

عملکرد خوب طرح می‌باشد. بطور کلی، نتایج نشان می‌دهد که رعایت مسائل فنی در احداث سازه‌های اصلاحی در منطقه باعث کاهش میزان شیب طبیعی آبراهه‌ها و تبدیل آن به شیب حد، تله‌اندازی رسوبات و همچنین کاهش سرعت رواناب و در نتیجه کاهش فرسایش گردیده است.

واژه‌های کلیدی: سازه‌های اصلاحی، تله‌اندازی رسوبات، بند گابیونی، استان مازندران.

مقدمه

در طول ۴۰ سال گذشته در حدود ۳۳ درصد از اراضی قابل کشت در دنیا به واسطه فرسایش خاک تخریب شده‌اند و هم‌اکنون نیز با سرعت ۱۰ میلیون هکتار در سال این تخریب ادامه دارد [۸ و ۲۶]. آثار به جا مانده ناشی از این تخریب باعث گردیده که دولتمندان و کارشناسان متخصص درصدد برآیند تا طرح‌هایی برای کنترل فرسایش ارائه نمایند [۱]. چنانچه عملکرد این طرح‌ها به روش‌ها مناسب و از جنبه‌های مختلف فنی و مهندسی مورد ارزیابی قرار گیرد، نتایج حاصله می‌تواند منجر به علل شکست عملیات پیشنهادی و ارائه راهکارهای مناسب در جهت رفع آنها شود. این عمل از یک سو سبب ارتقای کیفیت اجرای طرح‌ها و از سوی دیگر افزایش بازدهی عملیات خواهد شد [۲۰]. جانسون [۲۷] ارزیابی تاثیر اقدامات آبخیزداری و میزان رضایت مردم از آن در بهبود کیفیت این اقدامات و شناخت نقاط ضعف و قوت بعد از انجام طرح‌ها، ضرورت می‌داند. ارزیابی عملکرد اقدامات آبخیزداری در راستای دستیابی به اهداف طرح‌های مربوطه تا کنون بطور عملی و منطقی در ایران کمتر مد نظر قرار گرفته است [۹]. به منظور ارزیابی دقیق اجرای یک پروژه و بررسی جوانب مختلف آن یک سیستم نظارت و ارزیابی مناسب و دقیق در هر پروژه مورد نیاز می‌باشد [۱۴]. استفاده از روش‌های کمی به منظور ارزیابی عملکرد اقدامات حفاظتی (نظیر احداث سازه‌های اصلاحی)، در صورت وجود داده و آمار ثبت شده در قبل و بعد از اقدامات انجام شده، بسیار مناسب و دقیق‌تر از روش‌های کیفی می‌باشد [۱۰، ۲۱، ۲۲ و ۲۹]. از این رو، بیان روش‌های کاربردی در مناطق فاقد داده و یا آمار ثبت شده نیز از ضروریات است. در تحقیق حاضر، تلفیقی از روش‌های کمی و کیفی برای ارزیابی عملکرد اقدامات آبخیزداری در حوزه آبخیز برنجستانک مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور برای ارزیابی

ارزیابی کمی و کیفی اثر عملیات آبخیزداری بر کاهش میزان فرسایش و رسوب دهی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد برنجستانک شهر قائم شهر)

سبیکه روحانی زاده^۱، محمود لاجوردی^۲، محمدرضا ثروتی^۳، عطاله کاویان^۴، عطا صفری^۵

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۰۲

چکیده

عملیات اجرایی آبخیزداری اقداماتی هستند که به منظور بهره‌برداری بهینه از منابع حوزه آبخیز و یا حفاظت و اصلاح منابع طبیعی اجرا می‌شوند. چنانچه عملکرد این طرح‌ها به طور مناسب و از جنبه‌های مختلف فنی و مهندسی مورد ارزیابی قرار گیرد، نتایج حاصله می‌تواند منجر به یافتن نقاط ضعف و قوت عملیات پیشنهادی و ارائه راهکارهای مناسب در جهت بهبود وضعیت آنها شود. در این تحقیق اقدامات آبخیزداری شامل احداث بندهای گابیونی، و پایه بتونی در حوزه آبخیز بالادست سد برنجستانک (استان مازندران) مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور بررسی تاثیر سازه‌های احداثی بر میزان نگهداشت و کنترل رسوب و به دلیل عدم وجود آمار مشاهداتی هیدرومتری و رسوب سنجی در روش کمی، از روش تجربی EPM استفاده شده است. مقایسه ۴ پارامتر موجود در روش EPM و نیز ضریب شدت فرسایش و میزان فرسایش و رسوب حوزه، در دو دوره قبل و بعد از طرح، نشان‌دهنده کاهش رسوب بعد از اجرای عملیات بوده است. نتایج بدست آمده نشان داد که سازه‌های اصلاحی می‌تواند به میزان ۱/۸ درصد باعث کنترل رسوبات وارده به مخزن سد برنجستانک گردد. پس از ارزیابی کیفی طرح آبخیزداری اجرا شده، امتیاز نهایی ارزیابی طرح معادل ۷۹/۵ بوده که حاکی از

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

۲- استادیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

۳- دانشیار دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

۴- دانشیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۵- دانشجوی دکتری گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، نویسنده مسول

