نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال دهم. شماره سی و نهم. بهار۱۳۹۹

ارزیابی کارایی خاک‌پوش‌های کاه و کلش گندم و تراشه‌های چوب در کاهش رواناب و رسوب حوزه‌های آبخیز تک منبع

جلال زندی[۱]، کریم سلیمانی*[۲]، محمود حبیب‌نژاد روشن[۳] و عطاله کاویان[۴]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۶/۰۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۲۹

برگرفته از رساله دکتری

چکیده

در تحقیق حاضر کارایی دو نوع خاک‌پوش کاه و کلش گندم و تراشه‌های چوب پوست درخت در کاهش رواناب و رسوبدهی در مقیاس حوزه‌های آبخیز تک منبع مورد آزمون قرار گرفت. به این‌منظور در بالادست سد قشلاق سنندج در استان کردستان سه حوزه آبخیز کوچک حدود یک هکتاری (یکی به‌عنوان آبخیز شاهد و دو آبخیز دیگر تیمار شده با خاک‌پوش) انتخاب شد. پس از اجرای تیمارهای حفاظتی به‌میزان سه تن بر هکتار، در نقطه خروجی هر کدام از حوزه‌های آبخیز، فلوم اندازه‌گیری میزان جریان نصب شد. نتایج شاخص کارایی کاهش رواناب و رسوب نشان داد 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 حوزه آبخیز تک منبع بدون تیمار 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. این عملکرد بهتر می‌تواند به‌دلیل در هم تنیدن و چسپیدن الیاف کاه و کلش به هم‌دیگر و ایجاد مانع در جهت جریان و تله اندازی ذرات رسوب در پشت کاه و کلش باشد.

واژه‌های کلیدی: حفاظت آب و خاک؛ حوزه آبخیز تک منبع؛ خاک‌پوش؛ رسوب معلق؛ سد قشلاق

[۱] - دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پست الکترونیک: jalal.zandi2010@gmail.com

[۲] - استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،(* *نویسنده مسئول*)-پست الکترونیک:solaimani2001@yahoo.co.uk یا k.solaimani@sanru.ac.ir

[۳] - استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پست الکترونیک: m.habibnezhad@sanru.ac.ir

[۴] - استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پست الکترونیک: a.kavian@sanru.ac.ir

مقدمه

خاک به‌عنوان یکی از اجزای مهم هر زیست‌بوم و منبع تولید غذا، نقش بسیار مهمی در ادامه حیات بشر دارد، لذا حمایت و حفاظت و جلوگیری از فرسایش خاک، ضرورت دارد. فرسایش خاک و رسوب منتقل شده به آبراهه‌ها از مهم‌ترین مشکلات محیطی در توسعه پایدار هستند (Alatorre et al., 2010). فرسایش آبی در نتیجه عوامل اقلیمی، رواناب سطحی، خاک، توپوگرافی، پوشش گیاهی و عملیات مدیریتی حفاظت خاک در طی زمان و مکان بر روی سطح زمین ایجاد می‌شود (Montenegro *et al*., 2013). رواناب و حمل رسوب پدیده هیدرولوژیکی پیچیده‌ای است. در فرآیند بارش-رواناب، شرایط رطوبت پیشین خاک، پوشش خاک و شدت بارندگی نقش مهمی ایفا کرده و موجب هدررفت آب و خاک می‌شوند. یکی از روش‌های مؤثر در کاهش رواناب و جلوگیری از هدررفت خاک استفاده از پسماند محصولات کشاورزی به‌عنوان خاک‌پوش[1]های زیستی به‌صورت یک لایه محافظ می‌باشد. این لایه حفاظتی انرژی جنبشی ناشی از قطرات باران را کاهش داده و قادر است با افزایش مقاومت برشی سطح خاک، فرسایش را به‌شدت کاهش دهد (رفاهی، ۱۳۸۸؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۲). عموماً در مسائل حفاظت آب و خاک، روش‌های مکانیکی و یا زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرند. روش-های مکانیکی از انواع مبارزه مستقیم بوده و برای کاهش حمل و نقل خاک از محل اصلی خود توسط آب یا باد به‌کار برده می‌شوند، در حالی‌که در روش‌های زیستی، پوشش گیاهی به‌صورت غیرمستقیم و با هدف پیشگیری، نیروهای فرساینده را کاهش داده و حساسیت خاک به فرسایش را با پایداری خاکدانه‌ها بهبود می‌بخشند (Stocking, 1988). پوشش گیاهی حفاظتی خاک که برای مهار فرسایش مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ می‌تواند از منابع در دسترس محلی هم‌چون: کاه و کلش غلات، تراشه چوب پوست درختان، علف‌ها و درختان (برگ‌ها و هرس آن‌ها) تهیه شده و به‌عنوان خاک‌پوش استفاده شود (Smets et al., 2011).

بررسی‌های آزمایشگاهی و میدانی بسیار زیادی در خصوص تأثیرات خاک‌پوش در کاهش فرسایش آبی در دامنه وسیعی از شرایط محیطی انجام گرفته شده است. برای مثال؛ Shi و همکاران (۲۰۱۳) ؛ Gholami و همکاران (۲۰۱۳)؛ Donjadee و Tingsanchali (۲۰۱۶)؛ Prosdocimi و همکاران (۲۰۱۶). بسیاری از محققان عقیده دارند که کاربرد خاک‌پوش در سطح خاک اقدام بسیار مؤثری در مهار فرسایش آبی است. البته کارایی خاک‌پوش در کاهش فرسایش آبی متغیر بوده و به عوامل زیادی از قبیل درجه شیب، نوع خاک، شدت بارندگی و مقدار کاربرد خاک‌پوش بستگی دارد (Poesen and Lavee, 1991). سوابق نشان داده است که کاه و کلش علاوه بر کاهش میزان فرسایش آبی، تبخیر را نیز کاهش داده و طبعاً موجب اصلاح خاک و تکامل خاکدانه‌ها شده است (Adekalu *et al*., 2007).

Prosdocimi و همکاران (۲۰۱۶) کارایی استفاده از خاک‌پوش کاه و کلش در کاهش فرسایش‌پذیری و هدررفت خاک منطقه‌ای زراعی از والنسیای اسپانیا با استفاده از شبیه‌ساز باران و کرت‌های دایره‌ای شکل به مساحت ۰/۲۴ مترمربع بررسی نمودند. مقدار خاک‌پوش مورد استفاده ۷۵ گرم بر مترمربع بود و نتیجه گرفتند که خاک‌پوش کاه و کلش موجب تأخیر در ایجاد رواناب شده و هدررفت آب را از ۵۲/۵۹ درصد در شاهد به ۳۹/۲۷ درصد کاهش داده و همچنین میزان فرسایش را از ۲/۸۱ تن بر هکتار در ساعت برای شاهد به ۰/۶۳ تن بر هکتار در ساعت کاهش داده است.

