پژوهش های آبخیزداری
شاپا: ۲۰۳۸-۲۹۸۱
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

اثر کشت برخی گیاهان علوفه‌ای سازگار با شرایط دیم، بر کاهش رواناب، رسوب و پایداری خاک‌دانه‌ها

ایمان صالح[۱*]، مجید خزایی[۲]، حمیدرضا پیروان[۳]، بهروز واعظی[۴]

۱ و ۲ – استادیار پژوهشکده بخش تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران
۳ – دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۴ – مربی پژوهشکده، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران

چکیده‌ی مبسوط

مقدمه و هدف

امروزه در راستای مبارزه با مشکل فرسایش خاک، استفاده از روش‌های جدید به جای روش‌های سنتی برای شناخت صحیح‌تر و انجام برنامه ریزی‌های مناسب‌تر ضروری است. ارزان‌ترین و مناسب‌ترین راه حفاظت خاک، استفاده از پوشش گیاهی است. ازاین‌رو با توجه به هزینه‌های بسیار و اثرهای زیان‌آور زیست‌محیطی روش‌های سازه‌ای (مکانیکی) در مقایسه با روش‌های زیستی حفاظت خاک، این پژوهش با هدف بررسی کاشت دو رقم ماشک علوفه‌ای به‌عنوان راهکار زیستی، اقتصادی و دوستدار محیط‌زیست و تأثیر آنها بر کاهش رواناب، رسوب و بهبود خصوصیت‌های خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی با استفاده از کرت‌های آزمایشی استاندارد با ابعاد ۱/۸×۲۲ متر و شیب ۹٪ انجام شد، به‌طوری‌که جمعاً نه کرت آزمایشی شامل سه تیمار و سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی نصب و اجرا شد. سه تیمار

نوع مقاله: پژوهشی
***مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:** salehiman61@gmail.com
استناد: صالح، ا.، خزایی، م.، پیروان، ح.ر، واعظی، ب. ۱۴۰۲. اثر کشت برخی گیاهان علوفه‌ای سازگار با شرایط دیم، بر کاهش رواناب، رسوب و پایداری خاک‌دانه‌ها. پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۶ (۲): ۷۰-۵۳.
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/wmrj.2022.359407.1486
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۳۰، **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۱/۰۶/۰۸، **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۶/۳۰، **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۲/۰۴/۰۱
پژوهش‌های آبخیزداری، سال ۱۴۰۲، دوره‌ی۳۶، شماره‌ی ۲، شماره‌ی پیاپی ۱۳۹، تابستان ۱۴۰۲، صفحه‌های۵۳ تا ۷۰.
ناشر: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس
© نویسندگان

بررسی‌شـــده در این آزمایش شامل ماشک مراغه، ماشک گلشـــن و گندم بومی منطقه (تیمار شاهد) بود که کاشت بذر رقم‌های ماشـــک بررسی‌شده هم‌زمان با کشـــت گندم در پاییز برای مدت دو ســـال متوالی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ انجام شد. سرانجام، میانگین داده‌های به‌دست آمده‌ی رواناب و رسوب و پایداری خاک‌دانه‌ها مقایسه و تجزیه و تحلیل آماری شد.

نتایج و بحث

گیاهان علوفه‌ای بررسی‌شده به‌طور کلی بر کاهش رواناب و رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی اثر قابل توجهی داشتند که این یافته نشـــان دهنده‌ی اهمیت و نقش مهم اســـتفاده از این گیاهان در راستای اهداف حفاظت خاک و آب است. در منطقه‌ی بررسی‌شده به‌طور خاص ماشک علوفه‌ای مراغه در کاهش رواناب و رسوب عملکرد عالی داشت، ازاین‌رو در این منطقه کاشـــت این گیاه به‌منظور حفاظت خاک و آب در مقایســـه با دیگر گیاهان بررسی‌شده، در اولویت است. در تیمارهای بررسی‌شـــده پایداری خاکدانه‌ها نیز برای دوره‌ی آزمایش تغییر معنی‌داری نشان نداد. بنابراین برای مدت دو سال، پایداری خاک‌دانه‌ها تغییر نمی‌کند و برای مشاهده‌ی تغییر در این ویژگی خاک نیاز به مدت زمان بیشتری است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این پژوهش اثر قابل توجه کاربرد گیاهان علوفه‌ای، به ویژه ماشک‌های علوفه‌ای مراغه و گلشن را بر کاهش رواناب و رسوب در راستای اهداف حفاظت خاک و آب بیش از پیش آشکار ساخت. در راستای حفاظت خاک و آب و کمک به معیشـــت ساکنین هر منطقه اســـتفاده از گیاهان علوفه‌ای دیم با خصوصیت‌های گیاهی مناسب (مانند ساختار ریشه‌ای و ســـاقه‌ی قوی و متراکم و نیز سطح پوشش مناسب) و سازگار با شرایط اقلیمی توصیه می‌شود. همچنین انجام آبیاری اولیه و آبیاری در مرحله‌های مهم رشد گیاه علوفه‌ای دیم استفاده‌شده در شرایط خشک‌سالی و کم بارش توصیه می‌شود. انجام پژوهش‌هایی با هدف بررســـی تأثیر شدت بارندگی، اندازه‌ی بارندگی، رطوبت خاک، بافت خاک و خصوصیت‌های شـــیمیایی خاک بر کارایی گیاهان علوفه‌ای دیم در حفاظت آب و خاک پیشهاد می‌شود. همچنین بررسی رابطه‌ی بین اقلیم های گوناگون، ریخت‌شناســـی و آب‌شناسی ســـراب و کارایی گیاهان علوفه‌ای دیم در راستی‌آزمایی کیفی و کمی رواناب نیز پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: حفاظت خاک، روش زیستی، ماشک گلشن، ماشک مراغه

مقـدمـــه

در کشورهای توسعه نیافته و یا در حال توسعه بررسی‌ها نشـــان می‌دهد که به‌دلیل رشـــد جمعیت و نیاز به منابع خـــاک و آب بـــرای تولید مـــواد غذایی بیشـــتر کاربری زمین‌هـــای مرتعی به‌طور گســـترده‌ای به دیـــم‌زار تغییر یافته اســـت. ایـــن تغییر کاربری در شـــرایطی که همراه بـــا بی‌توجهی به قابلیت زمین‌هـــا و رعایت نکردن اصول صحیح خاک‌ورزی باشد، منجر به تولید رواناب سطحی و در نهایت تشدید فرسایش می‌شود که نتیجه‌ی نهائی آن، کاهش حاصل‌خیزی خاک و کاهش محصول است (بلانکو و لال ۲۰۱۰). یکی از مشـــکلات اصلی بیشـــتر آبخیزها فرســـایش خاک و رسوب‌گذاری است و رسوب تولیدشده در آبخیزها از محدودیت‌های اساســـی در دســـتیابی به توســـعه‌ی پایدار بوده اســـت (غلامـــی ۲۰۰۷). در میان کشورهای جهان، ایران، از نظر حجم فرسایش خاک رتبه نخست دارد.

اگر رقم ســـالانه‌ی هدررفت خاک کشور ۲ تا ۲/۵ میلیارد تن فرض شود، در مقیاس جهانی، ۲۰٪ فرسایش طبیعی خاک و ۸٪ شستشوی خاک در ایران رخ می‌دهد (مهدیان ۲۰۰۵). این اندازه با توجه به ۱/۱٪ سهم ایران از مساحت کل خشکی‌های جهان بسیار قابل تأمل است. به‌طور کلی فرسایش خاک می‌تواند منجر به هدررفت خاک، کاهش سطح زمین‌های قابل کشت، کاهش تولیدات کشاورزی، ازبین‌رفتن جنگل‌ها و مرتع‌ها، پر شـــدن آبگیر ســـدها و سرانجام مهاجرت روستاییان شود.

حفاظت خاک در برابر فرســـایش و ســـیل به دو شـــکل ســـازه‌ای و غیرســـازه‌ای انجـــام می‌شـــود. به‌کارگیری روش‌هـــای ســـازه‌ای معمـــولاً دشـــوارتر و پرهزینه‌تر از روش‌های مبارزه‌ی غیرمستقیم است و اجرای آن‌ها زمانی آغاز می‌شـــود که علایم فرسایش نمایان شود و مبارزه‌ی پیش‌گیرانه سودمند نباشد.

