نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۲، شماره ۲، ۱۳۹۹، صفحات ۳۸۰-۳۸۹

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 12, Issue 2, 2020, Pages 380-389
DOI: 10.22092/ijwmse.2019.125561.1617

تأثیرپذیری خصوصیات فیزیکی-شیمیایی، فرسایش‌پذیری خاک و تولید رسوب از تغییر کاربری جنگل به دیم‌زار

مسیب حشمتی*[۱]، محمد قیطوری[۲]، محمود عرب‌خدری[۳] و یحیی پرویزی[۴]

[۱،۲ و ۴] دانشیار، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران و [۳] دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۵

چکیده

تغییر کاربری جنگل‌ها دارای پیامدهای متعددی از جمله تشدید وقوع سیل، فرسایش، رسوب و گرد و غبار است. به‌همین منظور، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیرات تغییر کاربری جنگل‌های زاگرس بر فرسایش‌پذیری و رسوب‌زایی از طریق کاهش کیفیت خاک در بخشی از جنگل‌های استان کرمانشاه انجام شد. در این راستا، ابتدا دو محدوده جنگلی و دیم‌زار مجاور آن که طی ۱۰ سال اخیر بر اثر تغییر کاربری جنگل حاصل شده بود، انتخاب و ۳۵ نمونه خاک از لایه سطحی (صفر تا ۲۰ سانتی‌متر) از هر دو کاربری برداشت شد. سپس، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی روی نمونه‌های خاک انجام گرفت. در مرحله بعدی، میزان فرسایش‌پذیری خاک محاسبه و میزان تولید رسوب هر دو کاربری با استفاده از باران‌ساز قابل حمل در صحرا اندازه‌گیری شد. نتایج این بررسی نشان داد که شش ویژگی مهم و کلیدی خاک، شامل پایداری خاک‌دانه‌ها، وزن مخصوص ظاهری، کربن آلی، ازت کل، پتاسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی از نوع کاربری زمین، تاثیر معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) پذیرفته‌اند. البته در همه نمونه‌های مورد آزمایش مجموع رس و سیلت حدود ۸۰ درصد بود که موجب تشکیل خاک با بافت سنگین شده است. متعاقبا عامل فرسایش‌پذیری خاک (K) و نیز شدت تولید رسوب در دیم‌زار نسبت به عرصه جنگلی به لحاظ معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر به‌دست آمد. با توجه به نتایج این بررسی و نقش اکوسیستم جنگلی زاگرس در استحصال آب باران، تغذیه آب‌های زیرزمینی و مهار سیل و گرد و غبار، تداوم روند فعلی تغییر کاربری این جنگل‌ها به‌همراه شخم نامناسب، سوزاندن بقایای محصول و تردد ماشین‌آلات در دیم‌زارهای حاشیه آن‌ها، موجب تشدید گرمایش زمین، افزایش ضریب رواناب و تبخیر، بحران کم‌آبی نسبت به شرایط کنونی خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: پایداری خاکدانه، تشدید وقوع سیل، جنگل‌های زاگرس، دیم‌زار کم‌بازده، کربن آلی

مقدمه

تغییر کاربری اراضی به‌دلیل فعالیت‌های انسانی اعم از کشاورزی، عمرانی و توسعه نامتعارف شهرها، پیامدهای متعدد و روزافزونی چون فرسایش آبی و بادی، شوری خاک، بیابان‌زائی، انباشتگی مواد غذایی در آب[1] که موجب کاهش سطح اکسیژن در منابع آب می‌شود و حمل رسوبات به پشت سدهای بزرگ به بار آورده است. این روند در ایران موجب شده که

[1] Eutrophication

* مسئول مکاتبات: heshmati46@gmail.com

فرسایش آبی به مرز نگران‌کننده دو میلیارد تن در سال رسیده (Nosrati، ۲۰۰۹) و حدود ۴۵ میلیون هکتار از نواحی مرکزی در معرض فرسایش بادی قرار گیرد که بخشی از آن به عوامل انسانی مربوط می‌شود (Azarbar و همکاران، ۲۰۰۶). همچنین، حدود ۱۶ تا ۲۳ میلیون هکتار از اراضی آبی کشاورزی در معرض خطر شوری ناشی از کشاورزی غلط (آبیاری نامناسب) قرار دارد (Siadat و همکاران، ۱۹۹۷؛ Rafie-emam و همکاران، ۲۰۰۵).

جنگل‌های زاگرس بخش وسیعی از نوار غربی ایران را در بر داشته و باوجود تخریب زیاد حدود ۵/۵ میلیون هکتار آن باقی مانده که نقش مهمی در پایداری محیط زیست، کشاورزی و زندگی نیمی از جمعیت ایران ایفا می‌کند. دلیل این امر نقش کلیدی این جنگل‌ها در مهار فرسایش، سیل، بیابان‌زایی، آلودگی هوا و معیشت ساکنین محلی است. از همه مهمتر، حدود ۴۵ درصد منابع آب ایران از این منطقه تامین می‌شود (Taghimollaei و Karamshahi، ۲۰۱۷). با این وجود، وضعیت تخریب و تغییر کاربری این جنگل‌ها و پیامدهای آن رقت‌بار است. برای نمونه به‌دلیل تخریب جنگل در اراضی مارنی و حوضه‌های شهری ایلام، کوهدشت و بخش‌هایی از استان‌های کرمانشاه و خوزستان، بارندگی‌های بهار سال ۱۳۹۵ موجب تلفات انسانی به‌همراه از بین رفتن میلیون‌ها تن خاک ارزشمند و نیز خسارات به اراضی کشاورزی و تاسیسات شهری و اماکن مسکونی شد (Heshmati و همکاران، ۲۰۱۷). با این وجود، وقوع سیل در فروردین ۱۳۹۸ گستره وسیعی از کشور را با خسارات جبران‌ناپذیر جانی و مالی درنوردید که قطعا اگر جنگل‌ها و مراتع منطقه زاگرس و استان گلستان که غالبا روی سازندهای حساس مارنی و لسی قرار دارند، حفظ شده بودند، علاوه بر کاهش چشم‌گیر خسارات و ذخیره در آبخوان‌ها، رس و سیلت به شکل قالب‌های خشت ضخیم در خانه، جویبار، اراضی کشاورزی و دریاچه سدها جای نگرفته بود.

