دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

"مقاله پژوهشی"

بهینه‌سازی کاربری اراضی با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاره و تحلیل اقتصادی اراضی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان)

فرشته رحیمی[۱]، علی نجفی‌نژاد[۲]، واحد بردی شیخ[۲] و آرش زارع گاریزی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، (نویسنده مسوول: fereshterahimi72@gmail.com)
۲- دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳- استادیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ ارسال: ۹۸/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۱۷
صفحه: ۱۶۹ تا ۱۷۹

چکیده

بهینه‌سازی کاربری اراضی به‌منظور استفاده مطلوب از اراضی برای فعالیت‌های مختلف، همواره از بحث‌های اساسی در برنامه‌ریزی مدیران منابع طبیعی بوده است. برای جلوگیری از اثرات سوء ناشی از بهره‌برداری غیراصولی از اراضی باید برنامه‌های مدیریتی طراحی گردد که منجر به عملکرد بهتر کاربری اراضی گردد. در این تحقیق باهدف جلوگیری از ادامه روند بهره‌برداری غیراصولی از اراضی، به‌طوری‌که رفاه اجتماعی و اقتصادی مردم ساکن در آن به‌خطر نیافتد اقدام به بهینه‌سازی کاربری اراضی در آبخیز چهل‌چای با وسعت ۲۵۶۸۰ هکتار در استان گلستان شده است. بدین منظور به ایجاد نقشه کاربری بهینه با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره و همچنین ارزیابی اقتصادی اراضی با توجه به نسبت سود به هزینه هریک از کاربری‌های پیشنهادی پرداخته شد. کاربری‌ها و اقدامات حفاظتی پیشنهادی در آبخیز چهل‌چای شامل تراس‌بندی، احداث باغ، آگروفارستری، علوفه‌کاری، جنگل‌کاری و احیای جوامع گیاهی کنار رودخانه است. جهت تعیین توان سرزمین برای کاربری‌ها، لایه‌ها و نقشه‌های اطلاعاتی وارد نرم‌افزار Terrset شد و تناسب اراضی برای هریک از کاربری‌های پیشنهادی تعیین گردید. بر این اساس هر یک از فاکتورها بین صفر و یک استاندارد شدند و نقشه فازی هریک از کاربری‌ها در محیط ترست تهیه شد. در نهایت با توجه به فاکتورها و محدودیت‌های تعریف‌شده نقشه تناسب هریک از کاربری‌های پیشنهادی با روش ارزیابی چندمعیاره (MCE) تهیه شد. در نقشه نهایی اختصاص کاربری‌ها بر اساس اهداف چندگانه (MOLA) با افزایش ارزش‌ها از صفر تا یک، تناسب افزایش می‌یابد. همچنین از طرفی با در نظرگرفتن هزینه احداث و نگهداری و درآمد هریک از کاربری‌های پیشنهادی طی افق برنامه‌ریزی ۳۰ ساله، نسبت سود به هزینه هر کاربری به‌دست آمد که نتایج ارزیابی اقتصادی تمامی کاربری‌های پیشنهادی مقرون‌به‌صرفه شد. در نهایت با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی چندمعیاره و ارزیابی کارآیی اقتصادی برای فعالیت‌های پیشنهادی سطح کل تناسب آن‌ها نسبت به حوضه به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: افق برنامه‌ریزی، تناسب اراضی، کاربری بهینه، نسبت سود به هزینه

مقدمه

کاربری اراضی نقش مهمی در موجودیت آب، خصوصیات اقلیمی، حفاظت خاک، میزان آلودگی محیطزیست و تولید رواناب دارد که توجه به آن را ضروری می‌کند. امروزه تغییر کاربری اراضی کشاورزی به‌عنوان فرآیندهای مؤثر در فضای روستایی مطرح است. این تغییرات که غالباً در اثر فعالیت‌های انسانی روی می‌دهد به‌دلیل نبود برنامه‌ریزی‌های اصولی، بی‌توجهی به توسعه پایدار، نداشتن مدیریت پایدار و بدون در نظرگرفتن محدودیت‌های زیست‌محیطی به یکی از مهم‌ترین معضلات روستاها در فضای نوین تبدیل شده است. تغییر کاربری اراضی نتیجه تعامل فضایی و زمانی بین ابعاد بیوفیزیکی و انسانی است (۳). بدون اطلاعات مربوط به شناخت منابع اکولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی اساساً نمی‌توان بخش‌های دیگر فرآیند برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین را برای عمل برنامه‌ریزی مهیا ساخت (۱۳). تخصیص کاربری اراضی به‌منظور استفاده بهینه و مطلوب از اراضی برای فعالیت‌ها و عملکردهای مختلف، همواره از بحث‌های اساسی در برنامه‌ریزی مدیران منابع طبیعی و محیطزیست بوده است.

در این بخش تحقیقات مختلفی که در داخل و خارج از کشور در زمینه برنامه‌ریزی و بهینه‌سازی تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته، پرداخته شده است.

در جهت به‌گزینی کاربری‌ها یا تخصیص بهینه کاربری‌ها که در واقع مصداقی از تصمیم‌گیری چندمعیاره است و تلاش می‌کند کاربری درست را در مکان درست قرار دهد، نمونه‌ای از این موارد است. آسوییل و همکارن با توجه به رشد سریع تغییرات کاربری اراضی در نیوزلند و ازبین‌رفتن اکوسیستم‌های طبیعی درصدد ارزیابی موازنه بین اکوسیستم‌های طبیعی (شامل جنگل و مرتع) و اکوسیستم‌های مدیریت‌شده (شامل کشاورزی و جنگل‌کاری) برآمدند تا از این طریق از میزان پایداری توسعه انسانی و تعادل در استفاده از منابع اطمینان پیدا کنند (۱). ارزیابی توان محیطزیست (چه توان اکولوژیکی و چه توان اقتصادی-اجتماعی آن) عبارت است از برآورد استفاده‌ی ممکن انسان از سرزمین، برای کاربری‌های کشاورزی، مرتع‌داری، جنگل‌داری، پارکداری (حفاظت و توریسم)، آبزی‌پروری، امور نظامی و مهندسی و توسعه شهری، صنعتی و روستایی در چارچوب استفاده‌های کشاورزی، صنعت، خدمات و بازرگانی (۱۱).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]

روش تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل یک سری از روش‌هایی نظیر جمع وزن‌دهی با تحلیل‌های همگرایی است که اجازه می‌دهد طیفی از معیارهای وابسته به یک مبحث، امتیازدهی و سپس به‌وسیله کارشناسان و گروه‌های ذینفع رتبه‌بندی شوند (۶). از نظر سعدالدین و همکاران حوزه آبخیز اکوسیستمی پیچیده و پویا است و به‌عنوان واحد برنامه‌ریزی و مدیریت تلقی می‌شود. همچنین باید تمام ابعاد فنی، اجتماعی، اقتصادی، فیزیکی، اکولوژیکی و سازمانی را در فرآیند برنامه‌ریزی و مدیریت حوزه لحاظ نمود. ایشان در تحقیق خود یک سامانه پشتیبانی تصمیم برای آبخیز چهل‌چای استان گلستان در محیط نرم‌افزار ICMS سیستم مدل‌سازی اجزای تعاملی تهیه کردند. این سامانه پشتیبانی تصمیم قادر است با افزایش ادراک کاربر از سیستم حوزه آبخیز و اجزای آن، همچنین با معرفی گزینه‌های مدیریتی (تراس‌بندی، احداث باغ، اگروفارستری، علوفه‌کاری و درختکاری) در قالب سناریوهای مختلف و نیز با پیشبینی و نمایش اثرات مختلف اجرای احتمالی آن‌ها با کمک شاخص‌های ارزیابی اثرات (پذیرش اجتماعی، سود ناخالص، هزینه‌های متغیر، فرسایش خاک، حجم رواناب، میانگین وزنی اندازه لکه‌های پوشش گیاهی و شاخص وزنی سطح پوشش گیاهی) به مدیریت مشارکتی و یکپارچه حوزه آبخیز کمک کند و موجب تسهیل فرآیند تصمیم‌گیری شود (۱۹).

