

ارزیابی تاثیر فعالیتهای آبخیزداری بر مقدار فرسایش و تولید رسوب

رضا سکوتی اسکویی و علیرضا خیرخواه

به ترتیب عضو هیئت علمی و کارشناس پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی

مقدمه

اراضی زراعی، تلفات دام، کانال آبیاری، تثبیت مراتع و استحصال آب) نیز برآورد گردید که حاکی از توجیه اقتصادی طرحهای آبخیزداری اجرا شده در منطقه است (۳).

Agnintory (۱۹۷۷) در مقاله با عنوان مدیریت حوضه های آبخیز راه حل بهبود وضعیت اقتصادی و اجتماعی در روستاهای شیوالیک هند نشان داده است که با اجرای برنامه های جدید مدیریت حوضه های آبخیز (WMP) شامل کاشت درختان و درختچه ها، استحصال آب باران، ایجاد چکدم و سد های زیرزمینی و گسترش چاهها در پایین دست و در نهایت افزایش سطح زیر کشت محصولات آبی و تغییر کشت از دیم به آبی، اثرات چشمگیری در تغییر وضعیت اقتصادی و اجتماعی اهالی منطقه مورد تحقیق داشته است (۴).

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه امام کندی ۱۵۲۶ هکتار وسعت داشته که در شمال شهر ارومیه و به فاصله تقریبی ۲۵ کیلومتر از آن واقع شده است. این حوضه در مختصات جغرافیایی ۴۹° ۵۹' الی ۴۵° ۲' درجه طول شرقی و ۳۷° ۴۸' الی ۳۷° ۵۱' عرض شمالی واقع شده و بخشی از حوضه آبخیز مشرف به دریاچه ارومیه را تشکیل می دهد. بلندترین نقطه زیرحوضه ۲۲۳۰ متر از سطح دریا و پست ترین نقطه ۱۲۸۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد.

روش کار

در این تحقیق با استفاده از اطلاعات موجود در مدیریت آبخیزداری استان مقادیر فرسایش خاک و تولید رسوب قبل از انجام عملیات آبخیزداری مشخص گردید. سپس با استفاده از مطالعات میدانی و دفتری مقادیر فرسایش خاک و تولید رسوب هر یک از واحدهای فرسایش بعد از احداث سازه های مکانیکی و کارهای حفاظت بیولوژیکی ارزیابی گردید. با مقایسه داده های حاصل تغییرات فرسایش خاک و تولید رسوب در منطقه طی سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۳ تعیین گردید. روش برآورد فرسایش و تولید رسوب در مقطع زمانی مورد بررسی روش MPSIAC بوده است.

استفاده از منابع آب و خاک قدمت زیادی داشته و یکی از شیوه های کسب درآمد و تأمین معاش، بهره گیری از پتانسیل های آب و خاک است که در تمامی قرون و اعصار و تمدن های بشری مرسوم بوده است و در مکانهای مختلف به فراخور استعداد و دانش بشری از منابع موجود استفاده شده است. آبخیزداری با توجه به تعریف علمی آن عبارت است از مدیریت و بهره برداری هماهنگ و یکپارچه و قانونمند منابع طبیعی، کشاورزی، انسانی و اقتصادی یک آبخیز مشروط به آن که سرمایه اصلی آبخیز که همانا منابع آب و خاک آن است کاملاً حفظ شود و دچار اثرات منفی نگردد. آن چه تا امروز در استفاده و بکارگیری علم آبخیزداری در ایران متداول بوده متناسب با شرایط حاکم بر حوضه های آبخیز و تبیین اولویتهای اجتماعی و اقتصادی و چگونگی مشارکت مردم در حفاظت، عمران و بهره وری از منابع موجود در آبخیزها نبوده است (۱). یکی از مسائل مهم مطرح در چهارچوب اهداف آبخیزداری، فرسایش خاک و رسوب زایی بوده و از عمده راهکارهای جلوگیری از آن که در حیطه وظایف تعریف شده آبخیزداری است. احداث سازه های فنی و مهندسی کنترل فرسایش و رسوب و اجرای عملیات بیولوژیک می باشد که در این تحقیق تاثیر کارهای حفاظتی بیولوژیکی و مکانیکی بر مقدار فرسایش و رسوب مورد ارزیابی قرار گرفته است.

صابری (۱۳۸۱)، در تحقیقی با عنوان تجزیه و تحلیل اثرات اقتصادی عملیات آبخیزداری در حوضه آبخیز پاکل استان مرکزی به این نتیجه رسیده است که نسبت فایده به هزینه طرحهای آبخیزداری ۱۱ می باشد که حاکی از سودآوری طرح است و جمع بندی نتایج حاصل از بررسی اثرات اقتصادی و منافع اجتماعی، حاکی از موفقیت اجرای طرح آبخیزداری منطقه پاکل می باشد (۳).