Email: Attasafari@yahoo.com

کمی تاثیر این اقدامات بر میزان فرسایش و تولید رسوب از مدل EPM [۲۵] و برای ارزیابی کیفی آن از مدل احمدی و همکاران [۱] استفاده گردید. در خصوص استفاده از روش - در برآورد میزان فرسایش و رسوب، می توان به برخی از تحقیقات زیر اشاره نمود: دادخواه و نجفی نژاد [۶] در تحقیق خود دریافتند که روش EPM در برآورد میزان فرسایش با توجه به ضریب تبیین معادل ۰/۸۹، نتایج قابل اطمینانی ارائه نموده است. نتیجه تحقیقات دی وونت و همکاران [۲۳] نیز این گونه بود که مدل EPM کاربرد بیشتری در نواحی مختلف اقلیمی دارد و نیازی به کالیبره کردن مدل نمی باشد. همچنین دی وینت و پوسن [۲۴] در تحقیقات خود، استفاده از مدل EPM را مثبت ارزیابی کردند و به نتایج مطلوبی دست یافتند. بازوفی [۱۷] و بایر پورتنر [۱۶] نیز استفاده از مدل EPM را در روش های کمی جهت محاسبه مقدار رسوب پیشنهاد کردند. بیات و همکاران [۳] کارایی و دقت مدل های MPSIAC و EPM را در حوزه آبخیز طالقان مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که مدل EPM، با برآورد میزان فرسایش خاک برابر ۶۳۷۸۲/۷۵ تن در سال و با RMSE معادل ۴/۳۶، از دقت بیشتری نسبت به مدل MPSIAC برخوردار بوده و می تواند در مطالعات اجمالی فرسایش خاک موفقیت آمیز باشد و از آنجایی که به آمار خاصی نیز نیاز ندارد، این مدل برای حوزه های بدون آمار به راحتی قابل اجراست. فاضل و همکاران [۱۱] به منظور مقایسه روش های تجربی EPM و MPSIAC جهت برآورد فرسایش و رسوب، با بررسی ۱۷ واحد نمونه برداری شده همگن، روش EPM را با درصد خطای نسبی کمتر (معادل ۷/۵۴)، روش مناسب تر اعلام نمودند.

در زمینه ارزیابی طرح های آبخیزداری و میزان تاثیر آنها در کاهش تولید رسوب و نگهداشت آن، میتوان به تاثیرات احداث سازه های اصلاحی اشاره کرد. قدوسی [۱۲] و پارسامهر [۴] در تحقیقات خود به این نتیجه دست یافتند که اشتباه در نوع سازه و احداث غیر اصولی آنها، تخریب، هدررفت خاک و افزایش فراوانی وقوع سیلاب های مخرب را در پی دارد. همچنین لیود و رید [۲۸] نیز اثر سازه ها را در کنترل و پایداری سرشاخه های حوزه های آبخیز مثبت ارزیابی کردند. نتایج تحقیقات بویکس فایوس و همکاران [۱۸] نیز نشان داد که میزان تحویل رسوب به دلیل نگهداری رسوب در پشت سازه های اصلاحی منطقه تحت بررسی خود، حدود ۳۵ درصد کاهش یافته است که نشان دهنده تاثیر مثبت عملیات اجرایی آبخیزداری بر کاهش میزان رسوب بوده است. یکی دیگر از تاثیرات سدهای اصلاحی به ویژه در بازه های سیلابی پایین تر ایجاد تنوع و دگرگونی طولی در انواع پوشش گیاهی می باشد. بمینو و همکاران [۱۹] نیز به نتیجه مشابه در این زمینه دست یافتند. ورستراتن و همکاران [۳۰]، ضمن اشاره به وجود رسوب در رودخانه ها و تخریب کیفیت آب، استفاده از سدهای اصلاحی رسوبگیر را به عنوان یکی از راهکارهای حفظ خاک و کنترل کیفیت آبخروچی از حوزه های آبخیز، موثر دانستند. صادقی و همکاران [۹] نیز در نتایج تحقیقات خود به کاهش تعداد

سیل و میزان گل آلودگی آب ها بر اثر این اقدامات اشاره کرده اند. از دیگر موارد تاثیر احداث سازه های اصلاحی، افزایش زمان تمرکز حوزه می باشد. نجفی نژاد [۱۵] و کبیر و همکاران [۱۳]، تاثیر عملیات آبخیزداری را بر روی زمان تمرکز حوزه مورد ارزیابی قرار دادند که با توجه به نتایج به دست آمده، این ارزیابی خیلی مثبت گزارش نشده است.

تحقیق حاضر، با هدف ارزیابی اثر بخشی احداث بندهای اصلاحی بر کاهش میزان رسوب، تلفات خاک و بهبود وضعیت اجتماعی و اقتصادی ساکنین حوزه آبخیز موزد مطالعه، انجام گرفته است. چرا که با ارزیابی کمی و کیفی اثرات اقدامات آبخیزداری در کاهش میزان رسوب و نگهداشت آن می توان به دیدگاه روشنی در مورد بازدهی چنین اقداماتی در حوزه های آبخیز دست یافت.

مواد و روش ها

- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سد برنجستانک در قسمت مرکزی استان مازندران، ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شیرگاه و ۱۳ کیلومتری جنوب شرقی قائمشهر واقع شده است. مساحت حوزه ۳۷۰۰ هکتار و در محدوده جغرافیایی ۸' ۲۱' ۳۶" تا ۵۹' ۲۳' ۳۶" شمالی و ۵۲' ۵۶' ۱۰" تا ۴۴' ۱' ۵۳" طول شرقی واقع شده است. اختلاف ارتفاع بین پایین ترین نقطه حوزه (۱۷۰ متر) و بالاترین نقطه حوزه (۷۵۰ متر)، ۵۸۰ متر می باشد. اقلیم نمای آمبرژه، حوزه مورد مطالعه را در اقلیم معتدل و مرطوب نشان می دهد. متوسط درجه حرارت حوزه ۱۶/۶۴ درجه سانتی گراد و میانگین بارش سالیانه آن ۹۰۵ میلی متر می باشد. بیشترین مساحت حوزه را پوشش جنگلی تشکیل داده و مساحت اندکی از حوزه به زمین های زراعتی که زراعت آن بیشتر کشت برنج می باشد، اختصاص دارد. بخش عظیمی از منطقه را رسوبات دوران سوم زمین شناسی، پوشانده است. حدود ۶۶/۷ درصد از حوزه را رسوبات میوسن و حدود ۳۰/۸ درصد از حوزه را رسوبات پلیوسن و در نهایت حدود ۲/۴۵ درصد را، رسوبات کواترنر (پلیستوسن) تشکیل داده اند [۲].