روش‌های مبارزه‌ی مستقیم براساس اصول تضعیف و یا حذف عامل‌های ایجاد کننده‌ی فرسایش می‌باشند و در ابتدا سعی می‌شود تا با کاهش سرعت جریان آب و سپس هدایت و نیز نفوذ بخش یا تمامی رواناب، مانع از رخداد سیل شود. روش‌های غیرسازه‌ای و مدیریتی نیز شامل اقدام‌هایی مانند شخم مناسب، دادن کود و افزایش مواد آلی، کشت روی خطوط تراز، تناوب زراعی، باقی گذاشتن بقایای محصول در زمین یا مالچ‌پاشی و ایجاد پوشش گیاهی است. یک نوع از مبارزه‌ی غیرمستقیم با فرسایش، حفاظت غیرسازه‌ای و پیشگیری با انجام مجموعه‌ای از اقدام‌های مدیریتی صحیح است (رفاهی ۱۹۹۹؛ قدیری ۲۰۰۳). روش‌های غیرسازه‌ای و زیستی حفاظت خاک نقش مؤثرتری در مدیریت پایدار خاک دارند، زیرا این روش‌ها از نابودی و کاهش کیفیت خاک پیش‌گیری می‌کنند، در حالی که روش‌های سازه‌ای پس از بروز علائم نابودی، استفاده می‌شوند (رفاهی ۱۹۹۹). امروزه در راستای مبارزه با مشکل فرسایش خاک، استفاده از روش‌های جدید به جای روش‌های سنتی در راستای شناخت صحیح‌تر و انجام برنامه‌ریزی‌های مناسب‌تر ضروری است (ساداتی‌نژاد و همکاران ۲۰۱۵). ارزان‌ترین و مناسب‌ترین راه حفاظت خاک، استفاده از پوشش گیاهی است. نقش پوشش گیاهی در کاهش فرسایش و رسوب فقط به قسمت بالایی و بیرونی گیاهان محدود نمی‌شود، بلکه ریشه‌های گیاهان نیز در این زمینه نقش حساسی دارند؛ زیرا آن‌ها با نفوذ در اعماق خاک، زمینه‌های چسبندگی خاک‌دانه‌ها به خود را فراهم کرده و مانع از متلاشی شدن خاکدانه‌ها به هنگام ریزش‌های جوی می‌شوند (خسروپور ۲۰۱۸). گیاهانی که با هدف حفاظت خاک کشت می‌شوند باید از سطح پوشش و تراکم مناسب ساقه و نیز ساختار ریشه‌ای قوی برخوردار باشند.

کاشت گیاهان علوفه‌ای در زمین‌های زراعی، سطح خاک را در برابر ضربه‌ی قطره‌های باران و آبشویی محافظت کرده و مانع فرسایش خاک می‌شود و هر اندازه پوشش گیاهی به‌دست آمده انبوه‌تر باشد از شدت جریان آب بهتر و بیشتر کاسته می‌شود و نفوذ آب در خاک را زیادتر می‌کند. گیاهان خانواده‌ی بقولات و نیز ترکیب آن‌ها با گیاهان گرامینه (گندمیان) بهترین عامل حفاظت کننده‌ی خاک برای زمین‌های شیب‌دار که در معرض فرسایش قرار دارند، می‌باشند. اندازه‌ی تأثیر آن‌ها برحسب نوع خاک، اندازه و شدت بارندگی و رواناب متفاوت است (کاویانی و همکاران ۲۰۱۲).

بررسی‌های پرشماری در زمینه‌ی استفاده از روش‌های زیستی حفاظت خاک انجام شده است. اختصاصی و همکاران (۲۰۲۰) با اولویت‌بندی اقتصادی طرح‌های آبخیزداری براساس اندازه‌ی تأثیر بر منابع آب، خاک و گیاه نشان دادند که با توجه به اینکه خبرگان آبخیزدار روش‌های سازه‌ای را از نظر اقتصادی در اولویت قرار دادند، اما روش‌های زیست‌شناختی با نسبت درآمد به هزینه ۲/۲ (درآمد ۲/۲ برابر هزینه است) در اولویت اول است و قیمت تمام شده‌ی هر مترمکعب آب در طرح‌های سازه‌ای بیشتر از طرح‌های زیست‌شناختی به‌دست آمد.

بنابراین برخلاف نظر خبرگان آبخیزدار و برخلاف بررسی‌های تفصیلی-اجرایی، اولویت باید با طرح‌های زیستی باشد که با هزینه‌ی کمتر تأثیر بیشتری روی منابع دارد. طرح‌های سازه‌ای باید با شرط اجرای اقدام‌های زیست‌شناختی در سراب به مناطق با وضعیت بحرانی سیل محدود شود. اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که پوشش گیاهی نقش بسیار مهمی در کاهش رواناب و رسوب داشت به‌طوری که اندازه‌ی رسوب در کمترین پوشش، ۶/۸ برابر بیشترین پوشش گیاهی و ۱/۹۹ برابر پوشش گیاهی متوسط بود. بررسی‌های میدانی صالح و همکاران (۲۰۱۷) در زمینه‌ی حفاظت آب و خاک برای تعیین کارایی گیاهان کشت‌شده‌ی نواری نشان داد که نوارهای حاوی چمن و علف وتیور حجم رواناب را ۹۰-۳۵٪، غلظت رسوب را ۹۴-۴۲٪، غلظت نیترات را ۸۸-۳۵٪ و غلظت فسفات را ۹۵-۲۸٪ کاهش دادند. همچنین کیم و همکاران (۲۰۱۸) پس از بررسی‌های فیزیکی (پایداری خاکدانه‌ها)، شیمیایی (استخراج و اندازه‌گیری فسفر خاک) و زیست‌شناختی (اندازه‌گیری فعالیت‌های میکروبی در خاک)، کشت گونه‌های علفی را برای بهبود کیفیت خاک در زمین‌های آلوده کشاورزی (پس از تثبیت شیمیایی) توصیه کردند. در جنوب چین تنگ و همکاران (۲۰۲۱) نیز اثر الگوی پوشش گیاهی بر رواناب و هدررفت خاک را قابل توجه توصیف کردند و نشان دادند که با افزایش شدت بارندگی، یک رابطه‌ی وابازی بین اندازه‌ی پوشش گیاهی و حجم رواناب ایجاد شد و اثر پوشش گیاهی بر کاهش رواناب و رسوب کاملاً به شدت بارندگی وابسته بود.

به‌رغم موجود بودن زمین‌های پهناور شیب‌دار دیم و بسیار حساس به فرسایش در استان کهگیلویه و بویراحمد، تاکنون به حفاظت و مدیریت زیستی خاک و آب آن به‌طور شایسته توجه نشده است و برخی از اقدام‌های سازه‌ای و مهندسی انجام شده در بخش‌هایی

از آبخیزها که خاک انحلال‌پذیر دارند با شکست مواجه شـــده اســـت. بنابراین اقدام برای حفاظت زیستی خاک خصوصاً از روش ایجاد پوشش گیاهی علوفه‌ای که تأمین بخشی از علوفه‌ی دام منطقه را نیز بر عهده داشته باشد، ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر، بخش پرشماری از ســـاکنین محلی از راه دامپروری امرار معاش می‌کنند و در دوره‌هایی از سال با کمبود علوفه مواجه می‌باشند. تولید علوفه با کیفیـــت به‌منظور تعلیف دام می‌تواند به رونق اقتصادی و افزایش ســـطح زندگی ساکنین محلی کمک شایانی کند.

بنابراین این سؤال مطرح می‌شود که آیا بقولات سازگار با شرایط منطقه در تناوب با کشت غالب منطقه (گندم) به جای کشـــت همیشگی گندم و یا دوره‌ی آیش، می‌تواند ســـبب مهارکردن رواناب، بهبود پایداری خاک‌دانه‌ها و در نتیجه کاهش رســـوب و هدررفت خاک به اندازه‌ای که در بررســـی‌های موفق (گلابی و همـــکاران ۲۰۰۵؛ کاویـــان و همکاران ۲۰۱۸؛ صالـــح و همکاران؛ ۲۰۱۷) برای گیاهان دیگر گزارش شده است (۴۰-۹۰٪) شود؟ بنابرایـــن با توجه به هزینه‌های بســـیار و اثرهای ســـوء زیست‌محیطی روش‌های سازه‌ای در مقایسه با روش‌های زیستی حفاظت خاک و این‌که پیش‌گیری بهتر از درمان است، این بررســـی با هدف بررسی تأثیر کاشت دو رقم ماشـــک علوفه‌ای به‌عنوان راهکار زیســـتی، اقتصادی و دوستدار محیط‌زیست بر کاهش رواناب، رسوب و بهبود خصوصیت‌های خاک انجام می‌شود.

