Archive of SID

نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال دوازدهم- شماره ۴۲- پاییز ۱۳۹۷

Vol. 12, No. 42, Fall 2018

مقایسه کمّی اثر عملیات مکانیکی و زیستی آبخیزداری در مهار فرسایش و رسوب حوزه آبخیز حاجی‌آباد کرمانشاه

یحیی پرویزی[۱]، رضا بیات[۲]، مسیب حشمتی[۳] و محمد قیطوری[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۰۱/۲۶

چکیده

در استان کرمانشاه، میزان فرسایش و رسوبدهی حوزه‌های آبخیز بسیار بیش‌تر از فرسایش مجاز می‌باشد. برای تعدیل این شرایط سالانه حجم و سطح قابل توجهی از عملیات آبخیزداری در این عرصه‌ها اجرا می‌شود. به‌منظور ارزیابی اثر عملیات مکانیکی و زیستی آبخیزداری بر مهار فرسایش و کاهش تولید رسوب حوزه‌های آبخیز، این پروژه تحقیقاتی در حوزه آبخیز حاجی‌آباد کنگاور انجام شد. عملیات آبخیزداری انجام شده شامل بندهای گابیونی و خشکه چین، کانال‌های ذخیره و نیز عملیات کپه‌کاری و کاشت بادام و مو بود. برای ارزیابی اثر اقدامات آبخیزداری، ضمن بررسی تغییرات پوشش گیاهی در عرصه‌های عملیات زیستی آبخیزداری، ارزیابی وضعیت فرسایش خاک و تولید رسوب به کمک مدل پسیاک اصلاح شده و نیز حجم‌سنجی رسوبات در پشت سازه‌های مکانیکی انجام شد. نتایج ارزیابی نشان داد که عملیات کپه‌کاری و بذرکاری درختان مثمر بادام و مو توانسته است، ضمن افزایش ظرفیت تولید زی‌توده خشک مرتع به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، میزان فرسایش و رسوب را به‌ترتیب به‌میزان ۱۵ و هشت درصد کاهش دهد. اگرچه اعمال عملیات مکانیکی احداث گابیون و خشکه‌چین در زیرحوضه h_2 که عامل اصلی فرسایش در آن فرسایش کناره‌ای است، توانسته است فرسایش خاک و تولید رسوب را به‌میزان ۱۳ درصد تقلیل دهد. در مجموع اعمال عملیات مکانیکی آبخیزداری در کل حوضه توانست که میزان فرسایش و تولید رسوب حوضه را در طول سه سال اجرا به میزان کم‌تر از یک درصد کاهش دهد. عامل اصلی کم بودن کارائی عملیات آبخیزداری، بویژه عملیات مکانیکی، در حوضه یاد شده کم بودن پتانسیل تولید رسوب و فرسایش در حوضه یاد شده بود.

کلید واژه‌ها: *عملیات مکانیکی آبخیزداری، عملیات زیستی آبخیزداری، مدل پسیاک اصلاح شده و حجم‌سنجی رسوب*

مقدمه

فرسایش خاک باروری اراضی بالادست را تقلیل داده و از طریق رسوب‌گذاری در اراضی پایین‌دست و مخازن آنها را دچار آسیب می‌نماید. در یک نگاه جهانی نسبت به پدیده فرسایش و رسوب‌گذاری، بیش از ۵۰ درصد از اراضی مرتعی دنیا و در حدود ۸۰ درصد از زمین‌های کشاورزی به‌طور معنی‌دار و قابل توجهی از فرسایش رنج می‌برند [۹ و ۱۳]. در کشور ما به‌دلیل مدیریت ناصحیح و بهره‌برداری غیر اصولی از عرصه‌های منابع طبیعی، میزان فرسایش و رسوبدهی حوزه‌های آبخیز بسیار بیش‌تر از فرسایش مجاز می‌باشد [۱۵ و ۱۷]. طی دهه‌های اخیر، میزان فرسایش خاک در ایران افزایش چشم‌گیری یافته است به‌طوری‌که در سال ۱۳۳۰ حدود ۵۰۰ میلیون تن، در سال ۱۳۴۰ حدود ۷۵۰ میلیون تن، در سال ۱۳۵۰ حدود یک میلیارد تن و در سال ۱۳۷۲ بین دو تا ۲/۲ میلیارد تن خاک فرسایش یافته و از دسترس خارج شده است. این روند رشدی معادل ۴۲۰ درصد را نشان می‌دهد [۱۰].

تحقیقی توسط ناشترگیل و پتری [۱۰] با کمک روش GLADIS[۴] به ارزیابی خطر تخریب و فرسایش خاک در نیمه غربی ایران پرداختند. آنان با امتیاز ۷۵ تا ۱۰۰، خطر تخریب خاک، فرسایش و هدررفت عناصر غذائی خاک را برای این عرصه از کشور بسیار بالا دانستند. شعبانی [۱۶] در تحقیقی به کمک ارزیابی فرسایش با مدل MPSIAC نشان داد که با برنامه مدیریت آبخیزداری بهینه‌سازی کاربری اراضی می‌توان فرسایش خاک را به‌میزان ۱۳/۱۶ درصد کاهش داد. در پژوهش دیگری نورعلی و قهرمان [۱۲] نشان دادند که انجام عملیات بیولوژیکی و مکانیکی باعث کاهش مقدار دبی

