



دوره ۳۵، شماره ۲، شماره‌ی پیاپی ۱۳۵، تابستان ۱۴۰۱، صفحه‌های ۷۰-۶۰
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/WMRJ.2022.354192.1402

مقاله‌ی پژوهشی



پژوهش‌های آبخیزداری

ارزیابی اقتصادی و اثربخشی اجرای کنش‌های آبخیزداری به روش کمی و کیفی در شهرستان منوجان

مظفر سلطانی نژاد

دانشجوی دکترا، گروه تخصصی جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

علی‌اکبر مهربانی

(نویسنده‌ی مسئول)* استاد، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

حسن احمدی

استاد، گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

*رایانامه‌ی نویسنده‌ی مسئول: amehrabani@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۱ اردیبهشت ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: ۱۲ آبان ۱۴۰۰

چکیده

مهم‌ترین هدف طرح‌های آبخیزداری حفاظت از آب و خاک، کاهش سیلاب، و افزایش پوشش گیاهی است. برای توجیه اقتصادی کنش‌های آبخیزداری ارزیابی کارکرد آن‌ها مانند دیگر طرح‌های عمرانی لازم و ضروری است. در این تحقیق برای ارزیابی کردن اثربخشی کنش‌های آبخیزداری در شهرستان منوجان دو روش کمی و کیفی به کار گرفته شد. روش‌های کمی منحنی جرم مضاعف، منحنی تداوم جریان، و سازگان رژیم آبی (هیدرولیکی)، و روش‌های کیفی مصاحبه‌ی حضوری و تکمیل پرسش‌نامه بود. ارزیابی اقتصادی این طرح‌ها با دو معیار ارزش خالص کنونی و نسبت سود به هزینه انجام شد. داده‌های بارندگی و روان‌آب در سال‌های قبل و بعد از اجرای طرح‌ها، و داده‌های پرسشنامه‌ها جمع‌آوری، و در نرم‌افزارهای Excel و SPSS تحلیل کرده شد. منحنی جرم مضاعف بیان‌گر تأثیر مثبت کنش‌های آبخیزداری بر کاهش حجم روان‌آب بود، و منحنی تداوم جریان نشان‌دهنده‌ی آرام‌شدن جریان و تأثیر این کنش‌ها در کاستن از آب‌دهی‌های اوج است. نتیجه‌ی کیفی نیز بیان‌گر این بود که ۸۰/۵۸٪ از مردم منطقه معتقدند که اثر کنش‌های آبخیزداری مثبت است، و ۱۹/۴۲٪ آن را بی‌اثر مثبت می‌دانند. اندازه‌ی معیارهای NPW و B/C به ترتیب ۸۶۵۴۵۰ و ۵/۱۲۰ به دست آمد، و بیان‌گر این است که طرح‌های انجام‌شده در شهرستان منوجان توجیه اقتصادی دارد، و تأثیر اقتصادی آن مثبت است.

واژگان کلیدی: آبخیزداری، ارزش حال خالص، حوزه‌ی منوجان، رژیم آبی، نسبت سود به هزینه

مقدمه

طرح‌های آبخیزداری که عموماً با عامل‌های بسیار گوناگونی سروکار دارند و بیش‌تر باید در آن بر جنبه‌ی مدیریتی طرح‌ها تأکید کرد، ارزیابی ممکن است جایگاه درستی داشته باشد، و میزان کارایی و دستیابی به هدف این طرح‌ها را مشخص کند (کلهر ۲۰۰۷). برای ارزیابی دقیق و اصولی باید مجموعه‌ی فعالیت‌ها را در نظر گرفت و تأثیر این مجموعه را در کل حوزه بررسی کرد (نورعلی و قهرمان ۲۰۱۶). هدف از سامانه‌های ارزیابی مهار مدیریت نیست، بل که ایجاد روشی علمی، منطقی و اعتماد‌کردنی برای مدیران، و فراهم آوردن داده برای تصمیم‌گیری منطقی‌تر است. هنگامی که سامانه‌ی پایش و ارزیابی با برنامه‌های آبخیزداری یکی شود، این اطمینان را می‌دهد که سرمایه‌گذاری منطقی است. بنابراین، این سامانه ممکن است طرح را از خطر شکست و هدردادن پول زیاد در امان دارد، و هزینه‌ی طراحی و اجرای آن‌ها را توجیه کند (احمدی ۲۰۰۷). ارزیابی کنش‌های آبخیزداری در دنیا پیشینه‌ی بیش از ۷۰ سال دارد، ولی به‌خاطر محدودیت‌های گوناگون تاکنون فعالیت منسجمی در این زمینه در کشور انجام نشده است (احمدی و همکاران ۲۰۰۳؛ روشنی ۲۰۰۳). حشمتی و همکاران (۲۰۱۹) در ارزیابی طرح‌های اجراشده‌ی آبخیزداری (کیه‌کاری، بندسنگی ملاتی، بند تورسنگی و خاک‌ریز) از دیدگاه روستاییان در حوزه‌ی رزین استان کرمانشاه با مصاحبه‌ی حضوری و پرسش‌نامه، نشان دادند که روستاییان بر این باور بودند که کنش‌های مکانیکی راه حل مناسبی برای رویارویی با فرسایش خاک، مهار سیل، کاهش روان‌آب و بهبود آبیاری نیست. بیش‌تر پاسخ‌دهندگان بر پایه‌ی تجربه‌های تلخ خشک‌سالی‌های گذشته، و اندازه‌ی آگاهی و سوادشان، نگران تغییر اقلیم و پی‌آمدهای آن بر کشاورزی و گذران‌شان بودند و به همین دلیل باور داشتند که مدیریت آبخیزداری و کنش‌های دولتی باید در راستای مدیریت خشک‌سالی و سازگاری با شرایط جدید کنش‌های اساسی انجام دهد. حسنی و ملکی (۲۰۱۹) در ارزیابی اثرهای اجتماعی-اقتصادی طرح‌های آبخیزداری از دید سودمندان در آبخیز حسن ابدال استان زنجان با جامعه‌ی آماری ۱۶۰ نفری از آبخیز‌نشینان نشان دادند که اجرای طرح‌های آبخیزداری مشارکت سودمندان را افزایش داده و موجب مهار کردن سیلاب و کاهش مهاجرت شده است. طرح‌ها نتوانسته بود افزایشی پذیرفتنی در درآمد و اشتغال ایجاد کند. شی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر طرح‌های پادگانه‌بندی و سازه‌های مهارکننده‌ی دامنه‌های پرشیب، بر فرسایش خاک و تولید رسوب مدل WATEM/SEDEM را برای مدل‌سازی در ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ به‌کار بردند. کنش‌های آبخیزداری موجب کاهش یافتن فرسایش خاک از $18/5 \text{ T/ha/yr}$ به $13/2 \text{ T/ha/yr}$ شد. تله اندازه‌ی رسوب نیز از $7/7 \text{ T/ha/yr}$ به $12/4 \text{ T/ha/yr}$ رسید. کانتیوویچایی (۲۰۱۴) در ارزیابی تأثیر کنش‌های آبخیزداری بر کاهش آب‌دهی سیل در پایین‌دست حوزه‌ی رود چای به مساحت 49477 ha با مدل آب‌شناسی HEC-HMS نشان داد که مخزن‌های

