

اثر کاه و کلش برنج بر زمان شروع و ضریب رواناب ناشی از باران

لیلا غلامی^۱، سیدحمیدرضا صادقی^{۲*} و مهدی همایی^۳

چکیده

تولید رواناب باعث هدررفت خاک و در نهایت افزایش رسوب در مخزن‌های آبی می‌شود. فرسایش آبی فرآیندی انتخابی است که سبب حذف ذرات خاک با اجزاء کوچک‌تر و تراکم کمتر می‌شود. اصلاح‌کننده‌های آلی با افزایش نفوذپذیری و کاهش رواناب موجب کاهش هدررفت خاک می‌شوند، هرچند کمی‌سازی اثر آن‌ها بر مؤلفه‌های فرآیند تولید رواناب کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از اینرو این پژوهش برای بررسی اثر کاه و کلش برنج به‌عنوان یک تیمار حفاظتی در زمان شروع و ضریب رواناب در خاک‌های شنی-لومی مرتع‌های ییلاقی البرز در شمال ایران تحت شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. آزمایش‌ها با کاه و کلش در مقدار ۰/۵ کیلوگرم در مترمربع برای شدت‌های باران شبیه‌سازی شده با مقادیر ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت و شیب ۳۰ درصد انجام شده است. نتایج نشان داد که کاه و کلش می‌تواند تأثیر معنی‌داری با سطح اعتماد ۹۹ درصد در افزایش زمان شروع و کاهش ضریب رواناب داشته باشد. میزان افزایش زمان شروع رواناب در اثر تیمار حفاظتی کاه و کلش در شدت ۹۰ میلی‌متر بر ساعت با مقدار ۱۱۰/۱۰ درصد بیشترین مقدار بود. ضریب رواناب نیز پس از تیمار حفاظتی در شدت ۳۰ میلی‌متر بر ساعت با مقدار ۱۹/۳۶ درصد بیشترین کاهش را داشت.

واژه‌های کلیدی: اصلاح‌کننده طبیعی خاک، مراتع البرز، مقدار رواناب، مهار زمان شروع رواناب.

ارجاع: غلامی ل. صادقی س. ح. ر. و همایی م. ۱۳۹۳. اثر کاه و کلش برنج بر زمان شروع و ضریب رواناب ناشی از باران. مجله پژوهش آب ایران. ۸(۱۵):۳۳-۴۰.

۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۲- استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور.

۳- استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

* نویسنده مسئول: sadeghi@modares.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۳/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۰۳

مقدمه

مالچ‌ها^۱ یا خاکپوش‌ها پتانسیل زیادی برای مهار رواناب و فرسایش دارند (مورگان، ۱۹۸۶). پوشش گیاهی به طور مثال گراس‌ها و بوته‌ها می‌تواند برای بازسازی منطقه‌های تخریب یافته یا برای محافظت دامنه‌های لخت به تازگی ساخته شده و در طولانی مدت استفاده شوند (سردا، ۱۹۹۹ و آدکالو و همکاران، ۲۰۰۷) اما در طول مراحل بحرانی استقرار گیاه، مالچ‌های آلی می‌توانند برای کاهش رواناب و در نهایت حفاظت فوری سطح خاک بر علیه نیروهای فرساینده باران و رواناب استفاده شوند (اسمتس و همکاران، ۲۰۰۸). پس استفاده از مواد تثبیت کننده و یا اصلاح کننده خاک^۲ یکی از راه‌حل‌های اجتناب‌ناپذیر حفاظت خاک تلقی می‌شود. در همین راستا استفاده از انواع خاکپوش‌ها (مالچ)، مواد آلی، کود دامی، حصیرهای مهار فرسایش و حتی روش‌های مختلف زیست مهندسی^۳ پیشنهاد شده است (اسچی چتل و همکاران، ۱۹۸۰؛ مورگان، ۱۹۸۶؛ هان و مورگان، ۲۰۰۶ و اسمتس و همکاران، ۲۰۰۷) که تثبیت هیدرژنولوژیکی خاک را به دنبال داشته است. اصولاً اصلاح کننده‌ها به دو دسته آلی و غیرآلی تقسیم شده و باعث اصلاح و پایداری ساختمان خاک می‌شوند. اصلاح کننده‌های آلی از بقایای موجودات زنده هستند و شامل خزهای تورب‌زار، تراشه‌های چوب، قطعات ریز شده چمن، کاه و کلش^۴، کمپوست، کود حیوانی، خاک‌های آلی، خاک اره و خاکستر چوب هستند. اصلاح کننده‌های غیرآلی از زمین استخراج شده و یا ساخته شده دست بشرند و شامل رس ورمی کولایت، پلیمر، پرلیت، گچ، تکه‌های تایلر و ماسه هستند (روپت و کلیف، ۲۰۰۳ و وایتینگ و همکاران، ۲۰۱۰). تأثیر مالچ‌ها در کاهش رواناب و هدرفت خاک به عامل‌های زیادی از جمله فرسایش باران، نوع و شرایط خاک، تندی و طول شیب، مقدار و نوع مالچ کاربردی بستگی دارد (آمی موتو، ۱۹۸۱؛ کوگو و همکاران، ۱۹۸۴ و فوستر و همکاران، ۱۹۸۲). مالچ‌های گیاهی بقایای گیاهی هستند که برای کاهش تبخیر و اصلاح دمای خاک استفاده می‌شوند (آدامز، ۱۹۶۶). بازنگری گسترده‌ای که به وسیله جکر و همکاران (۱۹۵۵) در رابطه با مالچ منتشر شده است نشان می‌دهد که مالچ تبخیر در سطح‌های رطوبتی بالا را کاهش داد اما تأثیر کمی بر تبخیر در رژیم‌های رطوبتی

