

ارزیابی تاثیر اقدامات آبخیزداری بر پوشش گیاهی و میزان فرسایش و رسوب در حوزه آبخیز کاخک

علی باقریان کلات^۱

غلامرضا لشکری پور*

Lashkaripour@um.ac.ir

محمد غفوری^۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۶

چکیده

زمینه و هدف: هدف از این تحقیق بررسی تاثیر اقدامات آبخیزداری بر پوشش گیاهی و میزان فرسایش و رسوب در پروژه آبخیزداری کاخک می باشد.

روش بررسی: ابتدا ویژگی های هر یک از عملیات آبخیزداری از مطالعات طرح اجرایی آبخیزداری منطقه استخراج و وضعیت پوشش گیاهی و فرسایش و رسوب حوضه، قبل از اجرای عملیات آبخیزداری مشخص گردید. مشخصات سازه های اجرا شده از نظر موقعیت، تعداد، حجم، پایداری و رسوب گیری در عرصه بررسی شد. وضعیت استقرار پوشش گیاهی و عملکرد عملیات بیولوژیک از طریق اندازه گیری درصد پوشش گیاهی، میزان تولید، تعداد بوته ها و درختان زنده (درصد زنده مانده) در واحد سطح مورد بررسی قرار گرفت. میزان فرسایش حوضه بر اساس روش بکار گرفته شده در طرح مطالعاتی (MPSIAC) تعیین شد. در نهایت، شرایط کنونی حوضه (از نظر میزان فرسایش و پوشش گیاهی) با وضعیت گذشته حوضه آبخیز (مستخرج از طرح اجرایی آبخیزداری) مقایسه شد و کارایی پروژه آبخیزداری تعیین گردید. **یافته ها:** نتایج نشان داد که با اجرای طرح آبخیزداری، میانگین تاج پوشش گیاهی حوضه از ۲۵ به ۴۹ درصد و متوسط علوفه خشک قابل بهره برداری از ۱۷ به ۸۹ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. میزان کارایی عملیات مکانیکی اجرا شده در حوضه حدود ۷۶ درصد می باشد. مقدار فرسایش سالانه خاک از حدود ۲۰ تن در هکتار به حدود ۱۰ تن در هکتار کاهش یافته است.

بحث و نتیجه گیری: تجزیه و تحلیل اطلاعات نشان داد با گذشت ۲۰ سال از انجام عملیات آبخیزداری در حوضه کاخک، وضعیت پوشش گیاهی حوضه بهبود قابل توجهی یافته و فرسایش خاک حدود ۵۰ درصد کاهش یافته است.

واژه های کلیدی: عملیات بیولوژیک، حفاظت خاک، مدیریت حوزه آبخیز.

۱- محقق بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۲- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۳- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

Evaluating the Impacts of Implemented Watershed Management Project on Vegetal Cover and Sediment Yield in Kakhk Watershed Project

Ali Bagherian Kalat¹

Gholam Reza Lashkaripour²

Lashkaripour@um.ac.ir

Mohammad Gafoori³

Admission Date: November 22, 2017

Date Received: May 27, 2017

Abstract

Background and Objective: This research was carried out to study the impacts of implemented watershed management project on vegetal cover and sediment yield in Kakhk Watershed Project.

Material and Methodology: In this research in the first stage characteristics of each predicted mechanical operations from detailed studies of Kakhk watershed were recorded. Also, the soil erosion and vegetation condition of area before performing watershed operation were determined. The characteristics of each watershed management structures such as situation, number, volume and its siltation were measured. The biological conservation and efficiency were studied via measuring percent of grass cover, the numbers of live bushes and trees per unit area. The soil erosion was measured by applying MPSIAC model. Consequently, the present and preliminary conditions of watershed (in terms of soil erosion and vegetal cover) were compared with each other and project efficiency was determined.

Findings: This reseasch revealed that due to Kakhk implemented watershed management project the average vegetation cover and dry forage production increased from 25% and 17 kg to 49% and 89 kg, respectively. The mean efficiency of all mechanical activities is 76 %. The rate of soil erosion decreased from 20 to 10 t ha yr⁻¹.

Discussion and Conclusion: The data analysis revealed that after 20 years of project implementation, the vegetation factors improved obviously and the amount of soil erosion has fallen by 50 %.

Keywords: Biological Operations, Soil Conservation, Watershed Management.

1- Reasercher of Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.

2- Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhds, Iran.
*(Corresponding Author)

3- Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhds, Iran.

