلی‌متر در ساعت انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش، تیمار حفاظتی و انتخاب شدت بارش: پژوهش حاضر در دامنه‌ای با پوشش مرتعی و شیب و جهت یکنواخت در حاشیه روستای کدیر واقع در ارتفاعات شرقی حوزه آبخیز کجور انجام شد. حوزه آبخیز کجور با مساحت ۵۰۰۰۰ هکتار و در جنوب شرقی شهرستان نوشهر، در دامنه‌های شمالی البرز واقع شده است. دامنه‌ای محدوده دامنه موردنظر بین طول جغرافیایی ۲۴° ۴۶' ۵۱" تا ۲۷° ۴۶' ۵۱" شرقی و عرض جغرافیایی ۱۴° ۲۷' ۳۶" تا ۱۶° ۲۷' ۳۶" و ارتفاع متوسط ۱۶۶۵ متر می‌باشد. بر اساس منطقه‌بندی کوپن^۱، حوزه آبخیز کجور در پایین‌دست، از اقلیم مرطوب و معتدل خزری و در قسمت‌های بالادست (شامل منطقه مورد مطالعه) از اقلیم مدیترانه‌ای برخوردار می‌باشد. حداکثر و حداقل متوسط بارندگی ماهیانه در دوره مذکور در ایستگاه کجور به ترتیب ۱۱/۵۳ میلی‌متر در ماه جولای (منطبق بر مرداد ماه) و ۴۲/۰۱ میلی‌متر در ماه نوامبر (منطبق بر آبان ماه) محاسبه شد. ارتفاع متوسط حوضه حدود ۲۳۰۰ متر و به‌طور عمده در طبقه شیب ۴۰ تا ۶۰ درصد قرار گرفته است. ارتفاعات کم حوزه آبخیز عمدتاً از طبقات ضخیم آهکی با شیب زیاد و عمق کم خاک و با پوشش جنگلی ضعیف و نفوذپذیری خوب و پایداری متوسط برخوردار است. موقعیت کلی منطقه انجام پژوهش در حوزه آبخیز کجور، استان مازندران و ایران در شکل ۱ نشان داده شده است.

پژوهش حاضر به سبب نیاز به تکرار (سه تکرار) (Lee و همکاران، ۲۰۱۲؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۶) و همچنین، نیاز به پایش دقیق مقادیر مختلف تیمار تراشه‌های چوب در مهار رواناب و هدررفت خاک با

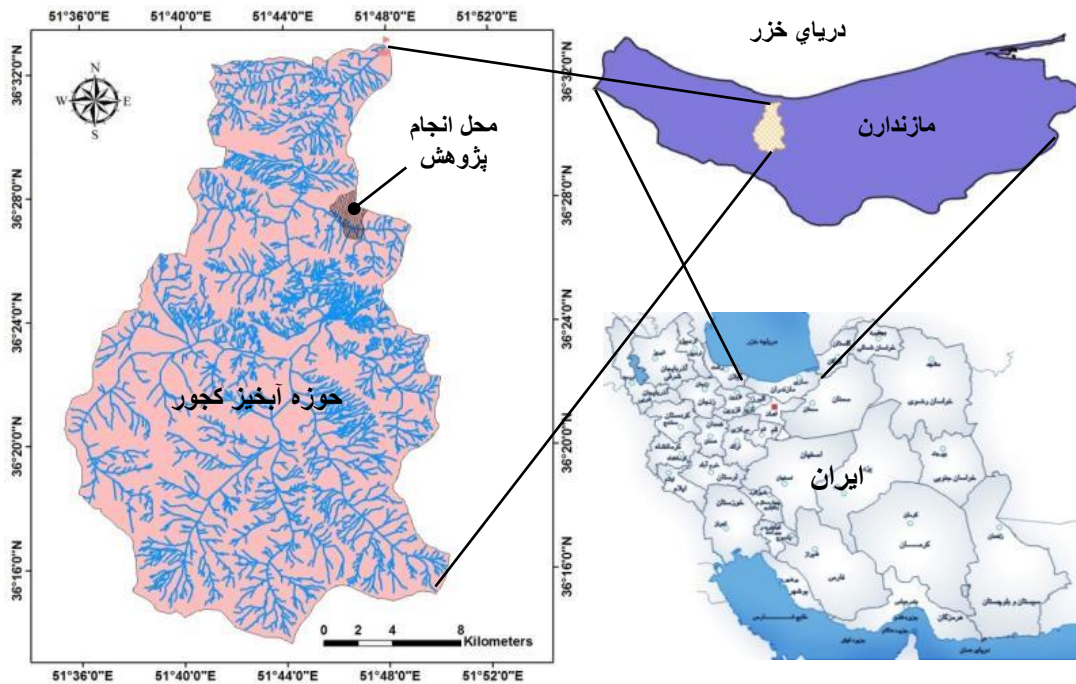
رسوب و هدررفت خاک بیشتر بود. ایشان با استفاده از آزمون GLM نیز نشان داد که شدت بارندگی و تیمارهای حفاظتی به‌کار برده شده اثر معنی‌داری بر تغییرات زمان شروع رواناب، ضریب رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک داشت. Gholami و همکاران (۲۰۱۶) با کاربرد کود گوسفندی به مقدار ۰/۳ کیلوگرم بر مترمربع روی رواناب و هدررفت خاک در خاک فرسایش‌یافته در شرایط آزمایشگاهی و مقیاس کرت شش مترمربع به این نتیجه رسیدند که زمان شروع رواناب افزایش و ضریب رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک کاهش یافتند. Sadeghi و همکاران (۲۰۱۶) با کاربرد زغال زیستی به مقدار هشت تن بر هکتار در ۲۴ و ۴۸ ساعت قبل از شبیه‌سازی باران، در کرت‌های کوچک با مقیاس ۰/۲۵ مترمربع و مدت ۵۰ دقیقه بارش دریافتند که زمان شروع رواناب برای دو زمان متفاوت به ترتیب ۵۵/۱۰ و ۷۱/۷۳ درصد افزایش یافت.

استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک به سبب عدم پیامدهای سوء زیست‌محیطی، قابلیت دسترس و نیز توجیه اقتصادی و مطمئن عملکرد سریع برای مدیریت منابع آب و خاک توسط محققین مختلف توصیه شده است. از طرفی پیش‌بینی رفتار سامانه آبخیز بر اساس کارهای حفاظتی به سبب نقش زودبازده آن در مهار رواناب و فرسایش بسیار حائز اهمیت است و پس از سال-ها پژوهش در زمینه روش‌های جلوگیری از تولید رواناب، هنوز ابعاد گسترده‌ای از آن در سایه‌ای از عدم یقین‌های متعدد قرار دارد. جمع‌بندی سوابق پژوهش نشان می‌دهد که روش‌های مهار فرسایش به‌وسیله تراشه‌های چوب با استفاده از رگبارهای طبیعی و یا شبیه‌سازی شده توسط پژوهشگران مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است. اما پژوهش‌های مبنی بر این‌که اثر مقادیر مختلف تراشه‌های چوب بر مولفه‌های رواناب (زمان شروع، مقدار و ضریب رواناب) و مقایسه اثر آن‌ها با یکدیگر خصوصاً در شرایط صحرایی ثبت نشده است. بنابراین، در تحقیق حاضر با توجه به اهمیت حفاظت خاک در مناطق شمال کشور و همچنین، روند تخریب جنگل‌ها از یک‌سو و نیز وجود تراشه‌های چوب ناشی از عملیات بهره‌برداری از جنگل و نیز کارخانه‌های صنایع چوب، به بررسی اثر تراشه‌های چوب در مقیاس کرت و شرایط صحرایی و تحت باران

¹ Koppen

استفاده از کرت و شبیه‌سازی باران در شرایط صحرایی انجام پذیرفت. آزمایش‌ها با استفاده از افزودنی آلی تراشه‌های چوب تهیه شده از کارخانه چوب‌بری (مخلوطی از خرده‌های چوب گونه‌های جنگلی مناطق جلگه‌ای شمال ایران از قبیل توسکا *Alnus glutinosa* و صنوبر *Populus subcordata*)

با مقادیر به‌ترتیب ۰/۵، ۱ و ۱/۵ کیلوگرم در مترمربع (Copeland و همکاران، ۲۰۰۹) اقدام به حفاظت از خاک در شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت به مدت ۱۵ دقیقه بعد از شروع رواناب شد و مقادیر رواناب و رسوب اندازه‌گیری شدند.



شکل ۱- موقعیت کلی محدوده اجرای پژوهش در حوزه آبخیز کجور، استان مازندران (Khaledi Darvishan و همکاران، ۲۰۱۶)

شده و سپس ارتفاع رواناب از تقسیم میانگین حجم رواناب ظروف بر مساحت آن‌ها محاسبه شده و در نهایت شدت بارندگی از تقسیم ارتفاع رواناب بر زمان به‌دست آمد. با توجه به امکان وزش باد ملایم در دامنه مورد بررسی، برای اطمینان از این‌که در حین اجرای هر یک از تیمارها، باد اختلالی در شدت بارندگی شبیه‌سازی شده ایجاد نکند از بادگیر در شبیه‌ساز باران استفاده شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک: برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، در بیرون و در فاصله اندکی از کرت‌ها، از لایه ۲۰ سانتی‌متری سطح خاک نمونه‌برداری شد (Roose و Barthes، ۲۰۰۲؛ Dongsheng و همکاران، ۲۰۰۶؛ Kukal و Sarkar، ۲۰۱۰؛ Sinoga-Ruiz و همکاران، ۲۰۱۰). سپس، نمونه‌های خاک به

برای انجام پژوهش حاضر، از شبیه‌ساز باران قابل حمل با یک نازل تحت فشار BEX:3/8S24W برای شبیه‌سازی شدت باران ۶۰ میلی‌متر بر ساعت بر اساس اطلاعات باران‌نگاری ایستگاه سینوپتیک کجور در مدت بارندگی حدود ۱۵ دقیقه، با دوره بازگشت دو تا ۱۳ سال تعیین شد (Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۵a؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۵b). ارتفاع ریزش باران نیز ۲/۵ متر و مناسب برای دسترسی نسبی به سرعت حد قطرات (Wang و Pruppacher، ۱۹۷۷) مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور رسیدن به حداکثر تشابه ویژگی‌های فیزیکی باران شبیه‌سازی شده شامل دانه‌بندی و قطر قطرات با باران طبیعی پیش‌بینی‌ها و اندازه‌گیری‌های لازم به‌روشنی عکس‌برداری صورت گرفت. برای رسیدن به شدت مورد نظر ابتدا با استفاده از ظروف کوچک پلاستیکی حجم بارندگی در نقاط مختلف سطح یک متر مربعی هر کرت اندازه‌گیری

چوب، با استفاده از زمان‌سنج^۱ ثبت شد. اندازه‌گیری مقادیر رواناب در خروجی کرت‌ها برای مدت زمان ۱۵ دقیقه پس از تشکیل رواناب برای تیمار شاهد و تیمارهای حفاظتی تراشه‌های چوب با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع جمع‌آوری شد. محاسبات آماری: به‌منظور بررسی اثر تراشه‌های چوب با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع بر پارامترهای زمان شروع رواناب، حجم و ضریب رواناب به‌وسیله تحلیل واریانس یک‌طرفه^۲ (Arnaez و همکاران، ۲۰۰۷؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۵a,b) (آزمون GLM) در نرم‌افزار SPSS 18 انجام شد.

نتایج و بحث

پژوهش حاضر در راستای تعیین اثر تراشه‌های چوب با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع بر زمان شروع رواناب، حجم و ضریب رواناب در کرت‌های صحرائی یک مترمربعی تحت باران شبیه‌سازی شده با شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت و در مدت زمان ۱۵ دقیقه (بعد از زمان شروع رواناب) نمونه‌برداری شد. مقادیر زمان شروع رواناب از سطح کرت‌های مطالعاتی در قبل و بعد از استفاده از تراشه‌های چوب با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع برای سه تکرار در جدول ۱ ارائه شده است. جدول ۲ نیز حجم رواناب در فواصل زمانی مختلف بعد از زمان شروع رواناب با مقادیر مختلف تراشه‌های چوب را نشان می‌دهد.

