پژوهش‌های آبخیزداری

دوره‌ی ۳۵، شماره‌ی ۴، شماره‌ی پیاپی ۱۳۷، زمستان ۱۴۰۱، صفحه‌های ۷۶-۶۳
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/wmrj.2022.358221.1462

مقاله‌ی پژوهشی

CC BY

ارزیابی کارکرد کنش‌های زیستی در آبخیز بوشکان استان بوشهر

محمد شعبانی
(نویسنده‌ی مسئول)* استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران
تلفن همراه: ۰۹۱۷۷۰۵۹۹۱۶
شایسته احمدزاده‌ریشهری
دانش‌آموخته‌ی کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران

*رایانامه‌ی نویسنده‌ی مسئول: mshabani577@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۰ فروردین ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: ۳۱ خرداد ۱۴۰۱

چکیده
مدیران و دستگاه‌های اجرایی همواره بر ارزیابی کنش‌های سازه‌یی و زیستی در آبخیزها تاکید کرده‌اند. برای دست‌یابی به آن نیاز به روی‌کردی یک‌پارچه در ارزیابی و مدیریت است، که در آن فرآیندها و همه‌ی اثرهای فیزیکی، اقتصادی، و اجتماعی در نظر گرفته شود. هدف از انجام این پژوهش ارزیابی اثر کنش‌های زیستی انجام‌شده بر پایه‌ی معیارهای فیزیکی، اقتصادی، و اجتماعی در آبخیز بوشکان در شرق استان بوشهر است. چهار گزینه‌ی اجراشده‌ی کنش‌های زیستی در منطقه شامل نهال‌کاری، نهال‌کاری همراه با ساخت هلالی‌های آبگیر (چاله‌ی فلسی)، شیارزنی، و شیارزنی همراه با نهال‌کاری مشخص شد. برای ارزیابی گزینه‌ها، شاخص‌های معیاری فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی هر گزینه محاسبه شد. پس از بمعیارکردن شاخص‌ها و وزن‌دهی به آن‌ها به روش دلفی، گزینه‌ها اولویت‌بندی شد. نتیجه‌ی تحقیق نشان داد که گزینه‌ی شیارزنی همراه با نهال‌کاری، نهال‌کاری همراه با ساخت هلالی‌های آبگیر، نهال‌کاری، و شیارزنی به‌ترتیب با مساحت‌های ۱۶۵۵۴، ۲۱۵۵، ۹۶۵۵ و ۴۲۸ هکتار و وزن‌های ۰/۸۷۸، ۰/۷۴۱، ۰/۷۰۱ و ۰/۶۴۹ در اولویت‌های اول تا چهارم است. ازین‌رو نتیجه گرفته می‌شود که گزینه‌ی شیارزنی همراه با نهال کاری در آبخیز بوشکان بهترین گزینه است. بنابراین با کمک روی‌کرد گزینه‌سازی و ارزیابی گزینه‌های مدیریت زیستی، برنامه ریزان و بهره‌برداران آبخیزها می‌توانند پس از آگاهی از نتیجه‌ی کنش‌های گوناگون برترین گزینه‌های ممکن را انتخاب کنند. پیشنهاد می‌شود شاخص‌ها، معیارها، و دیگر روش‌های اولویت‌بندی نیز برای بررسی اثرهای اجرای گزینه‌های کنش‌های زیستی با در نظرگرفتن همه‌ی محدودیت‌ها در آبخیزها به‌کار برده‌شود.

واژگان کلیدی:آبخیز بوشکان، ارزیابی، اولویت‌بندی، روش دلفی، کنش‌های زیستی

مقدمه

به‌کاربردن بهینه‌ی اندوخته‌های آب و خاک بدون در نظرگرفتن معیارها و جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی، و ویژگی‌های فیزیکی آن ها امکان‌پذیر نیست (مددی و ملکی ۲۰۱۸). برای بررسی هرچه بهتر آبخیزها با این معیارها، این نیاز احساس می‌شود که کارآیی این سامانه در چارچوب مناسب مدیریتی بررسی شود. در بیش‌تر برنامه‌های مدیریتی سعی بر این است که کنش‌های اجرایی علاوه بر داشتن توجیه اقتصادی با پذیرش مردم نیز همراه باشد، زیرا یکی از دلیل‌های شکست برنامه‌های مدیریتی در آبخیزها، نپذیرفتن کنش‌ها از سوی آبخیزنشینان است (نارندرا و همکاران ۲۰۲۱). در بیش‌تر جاهای دنیا ارزیابی کنش‌ها و برنامه‌های اجرایی در رشته‌ها و زمینه‌های گوناگون ارزش و اهمیت ویژه‌یی دارد. در سطح جهانی از برنامه‌یی استقبال علمی و عمومی می‌شود که نه‌تنها در نظریه، که در عمل نیز به ارزیابی‌های انجام‌شده پاسخ مناسبی دهد. علاوه بر این باید توانایی و ظرفیت همه‌ی سودبران درگیر در آبخیز درنظر گرفته‌شود، تا آن طرح بتواند به هدف‌های انتظارداشته دست‌یابد (سلیمان‌پور و همکاران ۲۰۲۰، واسکیتا و همکاران ۲۰۲۱). بنابراین، پایش و ارزیابی کنش‌های آبخیزداری از ابزارهای حیاتی است که اطلاعات ارزشمند و مفیدی به مدیران برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی در آبخیزها می‌دهد (جاریه و همکاران ۲۰۱۳). به گفته‌ی دیگر، با ارزیابی‌های صحیح، منطقی و همه‌جانبه می‌توان راه‌کارهای صحیح‌تر و سودآورتری برای دشواری‌ها در مقیاس‌های گوناگون پیدا کرد، و برنامه‌ریزی‌ها را بر پایه‌ی آن‌ها انجام داد (سعدالدین و همکاران ۲۰۱۰ و جاویدی و همکاران ۲۰۱۶). از آن‌جاکه دست‌یابی به مدیریت پایدار در آبخیزها نشان‌دهنده‌ی موفقیت در مدیریت اندوخته‌های طبیعی در آبخیز است، بررسی رابطه‌ی میان فرآیندهای اقتصادی، اجتماعی، و محیطی در روی‌کردهای مدیریتی اصلی مهم و پذیرفته‌شده در توسعه‌ی پایدار آبخیزها است (رحمانی و همکاران ۲۰۲۱). با مدیریت مناسب آبخیزداری، رفتارها و نگرش‌های مردم به محیط و طبیعت از دید اقتصادی و اجتماعی درست می‌شود، که سرانجام توسعه‌ی پایدار اندوخته‌های آب و خاک را به دنبال خواهد داشت (شاراما و اَسکرات ۱۹۹۵). در ایران همه‌ساله هزینه‌ی بسیاری برای بررسی سیل، فرسایش، رسوب‌گذاری، جلوگیری از تخریب پوشش سطح آبخیزها، و کاهش پی‌آمدهای نابودکننده‌ی آن‌ها در زمینه‌های پژوهشی و اجرایی صرف می‌شود. نکته‌ی مهم در اجرای طرح‌های آبخیزداری در هر منطقه اندازه‌ی اثربخشی و سوددهی آن‌ها است، که بررسی و ارزیابی آن‌ها را ضروری می‌کند. بر پایه‌ی نتیجه‌ی به‌دست‌آمده می‌توان ضمن سنجیدن بازده کنش‌های آبخیزداری، برای اجراکردن طرح‌های مشابه در دیگر آبخیزها نیز تصمیم‌گرفت (آهن و کیم ۲۰۱۷). ازین‌رو ارزیابی طرح‌های آبخیزداری برای تجزیه‌تحلیل کارکرد کنش‌ها و تدوین راه‌کارهای اصولی یکی از نیازهای پایه‌یی در این زمینه است (بهمنی و همکاران ۲۰۲۱). آگاهی از اندازه‌ی اثربخشی اجرای هر طرح برای مجریان آن اهمیت بسیاری دارد، چون با شناخت کافی از اندازه‌ی آن، ضمن آگاهی‌یافتن از اندازه‌ی دست‌یابی به هدف‌های اولیه، سودمندی‌ها و کاستی‌های مرتبط شناسایی می‌شود، و تصمیم لازم برای اصلاح‌کردن کاستی‌ها یا بازنگری در شیوه‌ی اجرا، یا حتا نوع کنش‌های اجرایی گرفته می‌شود (حاجی بیگلو و همکاران ۲۰۱۷).

