دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

"مقاله پژوهشی"

اولویت‌بندی اقتصادی پروژه‌های آبخیزداری بر اساس میزان تاثیر بر منابع آب، خاک و گیاه

مینا جعفری[۱]، محمدرضا اختصاصی[۲] و احمد فتاحی اردکانی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران،
۲- استاد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران، (نویسنده مسوول: mr_ekhtesasi@yazd.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه اردکان، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۳
صفحه: ۱۳۲ تا ۱۴۱

چکیده

در منابع طبیعی به‌دلیل نامشخص بودن ارزش‌های غیرمصرفی منابع، کمتر به ارزیابی‌های اقتصادی پرداخته می‌شود. در مطالعه حاضر به ارزش‌گذاری منابع آب، خاک و گیاه در پروژه‌های آبخیزداری و پرسشگری از خبرگان پرداخته شده تا امکان ارزیابی و اولویت‌بندی پروژه‌ها از نظر اقتصادی فراهم شود. سه زیرحوزه از زیرحوزه‌های پارسل A سد قشلاق سنندج که در هر کدام یکی از عملیات مکانیکی، بیولوژیکی و بیومکانیکی اجرا شده به‌عنوان حوزه‌های مطالعاتی انتخاب شدند. بر اساس دستورالعمل سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری مقدار هر یک از منابع آب، خاک و گیاه ناشی از پروژه‌ها برآورد شد. با داشتن ارزش ریالی هر واحد از منابع و محاسبه درآمدها و هزینه‌ها، نسبت درآمد به هزینه و قیمت تمام‌شده هر واحد از منابع در هر پروژه بدست آمد. سپس پرسش‌نامه‌های ماتریس‌مقایسه‌زوجی طراحی و اقتصاد آب، خاک و گیاه به‌عنوان معیار و پروژه‌های آبخیزداری به‌عنوان زیرمعیارها تعیین شدند. ارجحیت با پروژه‌ای است که نسبت به دیگری منابع بیشتری را با هزینه کمتر حفاظت کند. پرسشنامه بین خبرگان توزیع و داده‌ها با تحلیل سلسله مراتبی آنالیز شد. نتایج پرسشگری از خبرگان و ارزش‌گذاری ریالی منابع مقایسه شدند. نتایج نشان داد با اینکه خبرگان روش‌های مکانیکی را از نظر اقتصادی در اولویت اول قرار داده‌اند اما بیولوژیکی با نسبت درآمد به هزینه ۲/۲ در اولویت اول است و قیمت تمام شده‌ی هر مترمکعب آب در پروژه مکانیکی نسبت به پروژه‌های بیولوژیکی بیشتر، در پروژه مکانیکی ۱/٤، پروژه بیولوژیکی ۱/۲ برابر قیمت هرمترمکعب آب در منطقه بدست آمد. قیمت خاک و گیاه نیز به این ترتیب محاسبه و پروژه بیولوژیکی در اولویت اول از نظر اقتصادی قرار گرفت. بنابراین برخلاف نظر خبرگان آبخیزدار و برخلاف مطالعات تفصیلی-اجرایی، اولویت باید با پروژه‌های بیولوژیکی باشد که با هزینه کمتر تاثیر بیشتری روی منابع دارد. پروژه‌های مکانیکی می‌بایست به مناطقی با وضعیت بحرانی سیل با شرط اجرای عملیات بیولوژیک در بالادست محدود شود.

واژه‌های کلیدی: اولویت‌بندی پروژه‌ها، پرسشگری‌ازخبرگان، تحلیل‌سلسله‌مراتبی، حوزه‌ی سد قشلاق سنندج، قیمت تمام‌شده‌ی آب

مقدمه

مقدار اطلاعات و تقابل فاکتورها باعث می‌شود که بشر قادر به مشاهده کامل مسائل تصمیم‌گیری در مورد برنامه‌ریزی استفاده از زمین نباشد (۲۵). اقتصاد در آبخیزداری نیز از جمله مسائلی است که به دلیل پیچیدگی و مواجه با فاکتورهایی که امکان ارزش‌گذاری دقیق آن‌ها وجود ندارد، اغلب کمتر به آن پرداخته می‌شود. از سوی دیگر مدیریت جامع آبخیز، مدیریتی هماهنگ بر سیستم‌های فیزیکی، بیولوژیک و اجتماعی-اقتصادی بوده و شرایطی فراهم می‌سازد که ضمن تامین منافع جامعه، تاثیر منفی بر منابع طبیعی به حداقل برسد (۷). در این سیستم اقتصاد بخش جدایی‌ناپذیر مدیریت حوزه‌های آبخیز بوده، مطالعه و آنالیز آن در جهت نیل به اهداف موردنظر سیستم امری اجتناب‌ناپذیر است. ارزیابی‌های اقتصادی معمولا در مورد کالاها و یا فعالیت‌هایی انجام می‌پذیرد که قابل ارزش‌گذاری با واحد پولی هستند اما در منابع طبیعی به دلیل نامشخص بودن ارزش دقیق فعالیت‌ها و منابع، به ارزیابی‌های اقتصادی کمتر پرداخته می‌شود. بنابراین برای ارزیابی اقتصادی در منابع طبیعی ابتدا لازم است تا منبع مورد بررسی از نظر ریالی ارزش‌گذاری شود. به همین دلیل در مطالعه حاضر قیمت تمام شده منابع آب، خاک و گیاه که تحت تاثیر انواع پروژه‌های آبخیزداری ذخیره، حفاظت و یا تولید شده بودند برآورد شده و اولویت هر یک از پروژه‌ها از نظر عملکرد اقتصادی مشخص گردید. این اولویت‌ها با استفاده از پرسش‌نامه و نظرسنجی تخصصی از خبرگان نیز تعیین و نتایج این دو بخش با یکدیگر مقایسه شد. در اکثر مطالعات ارزیابی پروژه‌های آبخیزداری، کل درآمدها در بخش‌های کشاورزی، دامداری، باغداری و کاهش خسارت سیل و ... محاسبه شده و به این ترتیب تقریبا در همه نتیجه‌گیری‌ها نسبت درآمد به هزینه بزرگتر از یک می‌شود؛ تفاوت این پژوهش با این نوع مطالعات در این است که صرفا منابع آب و خاک و گیاه و ارزش ریالی آن‌ها در منطقه در نظر گرفته شده؛ چه بسا چنانچه در این سه منبع روند مثبت داشته باشیم مسلما در سایر بخش‌های اجتماعی و اقتصادی نیز بهبود وضعیت خواهیم داشت. در این پژوهش هدف ارزیابی و اولویت‌بندی انواع پروژه‌های آبخیزداری از نظر اقتصادی است. در همین راستا از دستورالعمل سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور برای برآورد مقدار هر یک از منابع آب، خاک و گیاه تحت تاثیر پروژه‌های آبخیزداری و از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای اولویت‌بندی توسط خبرگان استفاده شد. روش مورد استفاده برای اولویت‌بندی توسط خبرگان، مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP[1] است. این مدل شامل ساختار شناخت عناصر تصمیم‌گیری و سپس ایجاد

1- Analytical Hierarchy Process

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.22.20.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.22.132]

