



دوره‌ی ۳۴، شماره‌ی ۱، شماره‌ی پیاپی ۱۳۰، بهار ۱۴۰۰، صفحه‌های ۱۲۵-۱۱۲
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/wmej.2020.123747.1162

پژوهش‌های آبخیزداری

ارزیابی مؤلفه‌های روان‌آب در کرت‌های آزمایشگاهی با تیمار حفاظتی کاه‌وکلس

مصطفی آدمی

دانش‌آموخته‌ی کارشناسی‌ارشد، گروه آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران

عبدالواحد خالدی‌درویشان

(نویسنده‌ی مسئول)* دانشیار، گروه آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، مازندران، ایران

*رایانامه‌ی نویسنده‌ی مسئول: a.khaledi@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۲۳ مهر ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: ۲۷ اسفند ۱۳۹۸

چکیده

حفاظت خاک با هدف کاهش دادن روان‌آب و فرسایش برای بهره‌برداری بهینه و پایدار از منابع طبیعی ضروری است. کاه‌وکلس برنج خاک‌پوش آلی دست‌رس و اقتصادی است که می‌توان آن را به‌ویژه در شمال کشور به کار برد. در این پژوهش اثر دو تراز پوشش ۴۰ و ۷۰٪ کاه‌وکلس برنج بر برخی مؤلفه‌های کرت‌های ۵/۵×۰/۵ متر با دو نوع خاک میانه‌بافت-شنی و میانه‌بافت-شنی-رسی بررسی شد. با گرفتن سه تکرار برای هر تیمار، در مجموع ۳۶ کرت با شیب ۱۸٪ در شبیه‌سازی باران با دو شدت بارندگی ۵۰ و ۹۰ میلی‌متر در ساعت آزموده شد. نتیجه‌ها نشان داد که کاه‌وکلس برنج در همه‌ی تیمارها تاثیر معنی‌داری در تراز اعتماد ۹۹٪ بر افزایش زمان شروع و پایان روان‌آب، کاهش ضریب روان‌آب و میزان روان‌آب پس از پایان بارندگی دارد. بیش‌ترین تغییر افزایشی زمان شروع روان‌آب و کاهش ضریب روان‌آب در پوشش ۷۰٪ کاه‌وکلس در خاک میانه‌بافت-شنی-رسی به ترتیب با ۳۵۳٪ افزایش و ۱۰۸٪ کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. به‌طور کلی پوشش ۴۰٪ کاه‌وکلس تاثیر کاهنده‌ی بیش‌تری بر روان‌آب در خاک میانه‌بافت-شنی داشت، درحالی‌که اثرگذاری پوشش ۷۰٪ کاه‌وکلس بر کاهش روان‌آب در خاک میانه‌بافت-شنی-رسی بیش‌تر بود. با افزایش رس، برای جلوگیری کردن از تخریب خاک‌دانه‌های سطحی خاک و در نتیجه افزایش دادن نفوذ و کاهش دادن ضریب روان‌آب به پوشش بیش‌تری نیاز است.

واژگان کلیدی: اصلاح‌کننده‌ی آلی، بافت خاک، حفاظت خاک، شبیه‌ساز باران، ضریب روان‌آب

مقدمه

فرسایش عامل اصلی تخریب زمین است و به شدت بر مدیریت پایدار زمین در سراسر جهان اثر می‌گذارد (ووچاچیک و همکاران ۲۰۱۷؛ نیکولیچ و همکاران ۲۰۱۹). روان‌آب و فرسایش خاک دو مشکل عمده در مدیریت و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی و آبخیزها است (بوریلو و همکاران ۲۰۱۴؛ صادقی و همکاران ۲۰۱۵). روان‌آب با سپری شدن زمان از شروع بارندگی آغاز می‌شود، و میزان تولید و ضریب آن در هر بارندگی به ویژگی‌های بارندگی، ویژگی‌های خاک و پوشش سطح خاک بستگی دارد (کاستیلو و همکاران ۲۰۰۳؛ واعظی و حسن‌زاده ۲۰۱۶).

قطره‌های باران را نمی‌توان مدیریت کرد، اما ویژگی‌های پوشش گیاهی و خاک را می‌توان؛ بنابراین اثرهای متقابل این عوامل مهارکننده‌ی پاسخ آبخیز به شکل روان‌آب است (کاستیلو و همکاران ۲۰۰۳؛ خالدی درویشان و همکاران ۲۰۱۴الف). در نتیجه حفاظت از سطح خاک در برابر برخورد مستقیم قطره‌های باران روش مناسبی برای افزایش دادن نفوذ، مهار کردن روان‌آب، کاهش دادن ضریب روان‌آب، و فرسایش خاک است (پروسدوکیمی و همکاران ۲۰۱۶).

یکی از روش‌های حفاظت از سطح خاک اضافه کردن کاه و کلش و ایجاد کردن پوشش مناسب بر آن است. پوشش ایجاد شده با جلوگیری کردن از برخورد مستقیم قطره‌های باران با سطح خاک و جذب کردن انرژی آن باعث کاهش یافتن فرسایش پاشمانی (سور و غومان ۱۹۹۴؛ غلامی و همکاران ۲۰۱۳)، افزایش یافتن نفوذ آب و کاهش یافتن روان‌آب (دورینگ و همکاران ۲۰۰۵؛ چو و همکاران ۲۰۱۳؛ غلامی و همکاران ۲۰۱۳؛ صادقی و همکاران ۲۰۱۵)، و کاهش یافتن فرسایش و هدررفت خاک (گرون و وودس ۲۰۰۸؛ ژنگ و همکاران ۲۰۱۱؛ غلامی و همکاران ۲۰۱۳؛ صادقی و همکاران ۲۰۱۵) می‌شود.

سردا و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تاثیر کاه و کلش جو به میزان ۷۵ گرم بر مترمربع بر مهار روان‌آب و فرسایش خاک با شدت بارندگی ۷۸ میلی‌متر در ساعت و دوام یک ساعته در کرت‌های دو مترمربعی در باغ‌های خرما در شرق اسپانیا دریافتند که کاه و کلش جو باعث تاخیر در زمان شروع روان‌آب و کاهش حجم روان‌آب خروجی می‌شود. پروسدوکیمی و همکاران (۲۰۱۶) نیز با بررسی تاثیر کاه و کلش جو بر روان‌آب سطحی و فرسایش در کرت‌های ۰/۲۴ مترمربعی و با دو سطح تیمار ۴۸ و ۹۰٪ پوشش کاه و کلش و بارندگی ۵۵ میلی‌متر در ساعت و با دوام یک ساعت در باغ‌های انگور در اسپانیا بر افزایش زمان شروع روان‌آب و کاهش حجم روان‌آب در اثر کاه و کلش جو تاکید کردند. سردا و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی تاثیر کاربرد متوالی چندین ساله‌ی کاه و کلش یولاف (جو دوسر) بر میزان روان‌آب و فرسایش خاک در کرت‌های کشاورزی دیم به این نتیجه رسیدند که کاه و کلش یولاف به میزان ۱۲۵ گرم در مترمربع، روان‌آب را در سال اول

بعد از کاربرد از ۷/۷ به ۵/۹٪ و فرسایش خاک را از ۴۷ به ۲۶ تن در هکتار در سال کاهش داد.