همان‌طوری که جدول ۱ نشان می‌دهد، تیمار حفاظتی تراشه‌های چوب با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع توانست زمان شروع رواناب را در تمامی کرت‌ها افزایش دهد، اما تاثیر آن در مقادیر یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع بیشتر بود. همچنین، حجم رواناب نیز با کاربرد تراشه‌های چوب نسبت به تیمار شاهد کاهش داشت (جدول ۲). یکی از دلایل کاهش حجم رواناب بعد استفاده از تراشه‌های چوب می‌تواند به‌دلیل این باشد که تراشه‌های چوب به‌عنوان سدهای کوچکی عمل کرده و آب اضافی را در پشت خود جمع نموده و بتدریج در خاک نفوذ می‌دهند (Gholami و همکاران، ۲۰۱۳؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۵a).

آزمایشگاه منتقل شده و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پایه خاک شامل بافت به‌روش هیدرومتری (Khaledi Darvishan و همکاران، ۲۰۱۴)، وزن مخصوص ظاهری به‌روش کلوخه‌ای (Khaledi Darvishan و همکاران، ۲۰۱۴)، محتوای ماده آلی خاک به‌روش والکی بلک (Nosetto و همکاران، ۲۰۰۶)، pH با استفاده از pH متر و هدایت الکتریکی با استفاده از EC متر اندازه‌گیری شدند. مقدار ماده آلی خاک ۲/۲ درصد، pH خاک در حدود ۷/۷ و مقدار هدایت الکتریکی خاک برابر ۱۵۷/۶ میکروزیمنس بر میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

نصب کرت‌ها: با توجه به این‌که در پژوهش حاضر هدف بررسی اثرات تراشه‌های چوب بر زمان شروع، حجم و ضریب رواناب در مقیاس کرت برای شرایط صحرائی با استفاده از شبیه‌ساز باران بود، لذا، در محل مورد مطالعه، تعداد ۱۲ کرت صحرائی محصور شده با ورقه‌های فلزی گالوانیزه با مساحت یک مترمربع و با شیب ثابت ۳۰ درصد و همچنین، جهت جنوبی نصب شد. دلیل انتخاب شیب جنوبی در منطقه مورد بررسی، دسترسی راحت‌تر برای انجام مطالعات صحرائی، انتقال سامانه شبیه‌ساز باران و آب مورد نیاز باران‌ساز بود که این امکان در شیب جنوبی (نزدیک به روستا) فراهم بود. ارتفاع کل دیواره کرت-های صحرائی ۲۰ سانتی‌متر بوده که ۱۰ سانتی‌متر آن در خاک قرار می‌گیرد. از سطح خاک در کرت‌های مورد نظر پوشش گیاهی از محل یقه گیاه تا حد امکان با استفاده از قیچی برداشته شد و محل قرارگیری ظروف جمع‌آوری رواناب در قسمت پایین‌دست کرت‌ها (خروجی) تعبیه شد. در این تحقیق، برای انجام آزمایشات از تیمار تراشه‌های چوب با توجه به قابلیت دسترسی، توجیه اقتصادی و قابلیت اجرا با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع استفاده شد. همچنین، برای دستیابی به اهداف پژوهش، تراشه‌های چوب به‌طور یکنواخت در سطح خاک پخش شد (Robichaud و همکاران، ۲۰۱۳).

اندازه‌گیری زمان شروع و حجم رواناب: پس از شروع بارندگی شبیه‌سازی شده، زمانی که اولین قطره به خروجی کرت می‌رسد، به‌عنوان زمان شروع رواناب خروجی از کرت‌های شاهد و حفاظت شده با تراشه‌های

¹ Chronometer

² One-Way Anova

جدول ۳ نیز درصد ضریب رواناب از سطح کرت‌های مطالعاتی در اثر کاربرد مقادیر مختلف تراشه‌های چوب را نشان می‌دهد و جدول ۴ درصد تغییرات زمان شروع، حجم و ضریب رواناب از سطح کرت‌های مطالعاتی در مقادیر مختلف تراشه‌های چوب را ارائه می‌دهد.

جدول ۱- زمان شروع رواناب (دقیقه) از سطح کرت‌های مطالعاتی در اثر کاربرد مقادیر مختلف تراشه‌های چوب

زمان (دقیقه)	کرت	شاهد	مقدار تراشه‌های چوب (کیلوگرم بر مترمربع)		
			۰/۵	۱	۱/۵
	۱	۵/۲۷	۷/۳۲	۱۲/۶۸	۱۳/۰۲
زمان شروع رواناب	۲	۲/۸۱	۹/۱۴	۱۱/۳۲	۹/۹۸
	۳	۴/۶۶	۵/۹۸	۱۰/۸۹	۱۴/۳۴

جدول ۲- حجم رواناب (لیتر) در فواصل زمانی مختلف بعد از زمان شروع رواناب با مقادیر مختلف تراشه‌های چوب

زمان (دقیقه)	متغیر	تکرار	شاهد	مقدار تراشه‌های چوب (کیلوگرم بر مترمربع)		
				۰/۵	۱	۱/۵
	حجم رواناب	۱	۰/۷۸۵	۰/۵۳۵	۰/۴۸۵	۰/۳۵۵
۳	حجم رواناب	۲	۱/۳۲۵	۰/۴۳۵	۰/۳۰۵	۰/۵۰۰
	حجم رواناب	۳	۱/۰۵۰	۰/۷۵۵	۰/۳۶۰	۰/۳۹۰
	حجم رواناب	۱	۱/۳۴۵	۰/۸۴۵	۰/۴۹۵	۰/۷۱۵
۶	حجم رواناب	۲	۱/۹۶۰	۰/۶۴۵	۰/۵۷۰	۰/۶۴۵
	حجم رواناب	۳	۱/۲۱۵	۱/۰۸۵	۰/۳۹۰	۰/۶۱۵
	حجم رواناب	۱	۱/۸۹۵	۱/۰۲۰	۰/۵۸۰	۱/۰۹۵
۹	حجم رواناب	۲	۲/۳۵۵	۱/۱۱۰	۰/۹۸۰	۰/۹۵۰
	حجم رواناب	۳	۱/۷۳۰	۱/۵۹۰	۰/۶۳۵	۰/۸۳۵
	حجم رواناب	۱	۱/۶۸۰	۱/۳۲۵	۱/۱۳۰	۱/۳۵۵
۱۲	حجم رواناب	۲	۳/۱۰۵	۱/۵۵۵	۱/۲۴۵	۱/۲۱۵
	حجم رواناب	۳	۲/۱۲۵	۱/۸۰۵	۰/۹۲۰	۱/۱۱۵
	حجم رواناب	۱	۱/۷۳۵	۱/۴۵۵	۱/۶۹۵	۳/۸۳۰
۱۵	حجم رواناب	۲	۳/۵۹۵	۱/۳۸۰	۱/۱۸۵	۳/۷۱۵
	حجم رواناب	۳	۲/۵۵۰	۱/۹۷۵	۱/۲۵۰	۳/۲۲۰