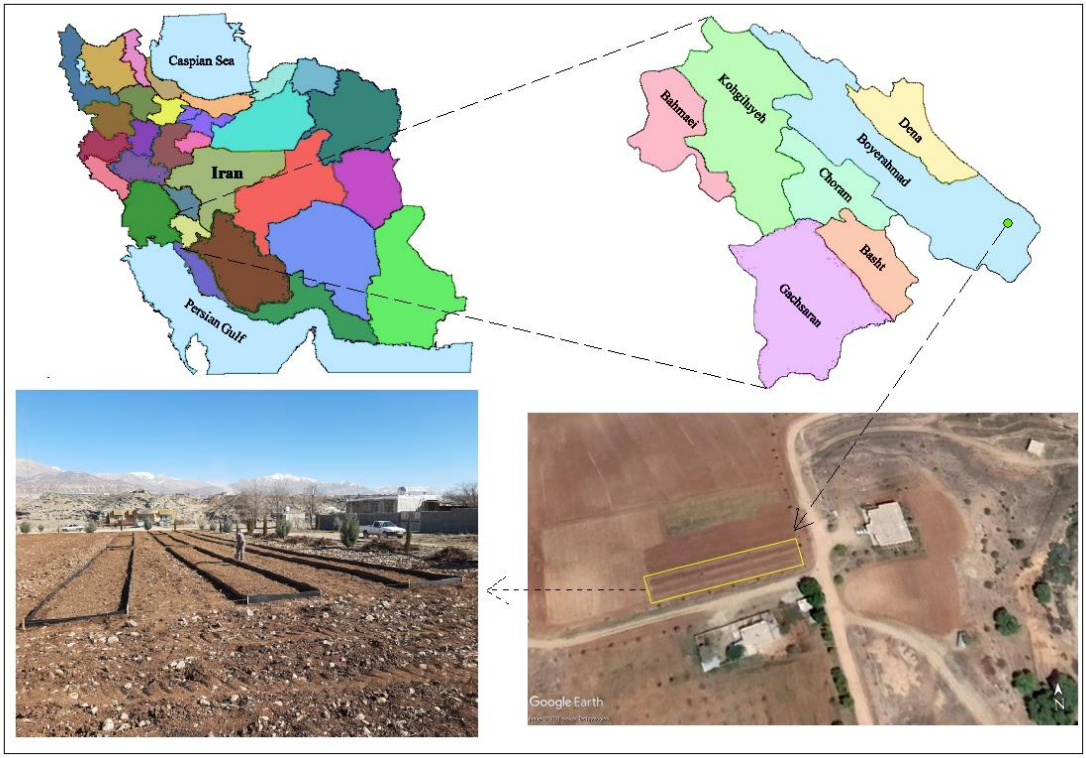
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه‌ی پژوهش

اســـتان کهگیلویـــه و بویراحمـــد در جنوب‌غربی ایران با مســـاحت ۱۵۵۰۴ کیلومترمربـــع واقع در دامنه‌های سلســـله کوه‌هـــای زاگرس، در محـــدوده‌ی ′۵۳ °۴۹ تا ′۵۳ °۵۱ طـــول شـــرقی و ′۵۶ °۲۹ تا ′۲۹ °۳۱ عرض شمالی اســـت. پیرامون این اســـتان را از شمال استان چهارمحـــال و بختیاری، از جنوب اســـتان‌های فارس و بوشـــهر، از شرق اســـتان‌های فارس و اصفهان و از غرب استان خوزستان گرفته است.

اقدام‌های آزمایشـــگاهی و میدانی این طرح در ایستگاه تحقیقات کشاورزی چم‌خانی وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی کهگیلویه و بویراحمد انجام شد. ایســـتگاه تحقیقاتی مزبور در ۱۷ کیلومتری مرکز یاسوج با مشـــخصات جغرافیایی °۵۱ طول شرقی و °۳۰ عرض شـــمالی و بلندی ۱۷۲۲ متر از سطح دریا قرار گرفته اســـت و مســـاحت آن ۱۳۷ هکتار است، که انـــدازه‌ی ۶۵ هکتار آن زراعی و باغـــی و ۷۲ هکتار آن جنگل و مرتع است. در این ایستگاه آبیاری ۴۶ هکتار از زمین‌های زراعی با روش بارانی، ســـه هکتار آن با روش قطره‌ای و مابقی زمین‌های زراعی با روش ثقلی (براساس اختـــلاف بلنـــدی ســـطح آب و زمین) انجام می‌شـــود (شکل ۱).

میانگیـــن بارندگی ســـالانه ۶۱۲ میلی‌متر و بافت خاک محل پژوهش رســـی- شـــنی با اســـیدیته‌ی ۷/۵ است (جدول ۱). شـــیب متوســـط محل آزمایش ۸٪ است و اندازه‌ی فرســـایش در این منطقـــه ۲۰ تن در هکتار در ســـال یعنی بیش از ســـه برابر میانگین جهانی آن است (اداره‌ی کل منابع‌طبیعی اســـتان کهگیلویه و بویراحمد ۲۰۲۰)



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محل پژوهش.
Figure 1. Geographical Location of the Study Area.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.
Table 1. Physical and Chemical Characteristics of the Soil of the Study Area.

Characteristic	EC (dS/m)	pH	Organic Carbon (%)	Total Nitrogen (%)	Phosphorous (mg/kg)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Texture
	0.568	7.5	0.157	17.4	356	35	45	20	Sandy-clay

طراحی آزمایش

این پژوهش با اســـتفاده از کرت‌های آزمایشی استاندارد با ابعاد ۱/۸×۲۲ متر و شـــیب ۹٪ انجام شـــد، به‌طوری که جمعاً نه کرت آزمایشـــی شامل سه تیمار و سه تکرار در قالـــب طـــرح بلوک‌های کامل تصادفـــی نصب و اجرا شد. به این منظور ابتدا ریســـمان کشی انجام و خطوط کاشـــت با ایجاد شیار مشخص شـــد. کرت‌های آزمایشی استفاده‌شده در این طرح به‌وســـیله‌ی ورقه‌های عایق تا ژرفای ۱۰ ســـانتی‌متر از محیط پیرامون جدا شدند. سه تیمار بررسی‌شـــده در این آزمایش شامل ماشک مراغه، ماشک گلشن و گندم بومی منطقه (تیمار شاهد) بود که کاشت بذر رقم‌های ماشـــک بررسی‌شده در ژرفای ۵-۳ ســـانتی‌متر و در فاصله‌ی ردیف‌های ۲۵-۲۰ سانتی‌متر هم‌زمان با کشـــت گنـــدم در پاییز برای مدت دو ســـال متوالی ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ انجام شـــد. رقم‌های بررسی‌شده سازگار با شرایط دیم انتخاب شد و رطوبت خاک در زمان کاشت برای اســـتقرار اولیه‌ی گیاه کافی بود. برای انتقال رواناب خروجی به آبگیر انتهای شـــیب هر کرت تعدادی زهکش در این محل ساخته شد (شکل ۲ و ۳).

شکل ۲- کاشت بذرها و نصب ورقه‌های جداکننده کرت‌های آزمایشی.

Table 2. Planting Seeds and Installing Isolation Sheets of Experimental Plots.

(ب) (b)　　(الف) (a)

شکل ۳- پایان اقدام‌های نصب کرت‌های آزمایشی (الف) کاشت و رشد گیاهان بررسی‌شده (ب).

Figure 3- Completion of the Experimental Plots Installation (a) Planting and Growth of the Studied Plants (b).

اندازه‌گیری حجم رواناب، اندازه‌ی غلظت رسوب و پایداری خاک‌دانه‌ها

رواناب جمع‌آوری‌شـــده در آبگیرهـــای انتهای کرت‌های آزمایشی پس از ثبت بلندی رخدادهای بارندگی منجر به جاری شدن رواناب شد (جدول‌های ۲ و ۳) حجم رواناب جاری‌شده به‌وسیله‌ی استوانه‌ی مدرج اندازه‌گیری شد.

پس از هر رخـــداد بارندگی نمونه‌برداری از رواناب جمع آوری شـــده‌ی آبگیرهای انتهای هر کرت انجام شد. برای جدا کردن رسوب‌های درشت‌دانه از ریزدانه و اندازه‌گیری اندازه‌ی آن‌ها به‌شـــکل جداگانه، آبگیر کوچکی در داخل هر یک از آبگیرهای اصلی قرار داده شـــد. این اقدام سبب افزایش دقت تعیین اندازه‌ی رسوب‌های ریزدانه در زمان هم‌زدن و برداشت نمونه می‌شود.

با روش گزارش‌شـــده‌ی نیک‌کامی و همکاران (۲۰۰۴) از رواناب و رســـوب کرت‌های آزمایشی برای اندازه گیری رســـوب رواناب خروجی کرت‌های مزبور، نمونه‌های یک لیتری برداشت شد.