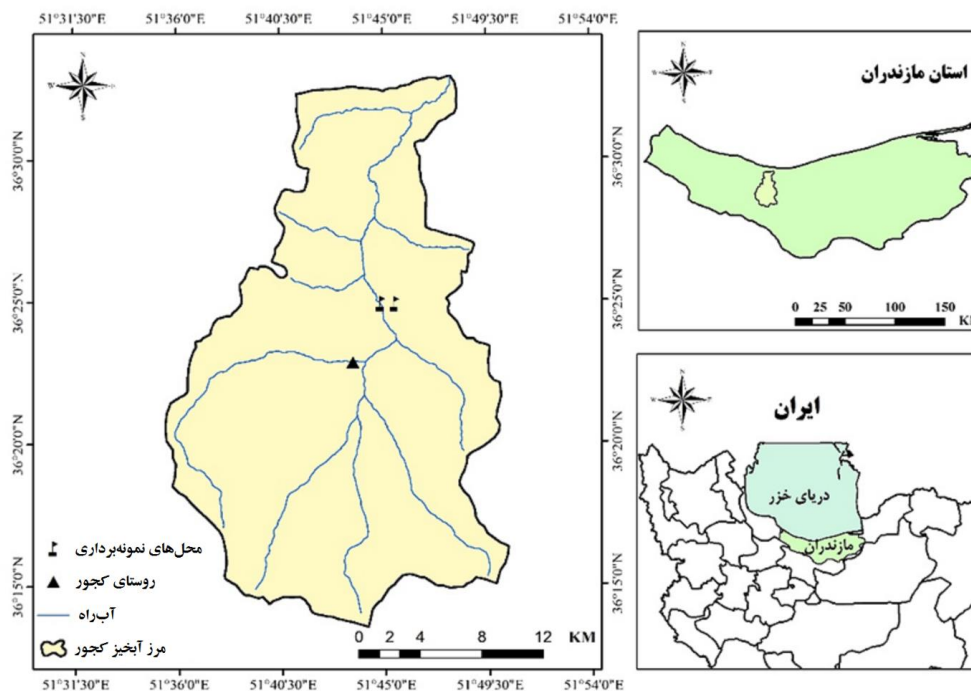
پژوهش‌گران ایرانی نیز در این زمینه کم و بیش نتیجه‌های مشابهی گرفته‌اند. در پژوهش‌های عادل‌پور و همکاران (۲۰۰۶)، صادقی و همکاران (۲۰۱۴) و غلامی و همکاران (۲۰۱۴) در باره‌ی اثر کاه و کلش بر میزان روان‌آب سطحی و هدررفت خاک در شدت‌های مختلف در مقیاس کرت و در شرایط آزمایشگاهی، بر تاثیر کاهنده و معنی‌دار کاه و کلش بر ضریب روان‌آب و هدررفت خاک تاکید شد. کاویان و همکاران (۲۰۱۵) نیز با بررسی اثر متقابل شدت بارندگی و تیمار کاه و کلش گندم با دو سطح پوشش ۵۰ و ۹۰٪ بر ضریب روان‌آب و زمان شروع روان‌آب در کرت‌های آزمایشگاهی ۰/۵ مترمربعی در شیب ۳۰٪ دریافتند که کاه و کلش گندم در هر دو پوشش تاثیر معنی‌داری بر کاهش ضریب روان‌آب و افزایش زمان شروع روان‌آب دارد. با این حال، تاکنون کم‌تر به اثر متقابل و هم‌زمان شدت بارندگی و تیمار حفاظتی کاه و کلش در بافت‌های مختلف خاک بر زمان شروع و پایان روان‌آب و ضریب روان‌آب توجه شده است. با نگاهی به اقلیم‌های مختلف کشور و خاک‌های با بافت و رفتار آب شناسی متفاوت، بررسی تغییر رفتار بافت‌های مختلف خاک در مقابل بارش ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین در این پژوهش اثر متقابل این عوامل‌ها و چگونگی تغییر رفتار و بهم‌کنش ویژگی‌های مربوط، و کمی کردن تاثیر تیمار حفاظتی بر خاک‌های با بافت‌های مختلف بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش برای بررسی اثر متقابل کاه و کلش برنج بر زمان شروع و پایان روان‌آب، ضریب روان‌آب و میزان روان‌آب خروجی پس از پایان بارندگی در خاک‌های میانه‌بافت-شنی و میانه‌بافت-شنی-رسی با شبیه‌ساز باران بر ۳۶ کرت ۰/۵ × ۰/۵ متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر در سه تیمار خاک لخت (تیمار شاهد) و دو تیمار حفاظتی کاه و کلش برنج با پوشش ۴۰ و ۷۰٪ به ترتیب ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم در هر مترمربع (موسوی و همکاران ۲۰۱۲) و با شبیه‌سازی دو شدت بارندگی ۵۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت انجام شد. کاربرد کاه و کلش برنج به دلیل دست‌رس بودن در منطقه و اقتصادی بودن آن برای اصلاح کردن ترکیب آلی خاک در سطح وسیع بررسی شد. بر پایه‌ی داده‌های باران‌نگار نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی (ایستگاه کجور) و بررسی منحنی‌های شدت-مدت-فراوانی تهیه شده برای آن، شدت‌های بارندگی ۵۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت برای دامنه‌ی شدت‌های دوره‌ی بازگشت کم‌تر از ۲۰ سال و زمان آزمایش ۱۵ دقیقه و شیب متناسب با شرایط مادری خاک به میزان ۱۸٪ ثابت در نظر گرفته و تعیین شد (صادقی و همکاران ۲۰۱۴).

و همکاران ۲۰۱۴ الف و ب). از دو منطقه با دو بافت متفاوت زمین، دو نوع خاک میانه‌بافت-شنی-رسی (طول $51^{\circ}45'23''$ و عرض $36^{\circ}24'42''$) و میانه‌بافت-شنی (طول $51^{\circ}44'12''$ و عرض $36^{\circ}24'48''$) از عمق ۰ تا ۲۰ cm (کوکال و سرکار ۲۰۱۰) جمع‌آوری کرده شد. نتیجه‌های آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی دو نوع خاک در جدول ۱ به تفصیل آورده شده است. شکل ۱ موقعیت منطقه‌ی مادری را در کشور و استان مازندران نشان می‌دهد.

منطقه‌ی بررسی شده
منطقه‌ی مادری خاک به کاررفته در پژوهش در زمین مرتعی روستای کجور در آبخیز کجور، جنوب شرقی شهرستان نوشهر، استان مازندران است. کمینه و بیشینه‌ی ارتفاع آبخیز ۱۵۰ و ۲۶۵۰ متر از تراز آب‌های آزاد است. متوسط دمای سالانه‌ی منطقه، در نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی (کجور) در داده‌برداری ۲۰ ساله $11/9^{\circ}C$ با بارندگی سالانه‌ی ۴۳۲ mm، و اقلیم منطقه نیمه خشک سرد است (خالدی درویشان



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مادری خاک و محل نمونه‌برداری.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های به کاررفته در پژوهش.

نوع خاک	بافت	مقدار لای رس و شن (%)	وزن مخصوص ظاهری (گرم در سانتی‌متر مکعب)	ماده آلی (%)	pH
خاک ۱	میانه‌بافت - شنی	۱۶-۱۴-۷۰	۱/۴۷	۱/۵۹	۷/۹۱
خاک ۲	میانه‌بافت-شنی-رسی	۲۰-۱۴-۶۶	۱/۶	۲/۱۲	۷/۷۸

باران طبیعی، پیش‌بینی‌ها و اندازه‌گیری‌ها و واسنجی‌های لازم در سامانه‌ی شبیه‌ساز باران انجام داده شد (خالدی درویشان و همکاران ۲۰۱۴ ب). شرایط دقیق بارش طرح با انجام آزمایش‌های پرشمار با دو افشانه‌ی BEX و فشارهای مختلف از نظر شدت‌های مختلف، توزیع یک‌نواخت، قطر قطره

ویژگی‌های شبیه‌ساز باران
شبیه‌ساز باران از نوع تحت فشار بود و با ارتفاع ریزش ۲/۵ متر و مناسب برای دست‌رسی نسبی به سرعت حد قطره‌ها به کار گرفته شد. برای رسیدن به بیشینه‌ی تشابه ویژگی‌های فیزیکی باران شبیه‌سازی‌شده (دانه‌بندی و قطر قطره‌ها) با

همه‌ی تیمارهای شاهد و حفاظتی در مجموع برای هر دو شدت ۳۶ کرت (۱۲ کرت تیمار شاهد خاک لخت، ۱۲ کرت تیمار پوشش حفاظتی ۴۰٪، و ۱۲ کرت پوشش تیمار حفاظتی ۷۰٪/کاه‌کلش برنج) برای هر دو بافت انجام داده شد. غلظت بار معلق در نمونه‌های روان‌آب با روش تخلیه آب (والینگ و همکاران ۲۰۰۱) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

پس از ثبت داده‌ها در نرم‌افزار Excel برای تحلیل آماری نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۹ به کار گرفته شد. بهنجار بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف در تراز ۵٪ آزموده شد. مقایسه‌های آماری در طرح قطعه‌های تصادفی با آزمون تجزیه‌ی پراش یک طرفه (آنووا) و در مدل خطی عمومی GLM انجام شد. برای مقایسه‌ی میانگین‌ها آزمون دانکن به کار گرفته شد.