مقدمه

جنگلی، افزایش منابع آب زیرزمینی و به طور کلی افزایش درآمد کشاورزان و دامداران از اثرات مثبت پروژه می‌باشد (۹). Mousavi و Jalili Pirani (۲۰۱۶) با ارزیابی عملیات آبخیزداری انجام شده در حوزه آبخیز گنج، نتیجه گرفتند که عملیات اجرایی مکانیکی و بیولوژیکی از نظر وسعت و مکان اجراء با موارد پیش بینی شده در مطالعات تفصیلی حوزه تفاوت قابل ملاحظه‌ای دارد (۱۰). در ایران سابقه حفاظت خاک به سال ۱۳۴۰ باز می‌گردد. بررسی‌ها نشان می‌دهد متأسفانه با وجود چند دهه تحقیق و کارهای اجرایی و هزینه‌های سنگین ناشی از اجرای این طرح‌ها، هنوز هم تخریب این منابع ادامه دارد و این طرح‌ها و تلاش‌های انجام شده در مجموع کم اثر به نظر می‌رسند (۱۱). کوثر (۱۳۷۲) با ارزیابی عملکرد پخش سیلاب گربایگان نتیجه گرفت که با اجرای طرح بیابان زدایی زمینه بهتری برای رشد و نمو گیاهان بومی فراهم شده است و به طور کلی این طرح از نظر اقتصادی توجیه پذیر، از جنبه زیست محیطی درست و از نظر اجتماعی پذیرفته می‌باشد (۱۲). ارزیابی عملیات آبخیزداری حوزه آبخیز سد اکباتان نشان می‌دهد طرح اجراء شده در تطابق با طرح مطالعاتی تدوین شده نبوده و همین امر موجب عدم موفقیت کامل آن در دستیابی به اهداف پیش‌بینی شده می‌باشد (۱۳). بررسی تلفیق روش‌های مکانیکی و بیولوژیکی در کاهش رواناب و رسوب در اراضی مرتعی استان کهگیلویه و بویراحمد حاکی از آن است که در بین تیمارهای مورد بررسی، پیتینگ و کنکور فارو کم‌ترین رواناب را داشته است (۱۴). معدنچی (۱۳۸۱) در بررسی کارایی اقدامات آبخیزداری به این نتیجه رسید که شیب و وجود سخت‌کفه‌ها اثر معنی‌داری بر کاهش رواناب و رسوب توسط سازه‌های پیتینگ داشته است (۱۵). معتمد وزیری و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق خود بر تاثیر عملیات آبخیزداری در کاهش فرسایش و نیز تقویت پوشش گیاهی حوضه تاکید کرده و یادآور شده‌اند که در صورت تکمیل عملیات، ضریب موفقیت این طرح‌ها افزایش می‌یابد (۱۶). ارزیابی کیفی اثرات اقتصادی-اجتماعی اقدامات آبخیزداری حوزه بوشکان بوشهر

به‌طور کلی هدف از اجرای پروژه‌های آبخیزداری شامل بهبود وضعیت پوشش گیاهی، کنترل فرسایش خاک و کاهش رواناب است. موفقیت اقدامات آبخیزداری به دو عامل متناسب بودن سازه‌های حفاظت خاک و آب با ویژگی‌ها و خصوصیات حاکم بر آبخیزها و تاثیر آن‌ها در استقرار پوشش گیاهی بستگی دارد (۱). پروژه‌هایی موفق هستند که ساده بوده و برای مردم قابل فهم باشند و توان اجرایی آن توسط مردم وجود داشته باشد (۲). طرح‌های آبخیزداری در صورتی که با موفقیت انجام شده و پس از اجراء نیز به‌خوبی حفاظت شده و مورد حمایت قرار گیرند پس از گذشت حدود یک دهه از اتمام این پروژه‌ها، می‌توان از آن‌ها انتظار سوددهی اقتصادی داشت (۳). Santhi و همکاران (۲۰۰۶) با ارزیابی تاثیر پروژه حفاظت خاک و آب بر میزان تولید رسوب و کیفیت آب در کشور آمریکا نتیجه گرفتند اجرای این طرح‌ها نقش بارزی در کاهش رسوب‌دهی و افزایش کیفیت آب در سطح مزرعه و حوضه دارد (۴). نتایج تحقیق Nyssen و همکاران (۲۰۰۸) در ارزیابی پروژه حفاظت آب و خاک شمال اتیوپی نشان داد کاهش قابل ملاحظه در فرسایش خاک و افزایش آب‌دهی چشمه‌ها از اثرات بارز این پروژه می‌باشد (۵). ارزیابی فنی اقدامات آبخیزداری در شمال اتیوپی نشان می‌دهد که پس از انجام عملیات آبخیزداری، منابع آب‌زیرزمینی منطقه افزایش یافته و حدود ۸۱ درصد از حجم رواناب و سیلاب‌ها کاسته شده است (۶). Haregeweyn و همکاران (۲۰۱۲) با ارزیابی مدیریت جامع حوزه آبخیز یکی از حوزه‌های آبخیز کشور اتیوپی نتیجه گرفتند که در اثر اجرای پروژه‌های بیولوژیکی، میزان رواناب و فرسایش خاک در این حوضه به ترتیب ۲۷ و ۸۹ درصد کاهش یافته‌است (۷). بررسی‌های Zhao و همکاران (۲۰۱۳) موید آن است فعالیت‌های مکانیکی، بیولوژیکی و حفاظتی که در شش دهه گذشته بر روی خاک‌های لسی چین انجام شده، بهبود پوشش گیاهی و کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در میزان رسوب‌دهی مناطق لسی را به دنبال داشته است (۸). ارزیابی عملیات آبخیزداری در غرب بنگال هند حاکی از آن است که کاهش قطع درختان