جدول ۲- تعداد، زمان و اندازه‌ی رخدادهای بارندگی در سال اول آزمایش.

Table 2- The Number, Time and Amount of Rainfall Events in the First Year of the Experiment.

Event	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Date	04/10/1399	05/09/1399	11/11/1399	12/11/1399	19/11/1399	20/11/1399	20/11/1399	30/11/1399	1/12/1399	7/12/1399	12/12/1399	15/12/1399	23/12/1399
Precipitation Height (mm)	13.4	7.8	14.5	9.3	18.1	20.8	26	49	13.9	10.8	12	12.2	17.9

جدول ۳- تعداد، زمان و اندازه‌ی رخدادهای بارندگی در سال دوم آزمایش.

Table 3- The Number, Time and Amount of Rainfall Events in the Second Year of the Experiment.

Event	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Date	01/9/1400	28/09/1400	29/09/1400	30/09/1400	01/10/1400	09/10/1400	10/10/1400	13/10/1400	25/10/1400	26/10/1400	08/11/1400	12/11/1400	13/11/1400	16/11/1400	24/11/1400	2/12/1400	13/12/1400	14/12/1400	23/12/1400	26/12/1400	10/02/1401
Precipitation Height (mm)	14.9	52.9	13.4	26.8	25.6	10.5	32	20.1	53.2	27.6	11	33	18.7	16	16.4	10.8	12.6	13.6	17.1	12.8	25.8

برای اندازه‌گیری غلظت رسوب معلق نمونه‌های آب، ابتدا نمونه‌های رواناب از کاغذ صافی عبور داده شد تا رسوب آن‌ها کاملاً جداسازی شود. سپس رسوب باقی‌مانده درون آون برای مدت ۲۴ ساعت با دمای ۱۰۵ c^o گذاشته شد تا آب موجود در نمونه به‌طور کامل تبخیر شود و در پایان جرم رسوب نمونه‌ی باقی‌مانده به‌دست آمد. حجم کل نمونه‌ها مشخص و یک لیتر بود. اندازه‌ی غلظت مواد جامد معلق در نمونه‌ی آب از رابطه‌ی ۱ به‌دست آمد (لی و همکاران ۱۹۹۹).

رابطه‌ی ۱

$$TSS = \frac{M}{V}\ (mgl^{-1})$$

M جرم مواد جامد پس از خشک کردن نمونه (میلی‌گرم)، V حجم نمونه‌ی آب (لیتر) است. به‌منظور تعیین پایداری خاک‌دانه‌ها نمونه‌برداری خاک از ژرفای ۱۵-۰ سانتی‌متری انجام شد. سپس پایداری خاکدانه‌ها با روش الک مرطوب و محاسبه‌ی MWD تعیین شد (انگرس و میهایز ۱۹۹۳).

تعیین اثر تیمارها بر متغیرهای بررسی‌شده

اثربخشی تیمارهای به‌کار برده شده بر متغیرهای بررسی‌شده با استفاده از رابطه‌ی ۲ محاسبه شد (لی و همکاران ۱۹۹۹).

رابطه‌ی ۲

$$Effectiveness\ (Ti) = \left(1 - \frac{Pi}{P1}\right) * 100$$

Tiدرصد اثربخشی تیمار i بر سنجه‌ی مزبور در مقایسه با تیمار شاهد، Pi اندازه‌ی سنجه‌ی مزبور در تیمار i و P1 اندازه‌ی سنجه‌ی مزبور در تیمار شاهد است. سنجه‌های مزبور شامل حجم رواناب و غلظت رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی است.

نتایج

حجم رواناب

آمار توصیفی و نتایج تحلیل پراکنش داده‌های حجم رواناب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال‌های اول و دوم آزمایش در جدول‌های ۴ تا ۷ نشان‌داده شده است. براساس جدول‌های مزبور، اختلاف میانگین حجم رواناب خروجی در سه تیمار بررسی‌شده در هر دو سال آزمایش در سطح ۵٪ معنی‌دار شد.

جدول ۴- آمار توصیفی داده‌های حجم رواناب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال اول آزمایش.

Table 4- Descriptive Statistics of the Runoff Volume from the Experimental Plots in the First Year of the Experiment.

Treatment	Average (L)	Standard Deviation	Median	Skewness Coefficient	Minimum	Maximum
Maragheh	95.45	107.23	52.62	1.64	12.15	393.81
Golshan	143.95	135.06	89.46	1.97	37.3	554.86
Wheat	184.64	157.23	123.34	2.74	83.05	722.33

جدول ۵- آمار توصیفی داده‌های حجم رواناب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال دوم آزمایش.

Table 6- Descriptive Statistics of the Runoff Volume from the Experimental Plots in the Second Year of the Experiment.

Treatment	Average (L)	Standard Deviation	Median	Skewness Coefficient	Minimum	Maximum
Maragheh	291.6	291.95	62.84	2.44	30.57	1262.17
Golshan	309.77	309.77	123.42	2.27	81.89	1375.25
Wheat	343.52	343.52	185.52	1.859	188.87	1503.28

جدول ۶- تحلیل پراکنش داده‌های حجم رواناب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال اول آزمایش.

Table 7- Variance Analysis of the Runoff Volume from the Experimental Plots in the First Year of the Experiment.

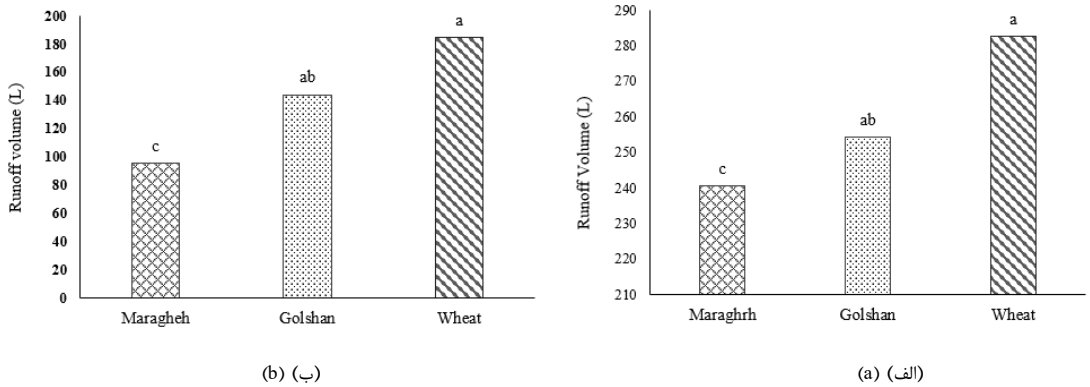
Source of Variation	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	%CV	F Value	Significance Level
Between treatments	155510.388	2	77755.194	25.79	4.283	0.016
Within the treatments	2069525.742	114	18153.735			
Total	2225036.130	116				

جدول ۷- تحلیل پراکنش داده‌های حجم رواناب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال دوم آزمایش.

Table 8- Variance Analysis of the Runoff Volume from the Experimental Plots in the Second Year of the Experiment.

Source of Variation	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	%CV	F Value	Significance Level
Between treatments	619197.667	2	309598.34	26.13	3.104	0.048
Within the treatments	18550812.92	186	99735.55			
Total	19170010.587	188				

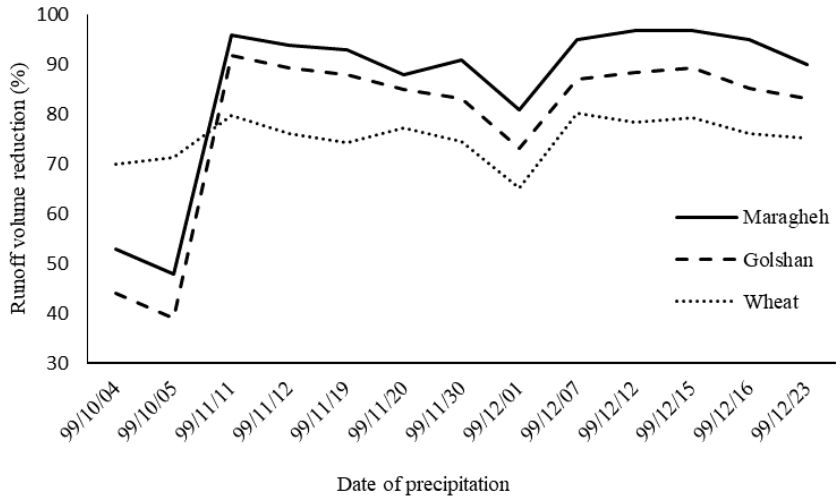
بیشترین و کمترین میانگین حجم رواناب خروجی به‌ترتیب مربوط به تیماهای گندم و ماشک مراغه بود (۴). میانگین بیشتر حجم رواناب خروجی در سال دوم آزمایش، به‌دلیل تعداد بیشتر رخدادها و اندازه‌ی بیشتر بارندگی در این سال بود.



