مهار فرسایش و بهبود کیفیت خاک دیمزار کم‌بازده با احداث باغ‌های بادام با استفاده از سامانه استحصال آب‌های سطحی و زیرقشری

یحیی پرویزی*[۱]، مسیب حشمتی[۱]، محمود عرب‌خدری[۲] و محمد قیطوری[۳]
۱*-دانشیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (yparvizi1360@gmail.com)
۲-دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
۳- استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

چکیده

فرسایش خاک ناشی از عوامل انسانی، اصلی‌ترین تهدید برای کارکردهای منابع خاک در کشور و بویژه در استان کرمانشاه است که یکی از قطب‌های تولید در عرصه کشاورزی و منابع طبیعی در کشور است. از تبعات این پدیده، کاهش ظرفیت باروری اراضی و به تبع آن کاهش پایداری و کیفیت تولید و همچنین مشکلات زیست محیطی است. این پژوهش با هدف ارزیابی اثربخشی عملیات سامانه سنتی استحصال آب‌های سطحی و زیر قشری و بادامکاری توسط آن در بهبود نفوذپذیری خاک و مهار روند فرسایش خاک در حوزه آبخیز رزین استان کرمانشاه طرح‌ریزی و اجراء شد. برای این کار پس از انتخاب محدوده مورد ارزیابی، برخی از اختصاصات محدوده طرح انتخاب شده شامل وضعیت نفوذپذیری خاک با دیسک پرمامتر و وضعیت فرسایش خاک با روش GLADIS با اندازه‌گیری میدانی در محدوده عملیات و نیز محدوده شاهد اندازه‌گیری شد. نتایج ارزیابی نشان داد که شکل پنهان فرسایش یعنی شسته شدن تدریجی ذرات ریز و باقیماندن درشت دانه‌های شن و سنگریزه که تحت عنوان آرمور شناخته می‌شود، مهمترین شکل فرسایش در منطقه است. در بلند مدت احداث باغ‌ها قادر به حذف این شکل از فرسایش و هدررفت خاک از سیمای منطقه بودند. احداث باغ‌های جوان(۲ ساله) تا زمان مطالعه حاضر تاثیر ملموسی در بهبود نفوذپذیری خاک نداشت اما ۲/۶۵ تن در هکتار فرسایش را مهار کرده بود. در باغ‌های با سابقه حدود ۱۰ سال به بالا، ضمن از بین رفتن کلیه صور فرسایش خاک، فرسایش سطحی را به میزان ۷/۴۲ تن تقلیل داده و نیز نفوذپذیری خاک را به میزان ۱۵ درصد ارتقاء داده است.

واژه‌های کلیدی:
استحصال آب باران، فرسایش سطحی، دیمزار، کربن آلی خاک

مقدمه

کاهش باروری خاک به دلیل بروز فرسایش خاک نا شی از عوامل انسانی در کشور و بطور اخص در استان کرمانشاه، اصلی‌ترین عامل تهدید کارکردهای منابع خاک در تولید و بوم‌سازگان منطقه است. فرسایش آبی از جمله فرسایش‌های سطحی، آبکندی و حرکت‌های توده‌ای در بیش از ۱۲۵ میلیون هکتار از اراضی کشور غالب است (سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری، ۱۳۸۷). لال (۲۰۰۱) برآورد کرده که حدود ۱۵ درصد از سطح اراضی جهان به دلیل اقدامات و دخالت‌های بشر تخریب یافته است. تخمین‌های او در مورد ایران نشانگر آن است که گستره اراضی تخریب یافته در اثر فرسایش آبی و بادی به ترتیب ۱۶ و ۲۲ درصد از سطح کشور است. این رقم در میان کشورهای جنوب آسیا به ویژه در خصوص فرسایش بادی جزو بالاترین ارقام است.