جدول ۳- ضریب رواناب در کرت شاهد و کرت‌های حفاظت شده با تراشه‌های چوب

زمان (دقیقه)	تکرار	شاهد	مقدار تراشه‌های چوب (کیلوگرم بر مترمربع)		
			۰/۵	۱	۱/۵
	۱	۳۶/۷۰	۲۳/۲۱	۱۵/۸۴	۱۳/۶۷
ضریب رواناب	۲	۶۹/۲۹	۲۱/۲۳	۱۶/۲۸	۱۴/۸۷
	۳	۴۴/۱۰	۳۴/۳۷	۱۳/۷۳	۱۰/۹۷

تیمار شاهد و تاحدودی تیمار حفاظتی ۰/۵ کیلوگرم بر متر مربع، زیاد و بیشتر از دو تیمار حفاظتی دیگر (۱/۰ و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع) است. در تیمار شاهد اختلاف بین ضریب رواناب حتی در شرایط مشابه تکرارهای مختلف زیاد است و دلیل آن تغییرپذیری زیاد به ویژه به دلیل شرایط طبیعی خاک است و در

نتایج جدول ۳ نشان داد که کاربرد مقادیر تراشه‌های چوب توانست ضریب رواناب را تا حد زیادی کاهش دهد، اما این کاهش ضریب رواناب در تراشه‌های چوب با مقادیر ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع بیشتر از دو مقدار کاربردی دیگر بود. همان‌طور که در جدول ۳ دیده می‌شود، اختلاف ضریب رواناب بین سه تکرار در

حقیقت اگرچه تمام شرایط بین کرت‌های مختلف یک تیمار در شرایط طبیعی یکسان فرض می‌شود، اما اختلاف لایه‌های مختلف خاک و شرایط زیرقشری گاه می‌تواند اختلافی بیش از چندین برابر در رواناب و فرسایش خاک بین تکرارهای مختلف (با شرایط ظاهراً مشابه) ایجاد کند و این یافته در تحقیقات پیشین نیز مورد تأکید قرار گرفته است (Toy و همکاران، ۲۰۰۲؛

Arabkhedri, ۲۰۱۵). اما در شرایط قرارگیری تیمار حفاظتی تراشه‌های چوب روی سطح خاک، به تدریج اثرگذاری شرایط زیرین کمتر شده و اثر تیمار حفاظتی غالب می‌شود و این اثر با افزایش مقدار تیمار حفاظتی بیشتر نمود پیدا می‌کند. به همین دلیل در تیمار تراشه‌های چوب ۱/۰ و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع واریانس بین تکرارهای مختلف بسیار کمتر شده است.

جدول ۴- درصد تغییرات زمان شروع، حجم و ضریب رواناب قبل و بعد از کاربرد مقادیر مختلف تراشه‌های چوب

متغیرها	مقدار تراشه‌های چوب (کیلوگرم بر مترمربع)		
	۰/۵	۱	۱/۵
زمان شروع رواناب	+ ۹۷/۵۰	+ ۱۹۲/۳۸	+ ۲۰۳/۳۱
حجم رواناب	- ۳۵/۲۳	- ۵۵/۱۱	- ۶۰/۴۳
ضریب رواناب	- ۴۲/۷۳	- ۶۷/۴۰	- ۷۲/۱۴

ضریب رواناب نیز در مقادیر به کار برده شده به ترتیب ۴۳/۴۰-، ۶۷/۴۰- و ۷۲/۱۴- کاهش بود. نتایج حاصل از تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمون GLM برای شناسایی اثرات تراشه‌های چوب بر زمان شروع، حجم و ضریب رواناب نیز در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۴، نشان می‌دهد که بعد از کاربرد تراشه‌های چوب با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع زمان شروع رواناب به ترتیب ۹۷/۵۰+، ۱۹۲/۳۸+ و ۲۰۳/۳۱+ درصد افزایش یافت. همچنین، درصد تغییرات حجم رواناب با تراشه‌های چوب ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع به ترتیب ۳۵/۲۳-، ۵۵/۱۱- و ۶۰/۴۳- کاهش یافت. در نهایت تغییرات

جدول ۵- نتایج کاربرد آزمون GLM برای شناسایی اثرات تراشه‌های چوب بر زمان شروع، حجم و ضریب رواناب از سطح کرت‌های مطالعاتی

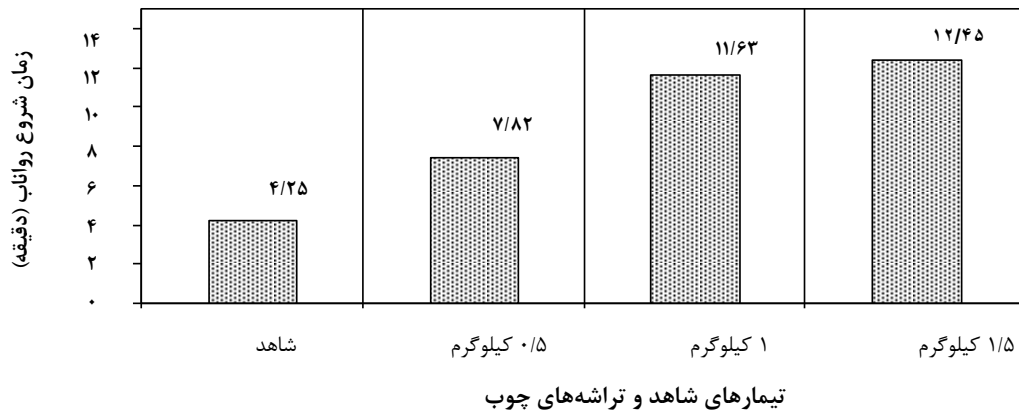
متغیر وابسته	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
زمان شروع رواناب (دقیقه)		۱۳۱/۰۷	۱۷/۴۳	۰/۰۰۱
حجم رواناب (لیتر)	۳	۲۱/۴۲	۱۰/۴۲	۰/۰۰۴
ضریب رواناب (درصد)		۸۵۹/۸۳	۹/۵۸	۰/۰۰۵