بررسی اثرات اقتصادی و اجتماعی طرحهای آبخیزداری در حوضه آبخیز حبله رود توسط فلاورجانی (۱۳۷۹) نشان می دهد که در اجرای طرح اهالی محل در احداث بانکت، تراس بندی اراضی شیب دار، گودبرداری برای غرس نهال، مراقبت و نگهداری و نهایتاً حفاظت و قرق مراتع همکاری داشته اند. در این طرح با در نظر گرفتن عمر مفید طرح آبخیزداری برابر ۱۵ سال هزینه های واقعی و ارزش ریالی هزینه ها برآورد شده و از طرف دیگر فواید حاصل از اجرای طرح شامل درآمد حاصل از ارزش جلوگیری از خسارت (منازل مسکونی،

نتایج و بحث

زمین شناسی سطحی: با توجه به تقسیم بندی که برای سنگهای این زیرحوزه آورده شده، جدول (۱) امتیاز ارزیابی فاکتور زمین شناسی حوزه امام کندی را نشان می دهد:

نتایج ارزیابی عوامل نه گانه روش MPSIAC و امتیازات مربوط به هر عامل در ذیل بصورت خلاصه ارائه شده است:

جدول (۱) امتیاز فاکتور زمین شناسی در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام کندی

شماره واحد هیدرولوژیکی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نمره عامل زمین شناسی	۹	۷	۷/۵	۸	۶/۵	۸/۵

امتیاز کل زیرحوزهها بر اساس میانگین وزنی $X_1 = 7/26$

آنها در تولید رسوب رتبه بندی شده است. جدول (۲) نمره عامل خاک را در هر زیرحوزه نشان می دهد.

خاک: دامنه تغییرات امتیاز فاکتور خاک عمدتاً بر اساس بافت خاک، پایداری خاکدانهها، قابلیت پخش رسی و رطوبت اولیه خاک می باشد. با در نظر گرفتن عوامل فوق الذکر و میزان نفوذپذیری خاک حساسیت

جدول (۲) نمره عامل خاک را در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام کندی

شماره واحدهای هیدرولوژیکی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نمره عامل خاک	۶/۷۹	۶/۴۷	۶/۱	۵/۹	۵/۶	۵/۳

جمع کل زیرحوزهها بر اساس میانگین وزنی $X_2 = 5/88$ و $X_3 = 3/6$

می گذارد. در حوزه امام کندی امتیاز عامل آب و هوا با توجه به بارندگی ۶ ساعته با دوره برگشت ۲ ساله ۳/۶ منظور شده است:

آب و هوا و اقلیم

فرسایش موجود در هر منطقه تا حد زیادی بستگی به آب و هوا و اقلیم حاکم در منطقه دارد، زیرا آب و هوا علاوه بر تأثیر روی پدیده خاک زائی بر روی چگونگی گسترش پوشش گیاهی نیز تأثیر

پستی و بلندی

یکی از عوامل فرسایش و تولید رسوب وضعیت توپوگرافی است که با شاخص شیب سنجیده می شود. جدول (۳) نمره عامل توپوگرافی را در تولید رسوب حوزه امام کندی نشان می دهد.

جدول (۳) نمره عامل توپوگرافی را در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام کندی

شماره واحدهای هیدرولوژیکی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نمره عامل توپوگرافی	۵/۸۵	۶/۹۴	۶/۷	۵/۴۳	۶/۹	۶/۵۴

امتیاز کل زیرحوزهها بر اساس میانگین وزنی $X_4 = 6/7$

نماید. امتیاز عامل پوشش گیاهی در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام کندی در جدول (۴) نشان داده شده است.

پوشش زمین

منظور از پوشش زمین، هرگونه پوششی است که خاک را در مقابل عوامل فرساینده مانند ضربه قطرات باران، روان آب و باد حفاظت

جدول (۴) امتیاز عامل پوشش گیاهی در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام کندی

شماره واحدهای هیدرولوژیکی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نمره عامل پوشش زمین	۱۲/۰	۱۲/۲۳	۱۱/۶۲	۱۲/۵	۱۱/۶۸	۱۲/۱

امتیاز کل زیرحوزهها بر اساس میانگین وزنی $X_5 = 6/7$

استفاده از زمین

اشاره نمود که با تأثیر بر روی پوشش گیاهی و کاهش درصد تاج پوشش سبب فرسایش و تولید رسوب می شود. امتیاز عامل استفاده از زمین در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام کندی در جدول (۵) نشان داده شده است.