پایین داشته است. راسل^۵ نشان داد مالچ برای ذخیره رطوبت خاک بسیار مفید بوده است. همچنین ایشان نتیجه‌گیری کرد زمانی که بارندگی کم و پراکنده باشد، کاه و کلش اصلاً و یا مقدار کمی در مهار تبخیر مؤثر بود (آدامز، ۱۹۶۶). در همین راستا آدامز (۱۹۶۶) به بررسی اثرات مالچ کاهی و شن بر رواناب در تگزاس^۶، در کرت‌های ۰/۴ مترمربعی و شیب ۴ درصد پرداخت. نتایج ایشان نشان داد که پوشش سطحی کاه و کلش و شن به طور معنی‌داری بر کاهش رواناب مؤثر بوده است. بر طبق آزمایش‌های صحرایی گیلی و همکاران نشان دادند که در استفاده از بقایای ذرت، سویا و سورگوم در کاهش رواناب، بقایای ذرت به طور معنی‌داری در کاهش ضریب‌های رواناب در مقایسه با بقایای سویا و سورگوم مؤثرتر بود (به نقل از اسمتس و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین پوزن و لائو (۱۹۹۱) اثرات اندازه و ترکیب مالچ در ایجاد رواناب در مقیاس کرت و برای فرسایش بین‌شیاری و در شرایط آزمایشگاهی با باران شبیه‌سازی شده ۷۵ میلی‌متر بر ساعت، شیب ۴/۵ درصد در دانشگاه برلین^۷ در فلسطین اشغالی را بررسی کردند. مالچ‌های مزبور با ضخامت ۲ سانتی‌متر، در شکل‌ها و سطح‌های مختلف استفاده شدند. نتایج نشان داد که اثر مقادیر مختلف مالچ در کاهش رواناب از سطح‌های بین‌شیاری، با اندازه ذرات مشخص مالچ نسبت معکوس داشت. تاپیلوارگاسو و همکاران (۲۰۰۱) نیز اثرات سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی در دامنه کشاورزی بر تولید رواناب در مکزیک در شیب ۹ درصد را بررسی کردند. آن‌ها ۴ کرت شامل ذرت دیم با تیمارهای شخم معمولی، بدون شخم و بدون باقیمانده‌های پوشش گیاهی، بدون شخم و با ۳۳ درصد باقیمانده‌های پوشش گیاهی و بدون شخم و با ۱۰۰ درصد باقیمانده‌های پوشش گیاهی را مدنظر قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که تیمارهای شخم معمولی، بدون شخم و بدون باقیمانده‌های پوشش گیاهی بیشترین رواناب را تولید کردند. روی و همکاران (۲۰۰۶) اثر استفاده از روش‌های مالچی بر رواناب در مقیاس کرت برای منطقه لاتیناچی^۸ مکزیک را بررسی کردند. تیمار با خاک لخت، بدون خاک‌ورزی و بدون گیاه با ۱/۵ تن بر هکتار مالچ باقیمانده، شخم مستقیم ذرت با ۱/۵ و ۴/۵ تن بر هکتار مالچ باقیمانده آنالیز شدند. مقادیر رواناب دامنه‌ای از ۰/۶ برای شخم مستقیم ذرت با ۴/۵ تن بر هکتار مالچ

5- Russel
6- Texas
7- Bar-Ilan
8- La Tinaja

1- Mulch
2- Soil Conditioners / Amendments
3- Bioengineering
4- Straw Mulch

نتایج نشان داد که پوشش‌های سطحی از جمله قطعات سنگی، مالچ‌های آلی و پوشش گیاهی در کاهش رواناب مؤثرتر بودند. در ایران نیز ارشم و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی اثر رطوبت‌های قبلی خاک بر مقادیر رواناب با استفاده از باران شبیه‌سازی شده در ۳ نوع خاک با کاربری زراعی و با شدت باران ۸۰ میلی‌متر بر ساعت در استان خوزستان پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که حداکثر ضریب رواناب در سه تداوم ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه نسبت به حداقل آن ۲ تا ۵ برابر افزایش داشته است. در حالیکه در خاک‌های مورد بررسی با افزایش رطوبت تا ظرفیت زراعی بافت سبک، متوسط و سنگین به ترتیب کمترین تا بیشترین ضریب رواناب را داشته‌اند و در حالت نزدیک به اشباع، روند افزایشی رواناب در بافت سنگین کند شده و کمتر از بافت متوسط بود. استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک به سبب عدم پیامدهای سوء زیست محیطی، قابلیت دسترس و نیز توجیه اقتصادی و با اطمینان عملکرد سریع برای مدیریت منابع آب و خاک توصیه شده است. از طرفی پیش‌بینی رفتار سامانه 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، هنوز ابعاد گسترده‌ای از آن در سایه‌ای از عدم اطمینان قرار دارد. جمع‌بندی سابقه‌های پژوهش نشان می‌دهد که روش‌های مهار رواناب با کاه و کلش در شیب‌ها و شدت‌های بارندگی مختلف با استفاده از رگبارهای طبیعی و یا شبیه‌سازی شده با پژوهش‌گران ارزیابی شده است. لکن بررسی اثر روش ارزان و قابل قبول و در چند تکرار و همچنین مقایسه اثرات متقابل آن با دیگر پارامترهای مؤثر بر آن کمتر توجه شده است. علاوه بر این اثر کاه و کلش روی زمان شروع رواناب نیز در مطالعات بررسی شده مورد ارزیابی قرار نگرفته است. از اینرو پژوهش حاضر برای بررسی اثر اصلاح‌کننده آلی کاه و کلش برنج در مقیاس پلات و در شرایط آزمایشگاهی بر تغییر زمان شروع و ضریب رواناب انجام شده است.