نتایج

این پژوهش برای بررسی اثر متقابل شدت بارندگی، بافت خاک و تیمار حفاظتی کاه‌وکلش در پوشش‌های ۴۰ و ۷۰٪ بر زمان شروع و پایان روان‌آب، ضریب روان‌آب و روان‌آب پس از پایان بارندگی و در دو نوع خاک میانه‌بافت-شنی و میانه‌بافت-شنی-رسی انجام شد. نتیجه‌ی نمونه‌های جمع‌آوری‌شده با بی‌اعمال تیمار حفاظتی کاه‌وکلش در پوشش متفاوت کاه‌وکلش برنج در بافت‌های مختلف خاک برای هر کرت در شدت‌های مختلف بارندگی در جدول ۲ آورده شده است. بیش‌ترین زمان شروع روان‌آب با ۳۶۶ ثانیه در خاک میانه‌بافت-شنی در تیمار کاه‌وکلش با پوشش ۷۰٪ در شدت بارندگی ۵۰ میلی‌متر در ساعت، و کم‌ترین زمان شروع با ۱۶ ثانیه در تیمار شاهد در شدت بارندگی ۹۰ میلی‌متر در ساعت در خاک میانه‌بافت-شنی-رسی مشاهده شد (جدول ۲). بیش‌ترین ضریب روان‌آب در تیمار شاهد خاک میانه‌بافت-شنی-رسی در شدت بارندگی ۹۰ میلی‌متر در ساعت با ۷۷٪ و کم‌ترین ضریب روان‌آب در تیمار پوشش ۷۰٪ کاه‌وکلش در بافت میانه‌بافت-شنی در شدت بارندگی ۵۰ میلی‌متر در ساعت با ۲۵٪ ثبت شد. نتیجه‌ی مدل خطی عمومی GLM برای شناسایی تاثیر جداگانه و متقابل شدت بارندگی، تیمار حفاظتی کاه‌وکلش و بافت خاک بر متغیرهای روان‌آب در جدول ۳ آورده شده است. تیمارهای کاه‌وکلش ۴۰ و ۷۰٪ تاثیر معنی‌داری در تراز اعتماد ۹۹٪ بر همه‌ی مولفه‌های اندازه‌گیری در پژوهش داشت.

و پوشش زمینی واسنجی شد (خالدی درویشان و همکاران ۲۰۱۶ الف).

آماده‌سازی کرت‌های آزمایش

برای آماده‌سازی خاک روش کار پیشنهادشده‌ی کوکال و سرکار (۲۰۱۱) به کار گرفته شد. دو نوع بافت مختلف خاک هوا-خشک شد، مانده‌های گیاهی و سنگ و سنگ‌ریزه‌ی آن‌ها حذف، و از الک چهار میلی‌متری، به دلیل در نظر گرفتن متوسط دانه‌بندی خاک‌دانه‌ها برای افزایش دادن تشابه با شرایط طبیعی (ارشم و همکاران ۲۰۰۹) عبور داده شد، و به شکل لایه‌بندی در کرت‌هایی به اندازه‌ی 0.5×0.5 متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر ریخته شد. برای شبیه‌سازی کردن بهتر شرایط طبیعی، یک لایه پوک‌ه‌ی معدنی در زیر خاک گذاشته شد و خاک تا رسیدن به جرم مخصوص ظاهری نمونه‌ی دست‌نخورده غلتک زده شد (خالدی درویشان و همکاران ۲۰۱۴ الف و ۲۰۱۶ ب). برای تأمین کردن شرایط رطوبت پیشین خاک و تناسب بیشینه‌ی با شرایط طبیعی، کرت‌های آزمایش ۲۴ ساعت در شرایط اشباع از کف گذاشته شد، سپس از شرایط اشباع خارج کرده و ۲۴ ساعت در فضای آزاد گذاشته شد تا به حالت نزدیک به رطوبت ظرفیت مزراع رسید (کوکال و سرکار ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱).

اجرای تیمارهای کاه‌وکلش برنج و شبیه‌سازی باران

کاه‌وکلش برنج از شالیزارهای شهرستان نور استان مازندران تهیه و به آزمایشگاه آورده شد. برای تعدیل کردن شرایط رطوبتی خاک و اثرگذاری تیمار حفاظتی کاه‌وکلش برنج، به میزان پوشش حدود ۴۰ و ۷۰٪ به ترتیب حدود ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم در هر مترمربع معادل ۵۰ و ۱۰۰ گرم در هر کرت 0.5×0.5 مترمربعی (موسوی و همکاران ۲۰۱۲) بر سطح کرت یک‌نواخت پخش کرده شد (کوکال و سرکار ۲۰۱۰؛ غلامی و همکاران ۲۰۱۳).

پوشش کاه‌وکلش قبل از شبیه‌سازی باران پنج روز روی سطح خاک ماند (غلامی و همکاران ۲۰۱۳). شیب کرت‌های شاهد و تیمار متناسب با شرایط مادری خاک ۱۸٪ ثابت در نظر گرفته شد، و آزمایش و جمع‌آوری داده‌های زمان شروع و مقدار روان‌آب انجام شد. در انتهای کرت‌ها سامانه‌ی جمع‌آوری روان‌آب به کار گرفته شد. لحظه‌ی رسیدن اولین قطره‌ی روان‌آب به سرریز کرت برای زمان شروع روان‌آب ثبت، و بعد از شروع روان‌آب نمونه‌های روان‌آب در فاصله‌های زمانی سه دقیقه‌ی جمع‌آوری شد. آزمایش‌ها با دو شدت ۵۰ و ۹۰ میلی‌متر بر ساعت برای

جدول ۲- نتیجه‌ی مؤلفه‌های روان‌آب در تیمار شاهد و تیمارهای حفاظتی کاه و کلش برنج در دو بافت خاک و در دو شدت بارندگی.