بی‌شک بدون حفظ باقی‌مانده جنگل‌های زاگرس مهار پیامدهای ناشی از تغییرات اقلیمی از جمله سیل، فرسایش، رسوب و گرد و غبار غیر ممکن است و با روند فعلی تخریب این جنگل‌ها دامنه بیابانی شدن منطقه زاگرس گسترش خواهد یافت. دلیل این امر صرفا به محروم شدن از مزایای معمولی یک جنگل نیست، بلکه به موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی نیز باز می‌گردد. این دو عامل عبارتند از، الف- گسترش طولی جنگل‌های زاگرس که عمود بر جهت غالب جریانات جوی است و نقش قابل توجهی در کنترل پدیده گرد و غبار دارد و ب- غالب جنگل‌های زاگرس بر سازندهای زمین‌شناسی مارنی با نسبت‌های زیاد رس و سیلت و کانی‌های حساس به انحلال و لغزش و در نتیجه توان بالای رسوب قرار دارند (Heshmati و همکاران، ۲۰۱۳). به‌همین دلیل، با نابودی این جنگل‌ها، ذرات رس و سیلت کانون گرد و غبار (زمان وزش باد) و منشاء سیل و رسوب (زمان بارندگی) هستند.

تغییر کاربری و تبدیل جنگل‌ها به دیم‌زار از بدترین اقدامات بشری در تغییر اکوسیستم و یکی از عوامل اصلی تخریب جنگل‌های زاگرس است (Bahrami و همکاران، ۲۰۱۰؛ Fallahzade و همکاران، ۲۰۱۱). بر اساس نتایج پژوهش‌های مختلف این روند موجب آسیب جدی به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک جنگل می‌شود که در منطقه زاگرس به‌دلیل توسعه اراضی دیم کشاورزی، نمود بیشتری دارد. جنگل‌های زاگرس در سال ۱۳۲۱ توسط زنده‌یاد کریم ساعی ۱۰ میلیون هکتار برآورد شد که به‌دلیل قطع بی‌رویه به کمتر از هفت میلیون هکتار در دهه ۵۰ کاهش یافت و در سال ۱۳۸۴ به‌وسیله سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری حدود پنج میلیون هکتار تخمین زده شد (Jamshidi، ۲۰۱۷). توسعه اراضی دیم کشاورزی در منطقه زاگرس به بهای نابودی جنگل‌ها و مراتع میسر شده و به‌دلیل فراوانی تراکتور در محیط‌های روستایی به همراه فعالیت‌های غیرکشاورزی (از جمله شبکه‌های گاز، راه و معدن) و نیز خلاء ایفای موثر نقش حفاظتی ادارات مسئول، با شتاب بیشتری ادامه دارد.

خاک کف جنگل نیز از نقطه نظر ماده آلی، پایداری، حاصل‌خیزی و ظرفیت جذب و نگهداری آب دچار نقصان شدید شده است (Yousefifard و همکاران، ۲۰۰۷؛ Hajabbasi و همکاران، ۲۰۰۸؛ Navidi Torahi و همکاران، ۲۰۰۹؛ Chand Rai،

۲۰۱۱). حاصل این تخریب و تغییر کاربری در وهله نخست فرسایش‌های سطحی، خندقی، تونلی و لغزشی و نهایتا سیل و کم‌آبی شدید به‌همراه تشکیل کانون‌های محلی گرد و غبار است. شخم غلط در نواحی زاگرس به شکل موازی شیب انجام می‌شود که موجب تولید رسوب، هدررفت مواد غذایی خاک و آلودگی آب‌های سطحی به‌دلیل به‌کار بردن گاوآهن برگردان‌دار می‌شود (Blanco و Lal، ۲۰۰۸؛ Morgan، ۲۰۰۵). افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک بر اثر تردد زیاد ماشین‌آلات کشاورزی، کاهش نفوذپذیری خاک نیز یکی از پیامدهای این روند است (Busari و همکاران، ۲۰۱۵).

بررسی منابع فوق بیان‌گر پیامدهای متعدد تغییر کاربری اراضی و به‌ویژه جنگل‌هاست. با این وجود آسیب به مهمترین ویژگی‌های خاک بر اثر تبدیل جنگل‌های زاگرس به دیم‌زار که عمدتا روی سازندهای مارنی و شیب‌دار قرار دارند، با دیدگاه پیامدهای برون حوضه‌ای از جمله فرسایش، رسوب و سیل‌خیزی هنوز هم نیازمند بررسی است. هدف از انجام این پژوهش که در بخشی از جنگل‌های استان کرمانشاه اجرا شد، بررسی پیامدهای ناشی از تبدیل جنگل‌های زاگرس به دیم‌زار از طریق تاثیر آن بر مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بود که به نوبه خود موجب افزایش رواناب و رسوب‌زایی می‌شوند.