نتایج کاربرد تراشه‌های چوب با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع در شدت بارندگی ۶۰ میلی-متر بر ساعت روی زمان شروع، مقدار و ضریب رواناب نشان داد که به‌طور کلی این تیمار تأثیر معنی‌دار (Robichaud و همکاران، ۲۰۰۰؛ Foltz و Dooley، ۲۰۰۳؛ Lee و همکاران، ۲۰۱۲؛ Robichaud و همکاران، ۲۰۱۳؛ Shi و همکاران، ۲۰۱۳) بر افزایش زمان شروع (سطح ۹۹ درصد) و کاهش حجم و ضریب رواناب (سطح ۹۵ درصد) داشت که با نتایج دیگر محققان (Jarrett و Jennings، ۱۹۸۵؛ Poesen و

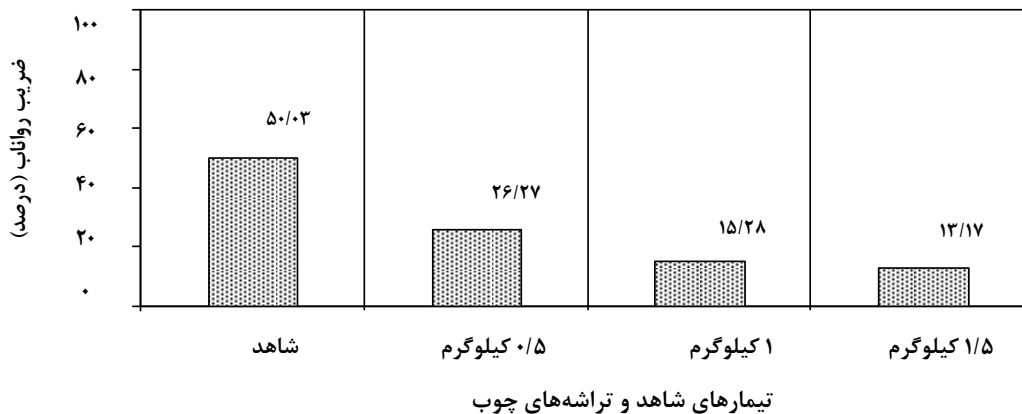
Lavee، ۱۹۹۱؛ Benkobi و همکاران، ۱۹۹۳؛ Choi و همکاران، ۲۰۱۲؛ Lee و همکاران، ۲۰۱۲؛ Gholami و همکاران، ۲۰۱۳) مبنی بر تأیید اثر معنی‌دار خاک-پوش‌های حفاظتی خاک بر مولفه‌های رواناب هم‌خوانی دارد. با مقایسه کرت‌های شاهد و تیمارهای حفاظتی (جدول ۱) مشخص شد که میزان افزایش زمان شروع رواناب در مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع به ترتیب ۹۷/۵۰+، ۱۹۲/۳۸+ و ۲۰۳/۳۱+ درصد بود. اندازه‌گیری‌ها نشان داد که مقادیر یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع توانستند تأثیر بیشتری بر

مترمربع تراشه‌های چوب به ترتیب $۴۲/۷۳$ ، $۶۷/۴۰$ و $۷۲/۱۴$ درصد کاهش یافت (جدول ۲). نتایج جدول ۲ نشان داد که تاثیر تراشه چوب با مقدار $۱/۵$ کیلوگرم بر مترمربع بر کاهش ضریب رواناب بیشتر از سایر مقادیر بود. مقادیر میانگین زمان شروع و ضریب رواناب در تیمار شاهد و مقادیر مختلف تراشه چوب در شکل‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

افزایش زمان شروع رواناب در کرت‌های حفاظت شده داشته باشند. اما تاثیر آن در تراشه چوب با مقدار $۰/۵$ کیلوگرم بر مترمربع کمتر از دو مقدار دیگر محاسبه شد. به عبارت دیگر با افزایش مقدار تراشه چوب تغییرات زمان شروع رواناب در جهت افزایش آن بیشتر شد. تغییرات ضریب رواناب نیز نشان داد که مقادیر این مولفه در مقادیر $۰/۵$ ، یک و $۱/۵$ کیلوگرم بر



شکل ۲- رابطه زمان شروع رواناب با مقادیر مختلف تیمار تراشه چوب در شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت



شکل ۳- رابطه ضریب رواناب با مقادیر مختلف تیمار تراشه چوب در شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت

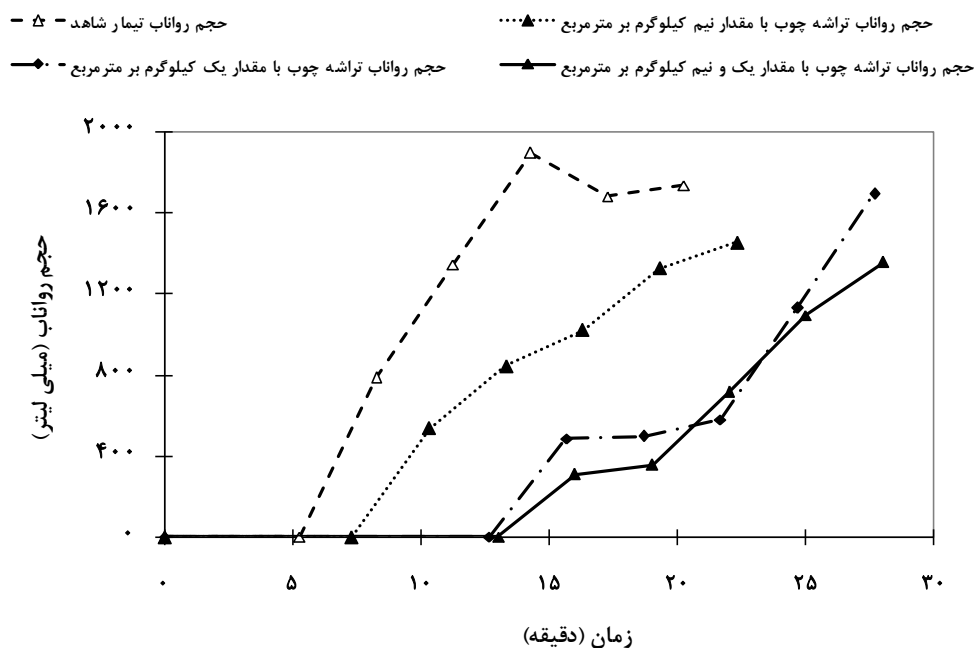
یافت. همچنین، رابطه ضریب رواناب با مقادیر مختلف تیمار تراشه چوب در شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت نیز نشان داد که میانگین ضریب رواناب در تیمارهای شاهد، تراشه‌های چوب با مقادیر $۰/۵$ ، یک و $۱/۵$ کیلوگرم بر مترمربع به ترتیب $۵۰/۰۲$ ، $۲۶/۲۷$ ، $۱۵/۲۸$ و $۱۳/۱۷$ درصد به صورت کاهشی بود (شکل ۳). با بررسی دو مقدار یک و $۱/۵$ کیلوگرم بر مترمربع تراشه‌های چوب می‌توان بیان نمود که در مقادیر