لیو و همکاران با بررسی در بهینه‌سازی کاربری اراضی دریافتند که در کل دو دسته اهداف در سطح منطقه‌ای (مانند مطلوبیت بیشتر و یا هزینه کمتر برای هر کاربری) و در سطح هر کاربری (مانند خصوصیات هندسی مناطق چون میزان تراکم، سطح، تعداد لکه‌ها و انطباق کاربری‌های مجاور) مورد بررسی و موازنه هستند (۱۰). بهینه‌سازی مدیریت اراضی در حوزه‌های آبخیز یکی از راه‌های مناسب در زمینه حفاظت از خاک است. این امر برنامه‌ریزان را قادر می‌سازد تا از بین ترکیبات مختلف و متنوع کاربری‌ها، کاربری بهینه را طوری انتخاب نماید که علاوه‌بر کاهش آلودگی منابع آب‌وخاک و کاهش فرسایش و رسوب، درآمد بالائی را برای آبخیزنشینان فراهم سازند (۵). چن و همکاران بررسی جامعی در استان هنان جهت کشت تنباکو بر پایه سامانه داده‌های جغرافیایی انجام دادند که در آن پژوهش از ۱۷ شاخص مرتبط با اقلیم، خاک و شکل زمین استفاده کردند. وزن این شاخص‌ها از پرسشنامه‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی به‌دست آمد. نتایج نشان دادند که ۲۲/۵۲ درصد از اراضی این استان واقع در قسمت‌های غرب و جنوب دارای تناسب مطلوب برای کشت تنباکو است (۲). کبودی و همکاران به‌منظور مکان‌یابی مناطق مستعد آبزی‌پروری با استفاده از روش چندمعیاره و فازی‌سازی فاکتورهای مورد بررسی به این نتیجه رسیدند که محدوده مورد مطالعه دارای توان مناسب برای گسترش استخرهای آبزی‌پروری در مقیاس تجاری و بدون محدودیت جدی ناشی از نبود متغیرهای اساسی است (۹). رجایی و همکاران در سال ۲۰۱۷ میلادی با به‌کارگیری روش ارزیابی چندمعیاره جهت تعیین مستعدترین مناطق کشاورزی حوزه آبخیز تجن به این نتیجه رسیدند که در طول دورهٔ ۲۰۱۰ تا ۲۰۴۰، کاربری جنگلی ۳۴۷۳۹ هکتار کاهش و کاربری کشاورزی و مرتع به‌ترتیب، ۲۷۰۷۱ و ۷۶۶۸ هکتار افزایش خواهد داشت و نیز ۳۴۷۳ هکتار از مستعدترین مناطق محتمل تغییر کاربری جنگل به کاربری کشاورزی و مرتع استخراج شد (۱۷). هنربخش و همکاران بررسی هایی جهت انجام مدیریت و برنامه‌ریزی از طریق بهینه‌سازی کاربری اراضی یک مدل فازی ارائه دادند که در این مدل حداقل‌سازی مقدار فرسایش خاک و حداکثرسازی مقدار سود به‌ترتیب در اولویت هستند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که روش ارائه‌شده روشی کارآمد در بهینه‌سازی کاربری اراضی و توسعه پایدار منطقه بوده و می‌تواند موجب افزایش سود تا ۹۷ درصد و کاهش فرسایش تا ۱۲ درصد شود (۷). نتایج پژوهش یاراحمدی و همکاران در حوزه آبخیز اهرچای نشان داد که در صورت بهینه‌سازی کاربری اراضی، سطح باغات آبی از ۱۷۳/۶ به ۶۶۲/۹ هکتار افزایش خواهد یافت. همچنین، میزان درآمد خالص در واحد سطح در وضعیت فعلی از ۶/۶ به ۱۲/۹ و در وضعیت اعمال مدیریت از ۸/۴۶ به ۱۴ میلیون ریال در سال افزایش خواهد یافت. این مقدار در سناریوی سوم به ۱۵/۶۷ میلیون ریال در سال افزایش‌یافته است (۲۱). همچنین مصفایی و همکاران تحقیقی به‌منظور تعیین توان اکولوژیک اراضی برای کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری از طریق ارزیابی چندمعیاره انجام دادند. نتایج نشان داد که در مجموع ۴۴ درصد از اراضی سطح آبخیز تحت کاربری‌های غیرمجاز قرار دارد که سهم کاربری‌های غیرمجاز دامداری و مرتع‌داری، کشت و باغات آبی و دیم‌زارها به‌ترتیب برابر ۳۴/۹ درصد، ۲/۸ درصد، ۵/۵ درصد هست. نتایج این تحقیق نشان داد که در آبخیز آکوجان، تفاوت زیادی بین کاربری‌های مناسب و کاربری‌های فعلی اراضی موجود است که بیانگر میزان انحراف از اصول توسعه پایدار محسوب می‌شود (۱۴).

تهدیدات ناشی از تغییرات غیراصولی کاربری اراضی و استفاده نا به‌جا از اراضی، باعث شده است که استفاده بهینه از اراضی بیشتر موردتوجه قرار گیرد که لزوم دسترسی به این وضعیت بهینه، تدوین برنامه صحیح و اصولی و استفاده همه‌جانبه از محیط‌زیست است. لذا با توجه به اهمیت مدیریت جامع آبخیز و کمبود تحقیقات انجام‌گرفته درزمینه ارائه برنامه اصلاح کاربری اراضی حوزه‌های آبخیز در کشور، آبخیز چهل‌چای واقع در استان گلستان جهت تدوین برنامه اصلاح کاربری اراضی در نظر گرفته شده است. با تدوین برنامه اصلاح کاربری اراضی و آگاهی از نسبت تغییرات کاربری‌ها درگذر زمان مدیران و برنامه‌ریزان آبخیز چهل‌چای قادر خواهند بود تا ضمن بررسی وضعیت فعلی و نیز حدود آستانه از ابعاد مختلف (بیوفیزیکی و اقتصادی–اجتماعی)، با در نظر گرفتن مشکلات و معضلات منطقه، اقدامات مناسب جهت بهبود وضعیت آبخیز و مدیریت حوضه را ارائه نمایند.

