

مقدمه

حوزه‌های آبخیز از بوم‌سازگان‌های مختلف تشکیل و منافع متعددی برای افراد فراهم می‌کنند [۱۹]. معنا و مفهوم بسیار ساده و خلاصه‌شده بوم‌سازگان، مجموعه موجودات زنده و محیط زندگی آن‌ها است. بر اساس تعریف ارزیابی بوم‌سازگان هزاره، خدمات بوم‌سازگانی مزایایی هستند که انسان‌ها از بوم‌سازگان به دست می‌آورند و شامل چهار دسته خدمات تولیدی، فرهنگی، حمایتی و تنظیمی می‌باشند [۱۹]. در این راستا، خدمات تنظیمی شامل تمامی روش‌هایی است که آبخیزها از طریق آن‌ها قادر به تعدیل محیط هستند و شامل تنظیم جریان، تعدیل رویدادهای شدید، کنترل فرسایش و یا کنترل بیولوژیکی هستند. افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به منابع جدید موجب فشار مضاعف بر بوم‌سازگان‌ها و تخریب خدمات بوم‌سازگان‌ها شده است. آثار درون و برون منطقه‌ای ناشی از این تخریب باعث شده که دولت‌مردان و متخصصان راهکارهای اساسی برای آن ارائه نمایند. در این راستا آبخیزداری با استفاده از مجموعه اقدامات سازه‌ای، زیستی و مدیریتی به دنبال بهبود شرایط هیدرولوژی حوزه‌های آبخیز با توجه به وضعیت اقتصادی و اجتماعی ذی‌نفعان است [۲۵]. لذا با ارزیابی اقدامات آبخیزداری می‌توان به دیدگاه روشنی در مورد بازدهی آن‌ها رسید. اهداف آبخیزداری شامل مهار و مبارزه با فرسایش خاک و هدررفت آب، بهینه‌سازی استفاده از منابع آب و خاک، افزایش تولیدات آبخیزها اعم از گیاهی و دامی، افزایش درآمد ساکنین آبخیزها و کاهش خسارات ناشی از فرسایش خاک و سیلاب‌ها و غیره می‌باشد. در این میان، مطالعات فرسایش خاک یکی از بررسی‌های پایه در مباحث مربوط به حفاظت خاک و آبخیزداری به شمار می‌آید و برای اجرا کردن برنامه‌های حفاظتی، تعیین روش‌های شناخت، کنترل و مبارزه با فرسایش امری ضروری است [۶]. از طرفی، فرسایش خاک یکی از مسائل مهم و اصلی تخریب منابع طبیعی است و جلوگیری از آن مستلزم شناخت ابعاد مختلف می‌باشد. فقدان یا کمبود داده‌ها در زمان فرسایش خاک و تولید رسوب، کاربرد روش‌های تجربی و مدل‌های مناسب برای برآورد فرسایش خاک و رسوب‌زایی را در بسیاری از حوزه‌های آبخیز کشور الزام‌آور می‌کند [۲۲]. مدل MPSIAC یک مدل برآورد فرسایش خاک است که به دلیل دارا بودن ۹ فاکتور می‌تواند به‌صورت جامع و همه‌جانبه، فرسایش خاک را موردبررسی قرار داده و ارائه پیشنهاد برای کنترل فرسایش خاک را آسان نماید [۲۲]. مطالعات زیادی با استفاده از مدل MPSIAC

وضعیت خدمات بوم‌سازگانی آب و خاک پس از اجرای طرح‌های آبخیزداری (مطالعه موردی: حوزه آبخیز زاینده‌رود - چهل‌خانه)

زینب کریمی^{۱*} و علی طالبی^۲

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۰۱/۲۲ تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۰۲/۱۶

چکیده

مدیریت صحیح منابع آب و خاک در یک حوزه آبخیز مستلزم شناخت پتانسیل تولید رسوب و رواناب است. ضمن اینکه، سالانه هزاران تن خاک حاصلخیز از اراضی مختلف کشور در اثر فرسایش خاک از دسترس خارج شده و با هدر رفت آب و انباشت در مناطق رسوب‌گذاری موجب بروز خسارت قابل‌ملاحظه‌ای می‌شوند. در این راستا، مهار فرسایش خاک و رواناب به توان بوم‌سازگان‌ها در حفظ خاک و آب اشاره دارد. لذا، پژوهش حاضر باهدف ارزیابی اثربخشی اجرای طرح‌های آبخیزداری (۱۳۹۷-۱۳۷۶) بر میزان فرسایش خاک و دبی سیلابی حوزه آبخیز چهل‌خانه برنامه‌ریزی شده است. فرسایش خاک و دبی سیلابی به ترتیب با استفاده از روش MPSIC و SCS برآورد شد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد اجرای طرح‌های آبخیزداری منجر به کاهش فرسایش خاک و رسوب (۴/۳۰ و ۱/۸۰ تن بر هکتار) نسبت به قبل از اجرای عملیات آبخیزداری (۶/۰۵ و ۲/۳۰ تن بر هکتار) شده است. هم‌چنین، با افزایش دوره بازگشت سیلاب‌ها، اثربخشی طرح‌های آبخیزداری در مهار سیلاب حوضه و کاهش دبی و حجم سیلاب افزایش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: حوزه آبخیز چهل‌خانه، خدمات بوم‌سازگان، دبی سیلابی، طرح‌های آبخیزداری، فرسایش خاک

۱- پژوهشگر پسادکتری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد و نویسنده مسئول، Email: Karimi.modares@gmail.com

۲- استاد دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

پیش‌بینی، مهار و کاهش خسارات انواع فرسایش و سیلاب در منطقه مورد مطالعه و مناطقی با شرایط مشابه شود.