مواد و روش‌ها

پلات‌های فرسایش و شبیه‌ساز باران

آزمایش‌ها با سه پلات فرسایشی ۶ در ۱ مترمربعی به عمق ۰/۵ متر و شیب ۳۰ درصد در شرایط آزمایشگاه انجام شد. آزمایشگاه شبیه‌ساز باران شامل یک مخزن ۴۰۰۰ لیتری، ۲۷ نازل کالیبره شده در ۳ خط موازی و توانایی شبیه‌سازی

باقیمانده تا ۳/۹ میلی‌متر برای خاک لخت گزارش شد. آدکالوو همکاران (۲۰۰۷) به بررسی اثر استفاده از مالچ بر نفوذ، رواناب سطحی در مقیاس کرت برای ۳ خاک کشاورزی در ۶ تکرار در جنوب غرب نیجریه برای ۳ شیب مختلف و با مقادیر مختلفی از مالچ پنیستوم پورپوروم^۱ پرداختند و نتایج حاصل با شرایط استفاده از کاه برنج مقایسه شد. رواناب با مقادیر مالچ استفاده شده کاهش اما با زیاد شدن شیب افزایش یافت. اسمتس و همکاران (۲۰۰۷) نیز اثر دو نوع برگ نخل خرما و ۳ خاکپوش شبیه‌سازی شده با اندازه‌های مختلف مش در کاهش رواناب در شیب‌های ۱۵ و ۴۵ درصد در مقیاس کرت در دانشگاه ولاورهامپتون^۲ انگلستان با بارش‌های به شدت ۴۵ و ۶۵ میلی‌متر بر ساعت را بررسی کردند. نتایج نشان داد که خاکپوش‌ها در کاهش ضریب رواناب روی شیب متوسط در مقایسه با شیب تند مؤثرتر بودند. لی و همکاران (۲۰۱۱) به مطالعه نقش مالچ کاه و کلش بر مهار رواناب در مقایسه با کرت‌های آزمایشی با و بدون پوشش گیاهی در ابعاد ۵ در ۱۵ متر و در خاک‌های تهیه شده از منطقه‌های جنوبی چین کردند. تحلیل نتایج حاصل از کاربرد لایسیمتر برای تیمارهای مذکور دلالت بر تأثیر معنی‌دار مالچ کاه و کلش بر کاهش رواناب داشته است. جیانگو همکاران (۲۰۱۱) نیز به بررسی اثر کاه و کلش گندم بر رواناب میانه غربی امریکا پرداختند. نتایج ایشان نشان داد که کاه و کلش می‌تواند رواناب را تا ۶۸ درصد کاهش دهد. همچنین اسمتس و همکاران (۲۰۱۱) در آزمایشگاه دانشگاه ولاورهامپتون، انگلستان اثرات خرما، خرما برزیلی^۳، بامبو و کاه برنج با پوشش ۴۱ تا ۶۵ درصد و ضخامت ۷ تا ۱۶ میلی‌متر با استفاده از ۲ کرت بین شیاری ۰/۹۴ در ۰/۶ متر بر مقادیر رواناب در شیب‌های ۱۳/۵، ۲۷/۰ و ۴۱/۵ درصد و در شدت بارش ۶۷ میلی‌متر بر ساعت را شبیه‌سازی کردند. سپس داده‌های کرت صحرائی نیز در مورد اثرات آن‌ها در انگلستان، مجارستان، لیتوانی، جنوب آفریقا، برزیل و چین تحت بارش‌های طبیعی جمع‌آوری کردند. بر اساس داده‌های کرت صحرائی مقادیر رواناب ۴۶ درصد کاهش داشتند و بین داده‌های صحرائی و آزمایشگاهی در عمق رواناب اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. سپس اسمتس و همکاران (۲۰۰۸) تأثیر طول کرت با پوشش‌های سطح خاک در کاهش رواناب را بررسی کردند. داده‌ها از ۶۵ مطالعه آزمایشی با قطعات سنگی، مالچ آلی یا پوشش گیاهی بر رواناب جمع‌آوری کردند.

1- Pennisetumpurpureum

2- Wolverhampton

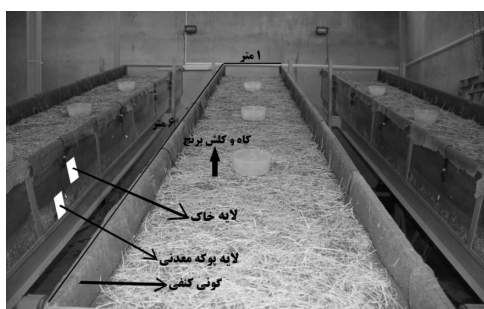
3- Mauritiaflexuosa

خاک به ترتیب ۷۵/۵، ۷/۹۵، میکروموس بر سانتی متر و ۲/۱۷ درصد بوده است.