صادقی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تأثیر کاربرد کاه و کلش برنج با مقدار نیم کیلوگرم در مترمربع در مقیاس کرت و در سه تکرار با شیب ۲۰ درصد بر

[1] -Mulch

مقدار رواناب و هدررفت خاک با استفاده از شبیه ساز باران پرداختند. نتایج نشان داد که اثر تیمارها در دو شدت ۵۰ و ۹۰ میلی متر 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 کاملاً متوقف نمود و نتیجه گرفتند که پوشش کاه و کلش، با جذب رطوبت سطحی و افزایش نفوذ خاک موجب کاهش رواناب و فرسایش خاک شده است. در پژوهشی دیگر نیز کاویان و همکاران (۱۳۹۴) اثر کاه گندم بر تغییرات زمان شروع و ضریب رواناب در کرت-های آزمایشگاهی تحت شبیه‌سازی باران را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که پوشش ۹۰ درصد کاه و کلش گندم بیش‌ترین تأثیر در افزایش زمان شروع رواناب و کاهش رواناب داشت. محمدی و همکاران (۱۳۹۵) فرآیندهای تولید رواناب و رسوب را در حوزه-های کوچک آزمایشی در بالادست سد قشلاق سنندج و با استفاده از تیمار ژئوتکستایل کنفی-کلشی مورد بررسی قرار دادند و نتایج کار ایشان نشان داد که ژئوتکستایل کنفی-کلشی رسوب ویژه را به‌طور معنی-داری کاهش داده است اما بین رواناب تولیدی دو حوضه کوچک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. شیب زیاد منطقه و درصد رخنمون سنگی بالا، دلیل بالا ماندن تولید رواناب حتی بعد از اجرای تیمار حفاظت خاک بود. اما در مقایسه با حوضه کنترل، ژئوتکستایل کنفی-کلشی مقدار رسوب را به نصف رساند.

بررسی سوابق نشان داده است که استفاده از خاک‌پوش‌های زیستی به‌سبب عدم پیامدهای سوء محیط زیستی، قابلیت دسترسی و نیز توجیه اقتصادی و با اطمینان عملکرد سریع برای مدیریت منابع آب و خاک توصیه شده است. از طرفی پیش‌بینی رفتار حوزه آبخیز بر اساس کارهای حفاظتی به سبب نقش زودبازده آن در مهار رواناب و فرسایش مهم است و پس از سال‌ها پژوهش در زمینه روش‌های جلوگیری از تولید رواناب و رسوب، هنوز ابعاد گسترده‌ای از آن در سایه‌ای از عدم اطمینان قرار دارد. هم‌چنین جمع‌بندی سابقه پژوهش نشان می‌دهد که روش‌های مهار رواناب و هدررفت خاک با استفاده از انواع مختلف خاک‌پوش، در شیب‌ها و شدت‌های بارندگی مختلف با استفاده از شبیه‌سازهای باران و در شرایط آزمایشگاهی توسط پژوهش‌گران ارزیابی شده است و به نظر می‌رسد اکنون دیگر وقت آن رسیده است که آزمایش‌های دقیق و یافته‌ها را به شرایط طبیعی و مقیاس‌های زمینی تعمیم و انتقال داد. به‌همین‌منظور پس از کرت‌های صحرایی، اولین قدم در این مسیر استفاده از حوزه‌های آبخیز تک منبع است. حوزه‌های آبخیز تک منبع، در واقع یک حوزه آبخیز محدود به ستیغ‌ها و یال‌های طبیعی بوده و تمام فعل و انفعالات حاکم بر یک حوزه آبخیز را دارد و در خروجی این حوضه‌ها یک پارشال فلوم نصب می‌شود که تمام رواناب حاصل از بارندگی را از خود عبور می‌دهد (صادقی، ۱۳۸۹).

هدف از این مطالعه بررسی کاربرد خاک‌پوش بر تولید رواناب و رسوب حوزه‌های آبخیز تک منبع در مقیاس‌های مختلف زمانی و مقایسه تفاوت‌های موجود در میزان تولید رسوب در دو نوع خاک‌پوش زیستی کاه و کلش گندم و تراشه‌های چوب پوست درختان در شرایط طبیعی باران و در سطح حوزه‌های آبخیز تک منبع می-باشد. استفاده از حوزه‌های آبخیز تک منبع و بهره‌گیری از باران طبیعی، برای بررسی اثر کاربرد خاک‌پوش بر میزان رواناب و رسوب‌دهی برای اولین بار در کشور در این تحقیق صورت خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

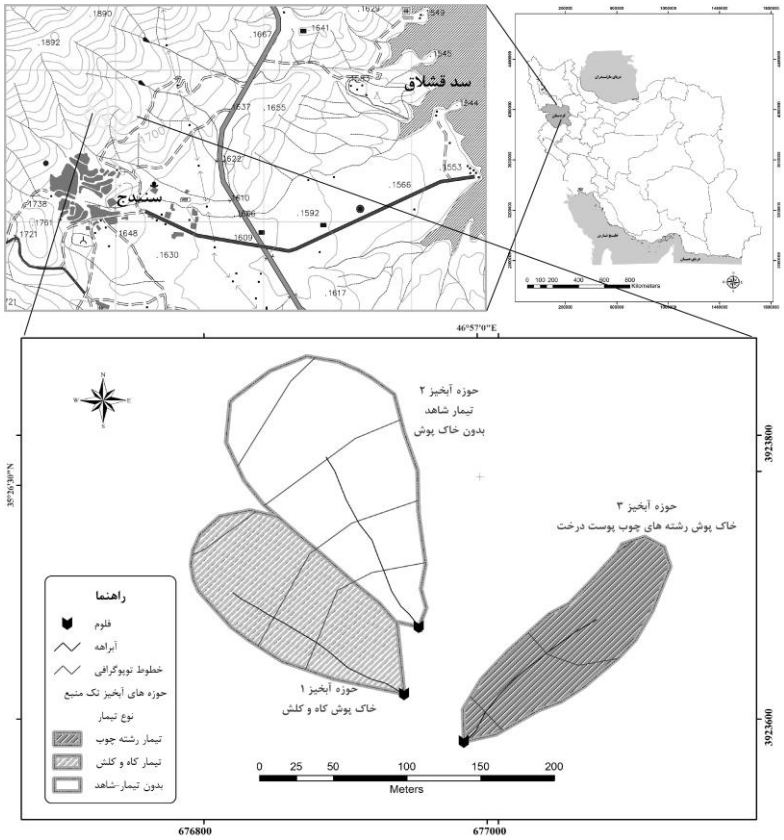
مشخصات منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در حوزه‌های آبخیز کوچک آزمایشی و تحت شرایط باران طبیعی در استان کردستان انجام گرفت. حوزه‌های آبخیز کوچک مورد استفاده در ۲۰

کیلومتری شمال شهر سنندج و در نزدیکی روستای سراب قامیش در مختصات ″۵۸ ′۵۶ °۴۶ طول شرقی و ″۶۲ ′۲۶ °۳۵ عرض شمالی در بالادست حوزه آبخیز سد قشلاق سنندج واقع شده است (شکل ۱). بر اساس مشاهدات میدانی و نمونه‌برداری‌های انجام شده توسط نگارندگان، کاربری اراضی حوزه‌های آبخیز تک منبع مورد مطالعه از نوع مرتعی، جنس سازندهای زمین-شناسی از توع آندزیت-شیل و خاک منطقه مورد مطالعه عمق حدود ۳۰ سانتی‌متر داشته و از نوع لومی-رسی و با درصد ماده آلی ۳/۵ درصد، pH برابر با ۷/۹ و هدایت الکتریکی ۳۴۲/۲ میکروزیمنس بر سانتی‌متر می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه حدود ۴۵۰ میلی‌متر بوده و توزیع بارندگی در فصل‌های پاییز، زمستان و بهار و حداکثر بارش‌ها در فصل زمستان می‌باشد. رگبارهای متعددی که در این منطقه روی می‌دهد بیش‌تر از ۱۰۰ میلی‌متر در روز و یا ۳۰ میلی‌متر در ساعت بوده و توانایی و انرژی کافی برای ایجاد فرسایش‌های آبی را دارند.