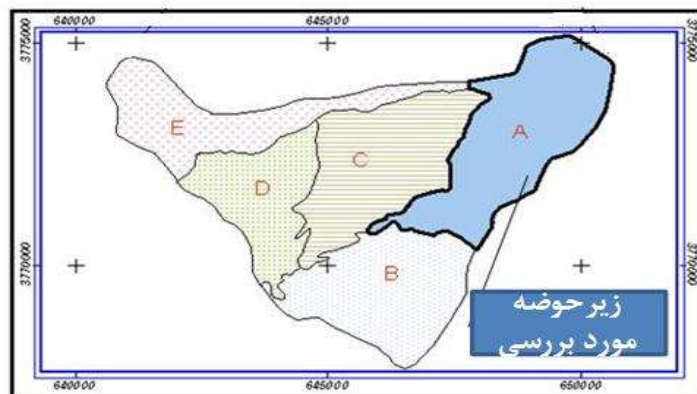
روش بررسی

موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز

منطقه مورد بررسی یکی از زیرحوضه‌های آبخیز کاخک، در استان خراسان رضوی و در ۲۵ کیلومتری جنوب شهر گناباد واقع است (شکل ۱). این آبخیز در مختصات جغرافیایی 23° تا 58° طول جغرافیایی و 2° تا 34° عرض جغرافیایی واقع بوده و از طرف شمال به جاده شوسه کاخک، از طرف شرق به حوزه شهری کاخک محدود می‌شود. مساحت حوزه آبخیز مورد بررسی ۹۲۹ هکتار است. مرتفع‌ترین نقطه آبخیز ۲۶۱۰ متر از سطح دریا بوده و پایین‌ترین نقطه آن دارای ارتفاعی حدود ۱۸۲۰ متر از سطح دریا می‌باشد. شیب متوسط حوزه ۳۲ درصد و طول آبراهه اصلی ۶ کیلومتر است. حوزه دارای اقلیم نیمه‌خشک می‌باشد. متوسط دما و بارندگی سالانه منطقه به ترتیب ۲۸۰ میلی‌متر و $11/8$ درجه سانتی‌گراد است. مقدار تبخیر سالانه حوزه آبخیز نیز ۱۷۰۰ میلی‌متر می‌باشد. بر اساس نمودار آمبروترمیک منطقه، فصل خشک حوزه آبخیز از اردیبهشت ماه شروع و تا اواخر آبان ماه ادامه دارد. پوشش گیاهی آبخیز مورد بررسی از ۵ تیپ گیاهی تشکیل شده و جزء مراتع درجه ۲ محسوب می‌شود. درصد پوشش گیاهی منطقه بین ۳۰ تا ۵۸ درصد متغیر است (۱۹).

نشان داد که طرح آبخیزداری بوشکان در کنترل سیلاب و افزایش سطح زیرکشت بسیار موفق بوده و در افزایش میزان تولید و درآمد کشاورزان موثر بوده است (۱۷).

جمع‌بندی تحقیقات پیشین به‌خوبی نشان دهنده نتایج متفاوت ارزیابی پروژه‌های آبخیزداری اجراء شده در کشور و سایر نقاط جهان است. از آن‌جا که طراحی، اجرا و در نتیجه کارایی پروژه‌های آبخیزداری وابسته به شرایط محیطی و اقتصادی-اجتماعی حوزه می‌باشد لازم است ارزیابی این طرح‌ها در مناطق مختلف کشور مورد توجه قرار گیرد. در این میان با توجه به این‌که عملیات آبخیزداری انجام شده در حوزه آبخیز شهید نوری کاخک از نظر کنترل سیل و فرسایش خاک، بهبود وضع مراتع، کاهش رواناب و تغذیه قنوت از اهمیت خاصی برخوردار بوده و ضمناً از پروژه‌های آبخیزداری مطرح در استان خراسان رضوی به‌شمار می‌رود، بنابراین ضرورت ارزیابی طرح آبخیزداری اجراء شده در این آبخیز دوچندان می‌باشد. در این راستا تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی و میزان فرسایش خاک طرح‌ریزی شده است.



شکل ۱ - حوزه آبخیز کاخک و زیرحوضه مورد بررسی (زیرحوضه A)

Figure 1. The Kakhk watershed and the research subbasin (A parcel)

مطالعات آبخیزداری منطقه

رسوبات در پشت سد شد و در سال ۱۳۷۲ اجراء طرح آبخیزداری به‌منظور کنترل فرسایش خاک مورد تصویب قرار

در حوزه کاخک در سال ۱۳۶۹ یک بندخاکی بزرگ احداث گردید. رسوب‌دهی بالای حوزه منجر به انباشت حجم زیادی از

مورد اقدامات فنی و مهندسی، مشخصات مربوط به ابعاد آنها مستقیماً در عرصه اندازگیری شده و وضعیت مهار فرسایش از طریق بررسی وضعیت ظاهری فرسایش و برآورد مقدار فرسایش با استفاده از روش MPSIAC که در طرح مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته، انجام شد. در مورد عملیات بیولوژیک نوع اقدامات، چگونگی انجام کار شامل نوع بذر، مقدار، تعداد بوته‌ها، نوع بوته‌ها، زمان کشت، گونه‌های درختی و درختچه‌ای، تعداد، زمان کشت، وضعیت نگهداری و وضعیت ظاهری فرسایش در عرصه‌های تحت عملیات بیولوژیک مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.

- کلیه اقدامات فنی و مهندسی اجراء شده در حوزه از لحاظ پایداری و عملکرد آنها و ثبت صدمات و خسارات وارده به سازه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. در مورد اقدامات بیولوژیکی نیز وضعیت استقرار پوشش گیاهی و عملکرد عملیات بیولوژیک از طریق اندازه‌گیری درصد پوشش گیاهی، تعداد بوته‌ها و درختان زنده (درصد زنده‌مانی) در واحد سطح تکمیل گردید.
- در نهایت ارزیابی اجرای اقدامات آبخیزداری، مقایسه آنها با مطالعات و کارایی آنها صورت گرفت.