مواد و روش‌ها

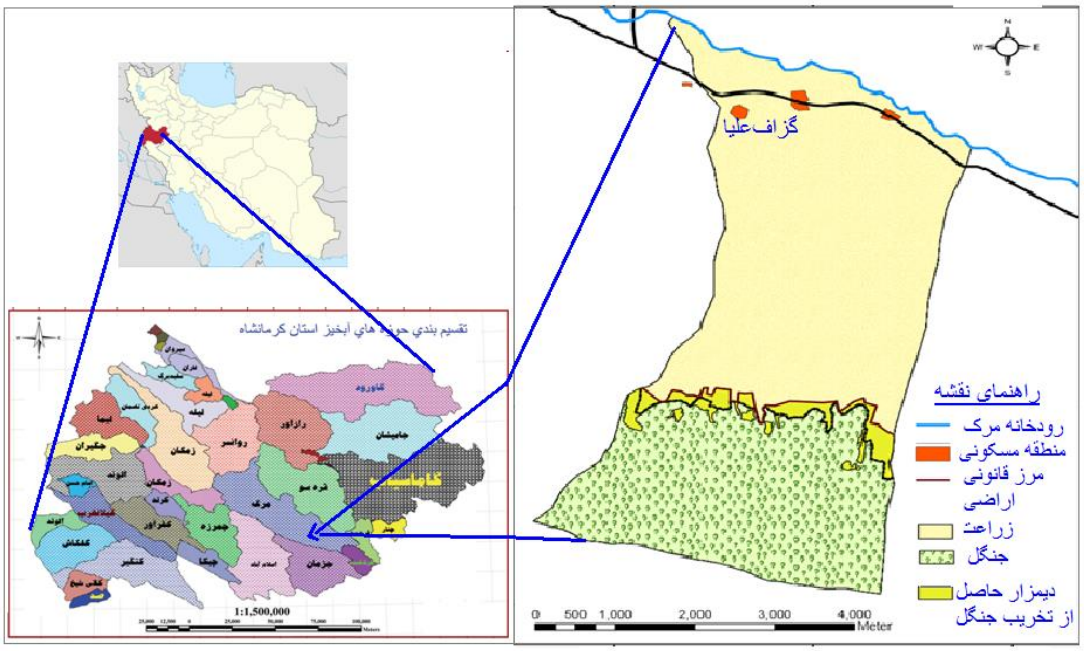
منطقه مورد پژوهش: این پژوهش در بخشی از اراضی جنگلی و کشاورزی بالادست روستای گزاف واقع در حوضه مرک انجام شد. حوضه مرک با مساحت نزدیک به ۱۴۷ هزار هکتار در استان کرمانشاه در موقعیت '۳۰ °۴۶ تا '۲۵ °۴۷ طول جغرافیایی و '۰۰ °۳۴ تا '۳۵ °۳۴ عرض جغرافیایی قرار گرفته است.

حوزه آبخیز مرک به شکل ناودیس بالادست رودخانه کرخه را با جهت شمال غرب-جنوب شرق در بر دارد و متشکل از کوه، تپه ماهور و دشت با ارتفاع متوسط ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است. کاربری‌های اصلی اراضی شامل مرتع، جنگل و کشاورزی است و دارای اقلیم نیمه‌خشک و متوسط بارش حدود ۴۰۰ میلی‌متر در سال است. محدوده مطالعاتی بخشی از زیرحوضه بالادست حوزه آبخیز مرک با مساحت ۲۴۲۰ هکتار در پلاک ثبتی گزاف علیا قرار دارد که تبدیل جنگل به دیم‌زار به شکل بارزتری در آن متداول بود (شکل ۱).

بر اساس نقشه ممیزی اراضی اداره کل منابع طبیعی سال ۱۳۹۲ و بازدید میدانی در سال ۱۳۹۴، عرصه جنگلی با مساحت ۷۵۰ هکتار، ۳۱ درصد محدوده روستای گزاف علیا را در بر دارد که بخشی از جنگل زاگرس بوده، گونه غالب آن بلوط غرب (*Quercus persica*) است. بر پایه بررسی تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های توپوگرافی و بازدیدهای میدانی، مساحت دیم‌زار حاصل از تخریب جنگل در سالیان اخیر حدود ۲۹۰ هکتار برآورد شد. این جنگل‌ها و دیم‌زارهای پایین‌دست روی سازند مارنی کشکان قرار دارند که حساس به انحلال، لغزش و فرسایش خندقی است.

روش پژوهش: ابتدا نقشه‌ها، گزارش‌ها و مدارک مربوط به ممیزی اراضی منطقه مورد مطالعه گردآوری شد. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (ETM^+ 2002)، نقشه توپوگرافی و بازدید میدانی نوع فرسایش، جزییات کاربری اراضی از قبیل نوع شخم مشخص شد. در نهایت، دو محدوده جنگلی و دیم‌زار مجاور آن که طی ۱۰ سال اخیر (۹۴-۱۳۸۴) بر اثر تغییر کاربری جنگل حاصل شده بود، انتخاب شد. با توجه به شرایط توپوگرافی و بررسی میدانی، محل نمونه‌برداری مشخص و ۳۵ نمونه خاک (در جنگل و دیم‌زار به‌ترتیب تعداد ۱۹ و ۱۶ نمونه) از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر برداشت و مختصات آن‌ها با استفاده از سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت شد. به این منظور، محدوده دیم‌زار بر اساس نقشه ممیزی اراضی، بررسی میدانی با نظر کارشناسان اجرایی اداره کل انتخاب شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شد و آزمایش‌های توزیع اندازه ذرات (بافت) به‌روش هیدرومتر (Ryan و همکاران، ۲۰۰۱)، وزن مخصوص ظاهری (نمونه دست نخورده)، پایداری خاکدانه‌ها، روش الک‌تر (Teh و Talib، ۲۰۰۶)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم (Miller و همکاران، ۱۹۸۳)، کربن آلی به روش والکی بلک (Nelson و Sommers، ۱۹۸۲)، ازت کل به روش کجلدال، فسفر