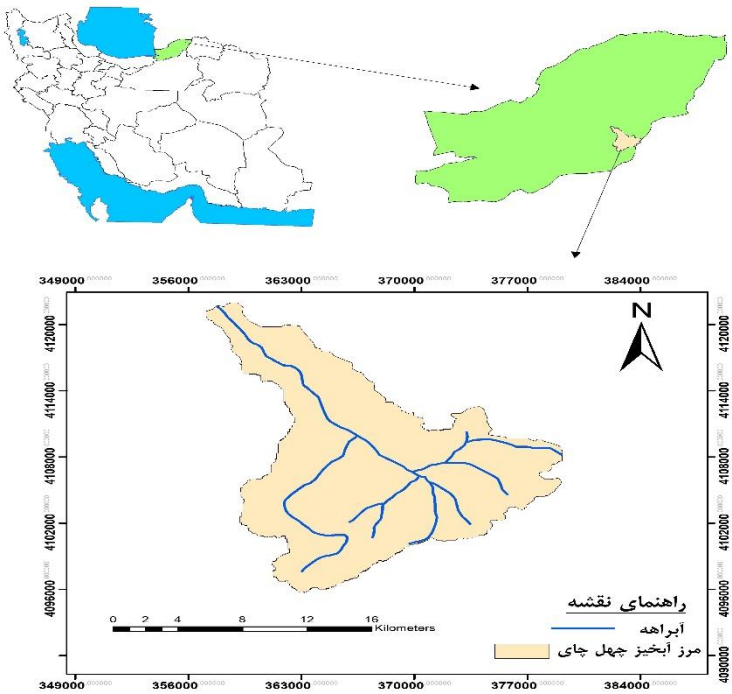
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز چهل‌چای یکی از حوضه‌های کوهستانی شمال کشور با وسعت ۲۵۶۸۰ هکتار در موقعیت جغرافیایی

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]

´ ۵۷ ° ۳۶ تا ´ ۱۵ ° ۳۷ عرض شمالی و´ ۲۲ ° ۵۵ تا´ ۳۷ °۵۵ طول شرقی و بر مبنای سیستم مختصات UTM در زون ۴۰ شمالی در استان گلستان، شهرستان مینودشت واقع‌شده است (شکل ۱). میانگین بارندگی سالیانه منطقه مورد مطالعه ۷۵۰ میلی‌متر می‌باشد. این حوضه دربرگیرنده ۲۶ روستا شامل جمعیت روستایی شهرستان مینودشت بخش مرکزی دهستان چهل‌چای و قلعه‌قافه و کوهسارات می‌باشند. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۱۸۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۲۵۴۷ متر از سطح دریا می‌باشد. روستاهای دوزین و قلعه قافه از مراکز مهم جمعیتی این حوضه می‌باشند (۱۵).



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز چهل چای در استان گلستان و ایران
Figure 1. Location of the Chehel-Chai watershed in Golestan province and Iran

روش تحقیق

به‌دلیل اهمیت مسئله تغییر کاربری در حوزه آبخیز چهل‌چای که در بالادست یکی از بزرگ‌ترین سدهای مخزنی تأمین آب شرب و کشاورزی شرق استان گلستان قرار دارد و به‌عنوان یکی از پرچالش‌ترین حوزه‌های آبخیز استان گلستان محسوب می‌شود، شناسایی عوامل و مؤلفه‌های برنامه اصلاح کاربری اراضی امری ضروری و مفید است. این تحقیق شامل دو مرحلهٔ کلی است. ابتدا نقشه کاربری بهینه با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره تولید شد و سپس به تجزیه‌وتحلیل اقتصادی کاربری‌های پیشنهادی با استفاده از روش نسبت منفعت به هزینه پرداخته شد.

ایجاد نقشه کاربری بهینه با استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره

در این تحقیق، جهت تعیین توان سرزمین برای کاربری‌ها، با توجه به شرایط حاکم بر حوزه مورد نظر، از گزارش ارزیابی توان و آمایش سرزمین مدیریت یکپارچه آبخیز دکتر ماهینی (۱۱) و گزارش اطلاعات توان سرزمین حوزه آبخیز چهل‌چای دکتر مخدوم (۱۲) استفاده گردید. این روش شامل مراحل زیر است:

- شناسایی منابع اکولوژیک (تهیه نقشه‌های پایه منابع اکولوژیکی پایدار)

در این مرحله، نقشه‌های مربوط به منابع اکولوژیک پایدار موردنیاز برای فرآیند بهینه‌سازی که شامل نقشه‌های شیب، جهت، ارتفاع، لایه روستاها، جاده، بارندگی، گسل، زمین‌شناسی (خاک‌زایی- نفوذپذیری- حساسیت به فرسایش)، خاکشناسی (ضخامت و بافت خاک)، کاربری اراضی، شدت فرسایش، چشمه‌ها آبراهه‌ها در محیط نرم‌افزار Terrset تهیه گردید. (نرم‌افزار Terrset یاادریسی سابق، نرم‌افزاری محبوب و کارا برای آموزش مبانی و اصول GIS در دانشگاه‌ها محسوب می‌شود. قابلیت بالا در پشتیبانی تصمیم‌سازی، مدیریت عدم اطمینان، تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی و استفاده جهت مدل‌سازی‌های پویا این نرم‌افزار را به نسخه‌ای کارا در حوزه مدیریت مسائل زیست محیطی و توسعه پایدار تبدیل کرده است).

- انتخاب کاربری مناسب و اولویت‌بندی طبقات کاربری اراضی (فعلی) برای کاربری‌های پیشنهادی

توصیه‌های منابع علمی و نظر کارشناسان با توجه به نظرخواهی انجام‌شده شامل تراس‌بندی، احداث باغ، آگروفارستری، علوفه‌کاری، جنگل‌کاری و احیای جوامع گیاهی کنار رودخانه به‌عنوان کاربری‌های پیشنهادی در آبخیز چهل‌چای انتخاب شد و با توجه به کاربری‌های فعلی با هدف برنامه اصلاحی و تناسب کاربری اراضی اولویت‌بندی شد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]

فعالیت‌های انتخابی علاوه‌بر بهبود وضعیت منابع‌طبیعی، محیط‌زیست، پوشش‌دادن مناطق خطر، باعث بهبود وضعیت اقتصادی آبخیزنشینان نیز می‌گردند.

- ارزیابی تناسب اراضی برای کاربری پیشنهادی:

جهت تعیین تناسب اراضی برای کاربری‌های پیشنهادی، نقشه‌های پایه تهیه‌شده از لحاظ درجه اهمیت در تعیین کاربری‌های پیشنهادی وزن‌دهی می‌شود. در این پژوهش، پس از تهیه نقشه پایه مورد نیاز، لایه‌ها و نقشه‌های اطلاعاتی وارد نرم‌افزار ترست شد و توان اکولوژیک برای کاربری‌های مختلف تعیین گردید. با توجه به شرایط جغرافیایی منطقه و اهداف مورد نظر و امکانات موجود، مدل‌های توسعه برای کاربری تراس‌بندی، احداث باغ، آگروفارستری، علوفه‌کاری، جنگل‌کاری و احیای جوامع گیاهی کنار رودخانه در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت.