اکثر مطالعات انجام شده در کشور نشان داده که کاربری دیمزار، بویژه دیمزارهای شیب‌دار و کم بازده، عرصه‌های بحرانی از نظر تولید رسوب و فرسایش خاک در کشور ایران هستند (نیککامی، ۱۳۸۴؛ بخشی و همکاران، ۱۳۹۰ و پرویزی، ۱۳۹۳). نظرنژاد و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که تغییر کاربری مرتع در اراضی شیبدار به دیمزار کم‌بازده منجر به بروز فرسایش خاک به میزان ۱۵/۴۳ تن در هکتار در سال در حوضه کلیبرچای استان آذربایجان شرقی شده است. این در حالی است که همین عرصه‌ها در صورتی که با مدیریت خاصی تحت کشت با سامانه‌های سطوح آبگیر باران با حداقل دست‌خوردگی و خاکورزی (نظیر احداث باغ‌های مثمر) قرار گیرند، خود پتانسیل بالا و قابل توجهی در حفاظت خاک و حتی تولید محصول هستند.

تاثیر سامانه‌های متنوع استحصال آب باران یا آبهای سطحی نظیر پخش سیلاب بر کیفیت خاک و نیز مهار تخریب آن در برخی مطالعات موردی در کشور بررسی شده است. اکبری و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که با اعمال سامانه سنتی استحصال سیلاب با بند سار در استان خراسان ضمن بهبود ماده آلی خاک به میزان سه برابر شاهد، بافت خاک نیز ریزتر خواهد شد. در تحقیق دیگری درخشی و همکاران (۱۳۹۴) نشان دادند که استحصال و بهره‌برداری آب سیلاب اگرچه می‌تواند منجر به افزایش روند هدایت الکتریکی خاک شود، ولی غلظت کاتیون‌های تبادلی خاک را ارتقاء داده و تا حد بسیار موثری فرسایش بادی را تقلیل می‌دهد.

متوسط بارندگی استان کرمانشاه حدوداً دو برابر میانگین کشور و دارای تنوع اقلیمی منحصر به فردی است. پتانسیل تولید و باروری خاک در منابع اراضی استان (در هر سه بخش زراعت، جنگل و مرتع) در اغلب مناطق تا مرز قهقرا تخریب یافته و در شرایط حادی به سر می‌برند. عرصه اراضی استان به شدت دستخوش فرسایش و سایر شکل‌های تخریب خاک قرار گرفته و منبع اصلی تولید رسوب برای سدهای مخزنی منطقه هستند. حوزه آبخیز رزین با داشتن تنوع کاربری و شرایط مدیریتی حاکم بر هر کاربری، باعث شده تا بتوان این حوزه را به عنوان حوزه معرف استان و استان‌های مجاور در نظر گرفت. عملیات مدیریتی متنوعی چه به صورت سنتی و چه به صورت نوین در عرصه‌های منابع طبیعی استان کرمانشاه اعمال می‌شود. از مصادیق این عملیات تغییر کاربری دیمزارها و مراتع کم بازده به کشت بادام از طریق استحصال و انتقال آب‌های سطحی و زیرقشری و کشت بادام در زیر این سامانه است. اثر این مصادیق عملیات مدیریتی بر کیفیت خاک و همچنین کنترل روند فرسایش خاک در استان کرمانشاه تا کنون بررسی نشده است. هدف این مطالعه، تعیین اثرات اقدامات مدیریتی یاد شده بر مهار تخریب و فرسایش خاک در حوزه آبخیز رزین کرمانشاه است.

مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز رزین با وسعت ۱۴۶۸۸ هکتار در شمال استان کرمانشاه در محدوده "۴۵ ´۰۱ °۴۷ تا "۴۳ ´۱۲ °۴۷ طول شرقی "۳۴ ´۳۴ °۳۴ تا "۲۷ ´۴۲ °۳۴ عرض شمالی واقع شده است. میانگین دمای سالیانه هوا ۱۱/۴ درجه سانتی‌گراد ومیزان بارندگی سالیانه به‌طور متوسط ۵۸۸/۵میلی‌متراست. نوع اقلیم منطقه براساس طبقه‌بندی دومارتن اصلاح شده خیلی مرطوب و براساس طبقه‌بندی آمبرژه، نیمه‌مرطوب سرد است. شیب متوسط حوزه ۷/۰۹ درصد و ارتفاع متوسط وزنی حوزه ۱۷۰۷ متر است. کاربری اراضی حوزه شامل کشاورزی، باغ، جنگل، مرتع و بیرون‌زدگی‌سنگی و مخلوط بیرون‌زدگی سنگی و جنگل است.

الگوهای متعددی از باغ در منطقه وجود دارد که با شیوه استحصال آبهای سطحی و زیرقشری احداث و مدیریت می شوند و دارای سابقه استقرار متنوعی هستند. از باغ‌های ۲ تا ۳ ساله بادام که به شکل گسترده و نوینی توسط اداره کل منابع طبیعی کشت شده تا باغ‌های با سابقه طولانی چند دهه استقرار وبهره‌برداری سناریوهای متعددی را جهت ارزیابی اثربخشی این عملیات در مهار تخریب خاک در اختیار ما قرار داده است. محصولات عمده بادام در درجه اول و انگور به عنوان محصول دوم دو گونه غالب در این منطقه

هســـتند. در درجات بعدی از نظر اهمیت وگســـتره گردو، هلو، ســـیب و برخی درختان دیگر قرار دارد. برای این مطالعه ســـه ســـناریوی مشخص از این باغ‌های مورد ارزیابی قرار گرفت که عبارت بودند از: بادامکاری با سابقه طولانی بیش از ۲۰ سال (دونقطه)، بادامکاری با سابقه کشت کمتر از ۱۰ سال و بادام‌کاری‌های جدید (۲ سال)

گستره مورد ارزیابی در سناریوهای مذکور جمعاً ۳۲/۴۲ هکتار را پوشش می‌داد. در شکل ۱ گستره و پراکنش بادام‌کاری‌ها و در شکل ۲ تصاویری از آن‌ها در سامانه عرفی روستای قشلاق نشان داده شده است. در ادامه به بررسی تاثیر کشت این درختان مهار فرسایش خاک مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

شکل ۱- پراکنش بادام‌کاری‌ها و باغ‌ها در محدوده سامان عرفی روستای قشلاق

شکل ۲ - نمونه بادام‌کاری‌های با سوابق کشت ۲ تا بیش از ۲۰ ساله و شاهد دیمزار مربوطه (پائین) همراه با استخر جمع‌آوری آب زیرقشری

به شرحی که در فوق بیان شد در محدوده باغ‌ها، شاخص‌های تخریب و فرسایش خاک به صورت میدانی اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی روند اثرات عملیات مورد ارزیابی در مهار فرسایش خاک و بهبود کیفیت خاک، نمونه‌برداری و آزمایشات خاک با حفر پروفیل خاک در عرصه هر عملیات و عرصه شاهد و نمونه‌برداری از لایه‌های مختلف تا عمق توسعه ریشه انجام شد. تعداد پروفیل و نمونه بسته به تنوع توپوگرافی عرصه هر عملیات حداکثر سه پروفیل در نظر گرفته شد. همچنین در مرحله عملیات میدانی شکل‌ها و شدت فرسایش خاک با ارزیابی کار شناسی بر اساس متدولوژی ارزیابی تخریب سرزمین در مناطق خشک، بخش دوم LADA-L Part 2 Tool 4.3:Soil erosion assessment ارائه شده با عنوان ابزار ارزیابی فرسایش خاک pp:102-126 (ناشترگیل و همکاران، ۲۰۱۱) و نیز متدولوژی LADA برای ارزیابی فرسایش (هرناندز و کوه‌افکن، ۲۰۰۴) انجام شد. با تلفیق این دو شیوه‌نامه سه مرحله عملیاتی به شرح زیر انجام شد.