بسته به هدف طرح، معیارها و شاخص‌های گوناگونی برای ارزیابی به‌کار برده می‌شود، و درستی ارزیابی بستگی به انتخاب درست و بجای این شاخص‌ها دارد (باسوکی ۲۰۱۶). روش‌ها و معیارهای ارزیابی طرح‌های زیستی آبخیزداری در کشورهای گوناگون، متفاوت است. در کشورهای پیش‌رفته معیارهای گوناگونی درنظر گرفته می‌شود، و سعی می‌شود همه‌ی جنبه‌های بوم شناسی، اقتصادی، اجتماعی، و فیزیکی به‌کار گرفته، و با نقشه‌ها و مدل‌های مناسب برآورد شود. در ایران بیش‌تر سعی می‌شود معیارهایی برای ارزیابی انتخاب شود که هم عینی‌تر باشد، و هم برآورد آن‌ها با داده‌های اندک موجود به‌راحتی امکان‌پذیر باشد. در نتیجه گاهی ناقص‌بودن معیارها و کلی‌بودن روش‌های برآورد آن‌ها در ارزیابی طرح‌های زیستی آبخیزداری در ایران به روشنی دیده می‌شود (دستورانی و شریفی‌دارانی ۲۰۰۹). معیارها و زیرمعیارهای نظارت و ارزیابی فعالیت‌ها باید ساده انتخاب شود، و از نظر علمی نیز پذیرفتنی باشد، تا فرآیندهای نظارت و ارزیابی آسان‌تر، ارزان‌تر، و سریع‌تر انجام شود (باسوکی ۲۰۱۴). روی‌کرد مبتنی بر گزینه‌ها یکی روش‌های گوناگون برای ارزیابی کنش‌های آبخیزداری است. این روی‌کرد سعی دارد با افزودن بر آگاهی کاربر و آبخیزنشینان سامانه‌ی آبخیز را بهتر به آن‌ها بشناساند، و اجازه دهد که کاربر خود گزینه‌های گوناگون مدیریتی را بررسی کند، و با انتخاب هر یک بتواند نتیجه‌ی مثبت و منفی آن را ببیند و ارزیابی کند. ناکارآمدبودن نگرش تک‌بعدی و لزوم جامع‌نگری در گرفتن بهترین تصمیم‌ها و شیوه‌های مدیریتی، بهره‌گیری از تخصص‌های گوناگون بر پایه‌ی معیارهای چندگانه‌ی کمی و کیفی، و یافتن گزینه‌های گوناگون مدیریتی را ضروری کرده‌است (کشتکار و همکاران ۲۰۱۷). درنتیجه، امروزه روش‌های تصمیم‌گیری گروهی و چندمعیاری برای ارزیابی کنش‌های آبخیزداری اهمیت خاصی

یافته است (کریمی سنگچینی ۲۰۱۸).
نتیجه‌ی بررسی طرح‌های مدیریت اندوخته‌های آب در شش کشور ایران، استرالیا، لبنان، هند، تایلند و برزیل با روش تصمیم‌گیری چندمعیاری (حاج‌کویز و هیگینس (۲۰۰۸) نشان داد که این روش برای رسیدن به گزینه‌ی مناسب از میان گزینه‌های موجود بهتر است. سعدالدین و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که روش تصمیم‌گیری چندمعیاره در بررسی اثرهای فیزیکی، اقتصادی و اجتماعی گزینه‌های مدیریت زیستی با تأکید بر دشواری‌های سیل و فرسایش خاک در آبخیز رامیان کارآ است. مرادپور و همکاران (۲۰۱۲) در تحلیل گزینه‌های مدیریت زیستی با روی‌کرد تصمیم‌گیری چندمعیاره در آبخیز وطن استان گلستان گزارش دادند که از میان چهار کنش جنگل‌زراعی، درخت‌کاری، کپه‌کاری و سکوبندی، و ۱۶ گزینه‌ی مدیریتی، گزینه‌ی جنگل‌زراعی، درخت‌کاری و سکوبندی برترین گزینه بود، که نشان‌دهنده‌ی انتخاب و تعیین گزینه‌ی مدیریتی متناسب با شرایط منطقه و آبخیزنشینان است. آیانا و همکاران (۲۰۱۵) در ارزیابی نقش کنش‌های آبخیزداری در بهبود معیشت پایدار جامعه‌های روستایی در اتیوپی با درنظر گرفتن شرایط اجتماعی، اقتصادی، و زیست‌فیزیکی همراه با شیوه‌های مدیریتی نشان دادند که اجرای ناکارآمد کنش‌های آبخیزداری از نظر مدیریت آب باران، خاک و جنگل باعث کم‌بود آب، تسریع فرسایش خاک، رسوب‌گذاری، کاهش حاصل‌خیزی خاک، و در نتیجه کاهش محصول و تولید دام در آبخیز شد. کشتکار و همکاران (۲۰۱۷) گزینه‌های گوناگون مدیریت زیستی را در آبخیز دلیچای با روش تاپسیس بررسی‌کردند. نتیجه نشان داد که گزینه‌ی فعالیت‌های مدیریت چَرا و کپه‌کاری برترین است. از میان چهار معیار سنجش گزینه‌های مدیریتیِ پیشنهادشده برای هدف، معیارهای اجتماعی، بوم‌شناسی، اقتصادی و فیزیکی به‌ترتیب در اولویت‌های اول تا چهارم بود. نتیجه‌ی راج‌کافل و مان‌شاکیا (۲۰۱۸) برای مدیریت سیلاب و بررسی رسوب در مخروط‌افکنه‌ی کوشی در نپال با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند تاپسیس، میانگین وزنی ساده[1] و حذف و انتخاب سازگار با واقعیت[2] نشان داد که از میان گزینه‌های بررسی‌شده در مدیریت خطر سیل، کاربرد نهرهای قدیمی، و برای بررسی رسوب، کاهش منطقه‌های رسوب‌زا در سرآب گزینه‌های الویت‌دار است. کریمی‌سنگچینی و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی عامل های موثر بر مشارکت مردمی و پیش‌بینی پذیرش مردمی گزینه‌های مدیریت پوشش‌گیاهی در آبخیز حبله‌رود نشان دادند که در میان گزینه‌های گوناگون مدیریتی بررسی‌شده، پذیرش جنگل‌زراعی و باغ‌کاری در دیدگاه بهره‌برداران آبخیز بیش‌ترین است. جیو و همکاران (۲۰۲۰) در ارزیابی سودمندی‌های به‌دست‌آمده از اجرای کنش‌های حفاظت آب و خاک در معدن زغال‌سنگ شندونگ در شمال‌شرقی چین با روش‌های ترکیبی بهینه‌سازی ازدحام ذره‌ها[3]، تحلیل سلسله‌مراتبی، و دلفی، و با به‌کاربردن ۱۸ شاخص از سه معیار زیست‌محیطی، اقتصادی، و اجتماعی نشان دادند که سودمندی‌های زیست‌محیطی به‌دست‌آمده از اجرای کنش‌های حفاظت آب و خاک در اولویت اول، و سودمندی‌های اجتماعی و اقتصادی در اولویت دوم و سوم است. پناهی و دشتی (۲۰۲۰) روش تاپسیس را در ارزیابی خطر محیط‌زیستی سد تنگ‌سرخ یاسوج در مرحله‌ی ساخت به‌کار بردند. بیش‌ترین اندازه‌ی خطر در ساخت تونل انحراف آب، فعالیت دستگاه‌ها، و ساخت‌وساز جاده بود. نصیر و همکاران (۲۰۲۱) در ارزیابی اثرهای اجتماعی و اقتصادی ناشی از کنش‌های حفاظتی و مدیریت اندوخته‌های آب در آب‌های زیرزمینی در پنجاب پاکستان نشان دادند که سامانه‌های آبیاری با بازده زیاد، رقم‌های مقاوم به خشکی، جای‌گزینی محصول‌های پُرآب‌بَر با کم‌آب‌بَر، به‌کاربردن خاک‌پوش، خاک‌ورزی صفر، و دیگر کنش‌های مدیریتی ممکن است موجب صرفه‌جویی در مصرف آب به‌ویژه در آب‌های زیرزمینی شود. این کنش‌ها بر بازده خالص مزرعه و درآمد سرانه تأثیر مثبت، و بر فقر مردم منطقه تأثیر منفی داشت. به‌دلیل اجراشدن گزینه‌های گوناگون کنش‌های زیستی در آبخیز بوشکان استان بوشهر و لزوم مشخص‌شدن اثرها و پی‌آمدهای آن‌ها برای مجریان و آبخیزنشینان، این پژوهش با هدف ارزیابی‌کردن اثرهای آن‌ها بر پایه‌ی معیارهای اجتماعی، اقتصادی، و فیزیکی، اولویت‌بندی آن‌ها، و انتخاب بهترین گزینه با روش وزن‌دهی دلفی انجام شد.