قابل جذب به روش اولسن (Ryan و همکاران، ۲۰۰۱) و پتاسیم قابل جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم (Van-Reeuwijke و Vente، ۱۹۹۳) انجام یافت. در مرحله بعدی، فرسایش‌پذیری خاک، عامل K هدررفت خاک در معادله جهانی و ضریب فرسایش‌پذیری بر اساس نتایج آزمایشات ویژگی‌های خاک مرتبط با آن مشخص شد. در این مرحله، تولید رسوب خاک با استفاده از شیبه‌ساز باران قابل حمل در صحرا (واسنجی شده و بازسازی شده در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری) اندازه‌گیری شد. این دستگاه برای نخستین‌بار به‌وسیله Kamphorst (۱۹۸۷)، برای بررسی‌های حفاظت خاک طراحی شده است. تجزیه آماری داده‌ها با آمار توصیفی و زمین‌آمار انجام شد. آمار توصیفی شامل میانگین، واریانس، بیشینه، کمینه و مقایسه میانگین داده‌ها (t-test) با نرم‌افزار SAS 6.12 انجام شد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در حوزه آبخیز مرک و ایران

نتایج و بحث

مقایسه ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک: در این پژوهش، مشخصات مهم خاک که با فرسایش و رسوب مرتبط بودند، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که شامل مقدار شن، سیلت و رس (بافت خاک)، پایداری خاکدانه، وزن مخصوص ظاهری، کربن آلی، ازت کل، فسفر قابل جذب، پتاسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) بود (جدول ۱). بر اساس سه ویژگی مربوط به بافت (مقدار رس، سیلت و شن) در دو کاربری جنگل و مرتع با هم تفاوت معنی‌دار نداشتند. بافت خاک متاثر از سنگ مادر بوده و کمتر تحت تاثیر نوع کاربری اراضی است. همچنین، سطح فسفر قابل جذب خاک جنگل و دیم‌زار به‌ترتیب ۱۱/۴۷ و ۱۱/۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم است که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند و بر اساس رتبه‌بندی Hazelton و Murphy (۲۰۰۷)، در حد متوسط است. دلیل این روند، استفاده از کودهای فسفره و مصرف آن بر اثر کشت مداوم (بدون آیش) در اراضی کشاورزی و ماندگاری بیشتر آن در خاک است. در مقابل، بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل آماری، سایر شش ویژگی مهم و کلیدی خاک که در پایداری، حاصل‌خیزی و ظرفیت نگهداری رطوبت خاک موثرند، متاثر از تنوع کاربری بوده، با تبدیل جنگل به دیم‌زار با تغییر معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) مواجه شدند که شامل پایداری خاکدانه‌ها، وزن مخصوص ظاهری، کربن آلی، ازت کل، فسفر قابل جذب، پتاسیم و CEC بود. به‌عنوان نمونه، سطح کربن آلی که از مهمترین ویژگی‌های خاک است، در جنگل و دیم‌زار به‌ترتیب ۲/۱ و ۱/۳۵ درصد بود که مقدار آن

در دیم‌زار به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کمتر است. در همه نمونه‌های مورد آزمایش مجموع رس و سیلت حدود ۸۰ درصد بود که موجب تشکیل خاک با بافت سنگین شده است (جدول ۱).

این امر نشان می‌دهد، به‌جز بافت، سایر ویژگی‌های مورد آزمایش نسبت به عوامل خارجی (از جمله مدیریت و کاربری) حساسیت زیادی دارند که با یافته‌های Nael و همکاران (۲۰۰۴) و Heshmati و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد. به‌طور کلی، تغییرات معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) این ویژگی‌های مهم خاک در کاربری دیم‌زار بازتابی از تاثیر عوامل انسانی در این روند به‌دلیل تردد زیاد ماشین‌آلات و سوزاندن کاه و کلش و کشت مداوم (بدون آیش و تناوب) به همراه شخم موازی شیب است که منجر به کاهش شدید کربن آلی و در نتیجه کاهش پایداری خاکدانه‌ها و افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک شده است. این روند به نوبه خود، کاهش رطوبت و تشدید فرسایش را در دیم‌زار به‌دنبال دارد. افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک بر اثر تردد زیاد ماشین‌آلات کشاورزی نیز یکی از نگرانی‌های پژوهشگران در این زمینه است که علاوه بر مدیریت تردد ماشین‌آلات، افزایش ماده آلی خاک، شیار عمیق به خاک (گاو آهن اسکنه‌ای)، تناوب زراعی، استفاده از کودهای آلی و مصرف دقیق کودهای شیمیایی به‌عنوان مهمترین راهکارها در این زمینه است (Hamza و Anerson، ۲۰۰۵).