با توجه به اینکه رطوبت پیشین خاک پس از شروع بارندگی بیشترین اثر مستقیم در مقاومت خاکدانه‌ها و فرآیند تخریب و تغییر ویژگی‌های سطح خاک و نیز زمان تشکیل رواناب را دارد، به همین دلیل مدت زمان آزمایش ۱۰ تا ۱۵ دقیقه تعیین شد. سپس با توجه به داده‌های باران‌نگار نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک (ایستگاه کجور) و نیز آمار ایستگاه‌های بلده و سیاه‌بیشه و در نهایت بررسی منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی تهیه شده برای ایستگاه‌های قراخیل و نوشهر، شدت‌های بارندگی ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت به‌عنوان دامنه شدت‌های با دوره بازگشت کمتر از ۲۰ سال و مدت زمان برابر با مدت آزمایش (۱۰ تا ۱۵ دقیقه) تعیین شد.

تهیه تیمار کاه و کلش

برای دستیابی به هدف‌های پژوهش از کاه و کلش برنج به‌عنوان یک اصلاح‌کننده آلی خاک و موجود در شرایط منطقه و ارزان استفاده شد. مقدار پوشش سطحی و وزن خشک آن به ترتیب ۹۰ درصد و ۰/۵ کیلوگرم در مترمربع برای ایجاد پوشش کافی در سطح خاک (انصاری، ۱۳۸۶) فرسایش یافته و به طور یکنواخت در سطح خاک پخش شد (داس و آگراوال، ۲۰۰۲ و کوکال و سرکار، ۲۰۱۰). مقدار کاه و کلش پیشنهاد شده برای حفاظت خاک، کمترین مقدار کاه و کلش هوا خشک است که از نظر موجودیت و اقتصادی بودن قابل توجه است. شکل ۱ نمایی از شرایط آزمایش را ارائه می‌کند.



شکل ۱- پلات‌های آزمایشگاهی و تیمار حفاظتی کاه و کلش

اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

در این بررسی، از ۳ پلات ۶ مترمربعی برای اندازه‌گیری زمان شروع و مقدار رواناب استفاده شد. قبل از استفاده از مالچ مقادیر زمان شروع رواناب و مقدار آن به‌عنوان تیمار شاهد برای شدت‌های ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت (جدول ۱) در فاصله‌های زمانی ۲ دقیقه‌ای (روئیز سینوگا و همکاران،

قطرات باران در اندازه میانگین ۱/۳ میلی‌متر است. ارتفاع سقوط قطرات باران از بالاترین سطح پلات ۴ متر با سرعت متوسط ۴ تا ۵/۵ متر بر ثانیه بوده است. به دلایل عدم امکان کنترل باران در صحرا، عدم وجود بارش‌هایی با شدتی ثابت و در چند تکرار در فاصله پژوهش، عدم استفاده از خاک بدون پوشش، پوشش منطقه و وجود برف و تغییرات دمایی موجب استفاده از شبیه‌ساز باران و شرایط آزمایشگاهی شد.

نوع خاک

برای انجام آزمایش‌ها از خاک لومی شنی با مقادیر رس، سیلت و شن به ترتیب ۱۴، ۲۴ و ۶۲ درصد جمع‌آوری شده از لایه سطحی کمتر از ۲۰ سانتی‌متری (کوکال و سرکار، ۲۰۱۰) مرتع‌های بیلاقی البرز در شمال ایران استفاده شد. برای تأمین خاک آزمایشی از روش کوکال و سرکار (۲۰۱۱) به‌عنوان روش مبنا انجام شد. ابتدا اقدام به برداشت خاک از منطقه مادری در آخر تابستان ۱۳۹۰ شد. سپس به آزمایشگاه انتقال و در معرض هوای آزاد در حالت سرپوشیده قرار گرفت. پس از خشک کردن تا حد رطوبت بهینه با حفظ پایداری نسبی خاکدانه‌ها (کوکال و سرکار، ۲۰۱۱)، خاک از الک ۸ میلی‌متر با در نظر گرفتن مقادیر و دانه‌بندی خاکدانه برای افزایش تشابه با شرایط طبیعی خاک عبور داده شد (ارشم و همکاران، ۱۳۸۸؛ آغاسی و برآدفور، ۱۹۹۹ و دفرشا و همکاران، ۲۰۱۱).

برای ایجاد لایه‌های نفوذپذیر و کاهش وزن در کف پلات‌ها از ۳ لایه بوکه معدنی با اندازه‌های مختلف و ضخامت مجموع ۱۵ سانتی‌متر استفاده شد (داربوکس و همکاران، ۲۰۰۱ و دفرشا و همکاران، ۲۰۱۱). در روی این فیلتر از گونی کفنی در زیر خاک و دیواره‌های پلات‌ها برای افزایش اصطکاک در بین دیواره پلات‌ها و خاک و همچنین جداسازی خاک و بوکه استفاده شد (داربوکس و همکاران، ۲۰۰۱). سپس خاک آماده شده به عمق ۱۵ سانتی‌متر در درون پلات‌ها قرار داده شد و برای دستیابی به وزن مخصوص ظاهری حدود ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب خاک در شرایط طبیعی از غلطک استوانه‌ای با جنس پی‌وی‌سی به طول و قطر ۹۵ و ۱۵ سانتی‌متر و پر شده با ماسه و سیمان استفاده شد (رامکنس و همکاران، ۲۰۰۱). برای دستیابی به وزن مخصوص ظاهری در شرایط طبیعی، تعداد بهینه رفت و برگشت غلطک طی آزمایش‌های مکرر ۳۰ تا ۴۰ تردد تعیین شد. مقدار رطوبت مورد نیاز خاک برای انجام آزمایش‌های به استناد آزمایش‌های ماهانه (محمدپور، ۱۳۸۸) ۳۰ درصد و مقادیر pH EC و مواد آلی

جدول ۱- سطح‌های تیمارهای مورد بررسی

تیمار حفاظتی خاک		تیمار شدت بارندگی (میلی متر بر ساعت)	
نماد	خصوصیت تیمار	نماد سطح	سطح تیمار
C	شاهد (خاک لخت)	I _۱	۳۰
		I _۲	۵۰
T	حفاظت شده با کاه و کلش	I _۳	۷۰
		I _۴	۹۰

نتایج و بحث

این پژوهش برای بررسی اثر اصلاح‌کننده آلی کاه و کلش برنج در فرآیندهای زمان شروع و ضریب رواناب به‌عنوان یک تیمار حفاظتی انجام شده است. نتایج نمونه‌های جمع‌آوری شده با و بدون کاه و کلش برنج برای هر پلات و شدت در جدول ۲ ارائه شده است.