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در حوزه آبخیز چهل‌خانه واقع در شهرستان فریدن (استان اصفهان) با وسعتی معادل ۱۶۱۵۱/۸۸ هکتار به‌عنوان یکی از زیر آبخیزهای حوزه آبخیز سد زاینده‌رود با دامنه ارتفاعی بین ۲۳۷۰ و ۳۰۱۲ متر و متوسط شیب ۱۴/۳۰ درصد انجام شد. میزان بارندگی بلندمدت این منطقه ۶ / ۳۳۵ میلی‌متر و میانگین بلندمدت درجه حرارت ۳ / ۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. شکل ۱، موقعیت حوزه آبخیز چهل‌خانه را در حوزه آبخیز زاینده‌رود نشان می‌دهد. بر اساس شکل ۱، مرتع با تاج پوشش فقیر، مخلوط زراعت آبی و دیم و زراعت دیم به ترتیب بیش‌ترین کاربری منطقه را تشکیل می‌دهند. در محدوده مطالعاتی حوزه آبخیز چهل‌خانه، عملیات اجرایی آبخیزداری در قالب طرح‌های مکانیکی طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۶ اجرا شده است (شکل ۱). بر پایه بررسی‌های انجام‌شده، بخش عمده سازه‌های آبخیزداری اجرا شده در سطح حوضه مربوط به دهه ۱۳۷۰ می‌باشد. اقدامات اجرا شده شامل ۱۸۳ بند کوتاه آبخیزداری (سنگی و ملاتی، خشکه‌چین و گابیونی) با ارتفاع حداکثر ۵ متر و ارتفاع متوسط ۱/۲ متر می‌باشد [۷].

روش پژوهش مدل MPSIAC

در این مدل با نمره‌دهی به هریک از عوامل نه‌گانه مؤثر بر رسوب‌دهی نسبت به برآورد کیفی و کمی تولید رسوب اقدام می‌شود. این عوامل شامل زمین‌شناسی سطحی، خاک، اقلیم، رواناب، توپوگرافی، پوشش زمین، کاربری اراضی، وضعیت فعلی فرسایش و فرسایش رودخانه‌ای و حمل رسوب می‌باشند [۲۳].

بر اساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده از روی نقشه توپوگرافی، زمین‌شناسی، ارزیابی منابع و قابلیت منابع اراضی، عکس‌های هوایی و سایر منابع آماری موجود، اطلاعات پایه مورد نیاز آماده شد. در این پژوهش، از نقشه‌های توپوگرافی رقومی سازمان نقشه‌برداری، نقشه‌های زمین‌شناسی، خاکشناسی و پوشش (کاربری) اراضی استفاده شده است [۷].

آمار ایستگاه‌های هواشناسی، باران‌سنجی مناطق مجاور حوزه آبخیز، ارتفاع رواناب سالانه، دبی اوج و ویژه و اطلاعات مربوط به ارتفاع حوضه از جمله داده‌های مورد نیاز در مدل MPSIC می‌باشند که برای تهیه این داده‌ها از مطالعات آبخیزداری قبل از اجرای اقدامات (۱۵) و گزارش جامع آبخیزداری حوزه آبخیز سد زاینده‌رود بعد از اجرای اقدامات استفاده شد [۱۴]. در روش MPSIC با محاسبه مقدار بارندگی ۶ ساعته با دوره بازگشت ۲ سال برحسب میلی‌متر امتیاز عامل اقلیم تعیین و محاسبه شد.

در ادامه، پس از تعیین ۹ عامل در نظر گرفته شده در مدل MPSIAC

انجام شده است که می‌توان به مطالعات پازوکی و همکاران [۲۲]؛ کلات و همکاران [۱۸]؛ فارگاس و همکاران [۸]؛ جلیلیان [۱۶]؛ بیات و همکاران [۵]؛ آرخالزو و همکاران [۴]؛ شهری طبرستانی و افضلی‌مهر [۲۹]؛ قضاوی و همکاران [۹]؛ هاریگین و همکاران [۱۱]؛ ژائو و همکاران [۳۴]؛ عباسی و همکاران [۱۵]؛ جلیلی‌پیرنیا و موسوی [۱۷]؛ موسوی و همکاران [۲۱]؛ میرآخورلو و رحیم‌زادگان [۲۰]؛ زارعی و همکاران [۳۳] اشاره کرد.