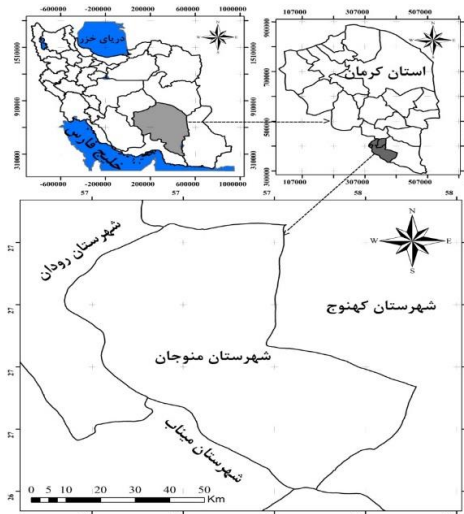
طرح‌های آبخیزداری از کارهای همگانی است. به‌علت پرشماربودن عامل‌های اثرگذار دشواری‌های زیادی در این طرح‌ها هست، زیرا اثرهای مثبت و منفی آن‌ها باید در محدوده‌ی وسیع آبخیز، و بیرون از آن بررسی شود. علاوه بر این، کسانی که از این طرح‌ها بهره‌مند می‌شوند ممکن است هزینه‌های آن‌ها را نپردازند؛ در نتیجه امکان دارد که از راه‌های گوناگون برای تصویب کردن آن فشار بیاورند. در سال‌های گذشته کارهای پژوهشی و اجرایی آبخیزداری گسترده‌ی در مهار سیل، فرسایش و رسوب انجام شده است، در حالی که ارزیابی طرح‌های آبخیزداری یکی دیگر از نیازهای اساسی برای تجزیه‌تحلیل کارکرد کنش‌ها، و تدوین راه‌کارهای اصولی است (تیموری و عمرانی ۲۰۱۹). کنش‌های اجرایی آبخیزداری برای بهره‌برداری بهینه از اندوخته‌های آبخیز یا حفاظت از منابع طبیعی و اصلاح آن اجرا می‌شود (رینا و همکاران ۲۰۱۹). اگر کارکرد این طرح‌ها به‌درستی و از جنبه‌های گوناگون فنی و مهندسی ارزیابی نشود نتیجه‌ی آن ممکن است منجر به یافتن نقطه‌های ضعف و قوت کنش‌های پیشنهادشده، و راه‌کارهای مناسب داده‌شده برای بهبود وضعیت آن‌ها شود (روحانی‌زاده و همکاران ۲۰۱۶). تبدیل‌شدن دیم‌زارهای کم‌بازده به مرتع‌های دست‌کاشت از مهم‌ترین دست‌آوردهای اقتصادی طرح‌های آبخیزداری است (حسینی و ملکی ۲۰۲۰). یکی از محورهای توسعه‌ی پایدار که از شاخص‌های کارکرد آبخیزداری است کارکرد مناسب کنش‌های آبخیزداری شامل کاهش دادن فرسایش خاک و روان‌آب، نگه‌داشت رطوبت خاک، مهار کردن رسوب، و تأمین کردن آب است (دانشی و همکاران ۲۰۱۲؛ روسو و همکاران ۲۰۱۴). طرح‌های آبخیزداری نقش مهمی در مدیریت خاک و اندوخته‌های آب دارند (دانش و همکاران ۲۰۱۱) و موفقیت آن‌ها در گروهی هدف‌های چندمنظوره‌ی آن در ترازهای گوناگون فنی، اجتماعی، سیاسی، و اقتصادی است (احمدی ۲۰۰۷). هدف‌های پیش‌بینی شده در این طرح‌ها مبارزه با فرسایش و هدررفت آب، بهینه‌سازی بهره‌گیری از اندوخته‌های آب و خاک، افزایش تولید گیاهی و دامی در آبخیزها، افزایش درآمد ساکنان آن‌ها، و کاهش خسارت‌های فرسایش خاک و سیلاب‌ها است. بنابراین، ارزیابی تأثیر کنش‌های انجام‌شده و اندازه‌ی رضایت مردم از آن در بهبود کیفیت و شناخت نقطه‌های ضعف و قوت آن‌ها، ارزیابی کنش‌های در اجرا و اجراشده از ضرورت‌ها است (جانسون ۱۹۹۳). علاوه بر آن، توجه به اندازه‌ی پذیرش بهره‌برداران از طرح‌های آبخیزداری ضروری است و سهم مهمی در موفقیت طرح‌ها دارد. در واقع، یکی از دلیل‌های شکست برنامه‌های مدیریتی در آبخیز پذیرفته‌نشده از جانب آبخیز‌نشینان است. ارزیابی طرح‌های آبخیزداری برای دستیابی به بهترین درس‌آموخته‌ها و افزونگی اندوخته‌های زیست‌بومی و اجتماعی ضروری است (کر و چانگ ۲۰۰۱؛ وانگ و همکاران ۲۰۱۶). در

سنگی ملاتی برای مهار کردن فرسایش و رسوب، مهار سیلاب، و حفاظت آب و خاک است.