مقایسه از طریق ماتریس‌های جفتی و وزن‌دهی به هر یک از عوامل است (۲۷). این روش بر سه اصل تجزیه، مقایسه قضاوت‌ها و سنتز استوار است (۱۵) و اخیرا به عنوان ابزاری کارآمد در تصمیم‌گیری‌های پیچیده در منابع طبیعی بسیار مورد استفاده قرار گرفته است (۱۲، ۱۱، ۱۰، ۱۸، ۲). جهت حل مسائل تصمیم‌گیری پیچیده که اغلب نیاز به معیارها و داده‌های غیر قابل مقایسه دارند این مدل ابزاری کارآمد است (۱۳، ۱۶). در خصوص مطالعات انجام شده در زمینه پژوهش حاضر خالدیان و خدری تاژان (۱۴)، به بررسی اثرات اقتصادی فعالیت‌های آبخیزداری در رابطه با فرسایش خاک در حوزه آبخیز قشلاق سنندج پرداختند. نتایج این تحقیق نسبت سود به هزینه را برای عملیات آبخیزداری انجام شده ۷/۷۳ نشان می‌دهد و محاسبه کردند که در مدت زمان عمر مفید سازه‌های آبخیزداری از ورود ۴۱۳۳۹۰ متر مکعب رسوب به داخل مخزن سد قشلاق جلوگیری می‌شود. رستگار و همکاران (۲۱) به برآورد ارزش اقتصادی مستقیم کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی مراتع در مراتع ییلاقی حوزه آبخیز نوررود پرداختند. به این منظور، ارزش حفاظت خاک با روش کاهش بهره‌وری علوفه را محاسبه کردند. نتایج حاصل از ارزش‌گذاری ۹۴۹۷۸/۶ هکتار اراضی مرتعی نشان‌دهنده آن بود که ارزش کاهش بهره‌وری علوفه معادل ۲۳۰۰۸۴ ریال در هکتار برآورد شد. بیشترین ارزش حفاظت خاکی مربوط به مرتع متراکم ۱۰/۸۶ میلیارد ریال و کمترین ارزش مربوط به مرتع کم تراکم۱/۳۱ میلیارد ریال بوده است.

احمدپور و همکاران (۳) به ارزیابی اقتصادی ارزش تفرجگاهی در مراتع تخریب شده حوزه آبخیز سوهان چناران پرداختند. آن‌ها از پرسش‌نامه و روش ارزش‌گذاری مشروط استفاده کردند. نتایج نشان داد اگرچه در حالت عادی ارزش اقتصادی کارکرد تفرجگاهی منطقه مورد مطالعه بسیار ناچیز است اما با اجرای یک برنامه تور گردشگری می‌توان سالیانه حدود ۳۹۰ میلیلون ریال در منطقه سود خالص ایجاد کرد و مزایای دیگری مانند فرهنگ‌سازی زیست محیطی، ایجاد اشتغال، تامین معیشت جایگزین و افزایش رونق اقتصادی در منطقه نیز قابل دستیابی است. مطالعه دیگری که به ارزیابی اقتصادی منابع آب پرداخته بود ستلوگیل و همکاران (۲۴) بودند که به پژوهشی با عنوان محاسبه اقتصادی آب پرداختند. این پژوهش بر روی پیامدهای سیاست‌گذاری برای برنامه‌ریزی توسعه و مدیریت منابع آب از طریق استفاده از شاخص‌های سیاست تمرکز می‌کند. آن‌ها میزان اختصاص آب در هر بخش را مشخص کرده و تاثیر مدیریت تخصیص آب را در رشد اقتصادی و مصرف بهینه‌ی آب نشان دادند.

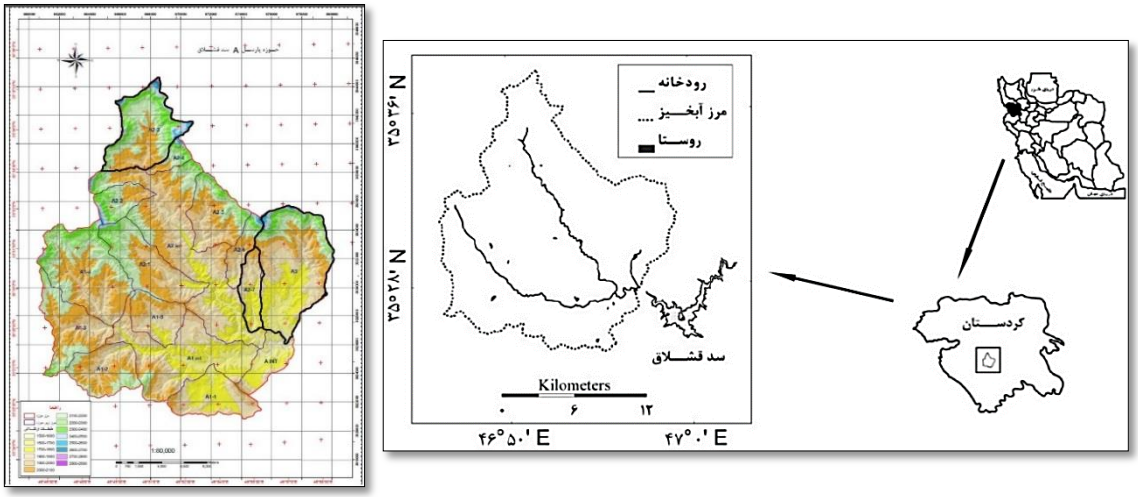
خو و همکاران (۲۶) در پژوهشی به بهینه‌سازی مدیریت زمین برای ایجاد تعادل بین کیفیت آب و بازده اقتصادی در حوزه دریاچه Erie در شمال ایالت اوهایو پرداختند. آن‌ها با استفاده از ارزیابی آب و خاک و داده‌های مربوط به هزینه‌ها و سود حاصل از تولید محصولات زراعی، جنگلی و توسعه شهری، اثرات مشترک کاهش فسفر و بازده اقتصادی را در رابطه با تغییرات بهینه‌ی کاربری اراضی و اجرای شیوه‌های حفاظتی در حوزه‌آبخیز ارزیابی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد ترکیبی از روش‌های حفاظتی و تغییرات کاربری اراضی برای دستیابی به اهداف کاهش میزان فعلی فسفر در حوزه مورد نیاز است. همچنین ترکیب این رویکردها تاثیر مثبتی روی کارایی اقتصادی در تحقق اهداف کلیدی دارد. پیرانی و موسوی (۲۰)، به تحقیقی با عنوان ادغام داده‌های بیوفیزیکی و اقتصادی-اجتماعی جهت ارتقای مدیریت حوزه آبخیز پرداختند. داده‌های مورد استفاده شامل: درآمد خالص کشاورزی، درآمد خالص دامداری، جمعیت و تعداد خانوار، نرخ بیکاری، نرخ رشد جمعیت و جمعیت فعال بودند که با دیگر لایه‌های بیوفیزیکی ادغام شدند. پس از همپوشانی و پردازش این داده‌ها، واحدهای همگن استخراج شد. یافته‌های آنان نشان داد که با وجود ابهامات و پیچیدگی‌ها، تکنیک‌های مختلف می‌تواند برای ترکیب شرایط اجتماعی اقتصادی در طرح‌های آبخیزداری اتخاذ شود. اووانداوا و برورب (۱۹) در پژوهشی، مروری بر رویکردهای اقتصادی مدلسازی تعاملات پیچیده بین مدیریت جنگل و آبخیزداری داشتند. یافته‌ی آن‌ها این بود که ۸ مطالعه از ۱۰ مطالعه که به ارزیابی سود و هزینه پرداخته بودند نشان دادند که مدیریت جنگل و یا حفاظت جنگل یک راهکار موثر اقتصادی است که خدمات آبخیزداری سودمند را فراهم می‌سازد. سلامت و همکاران (۲۳) به اولویت‌بندی آبخیزها به منظور مدیریت آن‌ها با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره در تعدادی از آبخیزهای گرگانرود و قره‌سو پرداختند. آن‌ها مجموع نمرات همه معیارها در تمام حالت‌ها را محاسبه کرده و در نهایت عدد حاصل جمع، اساس تعیین آبخیز برتر به منظور اولویت‌های اجرایی بود. اسدی نلیوان و همکاران (۶)، به مقایسه دو روش IUCN و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری در ارزیابی پایداری حوزه آبخیز در حوزه طالقان-زیدشت پرداختند. آن‌ها با استفاده از ماتریس برآورد امتیازات و جدول ارزشیابی حوزه آبخیز وضعیت پایداری حوزه آبخیز را مشخص کردند. بعد از تعیین معیارها، شاخص ها و متغیرها و اندازه‌گیری آن‌ها در هر دو روش به این نتیجه رسیدند که حوزه مطالعاتی از نظر پایداری در حد متوسط قرار دارد. محمدی (۱۷) به اولویت‌بندی زیرحوزه‌ها به منظور اجرای پروژه‌های آبخیزداری با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در حوزه آبخیز آسیاب جفته در استان کرمان پرداخت. معیارهای اصلی شامل فرسایش و رسوب، خشکسالی، سیل، کم آبی و اقتصادی اجتماعی بودند. نتایج تحقیق نشان داد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیارها با روش‌های مبتنی بر نظر کارشناسی در انتخاب زیرحوزه‌ها با وضعیت متوسط دارای نتایج متفاوتی هستند.