- اولویت‌بندی نقشه‌های توان و تهیه نقشه نهایی تناسب با روش MOLA

برای تهیه این لایه و بهینه‌سازی کاربری‌ها در این مطالعه از روش اختصاص کاربری‌ها بر اساس اهداف چندگانه که به‌اختصار MOLA گفته می‌شود، استفاده شد. اساس این روش، انتخاب کاربری‌هایی است که بیشترین تناسب را با توجه به اهداف آمایشی و امکانات موجود در منطقه دارا هستند و در ضمن از حداقل مساحت مورد نیاز نیز برخوردار باشند. بنابراین در این کار نوعی مقایسه چند جانبه و هم‌زمان با در نظر گرفتن پارامترهایی مثل اندازه منطقه، یکپارچگی و جانمایی در سطح کل منطقه صورت می‌گیرد. در فرآیند انتخاب کاربری‌ها به روش MOLA بر اساس وزن‌ها و مساحت دلخواه داده شده، ترکیبات مختلف بارها بارها تکرار می‌شوند تا در نهایت شروط مورد نظر را تأمین کنند. در این رویکرد، فرایند اختصاص کاربری‌ها بر اساس تناسب انجام می‌شود و برای مناطق متعارض که در آن‌ها چند کاربری دارای توان مناسب یا بالا باشند، بر اساس روش نزدیکی به نقطه ایده‌آل کاربری نهایی استخراج خواهد شد(۸).

تجزیه‌وتحلیل اقتصادی کاربری‌های پیشنهادی با استفاده از روش نسبت منافع به مخارج

در این روش نسبت درامد به هزینه‌ها مبنای محاسبات قرار گرفته و مقدار آن از تقسیم ارزش حال درآمدها به ارزش حال هزینه‌ها به‌دست می‌آید. در این روش ارزش کلیه درآمدها و هزینه‌ها به ارزش فعلی در زمان حال تبدیل می‌شود. اگر این نسبت بیشتر از یک باشد طرح اقتصادی است. این روش در ارزیابی طرح‌های بخش خصوصی و دولتی کاربرد دارد.

رابطه (۱)

$$\frac{B}{C}=\frac{\text{منافع (درآمدها)}}{\text{مخارج (هزینه‌ها)}}$$

نسبت محاسباتی با معیار یک مقایسه می‌شود. درصورتی‌که این معیار بزرگ‌تر از یک باشد فعالیت مورد نظر دارای توجیه اقتصادی بوده و از بین تمامی فعالیت‌هایی که دارای توجیه اقتصادی بوده فعالیتی که نسبت منفعت به هزینه (B/C) آن در مقایسه با دیگر فعالیت‌ها از همه بالاتر باشد از اولویت بالاتری از نظر توجیه اقتصادی قرار دارد (۲۰). در این تحقیق نسبت سود به هزینه برای هر کاربری پیشنهادی حوضه آبخیز چهل چای به شرح ذیل محاسبه شد.

جزئیات مراحل محاسبه سود و هزینه کاربری‌ها به‌شرح زیر می‌باشد:

- مشخ کردن نهاده‌های ورودی مختلف به‌کار رفته برای هر کاربری پیشنهادی و تعیین تعداد واحد مورد نیاز و هزینه هر واحد
- محاسبه هزینه در واحد هکتار هر کاربری
- محاسبه درآمد حاصل از هر کاربری پیشنهادی با توجه به تعداد واحد تولیدشده و بهای هر واحد تولیدی
- محاسبه نسبت سود به هزینه هر کاربری پیشنهادی

در محاسبه هزینه‌های استقرار و نگهداری برای تمامی فعالیت‌های مدیریتی در آبخیز چهل‌چای یک دوره زمانی مشترک در محاسبات اقتصادی در نظر گرفته شده است. به این دوره مشترک اصطلاحاً "افق برنامه‌ریزی" نیز می‌گویند که خصوصیات اقتصادی برای این دوره ارزیابی می‌گردد (۱۸). در این مطالعه با توجه به دامنه زمانی عمر فعالیت‌ها، افق برنامه‌ریزی معادل ۳۰ سال در نظر گرفته شده است. افق زمانی در این پژوهش، بر اساس برنامه بهره‌برداری طولانی‌ترین پروژه در نظر گرفته شد. برای اعمال یک افق بهره‌برداری مشترک برای تمامی فعالیت‌های مدیریتی، تکرار ۳۰ دوره متوالی کشت روی تراس و ۱ دوره متوالی اگروفارستری، ۱ دوره متوالی باغ‌کاری، ۱ دوره متوالی جنگل، ۶ دوره متوالی علوفه کاری و ۲ دوره متوالی احیای جوامع گیاهی کنار رودخانه در نظر گرفته شد.

بدین‌ترتیب در محاسبات اقتصادی برای آبخیز چهل‌چای جداول جریان پول برای یک دوره ۳۰ ساله تنظیم شده است. در این جداول مقادیر به ریال به‌صورت ارزش فعلی و بر اساس فهرست بهای سال ۱۳۹۷محاسبه شده است.

برای محاسبه ارزش فعلی هزینه و یا درآمد ناخالص از معادله زیر (۱۸) استفاده شده است:

رابطه (۲)

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

X_t: هزینه یا درآمد برای یک فعالیت مدیریتی معین درسال t

T: دوره تولید برای فعالیت مدیریتی

i: نرخ تنزیل برحسب درصد. در این مطالعه نرخ تنزیل به‌صورت مرکب و معادل ۷/۵ درصد لحاظ گردیده است که با اعمال اثر ترکیبی نرخ تورم و نرخ بهره به دست می‌آید.

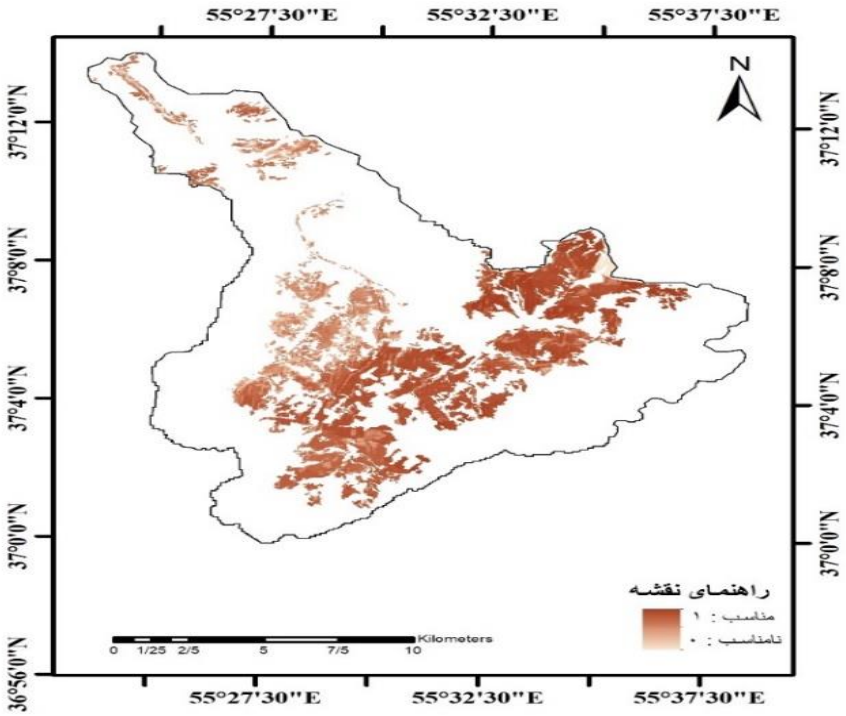
نتایج و بحث

نتایج ارزیابی چند معیاره (MCE) برای تعیین کاربری بهینه

پس از ایجاد لایه‌های مورد نیاز در محیط GIS و ایجاد فایل رستری در محیط نرم‌افزار Terrset، شناسایی منابع اکولوژیکی و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، ارزیابی تناسب اراضی برای کاربری‌های تراس‌بندی (شکل ۲)، احداث باغ (شکل ۳)، آگروفارستری (شکل ۴)، علوفه‌کاری (شکل ۵)، جنگل‌کاری (شکل ۶) و احیای جوامع گیاهی کنار رودخانه (شکل ۷) انجام