یافته‌ها

- در جدول‌های (۱) و (۲) به ترتیب عملیات آبخیزداری پیشنهادی و اجرا شده مکانیکی و بیولوژیک در حوزه آبخیز کاخک ارائه شده است. هم‌چنین در جدول‌های (۳) و (۴) درصد نیل به هدف از پیش تعیین شده، حصول عمر مفید طراحی هر طرح و هم‌چنین کارایی متصور برای هر پروژه ارائه شده است. لازم به ذکر است که منظور از هدف، وضعیت عملکرد اجرایی نسبت به اهداف تعیین شده مطالعاتی می‌باشد. در زمینه عمر مفید مقایسه عمر فعلی عملیات با عمر مفید ذکر شده در مطالعات یا

گرفت. مطالعات آبخیزداری فاز توجیهی-اجرایی حوضه طی سال‌های ۱۳۷۱ و ۱۳۷۲ در سطح ۳۷۲۰ هکتار برای مبارزه با فرسایش (از طریق اقدامات مکانیکی و بیولوژیکی) ارائه شده است (۱۹). در این برنامه حوزه آبخیز کاخک به ۵ پارسل عملیاتی (A, B, C, D, E) تقسیم شده است. برای اجرای عملیات پیشنهادی آبخیزداری در منطقه به شرط تامین به موقع اعتبار، برای هر پارسل یک‌سال و برای کل حوضه پنج‌سال زمان در نظر گرفته شده است. عملیات اجرایی آبخیزداری در سال ۱۳۷۲ و از زیرحوزه A به مساحت ۹۲۹ هکتار شروع گردید. موارد متعدد و به‌ویژه عدم ارسال به موقع اعتبارات پیش‌بینی شده باعث شد بخش اعظم عملیات آبخیزداری در زیرحوزه A انجام شده و در سایر پارسل‌های حوزه آبخیز کاخک اقدامات و عملیات پیشنهادی آبخیزداری به‌طور ناقص انجام شود. از آنجا که عملیات آبخیزداری عمدتاً در زیرحوزه A انجام شده لذا نتایج اقدامات آبخیزداری انجام شده در این زیرحوضه مورد ارزیابی قرار گرفته است.

ارزیابی پروژه

این تحقیق طی مراحل زیر انجام شده است:

- ابتدا به جمع‌آوری نسخه‌ای از مطالعات توجیهی-اجرایی طرح آبخیزداری منطقه اقدام شد. اهداف و گزینه‌های پیش‌بینی شده اجرایی، نوع اقدامات، حجم و یا وسعت هر یک از آنها، زمان‌بندی مراحل اجرای عملیات، امکانات و نیازهای فنی و پرسنلی پیش‌بینی شده، اعتبارات برآورد شده استخراج شد و فوائد اقتصادی پیش‌بینی شده از اجرای طرح مشخص گردید.
- حداقل سه نمونه از هر یک از عملیات به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب و نمونه‌ها از نظر مشخصات اجرائی مورد بررسی قرار گرفته است. لازم بذکر است که به‌دلیل مساحت نسبتاً کم عرصه مورد بررسی، در مورد بعضی از عملیات انجام شده تمامی حجم عملیات انتخاب و نمونه‌ها از نظر مشخصات اجرائی مورد بررسی قرار گرفته است به‌نحوی که در

			۱/۲		۳۶	۳/۲	۱/۲			پیش‌بینی شده	ای
			۱/۵		۵۴	۱/۳	۱/۵			اجرا شده	

جدول ۲- خلاصه اطلاعات حاصل از مطالعه عملیات بیولوژیک پیش‌بینی شده و اجراء شده در مرحله نمونه‌برداری‌های

صحرائی

Table 2. Summary information of predicted and performed biological operations in field sampling stage

تعداد گونه درختی در واحد سطح	مقدار بذر در واحد سطح (هکتار)	نوع گونه یا گونه‌های درختی انتخابی	سطح (هکتار)	پارامترهای مورد مقایسه	
۱۵۰	کپه‌کاری مخلوطی از یک کیلو از بذر هر گونه، بذرکاری مخلوطی از ۶ کیلو بذر گراس + ۱۲ کیلو بذر لگوم	بادام	۳۶۱	پیش‌بینی شده	کپه‌کاری، بذرکاری و کشت دام
۱۳۲	کپه‌کاری مخلوطی از ۱ کیلو بذر هر گونه + ۴ کیلو بذر بادامشک. بذرکاری با مخلوطی از ۱۲ کیلو گراس + ۱۲ کیلو لگوم	عمدتا بادام به همراه سماق، انواع سرو و کاج، افرا و پسته	۲۳۸	اجرا شده	
—	تعداد بوته = ۴۰۰	—	۳۴	پیش‌بینی شده	بوته‌کاری متنوب
—	تعداد بوته = ۳۴۰	—	۱۴/۲	اجرا شده	
۱۸۰	مخلوطی از ۶ کیلو بذر گراس + ۱۲ کیلو گرم بذر لگوم	سماق	۹۳	پیش‌بینی شده	بذرپاشی و کشت سماق
۱۵۸	مخلوطی از ۶ کیلو گرم بذر گراس + ۱۲ کیلو بذر لگوم	عمدتا سماق به همراه بادام، پسته، سرو و کاج	۷۵	اجرا شده	
۱۵۰	کپه‌کاری مخلوطی از ۱ کیلو بذر هر گونه و برای بذرپاشی مخلوطی از ۶ کیلو بذر گراس + ۱۲ کیلو بذر لگوم	بادام	۱۴۳	پیش‌بینی شده	کپه‌کاری، بذرپاشی و کشت بادام
۱۲۷	برای کپه‌کاری مخلوطی از ۱ کیلو بذر هر گونه و برای بذرپاشی ۶ کیلو گرم بذر گراس + ۱۲ کیلو بذر لگوم	عمدتا بادام به همراه سماق، پسته، سرو و کاج	۱۲۰/۱	اجرا شده	
—	—	—	—	پیش‌بینی شده	بذرپاشی
—	مخلوطی از ۶ کیلو گرم بذر گراس + ۱۲ کیلو بذر لگوم	—	۱۹۸	اجرا شده	