فعالیت های انسانی معمولاً در جهت تشدید فرسایش می باشد که از عمده ترین آنها می توان به عملیات آماده سازی زمینهای زراعی نظیر شخم، چرای بی رویه اشحام، توسعه مناطق روستایی و احداث جادهها

جدول (۵) امتیاز عامل استفاده از زمین در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام‌کندی

شماره واحدهای هیدرولوژیکی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نمره عامل استفاده از زمین	۱۶	۱۵/۶	۱۴/۷	۱۶	۱۴/۸	۱۵/۳۵

$$X_6 = 15/4 \quad \text{امتیاز کل زیر حوزه بر اساس میانگین وزنی}$$

فرسایش سطحی زیرحوزه

جهت بررسی نقش عامل فوق در تولید رسوب، فرسایش سطحی موجود در حوزه آبخیز همانند فرسایش بزانی، فرسایش ورقه‌ای،

فرسایش شیبی و فرسایش خندقی بجز فرسایش موجود در آبراهه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است. در جدول (۶) امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش در واحدهای هیدرولوژیکی ارائه شده است.

جدول (۶) امتیاز عامل وضعیت فعلی فرسایش در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام‌کندی

شماره واحدهای هیدرولوژیکی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نمره عامل وضعیت فعلی فرسایش	۴	۹	۱۳	۱۰/۵	۲۴	۱۷

$$X_7 = 16/25 \quad \text{امتیاز کل زیرحوزه‌ها بر اساس میانگین وزنی}$$

فرسایش رودخانه‌ای

فرسایش رودخانه‌ای حاصل شسته شدن تخریب دیواره آبراهه‌ها می‌باشد که بیشتر در مواقع سیلابی و فصول پرآب صورت می‌گیرد. در

مواقع طغیانی در جریانات سیلابی علاوه بر قدرت تخریبی زیاد قدرت حمل رسوبات نیز در آنها افزایش می‌یابد. جدول (۷) امتیاز این فاکتور را در تولید رسوب واحدهای هیدرولوژیکی نشان می‌دهد.

جدول (۷) امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام‌کندی

شماره واحدهای هیدرولوژیکی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
امتیاز عامل فرسایش رودخانه‌ای	۱	۳/۵	۷	۳	۹	۵/۵

$$X_8 = 6/84 \quad \text{امتیاز فاکتور وضعیت فرسایش رودخانه‌ای بر اساس میانگین وزنی}$$

رواناب

در مطالعه اثر رواناب بر روی فرسایش خاک می‌توان خصوصیات هیدرولوژیکی حوزه و هر فاکتوری که بتواند باعث شناخت هرچه بیشتر عامل و تأثیر آن بر روی فرسایش و تولید رسوب گردد را بررسی نمود. بین این فاکتورها دبی ویژه یا آبدی در واحد زمان و سطح، معیار مناسبی برای ارزیابی عامل رواناب می‌باشد. امتیاز عامل رواناب جهت واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام‌کندی تعیین و در جدول (۸) آمده است. جمع بندی نتایج محاسبات فوق برای برآورد تولید رسوب و فرسایش در جدول ۹ ارائه شده است.

برآورد تولید رسوب قبل از اجرای عملیات آبخیزداری

محاسبه عوامل نه گانه پسیاک در قبل از اجرای عملیات آبخیزداری از گزارش مطالعات آبخیزداری مربوط استخراج و نتایج محاسبات R در جدول (۱۰) ارائه شده است.

جدول (۸) امتیاز عامل رواناب در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه امام‌کندی

شماره واحدهای هیدرولوژیکی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نمره عامل رواناب	۷/۷۵	۱۰	۱۰	۹/۸	۱۰	۸/۹

$$X_9 = 9/8 \quad \text{امتیاز کل زیرحوزه‌ها بر اساس میانگین وزنی}$$

جدول (۹) نمرات نهایی عوامل تعیین وضعیت فرسایش در حوزه امام کندی بعد از عملیات اجرایی