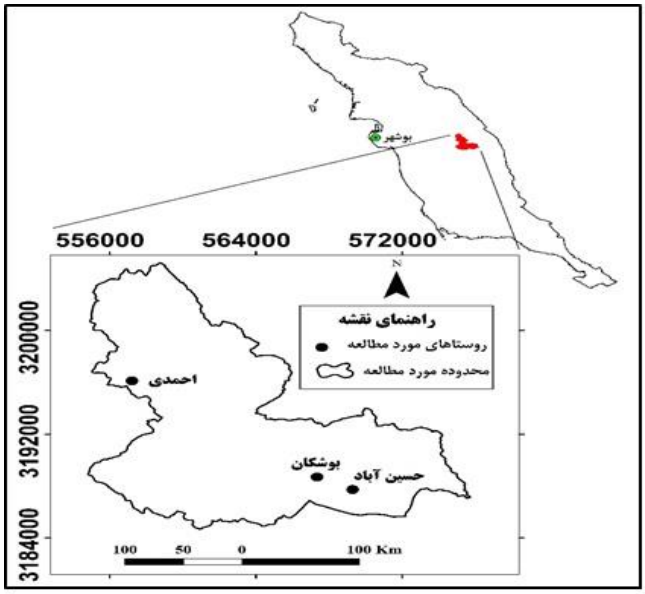
مواد و روش‌ها

ویژگی منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی بررسی‌شده بخشی از آبخیز بوشکان در شرق استان بوشهر در دامنه‌ی شمالی کوه‌سیاه، در محدوده‌ی عرض‌های ″۱۸ ′۴۷ °۲۸ تا ″۳۰ ′۵۲ °۲۹ شمالی و طول‌های ″۴۲ ′۳۳ °۵۱ تا ″۲ ′۴۷ °۵۱ شرقی و با مساحت ۲۰۸۲۸/۱۸ هکتار است (شکل ۱). بلندی میانگین کل آبخیز ۷۳۴/۴ متر، بلندی بیشینه‌ی آبخیز ۱۳۸۰ متر و

1 -Simple Additive Weighting
2 -Elimination and Choice Expressing Reality
3 - Particle Swarm Optimization

بلنـــدی کمینـــه‌ی آن ۵۵۰ متـــر از تراز آب‌های آزاد اســـت. اقلیـــم منطقه بر پایـــه‌ی ســـامانه‌ی تقســـیم‌بندی دومارتن اصلاح‌شده گرم و خشـــک بیابانی است. میانگین دمای منطقه ۲۶/۸۹ C° ،میانگین ســـرعت باد ســـالانه ۳/۰۲ متر بر ثانیه، و میانگین بارش ســـالانه ۳۰۹/۵ میلی‌متر برآورد شـــده است. این آبخیز از ســـه ناحیه‌ی کوهســـتانی، تپه‌ماهوری و دشتی تشکیل شده‌است، و آب‌راه‌ها پس از گذشتن از دشت بوشکان از آبخیـــز خارج می شـــود. در محدوده‌ی آبخیز بوشـــکان رود دائمـــی جریان نـــدارد، ازین‌رو بخـــش اعظـــم روان‌آب‌ها در فصل‌های بارندگی از آبخیز خارج، و به رود چنیر، ســـپس رود دشت‌پلنگ، و ســـرانجام به آب‌های شـــور خلیج‌فارس ریخته می‌شـــود. شکل آبخیز مستطیل کشیده، تراکم زه‌کشی آن ۱۰ کیلومتر بر کیلومتـــر مربع، و طول آب‌راه اصلی ۳۴/۷ کیلومتر است. ساختار زمین‌شناسی سازندهای داریان-گدون- فهلیان، گروه بنگســـتان، پابده گورپی، آســـماری جهرم، گچســـاران، گوری، میشان، آغاجاری، بختیاری و رسوب‌های دوران چهارم اســـت. به‌دلیل گسترش زیاد رســـوب‌های آب‌رفتی و لایه‌های آهـــک‌رس[4] ، بیش‌تـــر زمین‌ها در رده‌های حساســـیت زیاد تا خیلی زیاد، و بسیار فرســـایش‌پذیر است. خاک‌های منطقه بر پایه‌ی ســـامانه‌ی رده‌بندی آمریکایی در دو رده‌ی اِنتی‌سول[5] و اینسپتی‌سول[6] است. نفوذپذیری در بخش وسیعی از آبخیز کم تا متوسط است (اداره‌ی کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان بوشهر ۲۰۱۴).



شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی بررسی‌شده در نقشه‌ی استان بوشهر.