مواد و روش‌ها

شهرستان منوجان در استان کرمان در ارتفاع ۳۴۲ m از تراز دریا، با بیشینه و کمینه دمای 50°C و -3°C ، با پهنه‌ی 7500 km^2 ، از جنوب و غرب با شهرستان رودان در استان هرمزگان، از شمال با شهرستان کهنوج، و شرق با شهرستان قلعه‌کنج استان کرمان همسایه است (شکل ۱). به دلیل نزدیکی به دریا آب‌وهوای آن بیش‌تر گرمسیری و مرطوب با رطوبت تا ۶۰ تا ۵۹٪ در فصل‌های گوناگون است. فصل بارندگی از دی تا بهمن است، و در تابستان هم کم‌وبیش در تأثیر باران‌ها و طوفان‌های موسمی از اقیانوس هند است. شهرستان منوجان بیش‌تر در واحد دشت است و شیبی آرام به سوی جنوب دارد. در این دشت چند جریان سطحی موقتی و فصلی از شمال، غرب و شرق به سوی مرکز آن جریان دارد. پهنه‌ی آبگیر دشت در محل خروج از آن 1870 km^2 است که حدود ۸۰٪ آن کوه و بخش دیگر آن دشت است. پهنه‌ی دشتی این منطقه به حدود 500 km^2 می‌رسد.

موجود می‌تواند اندازه‌ی آب‌دهی اوج را تا ۲۶/۶٪ کاهش دهد. شيام و همکاران (۲۰۲۰) اثرهای طرح‌های آبخیزداری را در منطقه‌ی تیلانگانای هند شامل ۱۴ سد کوتاه، ۹۷ سازه‌ی مهارکننده‌ی خندق، و یک تورسنگ با روش افزوده‌ی اقتصادی بررسی کردند. نتیجه‌ها نشان داد که این کنش‌ها موجب افزایش یافتن تراز آب زیرزمینی، کارکرد سطح زیرکشت پنبه، درآمد کشاورزان، توسعه‌ی اقتصادی، و امنیت غذایی در منطقه، و کاهش یافتن خشک‌سالی و فقر شد. در شهرستان منوجان استان کرمان مانند دیگر منطقه‌های کشور طرح‌های آبخیزداری زیادی انجام گرفته است، ولی اندازه‌ی اثربخشی و کارکرد این طرح‌ها تاکنون ارزیابی نشده است. آگاهی از اندازه‌ی اثربخشی هر طرح برای مجریان آن اهمیت ویژه‌ی دارد، زیرا با شناختن کلی اندازه‌ی آن، ضمن آگاهی از اندازه‌ی رسیدن به هدف‌های اولیه، خوبی‌ها و بدی‌های مرتبط شناسایی می‌شود، و برای اصلاح بدی‌ها، بازنگری در شیوه‌ی اجرا، یا حتی نوع کنش‌های اجرایی تصمیم‌گیری می‌شود. هدف این پژوهش بررسی اثربخشی کنش‌های آبخیزداری در شهرستان منوجان است، تا این کنش‌ها بررسی، و تأثیر آن‌ها ارزیابی شود. بیش‌ترین طرح‌های آبخیزداری در این شهرستان سدهای کوتاه یا بندهای



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان منوجان در استان کرمان و کشور.

منطقه انجام شد. داده‌های بارش، آب‌دهی جریان، و دیگر اطلاعات از سازمان‌های مربوط گرفته شد. در آغاز درستی داده‌ها ارزیابی شد. برای بازسازی کم‌بودها و برطرف کردن آن، و مشخص کردن هم‌گنی داده‌ها نرم‌افزار SPSS به کار گرفته شد. برای بررسی اثرهای کمی کنش‌های آبخیزداری روش‌های جرم مضاعف، منحنی تداوم جریان و منحنی رسوب مخزن سد به کار گرفته شد. برای بررسی این اثرها بر کاهش سیل، ویژگی‌های گی‌تاشناسی شهرستان به همراه نقشه‌ی کاربری

کنش‌های آبخیزداری در شهرستان منوجان از سال ۱۳۸۵ انجام می‌شده است. برای ارزیابی اثربخشی آن‌ها، داده‌ها و اطلاعات طرح‌ها و دیگر اطلاعات منطقه برای بازه‌های زمانی بعد و قبل از اجرای طرح‌های آبخیزداری شامل بارش، روان‌آب، و سطح زیرکشت با رابطه‌ی کوکران و به‌شیوه‌ی بانک اطلاعاتی در نرم‌افزارهای Excel و SPSS جمع‌آورده شد. جمع‌آوری داده‌ها از راه مشاهده‌ی مستقیم، بررسی اطلاعات و مدرک‌های موجود، مصاحبه با مجریان و بهره‌برداران طرح، و بازدید از

زمین، و گروه‌های آب‌شناختی خاک برای مشخص کردن شماره منحنی در سال‌های قبل و بعد از اجرا استخراج، و آب‌دهی اوج سیل در دوره برگشت‌های گوناگون محاسبه شد. داده‌های نیازداشته برای تحلیل اقتصادی کنش‌های آبخیزداری مانند اندازه سودمندی انتظارداشته در منطقه‌های خاصی که طرح در آن اجرا شده است، ارزش سودمندی انتظارداشته، عمر مفید انتظارداشته طرح، هزینه‌های مستقیم و نامستقیم به‌دست‌آمده از اجرای طرح، و نرخ بهره سرمایه بود. در ارزیابی اقتصادی طرح‌ها روش سود به هزینه به کار برده شد. پس از محاسبه هزینه‌های اجرا، هزینه‌های نگهداری و درآمدها، و با در نظر گرفتن نرخ بهره و نسبت سود به هزینه در یک مقطع مشخص، برآورد شد (رابطه ۱).

نرخ بهره و درآمدها، و با در نظر گرفتن نرخ بهره و نسبت سود به هزینه در یک مقطع مشخص، برآورد شد (رابطه ۱).

$$V_0 = R \frac{[l - (l+i)^{-n}]}{i} \quad 2$$

شرح کنش‌های آبخیزداری انجام‌شده در شهرستان منوجان در جدول ۱ آورده شده است.