شکل ۴- متوسط حجم رواناب خروجی تیمارهای بررسی‌شده در سال اول (الف) و سال دوم (ب).

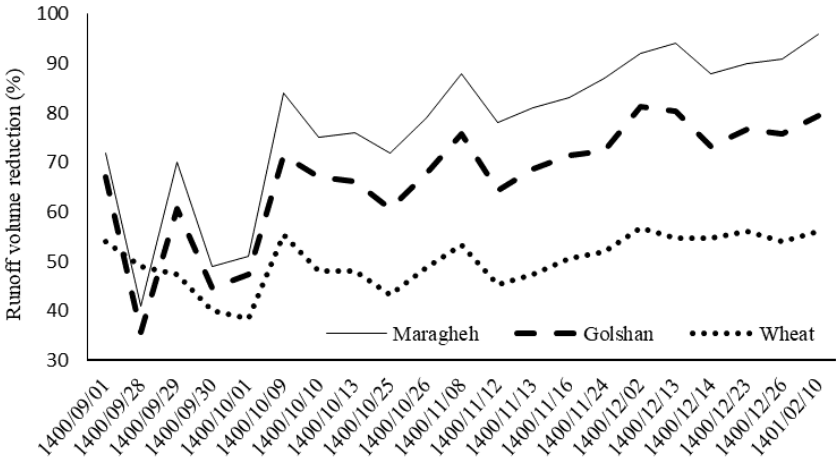
Figure 4- The Mean Runoff Volume of the Studied Treatments in the First Year (a) and the Second Year (b).

گندم در ابتدای آزمایش به‌دلیل رشد سریع‌تر، عملکرد بهتری در کاهش حجم رواناب داشته است اما پس از رشد کافی، ماشک مراغه و گلشن به‌ترتیب بیشترین اندازه‌ی کاهش حجم رواناب را سبب شدند و گندم در رده‌ی آخر بود (شکل‌های ۵ و ۶). بیشترین کاهش حجم رواناب (۹۷٪) در سال اول مربوط به تیمار ماشک مراغه در تاریخ‌های ۱۳۹۹/۱۲/۱۲ و ۱۳۹۹/۱۲/۱۵ بود. در سال دوم نیز بیشترین کاهش حجم رواناب (۹۶٪) مربوط به تیمار ماشک مراغه در تاریخ ۱۴۰۱/۱۲/۱۰ بود.



شکل ۵- کاهش حجم رواناب با کاربرد تیمارهای بررسی‌شده در سال اول آزمایش.

Figure 5- Reduction of Runoff Volume by the Studied Treatments in the First Year of the Experiment.



شکل ۶- کاهش حجم رواناب با کاربرد تیمارهای بررسی‌شده در سال دوم آزمایش.

Figure 6- Reduction of Runoff Volume by the Studied Treatments in the Second Year of the Experiment.

غلظت رسوب

آمـــار توصیفی و نتایج تحلیـــل پراکنش داده‌های غلظت رسوب رواناب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال‌های اول و دوم در جدول‌های ۸ تا ۱۱ نشـــان‌داده شده است. براساس جدول‌های مزبور، اختلاف میانگین غلظت رسوب در سه تیمار بررسی‌شده در هر دو سال ازمایش در سطح ۱٪ معنی‌دار شد.

جدول ۸- آمار توصیفی داده‌های غلظت رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال اول آزمایش.

Table 8- Descriptive Statistics of Sediment Concentration from the Experimental Plots in the First Year of the Experiment.

Treatment	Average (L)	Standard Deviation	Median	Skewness Coefficient	Minimum	Maximum
Maragheh	49.5	41.82	33.55	1.98	22.31	158.72
Golshan	71.01	32.69	59.17	1.77	28.98	157.29
Wheat	121.31	13.2	122.31	-0.375	88.93	142.99

جدول ۹- آمار توصیفی داده‌های غلظت رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال دوم آزمایش.

Table 9- Descriptive Statistics of Sediment Concentration from the Experimental Plots in the Second Year of the Experiment.

Treatment	Average (L)	Standard Deviation	Median	Skewness Coefficient	Minimum	Maximum
Maragheh	58.09	50.9	62.84	0.516	6.44	140.39
Golshan	68.42	45.22	123.42	0.437	23.28	141.35
Wheat	114.97	10.32	185.52	0.439	99.2	136.04

جدول ۱۰- تحلیل پراکنش داده‌های غلظت رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال اول آزمایش.

Table 10- Variance Analysis of Sediment Concentration from the Experimental Plots in the First Year of the Experiment.

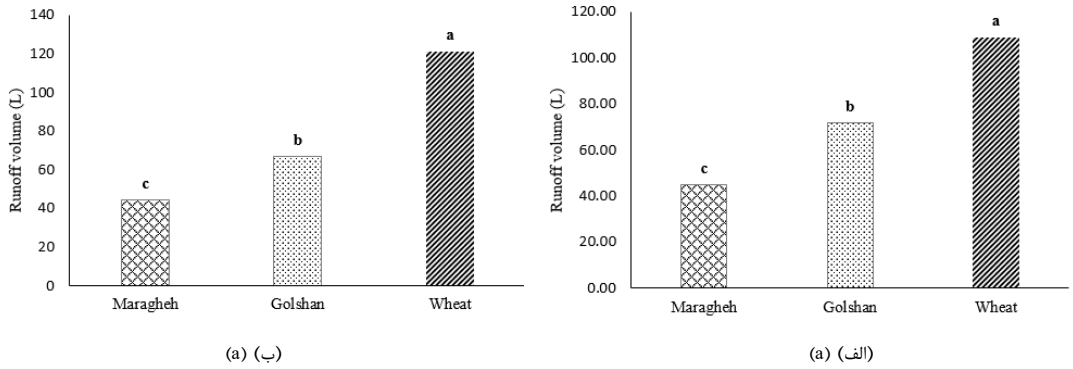
Source of Variation	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	%CV	F Value	Significance Level
Between treatments	105956.105	2	52978.052	28.19	53.115	0.00
Within the treatments	113705.661	114	997.418			
Total	219667.766	116				

جدول ۱۱- تحلیل پراکنش داده‌های غلظت رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال دوم آزمایش.

Table 11- Variance Analysis of Sediment Concentration from the Experimental Plots in the Second Year of the Experiment.

Source of Variation	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	%CV	F Value	Significance Level
Between treatments	38566.701	2	19283.35	32.3	12.198	0.00
Within the treatments	294052.249	186	1580.926			
Total	332618.95	188				

اختلاف مقایسه‌ی میانگین اندازه‌ی غلظت رسوب در سه تیمار بررسی‌شـــده در ســـطح ۱٪معنی‌دار شد و با توجه به شکل ۷، بیشـــترین و کمترین میانگین غلظت رسوب به‌ترتیب مربوط به تیمارهای گندم و ماشک مراغه است.

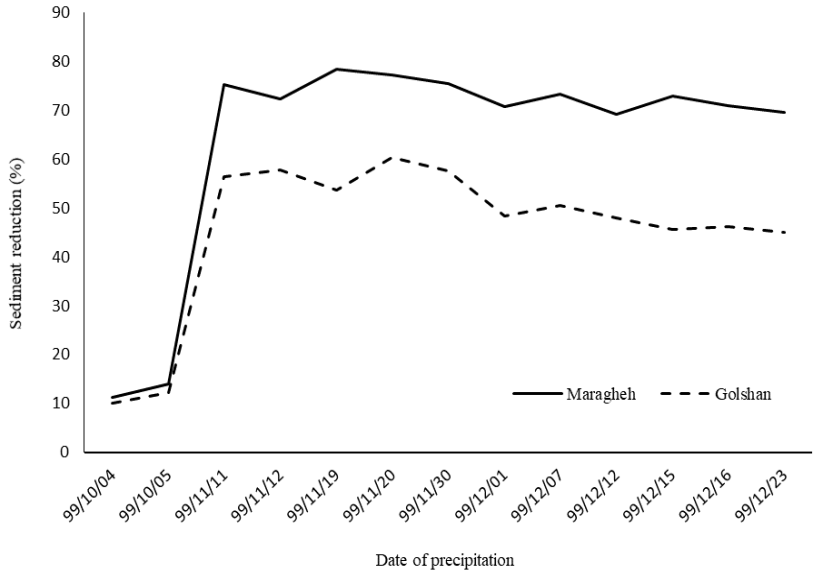


شکل ۷- متوسط غلظت رسوب خروجی تیمارهای بررسی‌شده در سال اول (الف) و سال دوم (ب).