روش انجام پژوهش

پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش کاربرد دو نوع خاک‌پوش زیستی کاه و کلش گندم و تراشه چوب پوست درختان بر میزان تولید رواناب و رسوب در رگبارهای مختلف انجام گرفته است. برای اجرای تیمارها، حوزه‌های آبخیز تک منبع (یک حوضه به‌عنوان شاهد و دو حوضه برای پیاده‌سازی تیمارها) با شرایط محیطی تقریباً یکسان در سرشاخه‌های حوزه آبخیز سد قشلاق سنندج انتخاب شدند. حوزه‌های آبخیز تک منبع، حوزه‌های آبخیز کوچک (با مساحت حدود یک هکتار) می‌باشند و تمام شرایط یک حوزه آبخیز از قبیل یال‌ها و ستیغ‌ها و آبراهه را دارد. به‌منظور یکسان‌سازی تأثیر عوامل محیطی روی میزان رواناب و رسوب تولیدی، حوزه‌های آبخیز تک منبع انتخاب شده شرایط محیطی از قبیل توپوگرافی، زمین‌شناسی، خاک، درصد پوشش گیاهی و درصد رخنمون سنگی تقریبا مشابه داشتند و در انتهای خروجی هر کدام از حوضه‌ها فلوم اندازه‌گیری رواناب و رسوب نصب شد. مقدار کاربرد خاک‌پوش کاه و کلش و تراشه‌های چوب پوست درختان به‌میزان سه تن بر هکتار منطبق بر مطالعات پیشین و امکان اجرای عملی این مقدار در شرایط طبیعی مورد استفاده قرار گرفت (غلامی و همکاران، ۲۰۱۳). برای آماده‌سازی تیمار خاک‌پوش کاه و کلش، مقدار ۳۲۰۰ کیلوگرم کاه و کلش گندم از کشاورزان منطقه خریداری شده و در سطح حوزه آبخیز کوچک ۱۰۷۶۹ مترمربعی پخش شد. به‌گونه‌ای که حدود ۹۰ درصد از سطح حوزه آبخیز پوشش داده شد. تراشه‌های چوب پوست درخت نیز از درختان صنوبر و چنار مورد استفاده کارخانه تهیه الوار تهیه شد. این تراشه‌های پوست درخت، نخاله و ضایعات کارخانه محسوب می‌شوند و بصورت رایگان تهیه شدند. همانند تیمار کاه و کلش با کاربرد سه تن بر هکتار در سطح حوزه آبخیز ۸۰۸۲ مترمربعی پوشش داده شد. مراحل تهیه و آماده‌سازی تیمارها در آبان‌ماه ۱۳۹۴ انجام گرفت. موقعیت منطقه مورد مطالعه، نحوه استفاده از تیمارها، جمع‌آوری رواناب و رسوب و نمایی از تیمارها و فلوم‌های جمع‌آوری رواناب و رسوب بصورت شکل نشان داده شده است (شکل‌های ۱ و ۲ و ۳). مشخصات حوزه‌های آبخیز تک منبع نیز بصورت جدول آمده است (جدول ۱). در انتهای خروجی هر یک از حوزه‌های آبخیز کوچک یک عدد فلوم اندازه‌گیری ذوزنقه‌ای برای جمع‌آوری رواناب و رسوب نصب شد. فلوم‌ها مدرج بوده و با قرائت ارتفاع آب در فلوم می‌توان دبی رواناب را طبق فرمول استاندارد ارائه شده توسط شرکت سازنده فلوم به‌دست آورد. باران‌سنج ثبات الکترونیکی موجود در نزدیکی حوزه‌های آبخیز کوچک (متعلق به آب منطقه‌ای کردستان) به‌صورت پیوسته و با فواصل منظم ۱۵ دقیقه‌ای مقدار باران را ثبت می‌نماید.

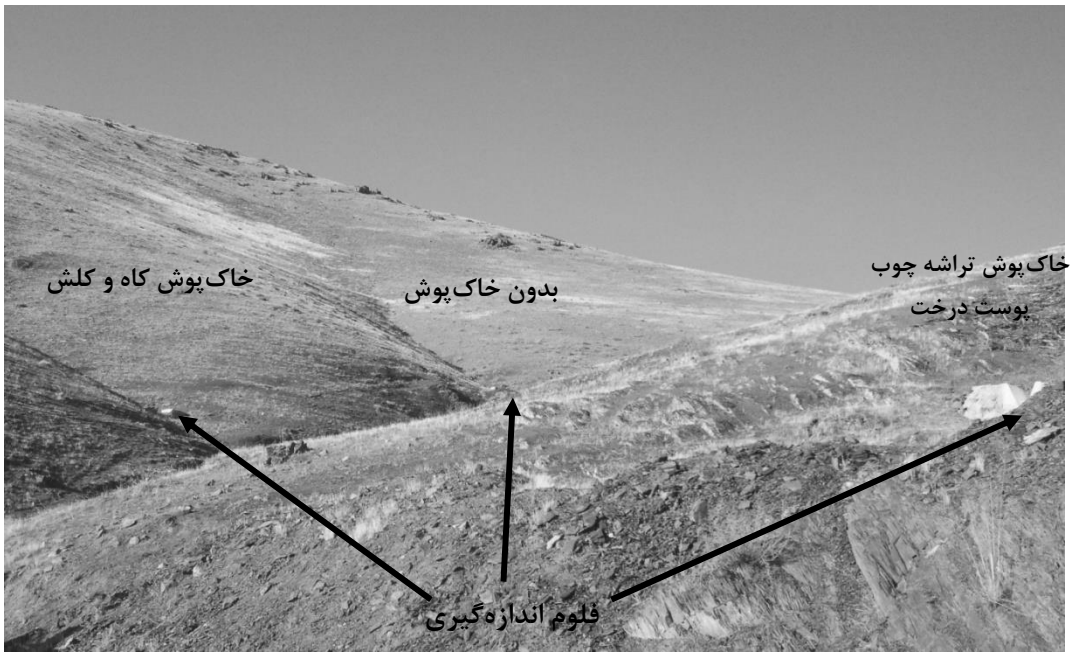


شکل(۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کردستان و شهرستان سنندج