نتایج

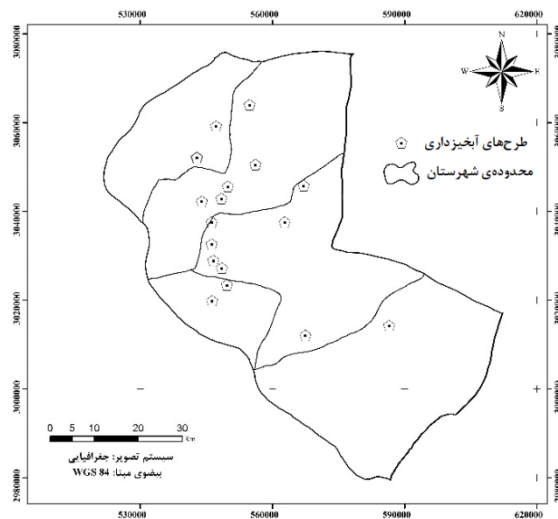
شرح کنش‌های آبخیزداری انجام‌شده در شهرستان منوجان در جدول ۱ آورده شده است.

$$N.P.W = \sum_{t=1}^n \frac{B_n - C_n}{(l+i)^n} \quad 1$$

جدول ۱- خلاصه‌ی کنش‌های آبخیزداری انجام‌شده در شهرستان منوجان.

| کنش‌های زیستی (m ³) | سنگ و ملات (m ³) | کنش‌های خاکی (m ³) | تورسنگ (m ³) | کناره چینی (m ³) |
|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| ۶۰ | ۲۸۶۷۶ | ۱۸۰۵۰۰ | ۵۰ | ۷۲۸ |

(کپه‌کاری و بدریاشی)



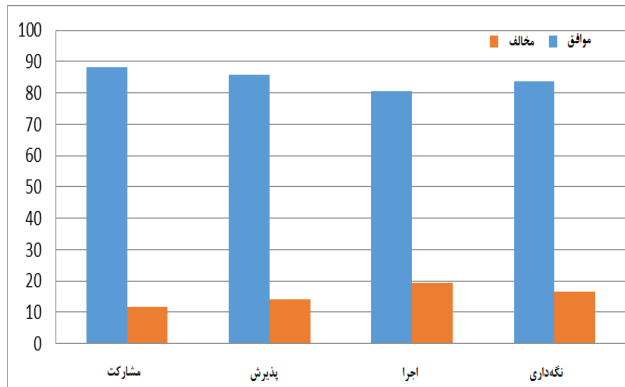
شکل ۲- موقعیت مکانی کنش‌های اجرایی آبخیزداری در شهرستان منوجان.

۹/۷٪ از مردم منطقه آگاهی بسیار خوبی از کنش‌های آبخیزداری و اهمیت آن‌ها داشتند. آگاهی ۲۰٪ از آنان متوسط، ۲۵٪ کم، و ۱۵/۰۵٪ هیچ بود. با تحلیل پرسش‌نامه‌ها مشخص شد که آگاهی مردم از تأثیر کنش‌های آبخیزداری بر کاهش سیلاب، کاهش گل‌آلودگی، جلوگیری از مهاجرت روستاییان،

صد پرسش‌نامه با رابطه‌ی کوکران و پژوهش حضوری و اطلاع از جامعه‌ی آماری، میان مردم محلی با تراز آموختگی گوناگون (۲ دکترا، ۳۰ کارشناسی ارشد، ۵۰ کارشناسی، ۱۸ دیپلم)، و کارشناسان و متخصصان پخش کرده‌شد. نتیجه‌ی تحلیل داده‌های مصاحبه‌ی مستقیم و پرسش‌نامه نشان داد که

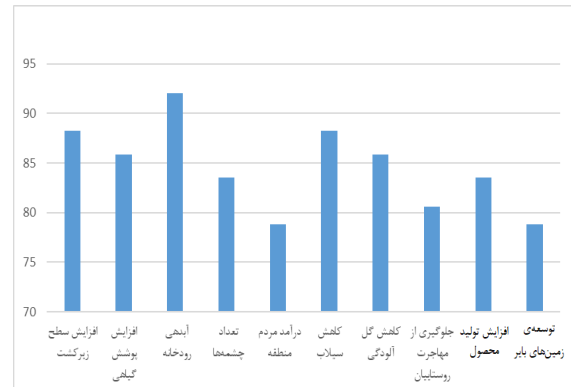
ارزیابی اقتصادی و اثربخشی اجرای کنش‌های آبخیزداری به روش کمی....

از طرح‌های آبخیزداری هیچ شخصی گمارده نشده است، و ۸۳/۵۳٪ از مردم نیز گمان می‌کردند که از این طرح‌ها نگهداری نمی‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- نظرات آبخیزنشینان در باره‌ی پذیرش کنش‌های آبخیزداری، اجرای آن، مشارکت در آن، و نگهداری از آن.

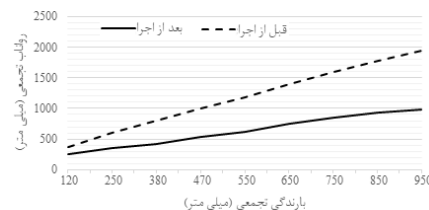
افزایش تولید محصول، و توسعه‌ی زمین‌های بایر زیاد، و تأثیر افزایش درآمد و افزایش تعداد چشمه‌ها کم‌تر بود (شکل ۳). ۸۰/۵۸٪ از مردم منطقه معتقد بودند که اثرکنش‌های آبخیزداری مثبت است، و ۱۹/۴۲٪ آن را بی‌اثر می‌دانستند. برای نگهداری



شکل ۳- نتیجه‌ی تأثیر کنش‌های آبخیزداری در شهرستان منوجان.

کنش‌های آبخیزداری است (شکل ۳). به دلیل این که شیب خط برازش یافته بر منحنی بعد از کنش‌ها کم‌تر از شیب قبل از کنش‌ها بود، نتیجه‌ی منحنی جرم مضاعف قبل از کنش‌های آبخیزداری تأثیر مثبت کنش‌ها را نشان می‌دهد.