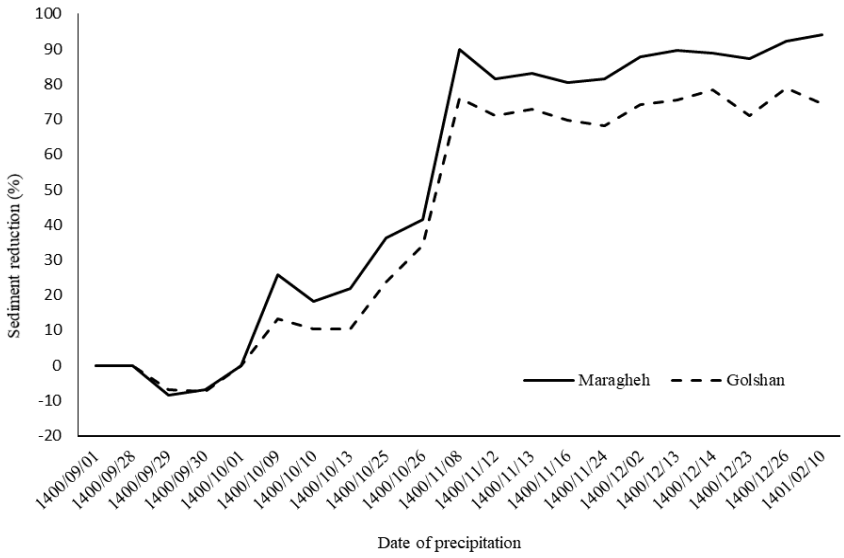
Figure 7- The Mean Sediment Concentration of the Studied Treatments in the First Year (a) and the Second Year (b).

عملکرد بهتر ماشـــک مراغه در کاهش غلظت رســـوب برای دو ســـال آزمایش در شـــکل‌های ۸ و ۹ نشـــان‌داده شـــده است. بیشـــترین اندازه‌ی کاهش غلظت رسوب در سال اول (۷۸/۵۱٪) و ســـال دوم آزمایش (۹۳/۹۵٪) مربوط به تیمار ماشـــک مراغه بود که به‌ترتیب در تاریخ‌های ۱۳۹۹/۱۱/۱۹ و ۱۴۰۱/۰۲/۱۰ رخ داد. روند کاهش غلظت رسوب تا زمان

بیشترین رشد دو رقم ماشک بررسی‌شده صعودی است و پس از آن روند ثابتی داشـــت (شکل ۸ و ۹). البته باید توجه داشـــت که اندازه‌ی غظت رسوب نیز تابع اندازه‌ی بارندگی در هر رخداد است.



شکل ۸- کاهش غلظت رسوب با کاربرد تیمارهای بررسی‌شده در سال اول آزمایش.
Figure 8- Reduction of Sediment Concentration by the Studied Treatments in the First Year of the Experiment.



شکل ۹- کاهش غلظت رسوب با کاربرد تیمارهای بررسی‌شده در سال دوم آزمایش.
Figure 9- Reduction of Sediment Concentration by the Studied Treatments in the Second Year of the Experiment.

پایداری خاکدانه‌ها

مقایســـه‌ی میانگیـــن و توزیع انـــدازه‌ی خاک‌دانه‌ها در تیمارهای بررسی‌شده در ســـال‌های اول و دوم آزمایش در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ و جدول‌های ۱۲ و ۱۳ نشان‌داده شـــده اســـت. بیش از ۵۰٪ از انـــدازه‌ی خاک‌دانه‌ها در دامنـــه‌ی ۴-۲/۰۱ میلی‌متـــر بود و تفـــاوت معنی‌داری در ایـــن بازه در بین تیمارهای بررسی‌شـــده نبود. اما در بازه‌های ۲-۱/۰۱ و ۰/۱۲۵-۰ تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها در سطح ۵٪ مشاهده شد.

جدول ۱۲- تحلیل پراکنش توزیع اندازه‌ی خاک‌دانه‌ها در سال اول آزمایش.

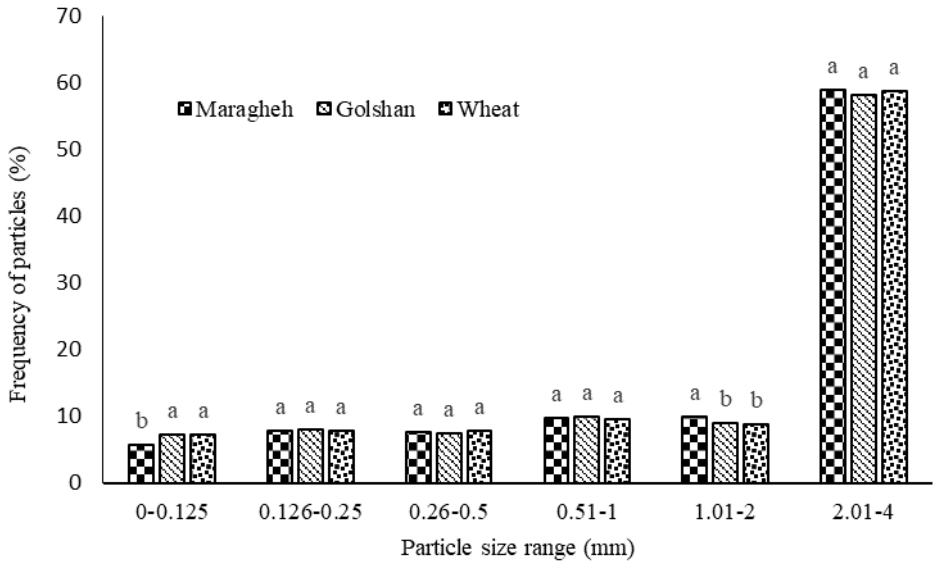
Table 12- Variance Analysis of Soil Aggregates Size Distribution in the First Year of the Experiment.

Source of Variation / Frequency Percentage of Soil Grains with Diameter	Degree of Freedom	Mean Squares	%CV	F Value	Significance Level
0-0.125	2	46.25	10.11	1.21	0.044
0.126-0.25	2	61.89	1.2	0.97	0.12
0.26-0.5	2	58.28	1.63	0.86	0.066
0.51-1	2	95.43	2.1	0.7	0.18
1.01-2	2	86.14	5.66	1.45	0.039
2.01-4	2	3445.77	0.5	5.44	0.32

جدول ۱۳- تحلیل پراکنش توزیع اندازه‌ی خاک‌دانه‌ها در سال دوم آزمایش.

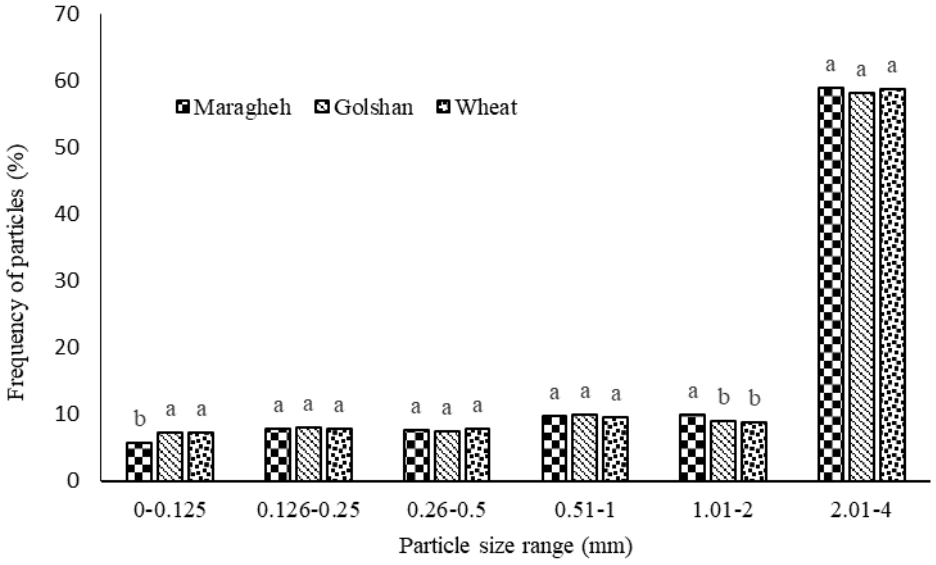
Table 13- Variance Analysis of Soil Aggregates Size Distribution in the Second Year of the Experiment.