شماره واحد هیدروژئومورفیک	زمین شناسی سطحی	خاک	آب و هوا و اقلیم	بستی و بلندی	پوشش زمین	استفاده از زمین	فرسایش سطحی زیرحوزه	فرسایش رودخانه ای	رواناب	جمع (R)
۱	۹	۶/۷۹	۳/۶	۵/۸۵	۹/۲	۱۱/۵	۳	۱/۲	۵/۲	۵۵/۳۴
۲	۷	۶/۴۷	۳/۶	۶/۹۴	۱۰/۳	۱۲/۵	۷	۱/۸	۸/۳۱	۶۲/۹۲
۳	۷/۵	۶/۱	۳/۶	۶/۷	۸/۲	۱۱/۸	۱۰/۵	۴/۲	۶/۷۹	۶۵/۳۹
۴	۸	۵/۹	۳/۶	۵/۴۲	۸/۶	۱۳/۱	۸	۲/۱	۸/۵۳	۶۳/۲۶
۵	۶/۵	۵/۶	۳/۶	۶/۹	۹/۱	۱۱/۴	۱۷/۵	۴/۳	۷/۸۱	۷۲/۷۱
۶	۸/۵	۵/۳	۳/۶	۶/۵۴	۸/۹	۱۲/۶	۱۴/۵	۳/۲	۷/۱۲	۷۰/۲۶

جدول (۱۰) امتیاز عوامل ۹ گانه روش PSIAC قبل از عملیات اجرایی

شماره واحد هیدروژئومورفیک	زمین شناسی	خاک	آب و هوا	بستی و بلندی	پوشش زمین	استفاده از زمین	فرسایش سطحی	فرسایش رودخانه ای	رواناب	جمع (R)
۱	۹	۶/۷۹	۳/۶	۵/۸۵	۱۲/۵	۱۶	۴	۲	۷/۷۵	۶۷/۴۹
۲	۷	۶/۴۷	۳/۶	۶/۹۴	۱۲/۳۳	۱۵/۶	۹	۳/۵	۱۰	۷۴/۳۴
۳	۷/۵	۶/۱	۳/۶	۶/۷	۱۱/۶۲	۱۴/۷	۱۳	۷	۱۰	۸۰/۳۲
۴	۸	۵/۹	۳/۶	۵/۴۲	۱۲/۵	۱۶	۱۰/۵	۴	۹/۸	۷۴/۷۳
۵	۶/۵	۵/۶	۳/۶	۶/۹	۱۱/۶۸	۱۴/۸	۲۴	۹	۱۰	۹۲/۰۸
۶	۸/۵	۵/۳	۳/۶	۶/۵۴	۱۲/۱	۱۵/۳۵	۱۷	۵/۵	۸/۹	۸۲/۷۹

ارزیابی تغییرات فرسایش و تولید رسوب قبل و بعد از عملیات آبخیزداری نتایج بررسی عوامل نه گانه پسیاک نشان می دهد که نوع و حجم عملیات آبخیزداری انجام شده در عوامل مانند PSIAC شامل پوشش زمین، استفاده از زمین، فرسایش سطحی، فرسایش رودخانه ای و رواناب تاثیرگذار بوده است که وضعیت تغییرات آنها در دوره زمانی مورد بررسی ذیلا ارائه شده است.

پوشش گیاهی

پوشش گیاهی در حوزه امام کندی ۳ تیپ گیاهی Ag-Ar-Th با وسعت ۳۱۵ هکتار و Eu-Th-As با مساحت ۴۶۸ هکتار و 3-Th-Ar-Eu با مساحت ۷۴۳ هکتار را شامل می شود. در جدول ذیل درصد پوشش تاجی و درصد خاک لخت قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در حوزه امام کندی ارائه شده است.

جدول (۱۱) تغییرات پوشش گیاهی در حوزه امام کندی

عامل	میانگین سال ۱۳۷۶	میانگین سال ۱۳۸۳
درصد پوشش تاجی	%۲۵/۶۶	%۲۵/۶۶
درصد خاک لخت	%۵۸/۶۳	%۴۶/۶۷

بر اساس جدول فوق درصد پوشش تاجی در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۷۶ حدود ۱۰٪ افزایش یافته و درصد خاک لخت ۱۲٪ کاهش یافته که بیانگر تاثیر مثبت عملیات آبخیزداری در احیاء و اصلاح مراتع حوزه آبخیز امام کندی می باشد.

امتیاز عامل سطحی خاک (s.s.f)

بررسی امتیاز عامل سطحی خاک (S.S.f) بر اساس هفت عامل حرکت توده خاک، پوشش لاشبرگ، پوشش سنگی سطح زمین،

سیل

در حوزه آبخیز امام کنده رواناب حاصل از بارندگی و ذوب برف قبل از عملیات آبخیزداری دبی بیشتری داشته که وقوع سیل و فرسایش زیاد خاک را در پی داشت. عملیات اجرایی و اقدامات آبخیزداری توسط سازه های مکانیکی و عملیات بیولوژیکی دبی رواناب را در واحدهای هیدرولوژیکی حوزه کاهش داده و سبب حفاظت خاک، کاهش فرسایش و وقوع سیل در منطقه شده است. عملیات مکانیکی از قبیل احداث خشکه چین و بندهای چپری و الواری در مسیر آبراهه ها و عملیات بیولوژیکی از قبیل کیه کاری و کودپاشی و حفاظت و قرق در واحدهای هیدرولوژیکی انجام شده است.