منطقه مورد مطالعه

در پژوهش حاضر حوزه آبخیز پارسل A از حوزه‌های آبخیز سد قشلاق سنندج، با مساحتی حدود ۲۷ هزار هکتار واقع در استان کردستان و شمال شرقی شهر سنندج و در محدوده‌ی مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه ۴۶ دقیقه ۱۱ ثانیه تا ۴۶ درجه ۵۹ دقیقه ۱۵ ثانیه طول شرقی و ۳۵ درجه ۲۴ دقیقه ۵۹ ثانیه تا ۳۵ درجه ۳۷ دقیقه ۵۳ ثانیه عرض شمالی، در نظر گرفته شد (۱). مجموعه‌ای از پروژه‌های آبخیزداری

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.22.20.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.22.132]

بین سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸ در این حوزه اجرا شده است. به منظور مقایسه‌ی تاثیر پروژه‌های مختلف روی منابع آب، خاک و گیاه، زیر حوزه‌هایی از این حوزه که صرفا یکی از انواع پروژه‌های مکانیکی، بیولوژیکی و بیومکانیکی اجرا شده باشد مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت، سه زیر حوزه A3، A2-7 و A2-3 انتخاب شدند (شکل ۱). در زیرحوزه A2-7 با مساحت ۶۵۶/۹ هکتار حدود ۲۹۴/۲۵ هکتار عملیات بیولوژیک بذرپاشی و بذرکاری توام با حفاظت و قرق اجرا شده است. در زیرحوزه A2-3 با مساحت ۲۰۰۹/۲ هکتار ۲۵ سد سنگی ملاتی با حجم ۲۳۹۰/۵۲ مترمکعب و ۱۳ سد گابیونی با حجم ۷۹۸/۰۲ مترمکعب ساخته شده است. در زیرحوزه A3 با مساحت ۳۳۷۷/۲۲ هکتارحدود ۳۷۷/۳ هکتار عملیات تراسبندی توام با بذرکاری و نهال‌کاری اجرا شده است.



شکل ۱- حوزه مورد مطالعه، موقعیت آن در ایران، زیر حوزه های انتخابی (۱)
Figure 1. Study basin, its location in Iran, selected sub-watersheds

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو بخش انجام شد:

در بخش اول پرسش‌نامه‌های ماتریس مقایسه زوجی تنظیم و میان خبرگان به منظور اولویت‌بندی اقتصادی پروژه‌های آبخیزداری توزیع شده سپس آنالیز داده‌های پرسش‌نامه با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی انجام شد.

در بخش دوم ابتدا مقدار آب، خاک و گیاهی که تحت تاثیر اجرای پروژه‌های آبخیزداری ذخیره و یا تولید شده بود با استفاده از دستورالعمل سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور برآورد شد. بر اساس هزینه‌ی اجرای پروژه‌ها قیمت تمام شده‌ی هر واحد از منابع مشخص و از طریق نسبت سود به هزینه عملکرد اقتصادی ارزیابی گردید. در نهایت پروژه‌ها بر اساس میزان عملکرد اقتصادی‌شان اولویت‌بندی شدند. نتایج این قسمت با نتایج اولویت‌بندی خبرگان که با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی انجام شده بود مقایسه گردید.

دستورالعمل سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور:

برآورد مقدار آب ذخیره شده توسط عملیات آبخیزداری مختلف

در روش ارائه شده توسط اداره ارزیابی طرح‌های آبخیزداری برای برآورد مقدار آب ذخیره شده توسط پروژه‌های مختلف حفاظت خاک و آبخیزداری از فرمول‌های متفاوتی که عموما از فرمول پایه بیلان اقلیمی آب تبعیت می‌کند به شرح زیر استفاده شده است:

مقدار آب

۱- برای تعیین مقدار آب ذخیره شده توسط اقدامات بیولوژیک نظیر بذرکاری، بذرپاشی، قرق، کپه‌کاری و بوته‌کاری از فرمول زیر استفاده شده است:

$$I + \Delta s = \sum Pi - \sum(Qi + ETC)$$ رابطه (۱)

I: مقدار آب نفوذ یافته در هر ماه بر حسب میلی‌متر.

Δs: مقدار آب ذخیره سطحی (چالابی) بر حسب میلی‌متر که برای عملیات بیولوژیک صفر در نظر گرفته شده است.

$\sum Pi$: مجموع بارندگی ماهیانه بر حسب میلی‌متر.

$\sum Qi$: مجموع رواناب سطحی ماهیانه بر حسب میلی‌متر که روش CN یا شماره منحنی برای آن پیشنهاد شده است.

ETC: تبخیر و تعرق ماهیانه توسط پوشش‌گیاهی بر حسب میلی‌متر که از رابطه $ETC = KC \times ETP$ محاسبه می‌شود که KC گیاهان مختلف مرتعی معادل ۰/۷۵ پیشنهاد شده است.

ETP: تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه بر حسب میلی‌متر که برای محاسبه آن روش بلانی کریدل پیشنهاد شده است.

۲- آب ذخیره شده ناشی از اقداماتی نظیر تراس‌بندی در صورتی‌که نهال‌کاری نشده باشد:

$$I = \sum Pi - ETP$$ رابطه (۲)

۳- آب ذخیره شده ناشی از اقدامات فاروئینگ–بانکت‌بندی در صورتیکه نهال‌کاری نشده باشد:

$$I = \sum Pi - ETP$$ رابطه (۳)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.22.20.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.22.132]

در صورتیکه نهال‌کاری شده باشد معادله بصورت زیر خواهد بود:

رابطه (۴) $I = \sum Pi - ETC$

۴- برآورد آب ذخیره شده در بندهای ذخیره‌ای و سدهای خاکی:

رابطه (۵) $S + I = nV - Ea$

S: مقدار ذخیره سطحی بر حسب مترمکعب، I: مقدار نفوذ بر حسب مترمکعب، V: حجم آبگیری بند خاکی-پخش سیلاب-بانکت افقی بر حسب متر مکعب،N: تعداد آبگیری، Ea: تبخیر از سطح آزاد بند ذخیره‌ای بر حسب مترمکعب.

مطابق با روابط ارائه شده در بالا و نوع پروژه‌ی اجرا شده در هر زیرحوزه مقدار آب نفوذ یافته برآورد شد. در دستورالعمل ارائه شده فرمول تراسبندی و بانکت بندی با نهال‌کاری و بدون نهال‌کاری متفاوت است. بنابراین زیرحوزه‌ها به طور جداگانه با فرمول‌های متفاوت بررسی شدند.