الف- مشاهده و ثبت مزرعه‌ای، نوع، وضعیت، گستره و شدت فرسایش: در این بخش، بر اساس متدولوژی LADA بر اساس شاخص‌هائی، هر یک از شکل‌های فرسایش تشخیص و ضمن اندازه‌گیری فرسایش، شدت و گستره آن تعیین شد.

ب- روش مزرعه‌ای، امتیازدهی شکل‌های فرسایش خاک: در این روش ضمن امتیاز دهی به شکل‌های مختلف فرسایش کلاس فرسایش به روش رتبه بندی کیفی مشخص شد.

ج- اندازه‌گیری یا محاسبه فرسایش خاک به روش مزرعه‌ای به کمک دو روش اندازه‌گیری مستقیم (تعیین ابعاد شکل‌های فرسایش سطحی، شیاری و خندقی) و غیر مستقیم فرسایش (به کمک بررسی و اندازه‌گیری ۱۰ نوع شاخص یا شواهد موجود نظیر پدستال یا پاسنگی‌ها، ریشه گیاهان، سنگفرش‌ها، و غیره) انجام شد.

همچنین برای تعیین شاخص نفوذپذیری آب در خاک از دستگاه نفوذسنج صفحه‌ای یا دیسک پرمامتر در تیمارها و نقاط مطالعاتی و به روش اندازه‌گیری مزرعه‌ای استفاده شد.

نتایج و بحث

از منظر شکل‌ها و نمودهای فرسایش و تشکیل آرمور، هیچ علائمی در باغ‌های با سابقه متوسط و طولانی قابل مشاهده نبود. زیر اشکوب باغ‌ها را پوشش مناسبی از گراس‌های مرتعی و انواع لگوم پوشانده بود. در باغ‌های دو ساله تنها شکل قابل رویت تخریب وجود سله سطحی و علائم پاشمان ذرات خاک ناشی از باران بود که بسته به شیب و درصد پوشش سطح بین ۲۰ تا ۴۰ درصد سطح را پوشانده بودند.

از نظر حرکت خاک، علائم جدایش و ترسیب[1] در هیچ یک از عرصه باغ‌ها کشت شده تحت آبیاری با سامانه جمع‌آوری آبهای سطحی و زیرقشری، مشاهده نشد. به عبارت دیگر در نقاط یاد شده کمیت فرسایش ناچیز یا معادل صفر تعیین شد. اما در نقاط شاهد بررسی میدانی وضعیت شاخص‌های یاد شده حکایت از فعال بودن شکل‌های فرسایش شیاری و تشکیل آرمور در شاهد بود. طول و ابعاد شیارها در شاهد ثبت شد و نتایج آن به همراه سایر شکل‌های تخریب و برآوردی از فرسایش اندازه‌گیری شده در جدول ۱ ارائه شده است. شایان توجه است این ارقام جدول ۱ بر اساس روش و متدولوژی عنوان شده در فصل مواد و روش‌ها (ناشترگیل و همکاران، ۲۰۱۱)و با معدل‌گیری از ارقام جداول و فرم‌های مربوطه استخراج شده است. کمیت ارقام ارائه شده در جدول نماد و کمیتی از ظرفیت عملیات احداث باغ‌ها در مهار فرسایش وتخریب خاک تلقی می‌شود.

همانطور که اعداد اندازه‌گیری‌های شاخص‌های فرسایش خاک نشان می‌دهد بادام‌کاری بعد از گذشت چند سال (بیش از ۳ تا ۵ سال) بطور کلی آرمور را از سیمای منابع طبیعی حذف می‌کند و فرصت استقرار به خاک می‌بخشد. همچنین فرسایش شیاری را بطور کامل متوقف می‌کند. در مناطقی که بادامکاری نشده است سالانه بین ۲/۶ تا ۷/۵ تن خاک از طریق فرسایش شیاری از مکان خود منتقل می‌شود. در حالی که در نقاط بادامکاری شده این کمیت یکی دو سال پس از کشت بادام به صفر می‌رسد.