Source of Variation / Frequency Percentage of Soil Grains with Diameter	Degree of Freedom	Mean Squares	%CV	F Value	Significance Level
0-0.125	2	136.25	10.83	0.91	0.031
0.126-0.25	2	171.78	2.49	1.03	0.29
0.26-0.5	2	137.41	1.84	0.93	0.14
0.51-1	2	267.05	1.8	2.44	0.4
1.01-2	2	289.34	5.6	2.54	0.043
2.01-4	2	10704.66	0.64	7.22	0.1



شکل ۱۰- توزیع اندازه‌ی خاکدانه‌ها در سال اول آزمایش.

Figure 10- Distribution of Soil Aggregates Size in the First Year of the Experiment.



شکل ۱۰- توزیع اندازه‌ی خاکدانه‌ها در سال اول آزمایش.

Figure 10- Distribution of Soil Aggregates Size in the First Year of the Experiment.

آمار توصیفی و نتایج تحلیل پراکنش داده‌های میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها در سال‌های اول و دوم آزمایش در جدول‌های ۱۴ تا ۱۷ نشان داده شده است. نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری خاک‌دانه‌ها پس از هر رخداد بارندگی برای مدت دو سال آزمایش نشان داد که تغییر معنی‌داری در پایداری خاکدانه‌ها در تیمارهای مختلف رخ نداد (شکل‌های ۱۲ و ۱۳).

جدول ۸- آمار توصیفی داده‌های غلظت رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال اول آزمایش.

Table 8- Descriptive Statistics of Sediment Concentration from the Experimental Plots in the First Year of the Experiment.

Treatment	Average (L)	Standard Deviation	Median	Skewness Coefficient	Minimum	Maximum
Maragheh	49.5	41.82	33.55	1.98	22.31	158.72
Golshan	71.01	32.69	59.17	1.77	28.98	157.29
Wheat	121.31	13.2	122.31	-0.375	88.93	142.99

جدول ۹- آمار توصیفی داده‌های غلظت رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال دوم آزمایش.

Table 9- Descriptive Statistics of Sediment Concentration from the Experimental Plots in the Second Year of the Experiment.

Treatment	Average (L)	Standard Deviation	Median	Skewness Coefficient	Minimum	Maximum
Maragheh	58.09	50.9	62.84	0.516	6.44	140.39
Golshan	68.42	45.22	123.42	0.437	23.28	141.35
Wheat	114.97	10.32	185.52	0.439	99.2	136.04

جدول ۱۰- تحلیل پراکنش داده‌های غلظت رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال اول آزمایش.

Table 10- Variance Analysis of Sediment Concentration from the Experimental Plots in the First Year of the Experiment.

Source of Variation	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	%CV	F Value	Significance Level
Between treatments	105956.105	2	52978.052	28.19	53.115	0.00
Within the treatments	113705.661	114	997.418			
Total	219667.766	116				

جدول ۱۱- تحلیل پراکنش داده‌های غلظت رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی در سال دوم آزمایش.
Table 11- Variance Analysis of Sediment Concentration from the Experimental Plots in the Second Year of the Experiment.

Source of Variation	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	%CV	F Value	Significance Level
Between treatments	38566.701	2	19283.35	32.3	12.198	0.00
Within the treatments	294052.249	186	1580.926			
Total	332618.95	188				

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش برای مدت دو سال بررسی میدانی تأثیر استفاده از ماشک علوفه‌ای مراغه و ماشک گلشن به‌عنوان راهکار زیستی، اقتصادی و دوستدار محیط‌زیست بر کاهش رواناب، رسوب و بهبود خصوصیت‌های خاک در ایستگاه تحقیقات چم‌خانی یاسوج انجام شد. به‌طور کلی گیاهان علوفه‌ای بررسی‌شده اثر قابل توجهی بر کاهش رواناب و رسوب خروجی از کرت‌های آزمایشی داشتند که این نشان از اهمیت و نقش مهم استفاده از این گیاهان در راستای اهداف حفاظت خاک و آب است. این یافته با نتایج پزشک‌پور (۲۰۱۶)، صالح و همکاران (۲۰۱۷)، بورین و همکاران (۲۰۰۲)، گلابی و همکاران (۲۰۰۵) و کاویان و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد. به‌طور خاص، این پژوهش بیانگر عملکرد عالی ماشک علوفه‌ای مراغه در کاهش رواناب و رسوب در منطقه بررسی‌شده است، از این رو کاشت این گیاه به‌منظور حفاظت خاک و آب در مقایسه با دیگر گیاهان بررسی‌شده، در این منطقه در اولویت قرار دارد. همچنین عملکرد گیاهان بررسی‌شده در کاهش رواناب و رسوب در سال‌های اول و دوم تفاوت داشت که علت آن، رخداد بارندگی‌های بیشتر در سال دوم و افزایش سطح و تراکم پوشش گیاهی گیاهان بررسی شده‌ی علوفه‌ای دیم و در نتیجه عملکرد بهینه‌ی آن‌ها در کاهش رواناب و رسوب است. از این رو در شرایط خشک‌سالی و بارندگی کمتر از حد طبیعی منطقه، ضروری است که در مرحله‌های مهم رشد گیاه، آبیاری انجام شود تا بتوان بیشترین کارایی این گیاهان را در حفاظت خاک و آب مشاهده کرد. بررسی توزیع اندازه‌ی خاک‌دانه‌ها نشان داد که در هر دو سال آزمایش، بیش از ۵۰٪ اندازه‌ی خاک‌دانه‌ها در دامنه‌ی ۴-۲ میلی‌متر بودند و در این بازه، تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشتند. اما در بین تیمارها در بازه‌های ۲-۱/۰۱ و ۰/۱۲۵-۰ میلی‌متر، تفاوت معنی‌دار مشاهده شد به‌طوری‌که تیمار ماشک مراغه که بهترین عملکرد را در کاهش رواناب و رسوب نشان داد، بیشترین جرم خاکدانه‌ها را در بازه‌ی ۲-۱/۰۱ و کمترین جرم خاکدانه‌ها را در بازه‌ی ۰/۱۲۵-۰ در مقایسه با دو تیمار دیگر داشتند. بنابراین با افزایش اندازه‌ی خاک‌دانه‌ها، کاهش بیشتر رواناب و رسوب مشاهده شد. اما به‌رغم انتظارها، پایداری خاکدانه‌ها در سال‌های اول و دوم آزمایش تغییر معنی‌داری در تیمارهای بررسی‌شده نشان نداد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در مدت دو سال، پایداری خاک‌دانه‌ها تغییر نخواهد کرد. دو حالت ممکن خواهد بود. حالت اول، استفاده از گیاهان علوفه‌ای دیم در پایداری خاکدانه‌ها اثر معنی‌داری ندارند و حالت دوم، برای مشاهده‌ی تغییر در این ویژگی خاک نیاز به مدت زمان بیشتری است. با توجه به نتایج پژوهش‌های صادقی‌فر و همکاران (۲۰۱۶)، امکان حالت دوم بیشتر است و می‌توان گفت که باید بررسی‌های طولانی‌تری در این زمینه انجام شود.

در راستای حفاظت خاک و آب و کمک به معیشت ساکنین هر منطقه استفاده از گیاهان علوفه‌ای دیم با خصوصیت‌های گیاهی مناسب (مانند ساختار ریشه‌ای و ساقه‌ی قوی و متراکم و نیز سطح پوشش مناسب) و سازگار با شرایط اقلیمی توصیه می‌شود. همچنین انجام آبیاری اولیه و آبیاری در مرحله‌های مهم رشد گیاه علوفه‌ای دیم استفاده‌شده در شرایط خشک‌سالی و کم بارش توصیه می‌شود. همچنین باید توجه داشت که فرهنگ‌سازی و آموزش ساکنین و بهره‌وران منطقه، اهمیت قابل توجهی دارد. انجام پژوهش‌هایی با هدف بررسی تأثیر شدت بارندگی، اندازه‌ی بارندگی، رطوبت خاک، بافت خاک و خصوصیت‌های شیمیایی خاک بر کارایی گیاهان علوفه‌ای دیم در حفاظت آب و خاک پیشنهاد می‌شود. همچنین بررسی رابطه‌ی بین اقلیم‌های گوناگون، ریخت‌شناسی و آب‌شناسی سراب و کارایی گیاهان علوفه‌ای دیم در راستی‌آزمایی کیفی و کمی داده‌های رواناب نیز پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از بخشی از نتایج طرح تحقیقاتی با کد مصوب ۹۹۰۶۱۹-۰۲۷-۲۹۱۵-۵۶-۳ است. به‌این‌وسیله از مسئولین محترم پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، مؤسسه‌ی تحقیقات کشاورزی دیم و عزیزانی که نویسندگان مقاله را در مسیر انجام هرچه بهتر این بررسی یاری کردند، قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

Angers DA, Mehuys GR. 1993. Aggregate stability to water. In: Carter MR (Ed) Chapter 61. Soil Sampling and Methods of Analysis. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 651–657.