مقدار خاک

در این شیوه‌نامه برای ارزیابی تاثیر اقدامات سازه‌ای روی کاهش فرسایش و رسوب مقایسه فرمول جهانی فرسایش آبی در زمان قبل و بعد از اجرای پروژه پیشنهاد شده است:

۱- فرمول E=R.K.L.S.C.P برای اراضی زراعی

۲- فرمول E=R.K.L.S.C.Vm با قرار دادن ضریب جدید Vm به جای P برای اراضی زراعی و مرتعی اصلاح شده که در آنها E میزان فرسایش خاک، R ضریب فرسایندگی باران، K ضریب فرسایش‌پذیری خاک، L طول شیب، S درصد شیب، C ضریب پوشش گیاهی، P ضریب مدیریت، Vm ضریب مدیریت در شرایط جدید است.

در کاربرد این روش فرض بر این است که با تغییرات ایجاد شده بر روی دامنه مقادیر پارامترهای موجود در فرمول نیز تغییر می‌کند و می‌توان با مقایسه آن‌ها در شرایط قبل و بعد از اجرای پروژه اثرات را ارزیابی کرد. در این شیوه‌نامه برای تعیین مقدار رسوب از نسبت SDR به شرح زیر استفاده می‌شود:

رابطه (۶) $SDR=0.565\ A - 0.11$

A: مساحت حوزه بر حسب کیلومتر مربع است.

نکته قابل ذکر اینکه در مطالعات قبل از اجرای پروژه‌ها از مدل MPSIAC برای ارزیابی فرسایش و رسوب استفاده شده و برای قابل مقایسه بودن نتایج قبل و بعد از اجرای پروژه‌ها، ضروری است از همین مدل برای برآورد مقدار رسوب استفاده گردد.

این مدل از جمله مدل‌های تجربی است که در ارزیابی فرسایش و رسوب حوزه‌های بدون آمار و اطلاعات، از دقت نسبتا خوبی برخوردار است. در این مدل برای برآورد فرسایش خاک و تولید رسوب در هر یک از واحدهای هیدرولوژیکی ۹ عامل وزن‌دهی شده و مجموع نمرات نه گانه درجه یا شدت رسوبدهی را مشخص می‌کند. پس از تعیین درجه رسوبدهی، برآورد تولید رسوب با استفاده از مدل توسط رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

رابطه (۷) $Qs=0.253e\ 0.036R$

عوامل نه گانه در این مدل شامل: زمین‌شناسی سطحی، خاک، آب و هوا، رواناب، توپوگرافی، پوشش زمین، کاربری اراضی، فرسایش، فرسایش رودخانه‌ای.

مقدار گیاه

با مقایسه تغییرات تولید (تغییرات ظرفیت مرتع)، وضعیت مرتع، تغییر در گرایش مرتع، تغییر در ترکیب گیاهی و از روی اطلاعات طرح مطالعاتی قبل از اجرای طرح و بعد از آن در تیپ‌های مرتعی که تحت تاثیر عملیات حفاظت خاک و آبخیزداری، احیا شده و افزایش تولید داشته‌اند، می‌توان نقش اقدامات آبخیزداری در افزایش تولیدات گیاهی و بهبود مرتع را برآورد نمود.

در دستورالعمل مذکور برای اندازه‌گیری پوشش‌گیاهی و تولید برای اراضی مرتعی از روش پلات‌های یک متر مربعی، برای بوته‌زارها روش پلات ۵ مترمربعی و برای عرصه‌های با پوشش درختی شمارش در هکتار تنه و برداشت حجم تاج پوشش حداقل ۴ درخت یا درختچه به صورت تصادفی پیشنهاد شده است. مکان‌هایی که در مطالعات قبل از اجرای پروژه ها مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج آن مستند بود شناسایی و جهت مقایسه تاثیر عملیات مورد ارزیابی قرار گرفت. برای تعیین مقدار تولید علوفه سالیانه در مکان‌هایی که تحت اجرای انواع

پروژه‌های بیولوژیکی و بیومکانیکی قرار گرفته مناطق همگن برای نمونه‌برداری انتخاب شدند. تعداد دو ترانسکت ۱۵۰ متری در امتدادهای عمود بر جهت شیب و در جهت شیب مستقر و در هر ترانسکت تعداد ۱۵ پلات ۱×۱ متر مربعی در فواصل ۱۰ متری به منظور نمونه‌برداری و تعیین مقدار تولید با توجه به دستورالعمل برداشت شد.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از مهم‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM[1] است که اولین بار توسط ساعتی (۲۲) معرفی معرفی شد. روش کار مدل AHP با مشخص کردن عناصر و تصمیم‌گیری و اولویت دادن به آن‌ها آغاز می‌شود این عناصر شامل شیوه‌های مختلف انجام کار و اولویت دادن به ویژگی‌ها است (۹). مراحل کار به صورت زیر است:

-تعیین سه معیار اصلی شامل اقتصاد آب، اقتصاد خاک و اقتصاد گیاه و زیرمعیارها شامل پروژه‌های آبخیزداری در سه گروه مکانیکی، بیولوژیکی، بیومکانیکی

- تنظیم پرسش‌نامه‌ها بر اساس ماتریس مقایسه زوجی
- تعیین خبرگان و توزیع پرسش‌نامه‌ها بین ایشان جهت وزن‌دهی معیارها و زیر معیارها و تکمیل پرسش‌نامه
- میانگین هندسی داده‌های پرسش‌نامه و تعیین ماتریس مقایسه زوجی اوزان اولیه
- وارد کردن داده‌های پرسش‌نامه در نرم‌افزار Expert Choice
- تعیین سطح معیارها و اوزان اولیه آن‌ها در نرم‌افزار (سطح دوم درخت تحلیل سلسله مراتبی)

1- Multi Criteria Decision Making

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.22.20.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.22.132]

–تعیین سطح زیرمعیارها و اوزان اولیه آن‌ها در نرم افزار (سطح سوم درخت تحلیل سلسله مراتبی)
– تعیین وزن نهایی و اولویت معیارها و زیرمعیارها در نرم افزار
– تعیین نرخ ناسازگاری IR[1] (۸).
– آنالیز حساسیت مدل: این مرحله چگونگی اولویت‌بندی یک گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها با توجه به هر معیار در حالت کلی را نشان می‌دهد (۵). هدف از انجام این آنالیز نشان دادن حساسیت انتخاب نهایی گزینه‌ها با توجه به نسبت داده به هر معیار توسط تصمیم‌گیرنده است (۸).

حداقل ده خبره که در زمینه مورد پرسشگری متخصص باشند برای پاسخگویی به پرسش‌نامه‌های تحلیل سلسله مراتبی لازم است (۸). در این مطالعه ۱۶ خبره که متخصص بوده و اغلب آشنایی کامل با حوزه مورد مطالعه داشته و در جریان اجرای عملیات آبخیزداری در حوزه بودند، شناسایی شده و پرسش‌نامه‌ها بین ایشان توزیع گردید. در هر بخش از آنان خواسته شد پروژه‌های مکانیکی، بیومکانیکی و بیولوژیکی را بر اساس اینکه کدامیک منابع آب و خاک و گیاه بیشتری را با هزینه کمتر ذخیره و یا تولید می‌کنند اولویت‌بندی کنند. اقتصاد آب، اقتصاد خاک و اقتصاد گیاه به عنوان معیار اصلی و پروژه‌های آبخیزداری به عنوان زیرمعیارهای ماتریس مقایسه، مد نظر قرار گرفتند. به این ترتیب وزن هر یک از معیارها و زیرمعیارها توسط خبرگان تعیین گردید. از مجموع ۱۶ پرسش‌نامه دو پرسش‌نامه به دلیل وجود داده‌های پرت و افزایش نرخ ناسازگاری حذف شده و داده‌های ۱۴ پرسش‌نامه وارد نرم‌افزار Expert Choice شده و طبق مراحل فوق الذکر تجزیه و تحلیل گردید.