این عملیات قادر است با گسترش و بهبود پوشش گیاهی در زیر اشکوب خود مانع از پاشمان ذرات توسط باران شده و در نتیجه به شکل موثری شکل کراست یا سله سطحی را از سیمای ظاهری خاک کاهش داده و در طولانی مدت قادر است آن را حذف کند. از دیگر سوی بادامکاری با مهار و کاهش شدت کراست سطحی فرصت و ظرفیت نفوذ بیشتری را برای آب باران و آب سطحی فراهم کرده و به

[1]. Detachment and deposition

ارتقاء باروری و رشد در اکوسیستم خاک کمک شایانی میکند.

همانگونه که ارقام جدول ۱ نشان می‌دهد بادام‌کاری‌ها قادر بوده‌اند گستره کراست یا سله سطحی را از ۱۵ تا ۳۵ در صد کاهش دهند. این مهم نفوذپذیری آب را افزایش داده است. ارقام جدول ۲ که از نفوذسنج مکشی به دست آمده افزایش حدود ۱۲ تا ۱۵ درصدی در ظرفیت نفوذ را در اثر بادامکاری نشان می‌دهد که نتیجه فوق را تایید می‌کند. اصغری و همکاران (۱۳۹۴) نیز افزایش بیش از دو برابری را در ظرفیت نفوذپذیری خاک با پوشش درختی نسبت به زراعت دیم مشاهده نمودند.

جدول ۱- شدت و شکل‌های تخریب خاک در محدوده باغ‌های کشت شده تحت آبیاری با سامانه جمع‌آوری آبهای سطحی و زیرقشری و شاهد مربوطه

نوع تخریب / عملیات	عرصه (ha)	آرمور			فرسایش شیاری		
		درصد سطح	عمق (cm)	فرسایش* (ton/ha)	تراکم شیار ($m/100m^2$)	عرض ×عمق (cm)	فرسایش (ton/ha)
۱-بادامکاری بیش از ۲۰ ساله	۲/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
شاهد ۱	--	۳۰	۰/۶۵	۴۵/۲۷	۷/۵	۱۱×۳/۵	۳/۶
۲-بادامکاری ۱۰ سال	۴	۰	۰	۰	۰		۰
شاهد ۲	--	۳۵	۰/۷	۵۶/۸۷	۹/۵	۱۲/۵×۵	۷/۴۲
۳-بادامکاری ۲-۳ ساله	۲۵/۹	۲۰	۰/۶	۳۰/۸۵	۰	۰	۰
شاهد ۳	--	۳۰	۰/۷	۴۸/۷۵	۶/۲۵	۹/۵×۳/۶	۲/۶۷

ارقام محاسبه شده بر مبنای اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری با روش کلوخه و بافت اسکلتی به میزان ۳۵ درصد حجمی سنگریزه محاسبه شده است.

شاخص‌های فیزیکی و شیمیائی خاک برای بررسی روند بهبود باروری در اثر کشت بادام در جدول ۲ نشان داده شده است. در ادامه به بررسی روند تغییرات این شاخص‌ها در مناطق بادامکاری شده نسبت به شاهد می‌پردازیم. در نیم‌رخ‌های بادام‌کاری‌های ۲۰ و ۱۰ ساله، درصد کربن آلی نسبت به شاهد به ترتیب افزایش ۱۱۸ و ۳۴ در صدی را نشان داده است. اوسط و همکارن (۱۳۹۰) نیز افزایش بیش از ۱۷۰ در صدی را در کمیت کربن آلی خاک در باغ‌های کهن نسبت به شاهد مشاهده نمود. همچنین در هر دو منطقه نسبت شاهد میزان Fe، Zn، Mn و Cu قابل جذب افزایش یافته و در مواردی حتی دو برابر میزان این عناصر در خاک شاهد مشاهده شده است.