- روش تحقیق

تحقیق حاضر، مشتمل بر دو بخش کمی و کیفی است. به این ترتیب که بخش کمی شامل استفاده از مدل EPM برای ارزیابی اثر عملیات آبخیزداری بر میزان نگهداشت رسوب حوزه و بخش کیفی شامل ارائه مدل ارزیابی طرح و نتیجه گیری از آن می باشد. در این تحقیق، جمع آوری داده ها از طریق مشاهدات مستقیم، بررسی اطلاعات و مدارک موجود، مصاحبه با مجریان و بهره برداران طرح و حضور در منطقه صورت گرفته است. همچنین، به دلیل نبود ایستگاه های هیدرومتری و رسوب سنجی در حوزه آبخیز مورد مطالعه، از روش EPM برای برآورد میزان فرسایش و رسوب در دو دوره قبل و بعد از اجرای طرح آبخیزداری استفاده شده است. لازم به ذکر است که در دوره قبل از اجرای طرح آبخیزداری در منطقه مورد مطالعه،

جدول ۱- خلاصه عملیات آبخیزداری پیشنهاد و اجرا شده در

منطقه مورد مطالعه				
نوع عملیات	تعداد	تعداد	متوسط	حجم کل
پیشنهادی	اجرا شده	ارتفاع	بندها(متر)	مفید(متر)
بند گابیونی	235	145	7/1	29350
بند پایه بتونی	17	16	1	211

و گالی‌های موجود در حوزه موزد مطالعه، طی عملیات صحرایی از نظر فرسایش و رسوب‌زایی مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی‌های مربوط به سازه‌های اصلاحی و بررسی کمیت اجرای آن بر اساس طرح تلفیقی در جدول ۱ آورده شده است.

- مدل ارزیابی کیفی طرح‌های آبخیزداری

به منظور بررسی کیفی طرح و مدیریت اطلاعات حاصله، از روش احمدی و همکاران [۱] که شامل مراحل چندگانه زیر می‌باشد، استفاده شده است.

(۱) جمع‌بندی اطلاعات پایه و لازم از مرحله شناخت تا مرحله اجرا.

(۲) بررسی صحت و اعتبار گزارش تهیه شده.

(۳) بررسی گزارش تلفیق از نظر گزینه‌های معرفی شده.

(۴) استخراج لیست کاملی از عملیات پیشنهاد شده در طرح تلفیق و مقایسه آن با لیست عملیات اجرا شده که از طریق بازدیدهای صحرایی به دست آمده است.

(۵) بررسی پایداری عملکرد سازه‌های مکانیکی و عملیات بیولوژیکی برای دستیابی به عوامل موثر در تخریب و نحوه نظارت بعد از اجرا به منظور مشخص کردن مشکلات و تنگناها.

(۶) بررسی مقدار دستیابی به اهداف یاد شده در طرح.

در روش کیفی ارائه شده توسط احمدی و همکاران [۱]، هفت گروه شاخص ارزیابی پروژه، مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت بر اساس امتیازات کسب شده، در یکی از پنج گروه طبقه‌بندی عملکرد پروژه، قرار می‌گیرد.

طبق دسته‌بندی شاخص‌ها و امتیاز مربوط به هر یک از آنها، برای ارزیابی عملیات آبخیزداری از حوزه از جداول نهایی و محاسبه امتیاز کل، عملکرد طرح بر اساس امتیازات کسب شده طبقه‌بندی می‌گردد.

نتایج

- بخش کمی طرح

همانطور که در قبل به آن اشاره شد، با توجه به این که هدف طرح، کاهش تولید رسوب و نگهداشت آن بوده است، لذا از طریق مدل EPM در دو دوره قبل و بعد از اجرای طرح، اقدام به اندازه‌گیری و برآورد میزان فرسایش و رسوب گردید. در جدول ۲ مقایسه امتیازات کسب شده در مورد هر یک از پارامترهای مربوط به

وضعیت فرسایش و رسوب منطقه، با استفاده از مدل EPM توسط اداره منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران در قالب مطالعات آبخیزداری حوزه آبخیز مورد مطالعه، بررسی و برآورد گردیده بود، که در این تحقیق برای بررسی وضعیت فرسایش خاک در دوره قبل از اجرای طرح مورد مطالعه، از نتایج آن استفاده گردید.

مراحل، اطلاعات و ابزار انجام تحقیق حاضر، به شرح زیر می‌باشد: (۱) نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ ورقه‌های قائمشهر و سوادکوه.

(۲) نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه‌های ساری و پل سفید.

(۳) آمار سالانه ایستگاه‌های هواشناسی (۲۰ سال آمارسال‌های ۸۲-۶۲) در محدوده منطقه مورد مطالعه (قران تالار، بابلسر، شیرگاه و قائمشهر).

(۴) ارزیابی میزان فرسایش و رسوب با روش EPM در دوره قبل و بعد از اقدامات آبخیزداری.

(۵) ارزیابی کیفی طرح بر اساس روش ارائه شده توسط احمدی و همکاران [۱].

(۶) مقایسه نتایج به دست آمده، جمع‌بندی و در نهایت نتیجه‌گیری نهایی.