سطح کربن آلی به‌عنوان یکی از مهمترین ویژگی‌های خاک است که شدیدا متاثر از تغییر کاربری، نوع شخم و شیوه بهره‌برداری از زمین است (Karlen و همکاران، ۲۰۰۸). از طرفی، در دیم‌زارهای حاصل از تغییر کاربری جنگل مناطق نیمه‌خشک، شخم نامناسب نقش اصلی در انتشار کربن آلی خاک دارد (Miralles و همکاران، ۲۰۰۹). پژوهش‌های دقیق‌تر در این زمینه بیان‌گر این است که کناره‌های خاک شخم بسته به دما و موقعیت توپوگرافی بیشترین نقش را در رهاسازی کربن آلی و نیترات خاک دارند که با افزایش دما نیز افزایش می‌یابد (Negassa و همکاران، ۲۰۱۵). این روند در اراضی شیب‌دار مارنی منطقه که مجموع ذرات سیلت و رس خاک آن حدود ۸۰ درصد است، میزان تغییرات مکانی ذرات خاک و انتشار کربن شدیدتر است. همچنین، سوزاندن بقایای محصول که در دیم‌زارهای منطقه زاگرس متداول است نیز علاوه بر کاهش تشدید کربن آلی خاک، موجب کاهش ازت آن نیز می‌شود (Wang و همکاران، ۲۰۱۵).

مقایسه فرسایش‌پذیری خاک و شدت تولید رسوب جنگل و دیم‌زار: عامل فرسایش‌پذیری خاک (K) یکی از عوامل کلیدی معادله جهانی فرسایش و نیز یکی از عوامل نه‌گانه مدل MPSIAC است که بر پایه شش عامل فرعی شامل درصد شن، شن ریز، سیلت، ماده آلی، ساختمان و نفوذپذیری محاسبه می‌شود. بر این مبنا، مقدار فرسایش‌پذیری دیم‌زار به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بیشتر از جنگل است. این عامل انعکاسی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک است که به‌دلیل تفاوت معنی‌دار میانگین آن در جنگل و دیم‌زار به نوبه خود بازتابی از تفاوت در سایر ویژگی‌های خاک است.

نتایج اندازه‌گیری شدت تولید رسوب از طریق مقدار خاک سطحی جابه‌جا شده با شبیه‌ساز باران قابل حمل صحرایی نیز نشان داد که مقدار رسوب در دیم‌زار به‌طور معنی‌داری بیش از جنگل بود. این افزایش، شامل خاک محتوی ماده آلی و عناصر غذایی نیز می‌شود که با خروج آن‌ها پیامدهای زیست‌محیطی انباشتگی مواد غذایی در آب و گرمایش جهانی به همراه هدررفت آب نگران کننده است. این روند با تخریب خاکدانه‌ها آغاز می‌شود. نمونه‌ای از این گونه تخریب‌ها و پیامدهای ناشی از آن در شکل‌های ۲ و ۳ که در سرتاسر ایران به‌وقوع یافته است، نشان داده شده است.

فرایندهای تخریب خاکدانه‌ها و پاشمان ذرات خاک از مهمترین پیامدهای برخورد قطرات باران بر سطح خاک است (Morgan، ۲۰۰۵). نتایج بررسی با شبیه‌ساز باران در خاک‌های مارنی زنجان در مقیاس پلات نشان داد که با تداوم بارندگی، میزان پاشمان نیز به‌دنبال تخریب خاکدانه‌ها افزایش می‌یابد که اوج آن تشکیل سله است (Yousefi و همکاران، ۲۰۰۷). همان‌طور که اشاره شد، با ورود این رسوبات به سامانه زهکشی پایین‌دست دیم‌زارها پدیده انباشتگی مواد غذایی در آب به‌عنوان عوامل تخریب بوم‌سازگان‌های

آبی بر اثر مصرف زیاد کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات نباتی، تخریب و جابه‌جایی خاک در نهایت با تبدیل نیترات به نیتریت و رهاشدن آن به شکل N_2O در گرمایش جهانی موثر است (Crittenden و همکاران، ۲۰۱۵).

جدول ۱- نتایج تجزیه و تحلیل ویژگی‌های شیمیایی خاک در دو کاربری جنگل و دیم‌زار استان کرمانشاه