جدول ۲- مشخصات کیفیت فیزیکی و شیمیائی خاک نیم‌رخ‌های بادامکاری روستای قشلاق

نوع تیمار بادامکاری	عمق	TNV %	$Ec\times10^3$	pH	C.E,C me/100gr	P p.p.m	K p.p.m	O.C %	Mn P.Pm	Fe P.P.m	Zn P.P.m	CU P.P.m	Sand %	SiLt %	Clay %	نفوذ پذیری (cm min^{-1})
۲۰ ساله	۲۵-۰	۵	۰/۷۴	۷/۲۷	۲۹/۲	۵	۴۰۰	۱/۸۵	۱۳/۲	۴/۶۲	۰/۵۸	۱/۳۲	۳۷	۳۴	۲۹	۰/۲۷۶
شاهد	۲۵-۰	۱۵/۲	۰/۵	۷/۵۱	۲۲/۴	۲/۲	۱۳۰	۰/۸۹	۶/۶	۲/۸	۰/۴۴	۰/۶۴	۳۷	۳۸	۲۵	۰/۲۵۲
۲۰ ساله	۲۵-۰	۱۰	۰/۵۸	۷/۳۹	۲۸/۸	۱۴/۸	۴۲۰	۱/۴۷	۱۱/۸	۷/۹۶	۰/۵۸	۱/۰۴	۳۶	۳۵	۲۹	۰/۲۵۸
شاهد ۱۰ و ۲-۳ ساله	۲۵-۰	۲۲/۲	۰/۴۷	۷/۴۹	۲۲	۶/۶	۱۴۰	۱/۱۱	۱۱/۴	۴/۵۸	۰/۵۰	۰/۹۸	۵۴	۲۶	۲۰	۰/۲۵
۱۰ ساله	۲۵-۰	۱۲/۵	۰/۸۹	۷/۲	۲۰	۴/۴	۱۸۰	۱/۶۷	۱۳/۸	۴/۱۲	۱/۳۸	۰/۹۴	۵۰	۳۲	۱۸	۰/۲۸۱
۱۰ ساله	۲۵-۰	۶/۵	۰/۷۵	۷/۲۴	۲۲/۴	۱۴/۸	۴۰۰	۱/۷۲	۱۲/۶	۵/۱۶	۰/۶۴	۰/۷۸	۵۴	۲۸	۱۸	۰/۲۹
۲- ۳ ساله	۲۵-۰	۶	۰/۶۲	۷/۱۵	۲۴/۶	۴/۴	۴۴۰	۱/۱۹	7.4	۵/۲۴	۰/۵۸	۱/۱۶	۲۵	۴۶/۴	۲۸/۶	۰/۲۴۱
۲- ۳ ساله	۲۵-۵۰	۹/۸	۰/۴۳	۷/۳	۲۳/۸	۲/۲	۳۴۰	۱/۲۶	۱۹/۶	۳/۸۴	۰/۷۶	۱/۵۲	۲۳	۲۴/۴	۳۴/۶	--
شاهد	۳۲-۰	۸/۸	۰/۵۲	۷/۱۶	۲۹/۲	۵/۸	۳۴۰	۱/۳۳	۱۳/۴	۱۴/۱۸	۱/۲	۱/۸۴	۲۹/۴	۴۴/۲	۲۶/۴	۰/۲۳۵
شاهد	۷۰-۳۲	۲۴	۰/۴۱	۷/۳۳	۳۰/۸	۵/۲	۱۶۰	۰/۵۸	۱۱/۸	۲/۷۸	۰/۸۵	۱/۶۲	۱۳/۴	۴۸/۲	۳۸/۴	--
شاهد	۱۱۰-۷۰	۵۱/۵	۰/۴۳	۷/۲۵	۲۰/۸	۵/۴	۱۲۰	۰/۳۱	۷/۸	۵/۲۶	۱/۱	۲/۲۶	۲۹	۴۳	۲۸	--