قطعات سنگی تحکیم یافته، شیارهای سطحی، فرم آبراهه ها و توسعه فرسایش خندقی در حوزه امام کنده نشان می دهد که عملیات اجرایی در منطقه و احداث بند در مسیر آبراهه ها تثبیت خاک در بالادست، استقرار پوشش گیاهی در سطح حوزه و مسیر آبراهه ها، در حفاظت خاک و سیر صعودی وضعیت پوشش مرتعی موثر واقع گردیده است.

جدول (۱۲) مقایسه تغییرات حجم سیل با دوره برگشت ۲ ساله

درصد کاهش سیل	دبی حداکثر لحظه ای با دوره برگشت ۲ ساله (m ³ /sec)		زیرحوضه	ردیف
	قبل از عملیات آبخیزداری	بعد از عملیات آبخیزداری		
۱۴/۱	۰/۴۳	۰/۵	A ₁	۱
۱۶/۴	۱/۴۴	۱/۷۲	A ₂	۲
۲۱/۱	۳/۸	۴/۷۸	A ₃	۳
۱۲/۲	۰/۷۳	۰/۸۳	A ₄	۴
۲۲/۸	۶/۹	۹	A ₅	۵
۱۶/۹	۱۲/۳۵	۱۴/۸۷	A ₆	۶

اجرای عملیات آبخیزداری تغییر کرده و نسبت به قبل از انجام عملیات آبخیزداری کاهش یافته اند که نشانگر تاثیر مثبت عملیات آبخیزداری در حوزه امام کنده می باشد و سبب حفاظت خاک و کاهش فرسایش در حوزه گردیده است.

نتایج برآورد تولید رسوب و فرسایش قبل و بعد از عملیات آبخیزداری در جدول (۱۳) ارائه شده است. براساس این جدول مقادیر R در برخی از زیر حوزه ها کاهش یافته است. همچنین این جدول نشان می دهد که فاکتورهای درجه رسوبدهی، تولید رسوب و مقدار فرسایش در اثر

جدول (۱۳) مقایسه تغییرات تولید رسوب و فرسایش قبل و بعد از عملیات آبخیزداری

فرسایش T/h/y		تولید رسوب T/h/y		درجه رسوبدهی R		واحد هیدرولوژیکی
سال ۸۳	سال ۷۶	سال ۸۳	سال ۷۶	سال ۸۳	سال ۷۶	
۳/۷	۷/۳۴	۳/۶۵	۵/۴۵	۵۵/۳۴	۶۷/۴۹	A ₁
۶/۱	۱۲/۲	۴/۹۶	۶/۹۴	۶۳/۹۲	۷۴/۳۴	A ₂
۷/۵	۱۷/۸۱	۵/۲۳	۸/۵۵	۶۵/۳۹	۸۰/۲۲	A ₃
۵	۱۱/۲	۴/۸۵	۷/۰۴	۶۳/۲۶	۷۴/۷۳	A ₄
۹/۸	۲۶/۵۴	۶/۸۰	۱۳	۷۲/۷۱	۹۲/۰۸	A ₅
۷/۴	۱۶/۴۴	۶/۲۳	۹/۳۶	۷۰/۲۶	۸۲/۷۹	A ₆

منابع مورد استفاده

- ۳- فلاورجانی، م ش، ۱۳۷۹. بررسی اثرات اقتصادی طرحهای آبخیزداری در حوضه آبخیز حبله رود، دانشگاه علامه طباطبائی.
- 4- Agnihotry, Y. and J.S. Samra. 1997. Watershed management, A key to uplift Socio- Economic status in the shivalik foothill villages in India, the 8th International Conference on Rainwater Catchments System.

- ۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی ۱۳۸۳. گزارش مطالعات ارزیابی اثرات اقدامات آبخیزداری در زیر حوزه امام کنده ارومیه ۱۱۸ صفحه.
- ۲- صابری، ا. ۱۳۸۱. تجزیه و تحلیل اثرات اقتصادی عملیات آبخیزداری در حوضه آبخیز پاکل استان مرکزی، مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت اراضی - فرسایش خاک و توسعه پایدار.