جدول ۳- کارایی عملیات مکانیکی از طریق مقایسه میزان انطباق عملیات مکانیکی اجرایی با عملیات متناظر پیشنهادی در مطالعات

Table 3. The efficiency of mechanical operations via comparing match rates between predicted and performed mechanical operations

شماره	نوع عملیات	حجم عملیات	عمر مفید	درصد نیل به:		
				هدف	عمر مفید	کارایی
۱	سدهای توری سنگی	۳۰۷ مترمکعب	۸-۱۰	۷۶	۹۳	۷۴
۲	سد خاکی	۷۰۸۹۶ مترمکعب	۷-۱۰	۷۸	۸۳	۷۲
۳	سد چپری	۳ عدد	۳ سال	۷۸	۸۹	۷۸
۴	سد سبک‌فلزی	۳ عدد	۸ سال	۸۹	۱۰۰	۷۸
۵	بانکت‌بندی	۶۹/۲ کیلومتر	۸ سال	۷۸	۸۳	۷۲
۶	سد خشکه‌چین	۲۰۷/۹ مترمکعب	۷ سال	۷۱	۸۵	۷۳
۷	آبی	۱۵ عدد (۱۳۹۲/۵ مترمکعب)	۱۲ سال	۸۴	۹۵	۸۷
	میانگین			۷۹	۸۹/۷	۷۶/۳

جدول ۴- کارایی عملیات بیولوژیکی از طریق مقایسه میزان انطباق اقدامات مکانیکی اجراء شده با اقدامات متناظر پیشنهادی در مطالعات

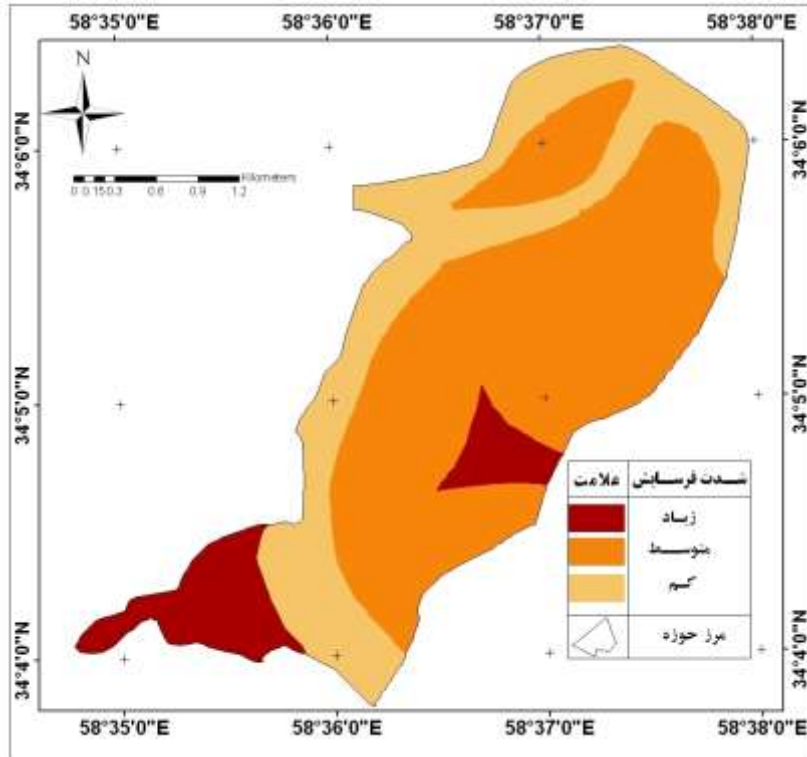
Table 4. The efficiency of biological operations via comparing match rates between predicted and performed mechanical operations

شماره	نوع عملیات	حجم عملیات	عمر مفید	درصد نیل به:		
				هدف	عمر مفید	کارایی
۱	کپه‌کاری، بذرکاری و کشت بادام	۲۳۸	دائمی	۷۲	۸۸	۷۸
۲	بوته‌کاری متناوب	۱۴/۲	دائمی	۷۸	۱۰۰	۷۸
۳	بذرپاشی و کشت سماق	۷۵	دائمی	۷۸	۹۴	۸۹
۴	کپه‌کاری، بذرپاشی و کشت بادام	۱۲۰/۱	دائمی	۷۲	۸۳	۷۲
۵	بذرپاشی	۱۹۸	دائمی	۵۸	۸۳	۶۷
۶	میانگین			۷۱/۶	۸۹/۶	۷۶/۸