متغیر خاک	کاربری	میانگین	اانحراف معیار	واریانس نمونه‌ها	کمینه	بیشینه	تعداد نمونه	ضریب چولگی	T-test (Pr> F)
شن	جنگل	۲۶/۰	۱۰/۶۱	۱۱۲/۶۰	۱۱/۰	۵۴/۰	۱۹	۰/۹۴	۰/۹۳
(درصد)	دیم‌زار	۲۶/۳	۷/۱۲	۵۰/۷۰	۱۸/۰	۴۲/۰	۱۶	۰/۷۴	NS
سیلت	جنگل	۴۱/۲	۸/۶۵	۷۴/۸	۳۲/۰	۶۰/۰	۱۹	۱/۰۶	۰/۲۴
(درصد)	دیم‌زار	۳۸/۴	۴/۹۲	۲۴/۳	۳۰/۰	۴۸/۰	۱۶	۰/۴۲	NS
رس	جنگل	۳۲/۷	۹/۹	۹۹/۶	۱۲/۰	۵۲/۰	۱۹	-۰/۳۶	۰/۴۱
(درصد)	دیم‌زار	۳۵/۳	۷/۹	۶۲/۵	۲۱/۰	۴۷/۲	۱۶	-۰/۵۶	NS
پایداری خاکدانه‌ها	جنگل	۶۳/۶۲	۴/۲۳	۱۷/۹۰	۵۷/۵	۷۰/۷۵	۱۱	۰/۲۹	۰/۰۰۳*
(درصد)	دیم‌زار	۵۲/۶۵	۹/۹۸	۹۹/۶۵	۴۰/۰۴	۶۸/۲۵	۱۲	۰/۲۵	
وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	جنگل	۱/۲۶	۰/۰۴۷	۰/۰۰۳۵	۱/۲۰	۱/۳۷	۱۱	۱/۱۳	۰/۰۳۴*
	دیم‌زار	۱/۳۲	۰/۰۹۵	۰/۰۰۸	۱/۱۷	۱/۴۲	۱۲	-۰/۷۳	
کربن آلی خاک	جنگل	۲/۱۰	۰/۴۷	۰/۱۴	۱/۲	۲/۶۰	۱۹	-۰/۰۵	۰/۰۰۰۴*
(درصد)	دیم‌زار	۱/۳۵	۰/۵۶	۰/۳۱	۰/۶۵	۲/۷۵	۱۶	۰/۴۶	
ازت کل	جنگل	۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۹	۰/۲۵	۱۹	-۰/۱۲	۰/۰۰۵۳*
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	دیم‌زار	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۶	۰/۲۹	۱۶	۰/۱۰	
فسفر قابل جذب	جنگل	۱۱/۴۷	۳/۸۴	۲۵/۴۲	۲/۸۰	۱۶/۴	۱۹	-۰/۷۰	۰/۸۲۰
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	دیم‌زار	۱۱/۱۹	۲/۶۰	۶/۷۰	۷/۰۰	۱۶/۲	۱۶	-۰/۱۹	NS
پتاسیم	جنگل	۳۳۸	۱۰۴/۶	۱۰۸۷۳	۹۹	۴۹۸	۱۹	-۰/۵۶	۰/۰۳۱*
(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	دیم‌زار	۲۶۶	۸۳/۲	۶۹۹۵۹	۱۴۶	۳۹۰	۱۶	-۰/۰۵	
ظرفیت تبادل کاتیونی	جنگل	۳۳/۳	۳/۵۰	۱۲/۲۷	۲۶/۰	۳۸/۶	۱۹	-۰/۲۳	۰/۰۰۰۱*
	دیم‌زار	۲۵/۱	۵/۹۶	۳۵/۵	۱۴/۰	۳۸/۲	۱۶	۰/۵۳	

* تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد و NS عدم تفاوت معنی‌دار

مطالعات Jabro و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که فرسایش خاک، نوع کاربری اراضی و شرایط اقلیمی منجر به تغییرات مکانی مشخصات خاک بر اساس شاخص‌های زمین‌آمار می‌شود. مشاهدات میدانی نیز نشان داد که بعد از بارندگی‌های پاییزه شیارهای موازی شیب در راستای شخم ایجاد شده، رسوبات سطحی زیادی را تا فواصل دورتر از ۳۰۰ متر در داخل دیم‌زار حمل کرده بود که این یکی از عوامل افزایش تغییرات مکانی بیشتر در دیم‌زار است (جدول ۲). تشدید فرسایش‌پذیری خاک بازتابی از شدت برهم زدن نیم‌رخ[1] خاک سطحی دارد. یکی از عوامل به‌هم خوردن خاک، شخم نامناسب است که به فرسایش شخم[2] منتهی می‌شود که با گاوآهن برگردان‌دار و غالباً در جهت شیب انجام می‌گیرد (Blanco و Lal، ۲۰۰۸). با تشدید چنین شرایطی، علاوه بر خروج کربن آلی از خاک، ساختمان و خاکدانه‌ها نیز آسیب جدی دیده و زمینه فرسایش خندقی در پایین‌دست فراهم می‌شود (Yusefi و همکاران، ۲۰۱۳؛ Bechmann و همکاران، ۲۰۰۹؛ Rosa و همکاران، ۲۰۰۹؛ Senthikumar و همکاران، ۲۰۰۹).

[1] Soil disturbance

[2] Tillage erosion

جدول ۲- مقایسه آماری عامل فرسایش‌پذیری خاک (K) و تولید رسوب در دو کاربری جنگل و دیم‌زار استان کرمانشاه

متغیر	کاربری	میانگین	انحراف معیار	واریانس نمونه‌ها	کمینه	بیشینه	تعداد	ضریب چولگی	T-test (Pr> F)
عامل فرسایش‌پذیری خاک	جنگل	۰/۲۳۷	۰/۰۲۵	۰/۰۰۱۷	۰/۲۰	۰/۲۹	۱۱	۰/۸۱	۰/۰۳۴*
	دیم‌زار	۰/۲۷۰	۰/۰۳۹	۰/۰۰۱۳	۰/۲۰	۰/۳۵	۱۳	۰/۳۷	
رسوب ویژه (گرم در متر مربع)	جنگل	۲۴۱/۰	۱۶/۳۵	۵۵۵/۶	۸/۶	۸۹۶	۱۱	-۰/۱	۰/۰۲۴*
	دیم‌زار	۵۷۳/۲	۲۳/۵۷	۲۶۷/۴	۴۶/۵	۱۰۷۲	۱۳	۱/۵۴	

* تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد و NS عدم تفاوت معنی‌دار

شکل ۲- خسارت سیل بهار ۱۳۹۵ به مزارع و پل‌های منطقه زاگرس، A) تغییر کاربری جنگل‌های زاگرس و شخم اراضی جنگلی، B) بدترین نوع شخم موازی شیب در اراضی مارنی با شیب حدود ۳۵ درصد، رس و سیلت حاصل از این شخم جریان سیل بنیان‌کن را در پایین‌دست (از جمله خوزستان) رقم می‌زند، C) این قبیل سیل‌ها نتیجه تغییر کاربری جنگل‌های بالادست است (Heshmati و همکاران، ۲۰۱۷)، D) کشاورز خوزستانی در ماتم مزرعه از دست رفته‌اش، می‌داند که بیمه محصولات کشاورزی تنها بخش بسیار اندکی از هدررفت دست‌رنج یک‌ساله‌اش را جبران می‌کند