از طرف دیگر، جریان رواناب و جاری شدن دبی سیلاب‌ها در سطح زمین باعث پایین رفتن سطح آب زیرزمینی، مسائل اجتماعی از جمله مهاجرت جمعیت، فرسایش و کاهش حاصلخیزی خاک، رسوب‌گذاری در مخازن و کاهش کیفیت آب رودخانه‌ها می‌شود [۱۹]. در مناطقی که پتانسیل بالای رواناب دارند، انواع رخساره‌های فرسایشی اعم از آبراهه‌ای، شیار و خندقی در دامنه کوه‌ها و حتی در سطح زمین‌های کم شیب نیز به سهولت اتفاق می‌افتد [۱۲]. تولید بالای رواناب در یک منطقه در صورت مهیا بودن شرایط، به وقوع سیل منجر شده و باعث خسارات جبران‌ناپذیری می‌شود. لذا، برآورد پتانسیل تولید رواناب و دبی سیلابی در یک حوضه جهت برنامه‌ریزی در حفاظت خاک و فرسایش و نیز مدیریت حوزه‌های آبخیز از لحاظ تولید رواناب و رسوب بسیار حائز اهمیت است [۲۴]. ضمن اینکه، یکی از مشکلات اساسی برای تخمین میزان رواناب به‌منظور برنامه‌ریزی‌های مربوط به بهره‌برداری از منابع آب و خاک، عدم وجود آمار به‌ویژه در حوزه‌های آبخیز کوچک می‌باشد، به‌طوری‌که در مدیریت حوزه‌های آبخیز و تدوین برنامه‌های حفاظتی کارشناسان و بهره‌برداران را با مشکل مواجه می‌سازد، بنابراین جهت تخمین و برآورد میزان رواناب در حوضه‌های فاقد آمار روابط تجربی ابداع شده است [۱۰]. از جمله روش‌های تجربی و هیدرولوژیکی مختلف برای برآورد دبی سیلابی که در اکثر موارد مورد تأیید و توصیه در ایران می‌باشد، می‌توان به روش SCS اشاره کرد [۲۵]. در زمینه برآورد رواناب و دبی سیلابی یک حوزه آبخیز مطالعات مختلفی صورت گرفته است که می‌توان به مطالعات حیدری‌زاده [۱۲]؛ حسین‌زاده [۱۴]؛ حجازی و مزبانی [۱۳]؛ حسین‌زاده و همکاران [۱۵]؛ عادلی و محمدی [۲]؛ شعبانی‌نیا و همکاران [۲۸]؛ کریمی و همکاران [۱۹]؛ سولیز و ولینتز، [۳۱]؛ سروانان و منجولا [۲۶]؛ وینترا و یشودا [۳۱]؛ ساتشکومار و همکاران [۲۷] اشاره کرد.

بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد اگرچه مطالعات مختلفی با استفاده از مدل MPSIC و SCS توسط محققان مختلف صورت گرفته است، با این حال کم‌تر پژوهشی به بررسی وضعیت خدمات بوم‌سازگانی آب و خاک پس از اجرای طرح‌های آبخیزداری پرداخته‌اند. لذا پژوهش حاضر باهدف ارزیابی اثربخشی اجرای طرح‌های آبخیزداری بر میزان فرسایش خاک و دبی سیلابی حوزه آبخیز چهل‌خانه برنامه‌ریزی شده است. ضمن اینکه، ارزیابی میزان فرسایش و سیلاب یک حوزه آبخیز می‌تواند منجر به تولید اطلاعات ارزشمندی برای اجرایی و عملی کردن طرح‌های جامع آبخیزداری،

و به دست آوردن مجموع نمرات آن‌ها به منظور تعیین میزان فرسایش و رسوب‌زایی از جدول کلاس رسوب‌دهی و فرسایش استفاده شد. در نهایت، میزان فرسایش خاک و رسوب حوزه آبخیز چهل‌خانه؛ قبل [۳۲] و بعد از اجرای طرح‌های آبخیزداری برآورد شد [۷].

روش SCS:

آنچه در طراحی سازه‌های مکانیکی مانند سرریز سدهای مخزنی و دیواره‌های حفاظتی رودخانه‌ها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است، حداکثر دبی لحظه‌ای سیلاب‌ها می‌باشد. برای برآورد این پارامتر با تناوب‌های مختلف روش‌های مختلفی مانند روش استدلالی، روش تجربی، هیدروگراف واحد و محاسبات فراوانی سیل وجود دارد که انتخاب هر یک از روش‌ها به عوامل مختلفی از جمله میزان اهمیت یا ریسک طراحی سازه‌ها و آمار موجود بستگی خواهد داشت. در این راستا، ابتدا بر اساس روش شماره منحنی^۱ SCS (سازمان حفاظت خاک آمریکا)^۲ ارتفاع رواناب محاسبه شد. در روش SCS، برای تعیین بارش مازاد یا رواناب، نیاز به محاسبه تلفات بارش است که توسط رابطه‌ای با یک عامل بدون بعد به نام شماره منحنی (CN) محاسبه می‌شود (شکل ۲). در این روش، از نقشه‌های کاربری اراضی، گروه‌های هیدرولوژیک خاک^۳ و حداکثر بارش ۲۴ ساعته منطقه مورد مطالعه طی دوره آماری ۳۰ ساله (۱۴۰۰-۱۳۷۰) استفاده شد. یاد این نکته ضروری است که برای برآورد دبی سیلابی از اطلاعات ایستگاه هیدرومتری و سینوپتیک اسکندری و فریدن استفاده گردید [۷]. در نهایت، دبی سیلابی از روش هیدروگراف واحد (SCS) محاسبه شد.