رابطه زمان شروع رواناب با مقادیر مختلف تیمار تراشه چوب در شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت نشان داد که مقادیر متوسط زمان شروع رواناب در تیمارهای شاهد، تراشه‌های چوب با مقادیر $۰/۵$ ، یک و $۱/۵$ کیلوگرم بر مترمربع به ترتیب $۴/۲۵$ ، $۷/۴۸$ ، $۱۱/۶۳$ و $۱۲/۴۵$ دقیقه بود (شکل ۲). این بررسی‌ها نشان داد که با افزایش مقدار تغییرات میانگین کل هر افزودنی با افزایش مقدار تراشه چوب به کار برده شده افزایش

۲۰۱۲؛ León و همکاران، ۲۰۱۲؛ Liu و همکاران، ۲۰۱۲؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۵a؛ Sadeghi و همکاران، ۲۰۱۵b). از طرفی تاخیر در زمان شروع رواناب و مقدار رواناب به وسیله افزایش در پیچ و خم-های مسیر جریان و عامل اصطکاک به وسیله تراشه-های چوب بوده که می‌تواند به عنوان سدهای کوچک حفاظتی در برابر جریان عمل کرده است که با نتایج به دست آمده توسط Ruy و همکاران (۲۰۰۶)، Gholami و همکاران (۲۰۱۳) و Sadeghi و همکاران (۲۰۱۵a) در کاهش مقادیر رواناب به وسیله افزودنی-های آلی کاه و کلش همخوانی دارد. تغییرات زمانی رواناب در طول آزمایش کاربرد مقادیر مختلف تراشه-های چوب نیز در شکل ۴ نشان داد که حجم رواناب در کاربرد مقادیر متفاوت تراشه‌های چوب در فواصل زمانی مشترک نسبت به تیمار شاهد کاهش قابل توجهی داشته است.

میانگین زمان شروع رواناب و ضریب رواناب تاثیر هر دو مقدار تقریباً نزدیک به یکدیگر بود.

یکی از دلایل افزایش زمان شروع و کاهش ضریب رواناب، شیب کرت‌ها (شیب متوسط منطقه) است که با برخی مطالعات از جمله Smets و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد. ایشان عنوان کردند که خاک پوش‌ها در کاهش ضریب رواناب روی شیب متوسط در مقایسه با شیب تند موثرتر هستند. همچنین، می‌توان بیان نمود که پاسخ‌های متفاوت به وجود آمده در زمان شروع و ضریب رواناب به دلیل حفاظت فیزیکی خاک به وسیله تراشه‌های چوب با مقادیر متفاوت در مقابل سلهای شدن و افزایش نفوذپذیری خاک بوده که سایر محققان بر تاثیر افزودنی‌های آلی در حفاظت فیزیکی و در نهایت افزایش نفوذپذیری خاک اشاره نمودند (Duley و Kelly، ۱۹۳۹؛ Poesen و Lavee، ۱۹۹۱؛ Edwards و همکاران، ۲۰۰۰؛ Copeland و همکاران، ۲۰۰۹؛ Foltz و Copeland، ۲۰۰۹؛ Choi و همکاران،



شکل ۴- تغییرات زمانی رواناب در اثر کاربرد مقادیر مختلف تراشه‌های چوب

کیلوگرم بر مترمربع، حجم رواناب در ۱۵ دقیقه نمونه-برداری نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت اما تاثیر آن در زمان ۱۵ دقیقه کمتر از سایر گام‌های نمونه‌برداری بود. تراشه چوب با مقدار یک کیلوگرم بر مترمربع نیز

با توجه به شکل ۴، می‌توان این گونه بیان نمود که تیمار تراشه چوب در تمامی مقادیر توانست بر کاهش حجم رواناب تاثیر داشته باشد، اما این تاثیر در مقادیر مختلف متفاوت بود. در مالچ چوبی با مقدار ۰/۵

رواناب در تیمارهای شاهد، خاکپوش چوب با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع به ترتیب ۴/۲۵، ۷/۴۸، ۱۱/۶۳ و ۱۲/۴۵ دقیقه بود. همچنین، رابطه ضریب رواناب با مقادیر مختلف تیمار تراشه چوب در شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت نیز نشان داد که میانگین ضریب رواناب در تیمارهای شاهد، تراشه‌های چوب با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع به ترتیب ۵۰/۰۳، ۲۶/۲۷، ۱۵/۲۸ و ۱۳/۱۷ درصد به صورت کاهشی بود. این افزودنی علاوه بر تاثیر حفاظتی می‌تواند به عنوان یک اصلاح‌کننده خصوصیات خاک نیز مورد استفاده قرار گیرد. با این وجود انجام پژوهش‌های مشابه در کرت‌های با ابعاد بزرگ‌تر و یا در سطح دامنه برای انجام ارزیابی‌های مقایسه‌ای و امکان ارائه جمع‌بندی‌های نهایی پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

در نهایت نویسندگان مقاله بر خود واجب دانسته تا از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در جهت فراهم نمودن امکانات پژوهشی در راستای انجام هزینه‌های طرح پژوهشی به شماره ۰۲-۱۳۹۴-۰۴ و در نهایت، استخراج این مقاله تشکر نمایند.