۲۰۱۰) جمع‌آوری شدند. سپس سطح پلات‌های خاک فرسوده با مالچ کاه و کلش پوشانده شد و زمان شروع و مقدار رواناب در خروجی هر پلات نمونه‌های رواناب در فاصله‌های زمانی ۲ دقیقه‌ای و برای همان شدت‌ها جمع‌آوری شد. سپس مقدار کل و ضریب رواناب برای هر پلات محاسبه شد. برای اندازه‌گیری مقدار رواناب، نمونه‌ها خروجی از هر پلات در فاصله‌های زمانی ۲ دقیقه‌ای جمع‌آوری شده و مقدار آن برای هر فاصله زمانی مشخص بود، در طول کل زمان نمونه‌برداری این مقدار رواناب با هم جمع شده و مقدار نهایی رواناب تعیین شد. همچنین برای اندازه‌گیری ضریب رواناب، مقدار رواناب محاسبه شده در کل مدت بارندگی تقسیم بر کل بارندگی حاصل به دست آمده در عدد ۱۰۰ ضرب شده تا درصد ضریب رواناب محاسبه شود. تعداد تیمارهای ترکیبی از ضرب تعداد سطح‌های شدت بارندگی در تعداد تیمار حفاظتی و شاهد (۴×۲ تیمار) به تعداد ۸ تیمار و در طرح فاکتوریل (ای‌کویی، ۱۹۹۱ و دفرشا و ملسه، ۲۰۱۲) با سه تکرار برای هر تیمار بررسی شد.

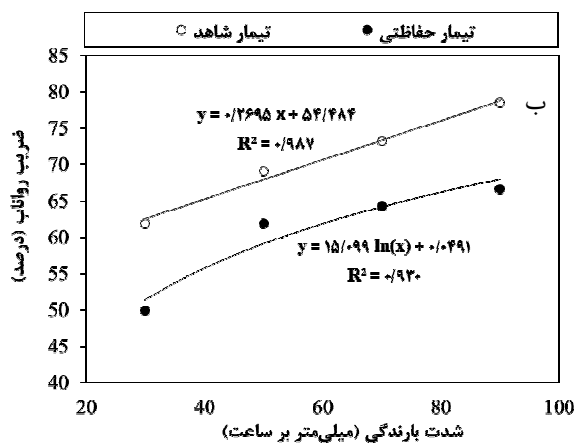
جدول ۲- مقادیر زمان شروع رواناب (ثانیه)، مقدار رواناب (لیتر) و ضریب رواناب (درصد) با و بدون کاه و کلش

شماره پلات	شدت بارندگی (میلی متر بر ساعت)	زمان شروع رواناب (ثانیه)		مقدار رواناب (لیتر)		ضریب رواناب (درصد)	
		شاهد	تیمار حفاظتی	شاهد	تیمار حفاظتی	شاهد	تیمار حفاظتی
۱	۳۰	۴۹/۳۹	۷۸/۳۹	۲۱/۰۶	۱۹/۰۴	۶۴/۸۶	۵۶/۱۴
	۵۰	۳۸/۵۱	۷۲/۵۲	۳۶/۹۰	۳۳/۷۴	۶۹/۳۵	۶۰/۲۰
	۷۰	۲۸/۵۶	۵۷/۸۹	۵۸/۸۲	۵۱/۰۵	۸۰/۲۱	۶۶/۵۱
	۹۰	۲۳/۱۵	۵۶/۱۱	۷۴/۲۴	۶۵/۷۹	۷۹/۴۲	۶۶/۸۵
۲	۳۰	۵۴/۲۶	۸۶/۵۹	۲۰/۴۶	۱۵/۶۶	۶۲/۵۴	۴۵/۶۱
	۵۰	۳۰/۲۷	۶۸/۱۱	۳۵/۹۵	۳۵/۰۵	۶۸/۴۵	۶۲/۹۵
	۷۰	۳۶/۱۵	۵۵/۳۹	۵۱/۷۹	۴۷/۷۹	۶۹/۷۸	۶۲/۵۰
	۹۰	۳۰/۳۲	۵۲/۲۷	۷۴/۰۵	۷۰/۶۵	۷۸/۳۲	۷۲/۱۸
۳	۳۰	۵۵/۸۱	۸۰/۶۳	۱۹/۰۸	۱۶/۳۲	۵۸/۱۹	۴۷/۹۶
	۵۰	۳۴/۳۴	۷۰/۴۴	۳۶/۷۳	۳۴/۹۱	۶۹/۴۸	۶۲/۴۸
	۷۰	۳۰/۴۵	۶۰/۳۴	۵۱/۱۸	۴۹/۱۷	۶۹/۵۸	۶۴/۸۲
	۹۰	۲۶/۷۰	۵۷/۲۸	۷۲/۹۹	۶۰/۰۴	۷۷/۶۵	۶۰/۹۰