- مدل EPM

این مدل با استفاده از اطلاعات حاصل از قطعه زمین‌های فرسایشی و اندازه‌گیری رسوب پس از ۴۰ سال تحقیقات در کشور یوگسلاوی سابق بدست آمده و برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ توسط گاوریلوویچ ارائه گردیده است [۷]. در این روش ۴ عامل در برآورد میزان رسوب و پهنه‌بندی فرسایش موثر هستند که عبارتند از ضریب فرسایش حوزه آبخیز (Ψ)، ضریب استفاده از زمین (Xa)، ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش (Y) و شیب متوسط حوزه (I) که هر کدام طبق جداول استاندارد مربوط به خود امتیاز دهی می‌شوند. در هر یک از اجزای واحد اراضی، بر اساس ۴ عامل مقدار Z یا ضریب شدت فرسایش از رابطه زیر محاسبه می‌شود [۷].

$$Z = (\Psi + I)^{0.5} \quad (1)$$

Y_{Xa}

- عملیات آبخیزداری پیشنهاد شده

طرح خروج دام از جنگل و قرق دائمی: طرح خروج دام از جنگل از جمله طرح‌هایی است که در خصوص حفاظت خاک و احیا و اصلاح و توسعه گیاهان این عرصه لازم و ضروری به نظر می‌رسد. نهالکاری: در مناطق لغزشی حوزه، با نهالکاری مقداری از آب موجود در خاک توسط ریشه درختان مکش می‌گردد و موجب تثبیت توده‌های لغزشی می‌شود. نوع نخال‌ها نیز با توجه به اقلیم و سازگاری منطقه طرح انتخاب گردیده است.

- عملیات آبخیزداری اجرا شده

اجداث چکدم: آبراهه و گالی‌هایی که نیاز به عملیات اصلاحی داشتند مورد شناسایی قرار گرفت، بدین ترتیب که آبراهه‌های فصلی

مدل EPM در دو دوره قبل و بعد از اجرای عملیات ارائه شده است. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، امتیاز مربوط به ضریب فرسایش منطقه کاهش پیدا کرده که نشان‌دهنده تاثیر سازه‌های اصلاحی و کاهش تولید رسوب در منطقه می‌باشد. در مورد شاخص استفاده از زمین نیز مشخص شد که در دوره بعد از اقدامات آبخیزداری، پارامتر Xa افزایش یافته است. در رابطه کاهش مقدار شیب نیز می‌توان اینگونه اظهار داشت که وجود سازه‌های اصلاحی با کاهش شیب طبیعی آبراه‌ها و تبدیل آن به شیب حد باعث کاهش سرعت رواناب و در پی آن کاهش فرسایش شده است.

- بخش کیفی طرح

خلاصه‌ای از اجرای سه بند اول ذکر شده در مدل ارزیابی طرح آبخیزداری در جدول ۳ آورده شده است. جدول ۴ نیز به بندهای شماره ۴ و ۵ همان مدل، مربوط می‌شود. امتیازات جداول زیر با استفاده از نظرات ناظر طرح داده شده است. نتایج جمع‌بندی کیفی در هفت گروه شاخص لحاظ شده که در جداول زیر (جداول ۵ تا ۱۲) آمده است. چگونگی تخصیص امتیازات حالت تجربی داشته و با توجه به مطالعات صحرایی و مطالعه طرح و نتایج حاصل از آن صورت گرفته است.

جدول ۲- مقایسه امتیازات مدل EPM در دوره قبل و بعد از اجرای طرح در منطقه مورد مطالعه

عوامل	قبل از طرح	بعد از طرح
مقادیر ضریب فرسایش منطقه	0.65	0.45
مقادیر ضریب استفاده از زمین	0.18	0.20
مقادیر ضریب حساسیت سنگ و خاک به فرسایش	1.3	1.3
میزان متوسط درصد شیب	0.45	0.40
ضریب شدت فرسایش	0.309	0.281
متوسط رسوب ویژه (متر مکعب در کیلومتر مربع در سال)	649.18	558.74
متوسط فرسایش ویژه (متر مکعب در کیلومتر مربع در سال)	13892.45	11957.03

جدول ۳- بررسی مقدار و چگونگی تهیه گزارش‌های پایه و مقدار کاربرد آنها در تهیه طرح تلفیق

نوع گزارش	میزان بندهای اجرا شده (%)	حجم گزارش (%)	میزان کیفیت اجزاء گزارش (%)
فیزیوگرافی	51.3	3.84	5
هواشناسی	48.68	10.57	11
هیدرولوژی	70.58	9.61	10
زمین شناسی	47.11	9.61	20
خاک شناسی	42.5	4.8	20
فرسایش و رسوب	50	33.65	10
پوشش گیاهی	30.7	8.7	25
کشاورزی و دامداری	42.30	15.38	30
اقتصادی و اجتماعی	23.68	3.84	5

جدول ۴- مقایسه عملیات پیش‌بینی و اجرا شده و وضعیت پایداری فعلی عملیات انجام شده

نوع عملیات	تعداد پیشنهادی	تعداد کار شده	وضعیت کنونی	مقدار تفاوت از نظر مکان پیشنهادی	مقدار تفاوت از نظر تعداد پیشنهادی
بند گابیونی	235	145	مقدار خیلی کم تخریب شده	0	39%
بند پایه بتونی	17	16	سالم	0	88.5%