شدت - بارندگی (میلی‌متر در ساعت)	بافت خاک	زمان شروع روان‌آب (ثانیه)		زمان پایان روان‌آب (ثانیه)		ضریب روان‌آب (%)	
		شاهد	تیمار حفاظتی با پوشش ۴۰٪	شاهد	تیمار حفاظتی با پوشش ۷۰٪	تیمار حفاظتی با پوشش ۴۰٪	تیمار حفاظتی با پوشش ۷۰٪
۵۰	میان‌بافت - شنی	۸۴	۲۶۶	۵۱	۱۳۵	۲۶/۱۸	۲۵/۱۵
		۸۸	۲۹۸	۴۲	۱۵۱	۲۵/۶۹	۲۷/۱۹
		۱۱۲	۱۶۲	۵۲	۹۸	۵۸/۴۲	۳۹/۴۹
	میان‌بافت - شنی-رسی	۷۸	۱۱۸	۷۰	۱۰۰	۴۷/۸۰	۲۶/۱۳
		۷۳	۱۲۳	۵۲	۹۳	۵۰/۵۶	۲۷/۰۴
		۹۱	۱۳۰	۶۰	۱۴۰	۴۲/۴۳	۳۳/۵۸
۹۰	میان‌بافت - شنی	۲۵	۷۲	۳۸	۱۲۰	۷۷/۰۴	۴۴/۵۷
		۲۷	۶۹	۴۰	۱۲۰	۶۹/۰۸	۴۹/۹۵
		۳۱	۵۶	۴۶	۹۸	۷۵/۰۳	۵۰/۲۵
	میان‌بافت - شنی-رسی	۲۰	۱۰۰	۳۰	۱۷۰	۵۷/۷۴	۶۷
		۱۶	۸۶	۳۲	۱۵۸	۵۷/۴۰	۶۷/۳۴
		۲۴	۶۳	۵۳	۱۰۸	۶۲/۸۰	۵۰/۶۹

جدول ۳- نتیجه‌های مدل خطی عمومی برای شناسایی اثر یک‌جانبه و متقابل شدت بارندگی، تیمار حفاظتی کاه‌وکش برنج و بافت خاک بر زمان شروع و پایان روان‌آب، حجم و ضریب روان‌آب و حجم روان‌آب پس از بارندگی.

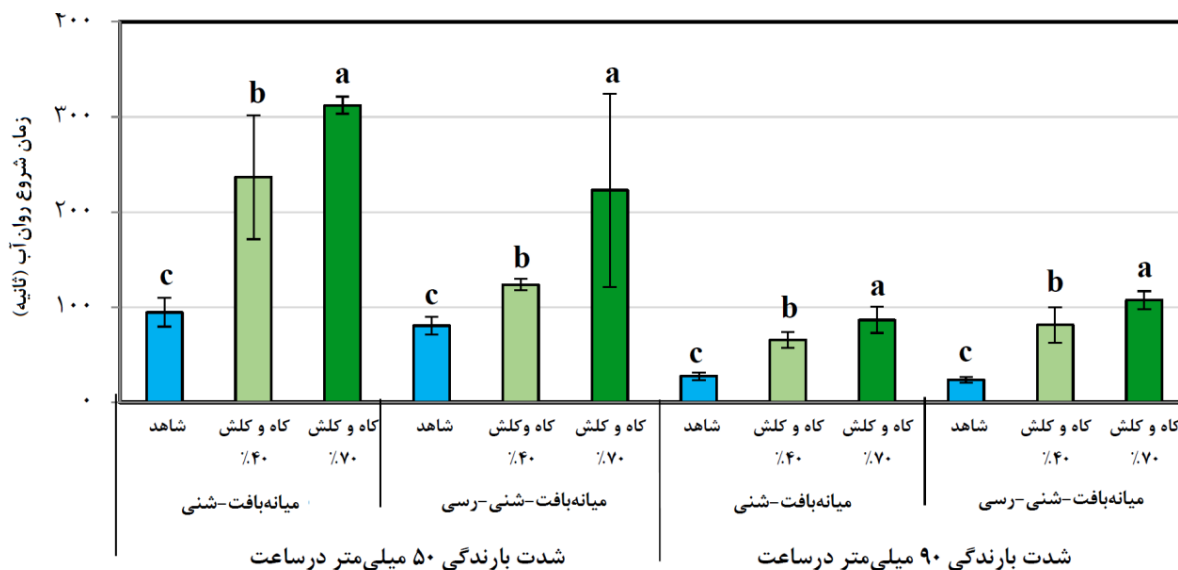
منبع اثر	متغیر وابسته	آماره‌ی F	تراز معنی‌داری
شدت بارندگی (میلی‌متر در ساعت)	زمان شروع روان‌آب (ثانیه)	۱۸۶/۶۵۸	۰/۰۰۰**
	زمان پایان روان‌آب (ثانیه)	۳/۱۷۴	۰/۰۸۷
	حجم روان‌آب (میلی‌لیتر)	۳۴۴/۸۵۰	۰/۰۰۰**
	حجم روان‌آب پس از بارندگی (میلی‌لیتر)	۹/۷۶۰	۰/۰۰۵**
	ضریب روان‌آب (%)	۸۶/۷۹۷	۰/۰۰۰**
پوشش کاه‌وکش (%)	زمان شروع روان‌آب (ثانیه)	۹۵/۲۰۷	۰/۰۰۰**
	زمان پایان روان‌آب (ثانیه)	۷۶/۶۷۵	۰/۰۰۰**
	حجم روان‌آب (میلی‌لیتر)	۳۷/۳۸۴	۰/۰۰۰**
	حجم روان‌آب پس از بارندگی (میلی‌لیتر)	۶۷/۸۴۳	۰/۰۰۰**
	ضریب روان‌آب (%)	۵۳/۵۰۶	۰/۰۰۰**
بافت خاک	زمان شروع روان‌آب (ثانیه)	۲/۲۶۰	۰/۱۴۶
	زمان پایان روان‌آب (ثانیه)	۰/۳۹۸	۰/۵۳۴
	حجم روان‌آب (میلی‌لیتر)	۰/۶۰۷	۰/۴۴۳
	حجم روان‌آب پس از بارندگی (میلی‌لیتر)	۷/۰۶۹	۰/۰۱۴
	ضریب روان‌آب (%)	۱/۴۶۰	۰/۲۳۹
شدت بارندگی × تیمار کاه‌وکش	زمان شروع روان‌آب (ثانیه)	۰/۰۵۳	۰/۰۰۵**
	زمان پایان روان‌آب (ثانیه)	۰/۱۰۵	۰/۱۰۵
	حجم روان‌آب (میلی‌لیتر)	۰/۵۱۳	۰/۵۱۳
	حجم روان‌آب پس از بارندگی (میلی‌لیتر)	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶
	ضریب روان‌آب (%)	۰/۳۲۲	۰/۳۲۲
شدت بارندگی × بافت خاک	زمان شروع روان‌آب (ثانیه)	۰/۳۴۷	۰/۰۱۲
	زمان پایان روان‌آب (ثانیه)	۰/۱۳۵	۰/۷۱۷
	حجم روان‌آب (میلی‌لیتر)	۸/۴۷۷	۰/۰۰۸**
	حجم روان‌آب پس از بارندگی (میلی‌لیتر)	۱/۳۲۱	۰/۲۶۲
	ضریب روان‌آب (%)	۳/۳۶۱	۰/۰۷۹
تیمار کاه‌وکش × بافت خاک	زمان شروع روان‌آب (ثانیه)	۰/۲۵۹	۰/۷۷۴
	زمان پایان روان‌آب (ثانیه)	۰/۱۶۹	۰/۸۴۶
	حجم روان‌آب (میلی‌لیتر)	۱/۹۰۱	۰/۱۷۱
	حجم روان‌آب پس از بارندگی (میلی‌لیتر)	۱/۹۲۳	۰/۱۶۸
	ضریب روان‌آب (%)	۲/۹۹۰	۰/۰۶۹
شدت بارندگی × تیمار کاه‌وکش × بافت خاک	زمان شروع روان‌آب (ثانیه)	۱/۹۶۶	۰/۱۶۲
	زمان پایان روان‌آب (ثانیه)	۱/۹۴۱	۰/۱۶۵
	حجم روان‌آب (میلی‌لیتر)	۱۵/۲۴۵	۰/۰۰۰**
	حجم روان‌آب پس از بارندگی (میلی‌لیتر)	۱/۴۱۹	۰/۲۶۲
	ضریب روان‌آب (%)	۱۴/۲۶۵	۰/۰۰۰**