Blanco-Canqui H, Lal R. 2010. Principles of soil conservation and management. Springer, 617 p.

Borin M, Bigon E. 2002. Abatement of NO3–N concentration in agricultural waters by narrow buffer strips. Environmental Pollution, 117 (1): 165–168.

Ekhtesasi MR, Jafari M, Fatahi Ardakani A. 2020. Economic prioritization of watershed management projects based on the impact on water. Soil and Plant Resources, 11 (22): 132–141. (In Persian).

Esmali A, kavian A, Jafarian Z, Kavianpoor A. 2015. Effect of vegetation covers on decreasing runoff and soil loss using rainfall simulation in Nesho rangeland, Mazandaran province.Geography and Environmental Planning, 26(2): 179–190. (In Persian).

Gholami L. 2007. Preparation of a model for estimating the sediment production of showers in a part of the Qeshlaq watershed in Kurdistan province. MS. Thesis, Watershed Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, 152 p. (In Persian).

Golabi MH, Iyekar C, Minton D, Raulerson CL, Drake JC. 2005. Watershed management to meet water quality standards by using the vetiver system in Southern Guam. Australian Journal of Dairy Technology, 9(1): 63–70.

Kavian A, Saleh I, Habib Nezhad M, Jafarian Z. 2018. The impact of some vegetative buffer strips on runoff and loss of nitrate and phosphate in rainfed lands of Sari, Iran.Journal of Water and Soil Conservation, 25(4): 1–25. (In Persian).

Kaviani M, Aghaei P, Nekouei Sh. 2012. Determination of native and effective wheat species of Isfahan province in dealing with soil erosion.Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research, 7(27): 11-19. (In Persian).

Khosropour, N. 2018. Investigating the economic value of soil protection function of pasture vegetation. Proceedings of the 7th National Conference on Pasture and Pasture Management of Iran, 8-9 May, Karaj, Iran. 252 p. (In Persian).

Natural Resources and Watershed Management Organization of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad Province. 2020. https://kohgiluye.frw.ir/

Kim MS, Min HG, Lee SH, Kim J-G. 2018. A Comparative study on poaceae and leguminosae forage crops for aided phytostabilization in trace-element-contaminated soil. Agronomy, 8(105): 1–13.

Lee KH, Isenhart TM, Schultz RC, Mickelson KS. 1999. Nutrient and sediment removal by switchgrass and cool-season filter strips in Central Iowa, USA. Agroforestry Systems, 1999(44): 121–132.

Mahdian M. 2005. Investigating the situation of land degradation in Iran. Proceedings of the 3rd National Conference on Erosion and Sedimentation, University of Tehran, 12 p. (In Persian).

Nikkami D, Arabkhedri L, Razmjoo P, Ahrar M. 2004. Investigating the state of sediment suspension in the reservoirs of erosion plots and determining the accuracy of their sampling. The final report of a research project, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 67 p. (In Persian).

Pezeshkpour P. 2016. The secret of the sur-

vival of underground vetch and its role in the restoration of pastures and the stability of production systems in dry areas. Quarterly Journal of Mowj, 1395(154): 81–85. (In Persian).

Refahi H. 1999. Wind erosion and its control. Publishing and Printing Institute of Tehran University, 319 p. (In Persian).

Sadati nejad SJ, yazdani moghadam Y, Khazayi M, vali A. 2015. Study of soil erodibility using geostatistics way (Case study: Province of Kohgiluyeh Boyer Ahmad). Desert Ecosystem Engineering Journal, 4(6): 43–54. (In Persian).

Sadeghifar M, Beheshti al agha A, Pourreza M. 2017. Variability of soil nutrients and aggregate stability in different times after fire in Zagros forests (Case Study: Paveh Forests). Ecology of Iranian Forest, 4(8):19–27. (In Persian).

Saleh I, Kavian A, HabibNejad M, Jafarian Z. 2017. A field study of the efficiency of vegetative buffer strips in water and soil conservation.Iranian Journal of Soil and Water Research, 48(1): 205–216. (In Persian).

Tang C, Liu Y, Li Z, Guo L, Wu A, Zhao J. 2021. Effectiveness of vegetation cover pattern on regulating soil erosion and runoff generation in red soil environment, southern China. Ecological Indicators, 2021(129): 1–9.

Natural Resources and Watershed Management Organization of Kohgiluyeh and Boyer Ahmad Province. 2021. https://kohgiluye.frw.ir/

Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

Watershed Management Research

ISSN: 2981-2038

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Impact of Cultivating Some Legumes Compatible with Rainfed Conditions on Runoff and Sediment Reduction, and Soil Aggregate Stability

Iman Saleh[1*], Majid Khazaei[2], Hamid Reza Peyrovan[3], Behrouz Vaezi[4]

1 and 2- Assistant Professor, Forests, Rangelands and Watershed Management Research Department, Kohgiluyeh and Boyerahmad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yasuj, Iran

3- Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Iran

4- Research Instructor, Kohgiluyeh and Boyerahmad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yasuj, Iran

Extended Abstract

Introduction and Objective

Nowadays, it is necessary to use new methods to resolve the issue of soil erosion instead of traditional methods in order to achieve more accurate knowledge and appropriate planning. The cheapest and most appropriate way to conserve the soil is to use vegetation. Therefore, considering the high costs and adverse environmental effects of mechanical methods compared to biological methods of soil conservation, the present study aims to investigate the effect of planting two varieties of fodder vetch as a biological, economic and environmentally friendly solution to reduce runoff, sediment and improve soil properties.

Materials and Methods

This research was carried out using standard experimental plots with dimensions of 22 × 1.8 meters and a slope of 9%, so that totally nine experimental plots including three treatments and three replications were applied and executed in the form of a randomized complete block design. The three treatments studied in this experiment included Maragheh vetch, Golshan vetch and native wheat of the study region (control treatment), and the studied vetch varieties were planted simultaneously with wheat cultivation in the fall in two consecutive years, 2020 and 2021. Finally, the mean data of runoff, sedimentation and stability of soil aggregates were compared and statistically analyzed.

Article Type: Research Article

***Corresponding Author E-mail:** salehiman61@gmail.com

Citation: Saleh. I., Khazaei, M., Peyrovan, H.R., Vaezi, B. 2023. Impact of Cultivating Some Legumes Compatible with Rainfed Conditions on Runoff and Sediment Reduction, and Soil Aggregate Stability. Watershed Management Research. 36(2): 53-70.

DOI: 10.22092/wmrj.2022.359407.1486

Received: 20 June 2022, **Received in revised form:** 30 August 2022, **Accepted:** 21 September 2022, **Published online:** 22 June 2023

Watershed Management Research, VOL. 36, No. 2, Ser. No: 139, Summer 2023, pp. 53-70.

Publisher: Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

©Author(s)

Results and Discussion

In general, the studied fodder plants had a significant effect on reducing the runoff and sediment generated from the experimental plots, which shows the importance and role of these plants for the purposes of soil and water conservation. In particular, Maragheh fodder vetch showed excellent performance in reducing runoff and sediment in the study area, therefore planting the mentioned varieties in order to conserve soil and water is prioritized in the study area. The stability of soil aggregates also did not show any significant difference in the studied treatments during the experimental period. Therefore, it can be concluded that the stability of soil aggregates will not change within two years, and more time is needed to observe the change in this soil characteristic.

Conclusion and Suggestions

The results of this research revealed the significant effect of using forage plants, especially Maragheh and Golshan forage plants, on reducing runoff and sediment in line with the goals of soil and water protection. The use of fodder legumes compatible with the climatic conditions of each region that have suitable plant characteristics such as a strong and dense root and stem system as well as a suitable canopy in order to conserve soil and water and improving the livelihood of the residents of the region and also carrying out early irrigation and supplementary irrigation is recommended in the important stages of the plant growth under drought and low rainfall conditions. Also, conducting researches that investigate the effect of rainfall intensity, amount of rainfall, soil moisture, soil texture and chemical properties of soil on the effectiveness of dry fodder plants in water and soil conservation, as well as the relationship between different climatic, morphological and hydrological conditions of upstream and the effectiveness of dry land fodder plants in the qualitative and quantitative control of runoff, is suggested.

Keywords: Biological method, soil conservation, Golshan, Maragheh