شکل ۳- جریان سیلابی حاوی سیلت و رس موجب تشدید خسارات سیل و هدررفت خاک و رسوب‌زایی زیاد است که بر اثر شخم در جهت شیب در دیم‌زارهای حاصل از تخریب جنگل‌های زاگرس رخ می‌دهد (سیل ۱۳۹۵ در ایلام، منبع خبرگزاری مهر، ۱۳۹۵)

نتیجه‌گیری

بر پایه نتایج این پژوهش، برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک از قبیل توزیع ذرات بافت خاک (رس، سیلت و شن) در هر دو کاربری تقریبا یکسان بود. در مقابل کربن آلی، ازت کل، پتاسیم و ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک دیم‌زار نسبت به خاک جنگل به‌طور معنی‌داری کاهش یافته بود. این موضوع بیان‌گر این است که این ویژگی‌های کلیدی موثر بر پایداری خاک و محیط زیست نسبت به تغییر کاربری و برخی شیوه‌های غیر اصولی کشاورزی مانند شخم در جهت شیب، سوزاندن بقایای گیاهی و کشت مداوم بدون آیش آسیب‌پذیر هستند. تاثیر بعدی این روند بر مشخصات فیزیکی خاک و نهایتا فرسایش‌پذیری آن است. بر این مبنا، وزن مخصوص ظاهری جنگل و دیم‌زار به‌ترتیب ۱/۲۶ و ۱/۳۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب و پایداری خاکدانه‌ها در کاربری جنگل و دیم‌زار به‌ترتیب برابر با ۶۳/۶۲ و ۵۲/۶۵ درصد بود که بیان‌گر اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) برای این دو ویژگی مهم فیزیکی بود. متوسط مقدار رسوب در سطح باران‌ساز در جنگل و دیم‌زار به‌ترتیب ۲۴۰ و ۵۷۳ گرم در متر مربع بود که در دیم‌زار بیش از دو برابر جنگل است. این تغییرات شامل خروج مواد آلی و عناصر غذایی نیز می‌شود که موجب پدیده‌های به‌پروردگی و گرمایش جهانی است.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تغییر کاربری، به‌ویژه تبدیل جنگل‌های زاگرس چه پیامدهای جبران‌ناپذیری به‌دنبال دارد. کمیت و کیفیت این جنگل‌ها به‌طور شتاب‌داری در حال کاهش است که تاثیرات زیان‌بار آن، زندگی در این نواحی را نشانه گرفته است. به‌طوری که بر پایه نتایج این پژوهش، مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مرتبط با پایداری، حاصل‌خیزی و ظرفیت نگهداری آب بر اثر تغییر کاربری زمین آسیب جدی دیده است. پیامد نهایی این روند پتانسیل زیاد فرسایش، زمین‌لغزش، سیل، کم‌آبی، کاهش محصول و نهایتا تشکیل کانون‌های گرد و غبار و بیابان است. دلایل اصلی این روند علاوه بر حذف پوشش گیاهی جنگل به‌عنوان منبع کلیدی کربن آلی مورد نیاز خاک، شخم موازی شیب، سوزاندن باقی‌مانده کلش و تردد ماشین‌آلات در دیم‌زارهای حاصل از تخریب جنگل است. البته نقش فعالیت‌های غیرکشاورزی دیگر از قبیل احداث نامناسب شبکه سراسری گاز، راه‌سازی و معادن روباز را نیز نباید از نظر دور داشت که به‌دلیل شرایط مارنی، این پیامدها به‌مراتب بیشتر است. برای بررسی تاثیرات این عوامل و تحلیل دقیقی از پیامدهای درون و برون حوضه‌ای بایستی وضعیت شاخص‌های خاک و پوشش گیاهی مورد ارزیابی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری در تامین اعتبار این پژوهش کمال قدردانی به‌عمل می‌آید.

منابع مورد استفاده

1. Azarbar, S.M., H. Ahmadi, N. Khorasani and M. Karami. 2006. Investigation relationship between wind erosion and value of animal habitats in desert area. Journal of Desert Research, l2: 4-13.
2. Bahrami, A., I. Emadodin, M. Ranjbar-Atashi and H. Rudolf-Bork. 2010. Land use change and soil degradation: a case study, north of Iran. Agriculture and Biology Journal of North America, 1(4): 600-605.
3. Bechmann, M., P. Stalnacke, S. Kværno and L. Oygarden. 2009. Integrated tool for risk assessment in agricultural management of soil erosion and losses of phosphorus and nitrogen. Science of the Total Environment, 407(2): 749-759.
4. Blanco, H. and R. Lal. 2008. Principles of soil conservation and management. Springer Publisher, 617 pages.
5. Busari, M.A., S.S. Kukal, A. Kaur, A., Bahtt and A.A. Dulazi. 2015. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. International Soil and Water Conservation Research, 3: 119–129.
6. Crittenden, N.P., M. Heinen, D.J.M. Balen and M.M. Pulleman. 2015. Soil physical quality in contrasting tillage systems in organic and conventional farming. Soil and Tillage Research, 154: 136–144.
7. Fallahzade, J., M.A. Hajabbasi and B. Khalili. 2011. A study of the effects of deforestation on soil organic matter properties in a semi-arid ecosystem (central Iran). Proceedings of the 3rd