روش تحقیق

اطلاعـــات کتابخانه‌یی مربوط به منطقه شـــامل پژوهش‌های ویژگی‌های آبخیز[7]، هواشناسی، آب‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، زمینشناســـی، خاک‌شناســـی و پوشـــش‌گیاهی، اقتصادی، و اجتماعی جمع آورده‌شد. نقشـــه‌های نیازداشته مانند نقشه‌ی پستی‌بلندی، خاک شناسی، زمین‌شناســـی، کاربری زمین، و پوشش‌گیاهی تهیه و در جی‌آی‌اس رقومی شد. در بررسی‌های میدانی و بازدید از آبخیز با ســـاکنان شهر بوشکان، روستاهای احمدی پایین و حســـین‌آباد، و کارمندان اداره‌ی منابع طبیعی شهرســـتان دشتستان و شهر بوشـــکان مصاحبه، و گزینه‌های گوناگون کنش‌های زیســـتی اجراشـــده در آبخیز مشخص‌شد. موقعیت آن‌ها روی نقشـــه مَشـــخص، و ســـرانجام گزینه‌های مدیریتی از ترکیب پیشنهادها تدوین شد.

معیارها و شـــاخص‌های گوناگونی برای ارزیابی طرح‌ها هست. برای انتخاب معیارها و شـــاخص‌های مهم و کاربردی متناسب با شرایط محدوده‌ی پژوهشـــی و اندازه‌ی اثرگزاری هر یک از آن‌ها، پژوهش‌های مشـــابه بررسی شد (سعدالدین و همکاران، کشـــتکار و همکاران ۲۰۱۷، کریمی ســـنگچینی و همکاران

4- Marl
5- Entisol
6- Inceptisol
7- Physiography

۲۰۱۸ و راج‌کافل و مان‌شـــاکیا ۲۰۱۸). از کارشناسان و افراد خبره و باتجربه در مدیریت منابع‌طبیعی، و البته آشنا به شرایط منطقه، نظرخواهی شـــد. برپایه‌ی بـــودن اطلاعات و داده‌های کافی برای محاسبه‌ی شـــاخص‌ها، کاربردی‌ترین شاخص‌های مؤثر و مرتبط با شرایط منطقه تعیین‌شد (جدول ۱).

جدول ۱- معیارها و شاخص‌های به‌کار برده‌شده در پژوهش.

معیار	شاخص
اجتماعی	درصد پذیرش مردمی اجرای گزینه‌ها
فیزیکی	آب‌دهی اوج و اندازه‌ی فرسایش خاک ناشی از اجرای گزینه‌ها
اقتصادی	هزینه و درآمد کلی ناشی از اجرای گزینه‌ها

برای تجزیه‌تحلیل گزینه‌های گوناگون و انتخاب برترین گزینه، اندازه‌های کمی شـــاخص‌های به‌دست‌آمده‌ی معیار و وزن هر شاخص به‌روش دلفی تعیین شد. اندازه‌های بمعیارشده‌ی هر شـــاخص در وزن متناظر آن ضـــرب، و جمع وزنی امتیازهای همه‌ی شـــاخصها برای هر گزینه محاســـبه شـــد، که پایه‌ی اولویت‌بندی انگاره‌های[8] تعیین‌شده است (شکل ۲).

شکل ۲- نمودار جریانی مرحله‌های گام‌به‌گام پژوهش.

8 - Scenario

مدل‌سازی اثرهای فیزیکی به‌دست‌آمده از اجرای گزینه‌های مختلف در منطقه‌ی مورد مطالعه

از آن‌جا که هدف از انجام کنش‌های زیستی در کنار سودمندی‌های دیگر کاستن از سیل و رسوب‌زایی در منطقه است، برای مدل سازی اثرهای کنش‌های زیستی بر ویژگی‌های آب‌شناسی و فرسایش خاک دو شاخص مهم فیزیکی آب‌دهی اوج سیل، و اندازه‌ی فرسایش خاک برگزیده شد. برای محاسبه‌ی آب‌دهی بیشینه‌ی سیل روش شماره‌ی منحنی (از سازمان حفاظت خاک آمریکا) به‌کار برده شد. پس از تهیه‌ی لایه‌ها و اطلاعات نیازداشته، و رقومی‌کردن آن‌ها در جی‌آی‌اس، شماره‌ی منحنی هر یک از گزینه‌ها محاسبه، و آب‌دهی اوج سیل با آمار بیشینه‌ی بارش‌های ۲۴ ساعته محاسبه شد (سوبرامانیا ۲۰۲۰). برای محاسبه‌ی اندازه‌ی فرسایش خاک پس از رقومی‌کردن عامل‌های نه‌گانه در نرم‌افزار آرک جی‌آی‌اس و به‌کاربردن ضریب رسوب‌دهی[9]، مدل رسوب دهی MPSIAC [10] به‌کار برده شد. مرحله‌های محاسبه‌ی این دو شاخص فیزیکی پیش از این به‌تفصیل شرح داده شده‌است (شعبانی و همکاران ۲۰۰۸، سوبرامانیا ۲۰۲۰).

مدل‌سازی اثرهای اجتماعی به‌دست‌آمده از اجرای گزینه‌های مختلف در منطقه‌ی مورد مطالعه

برای مدل‌سازی اثرهای اجتماعی به‌دست‌آمده از اجرای گزینه‌ها، اندازه‌ی پذیرش مردمی اجرای هر گزینه شاخص اجتماعی درنظر گرفته، و برای ارزیابی آن پرسش‌نامه به‌کار برده شد. روش نمونه‌گیری از روستاییان روش تصادفی ساده بود، که در آن به هر عضو جامعه‌ی تحقیق شانس انتخاب‌شدن داده‌شد. برای به‌دست آوردن احتمال پذیرش فعالیت‌های مدیریتی توزیع احتمال دوجمله‌یی (رابطه‌ی ۱) به‌کار برده‌شد (کریمی‌سنگچینی و همکاران ۲۰۱۸).

۱

$$\Pr(Y_i) = \frac{n!}{Y_i!(n-Y_i)!} \times {p_i}^{yi} \times {q_i}^{n-yi} \quad (Y_i = 0,1,2,\dots n)$$

$\Pr(Y_i)$ احتمال Y_i پذیرش در nبار تلاش، n تعداد تلاش‌ها در آزمایش دو جمله‌یی، Y_i تعداد پذیرش گزینه‌ی i در n تلاش، p_i احتمال پذیرش گزینه‌ی i در هر تلاش، q_i احتمال نپذیرفتن گزینه‌ی i در هر تلاش، و i شماره‌ی گزینه است. برای تحلیل‌کردن پذیرش اجتماعی گزینه‌ها چهار تراز پذیرش ناچیز، کم، متوسط و زیاد در نظر گرفته‌شد.

مدل‌سازی اثرهای اقتصادی به‌دست‌آمده از اجرای گزینه‌های مختلف در منطقه‌ی مورد مطالعه

از آن‌جا که بررسی اثرهای اقتصادی فعالیت‌های مدیریتی از بخش‌های مهم در پژوهش‌های آبخیزداری است، برای مدل‌سازی اثرهای اقتصادی کنش‌های زیستی روش تنزیلی به‌کار برده‌شد. در این روش ارزش زمانیِ پول درنظر گرفته‌می‌شود. برای مقایسه‌ی سودمندی‌ها و هزینه‌های طرح با نرخ تنزیل مناسب، همه‌ی درآمدها و هزینه‌ها به ارزش فعلی یا آینده تبدیل، و با هم جمع، و مقایسه می‌شود. ارزش فعلی هزینه یا درآمد ناخالص از رابطه‌ی ۲ به‌دست می‌آید (کشتکار و همکاران ۲۰۱۷).

$$P_V = \sum_{t=1}^{T} \frac{X_t}{(1+i)^t} \qquad ۲$$

X_t هزینه یا درآمد برای هر کنش مدیریتی معین در سال t، T دوره‌ی تولید برای کنش مدیریتی، و i نرخ تنزیل (٪) است.