جدول (۱): . خصوصیات حوزه‌های آبخیز تک منبع و تیمارهای مورد استفاده

تیمار	خاک‌پوش بیولوژیکی	مقدار کاربرد	سطح حوزه آبخیز (مترمربع)	مقدار مورد استفاده (کیلوگرم)	درصد پوشش
حوزه آبخیز ۱	کاه و کلش	۳ تن در هکتار	۱۰۷۶۹	۳۲۰۰	۹۰٪
حوزه آبخیز ۲	تراشه چوب پوست درخت	۳ تن در هکتار	۸۰۸۲	۲۴۰۰	۹۰٪
حوزه آبخیز ۳	شاهد (بدون خاک‌پوش)	-	۱۵۹۶۸	-	-

شکل (۲): پوشش خاک‌پوش بیولوژیکی الف) خاک‌پوش کاه و کلش ب) خاک‌پوش تراشه چوب و پوست درختان



شکل (۳):. نمایی از تیمارهای مورد استفاده و سامانه‌های اندازه‌گیری رواناب و رسوب در خروجی حوزه‌های آبخیز تک منبع

عملیات میدانی و تجزیه و تحلیل‌های آزمایشگاهی

رواناب و رسوب ناشی از وقایع فرساینده با اندازه-گیری مستقیم آن در فلوم‌های مستقر در حوضه انجام پذیرفت. برای این‌کار در طول مدت رگبارهای منجر به رواناب، با استفاده از ظروف نمونه‌برداری پلاستیکی در فواصل زمانی ۱۵ دقیقه‌ای برداشت شد. بعد از پایان هر واقعه نمونه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه منتقل گردید. همزمان با برداشت نمونه‌ها، ارتفاع رواناب هر فلوم با استفاده از معیار مدرج شده (با دقت میلی‌متر) ثبت شد. داده‌های ارتفاع رواناب، طبق دفترچه راهنمای

استاندارد هر فلوم تبدیل به دبی بر حسب لیتر بر ثانیه شد. مقادیر رسوب معلق موجود در هر نمونه با استفاده از روش برجاگذاری (Saeidi and Sadeghi, 2010) و اندازه‌گیری رسوب برجا مانده پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک کردن آن به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد با کمک ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم محاسبه شد (Mohamadi and Kavian, 2015). رسوب معلق شامل رواناب (Q) و رسوب حمل شده (SL) می‌باشد (رابطه ۱).

$$SSL = SL \times Q \quad (1)$$

در نهایت با استفاده از داده‌های به‌دست آمده آب‌نمود و رسوب‌نمود هر واقعه برای هر یک از حوزه‌های آبخیز تک منبع به‌دست آمد. جهت اندازه‌گیری باران، از داده‌های ایستگاه بارندگی ثبات استفاده شد که در نزدیکی محل نمونه‌برداری‌ها قرار گرفته است. مشخصات رگبارها از قبیل عمق، تداوم، شدت متوسط و انرژی جنبشی محاسبه شد (جدول ۲). برای این کار، انرژی جنبشی هر رگبار برای گام‌های زمانی یکسان و کوتاه مدت بر اساس رابطه (۲) که توسط ویشمایر و اسمیت ارایه شده است (رفاهی، ۱۳۸۸)، محاسبه شد و انرژی کل رگبار از مجموع انرژی جنبشی بازه‌ها طی مدت زمان بارش به‌دست آمد.

$$E = 11.87 + 8.73 Log_{10} I \quad (2)$$

که در آن، E: انرژی جنبشی رگبار (ژول بر مترمربع بر میلی‌متر) و I: شدت بارندگی (میلی‌متر بر ساعت) می‌باشد.

سایر خصوصیات مربوط به منطقه نیز (از قبیل، شیب، وضعیت پوشش گیاهی، خاک و ...) توسط اندازه‌گیری‌های میدانی به‌دست آمد و در صورت لزوم برای هر رگبار تغییرات هر پارامتر ثبت شد (جدول۳).

جدول (۲): مشخصات رگبارهای باران

تاریخ وقوع	عمق بارندگی (mm)	تداوم (ساعت)	شدت متوسط (mm/h)	انرژی جنبشی ($Jm^{-2}cm^{-1}$)
۱۳۹۳/۱۱/۰۱	۱۵/۸	۷	۲/۲۶	۵۰۹/۲۳
۱۳۹۳/۱۱/۲۲	۱۷	۲۱	۰/۸	۴۴۳/۸۴
۱۳۹۳/۱۱/۲۷	۸/۱	۹	۰/۹	۲۱۱/۸۲
۱۳۹۳/۱۲/۰۱	۱۱/۶	۱۰/۵	۱/۱	۳۴۸/۲۵
۱۳۹۴/۰۱/۰۲	۶/۸	۴	۱/۷	۲۰۷/۷۴
۱۳۹۴/۰۱/۰۹	۱۲/۵	۱۷/۵	۰/۷۱	۳۰۴/۳۲
۱۳۹۴/۰۱/۲۲	۱۳/۵	۱۴/۵	۰/۹۳	۴۱۵/۶۶

جدول (۳): ویژگی‌های خاک و پوشش سطح زمین در حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه

تیمار	دامنه	شیب متوسط (درصد)	عمق خاک (cm)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	لاشبرگ (٪)	سنگ و سنگریزه (٪)
حوزه آبخیز ۱ (خاک‌پوش کاه و کلش)	دامنه ۱	۳۶	۳۰	۴۵/۱۵	۳۹/۹۵	۱۴/۹		۱۵
	دامنه ۲	۳۶	۲۵	۳۸/۰۵	۴۸/۹۶	۱۲/۹۸	۱>	۲۰
	دامنه ۳	۴۲	۳۰	۵۵/۰۴	۲۴/۵۶	۲۰/۰۳		۱۵
حوزه آبخیز ۲ (خاک‌پوش تراشه چوب پوست درخت)	دامنه ۱	۳۲	۲۵	۶۵/۴۱	۲۳/۶۵	۱۰/۹۳		۳۰
	دامنه ۲	۳۰	۲۵	۵۶	۲۸/۱۶	۱۵/۸۳	۱>	۲۰
	دامنه ۳	۳۵	۲۵	۳۹/۱۵	۴۱/۷۶	۱۹/۰۸		۲۵
حوزه آبخیز ۳ (شاهد)	دامنه ۱	۴۰	۳۰	۶۰/۱۳	۱۸/۹۸	۲۰/۸۸		۱۵
	دامنه ۲	۴۲	۲۵	۴۳/۷۵	۴۲/۱۶	۱۴/۰۸	۱>	۲۰
	دامنه ۳	۳۶	۳۰	۳۲/۰۵	۵۵/۹۱	۱۲/۰۳		۲۰