International CEMEPE and SECOTOX Conference, Skiathos, June 19-24.
8. Hajabbasi, M.A., A. Besalatpour and A.R. Melali. 2008. Impacts of converting rangelands to cultivated land on physical and chemical properties of soils in west and southwest of Isfahan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 11(42): 525-534.
9. Hamza, M.A. and W.K. Anerson. 2005. Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions. Soil and Tillage Research, 82(2): 121–145.
10. Hazeltn, P. and B. Murphy. 2007. Interpreting soil test results. CSIRO Publisher, 169 pages.
11. Heshmati, M., G. Ghaituri and K. Shahbazi. 2017. The food; consequence of landuse change. Agricultur-Jahad Organization of Kermanshah Province, Taghbostan Press, 68 pages (in Persian).
12. Heshmati, M., N.M. Majid, J. Shamshuddin, M. Ghaituri and A. Arifin. 2013. Effects of soil and rock mineralogy on soil erosion features in the Merek Watershed, Iran. Journal of Geographic Information System, 2013(5): 248-257.
13. Heshmati, M., A. Arifin, J. Shamshuddin, N.M. Majid and M. Ghaituri. 2011. Factors affecting landslides occurrence in agro-ecological zones in the Merek Catchment, Iran. Journal of Arid Environments, 75: 1072-1082.
14. Jamshidi, M. 2017. The last page of natural history of Zagros. Journal of Sciences and Technology Knowledge, 8: 30-37 (in Persian).
15. Jabro, J.D., W.B. Stevens, R.G. Evans and W.M. Iversen. 2010. Spatial variability and correlation of selected soil properties in the Ap horizon of a CRP grassland. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 26(3): 419-428.
16. Kamphorst, A. 1987. A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility, Netherlands. Journal of Agricultural Science, 35: 12-26.
17. Karlen, D.L., M.D. Tomer, J. Neppe and C.A. Cambardella. 2008. A preliminary watershed scale soil quality assessment in north central Iowa, USA. Soil and Tillage Research, 99: 291-299.
18. Miralles, I., R. Ortega, G. Almendros, M.S. Maranon and M. Soriano. 2009. Soil quality and organic carbon ratios in mountain agro-ecosystems of south-east Spain. Geoderma, 150: 120-128.
19. Miller, R.H., D.R. Keeney and A.L. Page. 1983. Methods of soil analysis, part 2: chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 1159 pages.
20. Morgan, R.P.C. 2005. Soil erosion and conservation. Blackwell Publisher, 316 pages.
21. Nael, M., H.M.A. Khademi and M. Hajabbasi. 2004. Response of soil quality indicators and their spatial variability to land degradation in central Iran. Applied Soil Ecology, 27(3): 221–232.
22. Navidi, M.N., F. Sarmadian and S.H. Mahmoodi. 2009. Studying the effects of land use change on soil physical and chemical quality indicators of surface horizons in rangelands of eastern Qazvin Province. Journal of Range and Watershed Management, 62(2): 299-310 (in Persian).
23. Negassa, W., R. Price, A. Basir, S. Snapp and A. Kravchenko. 2015. Cover crop and tillage systems effect on soil CO_2 and N_2O fluxes in contrasting topographic positions. Soil and Tillage Research, 154: 64–74.
24. Nosrati, K. 2009. Iran has highest rate of soil erosion in world. Tehran Times. www.tehrantimes.com, Tehran, Iran.
25. Rosa, D.L., M.A. Romero, E.D. Pereira, N. Heredia and F. Shahbazi. 2009. Soil specific agro-ecological strategies for sustainable land use, a case study by using MicroLEIS DSS in Sevilla Province (Spain). Land Use Policy, 26: 1055-1065.
26. Ryan, J., G. Estefan and A. Rashid. 2001. Soil and plant analysis laboratory manual. 2nd ed., International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, 254 pages.
27. Senthikumar, S., B. Basso, A.N. Kravachenko and G.P. Roberton. 2009. Cotemporary evidence of soil carbon loss in the U.S corn-belt. Soil Science Society of America Journal, 73(6): 278-2085.
28. Siadat, H., M. Bybordi and M.J. Malakouti. 1997. Salt affected soils of Iran. A country report International symposium on Sustainable Management of Salt Affected Soils in the Arid Ecosystem, Cairo (Egypt).
29. Taghimollaei, Y. and A. Karamshahi. 2017. Sudden oak death in Iran forests. International Journal of Forest, Soil and Erosion (IJFSE), (1): 6-10.
30. Teh, C.B.S. and J. Talib. 2006. Soil physics analyses. University Putra Malaysia Press, 212 pages.
31. Torahi, A.A. and S. Chand Rai. 2011. Land cover classification and forest change analysis, using satellite imagery, a case study in Dehdez area of Zagros Mountain in Iran. Journal of Geographic Information System, 3: 1-11.
32. Van-Reeuwijke, L.P. and J. Vente. 1993. Procedure for soil analysis. International Soil Reference and Information Center, Amsterdam, 142 pages.
33. Wang, H., Q. Zhao, Q. Zeng, D.H. Hu, Y.L. and Z.Y. Yu. 2015. Remediation of a magnesium-contaminated soil by chemical amendments and leaching. Land Degradation and Development, 26(6): 613-619.

34. Yusefi, A., A. Farrokhian Firouzi and B. Khalili Moghaddam. 2013. Evaluation of temporal variation of splash erosion in different slopes and agricultural and forest land uses. Journal of Soil and Water Conservation, 3(3): 11-20 (in Persian).
35. Yousefifard, M., H. Khademi and A. Jalalian. 2007. Decline in soil quality as a result of landuse change in Chechmeh Ali region, Chaharmahal and Bakhtiari Province. Journal of Agriculture and Natural Resources, 14(1): 16-27 (in Persian).