به روز رسانی مقادیر ریالی

با استفاده از فرمول زیر مقادیر ریالی در سال‌های مختلف به روزرسانی شده و کلیه ارزش‌ها در سال‌های مختلف به ارزش آن‌ها در یک سال مشخص تبدیل می‌گردد:

$$\text{ارزش ریالی در مقطع زمانی مورد نظر} = \frac{\text{شاخص در مقطع زمانی مورد نظر}}{\text{شاخص در مقطع زمانی مورد نظر}} \times \text{مبلغ ریالی}$$

نتایج و بحث

اولویت‌بندی انواع پروژه‌ها توسط خبرگان مطابق با تحلیل سلسله مراتبی در جداول شماره ۱ و ۲ آمده است. برای تعیین چگونگی رفتار زیرمعیارها در برابر هر یک از معیارها آنالیز حساسیت مدل انجام شد (شکل ۲). این نوع تحلیل حساسیت در واقع فشرده‌ترین حالت نمایش اطلاعات در مورد اولویت‌بندی گزینه‌هاست. این نمودار نشان می‌دهد وزن نسبی هر یک از زیرمعیارها روی هر معیار چگونه است. پروژه‌های مکانیکی مهم‌ترین معیار با وزن ۴۳ درصد است. تغییر وزن این معیار اولویت‌ها را جابجا می‌کند.

همانطور که از جدول شماره ۲ برمی‌آید در هر سه بخش، پروژه مکانیکی در اولویت اول قرار گرفته است. به این معنی که از دیدگاه خبرگان پروژه‌های مکانیکی نسبت به سایر پروژه‌ها از نظر ذخیره منابع آب، خاک و گیاه با قیمت کمتر ارجحیت بیشتری دارد و از نظر عملکرد اقتصادی در اولویت اول قرار می‌گیرد. این نتایج بخصوص در ارتباط با اقتصاد گیاه یعنی پروژه‌ای که با هزینه کمتر پوشش گیاهی بیشتری تولید می‌کند، بحث برانگیز است.

جدول ۱– ماتریس مقایسه زوجی پروژه‌های آبخیزداری

Table 1. The pairwise comparison matrix of watershed projects

بیومکانیکی	مکانیکی	بیولوژیکی	اقتصاد آب	بیومکانیکی	مکانیکی	بیولوژیکی	اقتصاد خاک	بیومکانیکی	مکانیکی	بیولوژیکی	اقتصاد گیاه
۳	۴	۱	بیولوژیکی	۵	۷	۱	بیولوژیکی	۰/۶۷	۰/۳۴	۱	بیولوژیکی
۰/۶۷	۱	۰/۲۵	مکانیکی	۰/۷۲	۱	۰/۱۴	مکانیکی	۲	۱	۳	مکانیکی
۱	۱/۵	۰/۳۴	بیومکانیکی	۱	۱/۴	۰/۲	بیومکانیکی	۱	۰/۵	۱/۵	بیومکانیکی

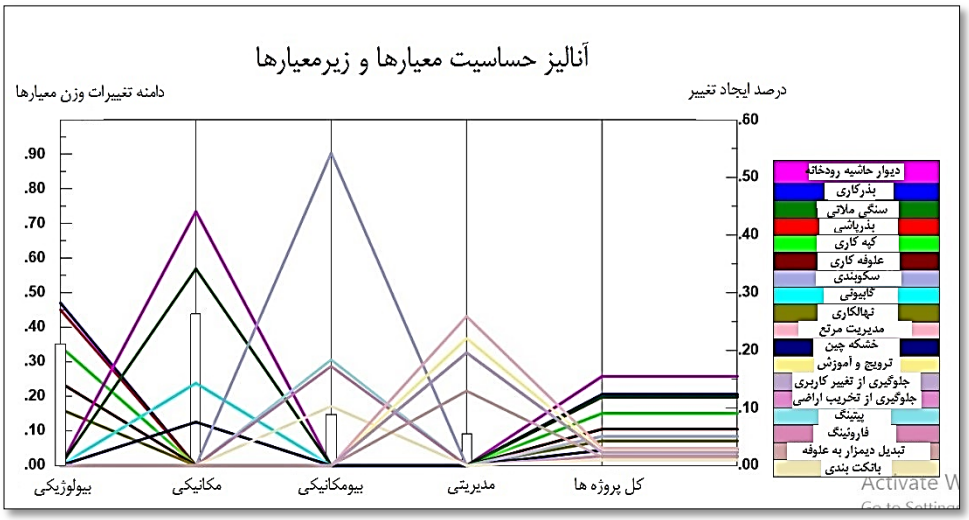
جدول ۲– اولویت‌بندی انواع پروژه‌ها براساس AHP

Table 2. Prioritization of projects based on AHP

عملیات آبخیزداری	اولویت‌ها	اقتصاد آب	اولویت‌ها	اقتصاد خاک	اولویت‌ها	اقتصاد گیاه
بیولوژیکی	دوم	۰/۳۱۰	دوم	۰/۲۷۲	دوم	۰/۲۴۳
مکانیکی	اول	۰/۴۰۳	اول	۰/۴۰۱	اول	۰/۳۴۳
بیومکانیکی	سوم	۰/۱۸۷	سوم	۰/۲۰۷	دوم	۰/۲۴۳

1- Inconsistency Rates

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.22.20.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.22.132]



شکل ۲- آنالیز حساسیت نتایج اولویت‌بندی پروژه‌های آبخیزداری در تحلیل سلسله مراتبی
Figure 2. Sensitivity Analysis of watershed prioritization results in analytical hierarchy process

به‌منظور مقایسه نتایج اولویت‌بندی توسط خبرگان با نتایج مقادیر برآوردی ابتدا مطابق با دستورالعمل ذکر شده مقادیر مربوط به مقدار آب، رسوب و گیاه بعد از اجرای پروژه‌ها برای هر سه زیرحوزه،A2-7، A2-3، A3 محاسبه شد و به همراه سایر ویژگی‌های زیرحوزه‌ها در جداول ۳، ۴ و ۵ آمده است.

جدول ۳- مقدار آب ذخیره شده توسط پروژه‌های آبخیزداری
Table 3. Amount of water stored by watershed projects

نام حوزه	CN متوسط زیرحوزه قبل از اجرا	CN متوسط زیرحوزه بعد از اجرا	ارتفاع بارندگی منجر به رواناب (۱۳۹۵-۱۳۸۹)	ETC+Q (۱۳۹۵-۱۳۸۹) (mm)	مجموع ارتفاع رواناب بعد از اجرا (۱۳۹۵-۱۳۸۹) (mm)
A2-7	۷۴/۹۳	۷۰/۸	۶۳۹/۲	۲۱۶/۸۸	۲۵/۹۶
A2-3	۸۱/۳۲	۸۱/۳۲	۱۱۷۴/۹	$S + I = nV - Ea$	۱۰۷/۸۲
A3	۷۵/۸۷	۷۴/۷۳	۷۳۲/۱	۲۳۶/۱۳	۴۵/۲۲

جدول ۴- فرسایش و رسوبزایی حوزه‌ها قبل و بعد از اجرای پروژه‌های آبخیزداری
Table 4. Erosion and sedimentation of basins before and after implementation of watershed projects

حوزه	حجم رسوب سالانه (m^3/year)		تغییرات حجم رسوب سالانه (m^3)	میزان فرسایش سالانه (m^3/km^2/year)		حجم رسوب پشت سدهای آبخیزداری (m^3)
	قبل	بعد		قبل	بعد	
A2-7	۱۷۱۳/۴۵	۱۶۲۹/۰۶	۸۴/۳۹	۶۵۱/۱۶	۵۲۱/۰۸	فاقد سد اصلاحی
A2-3	۴۲۴۵/۳۲	۶۵۲۷	- ۲۲۸۱/۶۸	۵۳۰/۳۶	۷۹۹/۰۶	۱۶۰۶۸/۵۳
A3	۸۰۰۳/۴۹	۸۱۱۷/۸۹	- ۱۱۴/۴	۵۷۲/۶۵	۷۵۸/۵۳	فاقد سد اصلاحی