۱- نویسنده مسئول و دانشیار پژوهشی 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- استادیار پژوهشی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری،سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،تهران.
۳- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه. سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی

4- Global Land Degradation Information System

www.SID.ir

Archive of SID

اوج سیلاب تا ۳۶/۲۱ درصد و کاهش حجم سیلاب تا ۳۴/۷۸ درصد در دوره بازگشت‌های مختلف می‌شوند. همچنین، نصری و همکاران [۱۱] در تحقیقی با کمک بررسی آماری و تحلیل تغییرات بار رسوب معلق در حوضه مندرجان زاینده‌رود به این نتیجه رسیدند که اعمال عملیات آبخیزداری و حفاظت خاک به‌ویژه احداث ۱۷۴ مورد سازه‌های مهار فرسایش، منجر به ترسیب بیش از ۲۷۵ هزار مترمکعب رسوب در پشت مخازن این سازه‌ها شده است.

عملیات حفاظت خاک و آبخیزداری گزینه‌ای اجتناب‌ناپذیر برای مهار فرسایش و کاهش تولید رسوب حوزه‌های آبخیز است [۱۷]. چمن‌پیرا [۳] در تحقیقی در منطقه دادآباد نشان داد که عملیات مکانیکی احداث حوضچه‌های ذخیره آب قادرند، بیش از ۸۰ درصد رواناب بارندگی‌های با دوره بازگشت ۲ و ۵ سال را ذخیره نمایند. در یک مطالعه تحقیقی ایلدرمی و دشتی مرویلی [۷] کاهش ۵۳ درصدی در رسوبدهی حوزه آبخیز اکباتان را در اثر انجام اقدامات آبخیزداری مکانیکی و بیومکانیکی گزارش نمودند. در تحقیق دیگری ایلدرمی و همکاران [۸] اثر اقدامات آبخیزداری را بر کاهش فرسایش و رسوب در دو حوضه منگاوی و قلی‌کندی همدان با استفاده از روش MUSLE برآورد نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار فرسایش و رسوب به‌طور متوسط در حوضه منگاوی ۳۵/۱ درصد و در حوضه قلی‌کندی ۳۵/۲ درصد کاهش یافته است.

نتایج بررسی‌های تیموری و قربانی [۱۴] در حوضه بران واقع در استان اردبیل با استفاده از مدل MPSIAC نشان داد که میزان فرسایش و تولید رسوب در اثر اجرای عملیات مختلف آبخیزداری (مکانیکی، زیستی، بیومکانیکی و مدیریتی) به‌ترتیب از۵۳ /۳۲ و ۰/۵۳ تن در هکتار در سال قبل از عملیات آبخیزداری به۳۷ /۳ و ۰/۰۵ تن در هکتار در سال بعد از عملیات آبخیزداری رسیده است که یک کاهش حدوداً ده برابری را نشان می‌دهد.

دهدشتی‌زاده و شجاعی [۵] به ارزیابی نقش اقدامات مکانیکی و بیومکانیکی آبخیزداری در مهار سیل و فرسایش خاک در یکی از سرشاخه‌های سد زاینده‌رود پرداختند. بررسی آنها نشان داد با اجرای عملیات آبخیزداری پس از سه سال حدود ۱۲۵۰۰۰ متر مکعب آب استحصال و حدود ۱۳۳۰۰۰ تن معادل ۱۰۶۰۰۰ مترمکعب رسوب توسط این طرح‌ها مهار و از حمل آنها به‌طرف دریاچه سد جلوگیری شده است. بنی حبیب و عربی [۲] نیز نشان داد که اعمال عملیات آبخیزداری منجر به افزایش زمان پیش‌هشدار سیل شده است. به طوری که مقدار آن برای سیلاب ۵۰ ساله از ۱۱ دقیقه به ۱۵ دقیقه (در حدود ۲۶٪) افزایش یافته است. همچنین، روغنی و همکاران [۱۴] نشان دادند که مخزن سازه های احداث شده در حوزه بارده چهارمحال و بختیاری با حجمی حدود ۴۷۱ مترمکعب، ضمن ذخیره رواناب و تاثیر بر نفوذ عمقی جریان رواناب، قادر به کنترل سیلابی با دوره بازگشت حدود ۲۵ سال می باشد.

بررسی منابع تحقیق انجام شده نشان داد که گستره و میزان اثر عملیات حفاظتی آبخیزداری بسته به شرایط رویشگاهی منطقه عملیات، شدت تخریب و فرسایش خاک موجود، نوع کاربری در مصادیق مختلف عملیات بیولوژیک، بیومکانیکی و مکانیکی متفاوت است. در استان کرمانشاه، با وجود حجم گسترده عملیات آبخیزداری به‌ویژه عملیات مکانیکی آبخیزداری اعمال شده، تاکنون مطالعه با الگوی فنی برای ارزیابی اثربخشی این عملیات در این منطقه انجام نشده است. همچنین رویکرد اصلی و نگرش دست‌اندرکاران طراحی و اجرای پروژه‌های آبخیزداری منطقه بر اجرای عملیات مکانیکی است و تمرکز کمتری روی جایگزینی این عملیات با عملیات توانبخشی زیستی آبخیزداری نظیر قرق و کاشت گونه‌های مرتعی علفی و درختی و درختچه‌ای انجام شده است. یک نمونه بارز از این عملیات که به‌صورت گسترده و با اعمال مصادیق عملیات مختلف مکانیکی و زیستی آبخیزداری در استان کرمانشاه انجام شده در حوزه حاجی‌آباد در شرق استان انجام شده که نمونه جالبی برای ارزیابی و مقایسه کارکرد این دو مصداق عملیات می‌باشد. تحقیق حاضر به سفارش سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور، به‌منظور تعیین کمّی اثرات و مقایسه عملیات مکانیکی و زیستی آبخیزداری در میزان کاهش فرسایش و رسوب حوزه آبخیز حاجی‌آباد استان کرمانشاه انجام گرفت.