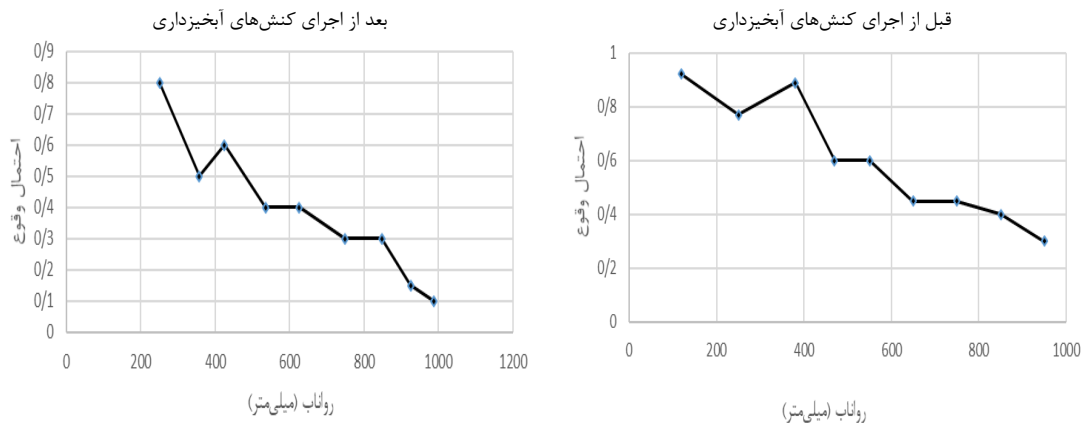
در روش جرم مضاعف اندازه‌های تجمعی بارندگی و اندازه‌های تجمعی روان‌آب به محور مختصات برده، و خط بهینه برازش داده شد. خط‌های برازش یافته بر نقطه‌های منحنی در قبل و بعد از نقطه‌ی شکستگی بیان‌گر تأثیر مثبت یا منفی



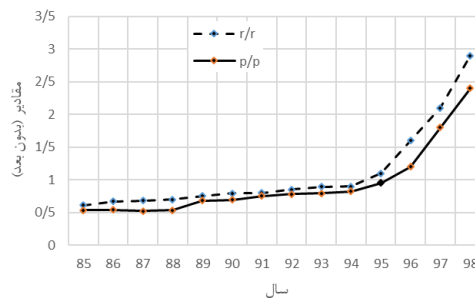
شکل ۵- منحنی‌های جرم مضاعف قبل و بعد از اجرای کنش‌های آبخیزداری در شهرستان منوجان.

منحنی تداوم جریان یکی از روش‌های ارزنده است، با اطلاعاتی مفید که همه آبدهی‌های رود (کم، زیاد، و جریان سیلابی) را نمایش می‌دهد. این منحنی رابطه‌ی میان اندازه‌های آبدهی و درصد زمانی را (که این آبدهی مساوی یا بیش‌تر از آن است) نمایش می‌دهد. به عبارت دیگر، رابطه‌ی میان بزرگی و فراوانی آبدهی رود را نشان می‌دهد (اسماختین ۲۰۰۱).

در نقطه‌ی شکستگی در نمودار شکل ۵ مشاهده می‌شود شیب خط برازش یافته بر نقطه‌های منحنی در بعد از نقطه‌ی شکستگی کم‌تر از شیب خط برازش یافته بر نقطه‌های منحنی در قبل از این نقطه است، و مهم‌ترین تغییر به وجود آمده در منطقه در دوره‌ی بررسی ناشی از کنش‌های آبخیزداری بود. زمان تغییرها نیز با زمان پایان یافتن آن‌ها هم‌خوانی داشت، و شرایط آبخیز نیز از ثبات نسبی داشت.



شکل ۶- منحنی‌های تداوم جریان قبل و بعد از اجرای کنش‌های آبخیزداری در شهرستان منوجان.



شکل ۷- وضعیت سازگان (رژیم) آبی در شهرستان منوجان.

آب‌دهی در قبل و بعد از کنش‌ها نشان می‌دهد که اندازه‌ی روان‌آب در بعد از کنش‌ها در برابر دوره‌ی برگشت‌های کم افزایش، و در برابر دوره‌ی برگشت‌های زیاد کاهش یافت. این نشان‌دهنده‌ی تأثیر مثبت کنش‌های آبخیزداری بر کاهش سیل‌های مخرب و خشک‌سالی است.

برای افزایش تولید یا بازده کشاورزی در واحد سطح همه‌ساله اندازه‌های زیادی از نهاده‌های گوناگون مانند کود، سم، و دستگاه‌های گوناگون با هزینه‌های کلان به کار گرفته می‌شود. اگر دانسته‌های حفاظت خاک و آبخیزداری به کار گرفته نشود، این سرمایه‌گذاری‌ها بازده اقتصادی کافی نخواهد داشت. مهم‌ترین اثر ساخت و اجرای طرح‌های آبخیزداری در شهرستان منوجان، بهبود یافتن وضعیت اقتصادی و افزایش یافتن سطح زیر کشت محصول‌های زراعی و باغی بوده است (جدول ۲).