جدول ۵- وضعیت فرسایش در زیرحوزه مورد بررسی با استفاده از مدل MPSIAC

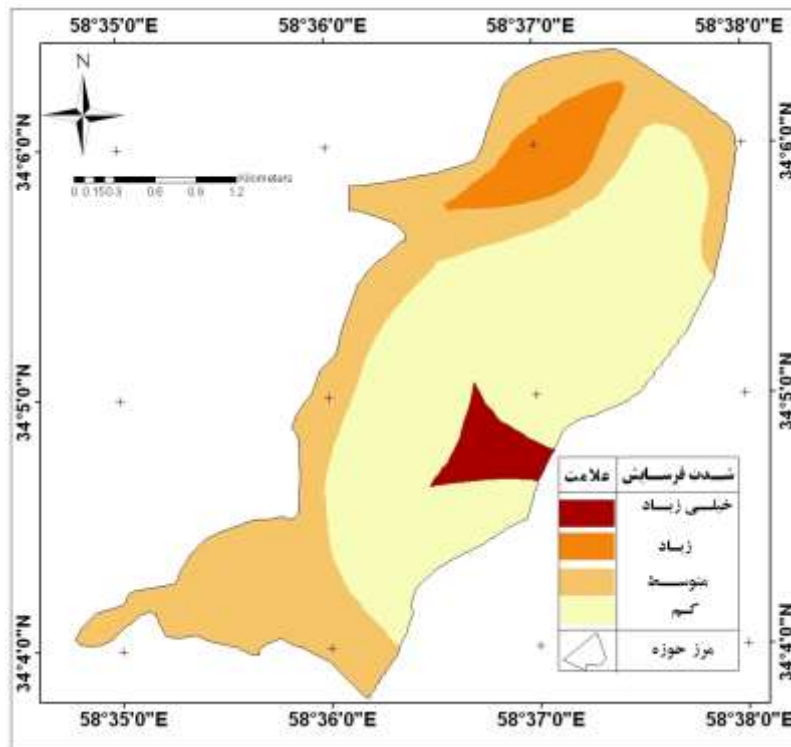
Table 5. Erosion condition in study subbasin using MPSIAC model

شدت فرسایش	مساحت قبل از اجرای طرح (درصد)	مساحت بعد از اجرای طرح (درصد)
خیلی شدید	۵/۶	-
شدید	۳۴/۳	۷/۷
متوسط	۱۲/۳	۳۴
کم	۴۷/۸	۵۸/۳



شکل ۲- نقشه فرسایش منطقه مورد بررسی قبل از اجرای پروژه آبخیزداری

Figure 2. The erosion map of study area before watershed management project



شکل ۳- نقشه فرسایش منطقه مورد بررسی بعد از اجرای پروژه آبخیزداری

Figure 3. The erosion map of study area after watershed management project

بحث و نتیجه گیری

طرح‌های آبخیزداری چنانچه به صورت مناسب اجرا شوند، اثرات مثبت و ارزنده اقتصادی و اجتماعی را برای حوزه‌های آبخیز به دنبال دارند. در غیر این صورت منجر به بروز اثرات منفی اجتماعی-اقتصادی شده و به مشکلات حوزه‌های آبخیز می‌افزاید.

همان‌گونه که در جدول (۵) نشان داده شده است، کاهش قابل ملاحظه رسوبدهی حوضه یکی از مهم‌ترین پیامدهای اجرای طرح آبخیزداری می‌باشد به طوری که فرسایش سالانه خاک از حدود ۲۰ تن در هکتار به حدود ۱۰ تن در هکتار کاهش یافته است.

مقایسه بین وضعیت فاکتورهای پوشش گیاهی مربوط به زمان قبل و بعد از اجرای عملیات آبخیزداری حوزه، نشان داد که در این زمینه تغییرات زیادی حاصل شده است. به گونه‌ای که پوشش گیاهی حوزه آبخیز از ۲۵ درصد به ۴۹ درصد افزایش یافته است. میزان علوفه خشک قابل بهره برداری از ۱۷ کیلوگرم به ۸۹ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. وضعیت پوشش گیاهی حوزه از فقیر - خیلی فقیر عمدتاً به حد متوسط و فقیر تغییر یافته است. گرایش پوشش گیاهی که قبلاً منفی (پسرونده) بوده در حال حاضر مثبت (پیشرونده) ارزیابی شده است. نتایج مثبت اجرای عملیات آبخیزداری بر پوشش گیاهی و کاهش هدررفت خاک و رواناب توسط رحیمی و همکاران (۱۳۹۱)، حیاتی و بذرافشان (۱۳۹۴)، Nyssen و همکاران (۲۰۱۰)، Jalili Pirani و Mousavi (۲۰۱۶) تأکید شده است.

بررسی زنده مانی و سازگاری گونه‌های گیاهی در حوزه آبخیز نشان داد که کشت درختان بادام، سماق و درختچه بادامشک از موفقیت بالایی برخوردار است. در عملیات بونه‌کاری، کشت گونه *Atriplex sp.* کاملاً موفق بوده و گونه *Eurotia ceratoides* موفقیتی نداشته است. از میان گونه‌های مرتعی گونه‌های *Agropyron Bromus tomentolus* و *Agropyron elengatum desertrum* موفق بوده و پس از استقرار در عرصه بصورت طبیعی تکثیر یافته‌اند و گونه‌هایی

نظیر *Festuca ovina* موفقیت چندانی نداشته‌اند. ضمناً در این بین گونه *Bromus tomentolus* از نظر استقرار و تکثیر طبیعی، موفق‌ترین گونه می‌باشد.