جدول ۵- تغییرات پوشش گیاهی حوزه‌ها قبل و بعد از اجرای پروژه‌های آبخیزداری
Table 5. Watershed vegetation changes before and after watershed projects

حوزه	شاخص گیاهی تاج پوشش (%)		گرایش مرتع		تولید علوفه (kg/ha)		ظرفیت چرا (A.U.M)	
	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد
A2-7	۶۳	۷۹	ثابت	پیشرونده	۵۶۷	۷۲۹	۱۳۴	۱۶۸
A2-3	۶۸	۶۸	ثابت	ثابت	۱۱۵۰	۱۱۵۰	۱۵۶	۱۵۶
A3	۶۳	۸۰	ثابت	پیشرونده	۵۶۷	۷۱۲	۱۱۸	۱۵۱

همان‌طور که در جدول شماره ۴ نشان داده شده در مورد زیرحوزه A3 که عملیات بیومکانیکی اجرا شده است، تغییرات حجم رسوب منفی است. این می‌تواند به دلیل بهم‌خوردگی خاک ناشی از عبور ماشین‌آلات برای تراسبندی و وسعت کم عملیات اجرا شده نسبت به کل مساحت زیرحوزه باشد (کمتر از ده درصد کل مساحت زیرحوزه). در زیر حوزه A2-7 حدود ۵۰ درصد کل مساحت زیرحوزه به عملیات بیولوژیکی اختصاص داده شده و تغییرات مثبت بوده است. در مورد زیرحوزه A2-3 تغییرات حجم رسوب منفی بوده و حجم کل رسوب ذخیره شده پشت سدهای اصلاحی به‌عنوان تاثیر مثبت عملیات مکانیکی روی حفاظت خاک در نظر گرفته شد. نتایج مربوط به هر سه بخش حجم آب، حجم رسوب و مقدار پوشش گیاهی، در جداول ۶ ارائه شده است. در مورد پوشش گیاهی مشاهده می‌شود که عملیات بیومکانیکی از عملیات

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.22.20.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.22.132]

بیولوژیکی موفق‌تر عمل کرده است که می‌تواند ناشی از علوفه‌کاری روی سطح تراس‌های احداث شده باشد. این تاثیر مثبت در مورد حجم آب ذخیره شده نیز صادق است و در عملیات بیومکانیکی بیشتر از عملیات بیولوژیکی است.

جدول۶- میزان آب ذخیره شده، خاک حفظ شده و پوشش گیاهی تولید شده سالانه ناشی از عملیات آبخیزداری

Table 6. The amount of stored water, retained soil and vegetation generated annually from watershed projects

حوزه	نوع پروژه‌ی اجرا شده	آب(m^3)	خاک(m^3)	گیاه (kg)
A2-7	بیولوژیکی	۹۲۶۵/۸	۸۴/۳۹	۴۷۶۶۸/۵
A2-3	مکانیکی	۲۴۸۴۰/۸	۲۲۹۵/۵	۰
A3	بیومکانیکی	۴۱۶/۹۴	- ۱۱۴/۴	۵۴۷۰۸/۵

ارزش ریالی هر واحد آب، خاک و گیاه

مطابق با تصویب‌نامه هیات وزیران به شماره‌ی ۴۳۹۸۷ ارائه شده در سال ۱۳۹۲ بنا به پیشنهاد مشترک وزارت جهاد کشاورزی و معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور و سازمان حفاظت محیط زیست، ارزش‌گذاری اجزا مربوط به منابع طبیعی ارائه شد که در جدول شماره ۷ آمده است. این مصوبه به استناد بند (ب) ماده (۱۲) قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی (مصوب ۱۳۸۹) آیین‌نامه اجرایی تصویب شده است.

جدول ۷- ارزش‌گذاری منابع مطابق با تصویب‌نامه هیات وزیران

Table 7. Evaluation of resources accordance with the approval of the Cabinet of Ministers

	ارزش ریالی پایه سال۱۳۹۲ (per Kg)	ارزش ریالی پایه سال ۱۳۹۲ (per m^3)	ارزش ریالی به روز شده سال ۱۳۹۶
خاک	-	۱۴۰۰۰۰	۲۱۶۳۶۹
پوشش مرتعی	۷۱۱۷	-	۱۱۰۰۰

برای تخمین ارزش ریالی هر واحد آب از طرح سیستم انتقال آب موجود در حوزه مطالعاتی استفاده گردید. در سال ۱۳۹۴ طرح انتقال آب از سد آزاد به مخزن سد قشلاق با هدف تامین کمبود آب شرب و کشاورزی در سد قشلاق و همچنین تامین برق در مسیر انتقال افتتاح شد. این خط انتقال دارای ظرفیت انتقال ۲/۵ مترمکعب در ثانیه آب با هزینه‌ای حدود ۲۱۱۲ میلیارد ریال می‌باشد. بنابراین با توجه به ظرفیت انتقال و ارزش سالانه آب، هزینه یک مترمکعب آب در سال حدود ۲۶۷۸۰ ریال خواهد بود. این ارزش در سال ۱۳۹۶ معادل ۳۲۰۰۳ ریال است. با ضرب ارزش ریالی هر واحد از منابع در مقدار آن‌ها، درآمد یا سود حاصل از هر یک از منابع آب، خاک و گیاه برآورد شده و با در نظر گرفتن متوسط عمر مفید پروژه‌های آبخیزداری درآمد کل محاسبه می‌گردد که نتایج در جدول شماره ۸ ارائه شده است. مقادیر مربوط به هزینه‌های اجرای پروژه‌ها از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان کردستان دریافت گردید. از آنجایی‌که پروژه‌ها در سال‌های مختلفی اجرا شده بود کلیه مقادیر به سال ۱۳۹۶ بروزرسانی گردید. سپس با محاسبه نسبت درآمد به هزینه در هر بخش میزان عملکرد اقتصادی پروژه‌ها مشخص شد که در جدول شماره ۸ آمده است.

جدول ۸- برآوردهای مالی پروژه‌های آبخیزداری در سه بخش آب، خاک، گیاه

Table 8. Financial estimates of watershed projects in three sections: water, soil, plant

زیرحوزه	نوع پروژه	درآمد (میلیون ریال)	هزینه (میلیون ریال)	نسبت درآمد به هزینه
A2-7	بیولوژیکی	۸۳۹/۱۳	۳۸۰/۵۱	۲/۲
A2-3	مکانیکی	۷۹۷/۹۷	۱۱۲۵/۲۱	۰/۷
A3	بیومکانیکی	۵۹۰/۳۸	۶۶۳/۷۲	۰/۸

همان‌طور که از جدول شماره ۸ برمی‌آید درآمد در حوزه A2-3 با عملیات مکانیکی بیشتر از حوزه با عملیات بیولوژیکی است اما به دلیل بالا بودن هزینه‌ها و عدم تاثیر روی پوشش گیاهی، نسبت درآمد به هزینه در این زیرحوزه کمتر از یک و کمتر از زیرحوزه با عملیات بیولوژیک و بیومکانیکی است و عملیات بیولوژیک با نسبت ۲/۲ بالاترین عملکرد اقتصادی را به خود اختصاص داده است. همچنین در مورد زیرحوزه A3 با عملیات بیومکانیکی مشاهده می‌شود که درآمد بالاتری نسبت به پروژه‌های مکانیکی دارد اما به دلیل عملکرد منفی در مورد خاک و هزینه بالاتر نسبت به عملیات بیولوژیک نسبت درآمد به هزینه آن کمتر از یک شده است.