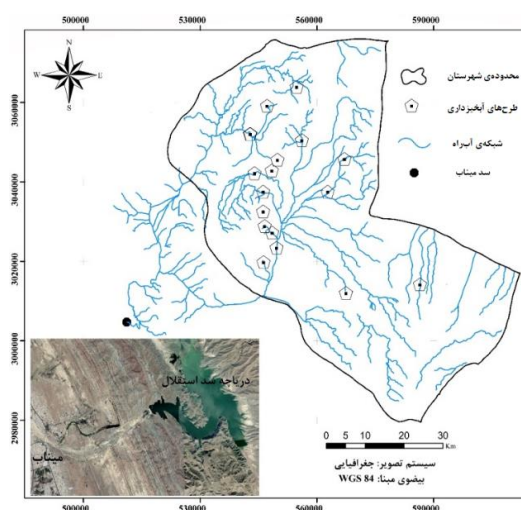
منحنی سازگان آبی نیز نشان می‌دهد که اثر کنش‌های آبخیزداری بر واکنش آب‌شناسی و حوزه به بارندگی مثبت، و بر کاهش سرعت روان‌آب تأثیرگذار بود. در برابر بارندگی همسان در پیش و پس از کنش‌ها، اندازه‌ی روان‌آب تولیدشده کاهش یافت. از بررسی دو نمودار تداوم جریان در قبل و بعد از کنش‌ها می‌توان دریافت که در قبل از آن احتمال روی‌داد سیلاب با آب‌دهی زیاد در منطقه بیش‌تر از بعد از آن، و احتمال روی‌داد کم‌آبی (خشک‌سالی آب‌شناختی) در قبل از آن بیش‌تر بود. این نشان‌دهنده‌ی تهدید محتمل‌تر سیل یا خشک‌سالی در منطقه در قبل از کنش‌ها است. این اندازه‌های حد در دوره‌ی پس از کنش‌ها تا حد زیادی تعدیل شد. نتیجه‌های این بخش ضمن تأیید کردن کارکرد مثبت کنش‌های آبخیزداری در منطقه، مؤید توانایی روش منحنی تداوم جریان در تحلیل کمی روی‌دادهای آب‌شناختی در دوره‌های گوناگون است. مقایسه‌ی اندازه‌های

جدول ۲- کل تولید و سطح زیرکشت محصول شهرستان منوجان قبل و بعد از اجرای کنش‌های آبخیزداری (منبع: نگارنده).

| محصول | قبل (Kg) | بعد (Kg) | افزایش سطح زیرکشت (ha) |
|-----------|-------------|-------------|---------------------------|
| گندم | ۳۸۳۳۲۶۵ | ۴۳۵۴۵۶۵ | ۳۰ |
| کلزا | ۱۷۰۵۰۰ | ۲۶۳۵۰۰ | ۳۰ |
| سیب‌زمینی | ۱۱۸۴۰۰۰۰ | ۱۱۹۲۰۰۰۰۰ | ۲۰ |
| ذرت | ۱۱۰۰۰۰۰ | ۱۳۷۵۰۰۰ | ۵۰ |
| خیار | ۶۸۴۰۰۰۰ | ۸۵۵۰۰۰۰ | ۳۰۰ |
| مرکبات | ۸۰۰۰۰۰۰ | ۹۰۰۰۰۰۰ | ۵۰۰ |

جمله در شهرستان منوجان موجب کاهش رسوب وارد شده به سد شده است. این کنش‌ها موجب کاهش آلودگی سیلاب در منطقه شده است، و از آنجا که حجم بسیار زیادی از رسوب وارد شده به مخزن سد نتیجه‌ی سیلاب‌های مخرب است می‌توان نتیجه گرفت که طرح‌های آبخیزداری این منطقه با کم کردن آلودگی اوج موجب آرام کردن جریان سیلابی می‌شود، و حجم کم‌تری از رسوب را به پایین دست به سوی مخزن سد استقلال میناب می‌برد (شکل ۸).

سد استقلال میناب با حجم مخزن اولیه‌ی 350 Mm^3 و حجم مفید 270 Mm^3 از نوع سدهای بتنی وزنی پایدار در چهار کیلومتری شرق شهرستان میناب بر رود میناب در 1362 با هدف تأمین کردن آب آشامیدنی شهرستان بندرعباس، تأمین آب برای 14670 ha زمین‌های پایین دست در شهرستان میناب، صنعت، مهار سیلاب، و تغذیه‌ی مصنوعی به بهره‌برداری رسید. اندازه‌ی فرسایش سالانه در آبخیز سد حدود 40 T/yr است. اجراشدن کنش‌های آبخیزداری در زیرحوزه‌های آن از



شکل ۸- موقعیت طرح‌های آبخیزداری اجراشده در شهرستان منوجان نسبت به سد استقلال میناب.

مهم‌ترین اثرهای اقتصادی کنش‌های آبخیزداری در شهرستان کاهش هزینه‌های مستقیم و نامستقیم برای سد میناب است. افزایش تولید علوفه نشان‌دهنده‌ی اندازه‌ی سودهای انتظارداشته در کنش‌های زیستی است (جدول ۳).

سرشاخه‌ی مهم رود میناب در شهرستان منوجان است (شکل ۸) که به کمک کنش‌های آبخیزداری اجراشده محافظت می‌شود. تله‌اندازی رسوبات آورده با جریان در پشت بندهای اصلاحی ساخته‌شده از ورود رسوب به سد استقلال میناب جلوگیری می‌کند، و اندازه‌ی آن بسیار کم می‌شود. یکی از

شد. بنابراین ارزش خالص فعلی و نسبت سود به هزینه برای کنش‌های زیستی در جدول ۴ آورده شده است.

ارزش سودمندی‌های انتظارداشته با در نظر گرفتن قیمت واحد علوفه (به میانگین ۸۴۷۵ ریال به ازای هر کیلوگرم)، عمر مفید کنش‌ها و مجموع هزینه‌های مستقیم و نامستقیم نیز محاسبه

جدول ۳- سودهای به‌دست آمده از اجرای کنش‌های زیستی (نهال‌کاری و بذرپاشی) در شهرستان منوجان.

| حجم کنش‌ها (هکتار) | تولید علوفه‌ی برداشتنی (Kg/ha) | افزایش تولید علوفه بر اثر کنش‌ها (Kg/ha) |
|-----------------------|-----------------------------------|--|
| ۶۰ | ۱۲۰ | ۳۸ |