بررسی‌های صحرایی نشان داد که بین حجم و در مواردی حتی بین نوع عملیات بیولوژیکی، مکانیکی و بیومکانیکی پیشنهادی و اجراء شده اختلاف قابل ملاحظه‌ای دیده می‌شود. عملیات بیولوژیکی پیشنهادی برای اصلاح مرتع در قالب چهار نوع عملیات توأم پیشنهاد گردیده که دارای تفاوت‌هایی با عملیات اجرایی می‌باشد. در مجموع میزان موفقیت عملیات بیولوژیکی اجرا شده در حوضه حدود ۷۷ درصد است. در این زمینه ایلدرمی (۱۳۷۷) و Jalili Pirani و Mousavi (۲۰۱۶)

نیز عدم انطباق میزان عملیات اجرایی و پیشنهادی شده آبخیزداری در مناطق مورد بررسی‌شان را گزارش نمودند.

در طرح آبخیزداری مطالعاتی منطقه، چهار نوع از عملیات مکانیکی پیشنهاد شده است درحالیکه شش نوع از این عملیات اجرا شده که از نظر نوع و حجم سازه دارای تفاوت‌هایی با عملیات اجرایی می‌باشد. پایداری گابیون‌ها خوب بوده و فقط در تعدادی از آن‌ها پاشویی و بغل شویی صورت گرفته است. میزان موفقیت سدهای گابیونی ۷۵ درصد می‌باشد. در منطقه تعداد سه عدد سد سبک‌فلزی پیشنهاد شده است. این سدها در محل مناسب احداث شده، فاقد تخریب بوده و فقط چند درصد پاشویی در یک مورد از این سدها دیده می‌شود. سدهای سبک فلزی از کارایی بالایی (حدود ۸۰ درصد) برخوردارند. در طرح مطالعات آبخیزداری منطقه احداث دیواره حائل به طول ۹۹۵۱/۶ متر و حجم ۲۴۸۹۷ مترمکعب به منظور حفاظت اراضی کشاورزی واقع در اطراف رودخانه اصلی و آبراهه‌های بزرگ منطقه پیشنهاد شده است. در طرح آبخیزداری اجرایی به جای احداث دیواره حائل در بخشی از مسیر رودخانه اپی احداث شده و در مابقی قسمت‌ها نیز دیواره حائل احداث نشده است. در مطالعات آبخیزداری منطقه احداث ۳۶ عدد اپی در ساحل شمالی رودخانه پیش‌بینی شده و برای حفاظت اراضی طرف دیگر رودخانه احداث دیواره حائل پیشنهاد شده است. در طرح آبخیزداری اجرایی، اپی‌ها در دو طرف رودخانه احداث

نتایج این تحقیق نشان داد از آنجا که اجرای پروژه‌های مکانیکی غالباً پرهزینه بوده و عمر مفید اغلب این گونه پروژه‌ها نیز محدود است لذا در صورتی که عملیات بیولوژیکی و مکانیکی به صورت توأم به منظور کنترل فرسایش خاک در حوزه‌های آبخیز اجراء شده و نگهداری مناسبی نیز از این پروژه‌ها صورت گیرد بدیهی است که اجرای عملیات آبخیزداری از موفقیت بالایی برخوردار خواهد بود. در این صورت مشارکت مردمی نیز افزایش چشمگیری داشته و شرایط اصلی مدیریت بهینه و پایدار حوزه‌های آبخیز (مشارکت موثر آبخیزنشینان در اجراء و نگهداری پروژه‌های آبخیزداری) فراهم می‌گردد و بر عکس این حالت، چنانچه اجراء و نگهداری بخش اعظم پروژه‌های آبخیزداری فقط متکی به اعتبارات و اقدامات دولتی بوده و سیاستهای اتخاذ شده به گونه‌ای باشد که عملاً به کاهش میزان مشارکت‌های مردمی در اجرای طرح‌های آبخیزداری منجر شود، مشخص است که با ایجاد وقفه و یا ناهماهنگی‌های مدیریتی، از کارایی و راندمان طرح‌های آبخیزداری به میزان قابل توجهی کاسته می‌شود. لذا اجرای موفقیت‌آمیز پروژه‌های آبخیزداری مستلزم توجه کافی به مسائل اجتماعی و اقتصادی ناشی از اجرای پروژه‌ها بوده و ضروری است آبخیزنشینان در کلیه مراحل اجراء و نگهداری پروژه‌ها مشارکت فعال داشته باشند.

Reference

1. Doty, R.D., 1971. Contour trenching effects on stream flow from a Utah watershed, USDA. Forest Service Res. Paper INT,98. Int. Forest and Range Exp. Sta.
2. Hudson, R. E. 1991. Reasons for success or failure of soil conservation.
3. Hurng-Jyuhn W., Su-Cherng Hu., Chieh-Chieh K., 1998. An economic evaluation of two watershed management practices in Taiwan.
4. Santhi, C., Srinivasan R., Arnold J.G., Williams J.R., 2006. A modeling approach to evaluate the impacts of

شده و تعداد اپی‌های ساخته شده ۵۴ عدد می‌باشد. میزان موفقیت اپی‌ها ۸۷ درصد می‌باشد.