شاخص کیفی مهم دیگر که در این پژوهش در خصوص اثر بادامکاری بر کیفیت فیزیکی خاک مورد ارزیابی قرار گرفت نفوذپذیری خاک بود که همچون دو سناریوی دیگر به کمک دستگاه نفوذ سنج صفحه ای یا دیسک پرامتر تعیین شد. بررسی نشان داد که در تیمار بادام‌کاری‌های با قدمت بیش از ۲۰ سال کمیت نفوذ لحظه ای و آب نفوذ یافته در کل زمان اندازه گیری نسبت به شاهد به شکل معنی داری بیشتر بود (۰/۲۸۵ سانتیمتر در دقیقه در مقابل ۰/۲۵ سانتیمتر در دقیقه). در تیمار بادامکاری ۱۰ ساله نیز این تفاوت بین بادامکاری و شاهد مربوطه ملموس بود. ولی درتیمارهای بادامکاری جوانوجدید تفاوت ظرفیت نفوذپذیری خاک اندازه گیری شده با دیسک پرامتر قابل ملاحظه نبود (جدول ۲).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

اعمال سامانه کشت بادام در زیر سامانه استحصال آبهای قشری و زیرقشری با سابقه کاشت متفاوت، همگی الگوهای موفقی در مهار روند فرسایش خاک و بهبود باروری خاک بوده و توانسته بودند این شاخص‌ها را به صورت متمایزی بهبود بخشند. در کلیه باغها احداث شده بطور کلی کمیت فرسایش سطحی مهار شده است. در باغهای کهن هیچ علائمی از آرمور و کراست هم مشاهده نمی شد. بعلاوه درصد کربن آلی بطور متوسط در عرصه باغها ۲۰ تا ۳۰ درصد افزایش و نفوذپذیری خاک نیز حدود ۲۰ درصد نسبت به مراتع شاهد افزایش یافته بود. البته در باغهای جدید با سابقه ۲-۳ ساله شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک دستخوش تغییر نشده بود ولی فرسایش به شکل بارزی مهار ششده بود. انجام عملیات درختکاری در حدود ۲۸۰۰ هکتار از مراتع تیپ ۲ و ۳ و نیز حاشیه جنگل و همچنین عرصه جنگلی تنک یا درختچه‌ای در حوزه مقدور است و از لحاظ اکولوژیک منطقه این قابلیت را دارد که گونه‌های کشت شده را به صورت پایداری حفظ نماید. این مهم بایستی با برنامه‌ریزی و مدیریت چرا طی حداقل ۵ سال انجام شود. بدین ترتیب می‌توان انتظار داشت که در یک بازه ۱۰ تا ۱۵ ساله از این طریق و در مراتع حوزه حداقل ۵۶۰۰۰ تن کربن از طریق بادامکاری دیم کربن اتمسفری را در خاک انبارش نمود. ضمن آنکه فرسایش را بطور کامل در نیمه شمالی مراتع حوزه مهار نمود و دیگر شاخص‌های باروری خاک را ارتقاء بخشید.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی دفتر پروژه بین‌المللی منارید در سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری انجام گرفت که بدینوسیله از ایشان سپاسگزاری و تقدیر می شود. همچنین مقاله حاضر منتج از گزارش طرح تحقیقاتی خاص با فروست ۵۲۰۱۷ به سفارش دفتر منارید می باشد