بمعیارسازی شاخص‌ها

به‌دلیل یکسان نبودن ماهیت شاخص‌های به‌کاربرده با روش بمعیارسازی یا بی‌بعد کردن، همه‌ی شاخص‌ها در محدوده‌ی ۰ تا ۱ بمعیار شد. در روش بمعیارسازی فاصله‌یی شاخص‌ها به دو گروه از نوع سود و هزینه تقسیم شد. اندازه‌ی بمعیار آن‌ها به‌ترتیب از رابطه‌های ۳ و ۴ به‌دست آمد.

$$\bar{X}_B = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \qquad ۳$$

$$\bar{X}_C = 1 - \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \qquad ۴$$

$\bar{X}_B$ و $\bar{X}_C$ داده‌ی بهنجارشده به‌ترتیب برای گروه سود و هزینه، Xi داده‌ی به‌کار برده، X_{min} کم‌ترین داده، و X_{max} بیش‌ترین داده است. شاخص‌های پذیرش مردمی و درآمد ناخالص در گروه سود، و شاخص‌هایی مانند هزینه‌های ثابت و متغیر، فرسایش خاک، و آب‌دهی اوج در گروه هزینه بود.

اولویت‌بندی گزینه‌های مختلف کنش‌های زیستی با استفاده از روش دلفی

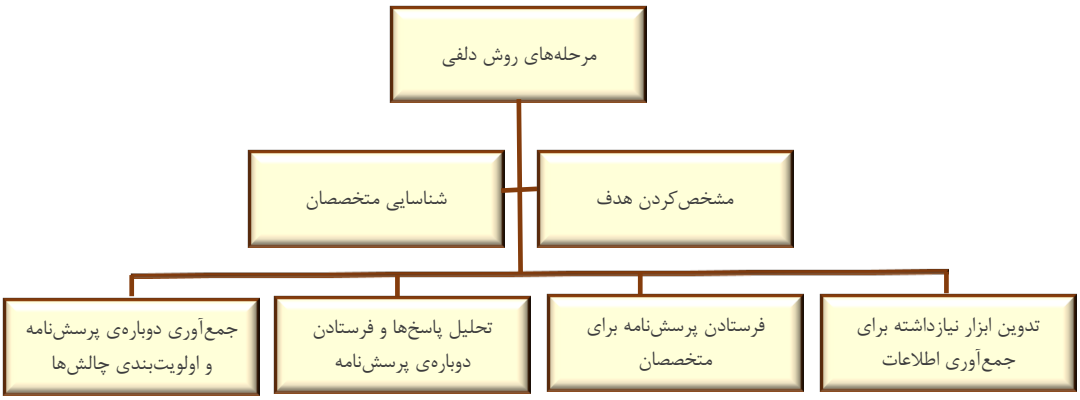
برای موازنه‌ی اثرهای گوناگون گزینه‌های کنش‌های زیستی،

9 - Sediment Delivery Ratio
10 - Modified Pacific South-west Inter Agency Committee

اولویت‌بندی، و انتخاب بهترین گزینه یا گزینه‌ها روش وزن‌دهی دلفی به‌کار برده شد. این روش برای دست‌یابی به هم‌گرایی ذهنی در جنبه‌های گوناگون به‌ویژه در اولویت‌بندی کردن گزینه‌های طرح مناسب است. شکل ۳ مرحله‌های روش دلفی را به‌طور خلاصه نشان می‌دهد. برای انجام روش دلفی، پرسش‌نامه تهیه شد و در مراجعه‌ی حضوری به ۳۰ نفر از کارشناسان آبخیزداری و خبره‌های محلی داده، و از آن‌ها خواسته شد که پذیرفتن یا نپذیرفتن شان را در جدول مشخص کنند. بعد از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها اطلاعات خلاصه‌سازی، مرتب و رده‌بندی شد، و در قالب پرسش نامه‌ی مرحله‌ی دوم جدول‌بندی، بازفرستاده، و جمع‌آوری شد. وزن متناظر با هر شاخص با نرم‌افزار SPSS سنجیده شد. هر یک از اندازه‌های بمعیارشده‌ی شاخص‌ها در وزن متناظر آن شاخص ضرب، و جمع وزنی امتیازهای همه‌ی شاخص‌ها محاسبه شد (رابطه‌ی ۵). حاصل‌جمع همه‌ی شاخص‌ها (S) پایه‌ی شناسایی گزینه‌ی برتر بود.

$$S = \sum_{i=1}^{n} W_i X_i \qquad ۵$$

S حاصل‌جمع، Wi وزن شاخص i، و Xi ارزش شاخص i است.



شکل ۳- مرحله‌های انجام روش دلفی (اطهری و همکاران ۲۰۱۷).

نتایج و بحث

برپایه‌ی بازدیدهای پرشمار میدانی، کنش‌های زیستی منطقه در چهار دسته‌ی نهال‌کاری (گزینه‌ی ۱)، نهال‌کاری همراه با ساخت هلالی‌های آبگیر (گزینه‌ی ۲)، شیارزنی[11] (گزینه‌ی ۳)، و شیارزنی همراه با نهال‌کاری (گزینه‌ی ۴) رده‌بندی شد (شکل ۴). مساحت و موقعیت آن‌ها در جدول ۲ و شکل ۵ نشان داده شده‌است. نهال‌ها بیش‌تر از گونه‌های آکاسیا، اکالیپتوس و اندکی کُنار، و گونه‌های مرتعی آتریپلکس، قیچ و برخی گیاهان دارویی بود.

11 - Contour furrow

نهال‌کاری

نهال‌کاری همراه با ساخت هلالی‌های آبگیر

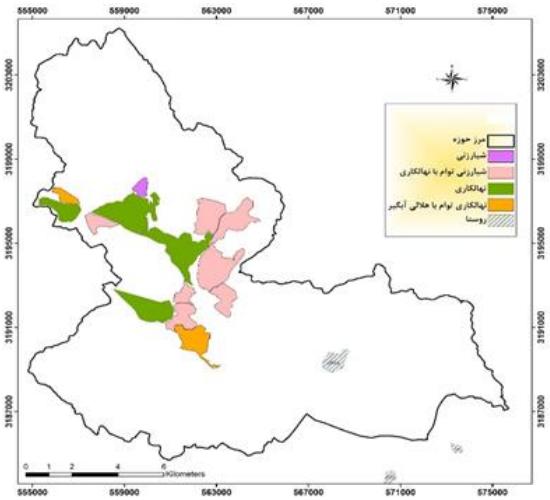
شیارزنی

شیارزنی همراه با نهال‌کاری

شکل ۴- کنش‌های زیستی اجراشده.

جدول ۲- مساحت گزینه‌های کنش‌های زیستی اجراشده.

شماره‌ی گزینه	گزینه‌ی اجراشده‌ی کنش‌های زیستی	مساحت (ha)
۱	نهال‌کاری	۹۶۵۵
۲	نهال‌کاری همراه با ساخت هلالی‌های آبگیر (چاله فلسی)	۲۱۵۵
۳	شیارزنی	۴۲۸
۴	شیارزنی همراه با نهال‌کاری	۱۶۵۵۴



شکل ۵- جانمایی گزینه‌های اجراشده‌ی کنش‌های زیستی.