توانست حجم رواناب را کاهش دهد و کاهش حجم رواناب در تمام دقیقه‌های نمونه‌برداری کاهشی بود. همچنین، تاثیر این تیمار حفاظتی در مقدار ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع روی کاهش حجم رواناب در مقایسه با تیمار شاهد بسیار زیاد بود و توانست تاثیرات بیشتر را نسبت به دو مقدار ۰/۵ و یک کیلوگرم بر مترمربع داشته باشد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر حفاظتی سه مقدار تراشه چوب با مقادیر ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع در مقیاس کرت یک مترمربعی و تحت باران شبیه‌سازی شده به مدت ۱۵ دقیقه بعد از زمان شروع رواناب با شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت و در شرایط صحرایی بر مولفه‌های رواناب انجام شد. نتایج کاربرد خاکپوش چوب نشان داد که با کاربرد این افزودنی با مقادیر مختلف ۰/۵، یک و ۱/۵ کیلوگرم بر مترمربع، زمان شروع رواناب افزایش، مقدار و ضریب رواناب کاهش یافتند. رابطه زمان شروع رواناب با مقادیر مختلف تیمار تراشه چوب در شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت نشان داد که مقادیر متوسط زمان شروع

منابع مورد استفاده

1. Agherkakli, B., A. Najafi, S.H.R. Sadeghi and E. Zenner. 2014. Mitigating effects of slash on soil disturbance in ground-based skidding operations. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29(5): 499-505.
2. Arabkhedri, M. 2015. The possibility of estimation of long-term average annual erosion based on measurements of erosion from a few rainfall events. *Extension and Development of Watershed Management*, 3(11): 7-15.
3. Arnaez, J., T. Lasanta, P. Ruiz-Flano and L. Ortigosa. 2007. Factors affecting runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean Vineyards. *Soil and Tillage Research*, 93: 324-334.
4. Barthes, B. and E. Roose. 2002. Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion, validation at several levels. *Catena*, 47: 133-149.
5. Benkobi, L., M.J. Trlica and J.L. Smith. 1993. Soil loss as affected by different combinations of surface litter and rock. *Journal of Environment Quality*, 22(4): 657-661.
6. Buchanan, J.R. 2000. The use of wood chips to control soil erosion on construction sites. Unpublished dissertation, The University of Tennessee, Department of Civil and Environmental Engineering. Knoxville, Tenn.
7. Choi, J., M.H. Shin, J.S. Yoon and J.R. Jang. 2012. Effect of rice straw mulch on runoff and NPS pollution discharges from a vegetable field. *International Conference of Agriculture Engineering*, July 8-12, Spain. 4 p. <http://cigr.ageng2012.org/comunicaciones-online/htdocs/principal.php?seccion=posters&idcomunicacion=12844&tipo=4>.
8. Copeland, N.S., B.S. Sharratt, J.Q. Wu, R.B. Foltz, and J.H. Dooley. 2009. A wood-strand material for wind erosion control: effects on total sediment loss, PM10 vertical material for wind erosion control: effects on total sediment loss, PM10 vertical flux, and PM10 loss. *Journal of Environmental Quality*, 38: 139-148.

9. Dongsheng, Y., S. Xuezheng and D.C. Weindorf. 2006. Relationships between permeability and erodibility of cultivated arisols and cambisols in Subtropical China. *Soil Science Society of China*, 16(3): 304-311.
10. Duley, F.L. and L.L. Kelly. 1939. Effect of soil type, slope and surface conditions on intake of water. *Nebraska, Agricultural Experiment Station Research Bulletin*, 112. 16 pages.
11. Edwards, L.M., A. Volka and J.R. Burney. 2000. Mulching Potatoes: Aspects of mulch management systems and soil erosion. *American Journal of Potato Research*, 77: 225-232.
12. Foltz, R.B. and N.S. Copeland. 2009. Evaluating the efficacy of wood shreds for mitigating erosion. *Journal of Environmental Management*, 90: 779-785.
13. Foltz, R.B. and J.H. Dooley. 2003. Comparison of erosion reduction between wood strands and agricultural straw. *Transactions of the ASAE*, 46(5): 1389-1396.
14. Foltz, R.B. and N.S. Wagenbrenner. 2010. An evaluation of three wood shred blends for post-fire erosion control using indoor simulated rain events on small plots. *Catena*, 80: 86-94.
15. Gholami, L., S.H.R. Sadeghi and M. Homae. 2013. Straw mulching effect on splash erosion, runoff and sediment yield from eroded plots. *Soil Science Society of America Journal*, 77: 268-278.
16. Gholami, L., S.H.R. Sadeghi and M. Homae. 2016. Different effects of sheep manure conditioner on runoff and soil loss components in eroded soil. *Catena*, 139: 99-104.
17. Groenier, J. and C. Showers. 2004. Shredding small trees to create mulch for erosion control. *Engineering Tech Tips*. USDA Forest Service, Technology Development Program, Missoula, MT.
18. Hawke, R.M., A.G. Price and R.B. Bryan. 2006. The effect of initial soil water content and rainfall intensity on near-surface soil hydrologic conductivity: a laboratory investigation. *Catena*, 65: 237-246.
19. Khaledi Darvishan, A.V., V. Homaionfar and S.H.R. Sadeghi. 2016. Generalization of the results of laboratory and field erosion plots under simulated rainfall. *Extension and Development of Watershed Management*, 4(12): 33-42.
20. Jennings, G.D. and A.R. Jarrett. 1985. Laboratory evaluation of mulches in reducing erosion. *Transactions of the ASAE*, 28(5): 1466-1470.
21. Khaledi Darvishan, A.V., S.H.R. Sadeghi, M. Homae and M. Arabkhedri. 2014. Measuring sheet erosion using synthetic color contrast aggregates. *Hydrology Processes*, 28: 4463-4471.
22. Kukal, S.S. and M. Sarkar. 2010. Splash erosion and infiltration in relation to mulching and Polyvinyl Alcohol application in semi-arid tropics. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 56(46): 697-705.
23. Lee, S., Ch. Won, M. Shin, W. Park, Y. Choi, J. Shin and J. Choi. 2012. Application of surface cover and soil amendment for reduction of soil erosion from sloping field in Korea. *International Conference of Agriculture Engineering*, July 8-12, Spain. 5 p. <http://cigr.ageng2012.org/comunicaciones-online/htdocs/principal.php?seccion=index-posters>
24. León, J., D. Badía and M.T. Echeverría. 2015. Comparison of different methods to measure soil erosion in the Central Ebro Valley. *CIG*, 41(1): 165-180.
25. León, J., M.T. Echeverría, D. Badía, C. Martí and C. Álvarez. 2012. Effectiveness of wood chips cover at reducing erosion in two contrasted burnt soils. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 57(1): 27-37.
26. Liu, Y., Y. TAO, K.Y. Wana, G.S. Zhanga, D.B. Liub, G.Y. Xiongb and F. Chena. 2012. Runoff and nutrient losses in citrus orchards on sloping land subjected to different surface mulching practices in the Danjiangkou reservoir area of China. *Agricultural Water Management*, 110: 34-40.
27. Lory, J., J. Adams, B. Eghball, T.J. Klopfenstein and J.E. Powers. 2002. Effect of sawdust or acid application to pen surfaces on nitrogen losses from open-dirt feedlots. *Nebraska Beef Cattle Reports*. Paper 282. <http://digitalcommons.unl.edu/animalscinbcr/282>.
28. Noretto, M.D., E.G. Jobby and J.M. Paruelo. 2006. Carbon sequestration in semi-arid rangelands arid environment rangelands: Comparison of *Pinus ponderosa* plantation and grazing exclusion in NW-Patagonia. *Journal of Arid Environment*, 67(1): 142-156.
29. Poesen, J.W.A. and H. Lavee. 1991. Effects of size and incorporation of synthetic mulch on runoff and sediment yield from interrills in a laboratory study with simulated rainfall. *Soil and Tillage Research*, 21: 209-223.
30. Robichaud, P.R., P. Jordan, S.A. Lewis, L.E. Ashmun, S.A. Covert and R.E. Brown. 2013. Evaluating the effectiveness of wood shred and agricultural straw mulches as a treatment to reduce post-wildfire hill slope erosion in southern British Columbia, Canada. *Geomorphology*, 197: 21-33.
31. Robichaud, P.R., R.B. Foltz, Ch.G. Showers, J.S. Groenier, R. Sternke, L.E. Ashmun, R.E. Brown and F. Jordan. 2012. Evaluating the effectiveness of wood shreds on post-fire erosion. *JFSP Research Project Reports*, 68 pages.
32. Ruiz-Sinoga, J.D., A. Romero-Diaz, E. Ferre-Bueno and J.F. Martinez-Murillo. 2010. The role of soil surface conditions in regulating runoff and erosion processes on a metamorphic hill slope (Southern Spain) soil surface conditions, runoff and erosion in Southern Spain. *Catena*, 80: 131-139.