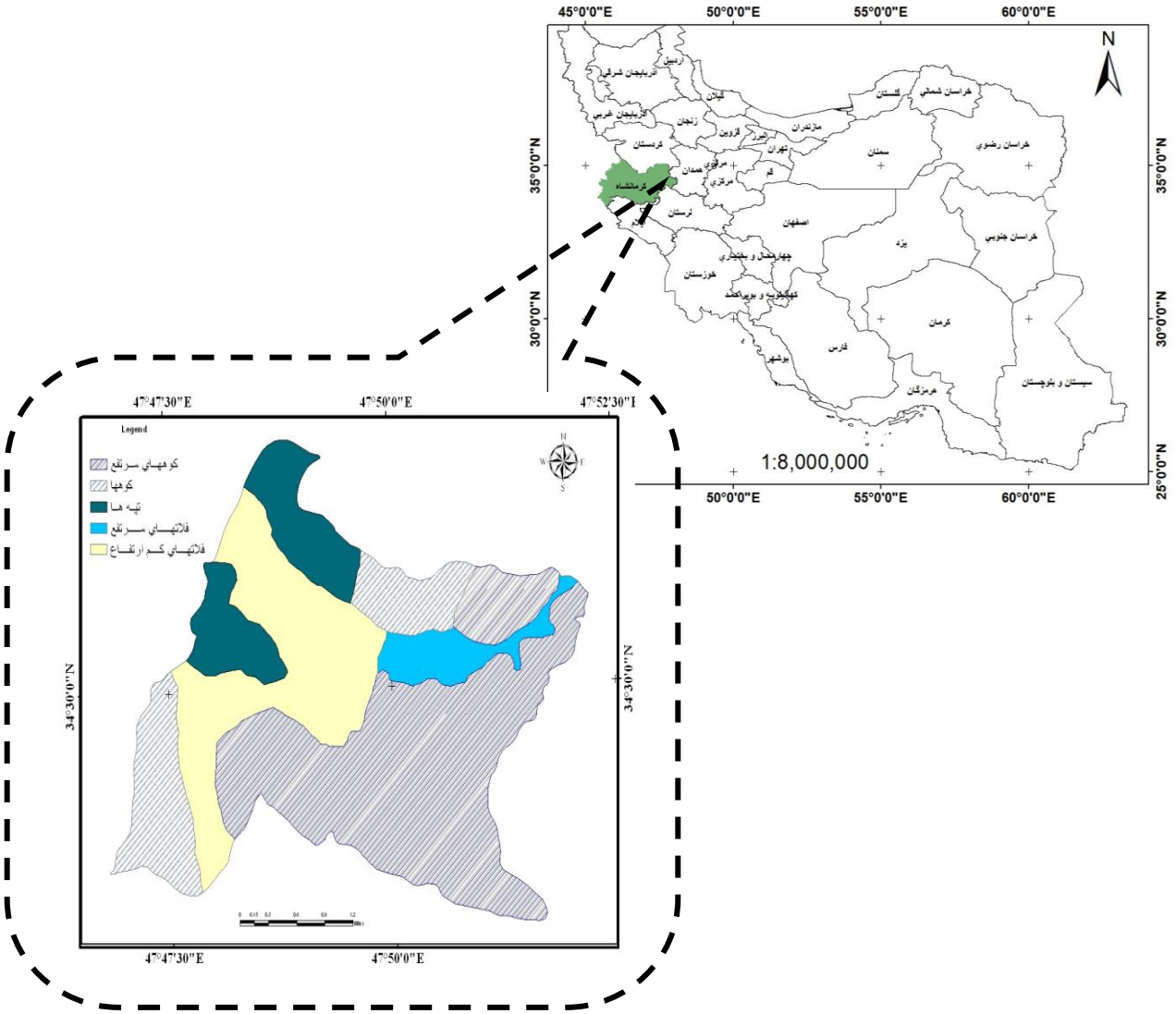
مواد و روش‌ها

برای مقایسه اثر کمّی عملیات مکانیکی و زیستی آبخیزداری بر کاهش فرسایش و تولید رسوب حوزه‌های آبخیز، این پروژه تحقیقاتی در حوزه آبخیز حاجی‌آباد کنگاور در غرب استان کرمانشاه انجام شد. حوضه حاجی‌آباد با مساحت ۲۸۹۷ هکتار در فاصله پنج کیلومتری شمال غرب شهر کنگاور واقع است. شکل ۱ موقعیت حوضه را در استان و کشور نشان می‌دهد. حوضه حاجی‌آباد از سرشاخه‌های حوزه آبخیز گاماسیاب است که از زیر حوزه‌های رودخانه کرخه به‌شمار می‌رود و سرانجام به سد کرخه منتهی می‌شود.