بررسی‌ها نشان داد که در حوزه سه سازه بندخاکی، حجم قابل توجهی بند خشکه‌چین و سد چپری اجراء شده که در مطالعات پیش‌بینی نشده است. تعداد شش عدد سد خاکی با هدف جمع‌آوری رواناب و کنترل سیل با عملیاتی به حجم ۷۰۸۹۶ مترمکعب در قسمت‌های جنوبی حوزه احداث شده است. در بررسی‌های صحرایی حدود ۱۰ درصد تخریب در سرریز یک سد و نشست در بدنه دو بند دیگر دیده می‌شود که با توجه به گذشت حدود ۱۸ سال از احداث سدها خسارت قابل توجهی محسوب نمی‌شود. کل حجم آب انباشته شده در پشت این سدها حدود ۲۳۵۰۰۰ مترمکعب برآورد می‌شود که به نظر می‌رسد بخش قابل توجهی از این میزان آب به درون جریان‌های زیر سطحی نفوذ کرده و منجر به تغذیه سفره آب زیر زمینی و قنوات پایین دست حوضه شده باشد. سدهای خاکی در مجموع میزان موفقیت خوبی (حدود ۷۲ درصد) دارند. در حوزه ۲۱۹ عدد خشکه‌چین با حجم ۱۴۳۴/۷ مترمکعب به منظور کنترل رسوب و فرسایش طی سالهای ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۵ احداث شده است. میزان موفقیت سدهای خشکه‌چین ۷۳ درصد برآورد می‌شود. در یکی از آبراهه‌های واقع در جنوب منطقه در سال ۱۳۷۳ سه عدد سد چپری احداث شده است. به نظر می‌رسد احداث این نوع از عملیات به جای احداث سد سبک فلزی صورت گرفته تا در منطقه از طرفی تنوع عملیات مکانیکی انجام شود و از طرف دیگر عملکرد آن‌ها با عملکرد سدهای سبک فلزی مورد مقایسه قرار گیرد. با توجه به گذشت حدود ۲۴ سال از احداث سدهای چپری در آن‌ها تخریبی مشاهده نمی‌شود. احداث سدهای چپری کم هزینه بوده و با توجه به میزان موفقیت خوبی که در حوزه نشان داده اند (۷۸ درصد) در صورتی که در هنگام تخریب به موقع مرمت شوند در کاهش سرعت رواناب و تثبیت بستر آبراهه‌ها در سرشاخه‌های حوزه بسیار مناسب می‌باشند. در مجموع میزان موفقیت عملیات مکانیکی اجراء شده در حوزه ۷۶/۳ درصد می‌باشد.

- World Development, Vol. 66, pp. 443-456.
10. Jalili Pirani F., Mousavi S. A., 2016. Integrating socio-economic and biophysical data to enhance watershed management and planning, *Journal of Hydrology*, Vol. 540, pp. 727-735.
 11. Ahmadi, H., Nazari Samani, A. A., Ghoddousi, J., Ekhtesasi, M.R. A Model for Evaluation of Watershed Management Projects. *Iranian J.Natural Res.*, Vol. 56, No. 4, 2004. (In Persian)
 12. Koosar, A. 1993. Desertification is coordinated with the spread of flood effort. *Agriculture & Natural Resources Research Center of Fars*. (In Persian)
 13. Ildermi, A. R. 1998. Evaluation of the results of watershed management operations performed in the Ekbatan Dam Basin, Hamadan. *Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*. (In Persian)
 14. Shahrivar, A. 2002. Investigation on effects of mechanical and biological methods combination on reduction of runoff and sediment in rangeland lands of Kohkiluyeh and Boyer-Ahmad provinces. The first Conference on performed projects on field erosion plots. pp. 139-145. (In Persian)
 15. Madanchi, P. Investigation on effects of mechanical and biological methods combination on reduction of runoff and sediment in rangeland lands of Kohkiluyeh and Boyer-Ahmad provinces. The first Conference on performed projects on field erosion plots. pp. 82-92. (In Persian)
 - water quality management plans implemented in a watershed in Texas. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 21, pp.1141-1157.
 5. Nyssen, J., Poesen J., Descheemaeker K., 2008. Effects of region-wide soil and water conservation in semi-arid areas: the case of northern Ethiopia. *Z. Geomorph. N. F.* Vol. 52 (3), pp. 291-315.
 6. Nyssen, J., Clymans W., Descheemaeker K., Poesen J., Vandecasteele I., Vanmaercke M., Zenebe A., Camp M. V, Haile M., Haregeweyn N., Moeyersons J., Martens K., Gebreyohannes T., Deckers J., Walraevens K., 2010. Impact of soil and water conservation measures on catchment hydrological response—a case in north Ethiopia, *Hydrological Processes*, Vol. 24 (13), pp. 880-1895.
 7. Haregeweyn, N., Berhe, A., Tsunekawa, A., Tsubo, M., 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*, Vol. 50, pp.1219-1233.
 8. Zhao, G., Mu X., Wen Z., Wang F. Gao P., 2013. Soil erosion, conservation and eco-environment changes in the loess plateau of China, land degradation and development, Vol. 24, pp. 499-510.
 9. Datta N., 2015. Evaluating Impacts of Watershed Development Program on Agricultural Productivity, Income and Livelihood in Bhalki Watershed of Bardhaman District, West Bengal,

- Futurology, Humanities and Development. (In Persian)
18. Sazab Engineering Advisory Company. 1993. Justification-executive studies of four Gonadad dam watersheds. (In Persian)
19. 19. Bagherian kalat, A. Ghoddosi, J., Ahmadnejad, H. 2008. Review and evaluation of technical performance of Kakhk watershed management project. Soil Conservation and Watershed - Management Research Institute. (In Persian)
16. Moatamed Vaziri, B., Mirzaie, M. A., Sharifi, F., Mohebi, A. 2011. Investigation on effects of watershed management projects on Grass cover variation and mass movement stabilization. RS & GIS for Natural Resources, Vol. 3. Pp. 45-53. (In Persian)
17. Hayati, A., Bazrafshan, O. 2015. Evaluation of Echo-Social of watershed management projects: A case study on Booshkan Watershed, Booshehr. Fth National Conference on