تجزیه و تحلیل‌های آماری

پس از تهیه و جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، تجزیه و تحلیل‌ها بر اساس داده‌های رواناب و رسوب ویژه انجام گرفت. مقادیر رواناب و رسوب اندازه‌گیری شده به‌منظور مقایسه اثر تیمار مذکور با حوضه کنترل بر مساحت هر تیمار تقسیم شد و رواناب و رسوب ویژه هر تیمار به‌دست آمد. استفاده از رواناب و رسوب ویژه از بروز خطا در هنگام مقایسه بین تیمارها جلوگیری می‌کند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵). برای مقایسه آماری بین تیمارهای مورد مطالعه، از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) با توجه به نرمال بودن داده‌ها و در محیط نرم‌افزار SPSS 18 استفاده شد. اما برای ارزیابی اثربخشی خاک‌پوش‌ها در کاهش رواناب و رسوب، آزمون کارایی کاهش رسوب (SLRE[1], %) و آزمون کارایی کاهش رواناب (RRE[2], %) مورد بررسی قرار گرفت (Sutherland, 1988).

$$SLRE_i = \left(\frac{SLControl - SLi}{SLControl} \right) \times 100 \quad (۲)$$

$$RRE_i = \left(\frac{RControl - Ri}{RControl} \right) \times 100 \quad (۳)$$

که در آن، $SL_{control}$ رسوب حوضه کنترل و SL_i رسوب حوضه نمونه (حوضه با تیمار حفاظت خاک)؛ همچنین $R_{control}$ رواناب حوضه کنترل و R_i رواناب حوضه نمونه و مقادیر $SLRE_i$ و RRE_i به ترتیب شاخص اثربخشی رسوب و رواناب می‌باشد که بر اساس مقادیر کل رواناب و رسوب به‌دست می‌آید.

نتایج و بحث

جهت شناخت بهتر شرایط فیزیکی و خاک‌شناسی منطقه اقدام به تعیین پارامترهای مؤثر در فرآیندهای هیدرولوژیکی شد که در جدول (۱) نشان داده شده است. طی دوره مورد مطالعه یک‌ساله طی فصل بارش از مهرماه ۱۳۹۳ تا مهرماه ۱۳۹۴ اقدام به جمع‌آوری نمونه‌های رواناب و رسوب پس از هر رگبار فرساینده شد. برخی مشخصه‌های رگبارها و زمان وقوع آن‌ها در جدول (۳) آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود، طی دوره

[1]- Soil Loss Reduction Effectiveness
[2] -Runoff Reduction Effectiveness

مورد مطالعه در مجموع ۷ رگبار منجر به تولید رواناب و رسوب به وقوع پیوست. مشخصات مقداری و شدتی رگبارها بسیار متغیر بود به‌نحوی که در رگبار مورخ ۱۳۹۳/۱۱/۱۰ حداکثر شدت متوسط (۲/۲۶ میلی‌متر بر ساعت) و در رگبار مورخه ۱۳۹۴/۰۱/۰۹ حداقل شدت متوسط (۰/۷۱ میلی‌متر بر ساعت) ثبت شد. انرژی جنبشی رگبارها نیز از حداکثر ۵۰۹/۲۳ ژول بر مترمربع در میلی‌متر باران برای رگبار مورخ ۱۳۹۳/۱۱/۰۱ تا ۲۰۷/۷۴ ژول بر مترمربع در میلی‌متر باران برای رگبار مورخ ۱۳۹۴/۰۱/۰۲ متغیّر بود. پس از اندازه‌گیری جریان آب و رسوب در انتهای هر کدام از حوزه‌های آبخیز تک منبع تیمار شده با خاک پوش کاه و کلش گندم، خرده چوب پوست درخت و بدون تیمار حفاظتی، اقدام به محاسبه رواناب و رسوب‌دهی ویژه و نیز تعیین ضریب رواناب و غلظت رسوب شد (جدول ۴). تغییرات زمانی رواناب و رسوب بسیار چشمگیر بود به‌نحوی که حداکثر رسوب‌دهی ویژه به مقدار ۲/۶۳ گرم بر مترمربع برای رگبار ۱۳۹۳/۱۱/۱۰ در خروجی حوزه آبخیز تک منبع کنترل و حداقل آن به مقدار ۰/۲۱ گرم بر مترمربع برای رگبار ۱۳۹۴/۰۱/۰۹ در حوزه آبخیز تک منبع با تیمار کاه و کلش ثبت گردید. مقادیر حدی رواناب واحد سطح نیز به صورتی بود که بیشترین آن به مقدار ۴/۳۳ لیتر بر مترمربع برای رگبار ۱۳۹۳/۱۱/۱۰ تحت حوزه آبخیز تک منبع کنترل و کمترین آن برابر ۱/۴۵ لیتر بر مترمربع برای رگبار ۱۳۹۳/۱۱/۲۷ و تحت حوضه دارای تیمار حفاظت خاک کاه و کلش مشاهده گردید (جدول ۴).

کارایی خاک‌پوش‌های کاه و کلش و تراشه‌های چوب در کاهش رواناب و رسوب

به‌منظور بررسی دقیق‌تر کارایی خاک‌پوش‌های مورد استفاده، از شاخص کارایی کاهش رواناب و رسوب استفاده شد تا مقدار دقیق عددی کاهش به‌صورت درصد تعیین شود. به این منظور شاخص کارایی برای تمامی رگبارها محاسبه شد (جدول ۵). تأثیر کلی خاک‌پوش بر رواناب با محاسبه درصد RRE حاصل از هر واقعه رگباری به‌دست آمد. مقدار RRE کاهش حداکثری معادل ۲۸/۵۳ درصد به‌ترتیب برای تیمارهای کاه و کلش گندم (رگبار مورخه ۱۳۹۴/۰۱/۰۲) نشان می‌دهد (جدول ۵). بر اساس شاخص REE مقدار رواناب در حوزه آبخیز تک منبع با کاربرد تیمار تراشه چوب در رگبار مورخه ۱۳۹۳/۱۱/۲۲ برابر با ۰/۱۵- درصد به‌دست آمده است. یعنی در این واقعه مقدار رواناب بصورت جزئی افزایش داشته است. با توجه به جدول (۵)، نتایج شاخص کارایی کاهش رواناب نشان داد که کاربرد خاک-پوش کاه و کلش گندم و تراشه‌های چوب پوست درخت به ترتیب ۲۴/۵۴ و ۱۳/۵۴ درصد میزان رواناب را نسبت به حوزه آبخیز تک منبع بدون تیمار کاهش داده است (جدول ۵). پس می‌توان گفت که کاربرد خاک‌پوش‌های زیستی در کاهش تولید رواناب موثر بوده و از این میان خاک‌پوش‌های کاه و کلش نسبت به تراشه‌های چوب عملکرد بهتری داشته‌اند.