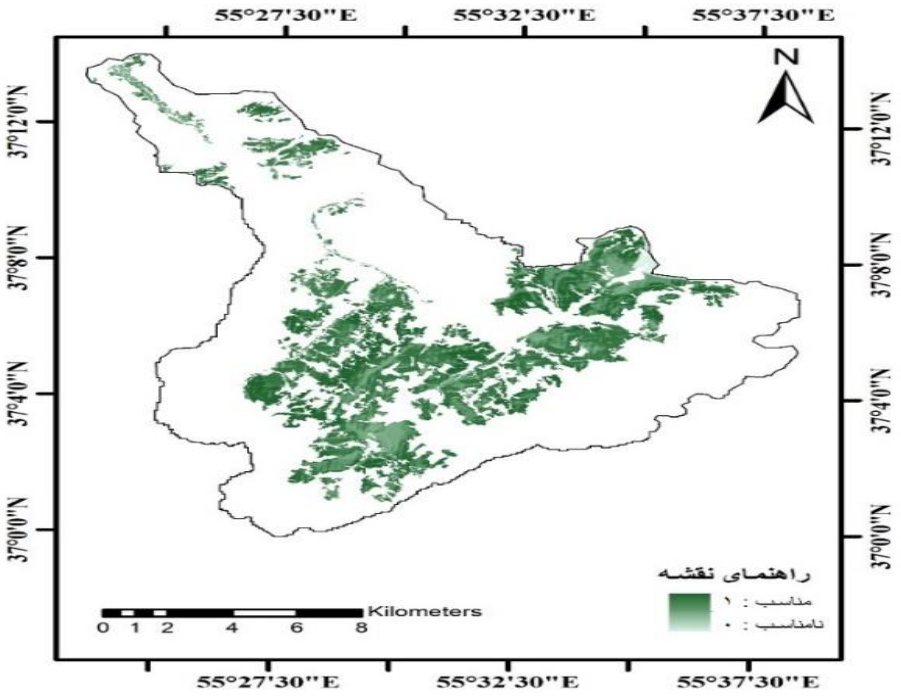
[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]

گرفت. بر این اساس هر یک از فاکتورها برای کاربری پیشنهادی بین صفر و یک استاندارد شدند و نقشه فازی هر یک از کاربری‌ها در محیط ترست تهیه شد. در نهایت با توجه به فاکتورها و محدودیت‌های تعریف‌شده نقشه تناسب هر یک از کاربری‌های پیشنهادی با روش MCE تهیه شد. در نقشه نهایی با افزایش ارزش‌ها از صفر تا یک، تناسب افزایش می‌یابد. در نهایت بعد از به‌دست‌آمدن نقشه تناسب برای همه کاربری‌های پیشنهادی، با دادن مساحت دلخواه (یک‌چهارم مساحت اراضی با تناسب بالا) و وزن دلخواه (بر اساس اقتصادی‌بودن هر کاربری و نسبت سود به هزینه آن‌ها) به هر یک از کاربری‌ها در محیط ترست، جانمایی نهایی کاربری‌ها در عرصه با اجرای روش MOLA به‌دست آمد (شکل ۸).

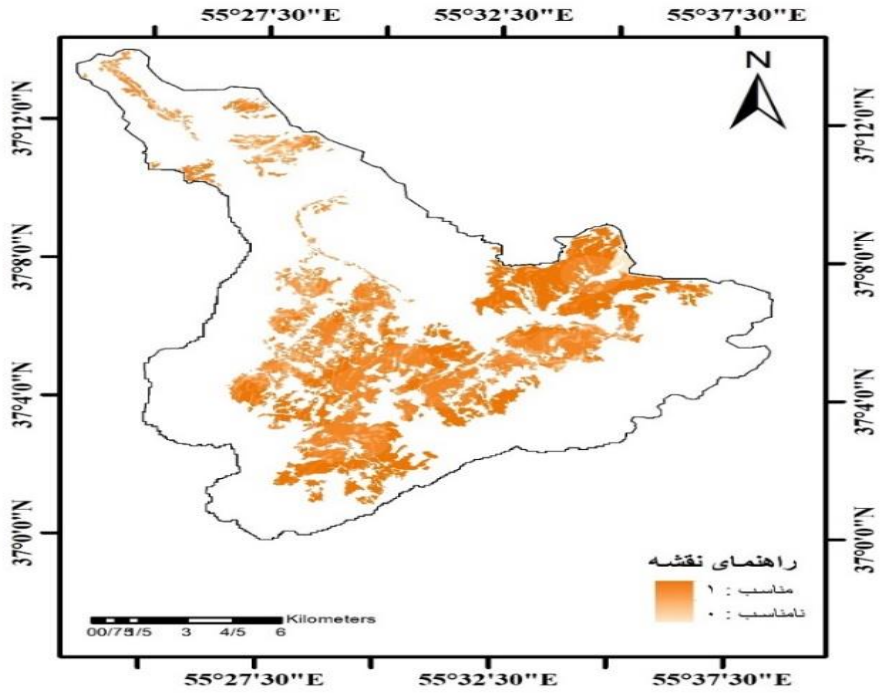


شکل ۲- نقشه تناسب اراضی برای تراس‌بندی
Figure 2. Land suitability map for terracing

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]