قیمت تمام شده‌ی هر یک از منابع

بهای تمام شده کالا عبارت است از هزینه‌های مستقیم مربوط به تولید کالاهای فروخته شده توسط یک شرکت. این مقدار شامل هزینه مواد مصرفی در تولید کالا و هزینه‌های مستقیم نیروی کار مورد استفاده در تولید آن می‌باشد (۴). با این تعریف اقدام به محاسبه قیمت یا بهای تمام شده‌ی هر واحد از منابع در هر یک از انواع پروژه‌های آبخیزداری شد و با تقسیم هزینه‌ی کل بر مقادیر هر منبع قیمت تمام شده بدست آمد، نتایج در جدول ۹ آمده است. می‌توان با مقایسه آن‌ها اولویت پروژه‌ها برای ذخیره و تولید منابع آب، خاک و گیاه را تعیین کرد. بر همین اساس پروژه‌ها اولویت‌بندی شده و با نتایج حاصل از AHP مقایسه شد. کمترین قیمت در مورد آب و گیاه مربوط به عملیات بیولوژیکی و در مورد خاک مربوط به عملیات مکانیکی است.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.22.20.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.22.132]

جدول ۹- قیمت تمام شده هر واحد از منابع (ریال) در پروژه‌های مختلف آبخیزداری
Table 9. The cost of each unit of resources (IRR) in different watershed projects

	بیولوژیکی	مکانیکی	بیومکانیکی
هر متر مکعب آب	۴۱۰۶۶	۴۵۲۹۷	۱۵۹۱۸۹۴
هر متر مکعب خاک	۴۵۰۸۹۹۱	۸۱۴۱۹۳۵	۰
هر کیلوگرم پوشش مرتعی	۷۹۸۲	۰	۱۲۱۳۲

نتایج و بحث

مطالعه اقتصادی در آبخیزداری جز موضوعاتی است که کمتر به آن پرداخته می‌شود. بدون تردید پیچیدگی‌های سیستم حوزه آبخیز و غیر قابل تفکیک بودن اجزا طبیعی در این سیستم سختی و خطای این دست مطالعات را بیشتر می‌کند. در این پژوهش سعی شد با ساده‌تر کردن معادلات، تعیین فرضیات معقول و استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری گروهی به هدف قابل قبولی دست پیدا کرد. با این رویکرد و با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد که متخصصین در روش تحلیل سلسله مراتبی اولویت اقتصادی را در مورد هر سه منبع آب و خاک و گیاه به پروژه‌های مکانیکی دادند در صورتی که ارزش‌گذاری ریالی منابع در هر سه پروژه پاسخی کاملا متفاوت را در پی داشت که با بخشی از نتایج محمدی (۱۷) انطباق دارد. در مورد حوزه‌ای که صرفا به عملیات مکانیکی اختصاص داده شده در سال‌های بعد از اجرای پروژه تولید پوشش گیاهی فرقی نکرده و حجم رسوب سالانه افزایش یافته است (جدول ۴). همچنین با تجزیه و تحلیل اقتصادی آب در این بخش، مشخص شد که هر متر مکعب آبی که توسط پروژه‌های مکانیکی حفظ می‌شود نسبت به پروژه‌های بیولوژیکی قیمت تمام شده بالاتری دارد (جدول ۹). پروژه‌ای که قیمت تمام شده هر واحد از منابع آب و گیاه نسبت به سایر منابع ارزان‌تر و مقرون به صرفه‌تر بوده بیولوژیکی است (جدول ۹) در حالی که از دیدگاه خبرگان و در اولویت بندی AHP در رده دوم قرار می گیرد (جدول ۲).

در ارتباط با نقش ذخیره‌ای سدهای آبخیزداری نیز با اینکه حجم رسوب بالایی در مخزن سدها ذخیره شده است اما قیمت تمام شده آن چند برابر ارزش ریالی آن است. بعلاوه در بازدیدهای میدانی مشخص شد بخش زیادی از رسوب پشت دیوار سدها مربوط به خاکبرداری برای ساخت دیواره بوده که از منطقه خارج نشده و به عنوان بچه سد نیز بکار گرفته نشده است.

آنچه که از مقایسه نتایج ارزش‌گذاری ریالی با دیدگاه خبرگان بدست می‌آید این است که با یکدیگر انطباق ندارند و برخلاف دیدگاه خبرگان که در همه حال اولویت را به پروژه‌های مکانیکی می‌دهند، پروژه‌های بیولوژیکی از نظر اقتصادی در اولویت اول قرار می‌گیرند این نتیجه با بخشی از نتایج اوواندوا و برورب (۱۹) انطباق دارد. این در حالی است که در جریان بازدید از حوزه و پروژه‌های اجرا شده مشخص شد بخشی از سدهای آبخیزداری به دلیل طراحی غیراصولی و کیفیت پایین ساخت تخریب و یا در معرض تخریب قرار گرفته‌اند به همین دلیل اهداف تعیین شده را محقق نخواهند کرد. اما در مورد پروژه‌های بیولوژیکی علاوه بر اینکه کاملا به بهره‌برداری رسیده مورد استقبال آبخیزنشینان نیز قرار گرفته بودند.

مرور جامعی بر همه نتایج این نتیجه‌گیری را در پی خواهد داشت که علت عملکرد مثبت عملیات بیولوژیکی می‌تواند ناشی از دستکاری و آشفتگی کمتر خاک و وسعت بیشتر پروژه‌های بیولوژیکی باشد. چه بسا قبل از فرسایش و نابودی حوزه؛ که بشر در پی اصلاح آن با عملیات آبخیزداری است؛ این پوشش گیاهی بوده که خاک و آب منطقه را حفظ کرده نه سد و دیوار حائل و غیره. البته نقش سازه‌های مکانیکی در کاهش حجم و دبی اوج سیل با دوره بازگشت‌های بالا را نمی‌توان نادیده گرفت که در مطالعات زیادی به آن پرداخته شده است. اما بدون ساخت و طراحی اصولی و بدون اجرای پروژه‌های بیولوژیکی در بالادست، عملیات مکانیکی نیز می‌توانند در کنترل سیلاب موفق عمل نکنند. نهایتا طبق نتایج ارزش‌گذاری ریالی منابع در هر پروژه، اولویت اول به پروژه‌های بیولوژیکی و اولویت‌های دوم و سوم در مورد آب به ترتیب به پروژه‌های مکانیکی و بیومکانیکی و در مورد پوشش گیاهی به ترتیب به بیومکانیکی و مکانیکی اختصاص می‌یابد. نتیجه تحقیق حاضر در شرایط اقتصادی موجود کشور می‌تواند در دستورالعمل مطالعات تفصیلی-اجرایی اعمال شده و در مدیریت و برنامه‌ریزی اقتصادی حوزه‌های آبخیز کشور کمک‌کننده باشد. همچنین پیشنهاد می گردد همین رویکرد در حوزه‌های معرف زوجی نیز مورد مطالعه قرار بگیرد.

تشکر و قدردانی

در پایان لازم است از اساتید راهنما و مشاور آقایان دکتر محمدرضا اختصاصی و دکتر احمد فتاحی به پاس راهنمایی‌های ارزشمندشان کمال قدردانی را داشته باشم.