بارندگی متوسط سالانه حوضه ۵۰۶ میلی‌متر است. بر اساس روش آمبرژه حوضه مطالعاتی دارای اقلیم نیمه‌خشک و نیمه‌خشک سرد و بر اساس اقلیم‌نمای دومارتن دارای اقلیم نیمه‌مرطوب و مدیترانه‌ای می‌باشد. شیب متوسط حوزه ۲۵/۱ درصد و سازندهای تشکیل‌دهنده حوضه عمدتاً شامل سنگ آهک ضخیم و نهشته‌های آبرفتی است. اراضی مرتعی با حدود ۶۰/۷۳ درصد مساحت حوضه و زراعت دیم با ۳۴/۶۵ درصد کاربری‌های غالب در عرصه اراضی حوضه هستند [۱۸]. پس از شناسائی عرصه عملیات مختلف زیستی و مکانیکی آبخیزداری، با بررسی میدانی مشخصات فنی پروژه‌های مکانیکی و زیستی آبخیزداری شامل موقعیت، اختصاصات فنی و فیزیکی آن همراه با برخی ویژگی‌های کارکردی و مدیریتی آنها در فرم‌هائی ثبت شد. همچنین ابعاد بیشتر سازه‌های مکانیکی موجود در حوضه از نظر مخزن و سرریز، اندازه‌گیری و تعیین شده است. همچنین نصب اشل برای روندیابی زمانی تغییرات حجم رسوب جمع‌آوری شده در درون برخی مخازن سازه‌های معرف در سطح

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت حوضه حاجی‌آباد در استان کرمانشاه و کشور به همراه واحدهای فیزیوگرافیک

Figure 1. Location of Hajiabad Watershed in country and Kermanshah Province with physiographic units

حوضه انجام شد.

برای ارزیابی تاثیر عملیات مکانیکی آبخیزداری، حجم و وزن رسوبات جمع‌آوری شده در پشت مخازن سازه‌ها با عملیات میدانی و حجم‌سنجی تعیین شد. برای این کار محدوده رسوب با نقشه‌برداری مساحی شده و با حفر گودال و عمق‌سنجی در نقاط مختلف متوسط عمق رسوب و در نهایت حجم رسوب تعیین شد سپس با نمونه‌برداری دست نخورده و تعیین جرم حجمی رسوبات وزن رسوب جمع شده در مخزن محاسبه شد. برای محاسبه فرسایش و رسوبدهی حوزه و همچنین ارزیابی اثر عملیات زیستی ارزیابی پوشش گیاهی و همچنین فرسایش و تولید رسوب حوضه به روش پسیاک اصلاح شده MPSIAC برای قبل و پس از اجرای عملیات آبخیزداری انجام شد. در نهایت با جمع‌بندی نتایج عملیات زیستی و سازه‌ای، برآیند تاثیر عملیات آبخیزداری تعیین و تحلیل شد.

برای ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی اندازه‌گیری درصد تاج پوشش، تراکم و میزان تولید گیاهان موجود با استفاده از ترانسکت خطی (به‌طول ۵۰ متر با سه تکرار) و سطح پلات (بر اساس فرم رویشی گیاهان غالب منطقه نمونه‌برداری) با شکل مربع (برای سادگی اندازه‌گیری) با ابعاد یک در یک متر به تعداد مناسب (روش آماری برآورد حجم نمونه) انجام شد [۴]. همچنین مقدار تولید زی‌توده هوایی گونه‌های مختلف گیاهی با روش قطع و توزین انجام شد. تیپ‌بندی گیاهی به روش آمیخته از نمود ظاهری[1] و ترکیب گونه‌ای انجام گرفت. با استفاده از روش نوار خطی[2] درصد تاج پوشش، خاک لخت، لاشبرگ و سنگ و سنگریزه در سایت‌های مرتعی به‌دست آمد. برای تعیین زی‌توده تاج پوشش از روش نمونه‌گیری مضاعف استفاده شد. روش شش فاکتوری در ارزیابی وضعیت مرتع مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین گرایش مرتع از

1- Physiognomy
2- Line transect

www.SID.ir

Archive of SID

روش امتیازدهی به خصوصیات پوشش گیاهی و خاک استفاده شد.

برای برآورد میزان فرسایش و رسوبدهی حوزه در روش پسیاک اصلاح شده، با عملیات میدانی بر اساس روش استاندارد مدل و با استفاده از جدول‌ها و فرمول‌های مربوطه تعیین شد. اطلاعات برآورد فرسایش برای قبل از انجام عملیات آبخیزداری از گزارش مطالعات طرح تهیه شد. برای شرایط بعد از عملیات سه فاکتور پوشش سطح زمین، فرسایش سطحی اراضی بالادست و فرسایش آبراهه‌ای مدل با مطالعه میدانی تعیین شد و در نهایت فرسایش و تولید رسوب پس از اعمال عملیات آبخیزداری برآورد شد.