** اثر معنی‌دار در تراز اعتماد ۹۹٪

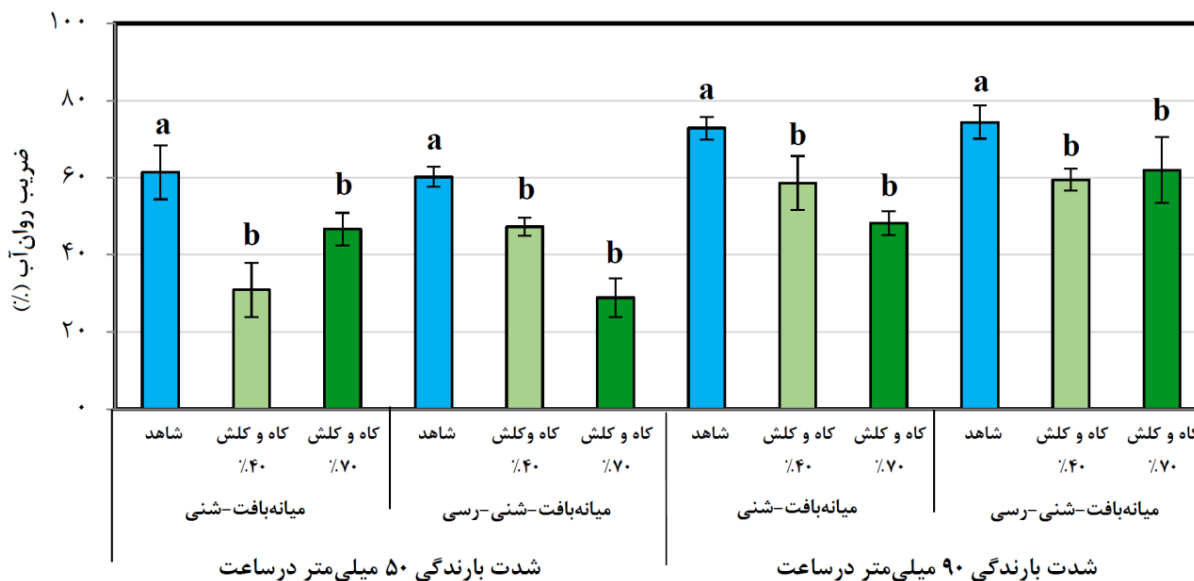
بحث

همکاران (۲۰۱۶) هم‌سو است. کاه و کلش با جلوگیری از برخورد مستقیم قطره‌های باران بر سطح خاک باعث می‌شود سطح خاک کم‌تر دچار ازهم‌گسیختگی، پاشمان و سله‌یی شدن شود، و در نتیجه منفذهای خاک باز است و شرایط مناسبی برای نفوذ آب در خاک و کاهش تجمع جریان روان‌آب فراهم می‌شود، که در نهایت با بهبود دادن شرایط نفوذ باعث افزایش یافتن زمان شروع روان‌آب و کاهش یافتن ضریب روان‌آب می‌شود. نتیجه‌های مربوط به اندازه‌گیری زمان شروع و ضریب روان‌آب در تیمارها در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده‌است.

نتیجه‌های جدول ۲ و ۳ نشان می‌دهد که به‌طور کلی تیمار حفاظتی کاه و کلش در هر دو سطح ۴۰ و ۷۰٪ در تیمارهای بررسی شده تاثیر معنی‌داری در تراز اعتماد ۹۹٪ بر افزایش زمان شروع و پایان روان‌آب، حجم روان‌آب پس از پایان بارندگی و ضریب روان‌آب داشت که با نتیجه‌های وانگ و همکاران (۲۰۰۱)، اسمت و همکاران (۲۰۰۸)، مونتنگرو و همکاران (۲۰۱۳)، غلامی و همکاران (۲۰۱۳ و ۲۰۱۴)، فرناندز و وگا (۲۰۱۴)، کاویان و همکاران (۲۰۱۵) و پروسودوکیمی و



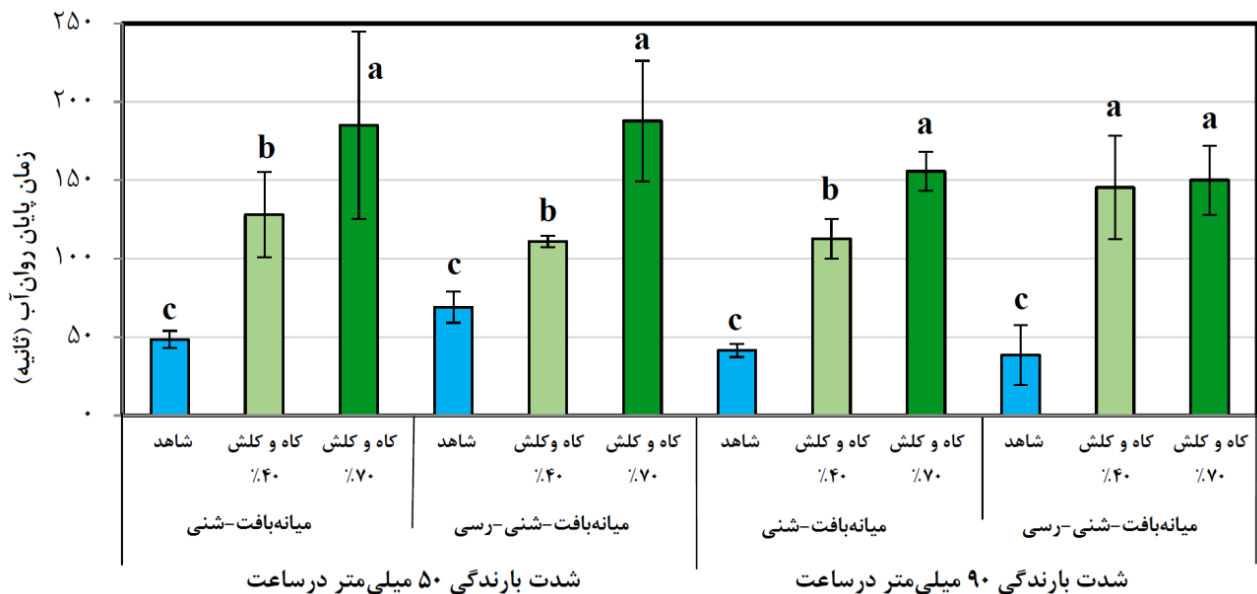
شکل ۲- اندازه‌های زمان شروع روان‌آب (ثانیه) در تیمارها.



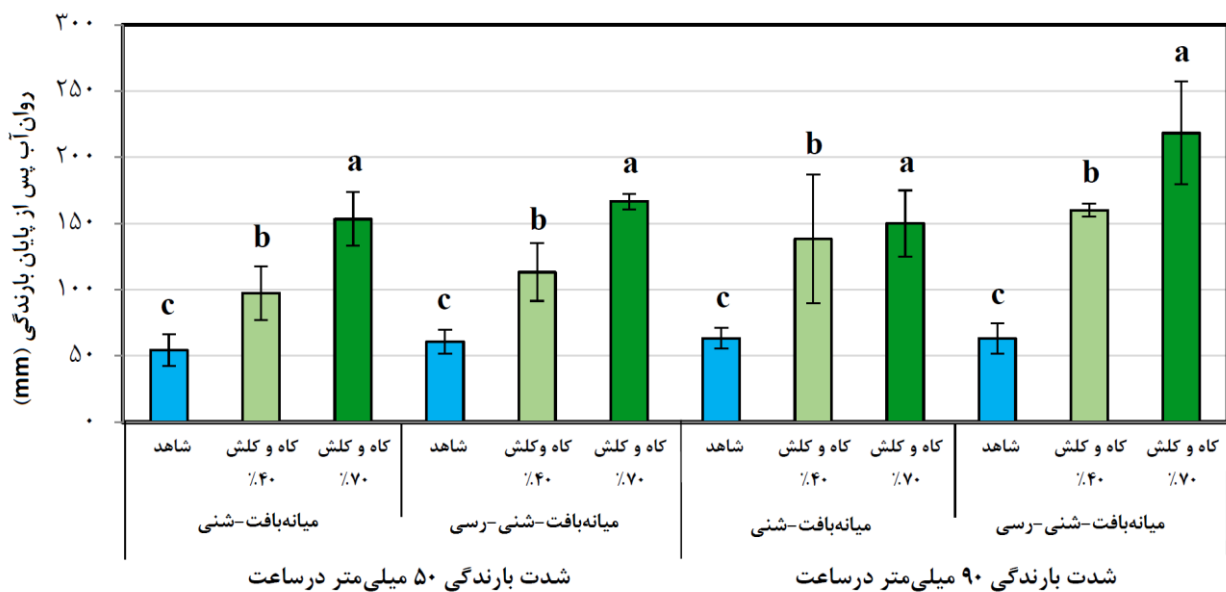
شکل ۳- اندازه‌های ضریب روان‌آب (%) در تیمارها.