شاخص کارایی کاهش رسوب نشان می‌دهد که خاک‌پوش کاه و کلش توانسته است به مقدار قابل توجه‌ای رسوب خروجی حوضه را کاهش دهد، به‌نحوی که حداکثر مقدار این شاخص (۸۵/۲۲ درصد) برای رگبار ۱۳۹۴/۰۱/۰۹ به‌خوبی مؤید این واقعیت است که در مقایسه با حوضه کنترل، خاک‌پوش کاه و کلش مقدار رسوب‌دهی را تقریبا نصف نموده است. انرژی جنبشی زیاد و شدت بالای این رگبار باعث شد که نسبت به رگبارهای دیگر میزان رسوب‌دهی زیادتری مشاهده شود. در ضمن حداقل مقدار شاخص کارایی رسوب (۲۳/۷۰) یرای رگبار ۱۳۹۳/۱۱/۲۲ به‌دست آمد. با توجه به جدول (۵)، نتایج شاخص کارایی کاهش رسوب نشان داد که کاربرد خاک پوش کاه و کلش گندم و تراشه‌های چوب پوست درخت به ترتیب ۵۸/۷۵ و ۴۴/۱۰ درصد میزان رسوب را نسبت به حوزه آبخیز تک منبع بدون تیمار

کاهش داده است (جدول ۵). بنابراین کارایی خاک‌پوش-های کاه و کلش و تراشه‌های چوب در کم نمودن مقدار رسوب خروجی از حوضه تأیید شد. البته لازم به ذکر است که مقادیر رسوب بدست آمده در تحقیق حاضر مربوط به رخدادهای رگبار با شدت کم می‌باشد که از نظر فرسایندگی زیاد قابل توجه نمی‌باشند. در نتیجه بایستی عملکرد تیمار مذکور در رگبارهای شدیدتر نیز مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان اظهار نظر قطعی‌تری در مورد معنی‌دار بودن اثرگذاری خاک‌پوش کاه و کلش در کاهش تولید رسوب رگبارهای با فرسایندگی بالا بدست آید.

جدول(۴): نتایج رواناب تیمارهای مورد استفاده در رگبارهای مختلف

زمان رگبار	تیمار	ضریب رواناب (درصد)	رواناب خروجی ویژه (لیتر بر مترمربع)	رسوبدهی ویژه (گرم بر متر مربع)	حداکثر گل آلودگی(گرم بر لیتر)
	شاهد	۲۷/۳۹	۴/۳۳	۲/۶۳	۲
۱۳۹۳/۱۱/۱۰	تراشه چوب	۲۱/۳۰	۳/۴۹	۱/۶۵	۱/۳۶
	کاه و کلش	۱۹/۸۰	۳/۱۸	۱/۴۵	۱/۰۲
	شاهد	۲۳/۲۰	۳/۹۴	۱/۷۰	۱/۴۲
۱۳۹۳/۱۱/۲۲	تراشه چوب	۲۶/۲۰	۳/۹۵	۱/۳۰	۰/۷۲
	کاه و کلش	۱۹/۱۱	۳/۰۸	۰/۵۱	۰/۴۹
	شاهد	۲۴/۵۹	۱/۹۹	۱/۴۸	۱/۴۵
۱۳۹۳/۱۱/۲۷	تراشه چوب	۲۰/۴۸	۱/۶۶	۰/۵۸	۰/۶۵
	کاه و کلش	۱۷/۸۵	۱/۴۵	۰/۳۴	۰/۴۲
	شاهد	۲۵/۴۲	۲/۹۵	۲/۰۸	۲/۳۵
۱۳۹۳/۱۲/۰۱	تراشه چوب	۲۲/۱۳	۲/۵۷	۱/۱۹	۱/۰۵
	کاه و کلش	۲۰/۰۶	۲/۲۵	۰/۹۹	۱/۰۱
	شاهد	۲۵/۹۴	۱/۷۶	۱/۹۹	۲/۳۰
۱۳۹۴/۰۱/۰۲	تراشه چوب	۲۲/۹۱	۱/۵۶	۱/۱۰	۱/۲۰
	کاه و کلش	۱۹/۶۴	۱/۲۶	۰/۹۱	۱/۱۰
	شاهد	۲۳/۳۳	۲/۹۲	۱/۴۱	۱/۰۲
۱۳۹۴/۰۱/۰۹	تراشه چوب	۲۰/۲۰	۲/۳۲	۰/۳۹	۰/۴۴
	کاه و کلش	۱۸/۲۸	۲/۳۱	۰/۲۱	۰/۵۸
	شاهد	۲۴/۴۲	۳/۳۰	۲/۳۶	۱/۹۴
۱۳۹۴/۰۱/۲۲	تراشه چوب	۲۰/۵۳	۲/۷۷	۱/۴۲	۱/۱۶
	کاه و کلش	۱۸/۷۹	۲/۴۶	۱/۲۲	۰/۹۰

جدول (۵): مقادیر کارایی کاهش رسوب (SLRE) و کارایی کاهش رواناب (RRE) خاک‌پوش

واقعه رگبار	نوع خاک‌پوش	SLRE	RRE
۱۳۹۳/۱۱/۱۰	کاه و کلش	۴۴/۸۷	۲۶/۵۵
	تراشه چوب	۳۷/۲۶	۱۹/۳۹
۱۳۹۳/۱۱/۲۲	کاه و کلش	۷۰/۱۶	۲۱/۹۱
	تراشه چوب	۲۳/۷۰	-۰/۱۵
۱۳۹۳/۱۱/۲۷	کاه و کلش	۷۷/۲۹	۲۷/۱۴
	تراشه چوب	۶۲/۴۹	۱۶/۵۸
۱۳۹۳/۱۲/۰۱	کاه و کلش	۵۲/۲۴	۲۳/۶۸
	تراشه چوب	۴۲/۵۱	۱۲/۸۲
۱۳۹۴/۰۱/۰۲	کاه و کلش	۵۴/۳۹	۲۸/۵۳
	تراشه چوب	۴۴/۶۲	۱۱/۵۱
۱۳۹۴/۰۱/۰۹	کاه و کلش	۸۵/۲۲	۲۰/۷۸
	تراشه چوب	۷۲/۲۰	۲۰/۴۴
۱۳۹۴/۰۱/۲۲	کاه و کلش	۴۸/۲۶	۲۵/۳۹
	تراشه چوب	۳۹/۹۷	۱۵/۹۸
میانگین ۷ رگبار	کاه و کلش	۵۸/۷۵	۲۴/۵۴
	تراشه چوب	۴۴/۱۰	۱۳/۵۴

به منظور بررسی رواناب و رسوب حوزه آبخیز تک منبع کنترل با حوضه‌های دارای تیمار خاک‌پوش، از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) استفاده شد. برای استفاده از تجزیه واریانس لازم است که داده‌ها نرمال باشند (بی‌همتا و زارع چاهوکی، ۱۳۸۹). جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. با توجه به این‌که سطح معنی-داری در رواناب و رسوبدهی ویژه به‌ترتیب ۰/۸۷۵ و