مینی بر کاهش رواناب هماهنگی داشت. نتایج اثر متقابل شدت بارندگی و تیمار حفاظتی کاه و کلش بر ضریب و زمان شروع رواناب در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طوری که در شکل ۲ (ب) مشاهده می‌شود در تیمارهای با و بدون کاه و کلش برنج، رابطه زمان شروع رواناب با شدت بارندگی به صورت توانی- معکوس به‌ترتیب با ضریب تبیین

نتایج نشان داد که به طور کلی کاه و کلش در شدت‌های بارندگی مورد بررسی تأثیر معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۹ درصد بر افزایش زمان شروع و کاهش مقدار و ضریب رواناب داشته است که با نتایج آدامز (۱۹۶۶)، پوزون و لاو (۱۹۹۱)، آدکالو و همکاران (۲۰۰۷)، جیانگ و همکاران (۲۰۱۱)، لی و همکاران (۲۰۱۱) و اسمتس و همکاران (۲۰۰۸) و (۲۰۱۱)

آن با ۱۱۰/۱۰ درصد در شدت ۹۰ میلی‌متر بر ساعت مشاهده شد. (جدول ۳) همچنین با بررسی نتایج درصد تغییرات مقدار رواناب در شدت‌های ۳۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت به ترتیب با مقادیر ۱۵/۸۴ و ۱۱/۲۴ درصد بیشترین برآورد شد. میانگین درصد کاهش ضریب رواناب ۱۰/۱۸ درصد بود که با نتایج اسمتس و همکاران (۲۰۰۸) مبنی بر اثر کاه و کلس در کاهش مقدار رواناب هماهنگی دارد. ضریب رواناب نیز در شدت‌های ۳۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت به ترتیب با مقادیر ۱۹/۳۶ و ۱۵/۰۸ درصد بیشترین کاهش برآورد شد. مقدار کاهش رواناب در این پژوهش با نتایج لال (۱۹۷۹) در استفاده از کاه برنج برای منطقه‌ای در نیجریه و اثر آن بر کاهش مقدار رواناب در شدت‌های بالا مطابقت دارد ((ارشم و همکاران، ۱۳۸۸) در حالی که با نتایج ارشم و همکاران در رابطه با افزایش ضریب رواناب برای شدت‌های بالا مطابقت ندارد. در حقیقت با پوشش مالچی مشخص، مقدار زمان شروع و ضریب رواناب به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد زیرا قطعات مالچ مقدار رواناب بیشتری را در خود ذخیره می‌کنند که به مرور زمان در خاک نفوذ می‌یابد که با نتایج پوزون و لاو و کلی و دولیبه نقل از آدامز (۱۹۶۶) نیز مطابقت دارد.

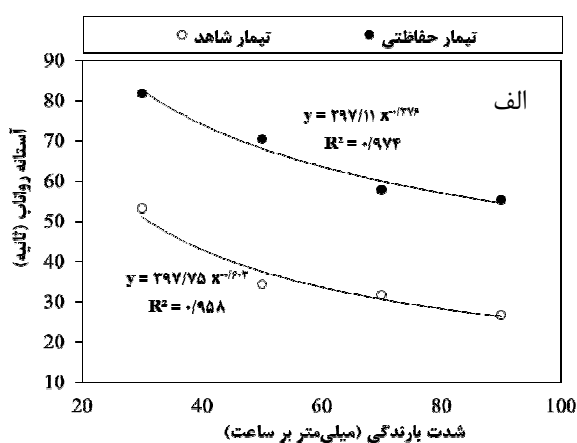


شکل ۲- اثر متقابل شدت بارندگی و تیمار حفاظتی کاه و کلس بر ضریب رواناب (الف) و زمان شروع رواناب (ب)

بارندگی بیشتر است اما در نهایت تأثیر آن بر مقدار و ضریب رواناب در کمترین مقدار شدت محسوس‌تر است (جدول ۳). این پاسخ‌های متفاوت به وجود آمده در زمان شروع و ضریب رواناب به دلیل حفاظت فیزیکی خاک با کاه و کلس در مقابل سلهای شدن و افزایش نفوذپذیری خاک و همچنین تأخیر در زمان شروع و مقدار رواناب با افزایش در پیچ و خم‌های مسیر جریان و عامل اصطکاک است که با نتایج به دست آمده با روی و همکاران (۲۰۰۶) در ارتباط با تأثیر مقدار مالچ در

۰/۹۶ و ۰/۹۷ بود. شکل ۲ (الف) نیز اثر متقابل شدت بارندگی در تیمارهای با و بدون کاه و کلس برنج بر ضریب رواناب را نشان می‌دهد. ارتباط بین این دو متغیر در دو تیمار بالا به ترتیب خطی- مستقیم (اسمتس و همکاران، ۲۰۰۸) و لگاریتمی- مستقیم (لی و همکاران، ۲۰۱۲) و ضریب تبیین در آن‌ها نیز به ترتیب ۰/۹۹ و ۰/۹۳ است. در کل باید به این نکته توجه داشت که پوشش گیاهی موجب تأخیر در زمان شروع و مقدار رواناب می‌شود، اما تأخیر در این مقادیر تا چه حد است. آیا استفاده از کاه و کلس با توجه به هزینه با صرفه است آیا می‌تواند به حفاظت خاک در منطقه تا مدت مشخصی برای استقرار پوشش بومی منطقه کمک کند و یا فقط این کار موجب صرف هزینه و وقت می‌شود.