33. Ruy, S., A. Findeling and J. Chadoeuf. 2006. Effect of mulching techniques on plot scale runoff: FDTF modeling and sensitivity analysis. *Journal of Hydrology*, 326: 277-294.
34. Sadeghi, S.H.R., L. Gholami, M. Homaei and A.V. Khaledi Darvishan. 2015a. Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. *Solid Earth*, 6: 445-455.
35. Sadeghi, S.H.R., Gholami, L. Sharifi, E. Khaledi Darvishan, A.V. and Homaei, M. 2015b. Scale effect on runoff and soil loss control using rice straw mulch under laboratory conditions. *Solid Earth*, 6: 1-8.
36. Sadeghi, S.H.R., Z. Hazbavi and M. Kiani Harchegani. 2016. Controllability of runoff and soil loss from small plots treated by vinasse-produced biochar. *Science of the Total Environment*, 15: 483-490.
37. Sarles, R.L. and D.M. Emanuel. 1977. Hardwood bark mulch for revegetation and erosion control on drastically disturbed sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, 32(5): 209-214.
38. Shi, Z.H., B.J. Yue, L. Wang, N.F. Fang, D. Wang and F.Z. Wu. 2013. Effects of mulch cover rate on interrill erosion processes and the size selectivity of eroded sediment on steep slopes. *Soil Science Society of America Journal*, 77: 257-267.
39. Smets, T., J. Poesen, M.A. Fullen and C.A. Booth. 2007. Effectiveness of palm and simulated geotextiles in reducing run-off and interrill erosion on medium and steep slopes. *Soil Use and Management*, 12: 306-316.
40. Toy, T.J., G.R. Foster and K.G. Renard. 2002. *Soil erosion, processes, prediction, measurement and control*. John Wiley and Sons, Washington, D.C. 352 pages.
41. Wang, P.K. and H.R. Pruppacher. 1977. Acceleration to terminal velocity of cloud and raindrops. *Journal of Applied Meteorology*, 16: 275-280.
42. Yanosek, K.A., R.B. Foltz and J.H. Dooley. 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): 45-50.

Role of woodchips on runoff components control at plot scale

Leila Gholami^{*1}, Abdulvahed Khaledi Darvishan² and Ataollah Kavian³

¹ Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran, ² Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran and ³ Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

Received: 29 August 2016

Accepted: 08 February 2017

Abstract

In severely eroded areas, especially steep slopes, establishment of vegetation cover is not possible. The application of organic and inorganic amendments can therefore improve the conditions leading to establish vegetation cover through playing an effective role in runoff control. Accordingly, in the present study, woodchips as a soil organic amendment was applied to control runoff variables including time to runoff, runoff volume and coefficient. For this purpose, three levels of woodchips treatment of 0.5, 1.0 and 1.5 kgm⁻² were used in three replications at in 1 m²- plot scale. The plots were located in 30% slope in accordance with field conditions under simulated rainfall of 60 mmh⁻¹ and duration of 15 min. The results showed that application of woodchips in 0.5, 1.0 and 1.5 kgm⁻², time to runoff increased 97.50, 192.38 and 203.31%, respectively. The runoff volume decreased 35.23, 55.11 and 60.43% and runoff coefficient also decreased 42.43, 67.40 and 72.14% in three levels of woodchips treatments, respectively. The results of GLM showed that woodchips treatment had a significant increasing effect on time to runoff ($p \leq 0.01$) as well as a significant decreasing effect on runoff volume and coefficient ($p \leq 0.05$). The application of woodchips as a conservation treatment on the soil surface showed that this amendment can be used for runoff control especially where large quantities of woodchips are simply available.

Key words: Rainfall simulation, Runoff management, Soil conservation, Soil erosion, Soil organic amendment

* Corresponding author: l.gholami@sanru.ac.ir