منابع

1. Ahmadi mirghaed, F., B. Souri and M. Pirbavaghar. 2013. Evaluating the environmental capacity of the territory for the development of rangeland User (case study Parcel A of Gheshlag Dam Basin), Journal of Grassland and Watershed Management, 66(3): 322-334 (In Persian).
2. Ahmadi, H., A. Ismailia, S. Feyznia and M. Shariat Jafari. 2004. Zonation of hazard mass movement using multivariate regression (MR) and Analytical Hierarchy Process (AHP) in Germi Chai watershed, Iranian Journal of Natural Resources, 56(4): 323-336 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.22.20.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.22.132]

3. Ahmadpour, A., G.A. Heshmati and R. Jolae. 2018. Economic evaluation of recreational value in the degraded rangelands of Sohan Chenaran watershed. Agricultural Economics Research, 10(4): 39-58 (In Persian).
4. American Institute of Certified Public Accountants, AICPA. 1998. Accounting and auditing of agricultural production units and agricultural cooperatives, translated by Mohammad Ali Ghavami, 2003, Tehran, Auditing Organization, 146 pp (In Persian).
5. Ananda, J. 2007. Implementing participatory decision making in forest planning, Environmental management, 39: 534-544.
6. Asadi Nalivan, O., M. Mohseni Saravi, G. Zahedi Amiri and A.A. Nazari Samani. 2015. Comparison of two methods of IUCN and watershed, range and forest management in assessing watershed sustainability (case study: Talleghan-Zeidasht). Journal of Watershed Management Research, 6(11): 73-89.
7. Asadi Nelivan, O., M. Mohseni Saravi, GH. Zahedi Amiri and A. Nazari Samani. 2016. Application of the A method in assessing the stability of the watershed (Case study: Taleghan-Zidashht watershed) Pasture and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, 69 (3). 543-559 (In Persian).
8. Bazrafkan, A., A. Mohammadifar and M. Ekhtesasi. 2014. Application of Group Decision-Making models in natural resources management, Sobah Expectancy, First Edition, 237 pp (In Persian).
9. Changa, K.F., C.M. Chiangb and P.C. Chouc. 2007. Adapting aspects of GB Tool 200`searching for suitabilityin Taiwan, Building and Environment, 42: 310-316.
10. Dambatta, A., B.A. Farmani, A. Javadi and B.M. Evans. 2009. The Analytical Hierarchy Process (AHP) for continental land management. Advanced Engineering Informatics, 23(4): 433-441.
11. Destegigure, J.E., J. Duberstein and V. Lopes. 2003. Proceedings of the 1st Interagency Conference on Research on the Watersheds, US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Benson, Arizona, 227 pp.
12. El-Awar, F.A., M.K. Makke, R.A. Zurayk and R.H. Mohtar. 2008. A hydro-spatial hierarchical method for siting water harvesting in reservior of dry area. Applied Engineering in Agriculture, 16(4): 395-404.
13. Hwang, C. and K. Yoon. 1981. Multiple attribute decision making, in lecture notes in economics and mathematical systems 186: Springer-Verlag, Berlin.
14. Khaledian, H. and B. Khedri Tazhan. 2005. Economic effects of watershed management on soil erosion in Gheshlagh watershed, Sanandaj; Third National Conference on Erosion and Sediment; Soil and Water Conservation Research Center of Iran, Tehran, Iran, 1-5 (In Persian).
15. Malczewski, J. 1999. GIS and Multi-criteria Decision Analysis. John Wiley and Sons, New York, 58, 275 pp.
16. Malczewski, J. 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 20(7): 703-726.
17. Mohamadi, S. 2018. Prioritization of sub-catchments for operation of watershed management projects via multi-criteria decision making techniques (CaseStudy: AsyabjofethWatershed). Journal of Watershed Management Research, 10(18): 36-46 (In Persian).
18. Naderi, N. 2008. Model for watershed management to reduce the risk of soil erosion using the Analytical Hierarchy Process (study area: Afjeh watershed). M.Sc. Thesis, Azad University Research Unit. 120 pp.
19. Ovandoa, P. and R. Brouwerb. 2019. A review of economic approaches modeling the complex interactions between forest management and watershed services, Forest Policy and Economics, 100: 164-176.
20. Pirani, F.J. and S.A. Mousavi. 2016. Integrating socio-economic and biophysical data to enhance watershed management and planning, Journal of Hydrology, doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol. 2016.05.072.
21. Rastegar, Sh., H. Barani, A. Darijani, V. Bardishaikh, J. Ghorbani and M. Ghorbani. 2016. Estimation of direct economic value of soil conservation function of rangeland vegetation (case study: Nurrood Basin rangelands), Journal of Watershed Management, 6(11): 171-181 (In Persian).
22. Saaty, T.L. 1980. The analytical hierarchy process, planning priority. Resource Allocation, RWS Publication, USA. 287 pp.
23. Salamat, V., A. Najafinejad, M. Onagh and A. Sadodin. 2014. Prioritizing the watersheds in order to manage them using a multi-criteria decision making approach in a number of Gorganroud and Ghareh Souh watersheds, a thesis for obtaining a master's degree in Watershed Management, Rangeland and Watershed Management Faculty, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, (In Persian).
24. Setlhogile, T., J. Arntzen and O.B. Pule. 2017. Economic accounting of water: The Botswana experience, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, (100): 287-295.
25. Witlox, F. 2005. Expert system in land-use planning: An overview. Journal Expert systems with Applications, 29: 437-445.
26. Xu, H., D. Brown, M. Moore and W. Currie. 2018. Optimizing spatial land management to balance water quality and economic returns in a Lake Erie watershed, Ecological Economics, 145: 104-114.
27. Zare, M. and A.A Nazari Samani. 2011. Landslide hazard prediction based on statistical AHP and combination methods (case study: Vaz watershed). Watershed Management Journal, 2(4): 57-72 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.22.20.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.22.132]

Economic Prioritization of Watershed Management Projects Based on the Impact on Water, Soil and Plant Resources

Mina Jafari[1], Mohammad Reza Ekhtesasi[2] and Ahmad Fatahi Ardakani[3]

1. Ph.D. student, Department of Natural Resources and Desertification, Yazd University
2. Professor, Department of Natural Resources and Desertification, Yazd University,
(Corresponding author: mr_ekhtesasi@yazd.ac.ir)
3. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, University of Ardakan, Yazd
Received: May 2, 2019 Accepted: October 15, 2019

Abstract

In natural resources, economic evaluation is poor in terms of study due to the uncertainty of non-consuming value of resources. In the present study, the evaluation of water, soil and plant resources in watershed management projects and expert questioning was done to enable the projects to be evaluated and prioritized economically. Three sub-watersheds were selected from the Parcel A watershed of Gheshlagh Dam basin in Sanandaj, that the mechanical, biological and biomechanical operations in each of them was executed. The amount of water, soil and plant resources of each project according to the guidelines of Forests, Rangeland and Watershed Management Organization was estimated. The ratio of income to cost and the cost of each unit of resources were obtained by calculating the value of each unit of resources and calculating revenues and costs in each project. Then, water, soil and plant economics as criteria and watershed projects as sub criteria were determined with paired comparison matrix questionnaires. A project has priority that protects more resources at a lower cost than another. Questionnaires were distributed among experts and data were analyzed by Analytical Hierarchy Process. The results of the expert questionnaire and the valuation of the sources were compared. The results showed that, the cost per cubic meter of water in the mechanical project is higher than biological projects, although experts prioritize mechanical methods economically but biological with an income-to-cost ratio of 2.2 is the top priority .The cost of water in the mechanical, biological projects was respectively 1.4, 1.2 times the price per cubic meter of water in the area. Soil and plant prices were also calculated and the biological project became the top economic priority. Therefore, priority should be given to biological projects that have less cost and more impact on resources, contrary to watershed experts and detailed-executive studies. As well as the mechanical projects should be limited to areas in critical flood situations, provided that operate biological projects in upstream.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Cost of Water, Expert Questionnaire, Gheshlagh Dam Basin Of Sanandaj, Project Priority

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2025-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1399.11.22.20.6]
[DOI: 10.52547/jwmr.11.22.132]