- دیدگاه آبخیز‌نشینان نسبت به طرح‌های اجرا شده

این بخش از پژوهش به صورت کیفی و مصاحبه چهره به چهره با جوامع محلی که به صورت تصادفی انتخاب شدند انجام پذیرفت. لذا، از پاسخگویان اثربخشی اقدامات سازه‌ای بر اشتغال‌زایی و کسب درآمد جوامع محلی در قالب بله و خیر سؤال شد.

نتایج

بر اساس نتایج حاصل از بخش‌های مطالعاتی مختلف و مشاهدات صحرایی (۱۴ و ۱۵)، امتیازبندی عوامل ۹ گانه برای شرایط قبل و بعد از اجرای طرح‌های آبخیزداری در حوزه آبخیز چهل‌خانه محاسبه شد (جدول ۱). فرسایش خاک و رسوب قبل از اجرای طرح‌های آبخیزداری به ترتیب ۶/۰۵ و ۲/۳۰ تن بر هکتار و بعد از اجرای اقدامات آبخیزداری سالانه ۴/۳۰ و ۱/۸۰ تن بر هکتار برآورد گردیده است (جدول ۲). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد (جدول ۱ و ۲)، اجرای طرح‌های مکانیکی و سازه‌های آبخیزداری منجر به کاهش فرسایش خاک و رسوب و شده است. همچنین، نتایج

1. Curve Number (CN)

2. Soil Conservation Service

3. Hydrologic soil groups

مقادیر دبی و حجم سیلابی در شرایط قبل و بعد از اجرای طرح‌های آبخیزداری در جدول ۳ ارائه شده است [۷ و ۳۲]. نتایج نشان می‌دهد که در محدوده مطالعاتی و در حالت کلی با افزایش دوره بازگشت سیلاب‌ها، اثربخشی طرح‌های آبخیزداری در مهار سیلاب حوضه و کاهش دبی و حجم سیلاب افزایش می‌یابد (جدول ۳). به عبارت دیگر، اقدامات آبخیزداری منجر به بهبود وضعیت خدمات بوم‌سازگانی آب‌و خاک و در نهایت کاهش فرسایش خاک و دبی سیلابی شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

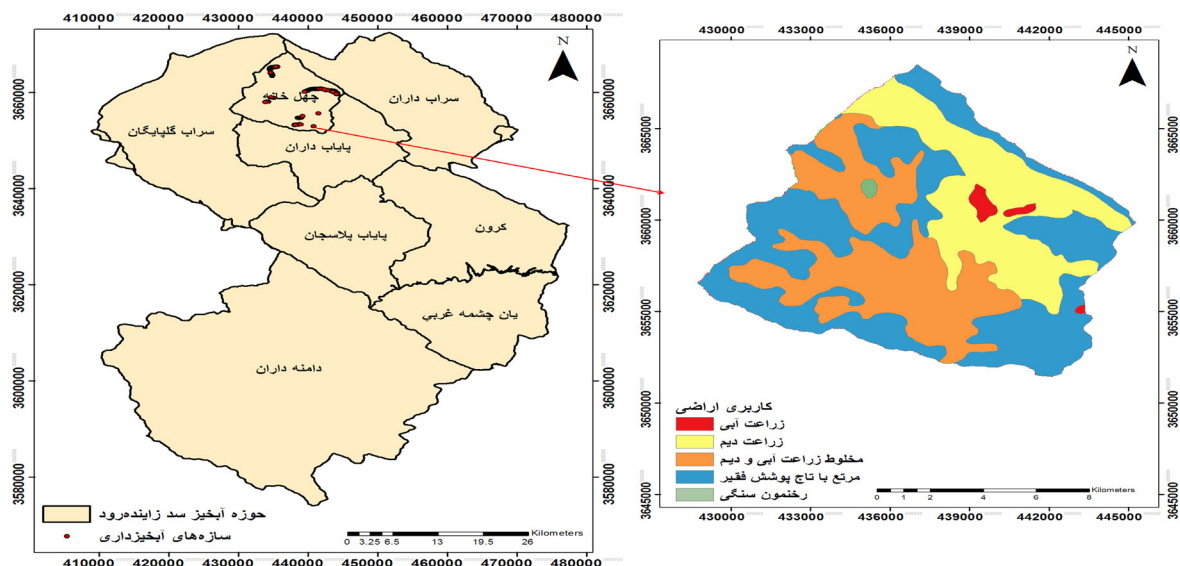
پژوهش حاضر به بررسی وضعیت خدمات بوم‌سازگانی آب‌و خاک پس از اجرای طرح‌های آبخیزداری پرداخته است. در این راستا از دو مدل MPSIC و SCS به منظور برآورد مهار فرسایش خاک و دبی سیلابی بهره گرفته است. در مدل MPSIC میزان فرسایش و رسوب ویژه قبل از اجرای طرح‌های آبخیزداری به ترتیب ۶/۰۵ و ۲/۳۰ تن بر هکتار در سال محاسبه شد. این در حالی است که میزان فرسایش و رسوب ویژه بعد از اجرای طرح‌های آبخیزداری به ترتیب ۴/۳۰ و ۱/۸۰ تن بر هکتار در سال محاسبه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود نتایج استخراج شده از انجام این روش در قبل و بعد از اجرای طرح‌های آبخیزداری در حوضه مورد مطالعه نشان‌دهنده وجود اختلاف در مقادیر محاسبه شده می‌باشد. به عبارتی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد اجرای طرح‌های آبخیزداری منجر به کاهش فرسایش خاک و رسوب نسبت به قبل از اقدامات شده است. نتایج پژوهش با یافته‌های کلات و همکاران، [۱۸]؛ هاریگین و همکاران، [۱۱]؛ ژائو و همکاران، [۳۴]؛ و جلیلی‌پیرنیا و موسوی [۱۷]؛ مبنی بر اثر مثبت اقدامات آبخیزداری بر کاهش فرسایش خاک و رسوب هم‌خوانی داشت. همچنین، در خصوص مهار سیلاب حوضه و کاهش دبی می‌توان اذعان داشت با افزایش دوره بازگشت سیلاب‌ها اثربخشی طرح‌های آبخیزداری افزایش می‌یابد. نتایج مطالعات مشابه توسط سایر محققان [۱۱ و ۱۸] نیز نشان می‌دهد اجرای طرح‌های آبخیزداری منجر به کاهش رواناب و رسوب توسط سازه‌های آبخیزداری شده است.