اهم اقدامات سازه‌ای آبخیزداری انجام شده در حوزه آبخیز حاجی‌آباد شامل بندهای گابیونی، بندهای خشکه چین، پخش سیلاب کانال ذخیره آب، بانکت‌بندی بود. در این حوضه چهار تیپ کانال آبگیر به تعداد ۱۳ و حجم ۲۱۹۶۶/۵ متر مکعب عملیات خاکی و ۵۰۴ متر مکعب عملیات بتنی و تعداد چهار بند گابیونی با حجم ۶۴ متر مکعب عملیات بتنی و ۹۹۶ متر مکعب عملیات خاکی و ۳۸۵ بند خشکه‌چین انجام شده است. برای اصلاح زیستی حوضه برنامه‌های حفاظت و قرق، کپه‌کاری و بذرکاری با گونه‌های مرتعی نظیر فستوکا، آگروپیرون و یونجه در بخش‌هائی از دو زیرحوزه انتخابی انجام شده است.

نتایج

بررسی اجمالی و مقایسه عملیات اجرا شده با عملیات پیش‌بینی شده از نظر نوع، حجم و گستره نشان داد که تقریباً حجم و گستره عملیات مکانیکی و سازه‌ای اجرا شده بسیار قابل توجه و حتی کمی بیش‌تر از پیش‌بینی شده برای حوضه بوده است.

ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی و مولفه‌های آن در قبل و پس از عملیات زیستی آبخیزداری در جدول ۱ نشان داده شده است. در محدوده عملیات زیستی آبخیزداری دو تیپ گیاهی غالب شامل تیپ گون – جو – کنگر Astragalus – Hordeum – Gundelia و تیپ گیاهی گون – بروموس – کنگر Astragalus – Bromus – Gundelia بود. گیاهان همراه عمدتاً شامل:*Agropyron trichophorum – Stipa barbata- - Bromus tectorum- Dactylis glomerata- Poa bulbosa- Daphena mucronata-* و *Hordeum bulbosum- Salvia draconephaloides* گونه‌های درختی و درختچه‌ای شامل:*-Amygdalus orientaalis- Daphena mucronata- Quercus brantii- Rosa canina- Acer cinerascens* که این تیپ در هر دو مرحله قبل و پس از عملیات تغییر محسوسی نداشت اما مولفه‌های ارزیابی این دو تیپ تغییراتی را نشان دادند که در جدول ۱ نشان داده شده است.

اگرچه بهبود ملموسی در شاخص‌های وضعیت مرتع در هر دو تیپ به‌وجود نیامده است و لیکن گرایش مرتع در تیپ Astragalus – Bromus – Gundelia – که عمدتاً در شمال حوزه پراکنش داشته و تحت عملیات کپه‌کاری قرار گرفته از ضعیت منفی به وضعیت ساکن تغییر گرایش داده است. عامل اصلی گرایش منفی در مراتع حوزه، چرای شدید و خارج از فصل چرای دام عشایر و روستاهای مجاور، آتش‌سوزی، برداشت گیاهان دارویی و جاده‌سازی و عملیات عمرانی است. تغییر ملموسی در شاخص مهم تولید علوفه خشک، به‌ویژه در تیپ دوم پوشش یعنی تیپ Astragalus – Bromus – Gundelia قابل رصد است. به‌نحوی‌که میزان ظرفیت تولید زی‌توده خشک در این تیپ با اعمال عملیات کپه‌کاری حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ارتقاء یافته است.

ارزیابی و طبقه‌بندی وضعیت فرسایش و تولید رسوب حوزه، با روش پسیاک اصلاح شده، قبل و پس از عملیات آبخیزداری نشان داد که میزان فرسایش در قبل و پس از عملیات آبخیزداری بسته به زیرحوضه به‌ترتیب بین ۴۹۲/۶–۲۷۵/۲ و ۴۶۲/۶–۲۷۵/۲ تن در کیلومتر مربع در سال و میزان رسوب به‌ترتیب بین ۲۳۰/۴–۱۴۷/۶ و ۲۱۶/۳–۱۴۷/۶ تن در کیلومتر مربع در سال متغیر است.

در جدول ۲ میزان کاهش فرسایش و تولید رسوب کل به تفکیک زیرحوضه و برای کل حوضه در اثر انجام عملیات آبخیزداری نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بیشترین کاهش فرسایش و تولید رسوب به‌ترتیب مربوط به زیرحوضه‌های h_{-int}، h_2، h_{5-1}، h_5 و h_8 است. در زیرحوضه h_{-int} و h_{5-1} عملیات مکانیکی آبخیزداری انجام نپذیرفته و میزان کاهش فرسایش و رسوب مربوط به تمرکز عملیات بیولوژیک کپه‌کاری همراه با بذرکاری درختان مثمر بادام و مو به مساحت حدود ۴۰ هکتار می‌باشد. در زیرحوضه‌های یاد شده عملیات بیولوژیک محدود اعمال شده توانسته است میزان فرسایش و رسوب را در دو زیرحوضه h_{-int} و h_{5-1} به‌ترتیب به‌میزان ۱۴/۴ و ۸ درصد کاهش دهد. دومین میزان کاهش مربوط به حوضه h_2 است که میزان اصلی کاهش فرسایش مرتبط با کاهش فرسایش کناره‌ای است و عملیات احداث گابیون و خشکه‌چین به‌صورت متراکم توانسته است فرسایش خاک و تولید رسوب را به‌میزان ۱۳ درصد تقلیل دهد. به‌علاوه کاهش پنج درصدی فرسایش و تولید رسوب زیرحوضه h_8 نیز مربوط به عملیات بیولوژیک محدود کپه‌کاری در زیرحوضه مورد نظر می‌تواند باشد. یافته‌های این پژوهش انطباق چندانی با نتایج پژوهشگرانی نظیر ایلدرمی و دشتی مرویلی [۷] که کاهش ۵۳ درصدی در تولید رسوب حوزه آبخیز اکباتان (که از نظر جغرافیائی در قیاس با دیگر منابع مطالعاتی نزدیک‌ترین حوضه به منطقه حاجی‌آباد است) را در اثر انجام اقدامات مکانیکی آبخیزداری گزارش نمودند، ندارد. دلیل این عدم انطباق را باید در ایرادات واره بر طراحی اولیه عملیات مکانیکی آبخیزداری در حوضه حاجی‌آباد دانست [۶]. چرا که شرایط فیزیکی و بویژه سازندهای آهکی و سخت موجود در سطح حوضه کمترین ظرفیت فرسایش‌پذیری و تولید را دارند. بنابراین، رسوب تولیدی حوزه بسیار کمتر از ظرفیت طراحی شده برای اجرای عملیات مکانیکی است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- اثر عملیات آبخیزداری در وضعیت پوشش گیاهی حوضه حاجی‌آباد