احتمـــال پذیرش گزینه‌های گوناگون شـــاخص معیار اجتماعی برای کنش‌های زیســـتی اجراشـــده در میان مردم متفاوت بود (جدول ۳). بیش‌تریـــن پذیرش‌مردمی در گزینه‌ی ۲، و پس از آن در گزینـــه‌ی ۱ بود. علت آن را می‌توان به‌کاربردن نهال‌های کاشته‌شـــده برای علوفه‌ی دام، نقش نهال‌های کاشته‌شـــده در تلطیف هوا، و کاربرد آن‌ها برای فضای‌سبز و گردشگاه، کم‌بودن هزینه و ســـادگی ســـاخت هلالی‌های آبگیر، کاربرد روش‌های دســـتی و سنتی، و مشـــارکت مردم در ســـاخت آن‌ها دانست. پذیـــرش مردمی گزینه‌ی ۴ و ۳ کم‌تـــر بود، که علت آن ممکن اســـت زیادبودن هزینه‌ی اجرای شیارزنی، دشـــواربودن آن، و به‌کار بردن دســـتگاه‌ها و ابزار خاص برای ساخت آن‌ها باشد. بر پایه‌ی مصاحبه‌های انجام‌شـــده با متخصصان و سودبران آبخیز، اگر دولت به زمینه‌ســـازی‌هایی مانند تسهیلات کم‌بهره، تبلیغ مناســـب، و مشـــارکت مردم در فرآیند تصمیم‌گیری و اجرای گزینه‌های گوناگون بیاندیشـــد، احتمـــال موفقیت این گزینه‌ها برای آبخیز بیش‌تر خواهد بود. به‌کارگیری سیاست‌های تشویقی باعث افزایش استقبال بهره‌برداران از فعالیت‌های پیشنهادشده می شـــود، و باید در این زمینه سیاســـت‌ها و برنامه‌های کلان دولتـــی درنظر گرفته‌شـــود. این نتیجه‌ها بـــا یافته‌های ایتین و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

جدول ۳- اندازه‌های شاخص معیار اجتماعی برای گزینه‌های گوناگون در منطقه.

گزینه	۱	۲	۳	۴
احتمال پذیرش مردمی (٪)	۰/۹۵	۰/۹۹	۰/۸۱	۰/۵۹

نتیجه‌ی محاســـبه‌ی شـــاخص‌های فیزیکی به‌کار برده برای هر ۴ گزینـــه در جدول ۴ آورده شده‌اســـت. کم‌ترین تا بیش‌ترین اندازه‌ی آب دهی و فرسایش خاک به‌ترتیب در گزینه‌های ۲، ۴، ۱ و ۳ بود. نهال‌کاری همراه با ساخت هلالی‌های آبگیر (گزینه‌ی ۲) و شیارزنی با نهال‌کاری (گزینه‌ی ۴) سطحی برای نگه‌داری بخشی از روان‌آب و بارندگی ایجادمی‌کند و باعث کاهش و تاخیر در سرعت جریان می‌شـــود، و با نفوذدادن بیش‌تر آب در خاک منجر به کاهش اندازه‌ی آب‌دهی و فرســـایش خاک می‌شـــود. نتیجه‌ی این پژوهش را می‌توان بـــا ریگی و همکاران (۲۰۱۴) که نشـــان دادند اجرای طرح هلالی‌های آبگیر در شهرســـتان خاش با به‌دام انداختن آب، بهبود دادن رطوبت خاک، کاســـتن از روان‌آب، و کاستن از خطر شسته‌شدن در رگبارها بر افزایش ذخیره‌ی بارندگی تاثیر دارد، هم‌سو است.

جدول ۴- نتیجه‌ی محاسبه‌ی شاخص‌های معیار فیزیکی برای گزینه‌های گوناگون.

شاخص	گزینه‌ی ۱	گزینه‌ی ۲	گزینه‌ی ۳	گزینه‌ی ۴
آب‌دهی اوج (m^3/s)	۷۹	۶۳/۵	۹۹	۶۷/۶
اندازه‌ی فرسایش خاک (t/ha/y)	۱۲/۳	۱۱/۱	۱۴/۶	۱۱/۳

گزینه‌ی ۱: نهال‌کاری؛ گزینه‌ی ۲: نهال‌کاری همراه با ساخت هلالی‌های آبگیر؛ گزینه‌ی ۳: شیارزنی؛ گزینه‌ی ۴: شیارزنی همراه با نهال‌کاری

هزینه و درآمد کلی دوره‌ی تحلیل برای هر یک از گزینه‌ها برای محاسبه‌ی شاخص‌های اقتصادی در جدول ۵ آورده شده است. درآمـــد ناخالص گزینـــه‌ی ۴ و ۳ به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین است. با نگاهی مدیریتی به نتیجه‌ی شاخص‌های معیار اقتصادی می-تـــوان روندی مشـــابه در اولویت‌بندی گزینه‌هـــا از دیدگاه اقتصـــادی دید. اولویت اجرایی گزینـــه‌ی ۴، ۲، ۱ و ۳ به‌ترتیب بیش‌ترین تا کم-ترین اســـت. از دلیل‌های مهم برتری اقتصادی گزینه‌ی ۴ (شـــیارزنی همـــراه با نهـــال‌کاری) درآمد بیش‌تر و هزینه‌ی کم‌تر از گزینه‌های دیگر اســـت. از دیگر دلیل‌های مهم آن تولیـــد علوفه و نهال در این کنش‌های زیســـتی اســـت، که خـــود منجر به افزایش بیش‌تر درآمدها شده‌اســـت. نکته‌یی که در همه‌ی پژوهش‌های طرح‌های زیســـتی باید در نظر داشـــت این اســـت که به‌دلیل اهمیت پوشش‌گیاهی در توسعه‌ی پایدار منطقه‌های خشـــک و نیمه‌خشک، منطقی نیست که در توجیه اقتصادی گزینه‌های بررسی‌شده بتوان تنها به سودآوری مستقیم و بازیافت ســـرمایه‌ی آن در مدتی معین اندیشید. ضروری است که به جنبه‌های گســـترده‌ی این مسأله در برنامه‌های توسعه‌ی اقتصادی پرداخته‌شود.

جدول ۵- هزینه، درآمد کلی، و درآمد ناخالص گزینه‌های گوناگون.

گزینه	در هکتار		
	هزینه‌ی کل (MRials)	درآمد کل (MRials)	درآمد ناخالص (MRials)
۱	۴۳۳/۳۳	۷۳۱/۲۲	۲۹۷/۸۹
۲	۵۲۹/۰۶	۹۵۰/۵۸	۴۲۱/۵۲
۳	۲۰۸/۴۴	۳۷۳/۴۸	۱۶۵/۰۴
۴	۷۲/۵۹	۱۵۵۶/۸۲	۱۴۸۴/۲۳

اندازه‌های شاخص‌های متناظر با گزینه‌های پیشنهادشده از دید معیارهای اجتماعی، فیزیکی و اقتصادی بمعیار شد. برای موازنه‌ی اثرهای گوناگون گزینه‌های کنش‌های زیستی، و انتخاب بهترین گزینه یا گزینه‌ها روش وزن‌دهی به معیارها به‌کار برده‌شد (جدول ۶).

جدول ۶- وزن معیارها برای اولویت‌بندی گزینه‌ها در حالت‌های گوناگون.