نتیجه‌های واعظی و همکاران (۲۰۱۷) در تناقض است. با تداوم بارندگی مشاهده شد که ضریب روان آب خاک میانه‌بافت-شنی با روند کاهش بی‌شتری مواجه شد (شکل ۳) که این می‌تواند به دلیل تخریب نشدن سطح خاک میانه‌بافت-شنی-رسی باشد، که در ابتدا نفوذ زیادی داشت (سانتوس و همکاران ۲۰۰۳) و باعث افزایش یافتن زمان شروع روان آب شد، ولی با اشباع شدن سریع لایه‌های سطحی خاک و تجمع یافتن آب در سطح خاک و لایه‌لای کاه و کلش، و زه‌کشی نشدن مناسب خاک های رسی (بن هور ۲۰۰۸) باعث افزایش یافتن ضریب روان آب شد. این یافته با نتیجه‌های واعظی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد. به‌طور کلی با کاربرد تیمار کاه و کلش با پوشش ۴۰٪ مشاهده شد که این مقدار از پوشش سطح از برخورد مستقیم قطره‌های باران بر سطح خاک جلوگیری می‌کند، و سطح خاک با کم‌ترین میزان از هم‌گسیختگی ذره‌های خاک مواجه می‌شود، که باعث افزایش یافتن نفوذ، افزایش یافتن زمان شروع روان آب؛ و پی‌رو آن کاهش یافتن ضریب روان آب در هر دو بافت می‌شود. نتیجه‌های اندازه‌گیری زمان خاتمه و مقدار روان آب پس از پایان بارندگی در تیمارها در شکل‌های ۴ و ۵ آورده شده‌است.

در شدت بارندگی ۵۰ میلی‌متر در ساعت با کاربرد تیمار کاه و کلش ۴۰٪ زمان شروع (شکل ۲) و ضریب روان آب (شکل ۳) در بافت میانه‌بافت-شنی به مرتبه‌های بیش‌تر از خاک میانه‌بافت-شنی-رسی تاثیر گرفت. در توضیح می‌توان گفت که خاک میانه بافت-شنی-رسی منقذهای بیش‌تر و توسعه‌یافته‌تر و تخلخل بیش‌تر از خاک میانه‌بافت-شنی دارد (سانتوس و همکاران ۲۰۰۳)، ولی منقذهای آن‌ها ریز است و خود خاک نیز به دلیل داشتن ذره‌های رس بیش‌تر (روبیو و همکاران ۱۹۹۷) و حساسیت زیاد به برخورد قطره‌های باران، پاشمان دارد، که به سرعت باعث تشکیل اندوده‌ی سطحی می‌شود. در نتیجه روان آب با سرعت بیش‌تری تولید می‌شود، که با نتیجه‌های ووئست و همکاران (۲۰۰۶) و بلانکو و لال (۲۰۰۸) مبنی بر ایجاد شدن سریع روان آب در خاک‌های رسی به دلیل ایجاد شدن اندوده‌ی سطحی و کم بودن سرعت نفوذ مطابقت دارد. در شدت بارندگی ۹۰ میلی‌متر در ساعت زمان شروع روان آب در خاک میانه‌بافت-شنی-رسی با تاخیر بیش‌تری از خاک میانه‌بافت-شنی آغاز شد، که با نتیجه‌های ممدوو و همکاران (۲۰۰۱) و راموس و همکاران (۲۰۰۳) مبنی بر وجود رس زیاد و چسبندگی بیش‌تر بین ذره‌های خاک در بافت‌های رسی مطابقت دارد، اما با



شکل ۴- اندازه‌های زمان پایان روان آب (ثانیه) در تیمارها.



شکل ۵- اندازه‌های روان‌آب پس از پایان بارندگی (mm).

روان‌آب خروجی پس از قطع بارندگی می‌گزارد، که با نتیجه‌های زوزل و همکاران (۱۹۹۳)، شی و همکاران (۲۰۱۳) و لین و همکاران (۲۰۱۸) مبنی بر افزایش یافتن تاثیر کاه و کلش با افزایش پوشش سطح خاک بر مؤلفه‌های روان‌آب مطابقت دارد. در پوشش ۷۰٪ کاه و کلش ضریب روان‌آب روند کاهش معنی‌داری با پوشش ۴۰٪ نداشت، و به دلیل پوشش زیاد و برخورد کم قطره‌های بارندگی و روان‌آب با سطح خاک لخت، مشاهده شد که با افزایش پوشش کاه و کلش ضریب روان‌آب افزایش یافت (شکل ۳) که با نتیجه‌های ارشم و همکاران (۲۰۰۹) و غلامی و همکاران (۲۰۱۳) مبنی بر افزایش یافتن ضریب روان‌آب با افزایش پوشش کاه و کلش مطابقت دارد. دلیل این موضوع را می‌توان این‌گونه بیان کرد که با افزایش یافتن پوشش کاه و کلش تماس قطره‌های باران با سطح خاک کم، و روان‌آب در سطح کاه و کلش تشکیل شد و به خروجی کرت رسید.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتیجه‌ها نشان داد که کاه و کلش برنج در هر دو سطح پوشش ۴۰ و ۷۰٪ و در هر دو نوع بافت خاک بررسی شده، و در هر دو شدت بارندگی ۵۰ و ۹۰ میلی‌متر در ساعت تاثیر معنی‌داری بر زمان شروع و پایان روان‌آب، ضریب روان‌آب و روان‌آب خروجی بعد از پایان بارندگی دارد. میزان اثرگذاری تیمار کاه و کلش در پوشش ۴۰٪ در هر دو شدت بارندگی بر خاک میان‌بافت-شنی به مرتبه‌های بیش‌تر از خاک میان‌بافت-شنی-رسی مشاهده شد، ولی با افزایش مقدار پوشش به ۷۰٪

دلیل دیگر افزایش یافتن زمان شروع و کاهش ضریب روان‌آب را می‌توان این‌گونه بیان کرد که کاه و کلش در ابتدای شروع بارندگی مقداری از قطره‌های اولیه را به خود جذب و در لابه‌لای ساقه‌ها و برگ‌ها ذخیره می‌کند، و با هم‌افزایی با افزایش نفوذ به دلیل تخریب نشدن ساختمان و منفذهای سطح خاک باعث تاخیر در زمان شروع روان‌آب و کاهش ضریب روان‌آب می‌شود. با ادامه‌ی بارش در سطح کرت مشاهده شد که کاه و کلش پی‌درپی راه روان‌آب ایجاد شده را هنگام حرکت به سمت خروجی سد کرد، و این عمل باعث ایجاد شدن پیچ‌خیم‌های فراوان و کاهش یافتن انرژی جنبشی روان‌آب شد. ایستادن آب در پشت لایه‌های پرشمار کاه و کلش باعث کاهش تنش برشی روان‌آب، افزایش نفوذ و در نتیجه تاخیر در زمان شروع، کاهش ضریب روان‌آب، و افزایش زمان پایان روان‌آب (شکل ۴) و افزایش مقدار روان‌آب پس از پایان بارندگی (شکل ۵) شد. بنابراین پوشش کاه و کلش ۴۰٪، پایداری خاک‌دانه‌ها را حفظ کرد و شرایط نفوذ را در هر دو بافت خاک بهبود داد، که در این زمینه با نتیجه‌های لاتانزی و همکاران (۱۹۷۴)، زوزل و همکاران (۱۹۹۳)، اسمت و همکاران (۲۰۰۸) و ون و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد.