با مقایسه پلات شاهد (خاک لخت) و تیمار حفاظتی (کاه و کلس) (جدول ۲) مشخص شد که میزان افزایش زمان شروع رواناب در شدت‌های ۵۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت به طور تقریبی یکسان بوده در حالی که در شدت بارندگی ۳۰ میلی‌متر بر ساعت کمترین مقدار افزایش در زمان شروع رواناب مشاهده شد. به عبارت دیگر با افزایش شدت بارندگی تغییرات زمان رواناب بیشتر شد به طوری که بیشترین مقدار



یکی از دلایل افزایش زمان شروع و کاهش ضریب رواناب شیب پلات‌ها (شیب متوسط منطقه) است که با برخی مطالعات از جمله اسمتس و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد. ایشان گفتند که خاکپوش‌ها در کاهش ضریب رواناب روی شیب متوسط در مقایسه با شیب تند مؤثرتر هستند. بررسی اثر متقابل شدت بارندگی و تیمار حفاظتی کاه و کلس خاک بر زمان شروع رواناب ضمن تأیید آن نشان داد که اثر کاه و کلس بر زمان شروع رواناب در شدت‌های بیشتر و متوسط

- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۶(۴): ۴۴۵-۴۵۵.
۲. انصاری ن. ۱۳۸۶. روش‌های احیاء آبخیز با پوشش گیاهی. انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی. ۱۴۳ ص.
۳. محمدپور ک. ۱۳۸۸. مقایسه نفوذپذیری، تولید رواناب و رسوب، پستی و بلندی خرد و پوشش گیاهی در مرتع‌های ییلاقی چرا و قرق شده نوشهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه تربیت مدرس. ۸۱ ص.
4. Adams J. E. 1966. Influence of Mulches on Runoff, Erosion and Moisture Depletion. Reprinted from Soil Science Society of America Proceedings. 30(1):10-114.
5. Adekalu K. O. Olorunfemi I. A. and Osunbitan J. A. 2007. Grass Mulching Effect on Infiltration, Surface Runoff and Soil Loss of three Agricultural Soils in Nigeria. Bioresource Technology. 98(4):912-917.
6. Agassi M. and Bradford J. M. 1999. Methodologies for interrill soil erosion studies. Soil and Tillage Research. 49:277-287.
7. Amimoto P. Y. 1981. Erosion and Sediment Control Handbook. California Department of Conservation Representative, No. EPA 4 40/3-78-003. 197 p.
8. Cerdà A. 1999. Parent Material and Vegetation Affect Soil Erosion in Eastern Spain. Soil Science Society of America Journal. 63(2):62-68.
9. Cogo N. P. Moldenhauer W. C. and Foster G. R. 1984. Soil loss reductions from conservation tillage practices. Soil Science Society of America Journal. 48(2):368-373.
10. Darboux F. Davy Ph. Gascuel Odoux C. and Hung C. 2001. Evolution of Soil Surface Roughness and Flowpath Connectivity In Overland Flow Experiments. Catena. 46(2-3):125-139.
11. Das D. K. and Agrawal R. P. 2002. Physical Properties of Soils. In: Fundamentals of Soil Science. New Delhi: Indian Society of Soil Science. 283-295.
12. Defersha M. B. and Mellese A. M. 2012. Effect of Rainfall Intensity, Slope and Antecedent Moisture Content on Sediment Concentration and Sediment Enrichment Ratio. Catena. 90:47-52.
13. Defersha M. B. Quraishi S. and Mellese A. M. 2011. The Effect of Slope Steepness and Antecedent Moisture Content on Interrill Erosion, Runoff and Sediment Size Distribution in the Highlands of Ethiopia. Hydrology and Earth System Sciences. 15:2367-2375.
14. Foster G. R. Johnson C. B. and Moldenhauer

کاهش مقادیر رواناب مطابقت دارد. همچنین می‌توان این واقعیت را بیان کرد زمانی که مالچ روی سطح خاک قرار می‌گیرد می‌تواند جریان سطحی هورتنی^۱ را به خوبی در بین مالچ‌ها ایجاد کند (پوزون و لائو، ۱۹۹۱).

جدول ۳- درصد تغییرات زمان شروع، حجم و ضریب رواناب ناشی از استفاده تیمار حفاظتی کاه و کلش

متغیر تأثیرپذیر	شدت بارندگی (میلی‌متر بر ساعت)			
	۹۰	۷۰	۵۰	۳۰
زمان شروع رواناب	+ ۱۱۰/۱۰	+ ۸۴/۶۹	+ ۱۰۶/۱۵	+ ۵۴/۱۹
مقدار رواناب	- ۱۱/۲۴	- ۸/۲۹	- ۵/۳۴	- ۱۵/۸۴
ضریب رواناب	- ۱۵/۰۸	- ۱۱/۹۳	- ۱۰/۴۳	- ۱۹/۳۶

+ تغییرات افزایشی - تغییرات کاهش

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که تیمار حفاظتی کاه و کلش می‌تواند تأثیر معنی‌داری در افزایش زمان شروع و کاهش ضریب رواناب داشته باشد. همچنین اثر متقابل زمان شروع رواناب با شدت بارندگی در تیمارهای با و بدون کاه و کلش برنج به صورت توانی- معکوس بود، در حالی که این اثر برای شدت بارندگی با ضریب رواناب به ترتیب خطی- مستقیم و لگاریتمی- مستقیم بود. با مقایسه پلات شاهد و تیمار حفاظتی مشخص شد که میزان افزایش زمان شروع رواناب در شدت‌های ۹۰ و ۳۰ میلی‌متر بر ساعت به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بود. همچنین درصد تغییرات مقدار رواناب در شدت‌های ۳۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت به ترتیب ۱۵/۸۴ و ۱۱/۲۴ برآورد شد. برای ضریب رواناب نیز بیشترین و کمترین مقدار کاهش در شدت‌های ۳۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت به ترتیب با مقادیر ۱۹/۳۶ و ۱۵/۰۸ درصد برآورد شد. در حقیقت با پوشش مالچی مشخص، مقدار زمان شروع و ضریب رواناب به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد زیرا قطعات مالچ مقدار رواناب بیشتری را در خود ذخیره می‌کنند.