حالت	معیار وزن‌دهی	شاخص				
		درصد پذیرش	آب‌دهی اوج	فرسایش خاک	هزینه‌ها	درآمد ناخالص
۱	دلفی	۲۷/۵	۱۸/۶	۲۱/۳	۱۷	۱۵/۶
۲	تأکید بر معیار اجتماعی	۶۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۳	تأکید بر معیار فیزیکی	۱۰	۳۰	۳۰	۱۵	۱۵
۴	تأکید بر معیار اقتصادی	۱۰	۱۵	۱۵	۳۰	۳۰

اندازه‌های بمعیارشده در وزن متناظر ضرب‌شد، و حاصل‌جمع وزنی امتیازهای همه‌ی شاخص‌ها محاسبه شد، که پایه‌ی تعیین گزینه یا گزینه‌های برتر بود. اولویت‌بندی گزینه‌ها بر پایه‌ی روش وزن‌دهی دلفی در جدول ۷ آورده شده‌است. بر پایه‌ی این روش، گزینه‌ی شیارزنی همراه با نهال‌کاری، نهال‌کاری همراه با ساخت هلالی آبگیر، نهال‌کاری، و شیارزنی به‌ترتیب در اولویت‌های اول تا چهارم بود، که به‌دلیل آن‌چه پیش‌تر گفته شد منطقی به‌نظر می‌رسد.

جدول ۷- اولویت‌بندی گزینه‌های گوناگون کنش‌های زیستی با روش دلفی.

حالت	معیار وزن‌دهی	اولویت اول	اولویت دوم	اولویت سوم	اولویت چهارم
۱	دلفی	۴	۲	۱	۳
۲	اجتماعی	۲	۱	۴	۳
۳	فیزیکی	۴	۲	۱	۳
۴	اقتصادی	۴	۳	۲	۱

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هر اقدام و تصمیم بدون جامع‌نگری و برنامه‌ریزیِ هماهنگ و قانونمند موجب نابودشدن سرمایه‌های کشور خواهد شد. ازین‌رو، برای کاستن از اثرهای هدررفت اندوخته‌ها در آبخیزها، و برای پیش‌بینی اثرهای مدیریت یک‌پارچه‌ی بخش‌های آبخیز، روی‌کرد گزینه‌سازی به‌کار برده می‌شود. برای بررسی اثرهای اجتماعی، اقتصادی، و فیزیکی گزینه‌های گوناگون کنش‌های زیستی در آبخیز بوشکان باید روش‌هایی با توانمندی‌های مناسب به‌کار برد، که بتواند اثرهای اجرای گزینه‌های کنش‌های زیستی را پیش‌بینی، و به فرآیند تصمیم‌گیری کمک کند. نتیجه‌ی این تحقیق نشان داد که در تجزیه‌تحلیل اثرهای اجتماعی، کاربرد توزیع دو جمله‌یی و پژوهش‌های میدانی ابزاری مناسب برای بررسی تراز پذیرش مردمی در اجرای گزینه‌های گوناگون زیستی است. در ارزیابی اقتصادی گزینه‌ها، شاخص‌های درآمد ناخالص و هزینه‌ی ثابت و متغیر، برای پیش‌بینی اثرهای اقتصادی ناشی از اجرایی‌شدن گزینه‌ها مناسب تشخیص داده‌شد. در ارزیابی فیزیکی گزینه‌ها نیز دو عامل فرسایش خاک و آب‌دهی اوج با بیش‌ترین سادگی و درک مناسب، برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گزاران مناسب است.

بر پایه‌ی نتیجه‌های به‌دست آمده، بیش‌ترین پذیرش مردمی برای نهال‌کاری همراه با ایجاد هلالی‌های آبگیر، و بیش‌ترین کارآیی اقتصادی در شیارزنی همراه با نهال‌کاری است. از دلیل‌های مهم برتری اقتصادی گزینه ۴ بیش‌تربودن درآمد و کم‌تربودن هزینه‌ی آن، و بیش‌تربودن تولید علوفه و نهال از گزینه‌های دیگر است، و این عامل دوم منجر به افزایش درآمدها شده‌است. در تجزیه تحلیل شاخص‌های فیزیکی، گزینه‌ی ۴ به‌دلیل نگه‌داری بخشی از روان‌آب و بارندگی باعث کاهش و تاخیر در سرعت جریان، و با نفوذدادن بیش‌تر آب در خاک منجر به کاهش اندازه‌ی آب‌دهی و فرسایش خاک شده است، و بر دیگر گزینه‌ها برتری دارد. نتیجه‌ی بررسی گزینه‌ها با روش وزن‌دهی دلفی نشان داد که شیارزنی همراه با نهال‌کاری برترین گزینه است، که ممکن است دلیلی منطقی بر کارآیی مناسب‌تر این گزینه باشد. نهال‌کاری همراه با ساخت هلالی‌های آبگیر و نهال‌کاری در اولویت دوم و سوم، و شیارزنی در اولویت چهارم بود. به این دلیل‌ها، و بر پایه‌ی بررسی‌های میدانی و علمی، روش دلفی می‌تواند بهترین گزینه‌ی کنش‌های زیستی اجرا شده را با درنظرگرفتن اثرهای فیزیکی، اقتصادی، و اجتماعی برگزیند. به‌کمک این روی‌کرد، برنامه‌ریزان و بهره‌برداران در آبخیز می‌توانند با آگاهی از نتیجه‌های گوناگون گزینه‌های ممکن، پیش از هر کنش و دادن هزینه برای پی آمدهای احتمالی ناخواسته، برترین گزینه یا گزینه‌ها را بر پایه‌ی اولویت‌ها و محدودیت‌ها انتخاب کنند.

نتیجه‌ی این تحقیق با نتیجه‌ی باقرزاده و همکاران (۲۰۰۷)، سعدالدین و همکاران (۲۰۱۰)، مرادپور و همکاران (۲۰۱۲)، آیانا و همکاران (۲۰۱۵)، کشتکار و همکاران (۲۰۱۷)، کریمی‌سنگچینی و همکاران (۲۰۱۸) و پناهی و دشتی (۲۰۲۰) هم‌خوانی دارد، که نشان دادند روش‌های وزن‌دهی و رتبه‌بندی در ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌های گوناگون کنش‌های زیستی و سازه‌یی، و انتخاب بهترین گزینه در مدیریت اندوخته‌های طبیعی و محیط‌زیست، به ویژه در آبخیزها کارآ است. به‌کاربستن نتیجه‌ی این پژوهش ممکن است پی‌آمدهای پنهان کنش‌های زیستی را برای مردم منطقه آشکار، و مدیران را برای بهره‌برداری و مدیریت مناسب‌تر آگاه‌تر کند. پیشنهاد می‌شود برای کامل‌کردن این پژوهش شاخص‌ها، معیارها، و روش‌های اولویت‌بندی دیگر نیز با درنظرگرفتن همه‌ی محدودیت‌ها برای بررسی اثرهای اجرای گزینه‌های کنش‌های زیستی در این آبخیز به‌کار برده شود.

فهرست منابع

Ahn SR, Kim SJ. 2017. Assessment of integrated watershed health based on the natural environment, hydrology, water quality, and aquatic ecology. Hydrology and Earth System Science, 21(11): 5583–5602.

Ayana NP, Balemi T. 2015. Assessment of watershed management practices for sustainable rural livelihood improvement in Meja, Jeldu District, Ethiopia. Journal of Science and Sustainable Development, 3 (1): 115–126.

Bahmani O, Ahmadi H, Jafari M, Zehtabian G. 2021. Evaluating the impact of watershed management activities on upstream urban. areas. Watershed Management Research, 11(22): 58–75. (In Persian).

Basuki TM. 2014. Indikator dan parameter kriteria lahan untuk monitoring dan evaluasi kinerja sub-das. Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, 11(3): 281–297.