جدول ۵- بررسی وضعیت طرح تهیه شده

بررسی وضعیت کمی و کیفی طرح	فیزیوگرافی	آب و هوا	زمین شناسی و ژئومورفولوژی	خاکشناسی	پوشش گیاهی	هیدرولوژی فرسایش و رسوب	جمع امتیازات
امتیاز	0.25	0.5	0.5	0.5	0.75	0.5	3.5
بررسی گزارش اقتصادی و اجتماعی	انجام نیاز سنجی برای تشخیص عملیات مورد نظر	شناسایی مشکلات اقتصادی و اجتماعی	بررسی توان بخش کشاورزی و دامداری	چگونگی نتیجه گیری			
امتیاز	1	1	5/0	1	0	0	3.5
طرح تلفیق	مقدار کاربرد مطالعات در طرح تلفیق	چگونگی کاربرد اطلاعات پایه	توانایی در حل مشکلات منطقه	جمع بندی اصولی بین مطالعات پایه و اقتصادی و اجتماعی جهت ارائه راه حل			
امتیاز	1	1	1	1	0	0	4
طرح اجرایی	توجیه اقتصادی	تنوع اجرایی	استفاده از نتایج طرح های قبلی	کاربرد منابع محلی در طرح اجرایی	استفاده از دانش بومی و رعایت اصول استفاده چند منظوره		
امتیاز	1	1.5	1.5	0.5	1	0	5.5
برنامه ریزی	داشتن برنامه ریزی اجرایی	برنامه ریزی صرف هزینه	وجود تناسب بین برنامه ریخته شده و گزینه پیشنهاد شده				
امتیاز	2	2	1.5	0	0	0	5.5

جدول ۶- مقدار قابلیت اجرای پروژه و انطباق آن با شرایط

تامین نهاد	از نظر مصالح ساختمانی	از نظر ماشین آلات و تجهیزات	از نظر بذر و نهال	جمع امتیازات
۰-۲	1	0.5	0	1.5
مسائل فنی	انطباق گزینه اجرا شده با منطقه از نظر مسائل فنی و مهندسی			
۰-۲	2	0	0	2
بودجه	تامین بودجه با قطعیت بوده	هماهنگی بودجه بین گزینه های اجرایی		
۰-۲	1	1	0	2
مشارکت مردمی	تمایل مردم به مشارکت	رضایت مندی مردم از اجرای طرح	مساعادت مردم در اجرای عملیات پیشنهادی	
۰-۴	0.5	2	0.5	3
شرایط اکولوژیکی	انطباق گزینه بیولوژیکی با شرایط منطقه	قابلیت استقرار عملیات بیولوژیکی		
۰-۲	0	0	0	0
توان مدیریتی سازمان مجری	وجود رابطه و هماهنگی مساعد بین مردم و مجریان طرح	توان تاثیر گذاری مدیریت روی مردم	هماهنگی با سایر نهادها	
۰-۳	1	1	1	3

جدول ۷- مقدار انطباق عملیات اجرا شده با پیش‌بینی شده

تطابق مکانی	بند گابیونی	بند پایه بتونی	جمع امتیازات
5-0	1.5	2.5	4
تطابق فنی با برنامه پیشنهادی	بند گابیونی	بند پایه بتونی	
5-0	1.5	2.25	3.75
تطابق از نظر حجم کارایی اجرایی	بند گابیونی	بند پایه بتونی	
5-0	1.5	2	3.5

جدول ۸- کیفیت پروژه اجرا شده

وضعیت پایداری سازه	سرپا بودن سازه‌های مکانیکی	استقرار کارهای بیولوژیکی	جمع امتیازات
3-0	2	1	3
میزان دستیابی پروژه به اهداف ذکر شده در طرح	کاهش رسوب	۱-افزایش تولید علوفه ۲-کنترل فرسایش	
4-0	1	2	3
میزان دستیابی به اهداف آبخیزداری	افزایش سطح رفاه آبخیزنشینان	ایجاد تعادل در بهره‌برداری از منابع آب و خاک و انسان	
3-0	2	0.5	2.5

جدول ۹- رعایت اصول مدیریت در هنگام اجرای پروژه

وضعیت ناظر طرح	هماهنگی بین مدیریت اعمال شده با سایر موارد اجرایی	نحوه استفاده از نتایج و تجربیات گذشته در مناطق مجاور	جمع امتیازات
5-0	4-0	4-0	4-0
داشتن ناظر طرح	هماهنگی جاده سازی با آبخیزداری	استفاده از نتایج طرح‌های اجرا شده در گذشته	1.5
نظارت مستمر و ارسال گزارش نظارت صلاحیت فنی و عملی ناظر	عدم انجام موازی کاری	استفاده از اطلاعات طرح‌های مناطق مجاور	1
پیگیری جهت اجرای پیشنهادات ناظر	داشتن دید چند بعدی در مدیریت	استفاده از تجربیات سایر سازمان‌های دیگر با منابع طبیعی	1.5
جمع امتیازات	-	-	0
5	3	-	4

جدول ۱۰- عدم مشکلات و تنگناهای موجود در طرح

عدم مشکلات مدیریتی	عدم مشکلات طبیعی	عوامل غیر قابل پیش‌بینی	جمع امتیازات
7-0	5-0	3-0	
۱-عدم توانایی در تامین نهاده	۱-عدم بروز عوامل بازدارنده		
۲-عدم کفایت اعتبار	۲-عدم بروز خشکسالی		
۳-عدم وجود موانع قانونی	۳-عدم بروز سیل‌هایی با دوره بازگشت بالا	۱-عوامل پیش‌بینی نشده	0.75
۴-تغییر مدیر یا ناظر طرح	۴-عدم بروز زمین لغزش	۲-مخالفت مردمی	0.5
جمع امتیازات			2.25
			1

جدول ۱۱- ارزیابی اقتصادی طرح

امتیاز 0-10	موارد بررسی
1.5	انطباق هزینه اجرا شده با پیش‌بینی شده
0.5	داشتن توجه اقتصادی از نظر سود به هزینه
2	رضایت‌مندی مردم از فواید اقتصادی اجرای طرح
2	مقدار سودهای غیرقابل تبدیل به پول آرامش و ممانعت از مهاجرت
2	فواید پیش‌بینی نشده
8	جمع امتیاز