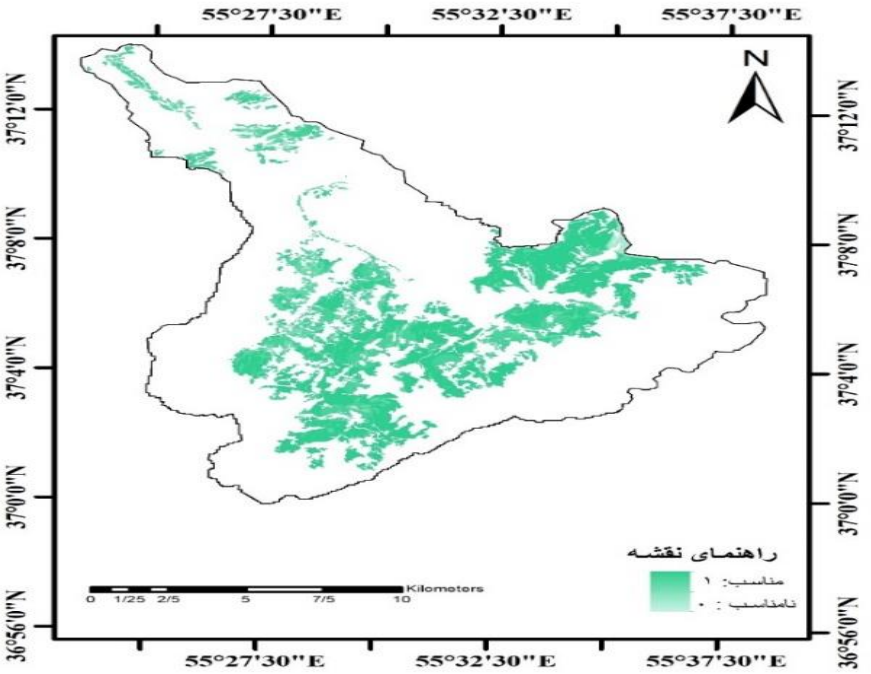


شکل ۳- نقشه تناسب اراضی برای احداث باغ
Figure 3. Land suitability map for garden

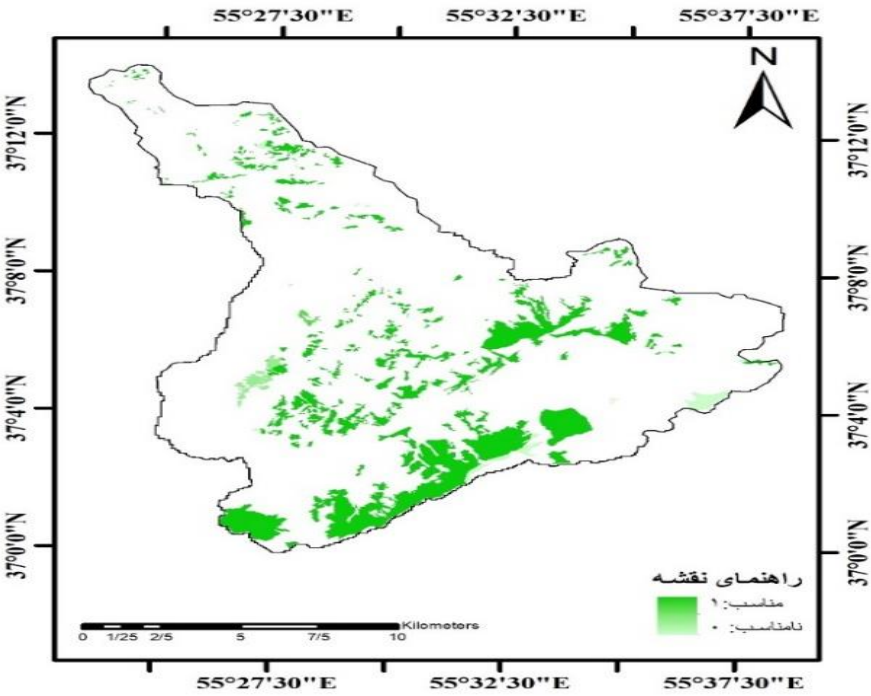


شکل ۴- نقشه تناسب اراضی برای اگروفارستری
Figure 4. Land suitability map for agroforestry

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]

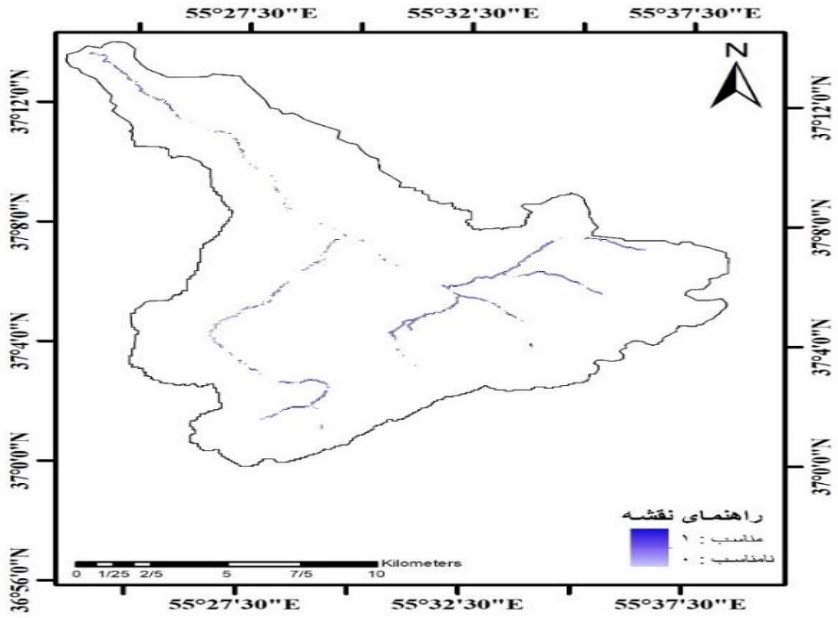


شکل ۵- نقشه تناسب اراضی برای علوفه‌کاری
Figure 5. Land suitability map for forage

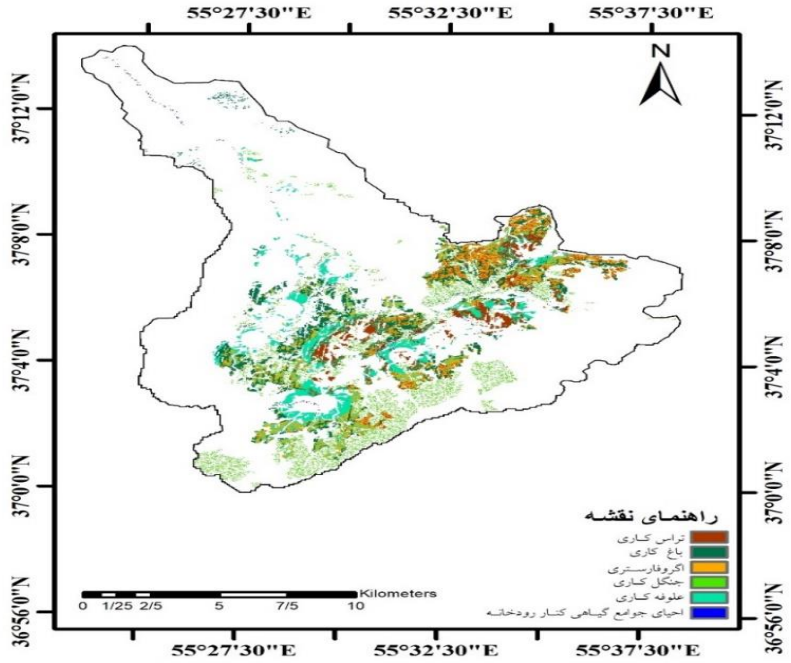


شکل ۶- نقشه تناسب اراضی برای جنگل‌کاری
Figure 6. Land suitability map for forestry

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]



شکل ۷- نقشه تناسب احیای جوامع گیاهی کنار رودخانه
Figure 7. Suitability map afforestation and riparian forest buffers



شکل ۸- نقشه نهایی تناسب کاربری اراضی حوزه آبخیز چهل‌چای به روش MOLA
Figure 8. Final map of land use suitability of Chehel-Chay watershed by MOLA method

نتایج تجزیه‌وتحلیل اقتصادی کاربری‌های پیشنهادی با استفاده از روش نسبت منافع به مخارج