منابع

- اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان کرمانشاه،۱۳۸۸، سیمای منابع طبیعی استان کرمانشاه.
- اصغری، ش.، هاشمیان، س.، گلی‌گلانپا، ا. و محب‌الدینی، م. ۱۳۹۴. اثرات تغییر کاربری اراضی بر شاخص‌های کیفیت خاک در شرق استان اردبیل. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۲۲(۳):۱-۱۹
- اکبری م.، دستورانی م. و عباسی ع. ۱۳۹۵. ارزیابی تاثیر سازه‌های سنتی استحصال آب باران در بهبود شرایط خاک (مطالعه موردی بندسارهای جنوب سبزوار. سامانه‌های سطوح آبگیر باران. ۴(۱۳): ۳۳-۴۲.
- اوسط، م.، حیدری، ا. و سرمدیان، ف. ۱۳۹۱. بررسی‌تاثیر بر تغییر کاربری اراضی دینامیک کرج کربن آلی خاک در محدوده مرکزی شهرستان. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۲(۲): ۲۰۹-۲۱۷.
- بخشی تیرگانی، م.، ح.ر. مرادی و س.ح.ر. صادقی. ۱۳۹۰. مقایسه تولید رواناب و رسوب در دو کاربری مرتع و دیم. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۸، ۲: ۲۶۹-۲۷۹.
- پرویزی، ی. ۱۳۹۳. بررسی کارائی مدل فیزیکی WEPP در پیش بینی رواناب و فرسایش خاک درکاربری دیم در شرایط نیمه خشک. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۲۸(۱): ۱۱۳-۱۲۶.
- درخشی م.، اسکندری م. و نژادمحمد نامقی ع. ۱۳۹۴. استفاده از آب سیلاب جهت بهبود خصوصیات کمی و کیفی خاک و پوشش

گیاهی (مطالعه موردی- جهان آباد تربت جام) (حفاظت از منابع و توسعه پایدار). همایش ملی سامانه های سطوح آبگیر باران. مشهد، بهمن ۱۳۹۴.

- نظرنژاد ح.، قهرمان‌نژاد ا. و میریعقوب‌زاده م. ۱۳۹۶. تأثیرسناریوهای مختلف مدیریت کاربری اراضی بر میزان فرسایش خاک با مدل USLE در حوضه کلیبرچای. حفاظت منابع آب و خاک. ۷(۲): ۹۱-۱۰۴
- نیک کامی، د. ۱۳۸۴.گزارش طرح تحقیقاتی "فرسایش خاک و تولید محصول در اراضی دیم". پژوهشکده حفاظت و آبخیزداری، سازمان تحقیقات کشاورزی.
- Ferenc K., S. József and R. János. 2006. Assessment of the special soil degradation (bench erosion) with GIS methods from the Great Hungarian Plain. 9th AGILE Conference on Geographic Information Science, Visegrád, Hungary. p:29-34.
- Hernandez R.P. and P. Koohafkan. 2004. Methodological Framework for Land Degradation Assessment in Drylands (LADA) (simplified version). FAO. Land and Water Development Division. Rome .
- Lal, R. 2001. Soil degradation by erosion. Land Degradation & Development, 12 : 519 –539.
- Lal, R. 2008. The role of soil organic matter in the global carbon cycle. Soil and Environ. Pollution. 116, 353–36.
- Liniger, H.P., G. van Lynden, F. Nachtergaele and G. Schwilch. 2008. A Questionnaire for Mapping Land Degradation and Sustainable Land Management (QM). CDE/WOCAT, FAO/LADA, ISRIC
- McDonagh, J., S.Bunning, D. McGarry, H. Liniger and J. Rioux. 2010. Field Manual for Local Level Land Degradation Assessment in Drylands, Part 2: Local Assessment: Tools and Methods for Fieldwork. LADA-L. FAO, Rome.
- Nachtergaele F.,Biancalani R., Bunning S., McDonagh J., Rioux J. and Woodfine A. 2011. Manual for Local Level Assessment of Land Degradation and Sustainable Land Management: Part Part 2: Field methodology and tools. LADA. FAO/UNEP.
- Yao R.J., Yang J.S., Gao P., Zhang J.B., Jin W.H., and Yu1 S.P. 2014. Soil-quality-index model for assessing the impact of groundwater on soil inan intensively farmed coastal area of E China. J. Plant Nutr. Soil Sci. 177, 330–342.