جدول ۱۲- مقایسه امتیازات بدست آمده از اجرای طرح‌های منطقه با مقدار حداکثر امتیاز در مدل ارزیابی

شاخص‌ها	حداکثر امتیاز مدل	مجموع امتیازات
بررسی وضعیت طرح تهیه شده	۳۰	۲۲
مقدار قابلیت اجرای پروژه و انطباق آن با شرایط منطقه	۱۵	۱۱/۵
مقدار انطباق عملیات اجرا شده با پیش‌بینی شده	۱۵	۱۱/۲۵
کیفیت پروژه اجرا شده	۱۰	۷/۵
رعایت اصول مدیریت در هنگام اجرای پروژه	۱۵	۱۲
عدم مشکلات و تنگناهای موجود در طرح	۱۵	۷/۲۵
ارزیابی اقتصادی طرح	۱۰	۸
جمع امتیازات	۱۱۰	۷۹/۵

بر این، طبق نتایج حاصل، (جدول ۲)، مقدار شیب آبراهه‌ها نیز در منطقه مورد مطالعه، در دوره قبل از اجرای طرح (۰/۴۵ درصد) نسبت به دوره بعد از اجرای طرح و احداث سازه‌های اصلاحی (۰/۴۰ درصد) کاهش یافته است.

همچنین، نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که حجم رسوبات کنترل شده توسط کلیه سدهای اصلاحی حدود ۱/۸ درصد حجم کل سد خاکی برنجستانک بوده است. لازم به ذکر است در حوزه آبخیز مورد مطالعه، تنها عملیات آبخیزداری اجرا شده، همین طرح مورد مطالعه و عملیات مکانیکی احداث سدهای اصلاحی بوده، لذا کاهش رسوبات مشاهده شده در دوره بعد از اجرای طرح، متاثر از سدهای اصلاحی احداث شده در حوزه می‌باشد. از طرفی این موضوع نشان می‌دهد که لازم است سدهای اصلاحی پیشنهادی به‌طور کامل اجرا گردد تا بخش بیشتری از رسوبات کنترل گردد و از این طریق، تاثیر بیشتری بر افزایش عمر سد خاکی برنجستانک داشته باشد. علاوه بر آن، سدهای اصلاحی با کاهش میزان شیب طبیعی آبراهه‌ها و افزایش میزان زمان تمرکز حوزه، باعث کاهش تولید رسوب می‌گردد. نجفی نژاد [۱۵] و کبیر و همکاران [۱۳] نیز به نقش موثر اجرای

بحث و نتیجه‌گیری

در بخش ارزیابی کمی، حوزه آبخیز مورد مطالعه بر اساس مدل EPM در طبقه فرسایشی کم (کلاس IV) قرار می‌گیرد. براساس مطالعات انجام شده، مقدار رسوب در محدوده مورد مطالعه بعد از انجام عملیات آبخیزداری کاهش یافته که ناشی از کاهش ضریب شدت فرسایش در دوره بعد از اجزای عملیات آبخیزداری نسبت به دوره قبل از انجام طرح بوده است. بطورکلی، نتایج بدست آمده از بررسی فرسایش و رسوب در دو دوره قبل و بعد از اجرای طرح آبخیزداری، نشان داد که میزان فرسایش حوزه حدود ۱۳/۹ درصد کاهش یافته است. به عبارتی، متوسط مقدار فرسایش خاک از ۱۳۸۹۲/۵ متر مکعب در سال در دوره قبل از اجزای طرح به ۱۱۹۵۷/۱ متر مکعب در سال در دوره بعد از اجزای طرح کاهش داشته است. همچنین، بعد از انجام عملیات آبخیزداری، رسوبات حاصل از فرسایش در بالادست حوزه آبخیز، پشت سازه‌های اصلاحی به تله افتاده و رسوب کمتری به خروجی حوزه تحویل شده است (متوسط ۱۰۸/۵ تن در سال) که با نتایج بویکوس فایوس و همکاران [۱۸] مطابقت دارد. علاوه بر آن، لیود و رید [۲۸]، نیز به تاثیر مثبت عملیات اجرایی آبخیزداری در کاهش میزان رسوب خروجی از حوزه‌ها اشاره نموده‌اند. علاوه