۰/۶۳۹ بدست آمده و بیشتر از ۰/۰۵ است، پس دلایل کافی برای رد فرض صفر وجود ندارد و به عبارت دیگر می‌توان نتیجه گرفت که توزیع داده‌ها نرمال است (جدول ۶). نتایج ANOVA در جدول (۶) آمده است. نتایج نشان داد که بین تولید رسوب ویژه حوزه آبخیز تک منبع تیمار شده با خاک‌پوش کاه و کلش و بدون تیمار در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) وجود دارد. اگرچه مقدار رواناب در حوزه‌های آبخیز تک منبع با کاربرد خاک پوش نسبت به حوزه آبخیز تک منبع بدون کاربرد تیمار کاهش یافته است اما نتایج آزمون ANOVA نشان می‌دهد که بین رواناب واحد سطح در هر سه حوضه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و منجر به کاهش آماری رواناب نشده است. ($P=0.291$) به نظر می‌رسد که شیب زیاد منطقه و درصد رخنمون سنگی نسبتاً بالا سبب شده است که کاهش مقدار رواناب از لحاظ آماری معنی‌دار نباشد. در این رابطه Prosdocimi و همکاران (۲۰۱۶) به آنالیز و مرور یافته‌های سایر محققین در رابطه با کاربرد خاک-پوش پرداختند و بیان نمودند که با استفاده از خاک‌پوش، ضریب زبری سطح افزایش یافته و رواناب در سطح بیشتری پخش شده و منجر به افزایش نفوذپذیری سطحی می‌شود و مقدار رواناب کاهش می‌یابد. برای مقایسه میانگین گروه‌ها از روش دانکن استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که از لحاظ رواناب ویژه همه تیمارها در یک گروه قرار گرفته و تفاوت معنی‌داری ندارند اما در رسوبدهی ویژه میکروحوضه‌های تیمار شده با کاه و کلش و تراشه‌های چوب در یک گروه قرار گرفته‌اند و در مقایسه با میکروحوضه کنترل اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۶).

جدول(۶): نتایج آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA)

متغیر	تیمار	میانگین	تعداد	مقدار F	سطح معنی‌داری
رواناب ویژه (لیتر بر مترمربع)	کنترل	۳/۰۲۷[a]	۷	۱/۳۲۱	۰/۲۹۱
	تراشه چوب	۲/۶۱۷[a]	۷		
	کاه و کلش	۲/۲۸۴[a]	۷		
رسوب‌دهی ویژه (گرم بر مترمربع)	کنترل	۱/۹۵[a]	۷	۱۱/۹۷۷	۰/۰۰۰*
	تراشه چوب	۱/۰۹[b]	۷		
	کاه و کلش	۰/۸۰۴[b]	۷		

* سطح معنی‌داری ۹۹ درصد

نتایج حاصل از تحلیل‌های انجام گرفته بر اساس روش کار نشان می‌دهد که استفاده از خاک‌پوش‌های زیستی کاه و کلش و تراشه‌های چوب پوست درخت دارای اثر حفاظتی بالائی بوده به‌گونه‌ای‌که در حوزه‌های آبخیز تک منبع با تیمار حفاظتی کاه و کلش و تراشه‌های چوب نسبت به حوزه آبخیز تک منبع با تیمار شاهد رسوب ناچیزی وجود داشته است. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از کاه و کلش و تراشه‌های چوب می‌تواند بر سطح خاک مؤثر واقع شود که با نتایج صادقی و همکاران، ۱۳۹۳و Gholami و همکاران (۲۰۱۳)، Shi و همکاران (۲۰۱۳) هم‌خوانی دارد. دلیل رسوب کم خاک در تیمار خاک‌پوش کاه و کلش و تیمار تراشه‌های چوب پوشیده شدن سطح حوزه آبخیز تک منبع از تیمارهای خاک‌پوش مورد استفاده می‌باشد که مانع از برخورد مستقیم قطرات باران با سطح خاک شده است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Gholami و همکاران، ۲۰۱۳) و هم‌چنین میزان زبری سطح را افزایش داده و موجب کاهش قدرت فرسایندگی باران شده است. صادقی و

همکاران (۱۳۹۳) نیز به این نتیجه رسیدند که لایه‌های خاک‌پوش کاه و کلش به افزایش ضریب زبری سطحی و جلوگیری از برخورد قطرات باران، به تأخیر تولید رواناب، افزایش نفوذپذیری آب باران و کاهش قدرت فرسایندگی باران کمک می‌کنند.

با افزایش ذخیره رواناب و افزایش نفوذپذیری در خاک تولید رواناب و به تبع آن فرسایش کاهش خواهد یافت (Liu et al., 2012; Gholami et al., 2013). خاک‌پوش های مورد استفاده در این مطالعه به مقدار سه تن بر هکتار بوده و درصد پوشش سطح خاک پس از گسترده شدن حدود ۹۰ درصد سطح حوزه آبخیز تک منبع را پوشش می‌داد و با توجه به جدول (۴) به‌میزان زیادی حجم رواناب را کاهش می‌دهند و به نظر می‌رسد که خاک‌پوش‌های کاه و کلش گندم نسبت به تراشه‌های چوب به‌طور چشمگیری عملکرد بهتری در کاهش رواناب و رسوب‌دهی نشان دادند. کاهش رواناب با افزایش مقدار خاک‌پوش مورد استفاده توسط سایر پژوهشگران (مانند: صادقی و همکاران، ۱۳۹۳ و کاویان و همکاران، ۱۳۹۴) نیز گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

استفاده از روش‌های مهار هدر رفت خاک و کاهش رواناب همیشه مد نظر محققین مختلف در سراسر دنیا بوده است. پژوهش حاضر به‌منظور اثربخشی تأثیر دو نوع خاک‌پوش زیستی کاه و کلش گندم و تراشه‌های چوب پوست درخت بر میزان تولید رواناب و هدررفت خاک تحت شرایط باران طبیعی و در سطح حوزه آبخیز تک منبع انجام گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش مؤید کاهش میزان تولید رواناب و رسوب در خروجی حوزه‌های آبخیز کوچک حدود یک هکتاری در اثر استفاده از سه تن کاه و کلش و تراشه چوب بوده است. اگرچه مقدار خاک‌پوش مورد استفاده پوشش صد در صدی در سطح حوزه آبخیز را ایجاد نکرد اما مقاومت در برابر ضربات باران و جلوگیری از فرسایش پاشمانی و اثر فیلتری خاک‌پوش‌ها مانع از انتقال رسوب به طرف پایین دست قبل از ورود به آبراهه اصلی شده است. به‌نحوی که در حوزه آبخیز تک منبع با کاربرد تیمار مقدار رسوب کل رگبار در مقایسه با حوضه کنترل در سطح معنی‌داری کاهش پیدا نمود ($P<0.05$). با کاهش سرعت رواناب، فرصت نفوذ به‌دست آمده و با توجه به میزان شیب و درصد رخنمون سنگی و نفوذپذیری تقریباً یکسان حوزه‌های آبخیز مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از خاک‌پوش منجر به کاهش رواناب حوزه‌های آبخیز تک منبع با تیمار حفاظت خاک شده است. مقایسه بین تیمارهای خاک‌پوش مورد استفاده نشان می‌دهد که خاک‌پوش کاه و کلش گندم در جلوگیری از تولید رواناب و کاهش رسوب عملکرد بهتری نسبت به خاک‌پوش تراشه‌های چوب از خود نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد که این عملکرد بهتر به‌دلیل در هم تنیدن و چسپیدن الیاف کاه و کلش به هم‌دیگر و ایجاد مانع در جهت جریان و فیلتراسیون ذرات رسوب در پشت خاک‌پوش و هم‌چنین در لابه‌لای کلش‌ها باشد. در نهایت نیز پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های بیش‌تری در حوزه‌های آبخیز با شرایط تولید رواناب بیش‌تر دارای شیب زیاد و نفوذپذیری کم‌تر انجام گیرد تا تعداد رگبارهای منجر به تولید رواناب در طول دوره آماری افزایش یابد. علاوه بر آن، پایش دقیق و هم‌زمان سایر انواع فرسایش صورت پذیرد تا تفسیر بهتری از عملکرد تیمارهای حفاظت خاک ارائه شود. در راستای حفظ آب و خاک ضمن توصیه عمومی به استفاده از بقایای گیاهی، بررسی اثربخشی مقادیر و انواع مختلف خاک‌پوش در مطالعات آینده توصیه می‌شود.