با افزایش پوشش کاه و کلش به ۷۰٪، حجم ذخیره‌شده‌ی آب در بین کاه و کلش و سطح خاک افزایش یافت و در نتیجه روان‌آب با تاخیر بیش‌تری آغاز شد، و بر حجم روان‌آب خروجی بعد از پایان بارندگی و زمان تخلیه‌ی روان‌آب افزوده شد، که نشانگر آن است که ذخیره‌ی سطحی و گیرش و نگه‌داشت در ساقه‌ها و برگ‌های کاه و کلش بیش‌ترین تاثیر را بر زمان تداوم روان‌آب و حجم

که تاثیر معنی‌داری بر افزایش زمان شروع روان‌آب و کاهش ضریب روان‌آب دارد، و ممکن است پوشش کاملاً اقتصادی و اجرایشدنی در عرصه، و مطمئن برای حفاظت از منابع آب و خاک باشد.

بر پایه‌ی نتیجه‌های به‌دست آمده در این پژوهش پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های مشابهی با خاک‌پوش‌های مختلف در شرایط طبیعی خاک و با بارندگی طبیعی انجام، و مقدار بهینه‌ی تیمار پوشش سطحی خاک با خاک‌پوش‌های مختلف برای کاهش دادن روان‌آب تعیین کرده‌شود. بررسی تاثیر هم‌زمان کاه‌وکلش و کود باز یافته‌از کرم (ورمی‌کمپوست) بر مولفه‌های آب‌شناسی خاک در بافت‌های مختلف خاک، و بررسی همین اثرها در توالی‌های مختلف بارندگی برای پژوهش‌های بعدی پیشنهاد می‌شود.

تغییر در خاک میانه-بافت-شنی-رسی محسوس تر شد. این رخداد بیان‌گر این موضوع است که در خاک‌های با بافت‌های رسی و ریز نیاز به پوشش زیاد نسبت به خاک‌های با بافت‌های درشت و شنی است. با افزایش پوشش کاه‌وکلش به ۷۰٪ سطح خاک ضریب روان‌آب تغییر معنی‌داری نسبت به تیمار ۴۰٪ کاه‌وکلش نداشت، و گاه باعث افزایش ضریب روان‌آب نیز شد. این موضوع بیانگر این نکته‌ی مهم است که با افزایش پوشش در سطح خاک، ارتباط قطره‌های باران و روان‌آب با سطح خاک کم می‌شود، و از مقدار نفوذ کاسته می‌شود، و در نتیجه ضریب روان‌آب افزایش می‌یابد. از این رخداد می‌توان در کاربردهای مدیریتی در عرصه که نیاز به کاهش نفوذ آب است، بهره‌گرفت و کاه‌وکلش با پوشش ۷۰٪ و بیش‌تر را در سطح خاک به‌کاربرد. پوشش ۴۰٪ کاه‌وکلش در سطح خاک پوشش کمینه‌ی است

- Adelpour AA, Soufi M, Behnia AK. 2006. Evaluation of the impact of mulches in rain fed farms on soil conservation in the arid and semi-arid region in South of Iran. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*. 13(2): 33–40. (In Persian).
- Arnaez J, Lasanta T, Ruiz-Flano P, Ortigosa L. 2007. Factors affecting Runoff and Erosion under Simulated Rainfall in Mediterranean vineyards. *Soil and Tillage Research*. 93(2): 324–334.
- Ben-Hur M. 2008. Seal formation effects on soil infiltration and runoff in arid and semiarid regions under rainfall and sprinkler irrigation conditions. In: *Climatic changes and water resources in the Middle East and North Africa*. pp. 429–452. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Blanco-Canqui H, Lal R. 2008. Corn Stover removal impacts on micro-scale soil physical properties. *Geoderma*. 145(3): 335–346.
- Burylo M, Dutoit T, Rey F. 2014. Species traits as practical tools for ecological restoration of marly eroded lands. *Restoration Ecology*. 22(5): 633–640.
- Castillo VM, Gomez-Plaza A, Martinez-Mena M. 2003. The role of antecedent soil water content in the runoff response of semiarid catchments, a simulation approach. *Journal of Hydrology*. 284(1): 114–130.
- Cerda A, Gonzalez-Pelayo O, Gimenez-Morera A, Jordan A, Pereira P, Novara A, Orenes FG. 2016. Use of barley straw residues to avoid high erosion and runoff rates on persimmon plantations in eastern Spain under low frequency-high magnitude simulated rainfall events. *Soil Research*. 54(2): 154–165.
- Cerdà A, Rodrigo-Comino J, Giménez-Morera A, Keesstra SD. 2017. An economic, perception and biophysical approach to the use of oat straw as mulch in Mediterranean rain fed agriculture land. *Ecological Engineering*. 108: 162–71.
- Chu X, Yang J, Chi Y, Zhang J. 2013. Dynamic puddle delineation and modeling of puddle-to-puddle filling-spilling-merging-splitting overland flow processes. *Water Research*. 49(6): 3825–3829.
- Doring TF, Brandt M, Heß J, Finckh MR, Saucke H. 2005. Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field Crops Research*. 94(2): 238–249.
- Fernandez C, Vega JA. 2014. Efficacy of Bark strands and straw mulching after wildfire in NW Spain: effects on erosion control and vegetation recovery. *Ecological Engineering*. 63: 50–57.
- Geissen V, Sanchez-Hernandez R, Kampichler C, Ramos-Reyes R, Sepulveda-Lozada A, Ochoa-Goana S, Hernandez-Daumas S. 2009. Effects of land-use change on some properties of tropical soils—an example from Southeast Mexico. *Geoderma*. 151(3): 87–97.
- Gholami L, Sadeghi SHR, Homae M. 2013. Straw mulching effect on splash erosion, runoff, and sediment yield from eroded plots. *Soil Science Society of America Journal*. 77(1): 268–278.
- Gholami L, Sadeghi SHR, Homae M. 2014. Effect of rice straw mulch on runoff threshold and coefficient from rainfall. *Iranian Water Research Journal*. 8(15): 33–40. (In Persian).
- Groen AH, Woods SW. 2008. Effectiveness of aerial seeding and straw mulch for reducing post-wildfire erosion, North-Western Montana, USA. *International Journal of Wildland Fire*. 17(5): 559–571.
- Kahn MJ, Monke EJ, Foster GR. 1988. Mulch cover and canopy effect on soil loss. *ASAE*. 31: 706–711
- Kavian A, Mohammadi M, Fallah M, Gholami L.