Table 1- Effect of watershed management practices on vegetation type properties of Hajiabad Watershed

مرحله ارزیابی Stage	تیپ پوشش گیاهی Vegetation type	خاک لخت Bare soil %	پوشش لاشبرگ Litter cover %	پوشش سنگ و سنگریزه Gravel cover %	تاج پوشش مرتعی Canopy cover %	تولید علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry biomass production Kg/ha	وضعیت اکولوژیکی Ecological condition	گرایش مرتع Range trend
قبل از اجرای عملیات بیولوژیک Before biological operation	Astragalus – Hordeum –Gundelia	20	10	29	41	476	متوسط Medium	منفی Down ward trend
	Astragalus – Bromus – Gundelia	22	11	25	43	563	متوسط Medium	ساکن stable
پس از اجرای عملیات بیولوژیک After biological operation	Astragalus – Hordeum –Gundelia	15	12	28	45	495	متوسط Medium	منفی Down ward trend
	Astragalus – Bromus – Gundelia	12	11	27	50	667	متوسط Medium	ساکن stable
	کل حوزه Total watershedl		3.37					

جدول ۲- اثر عملیات آبخیزداری در کاهش فرسایش و رسوب حوضه حاجی‌آباد

Table 2- Effect of watershed management practices on erosion and sediment control of Hajiabad Watershed

واحد هیدرولوژیکی Hydrological unit	کاهش رسوب کل(تن در سال) Total sediment reduction Ton/y	کاهش فرسایش کل(تن در سال) Total erosion reduction Ton/y
h_1	0	0
h_2	25.11	46.9
h_3	0	0
h_4	0	0
h_{5-1}	15.37	30.75
h_{5-int}	0	0
h_5	11.96	25.58
h_{6-1}	0	0
h_{6-int}	0	0
h_6	0	0
h_7	0	0
h_8	9.08	14.01
h_{-int}	25.88	50.21
کل‌حوزه	3.37	8.73

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی‌های انجام گرفته از طریق حجم‌سنجی رسوب روی سازه‌هائی مکانیکی که در حوضه احداث شده‌اند نشان می‌دهد که شش مورد از سازه‌های کانال ذخیره آب در سامانه‌های جمع‌آوری سیلاب، یک مورد سازه خشکه‌چین و یک مورد سازه گابیونی رسوب قابل اندازه‌گیری در پشت آنها وجود داشت. جدول مشخصات سازه‌های یاد شده به همراه حجم رسوب جمع شده در پشت آنها در جدول ۳ ارائه شده است.

همان‌گونه که از اعداد این جدول پیداست احداث حدود ۱۰۵ کانال ذخیره آب که البته با هدف استحصال آب جاری و ذخیره در آبخوان احداث شده است توانسته است ۲/۳ متر مکعب رسوب را در سطح حوضه جمع‌آوری نماید که با احتساب متوسط وزن مخصوص ظاهری رسوب برابر با ۱/۲ تن در هر متر مکعب، حجم رسوب جمع‌آوری شده در کل حوضه توسط این سازه‌ها در حدود ۲/۷۶ تن می‌باشد.

نکته آسیب‌شناسی احداث این سازه‌ها ریزش‌های مکرر دیواره آنها به‌ویژه در شیب‌های نسبتاً تند بود که در مواردی حتی منجر به زمین لغزش‌های کوچکی نیز شده بود. این پدیده منجر به تخریب خاک در محدوده کانال‌ها و همچنین صدمه به اراضی حاشیه شده بود به‌علاوه باعث کاهش ظرفیت ذخیره‌سازی آب کانال شده بود. ناپایداری دیواره این سازه‌ها به دلیل نوع خاک آن بود، که عمدتاً حاوی رس‌های انبساط‌پذیر از نوع اسمکتیت نظیر مونتموریلونیت بود. این ویژگی، منجر به جذب آب پس از بارندگی شده و به‌دلیل شیب زیاد دیواره، خاک دیواره ناپایدار شده و شروع به ریزش و لغزش به درون کانال می‌نمود. در برخی از کانال‌هائی که در زمین‌های شیبدار احداث شده بود این پدیده رایج‌تر بود. شایان ذکر است پدیده لغزش در بیش از نیمی از کانال‌های احداثی به چشم می‌خورد. شکل ۲ نمونه‌هائی از پدیده لغزش و ریزش دیواره کانال‌ها که منجر به پر شدن داخل کانال و در نتیجه کاهش ظرفیت ذخیره آن شده بود را نشان می‌دهد.