منابع

۱. ارشم ع. آخوندعلی ع. م. و بهنیا ع. ۱۳۸۸. بررسی اثر رطوبت‌های قبلی خاک بر مقادیر رواناب و رسوب با استفاده از باران شبیه‌سازی شده. فصلنامه علمی-

- Intensities, Surface Roughness, and Soil Water Regimes. *Catena*. 46(2-3):103-123.
28. Rouppe B. and Calif J. 2003. The essential amendment: High quality gypsum demands your respect.
<http://westernfarmpress.com/essential-amendment-high-quality-gypsum-demands-your-respect>.
 29. Ruiz-Sinoga J. D. Romero-Diaz A. Ferre-Bueno E. and Martínez-Murillo J. F. 2010. The Role of Soil Surface Conditions in Regulating Runoff and Erosion Processes on a Metamorphic Hillslope (Southern Spain) Soil Surface Conditions, Runoff and Erosion in Southern Spain. *Catena*. 80(2):131-139.
 30. Ruy S. Findeling A. and Chadoeuf J. 2006. Effect of Mulching Techniques on Plot Scale Runoff: FDTF Modeling and Sensitivity Analysis. *Journal of Hydrology*. 326(1-4):277-294.
 31. Schiechl H. M. Trans. N. and Horstmann K. 1980. Bioengineering for Land Reclamation and Conservation. University of Alberta Press. Edmonton. Alberta. 404 p.
 32. 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. B. Hmann 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*. 15p. Available at:
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.1095/pdf>.
 33. Smets T. Poesen J. and Bochet E. 2008. Impact of Plot Length on the Effectiveness of Different Soil-Surface Covers in Reducing Runoff and Soil Loss by Water. 25p. Available at:
<http://ppg.sagepub.com/content/32/6/654>.
 34. Smets T. Poesen J. Fullen M. A. and Booth C. A. 2007. Effectiveness of Palm and Simulated Geotextiles in Reducing Run-Off and Inter-Rill Erosion on Medium and Steep Slopes. *Soil Use and Management*. 306-316.
 35. Smets T. Poesen J. and Knapen A. 2008. Spatial scale effects on the effectiveness of organic mulches in reducing soil erosion by water. *Earth-Science Reviews*. 89:1-12.
 - Tapia-Vargas M. TiscarenÃo-LoÃpez M. Stone J. Oropeza-Mota J. L. and VelaÃzquez-Valle M. 2001. Tillage System Effects on Runoff and Sediment Yield in Hillslope Agriculture. *Field Crops Research*. 69:173-182.
 - Whiting D. Card A. Moravec C. and Wilson C. 2010. Soil Amendments. Colorado State University Extension. 7 p. Available at:
<http://cmg.colostate.edu/gardennotes/241.pdf>.
 - W. C. 1982. Hydraulics of failure of unanchored corn stalk and wheat straw mulches for erosion control. *Transactions of the ASAE*. 25(4):940-946.
 15. Ekwue E. I. 1991. The Effects of Soil Organic Matter Content, Rainfall Duration and Aggregate Size on Soil Detachment. *Soil Technology*. 4(3):197-207.
 16. Hann M. J. and Morgan R. P. C. 2006. Evaluating Erosion Control Measures for Bioremediation between the Time of Soil Reinstatement and Vegetation Establishment. *Earth Surface Processes and Landforms*. 31(5):589-597.
 17. Jacks G. V. Brind V. D. and Smith R. 1955. Mulching commonwealth, Bureau of Soil Science Technical Communications. No. 49, 87 p.
 18. Jiang L. Dami I. Mathers H. M. Dick W. A. and Doohan D. 2011. The Effect of Straw Mulch on Simulated Simazine Leaching and Runoff. *Weed Science*. 59(4):580-586.
 19. Kukal S. S. and Sarkar M. 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.
 20. Kukal S. S. and Sarkar M. 2011. Laboratory Simulation Studies on Splash Erosion and Crusting in Relation to Surface Roughness and Raindrop Size. *Journal of the Indian Society of Soil Science*. 59(1):87-93.
 21. Lal R. 1979. Soil Erosion on Alfisols in Western Nigeria II Effect of Mulch Rates. *Geoderma*. 16(5):377-382.
 22. Lee S. Won Ch. Shin M. Park W. Choi Y. Shin J. and Choi J. 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.
 23. <http://cigr.ageng2012.org/comunicaciones-online/hdocs/principal.php?seccion=index-posters>
 24. Li X. H. Zhang Z. Y. Yang J. Zhang G. H. and Wang B. 2011. Effects of Bahia Grass Cover and Mulch on Runoff and Sediment Yield of Sloping Red Soil in Southern China. *Pedosphere*. 21 (2):238-243.
 25. Morgan R. P. 1986. Soil Erosion and Conservation. Longman Scientific and Technical, Burnt Mile, Harlow, UK. 298 p.
 26. 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 and Tillage Research*. 21(3-4):209-223.
 27. Romkens M. J. M. Helming K. and Prasad S. N. 2001. Soil Erosion Under Different Rainfall