در مجموع، هدف از اجرای طرح‌های آبخیزداری، کاهش سیلاب‌های سالانه، کنترل و کاهش فرسایش و رسوب و ایجاد شرایط مناسب‌تر برای نفوذ جریان‌های سطحی در زمین و تغذیه آبخوان منطقه می‌باشد. ضمن اینکه، انجام این عملیات باید حول مسائل اجتماعی و اقتصادی حوضه و در نظر داشتن کلیه روابط موجود در حوضه انجام پذیرد. بر پایه بررسی‌های انجام شده، در کل محدوده مطالعاتی طرح‌های آبخیزداری در قالب طرح‌های مکانیکی در طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۷ اجرا شده و از قدمت ۲۰ ساله برخوردارند [۷]. به طور مشخص، بخش عمده سازه‌های آبخیزداری اجرا شده در سطح حوضه مربوط به دهه ۱۳۷۰ بوده و شامل بندهای کوتاه گابیونی، خشکه‌چین و سنگی و ملاتی است و خبری از

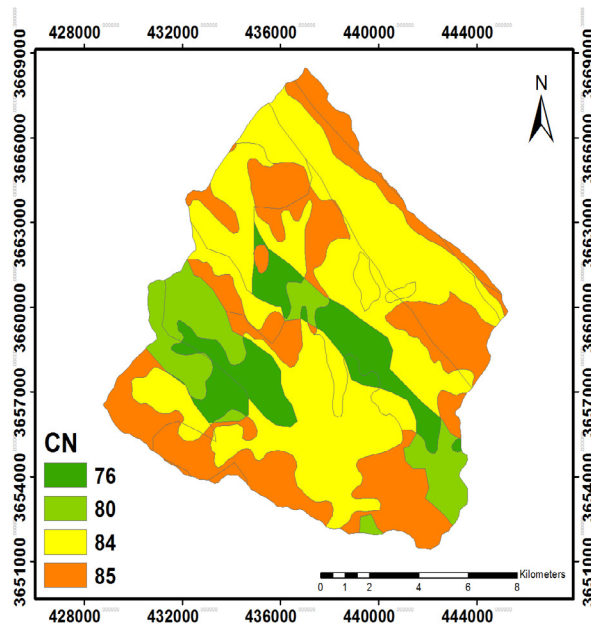
سازه‌های نسبتاً بزرگ آبخیزداری همانند بند خاکی، پخش سیلاب و بندهای سنگ و سیمانی با حجم مخزن بزرگ نیست. هم‌چنین بر اساس مشاهدات میدانی، آبراهه‌هایی که این سازه‌ها در آن‌ها اجرا شده‌اند، فاقد آثار لغزش، حفر بستر و انحلال و شرایط خندقی بوده و مخزن اکثر سازه‌ها از رسوب پر شده و باعث کاهش شیب آبراهه و طول مسیر آن شده است. در مجموع آبراهه‌ها تثبیت شده و با ضریب زبری مناسب برای کاهش سرعت جریان سطحی بوده‌اند. مکان‌یابی اجرای طرح‌های سازه‌ای در اکثر مواقع مناسب بوده و اهداف اجرای طرح را که کاهش میزان رسوب و سیلاب بوده را محقق نموده است. ضمن اینکه، به لحاظ پایداری، این سازه‌ها در وضعیت مناسبی قرار دارند و تعداد کمی از این‌ها تخریب شده‌اند [۷].