منابع

بی‌همتا، م. ر.، زارع چاهوکی، م. ع.، ۱۳۸۹. اصول آمار در علوم منابع طبیعی. موسسه انتشارات دانشگاه تهران، ۳۰۰ ص.

رفاهی، ح. ۱۳۸۸. فرسایش آبی و کنترل آن. موسسه انتشارات دانشگاه تهران، ۵۵۱ ص.

صادقی، س.ح.ر. ۱۳۸۹. مطالعه و اندازه گیری فرسایش آبی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۱۹۹ص.

صادقی، س.ح.ر.، حزباوی، ز.، یونسی، ح. و بهزادفر، م.۱۳۹۲. روند تغییرات هدررفت خاک و غلظت رسوب بر اثر کاربرد پلی‌آکریل‌آمید. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۴) : ۶۷-۵۳.

صادقی، س.ح.ر.، شریفی مقدم، ا.، غلامی، ل. ۱۳۹۳. اثر کاه و کلش برنج بر تولید رواناب سطحی و هدررفت خاک در کرت‌های کوچک. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۳ (۴): ۸۳-۷۳.

کاویان، ع.، محمدی، م.، فلاح، م.، غلامی، ل. ۱۳۹۴. اثر کاه گندم بر تغییرات زمان شروع و ضریب رواناب در کرت‌های آزمایشگاهی تحت شبیه‌سازی باران. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۵ (۲): ۸۲-۷۳.

محمدی، م، ا.، کاویان، ع.، سلیمانی، ک. ۱۳۹۵. مطالعه فرآیندهای تولید رواناب و رسوب تحت نوارهای ژئوتکستایل کنفی-کلشی. نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۰ (۳۴): ۵۰-۴۳.

Alatorre, L.C. Begueria, S. and Garcia-Ruiz, J.M. 2010. Regional scale modeling of hillslope sediment delivery: A case study in the Barasona Reservoir watershed (Spain) using WATEM/SEDEM. Journal of Hydrology. 391: 109–123.

Donjadee, S. and Tingsanchali, T., 2016. Soil and water conservation on steep slopes by mulching using rice straw and vetiver grass clippings. Agriculture and Natural Resources. 50: 75-79.

Gholami, L., Sadeghi, S.H.R. and Homaee, M. 2013. Straw Mulching Effect on Splash Erosion, Runoff, and Sediment Yield from Eroded Plots. Soil Science Society of America Journal, 77: 268- 278.

Mohamadi, M.A., Kavian, A., 2015. Effects of rainfall patterns on runoff and soil erosion in field plots. International soil and water conservation research, 3: 273-281.

Montenegro, A.A.A., Abrantes, J.R.C.B., De Lima, J.L.M.P., Singh, V.P.b and Santos, T.E.M. 2013. Impact ofmulching on soil and water dynamics under intermittent simulated rainfall. Catena. 109:139–149.

Poesen, J.W.A. and Lavee, H. 1991. Effects of size and incorporation of synthetic mulch on runoff and sediment yield from interrills in a laboratory study with simulated rainfall. Soil Tillage Research. 21: 209–223.

Prosdocimi, M., Jordan, A., Tarolli, P., Keesstra, S., Novara, A. and Cerda, A. 2016. The immediate effectiveness of barley straw mulch in reducing soil erodibility and surface runoff generation in Mediterranean vineyards. Science of the Total Environment. 547: 323–330.

Sadeghi, S.H.R. and Saeidi, P. 2010. Reliability of sediment rating curves for a deciduous forest watershed in Iran. Hydrological Sciences Journal, 55: 821–831.

Shi, Z.H., Yue, B.J., Wang, L., Fang, N.F., Wang, D. and Wu, F.Z. 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.

Smets, T., Poesen, J., Bhattacharyya, R., Fullen, M.A., Subedi, M., Booth, C.A., Kerte´sz, A., Szalai, Z., Toth, A., Jankauskas, B., Jankauskiene, G., Guerra, A., Bezerra, J.F.R., Yi, Zh., Panomtaranichagul, M., Buhmann, C. and Paterson, D,G. 2011. Evaluation of biological

geotextiles for reducing runoff and soil loss under various environmental conditions using laboratory and field plot data. Land Degradation and Development, 15 p.

Stocking, M. 1988. Assessing vegetative cover management effects. p. 162-185. In Lal R, ed, Soil Erosion Research Methods. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA.

Sutherland, R.A. 1998. Rolled erosion control systems for hillslope surface protection: a critical review, synthesis and analysis of available data. I. Background and formative years. Land Degradation and Development 9, 465–486.

Effectiveness evaluation of wheat straw and wood shred mulches for runoff and sediment yield reduction from unit source micro-catchments

Jalal Zandi[۱], Karim Solaimani*[۲], Mahmood Habibnezhad Roshan[۳], Ataollah Kavian[۴]

Abstract

In this study, the effectiveness of wheat straw mulch and wood shred was investigated in order to reducing runoff and sediment yield from unit source micro-catchments. Three micro-catchments (one for control and two others for treatments) were selected with an area of 1/ha for each wich are located in upstream of Gheshlagh Dam in Kurdistan province. After the implementation of treatments (application rate of 3 ton. ha-1), each micro-catchment was equipped with one flume at its outlet to measure the runoff rate and turbidity during storm events across one-year sampling from 2014-2015. The result of RRE and SLRE showed that straw mulch and wood shred have reduced runoff by 24.54 and 13.24 percent, and sediment yield by 58.75 and 44.10 percent in comparison to the untreated micro-catchment, respectively. Wheat straw mulch showed better performance in reducing runoff and sediment than wood shred. This might be due to the twisted fibers of straw mulch, the formation of barrier against the flow, and filtration of sediment particles by straw.

Keywords: Soil and water conservation, Unit source micro-catchment, Mulch, Sediment load, Gheshlagh Dam**.**

[1]-Ph. D., Watershed Management Sciences & Engineering. Department of Watershed Management, Sari University of Agricural Sci. & Natural Resources, Iran. Email: jalal.zandi2010@gmail.com
[2]- Professor, Department of Watershed Management, Sari University of Agricural Sci. & Natural Resources, Iran. *(corresponding author) Email: k.solaimani@sanru.ac.ir or solaimani2001@yahoo.co.uk
[3]-Professor, Department of Watershed Management, Sari University of Agricural Sci. & Natural Resources, Iran. Email: m.habibnezhad@sanru.ac.ir
[4]-Professor, Department of Watershed Management, Sari University of Agricural Sci. & Natural Resources, Iran. Email: a.kavian@sanru.ac.ir