2015. Effect of wheat straw on changing time to runoff and runoff coefficient in laboratory plots under rainfall simulation. *Journal Water and Soil Resources conservation*. 5(2): 73–82. (In Persian).
- Khaledi Darvishan A, Homayonfar V, Sadeghi SHR. 2016a. Designing, construction and calibration of a portable rainfall simulator for field runoff and soil erosion studies. *Journal of Watershed Management Sciences and Engineering of Iran*. 10(34): 105–112. (In Persian).
- Khaledi Darvishan A, Homayounfar V, Sadeghi SHR. 2016b. The impact of standard preparation practice on the runoff and soil erosion rates under laboratory conditions. *Solid Earth*. 7(5): 1293–1302.
- Khaledi Darvishan A, Sadeghi SHR, Homae M, Arabkhedri M. 2014a. Affectability of runoff threshold and coefficient from rainfall intensity and antecedent soil moisture content in laboratory erosion plots. *Iranian Water Research Journal*. 8(15): 105–112. (In Persian).
- Khaledi Darvishan A, Sadeghi SHR, Homae M, Arabkhedri M. 2014b. Measuring sheet erosion using synthetic color-contrast aggregates. *Hydrological Processes*. 28(15): 4463–4471.
- Khan MJ, Monke EJ, Foster GR. 1988. Mulch cover and canopy effect on soil loss. *Transactions of the Asae*. 31(3): 706–0711.
- Kukul SS, 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(6): 697–705.
- Kukul SS, 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.
- Lattanzi AR, Meyer LD, Baumgardner MF. 1974. Influences of muleh rate and slope steepness on interrill erosion. *Soil Science Society of America Journal*. 38(6): 946–950.
- Lin J, Zhu G, Wei J, Jiang F, Wang MK, Huang Y. 2018. Mulching effects on erosion from steep slopes and sediment particle size distributions of gully colluvial deposits. *Catena*. 160: 57–67.
- Mamedov AI, Levy GJ, Shainberg I, Letey J. 2001. Wetting rate, sodicity, and soil texture effects on infiltration rate and runoff. *Soil Research*. 39(6): 1293–1305.
- Montenegro AAA, Abrantes JRCB, De Lima JLMP, Singh VP, Santos TEM. 2013. Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittent simulated rainfall. *Catena*. 109: 139–149.
- Mousavi SF, Moazzeni M, Mostafazadeh-Fard B, Yazdani MR. 2012. Effects of rice straw incorporation on some physical characteristics of paddy soils. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 14(5): 1173–1183.
- Nikolic G, Spalevic V, Curovic M, Khaledi Darvishan A, Skataric G, Pajic M, Kavian A, Tanaskovik V. 2019. Variability of soil erosion intensity due to vegetation cover changes: case study of Orahovacka Rijeka, Montenegro. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 47(1): 237–248.
- Orsham A, Akhund Ali AM, Behnia A. 2009. Effect of soil antecedent moisture contents on runoff and sedimentation values with simulated rainfall method. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*. 16(4):445–455. (In Persian).
- Prosdocimi M, Jordan A, Tarolli P, Keesstra S, Novara A, 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.
- Ramos MC, Nacci S, Pla I. 2003. Effect of raindrop impact and its relationship with aggregate stability to different disaggregation forces. *Catena*. 53(4): 365–376.

- Sadeghi SHR, Gholami L, Sharifi Moghadam E, Khaledi Darvishan A, Homae M. 2015. Scale effect on runoff and soil loss control using rice straw mulch under laboratory conditions. *Solid Earth*. 6(1): 1–8.
- Sadeghi SHR, Sharifi Moghadam E, Gholami E. 2014. Effect of rice straw on surface runoff and soil loss in small plots. *Journal Water and Soil Conservation*. 3(4): 73–83. (In Persian).
- Santos FL, Reis JL, Martins OC, Castanheira NL, Serralheiro RP. 2003. Comparative assessment of infiltration, runoff and erosion of sprinkler irrigated soils. *Biosystems Engineering*. 86(3): 355–364.
- Shi ZH, Yue BJ, Wang L, Fang NF, Wang D, Wu FZ. 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(1): 257–267.
- Smets T, Poesen J, Knapen A. 2008. Spatial scale effects on the effectiveness of organic mulches in reducing soil erosion by water. *Earth-Science Reviews*. 89(1): 1–12.
- Sur HS, Ghuman BS. 1994. Soil management and rainwater conservation and use in alluvial soils under medium rainfall. *Bulletin of Indian Society of Soil Science*. 16: 56–65.
- Vaezi AR, Ahmadi M, Cerdà A. 2017. Contribution of raindrop impact to the change of soil physical properties and water erosion under semi-arid rainfalls. *Science of the Total Environment*. 583: 382–392.
- Vaezi AR, Hasanzadeh H. 2016. Investigation of soil loss from small plots with different soil textures in sequential simulated rainfall events. *JWSS-Isfahan University of Technology*. 20(75): 201–212. (In Persian).
- Vujacic D, Barovic G, Djekovic V, Andjelkovic A, Khaledi Darvishan A, Gholami L, Jovanovic M, Spalevic V. 2017. Calculation of sediment yield using the 'river basin' and 'surface and distance' models: a case study of the Sheremetski Potok watershed, Montenegro. *Journal of Environmental Protection and Ecology*. 18(3):1193-1201.
- Walling DE, Collins AL, Sichinabula HA, Leeks GJL. 2001. Integrated assessment of catchment suspended sediment budgets, a Zambian example. *Land Degradation and Development*. 12(5): 387–415.
- Wang Y, Yao Y, Lu J. 2001. Effect of stubble and straw mulch on soil and water erosion on loess slope land. *Agricultural Research in the Arid Areas*. 20(4): 109–111.
- Won CH, Choi YH, Shin MH, Lim KJ, Choi JD. 2012. Effects of rice straw mats on runoff and sediment discharge in a laboratory rainfall simulation. *Geoderma*. 189–190: 164–169.
- Wuest SB, Williams JD, Gollany HT. 2006. Tillage and perennial grass effects on ponded infiltration for seven semi-arid loess soils. *Journal of Soil and Water Conservation*. 61(4): 218–223.
- Zheng Z, Qin F, Li T. 2015. Changes in soil surface micro relief of purple soil under different slope gradients and its effects on soil erosion. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. 31(8): 168–175.
- Zuzel JF, Pikul Jr JL. 1993. Effects of straw mulch on runoff and erosion from small agricultural plots in Northeastern Oregon. *Soil Science*. 156(2): 111–117.



Watershed Management Research

VOL. 34, No. 1, Ser. No: 130, Spring 2021 pp. 112 -125
DOI: 10.22092/wmej.2020.123747.1162

Evaluation of Runoff Components in Laboratory Plots with Straw Conservation Treatment

Mostafa Adami

Former Master Student, Department of Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran

Abdulvahed Khaledi Darvishan

(Corresponding Author)* Associate Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran

Corresponding Author's Email: a.khaledi@modares.ac.ir

Received: 15 October 2018 Accepted: 17 March 2020

Abstract

Soil conservation aimed at reducing runoff and erosion is essential for the optimal and sustainable use of natural resources. Rice straw can be used as affordable and available organic mulch, especially in the north of the country. Effects of two coverage levels of 40 and 70% of rice straw on some hydrological components of 0.5×0.5 m plots with two types of soil with sandy-loam and sandy-clay-loam textures were investigated. Considering three replications for each treatment, 36 plots with a slope of 18% were placed under a rainfall simulator with two rainfall intensities of 50 and 90 mm h⁻¹. The results showed that rice straw in all studied treatments had a significant effect ($P \leq 0.01$) on increasing time to runoff initiation and its end time, reducing runoff coefficient and runoff volume after the end of rainfall. The Maximum incremental changes in time to runoff and maximum decrease in runoff coefficient was in the 70% of straw treatment on the sandy-clay-loam texture with 353% increase and 108% decrease compared to control treatment, respectively. In general, 40% of straw coverage was more effective in reducing runoff in the sandy-loam soils, while the effect of 70% of straw coverage on runoff reduction was higher in the sandy-clay-loam soils. In other words, by increasing the percentage of clay, a higher covering percentage is needed to prevent the destruction of surface soil aggregates, thereby increasing permeability and reducing the runoff coefficient.

■ **Keywords: Organic amendment, rainfall simulator, runoff coefficient, soil conservation, soil texture** ■