هم‌چنین، به دلیل وضعیت توپوگرافی حوضه و به همراه آن، محدودیت‌های اجتماعی و احتمالاً قانونی، اجرای طرح‌های بزرگ آبخیزداری هم‌چون بندهای خاکی و سنگی و ملاتی با حجم آگیری بالا و پروژه پخش سیلاب در سطح حوضه مطالعاتی انجام نشده است. این امر نشان از حساسیت منطقه داشته و در حال حاضر نیز اجرای چنین طرح‌هایی با توجه به استمرار خشک‌سالی‌های چند سال اخیر در حوزه آبخیز چهل‌خانه و شرایط حساس اجتماعی که به واسطه کم‌آبی‌های چند سال اخیر ایجاد شده غیرمعمول می‌باشد. به این مقوله، مسائل اقتصادی و زیست‌محیطی نیز اضافه می‌شود.

هم‌چنین، با توجه به اینکه تمامی آبراهه‌ها و رودخانه‌های موجود در سطح حوضه به رودخانه زاینده‌رود و مخزن سد زاینده‌رود منتهی می‌شوند، لازم است اجرای طرح‌های کوچک مکانیکی (چکدم) همانند طرح‌های قبلی در سطح حوضه با مطالعات تکمیلی انجام شود. تعداد کم این طرح‌ها با در نظر گرفتن کارایی خوب آن در سطح حوضه نسبت به سطح حوزه آبخیز سد زاینده‌رود کاملاً مشهود است. در نهایت می‌توان اذعان داشت فعالیت‌های آبخیزداری به دلیل ماهیت و اهدافی که دارند می‌توانند در حل بسیاری از مشکلات و مسائل روستائیان (اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و غیره) تأثیرگذار باشند، لذا توسعه و گسترش این گونه فعالیت‌ها، هرچند در مقیاس‌های کوچک، یکی از راهبردهای مناسب در جهت توسعه و عمران روستایی می‌تواند به حساب آید. لذا بر اساس نظرسنجی از جوامع محلی، عملیات آبخیزداری انجام شده در حوضه نتوانسته در اشتغال‌زایی و کسب درآمد برای اهالی محل تأثیر چندانی داشته باشد [۱۰]. لذا، مدیریت آبخیزداری در طرح‌های آینده باید تأکید بیشتری بر روی اشتغال‌زایی و کسب درآمد از طریق اجرای طرح‌های زیستی (مانند کشت درختان بادام، گیاهان دارویی و غیره که سازگار با شرایط منطقه باشد) در کنار بهبود خدمات بوم‌سازگانی خاک و آب داشته باشد.



شکل ۱: نقشه موقعیت حوزه آبخیز چهل‌خانه واقع در حوزه آبخیز زاینده‌رود



شکل ۲: نقشه شماره منحنی حوزه آبخیز چهل خانه

جدول ۱: وضعیت حوزه آبخیز چهل خانه قبل و بعد از اجرای طرح آبخیزداری بر اساس مقادیر میانگین فاکتورهای ۹ گانه روش MPSIAC

R	Y9	Y8	Y7	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب
جمع عوامل	فرسایش خندقی	وضعیت سطح خاک و فرسایش	استفاده از زمین	پوشش گیاهی	پستی و بلندی	رواناب	آب و هوا	خاک	زمین شناسی	
قبل از اجرای طرح	۶۱/۰۰	۱۰/۲۵	۷/۲۵	۹/۷۵	۷/۲۵	۴/۸۰	۶/۵۰	۴/۶۰	۶/۵۰	۴/۱۰
بعد از اجرای طرح	۵۵/۱۵	۹/۱۰	۶/۳۵	۸/۶۵	۷/۲۵	۴/۸۰	۴/۱۰	۴/۶۰	۶/۲۰	۴/۱۰

جدول ۲: وضعیت حوزه آبخیز چهل خانه قبل و بعد از اجرای طرح آبخیزداری بر اساس مقادیر فرسایش و رسوب ویژه (تن بر هکتار در سال)

فرسایش خاک		رسوب ویژه	
قبل از اجرای طرح	بعد از اجرای طرح	قبل از اجرای طرح	بعد از اجرای طرح
۶/۰۵	۴/۳۰	۲/۳۰	۱/۸۰

جدول ۳: مقادیر دبی و حجم سیلاب حوزه آبخیز چهل خانه قبل و بعد از اجرای طرح آبخیزداری

مقادیر شاخص ها						وضعیت حوزه آبخیز		دوره بازگشت (سال)	
						۲	۵	۱۰	۲۵
دبی سیلابی (مترمکعب بر ثانیه)						۲/۲۰	۷/۹۵	۱۴/۲۰	۱۷/۸۵
						۲/۰۵	۶/۸۰	۱۲/۹۰	۱۶/۳۰
حجم سیلاب (هزار مترمکعب)						۱۳۸/۸۰	۲۴۴/۵۰	۳۷۰/۵۰	۴۳۸/۵۰
						۱۳۲/۲۰	۲۳۱/۱۰	۳۵۱/۵۰	۴۱۷/۵۰

watershed, Golestan province). Environmental Erosion Research 4 (24): 104-124 (In Persian).