Dastorani MT, Sharifi Darani VH. 2009. Criteria for evaluating biological watershed management plans. Proceedings of Fifth National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran, Gorgan, 10 p. (In Persian).

Etienne M, DuToit D, Pollard S. 2008. ARDI: A co-construction method for participatory modelling in natural resources management. Ecology and Society, 16(1): 44–57.

Government Office of Natural Resources and Watershed Management of Bushehr Province. 2014. Comprehensive detailed-executive studies of a part of the PALANG Plain watershed, 150 p. (In Persian).

Guo Y, Chen G, Mo R, Wang M, Bao Y. 2020. Benefit evaluation of water and soil conservation measures in shendong based on particle

swarm optimization and the analytic hierarchy process. Water, 12(1955): 12–18.

Hajibigloo M, Rashidi M, Abtin M. 2017. Hydrological assessment of watershed management on flood characteristics (Case study: Watershed upstream of the dam Vushmgir). Natural Ecosistems of Iran, 8(2): 67–82. (In Persian).

Hajkowicz S, Higgins A .2008. A comparison of multiple criteria analysis techniques for water resource management. Operational Research, 184(1): 255–265.

Jariah NA, Pramono IB. 2013. Kerentanan sosial ekonomi dan biofisik di DAS Serayu: Collaborative management. Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, 10(3): 141–156.

Javidi Sabbaghian R, Zarghami M, Pouyan Nejadhashemi A, Sharifi MB, Herman MR, Daneshvar F. 2016. Application of risk-based multiple criteria decision analysis for selection of the best agricultural scenario for effective watershed management. Environmental Management, 168(2016): 260–272.

Karimi Sangchini E, Ownegh M, Sadoddin A, Tahmasebipuor N, Rezaee H. 2018. An investigation on affecting factors on community participation and predicting the community acceptance of the vegetation-based management scenarios for the Hable-rud River Basin. Watershed Engineering and Management, 10(3): 280–293. (In Persian).

Keshtkar AR, Mohammadkhan Sh, Houshmandi R, Dalfardi S. 2017. Prioritizing determination of watershed biological management options using multi-criteria decision making techniques (Case study: Delichay Catchment). Water and Soil Science, 21(3): 133–146. (In Persian).

Madadi M, Maleki M. 2018. Socio-economic impact assessment of the implemented natural resource projects from the Stakeholders perspectives (Case study: Watershed Andabil- Khalkhal City). Rangeland, 12(3): 267–280. (In Persian).

Moradipour Sh, Behboudi S, Ghazeri R. 2012. Biological management scenarios analysis using multi criteria decision making (Case study: Vatan catchment, Golestan province). 8th Conference of Science and Engineering of Watershed Management, KhorramAbad, Lorestan. pp. 1–7. (In Persian).

Narendra BH, Siregar CA, Dharmawan IW, Sukmana A, Yuwati T. 2021. A Review on Sustainability ofWatershed Management in Indonesia. Sustainability, 13(11125): 1–29.

Nasir J, shfaq M, Ahmadbaig I, Punthakey J, Culas R, Ali A, Ulhassan F. 2021. Socioeconomic impact assessment of water resources conservation and management to protect groundwater in Punjab, Pakistan. Water, 13(19): 1–16.

Panahi K, Dashti S. 2020. Application of multi-criteria decision-making methods in environmental risk assessment studies of Yasuj Tang-E-Sorkh Dam during construction phase. Irrigation Sciences and Engineering, 43(3):101–115. (In Persian).

Rahmani M, Davary K, Abolhasani L, Teimori MS, Shafie M. 2021. Investigating and selecting of assessment indexes for sustainable water management at watershed scale. Irrigation Sciences and Engineering, 44(1):141–154. (In Persian).

Raj Kafle M, Man Shakya N. 2018. Multi-criteria decision making approach for flood risk and sediment management in Koshi Alluvial Fan, Nepal. Journal of Water Resource and Protection, 10(6): 596–619.

Rigi M, Pakzad A, Masoodipur AR. 2014. Investigation on effects of crescent like–micro cachment on vegetation cover properties in kamarek range, Taftan. Watershed Management Research, 27(2): 147–153. (In Persian).

Sadoddin A, Sheikh V, Mostafazadeh R, Halili M Gh. 2010. Analysis of vegetation-based man-

agement scenarios using MCDM in the Ramian watershed, Golestan, Iran. International Journal of Plant Production, 4(1): 51–62.

Shabani M, Ahmadi H, Nikkami D, Azarnhvand H, Mohseni Saravi M. 2008. Land use optimization for soil erosion decrease and income increase of watershed (Case study: Kharestan Watershed). Journal of the Iranian Natural Resources, 60(4): 117–1185. (In Persian).

Sharama RA, Skerratt S. 1995. An expert systems approach to the socio-economic evaluation of rural lan-use policy. Indian Forester, 121(9): 775–785.

Soleimanpour SM, Hosseini Marandi H, Salehpour Jam AM, Tabatabaei MR, Rousta M, Keshavarzi H. 2020. Prioritizing the affecting factors on nonparticipation of rural communities in watershed management projects from a stake-holders viewpoint (Case study: Gheshlagh Watershed, Fars Province). Extension and Development of Watershed Management, 7(27): 64–74. (In Persian).

Subramanya K. 2020. Engineering hydrology. 5th Edition, Mc Graw-Hill, India, 452 p.

Waskitho NT, Pratama AA, Muttaqin T. 2021. Sectoral integration in watershed management in Indonesia: Challenges and Recomendation. Earth and Environmental Science, 752 (2021): 1–7.

Watershed Management Research

VOL. 35, No.4, Ser. No: 137, Winter 2023, pp. 63 -76
DOI: 10.22092/wmrj.2022.358221.1462

Research Paper

Evaluation of Biological Operations Performance in Bushkan Watershed of Bushehr Province

Mohammad Shabani
(Corresponding Author)* Department of Water Engineering, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran
Shayesteh Ahmadzadeh Rishehri
Graduated M.Sc. of Watershed Management, Islamic Azad University, Arsanjan Branch, Arsanjan, Iran

*Corresponding Author Email: mshabani577@gmail.com
Received: 30 March 2022 Accepted: 21 June 2022

Abstract
Evaluation of mechanical and biological operations in watersheds is always emphasized by managers and executive organs. To achieve this, there is a need for an integrated evaluation and management approach in which processes and all physical, economic, and social effects are considered. The purpose of this study was to evaluate the effects of biological operations performed based on physical, economic, and social criteria in Bushkan watershed in the east of Bushehr province. Four scenarios of biological operations in the area were identified, including planting, planting with creating curved pits, contour furrow, and contour furrow with planting. To evaluate different scenarios, the indicators related to each scenario in terms of physical, economic, and social criteria were calculated. After standardizing the indicators and weighting them, the scenarios were prioritized by Delphi technique. The results showed that the scenario of contour furrows with planting, planting with creating curved pits, planting, and contour furrows are the first to fourth priorities in the region, With areas of 16554, 2155, 9655, and 428 ha and weights of 0.878, 0.741, 0.701 and 0.649, respectively. It is concluded, Scenario 4 (contour furrow with planting) was the best scenario in Bushkan watershed. Therefore, with the help of the scenario management approach and evaluation of biological management scenarios, planners and operators of watersheds are able to select the best possible scenarios after being aware of the results of various measures. It is suggested that considering all the limitations, indicators, criteria and other types of prioritization methods be used to examine the effects of biological operations scenarios in the study watershed.

Keywords:Biological operations, Bushkan Watershed, Delphi method, evaluation, prioritization