عملیات آبخیزداری بر افزایش زمان تمرکزحوزه اشاره کردند. لازم به ذکر است که خاک سطحی حاصلخیز فرسایش یافته، از لایه سطحی اراضی بالادست حوزه به پشت سازه‌های اصلاحی منتقل شده که با فراهم بودن عناصر مغذی خاک و وجود رطوبت کافی شرایط برای استقرار و رشد پوشش گیاهی فراهم می‌گردد. همچنین، بمبینو و همکاران [۱۹] به اهمیت تاثیر سدهای اصلاحی در افزایش پوشش گیاهی در آبراهه اشاره کردند که سبب کاهش فرسایش خاک و کنترل رسوب خروجی از حوزه‌ها شده است. از دیگر موارد تاثیر اقدامات آبخیزداری در حوزه موزد مطالعه، بالا رفتن کیفیت آب رودخانه و کاهش آلودگی آب بوده که در نتایج تحقیقات ورستران و همکاران [۳۰] و صادقی و همکاران [۹] نیز این نکته به چشم می‌خورد. نتایج ارزیابی کیفی طرح آبخیزداری حوزه آبخیز مورد مطالعه بر اساس جداول موجود در بخش نتایج، نشان می‌دهد که چه گزینه‌هایی و چه عواملی تاثیر مثبت و با منفی در انجام طرح مورد مطالعه و نتایج آن داشته است. جانسون [۲۷]، شناخت نقاط ضعف و قوت پروژه‌های آبخیزداری را منوط به انجام ارزیابی‌های مستمر از طرح دانستند. نتایج ارزیابی کیفی عملیات آبخیزداری با استفاده از مدل ارزیابی ارائه شده توسط احمدی و همکاران [۱]. نشان داد که در این حوزه، مطالعه، طراحی و اجرای عملیات آبخیزداری از نظر پارامترها و شاخص‌های مورد بررسی (جداول ۵ تا ۱۲) به خوبی به انجام و اجرا رسیده است. بنابراین می‌توان انتظار داشت که انجام این عملیات بتواند تاثیر مثبت و قابل توجهی بر کاهش میزان فرسایش و رسوب حوزه داشته باشد. باتوجه به تقسیم بندی جداول ۱۲، طبقه‌بندی عملکرد طرح بر اساس امتیاز کسب شده، ۷۹/۵ بوده که در کلاس خوب قرار می‌گیرد. علت عمده موفقیت این طرح را می‌توان انجام دقیق عملیات مکانیکی و انطباق عملیات پیشنهاد شده با عملیات اجرایی دانست. این درحالی است که قدوسی [۱۲] و پارسامهر [۴]، احداث غیر اصولی سازه‌ها، عدم حفاظت و نگهداری از آنها توسط بهره‌برداران را باعث تشدید و تخریب و هدررفت خاک و افزایش وقوع سیلاب می‌دانند. همچنین مدیریت و نظارت دقیق ناظر طرح و پیگیری و نظارت مداوم بعد از اجرای طرح، همکاری و مشارکت مردمی در منطقه، کمک و پشتیبانی ادارات مربوطه و توجه اقتصادی طرح از دیگر دلایل موفقیت طرح می‌باشد. نجفی نژاد [۱۴] نیز به اهمیت سیستم نظارت و ارزیابی دقیق بر مطالعه و اجرای طرح‌های آبخیزداری تاکید نموده است. بطورکلی، نتایج این تحقیق حاکی از این است که استفاده از روش‌های مختلف کمی و کیفی ارزیابی طرح‌های آبخیزداری باعث شناخت دلایل موفقیت و شکست این طرح‌ها شده و به برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران کمک می‌نماید تا با برنامه‌ریزی و اجرای دقیق‌تر طرح‌های آبخیزداری، از صرف هزینه‌های هنگفت جبران شکست پروژه‌ها جلوگیری نمایند. بر اساس نظریات صادقی و همکاران [۹] [که عنوان داشتند ارزیابی عملکرد اقدامات آبخیزداری کمتر در ایران مدنظر قرار گرفته است، لذا با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، ارزیابی عملکرد کمی و کیفی عملکرد اقدامات آبخیزداری در دستیابی به اهداف

پیش‌بینی شده در پروژه‌های آبخیزداری پیشنهاد می‌گردد.

منابع

- ۱- احمدی، ح.، نظری سامانی، ا.ا.، قدوسی، ج.، و اختصاصی، م.ر. ۱۳۸۲. یک مدل برای ارزیابی پروژه‌های آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۶(۴): ۳۴۹-۳۳۷.
- ۲- اداره منابع طبیعی استان مازندران. ۱۳۷۸. گزارش زمین شناسی حوزه آبخیز سد برنجستانک، ۳۰-۲۶.
- ۳- بیات، ح.، رفاهی، ح.ق.، درویش صفت، ا.ا.، و سرمیدیان، ف. ۱۳۸۰. بررسی کارایی مدل MPSIAC و EPM در برآورد فرسایش و تولید رسوب حوزه آبخیز طالقان با استفاده از GIS، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۲(۱): ۲۱۷-۲۰۳.
- ۴- پارسامهر، م. ۱۳۷۸. گزارش ارزیابی حوزه آبخیز غازمحل در کردکوی، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.
- ۵- حشمت‌پور، ا. ۱۳۸۱. بررسی اثر سد ریوی سوری بر روی بار معلق در حوزه آبخیز زیارت، مجموعه مقالات ششمین کنفرانس مهندسی رودخانه اهواز، ۱۵۸ ص.
- ۶- دادخواه، م.، و نجفی نژاد، ع. ۱۳۷۶. کاربرد روش EPM در برآورد فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز لیتیان، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۰(۱): ۴۹-۵۹.
- ۷- رفاهی، ح.ق. ۱۳۸۵. فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۱ ص.
- ۸- زنجانی جم، م.، و رسولی، م. ۱۳۸۱. تهیه نقشه فرسایش خاک با استفاده از روش EPM و تکنیک GIS در حوزه آبخیز زنجانرود، ماهنامه کارتوگرافی، ۶(۷۱): ۳۲-۲۵.
- ۹- صادقی، س.ح.ر.، شریفی، ف.، فروتن، ع.، و رضایی، م. ۱۳۸۵. ارزیابی عملیات آبخیزداری (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کن)، مجله تحقیقات جغرافیایی (اصفهان)، ۷۹: ۴۷-۳۷.
- ۱۰- فرازجو، ح.، و خلیلی زاده، م. ۱۳۸۱. بررسی عملیات آبخیزداری برای کنترل سیلاب در حوزه آبخیز (مطالعه موردی: غازمحل گلستان)، مجموعه چکیده مقالات اولین کنفرانس نقش آبخیزداری در توسعه کشاورزی و منابع طبیعی، ۹۶ ص.
- ۱۱- فاضل، ا.، چایچی، م.، و طباطبائی، ت. ۱۳۸۶. مدل‌سازی فرسایش خاک و رسوب‌دهی با استفاده از مدل EPM در بخش مرکزی ایران، چکیده مقالات کنفرانس INQUA XVII.
- ۱۲- قدوسی، ج. ۱۳۷۸. طرح ارزیابی عملیات آبخیزداری، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری ایران، وزارت جهاد سازندگی.
- ۱۳- کبیر، ا.، نجفی نژاد، ع.، همت‌زاده، ع.، و کورکی نژاد، م. ۱۳۸۶. تاثیر ساختارهای احداث شده بر زمان تمرکز (مطالعه موردی: حوزه آبخیز رودبار-قشلاق)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۱): ۸-۱.
- ۱۴- نجفی نژاد، ع. ۱۳۷۶. مشاهدات و برنامه‌ریزی حوزه آبخیز، انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲۶۰ ص.
- ۱۵- نجفی نژاد، ع. ۱۳۸۰. گزارش تحقیق ارزیابی عملیات آبخیزداری

and semi quantitative models, Earth-science Reviews ,71:95-125.