هم‌خوانی دارد. منحنی‌های سازگان (رژیم) آبی و تداوم جریان برای دوره‌ی زمانی قبل و بعد از اجرای کنش‌های آبخیزداری نشان می‌دهد که آن‌ها موجب واکنش آبی در منطقه شده است، به طوری که توانسته است جریان رود را آرام‌تر کند، و موجب نفوذ کردن جریان سطحی و کاهش اندازه‌ی تولید روان‌آب شود، که با مطالعه غفاری و همکاران (۲۰۱۷) و (یثربی و همکاران ۲۰۱۰) و (کر و چانگ ۲۰۰۱) هم‌خوانی دارد. کنش‌های آبخیزداری موجب افزایش سطح زمین‌های زیرکشت شده است، که خود موجب رونق گرفتن کشاورزی و اقتصادی ساکنان منطقه می‌شود. این کنش‌ها موجب کاهش آب‌دهی سیلاب در منطقه شده است، و از آن‌جا که منشاء حجم بسیار زیادی از رسوب وارد شده به مخزن سد میناب از شهرستان منوجان است، اجرای این طرح‌ها با کم کردن از آب‌دهی اوج موجب شده است که حجم کم‌تری از رسوب به مخزن سد استقلال میناب برده شود (جدول ۲). کنش‌های آبخیزداری از نظر ارزیابی اقتصادی با دو معیار ارزش خالص کنونی و سود بر هزینه توجیه اقتصادی دارد، و تأثیر اقتصادی آن مثبت است (جدول ۴)، که با پژوهش تیموری و عمرانی (۲۰۱۰) هم‌خوانی دارد. به دلیل دشواری‌هایی مانند دوره‌ی کوتاه چندساله‌ی قبل و بعد از اجرا، تداوم پایش برای دست‌یابی به داده‌های درازمدت، و بررسی کارکرد درازمدت کنش‌های آبخیزداری در منطقه پیشنهاد می‌شود. بر انجام پژوهش‌های همسان در دیگر جاهای کشور با گستردگی بیشتر و با روش‌های ارزیابی اقتصادی و روش‌های کیفی تأکید می‌شود. کنش‌های آبخیزداری اجرا شده در شهرستان منوجان به دلیل ویژگی‌های اقلیمی، خاک، اندوخته‌های آب، و شرایط اقتصادی اجتماعی توجیه اقتصادی دارد، و نقش مهمی در کاستن از روان‌آب و فرسایش خاک، و افزودن بر درآمد مردم داشته است.

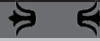
به طور کلی هدف اصلی از کنش‌های زیستی جاگرفتن پوشش گیاهی برای جلوگیری از هدررفت خاک، افزایش نفوذ بارش و کاهش روان‌آب سطحی است. به دلیل شرایط گیتاشناسی و پستی‌بلندی منطقه انجام کنش‌های زیستی موجب مهار کردن و کاستن از سیلاب و افزودن بر تاج پوشش گیاهی برای حفاظت خاک شده است. جدول ۳ و ۴ نشان می‌دهد که کنش‌های آبخیزداری انجام شده موجب افزایش تولید علوفه و افزایش سطح زیرکشت نیز شده است. از دیدگاه معیارهای بررسی شده (جدول ۴) اجرای این کنش‌ها ارزش و اثر مثبت اقتصادی داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش اثربخشی کنش‌های آبخیزداری با روش‌های کمی و کیفی ارزیابی شد. همه‌ی داده‌های لازم از سازمان‌ها گرفته شد، یا با مصاحبه‌ی حضوری و تکمیل پرسش‌نامه جمع‌آوری شد. در بخش کیفی ضمن بهره‌گیری از پرسش‌نامه، بازدید مستقیم در منطقه نیز شد، و در بخش کمی به روش‌های منحنی جرم مضاعف، رژیم آبی، و منحنی تداوم جریان، و ارزیابی اقتصادی با دو معیار ارزش خالص کنونی و سود بر هزینه انجام شد. نتیجه نشان داد که ۸۰/۵۸٪ از مردم منطقه معتقد بودند که کنش‌های آبخیزداری انجام شده در منطقه اثرهای مثبت دارد، و ۱۹/۴۲٪ آن را بی اثر مثبت می‌دانستند. این اثرها کاهش سیلاب، کاهش گل‌آلودگی، جلوگیری از مهاجرت روستاییان، افزایش تولید محصول، و گسترش زمین‌های بایر، افزایش درآمد مردم، افزایش پوشش گیاهی، آب‌دهی رودها، و افزایش تعداد چشمه‌ها است. نظر مردم در باره‌ی پذیرش کنش‌های آبخیزداری و مشارکت در اجرای این طرح‌ها، و اندازه‌ی آگاهی آنان در این باره بسیار خوب بود. نتیجه‌ی منحنی جرم مضاعف نیز بیان‌گر اثر مثبت و کارایی مناسب کنش‌های آبخیزداری است، که با نتیجه‌ی صادقی و همکاران (۲۰۰۶) و زارع چاهوکی و همکاران (۲۰۱۳)