احداث نزدیک به ۱۵۹ مورد بند خشکه‌چین نتوانسته رسوبی را جمع‌آوری نماید. به عبارت بهتر در محدوده‌های احداث سدهای اصلاحی (چک‌دم‌ها) فرسایش فعالی رخ نداده و در طول سال‌های پس از احداث، میزان رسوب حتی به ۰/۱ تن در کل حوضه و در محدوده زیرحوضه‌های احداث این سدهای اصلاحی نرسیده است. همچنین احداث پنج مورد سازه گابیونی منجر به تجمع میزان محدودی رسوب (۰/۰۵ متر مکعب) در پشت یکی از این گابیون‌ها شده است (جدول ۳) که نسبت به حجم رسوبدهی حوضه ناچیز می‌باشد. این در حالی است که نصری و همکاران [۱۱] در بررسی اثر عملیات مکانیکی احداث بندهای رسوبگیر در مسیر آبراهه‌ها در مهار فرسایش و رسوب در حوزه مندرجان زاینده‌رود نشان دادند که احداث این سازه‌ها منجر به کاهش ۱۸/۵ درصد رسوبدهی سالانه حوضه شده است.

در مجموع می‌توان چنین قضاوت نمود که انجام عملیات زیستی مهار فرسایش شامل کپه‌کاری علف گندمیان (گراس‌ها) و کاشت بادام و انگور در زیرحوضه‌های h_{-int}، h_{5-1} و h_8 به ترتیب با تقلیل ۱۵، هشت و پنج درصد از فرسایش بیشترین اثر را در کاهش فرسایش داشته است. این در حالی است که محدوده انجام این عملیات حداکثر ۵۰ تا ۶۰ هکتار بوده است و هزینه انجام آنها نیز اندک بوده است. نتایج مشابهی که نشان از کارائی بالای عملیات زیستی نسبت به عملیات مکانیکی آبخیزداری بود توسط باقریان کلات و همکاران [۱] به‌دست آمد. آنها در تحقیقی در حوضه کاخک، راندمان و عملکرد اجرای عملیات زیستی اجرا شده در حوضه را حدود ۷۷ درصد تعیین نموده است که نسبت به عملیات

شکل ۲- تصاویر ریزش دیواره کانال‌های ذخیره آب

Figure 2- Pictures of the slide of septum of water storage ditch

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثر عملیات مکانیکی در جمع‌آوری رسوب حوضه حاجی آباد

Table 3- Effect of mechanical practices on sediment control in Hajiabad Watershed

مارک mark	نوع سازه Structure type	طول(متر) Length (m)	ارتفاع(متر) Depth (m)	عرض(متر) Width (m)	طول متوسط رسوب(متر) Mean sediment length (m)	عرض متوسط رسوب(متر) Mean sediment width (m)	عمق متوسط رسوب(متر) Mean sediment depth (m)	حجم رسوب (مترمکعب) Sediment volume (m^3)
H_7	کانال ذخیره Water storage ditch	150	2.2		1.5	1	0.1	0.15
H_{12}	کانال ذخیره Water storage ditch	200	2		1.5	1	0.1	0.15
H_{15}	کانال ذخیره Water storage ditch	170	1.9		4	3	0.1	1.2
H_{24}	کانال ذخیره Water storage ditch	340	2		1.5	1.5	0.1	0.225
H_{29}	کانال ذخیره Water storage ditch	520	1.5-2.5		3	2	0.1	0.6
جمع کانال Total of ditch								2.325
H_{31}	خشکه چین Check dam	10	0.9	2	0.5	0.5	0.5	0.0125
103	گابیون Gabion	8	4.5		1	1	0.5	0.5
جمع کل Total								2.3875

مکانیکی رقم بسیار بالاتری را نشان می‌داد.

از سوی دیگر احداث عملیات مکانیکی گسترده شامل ۱۵۲ دستگاه سد اصلاحی، شش سد گابیون و حدود ۱۰۵ کانال ذخیره سیلاب در سطح حوزه، توانسته در مدت حداقل سه سال، فقط حدود ۲/۴ مترمکعب رسوب را مهار کند که میزان سالانه مهار رسوب ۰/۸ تن در سال خواهد بود. این رقم نسبت به رقم تولید رسوب حوضه یعنی ۱۷۲ تن در سال ناچیز است. حصادی و همکاران [۶] نیز در تحقیقی در همین حوزه نشان دادند اعمال عملیات مکانیکی آبخیزداری به دلیل پتانسیل کم سیلخیزی حوضه، تاثیر چندانی در ذخیره سیلابها و روانآب در حوضه نداشته است. این در حالی است که ایلدرمی و همکاران [۸] در دو حوضه منگاوی و قلی‌کندی همدان نشان داد که با اجرای پروژه‌های مکانیکی و بیولوژیکی آبخیزداری، مقدار فرسایش و رسوب در حوضه منگاوی ۳۵/۱ درصد و در حوضه قلی کندی ۳۵/۲ درصدی کاهش یافته است. به‌علاوه این نتایج در تضاد با یافته‌های دهدشتی زاده و شجاعی [۵] است. آنان نیز نشان دادند که اقدامات مکانیکی آبخیزداری در یکی از سرشاخه های سد زاینده‌رود پس از سه سال از حمل حدود ۱۳۳۰۰۰ تن رسوب به‌طرف دریاچه سد جلوگیری نموده است.