25-Gavrilovic,Z.1988. the use of an Empirical Method (erosion potential method) for calculating sediment production and transportation in unstudied of torrential streams. International conference on river regime , Joh Wiley and sons,12:411-422.

26- Harvey, C., D., Pimentel , P.K., Resosudarno, D., Sindair, K.M., Mcnair, S., Crist, I., Fitton, A., Saffouri, and R., Blair .1995. Environmental and Economic Costs of soil Erosion and Conservation Benefits ,science .267:1117-1123.

27- Johnson, R.C.1993. Effcets of Foresting on Suspended Solid and Bead load Yield in the Balqubidder Catchment . Journal of Hydrology .145:403-417.

28- Liloyd , A., and H., Reed.1978. Effectiveness of sediment Control Techniques Used During Highway Construction in Central Pennsylvania.

29- Mori, k.2003. Change in Water Balance Attendant upon Urbanization toward Sustainable Use of Water Changing Environmental .Armenia.

30 – Verstraeten , G., Vanoostand.2003. Evaluation the impact of watershed Management Scenarios on Changes in Sediment Delivery to Rivers. Hydri Biological international Journal.494:153-158.

در حوزه آبخیز قورچان رامیان، سازمان جهاد کشاورزی استان گلستان.

16-Bayer Portner, N.1988. Erosion des basins versant alpines suisses par ruisselement de surface. PhD Thesis, Laboratoie de constructions Hydrauliques LCH, No1815, Lausanne, Switzerland.

17- Bazzoffi, P.1985. Methods for net Erosion measurement in Watersheds as a tools for the validation for models in center Italy, Workshop on higher magnitude events Leuven.

18-Boix-fayos,c., G., Barberia, and F., Lopez- Bermudez.2007. Effect of Check Dams Reforestation and Land-use Changes on River Channel Morphology: Case Study of the Rogative Catchments(Murcia,Spain) Geomorphology,91:103-123.

19- Bombino, G., V., Tamburino, and S.M., Zimbone .2006. Assessment of the Effcte of Check Dams on Riparian Vegetation in the Mediterranean Environment Methodological Approach and Example Application Ecological Engineering .27:134-144.

20- Boorks, K.N.1991. Hydrology and the management watershed ,Iowa state university .press.625p.

21-Chenge, G.D.1989. Stream Flow Changes after Clear Cut Logging of a Pine Beetle- Infested watershed in Soutern British Colombia, Canada, Journal of water Resources Research,25(3):449-456.

22- Cognard –Plancq,A.L., V., Marc, J.F., Didon –Lescotand, M., Normand.2001. the Role of Forest Cover ton Stream Flow down Sub-Mediterranean Mountian watersheds, Journal of Hydrology.254:229-243.

23- De-vent, J., J., Posen, and G., Verstraten .2003. the Application of Semi- Qualitative Method and Reservoir Sedimentation Rates for UN disbanding spatial variability of sediment Yield in Mediterranean Environment. Geophysical Research Abstracks,5: 347-354.

24- De-vent, J., J., Posen.2005. Predicting soil erosion and sediment yield at the basin scale issues

*Abstract*

Quantitative and Qualitative Evaluation of the Effect of Watershed Management Operations on Decreasing Soil Erosion and Sediment Yield (Case Study: Berenjestanak dam Watershed)

S. Rohanizade¹, M. Lajvardi², M. R. Servati³, A. Kaviani⁴ and A. Safari⁵

Received: 2015/06/23 Accepted: 2016/04/21

Watershed management operations are works in order to optimum using from drainage basin Sources or conservation and remediation of natural sources. If operation of this projects elevting from several aspect pf technical and engineering the production result maybe help us to find the reason of advantage and disadvantage of suggestive operation and showing us suitable solutions in the way of obviating them. In this paper to take necessary action of Watershed management activity as introduction of Gabion check-dam and break weir in drainage basin of upside of Berenjestanak dam (Mazandaran province), is something has studied .For researching about the effect of instructed check dams on scale of sediment control and becomes we don't have information about Hydrometric station in quantitative method we used EPM tentative method .The result showed decrees of sediment after the operation. In addition, check dams can be control about 1.8% from Berenjestanak dam reservoir. After quality evaluation of watershed management model that administrated in zone on observation and complete instance table lists by supervisor, the last point of evaluation of this project is 79.5 that's best function of this project. So the last result tell us observing problem of specially in introduction of corrected structures in zone decrease natural slope of waterway and changes. That to limited slope,entraps of sediment and decrease useful ago of Berenjestanak dam and also reduces the speed of runoff and finally decrease of erosion.

Keywords: *Check dams, Entraps of sediment, Gabion, Mazandaran province*

1. M.Sc. graduated of Geomorphology, Faculty of Earth science .shahid Beheshty university.

2. Assistant professor, Faculty of Earth science .shahid Beheshty university.

3 Associate professor, Faculty of Earth science .shahid Beheshty university.

4. Associate professor, watershed management engineering, sari university of Agricultural science and natural Resources.

5. PhD Student, watershed management engineering, sari university of Agricultural science and natural Resources.