2- Adeli, M., and Mohammadi, Z. 2018. Calibration and evaluation of SCS method in flood estimation in Paskohak watershed. Irrigation

منابع

1- Abasi, M., Najafinejad, A., Bordishekh, V., and Azimmohseni, M. 2016. Effect of slope and land use on soil characteristics, runoff and sediment yield using rain simulator (Case study: Kocic

- 11- Haregeweyn, N., Berhe, A., Tsunekawa, A., Tsubo, M. and Derege Tsegaye, M. 2012. Integrated watershed management as an effective approach to curb land degradation: A case study of the enabered watershed in Northern Ethiopia. *Environmental Management* 50 (6): 1219–1233.
- 12- Heidrizadeh, M. 2019. Development of SCS method with the concept of logical method in estimating flood peak. The first annual conference on water resources management, Tehran, 24-38 (In Persian).
- 13- Hejazi, A. and Marzbani, M. 2014. Estimating the maximum runoff height and discharge using the curve number (CN) method (case study: Sarab Dereshahr watershed). *Hydrogeomorphology* 2 (5): 63-81 (In Persian).
14. Hosseinzadeh, M.M. 2012. Estimating the height and peak discharge of runoff in the occurrence of waterway erosion in Kojur Nowshahr- North Alborz region. *Environmental erosion researches* 7 (17): 1 (In Persian).
- 15- Hosseinzadeh, M.M., Nosrati, K. and Imani, S. 2017. Determining the curve number and estimating the runoff production potential of the Hesarak watershed. *Geographical Sciences* 18 (51) (In Persian).
- 16- Jalalian, A. 1992. Quantitative and qualitative studies of soil erosion in the northern watershed of the Karoon river, Third Congress of Soil Science, Faculty of Agriculture, Tehran University and Institute of Soil and Water (In Persian).
- 17- Jalili Pirani, F. and Mousavi, S. A. 2016. Integrating socio-economic and biophysical data to enhance watershed management and planning. *Journal of Hydrology* 540, 727-735.
- 18- Kalat, A., Lashkaripour, G.R. and Ghafouri, M. 2021. Evaluating the effect of watershed management measures on vegetation and the amount of erosion and sedimentation in the Kakhak watershed. *Environmental Science and Technology* 23 (7): 51-63 (In Persian).
- 19- Karimi, Z., Sadoddin, A., and Sheikh, V. 2022. Effects of watershed management practices Science and Engineering 42 (3): 1-15 (In Persian).
- 3- Ahmadi, H., Servati, M. R. and Normohamadi, A. M. 2011. Sediment and erosion estimation using EPM and MPSIAC, using geomorphological method and GIS in Baghareh (Torbat Heydarieh) Catchment Basin, *Journal of Geographical Science* (In Persian).
- 4- Arkhazlu, Sh., Zahed, S. and Asghari, S.A. 2018. Comparison of MPSIAC and MMF models in the preparation of soil erosion distribution map of Aghguni Ardabil watershed. *Environmental Erosion Research* 9 (2): 72-88 (In Persian).
- 5- Bayat, R. and Rostami, M. 2016. Prioritization of watersheds based on erosion status using EPM and MPSIAC empirical models (case study: Eru watershed). *Natural Ecosystems of Iran*. 7 (1): 19-32 (In Persian).
- 6- Bayat, R., Jafari Ardakani, A., and Shahkarami, A. 2011. Review the situation of erosion in the Lorestan province with RS and GIS. *Journal of natural ecosystems*, Second year, second issue, Winter 2011, 2(2): 37-44 (In Persian).
- 7- Effectiveness studies of watershed operation in Zayandeh- roud dam watershed. Report on erosion and sedimentation and structure, 2021 (In Persian).
- 8- Fargas, D., Martinez, J. A., and Poch., R.M. 1997. Identification of Critical Sediment Source Area at Regional Level. *Journal of Physics and Chemistry of the earth* 22 (4): 355-359.
- 9- Ghazavi, R., Vali, A., Maghami, Y., Abdi, J. and Sharafi, S. 2012. Comparison of EPM, MPASIAC and PESIAC models for estimating sediment and erosion by using GIS (Case study: Ghaleh-Ghaph catchment, Golestan province). *Geography and development* 10 (27): 30-32 (In Persian).
- 10- Guderzi, M., Zehbion, b., Masahbarani, A. and Kamal, A. 2013. Performance comparison of SWAT, IHACRES, and SIMHYD models in simulating the runoff of Qharahsu watershed. *Journal of Water and Irrigation Management* 2 (1): 25-40 (In Persian).

1- 8.