البته تخمین تولید رسوب حوضه به روش پسیاک اصلاح شده نیز منابع عدم اطمینان خاص خود را دارد. به عبارت بهتر رقم واقعی رسوب در زیرحوضه‌هائی که عملیات مکانیکی اعمال شده است معادل رسوبات جمع شده در پشت سازه‌های مکانیکی است که بسیار کم‌تر از مقادیر برآوردی مدل پسیاک می‌باشد.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از معاونت آبخیزداری سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری که تامین مالی این پروژه را به عهده داشتند صمیمانه سپاس‌گزاریم.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Bagherian Kalat, A. Angoshtari, H. and Zare, S. 2007. Economical evaluation of Biological project of Kakhk watershed, Gonabad. 6th Iranian Agriculture Economic Conference. Mashhad, Iran. (In Persion)

2. Banihabib, M. and Arabi, A. 2010. Evaluation of Watershed Management on Flood Forecast Lead Time in Golabdare-Darband Basin. Journal of Environmental Science and Technology 12(1):77-88. (In Persion)

3. Chamanpira G. Evaluate the effects of watershed management operations in water harvesting and collecting runoff in Dadabad Watershed.. Journal of Rainwater Catchment Systems. 2016; 4 (1) :35-46. . (In Persion)

4. Chambers, J.O. & R.W. Brown, 1983. Methods for vegetation sampling and analysis on revegetated minedlands, Forest and Range Experiment Station, General Tech. Report INT-151, USA.167p.

5. Dehdashti zadeh, M. and Shojaee, M. 2006. Effects of mechanical and biomechanical watershed management operations in flood control of B2 watershed (Zayande rood dam). 1th regional conference of water resource of Karoon and Zayande rood (Opportunities and challenges) Shahre kurd, Iran. . (In Persion)

6. Hesadi, H., Omidi N. and Masoudi Tabar R. 2014. Evaluating the Effect Watershed Mechanical Operation on Reducing Flood (Case study: Hajiabad Watershed). Geography and Sustainability of Environment. 4(10):43-55. (In Persion)

7. Ildoremi, A. and Dashti marvili, M. 2013.Quantitative assessment of watershed management operation in Ekbatan watershed. Iran-Watershed Management Science & Engineering journal. 7(23):63-66. (In Persion)

8. Ildoremi, A Noori, H. and Fatahi, B. 2006. Evaluation of the effects of watershed management operation in erosion and sediment control in Mangavi and Gholikandi watershed. 1th regional conference of water resource of Karoon and Zayande rood (Opportunities and challenges) Shahre kurd, Iran. (In Persion)

9. Lal, R. 2001. Soil degradation by erosion. Land Degradation & Development, 12: 519 –539.

10. Nachtergaele, F. and M. Petri. 2013. Land Use Systems mapping at global and regional scales in support of Land Degradation Assessment Analysis. Version 1.1, LADA. FAO/UNEP, Rome, Italy. E-ISBN 978-92-5-107569-2 .

11. Nasri, M. Feiznia, S. Jafari, M. Ahmadi, H. and Soltani, S. 2011. Statistical assessment of sediment change and the effective factors (case study: Menderjan station). Journal of Range and watershed management. 64(1):95-106. (In Persion)

12. Noorali, M. and Ghahraman, B. 2016. Assessment of Watershed Management Projects on Flood Hydrograph using HEC-HMS Model (Case Study: Goosh-Bahreh Watershed). Journal of Watershed Management Research. 7(13):60-71. (In Persion)

13. Oldeman, L.R., R.T.A Hakkeling, and W.G. Sombroek. 1994. A global assessment of the status of humaninduced soil degradation. An explanatory note. ISRIC/UNEP, Wageningen, Nairobi.

14. Roghani, M. Tabatabaei M. ans Shadfar, S. 2011. Iranian J. watershed Management Sci. @ Engin (IJWMSE). 4(13): 51-60. (In Persion)

15. Sadeghi, h. Forotan, A. and Sharifi, F. 2005. Evaluation of the effects of watershed management operations by qualitative method (case study, part of Kan Watershed). Geographical research Journal. 20(4):37-47

16. Shabani, M. 2010. Effects of land use management improvement on soil erosion and sediment yield of watersheds, case study: Zakhrood, Fars province. Natural Geography. 3(8):83-98. (In Persion)

17. Sokoti oskoei, R. 2007. Evaluation of the effects of watershed management operations on soil erosion and sediment yield, case study Emam kandi watershed, west Azarbayejan. 9th irrigation and evaporation seminar, Kerman, Iran. (In Persion)

18. TACM. 2007. Detailed executive watershed management study report of Hajiabad watershed. Technical study reports: Parts, 2, 3, and 5. Natural resource department of Kermanshah province. Pp. 214. (In Persion)

19. Taymoori, A. and Ghorbani, M. 2007. Application of MPSAIC model in evaluation of the effects of watershed management operation. National conference of science watershed management and engineering. Khorramabad, Iran. (In Persion)

www.SID.ir