در این مطالعه برای فعالیت مدیریت کشت روی تراس (با پیشنهاد کاشت گندم و یونجه)، باغکاری (با پیشنهاد کاشت گونه‌های گلابی و گیلاس)، اگروفارستری (با پیشنهاد تلفیق درختان گردو و محصول گندم)، جنگل‌کاری (با پیشنهاد کاشت گونه زربین)، علوفه کاری (با پیشنهاد کاشت یونجه) و احیای جوامع گیاهی کنار رودخانه (با پیشنهاد کاشت گونه صنوبر) با در نظرگرفتن هزینه احداث و نگهداری و درآمد هر یک از کاربری‌های پیشنهادی طی افق برنامه‌ریزی ۳۰ ساله، نسبت سود به هزینه هر کاربری به‌دست آمد (جدول ۱).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]

جدول ۱- نسبت سود به هزینه کاربری‌های پیشنهادی

Table 1. Benefit-cost ratio of the proposed uses

کاربری پیشنهادی	تعداد دوره‌های متوالی *	هزینه (میلیون ریال)	درآمد (میلیون ریال)	B/C
تراس‌کاری	۳۰	۲۵۹۰/۵۶	۸۳۴۳/۵۱	۳/۲۲
باغکاری	۱	۵۲۷۰/۴۷	۵۹۵۳۰/۵۱	۱۱/۲۹
جنگل‌کاری	۱	۱۴۰۰۵/۴۰	۲۹۳۱۸/۹۱	۲/۰۹
اگروفارستری	۱	۵۸۸۳/۳۹	۳۷۲۵۷/۷۲	۶/۳۳
علوفه‌کاری	۶	۶۲۷/۶۷	۴۳۲۱/۰۶	۶/۸۸
احیای جوامع گیاهی کنار رودخانه	۲	۲۱۱۹۶/۸۴	۵۲۸۵۴/۳۶	۲/۴۹

*: تعداد دوره‌های متوالی انجام فعالیت در افق زمانی تحلیل اقتصادی ۳۰ سال

یافته‌های ارزیابی توان و تناسب سرزمین برای کاربری‌های مختلف نشان داد که با توجه به شرایط فیزیوگرافی و خاک‌شناسی حوزه آبخیز چهل‌چای، اراضی دارای تناسب برای تمامی کاربری‌های پیشنهادی وجود دارد و کاربری علوفه‌کاری از بین کاربری‌های دیگر بیشترین مساحت تناسب در حوزه را در برگرفته است که به پیشنهاد یونجه‌کاری با توجه به نظر پذیرش مردمی و نظر کارشناسی در این کاربری ارزیابی اقتصادی نیز صورت گرفت و از آنجائی که مقدار نسبت سود به هزینه این کاربری ۶/۸۸ محاسبه شد از لحاظ اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه است. نقشه کاربری اصلاحی حوضه، با تحلیل لایه‌های مختلف و تکرارهای زیاد در محیط ترست ایجاد شد ولی ازآنجاکه مراحل تحلیل در قالب مدل صورت گرفت، می‌توان به شکل راحت‌تر و در زمان نسبتاً کم‌تر آمایش فوق را به‌صورت نیمه‌اتوماتیک بارها اجرا نمود و نتایج را تحت نظر کارشناسان و مدیران منطقه و عواملی مانند میزان بودجه تا حدی تغییر داد تا درنهایت به‌نوعی اجماع گروهی بر سر چینش و مقدار کاربری‌های مختلف دست یافت که با تحقیقات ماهینی (۱۱) مطابقت دارد. همچنین بررسی هزینه و درآمد خالص هر یک از فعالیت‌ها به تفکیک میزان سود به هزینه برای هر یک هکتار نشان داد که همه فعالیت‌های پیشنهادی توجیه اقتصادی داشته و نسبت سود به هزینه بزرگ‌تر از یک می‌باشد. در مقایسه بین فعالیت‌ها، باغکاری بالاترین نسبت را داشته است که حاکی از اقتصادی‌بودن این عملیات و افزایش انگیزه اقتصادی و کسب‌وکار در منطقه می‌گردد که با نتایج گوهردوست و همکاران (۴) مطابقت دارد.

همچنین می‌توان از یافته‌های ارزیابی توان و تناسب سرزمین به این نتیجه رسید که پیشنهاد افزایش جوامع گیاهی کنار رودخانه در این پژوهش باعث بهبود شرایط اکولوژیکی آبخیز چهل‌چای می‌گردد. از جمله مزایای وجود جوامع گیاهی در حاشیه رودخانه می‌توان به حفظ کیفیت آب، افزایش تنوع زیستی، کاهش اثر آلودگی آب، تأمین مواد غذایی، حفظ زیستگاه‌های ماهیان و حیات‌وحش نیوسام و همکاران (۱۶) اشاره نمود. در این پژوهش با توجه به شرایط منطقه و پیشنهادات کارشناسی درخت صنوبر برای کاربری احیای جوامع گیاهی کنار رودخانه پیشنهاد شد که با توجه به اینکه نسبت مقدار سود به هزینه این کاربری ۲/۴۹ محاسبه شد از لحاظ اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه است.

کاهش سطح رویشگاه‌های طبیعی از طریق تغییر کاربری اراضی به‌صورت قانونی یا خلاف آن، توسط بخش‌های مختلف دولت و مردم اتفاق می‌افتد. همچنین افزایش سطح زمین‌های کشاورزی و باغی و اجرای طرح‌های توسعه‌ای و عمرانی بدون وقفه ادامه دارد. خروجی این روند، کاهش تدریجی سطح جنگل‌ها، مراتع، مانداب‌ها و اکوسیستم‌های بیابانی کشور است. با اینکه نمی‌توان کتمان کرد، یکی از ملزومات اولیه برای اجرای تعدادی از این طرح‌های توسعه‌ای، تأمین زمین است. اما باید در ارائه راهبردها نیاز توسعه‌ای را با کمترین سطح تخریب و حداقل تقاضا برای زمین به سرانجام رساند که باید یک سری اصول اولیه در آن رعایت شود. به‌عنوان‌مثال در برنامه‌های توسعه‌ای، حفظ مناطق حفاظت‌شده و سایر اکوسیستم‌های ویژه و شاخص که دستگاه‌های متولی، آن‌ها را شناسایی و معرفی می‌کنند به‌عنوان خط قرمز توسعه محسوب شود و همچنین برنامه‌های توسعه‌ای کشور به‌صورتی هدایت شود که ضمن دسترسی به اهداف مهم آن ازجمله رشد اقتصادی و ایجاد اشتغال، بدون وابستگی به زمین باشد.

با توجه به شرایط فیزیکی آبخیز چهل‌چای، مانند کوهستانی و پرشیب‌بودن، نحوه مدیریت اراضی و تبدیل وسیع کاربری اراضی جنگلی به زراعت و گسترش اراضی دیم با اعمال شخم در جهت شیب، زمینه را برای نابودی خاک، کاهش حاصلخیزی، ازبین‌رفتن اکوسیستم، کاهش درآمد و افزایش فقر و به‌تبع آن مهاجرت بی‌رویه را فراهم آورده است. لذا به‌منظور دستیابی به مدیریت یکپارچه آبخیز، تدوین برنامه مدیریتی به‌منظور اصلاح، بازسازی و حفاظت آبخیز در جهت حفظ و ارتقای سطح سلامت آبخیزها ضروری می‌باشد.