28- Shabaninia, H. Metovali, S.A., Janbazghobadi, G.R., and Khaledi, SH. 2019. Estimating runoff height and maximum flood discharge using the combination of automatic cellular models and SCS (case study: Lavijroud watershed). *Environmental Hazards* 9 (24): 98-79 (In Persian).

29- Shahiri-Tabarstani, A., and Afzali Mehr, H. 2019. Estimation of annual erosion and sedimentation in Babulrod watershed using MPSIAC model. *Environment and Water Engineering* 6 (3): 205-192 (In Persian).

30- Soulis, K.X., and Valiantzas, J.D. 2012. SCS-CN parameter determination using rainfall-runoff data in heterogeneous watershed-the two-CN system approach. *Hydrology Earth System Science* 16: 1001-1015.

31- Vinithra, R., and Yeshodha, L. 2016. Rainfall-runoff modeling using SCS- CN method: a case study of Krishnagiri District, Tamilnadu. *Science Research* 5(3): 2319-7064.

32- Watershed studies (preferential stage) of Zayandeh-nroud dam watershed, 2016 (In Persian).

33- Zarei, A.R., Mokarram, M., and Shabani, A. 2019. Evaluation of sediment yield (Qs) in Bishezard watershed located southwest of Iran, using PSIAC and MPSIAC models. *Int. J. Global Environ. Issues* 18 (1): 1-23.

34- Zhao, G., Mu, X., Wen, Z., Wang, F., and Gao, P. 2013. Soil erosion, conservation and eco-environment changes in the loess plateau of China. *degradation and development* 24, 499-510.

on the quadric services of Chehel-Chai Watershed, Golestan Province. *Water and Soil Management and Modeling* 2(4), 18-36 (In Persian).

20- Mirakhorlo, M.S., and Rahimzadegan, M. 2018. Application of sediment rating curves to evaluate efficiency of EPM and MPSIAC using RS and GIS. *Environ. Earth Sciences* 77 (20): 723.

21- Noori, H., Karami H., Farzin, S., Siadatmousavi, S. M., Mojaradi, B., and Kisi, O. 2017. Investigation of RS and GIS techniques on MPSIAC model to estimate soil erosion. *Hazard* 91 (1): 221-238.

22- Pazuki, H.R., Saraei Tabrizi, M., and Babazadeh, H. 2021. The effects assessment of runoff on the erosion of the Khadije Khatoon watershed using the MPSIC model. *Environmental Science and Technology* 23 (2): 102-89 (In Persian).

23- Refahi, H. 2006. *Water Erosion and conservation*, Publication of Tehran University, Fifth Edition, 671 pages (In Persian).

24- Safari, A., Qhanawati, A.A. Beheshtijavid, A. and Hosseini, H. 2013. Estimation of runoff zoning due to 24-hour rainfall using SCS-CN method in Yamchi Ardabil dam watershed. *Geography* 11 (28): 217-201 (In Persian).

25- Salajegheh, A., and Delfari, S. 2007. Comparison of qualitative and quantitative geomorphology methods for estimating erosion and sediment (Case study: Khusban basins of Taleghan catchment), Abstract Proceedings of the Fourth National Conference on Science and Engineering, watershed management, Iran. Natural Resources Faculty of Tehran University (In Persian).

26- Saravanan, S., and Manjula R. 2015. Geomorphology based semi-distributed approach for modeling rainfall-runoff modeling using GIS. *Aquat Procedia* 4:908-916.

27- Satheeshkumar, S., Venkateswaran, S., and Kannan, R. 2017, Rainfall-runoff estimation using SCS-CN and GIS approach in the Pappiredipatti watershed of the Vaniyar sub basin, South India. *Modeling Earth Systems and Environment* 3(24):



Abstract

Status of water and soil ecosystem services after the implementation of watershed projects (case study: Zayandehroud- Chelkhaneh watershed)Z. Karimi^{1*} and A. Talebi²

Received: 2023/04/11 Accepted: 2023/06/05

Proper management of water and soil resources in a watershed requires recognition the potential of sediment production and runoff. In addition, every year thousands of tons of fertile soil from different lands of the country are unavailable due to soil erosion, and due to the wastage of water and accumulation in sedimentation areas, causes considerable damage. In this regard, the control of soil erosion and flood refers to the ability of ecosystems to conserve soil and water. Therefore, the current research is planned with the aim of evaluation the effectiveness of implementing watershed projects 1997-2018) on the amount of soil erosion and flood discharge in Chehlkhaneh watershed. Soil erosion and flood discharge were estimated respectively using the MPSIC SCS method. The results showed that the implementation of watershed projects has led to the reduction of soil erosion and sediment (4.30 and 1.80 ton/h) compared to before the implementation of watershed operations (6.05 and 2.30 ton/h). Also, with the increase of the return period of floods, the effectiveness of watershed projects in controlling of watershed flood and reduction of discharge and flood volume increases.

Keywords: Chelkhaneh watershed, Ecosystem services, Flood discharge, Watershed projects, Soil erosion

1.* Postdoctoral researcher, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Karimi.modares@gmail.com

2. Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University.