- Ahmadi H. 2008. Monitoring and evaluation of the most important process in sustainable watershed management. 4th Iranian Conference on Watershed Management Science and Engineering Watershed Management. Karaj. Faculty of Natural Resources. University of Tehran. (In Persian).
- Ahmadi H, NazariSamani A, Qudusi J. 2003. Presenting a model for evaluating watershed management plans. *Natural Resources of Iran*. 56(4): 330–350. (In Persian).
- Das K, Kara A. 2011. The role of local institutions in sustainable watershed management: Lessons from India. *Development in Practice*. 21(2): 255–268.
- Ghaffari G, Ahmadi H, Bahmani A, Nazari Samani J. 2017. A study of the performance of watershed management measures in the Kan-Solghan Watershed. *Rangeland and Watershed Management Journal*. *Iranian Journal of Natural Resources*. 70(1): 169–180. (In Persian).
- Hasani H, Maleki M, Socio. 2020. Economic evaluation of watershed plans on the watershed residents (Case study: Hasanabdal Basin- Zanjan Province). *jwmr*. 2020. 11 (21):143–153. (In Persian).
- Hassani H, Maleki. 2019. Assessing the socio-economic effects of watershed management projects from the perspective of stakeholders (Case study: Hassan Abdal Watershed - Zanjan Province). *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*. 13(45): 62–54. (In Persian).
- Heshmati M, Nowruz M, Sanei P, Shadfar M, Goodarzi M. 2019. Evaluation of implemented watershed management projects from the perspective of villagers in the resin basin of Kermanshah Province. *Journal of Watershed Engineering and Management*. 11(1): 101–111. (In Persian).
- Johnson RC. 1993. Effects of foresting on suspended solids and bed load yields in the Balquhiddar Catchments. *Journal of Hydrology*. 145: 403–417.
- Kalhor M. 2007. Technical and economic evaluation of watershed management projects in Jajroud Watershed. Master Thesis in Watershed Management. Faculty of Natural Resources. University of Tehran. 90 p. (In Persian).
- Kerr J, Chung K. 2001. Evaluating watershed management projects. *Water Policy*. 3:537–554. Knowledge. I. Malekinejad H. Razavi J. 1391. Evaluation of watershed management measures in reducing the occurrence of Flood (Case study of Mahabad Dam Watershed - Kotar Basin). The Second Conference on Crisis Management in the Construction Industry. Vital Arteries and Underground Structures. Natural Crisis Engineering Research Center. Index Builders. Isfahan. 10 p. (In Persian).
- Mosesshyam D, Anantha K, Wani SP, Raju K. 2020. Impacts of integrated watershed development using economic surplus method. In *Community and Climate Resilience in the Semi-Arid Tropics*. pp. 119–142.
- Roshani R. 2003. Evaluating the effect of check dams on flood peaks to optimize the flood control (Kan case study in Iran). International institute for geo information science and earth observation enschede. The Netherlands. 43 p. (In Persian).
- Rouhanizadeh S, Lajevardi M, Thorati M, Kaviani A. 2016. Quantitative and qualitative evaluation of the effect of watershed management operations on reducing the rate of erosion and sedimentation (Case study: Baranjestanak Dam Watershed in Ghaemshahr). *Journal of Watershed Management Extension and Development*. Fourth Year. No. 13. 61–53. (In Persian).
- Russo T, Alfredo K, Fisher K. 2014. Sustainable water management in urban. *Agricultural and Natural Systems*. *Water*. 6: 3934–3956.

- Reena M, Siwach A, Singh. 2019. Impact of watershed development programmers on livelihood conditions of Farmers in Haryana. *Journal of Rural Development*. 38(1): 144–170.
- Shi ZHLAi, Fang NF, Zhu HD. 2012. Modeling the impacts of integrated small watershed management on soil erosion and sediment delivery: A case study in the Three Gorges Area. *China. Journal of Hydrology*. 438–439: 156–167.
- Smakhtin VU. 2001. Low-flow hydrology: A review. Elsevier. *Journal of Hydrology*. 240:147–186.
- Teymouri M, Omrani M. 2010. Investigating the performance of watershed management projects (Case study: Klidar Watershed). Sixth National Conference on Watershed Management Science and Engineering and Fourth National Conference on Wetland Erosion. May 8 and 9. Faculty of Natural Resources and Marine Sciences. Noor. Mazandaran. 6 p.
- Kuntyawichaik .2014. Effectiveness of unbolt retina and lam pao reservoirs for Flood Mitigation in the downstream area of the Chi River Basin Using HEC-HMS Model. In *Advanced Materials Research*. 931: 785–790.
- Noorali M, Ghahraman B. 2016. Assessment of watershed management projects on flood hydrograph using HEC-HMS Model (Case study: Goosh-Bahreh Watershed). *Journal of Watershed Management Research*. 7(13):60–71. (In Persian).
- Yasrebi B, Noor Mohammadi F, Isanloo H. 2010. Watershed management: Sustainable basin management (Quantitative Assessment of Watershed Management Measures in Golgol Watershed-Ilam Province). Proceedings of the Sixth National Conference on Watershed Management Science and Engineering and the Fourth National Conference on Erosion and Sediment. Faculty of Natural Resources and Marine Sciences. Tarbiat Modares University. May 8 and 9. 8 p. (In Persian).
- Wang GSh, Mang H, Cai Sh, Liu Zh, Zhang L, Wang J, Innes L. 2016. Integrated watershed management: Evolution. development and emerging trends. *Journal of Forestry Research*. 27(5): 967–994.
- Zareh Chahouki A, Salajegheh A, Mahdavi M, Khalighi Sigaroodi, Asadi S. 2013. Regional model of flow continuity curve of watersheds without statistics of dry areas (Case study: Central Iran). *Journal of Rangeland and Watershed Management*. Iranian Journal of Natural Resources. 66(2): 265–251. (In Persian).



Watershed Management Research

VOL. 35, No.2, Ser. No: 135, Summer 2022, pp. 60 -70
DOI: 10.22092/WMRJ.2022.354192.1402

Research Paper



Economic and Effectiveness Evaluation of Watershed Management Measures by Quantitative and Qualitative Methods in Manojan, Kerman

Mozafar Soltaninezhad

Ph.D. Candidate, Department of Forest, Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Ali Akbar Mehrabi

(Corresponding Author)* Professor Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Hasan Ahmadi

Professor Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Corresponding Author Email: amehrabi@ut.ac.ir

Received: 01 May 2021

Accepted: 03 November 2021

Abstract

The most important goal of watershed management is soil and water conservation, flood reduction, and vegetation enhancement. Analyzing and evaluating the performance of watershed management measures, like other development projects, seems necessary for their economic justification. In this study, in order to evaluate the effectiveness of watershed management measures in Manojan city, Kerman. Quantitative methods include double mass curve, flow continuity curve, and hydrological regime. Qualitative methods include face-to-face interviews and completing a questionnaire. Also, the economic evaluation of these projects was performed using two criteria of net present value (NPW or NPV) and profit to cost ratio (B/C). For this purpose, data related to rainfall and runoff in the years before and after the implementation of the place, and questionnaires were collected and analyzed using Excel and SPSS software. The results showed that the double mass curve shows the positive effect of watershed management on decreasing runoff rate and the current continuity curve shows the relaxation of the flow and the effect of these measures in reducing peak discharges. Qualitative results also indicate that 80.58% of people in the region believe that watershed management measures had positive effects and 19.42 no positive effects. According to NPW and B/C criteria, watershed management measures implemented in Manojan city have economic justification and have a positive economic impact. In general, the positive effectiveness of watershed management measures in soil and water protection in the study area has been confirmed qualitatively and quantitatively.

■ **Keywords:** B/C, hydrological regime, Manojan, NPW, watershed ■