منابع

1. Ausseil, A.G.E., J.R. Dymond, M.U.F. Kirschbaum, R.M. Andrew and R.L. Parfitt. 2013. Assessment of multiple ecosystem services in New Zealand at the catchment scale. Environmental modelling and software, 43: 37-48.
2. Chen, H.S., G.S. Liu, Y.F. Yang, X.F. Ye and S.H.I. Zhou. 2010. Comprehensive evaluation of tobacco ecological suitability of Henan Province based on GIS. Agricultural Sciences in China, 9(4): 583-592.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]

3. Dehghan, H. and A. Phalsaphian. 2018. Identifying Factors Affecting Agricultural Land Use Conservation in Sustainable Agriculture in Bostanabad, Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 19(1): 151-168 (In Persian).
4. Gohardost, A. 2011. Compiling a 10-year Perspective Document for the Management of Chehelchayi Minoodasht Watershed-Golestan Province. Master's Degree in Watershed Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 135 (In Persian).
5. Han, J.C., G.H. Huang, H. Zhang and Z. Li. 2013. Optimal land use management for soil erosion control by using an interval-parameter fuzzy two-stage stochastic programming approach. Environmental management, 52(3): 621-638.
6. Higgs, G. 2006. Integrating multi-criteria techniques with geographical information systems in waste facility location to enhance public participation. Waste management and research, 24(2): 105-117.
7. Honarbakhsh, A., M. Pajohesh, M. Zangi Abadi and M. Heydari. 2016. Watershed Management through Land Use Optimization Using Mathematical and Spatial Optimization Approaches. Journal of Water and Soil Sciences. Sciences and Techniques in Agriculture and Natural Resources, 4: pp. 257-270 (In Persian).
8. Kamiab, H. and A. Mahini. 2016. Integrated Watershed Management Assessment Report. Country, Rangeland and Watershed Management Organization, 338 (In Persian).
9. Kaboodi, A., A. Salman Mahini, H. Mir Karimi, S. Haghparat, H. Raisi and Y. Azizi. 2015. Development of MCE model for hydrothermal and cold water aquaculture zoning in IDRISI software of Golestan province. Journal of Aquatic Ecology, 5: 60-69 (In Persian).
10. Liu, X., X. Li, X. Shi, K. Huang and Y. Liu. 2012. A multi-type ant colony optimization (MACO) method for optimal land use allocation in large areas. International Journal of Geographical Information Science, 26(7): 1325-1343.
11. Mahini, A. 2013. Identifying and Developing Criteria for Evaluating Ecological Potential of Land Use in Golestan Province Using Multivariate Computer Integration (MCE). Golestan Province Planning Studies, 222 (In Persian).
12. Makhdoom, M., A. Dervishesoft, H. Jafarzadeh and A. Makhdoom. 2005. Environmental Assessment and Planning Using GIS. University of Tehran Press, 304 (In Persian).
13. Makhdoom Farkhande, M. 2013. The basis of land preparation. Fifteenth printing. University of Tehran Publications, 300 (In Persian).
14. Masfai, J., A. Saleh Pourjam and M. Kamali. 2018. Evaluation of Ecological Capacity of Akujan Watershed for Rangeland and Agricultural Uses Using Geographic Information. Remote Sensing and Geographic Information System in Natural Resources, 1: 104-1118 (In Persian).
15. Moghaddasi, N., V. Sheikh and A. Najafinejad. 2015. Qualitative Evaluation of Watershed Management Plans by Descriptive Correlation Method (Case Study: Sedbostan Watershed). Journal of Soil Conservation Research, 22(2): 205-218 (In Persian).
16. Newsom, H.E., J.J. Hagerty and I.E. Thorsos. 2001. Location and sampling of aqueous and hydrothermal deposits in Martian impact craters. Astrobiology, 1(1): 71-88.
17. Rajaei, F., A. Esmaeilisari, A. Salman Mahini, M. Delaware, M. Gholipour and A. Masakhbavani. 2017. Forecasting the Most Potential Agricultural Areas of Tajan Watershed Using Multiple Criteria Evaluation Method (MCE). Journal of Town and Country Planning, 9(1): 111-127 (In Persian).
18. Sadoddin, A., V. Sheikh, R. Mostafazadeh and M.G. Halili. 2012. Analysis of vegetation-based management scenarios using MCDM in the Ramian watershed, Golestan, Iran. International Journal of Plant Production, 4(1): 51-62 (In Persian).
19. Sadoddin, A., E. Alvandi and V. Berdi Sheikh. 2015. Developing a Decision Support System for Participatory and Integrated Management of the Chel-Chai Watershed, Golestan Province. Journal of Watershed Management Research, 6(11): 124-136 (In Persian).
20. Sharifi, S., F. Mohammadzadeh, A. Karimian and H. Mirghaderi. 2016. Economic Impact Assessment of Converting Rainfed Agriculture to Almond Gardens and Its Impact on Soil Characteristics in Dejkord Area of Eqlid City. Iranian Journal of Natural Resources, 69(2): 411-425 (In Persian).
21. Yar Ahmadi, J., D. Nikkami, A. Shahnavazi and M. Sadeghzadeh. 2017. Land Use Optimization of a Part of the Southern Slopes of Aharchai Watershed. Journal of Watershed Engineering and Management Research, 10(1): 43-57 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]

Land Use Optimization using Multi-Criteria Assessment and Economic Analysis (A Case Study: Chehelchay Watershed, Golestan Province)

Fereshteh Rahimi[1], Ali Najafinejad[2], Vahed Bordi Sheikh[2] and Arash Zare Garizi[3]

1- M.Sc. Student, Department of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, (Corresponding author: fereshterahimi72@gmail.com)
2- Associate Professor, Department of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3- Assistant Professor, Department of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: December 23, 2019 Accepted: May 6, 2020

Abstract

Land use optimization for proper utilization of land resources has always been one of the main issues in natural resource planning. To avoid the adverse effects of improper land use, management programs should be designed that incorporate land use optimization. In this research, land use optimization has been performed for the Chehelchay watershed, with an area of 25680 hectares in Golestan province, in order to prevent improper land utilization which threatens economic and social sustainability of the watershed. For this purpose, an optimal land use map was created using multi-criteria evaluation method together with economic evaluation of land uses based on the benefit-to-cost ratio. Proposed land uses and protection actions for the Chehelchay watershed include terracing, orchards, agroforestry, forage cultivation, afforestation and riparian forest buffers. To assess land suitability for different uses, several data layers were input and analyzed in Terrset software. Each of the factors (i.e. data layers) was standardized between zero and one. Then, the layers were combined using Multi-Criteria Evaluation (MCE) method to generate fuzzy suitability map for each land use. In the final map, suitability values range between zero (not suitable) and one (perfectly suitable). Also, considering the costs of establishment, maintenance and income of each of the proposed land uses during a 30-year planning horizon, benefit-to-cost ratio was calculated for each land use. The results of the economic evaluations indicated that all of the proposed land uses are profitable. Finally, based on the results of multi-criteria evaluation and economic evaluations, the optimized areas for each proposed land use were determined across the watershed.

Keywords: Benefit-Cost Ratio, Land Suitability, Optimize Use, The Planning Horizon

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.16.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.169]