

## به کارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی در مدیریت منابع حوزه آبخیز (مطالعه موردی: حوزه آبخیز نهرین طبس)

امیررضا کشتکار<sup>۱\*</sup>، حسین شریعتمداری<sup>۱</sup>، حمیدرضا ناصری<sup>۱</sup> و مهدی تازه<sup>۲</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۸)

### چکیده

امروزه کاربری نامناسب اراضی و تخریب منابع طبیعی باعث افزایش سیل، فرسایش خاک و غیره شده است. در چنین شرایطی باید با برنامه‌ریزی منسجم در منابع طبیعی با هدف کنترل، احیاء و حفاظت از این منابع اقدام نمود، که مدیریت منابع جامع حوزه آبخیز چنین اهدافی را برآورده خواهد کرد. مدیریت جامع آبخیز، مدیریتی هماهنگ و موزون بر سیستم‌های فیزیکی، بیولوژیکی و اجتماعی و اقتصادی بوده و شرایطی فراهم می‌سازد که ضمن تأمین منافع جامعه، تأثیر منفی بر منابع به حداقل می‌رسد. در این تحقیق در راستای اهداف مدیریت منابع به بررسی و ارزیابی آثار معیارهای فیزیکی، اقتصادی و اکولوژیکی بر روی تغییرات وضعیت پوشش گیاهی با تأکید بر رفع مشکلات سیل و فرسایش در حوزه آبخیز نهرین طبس به مساحت ۱۸/۸ هزار هکتار توسط چهار فعالیت مدیریتی (مدیریت چرای، بوته‌کاری، بذرکاری و کپه‌کاری) پرداخته شده است. در این پژوهش به منظور ارزیابی پیامدهای اقتصادی، اکولوژیک و فیزیکی به ترتیب از شاخص‌های هزینه و درآمد ناخالص، شاخص پوشش گیاهی وزندهی شده و میزان حجم رواناب و سیل، استفاده و سپس براساس نظرات کارشناسی اقدام به ارزیابی گزینه‌ها از طریق ماتریس مقایسه زوجی گردید و در نهایت اولویت‌بندی سناریوها با به کارگیری تکنیک تحلیل سلسله مراتبی انجام گرفت. نتایج نشان داد که معیار اقتصادی به عنوان مهم‌ترین معیار و فعالیت مدیریتی کپه‌کاری و سناریو شماره ۱۶ که شامل کلیه فعالیت‌های مدیریتی بود به عنوان گزینه بهینه و برتر تعیین گردیدند.

واژه‌های کلیدی: مدیریت آبخیز، تصمیم‌گیری چند معیاره، مدیریت بیولوژیک

۱. گروه آموزشی مدیریت مناطق بیابانی، مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران

۲. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

\*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: keshtkar@ut.ac.ir

## مقدمه

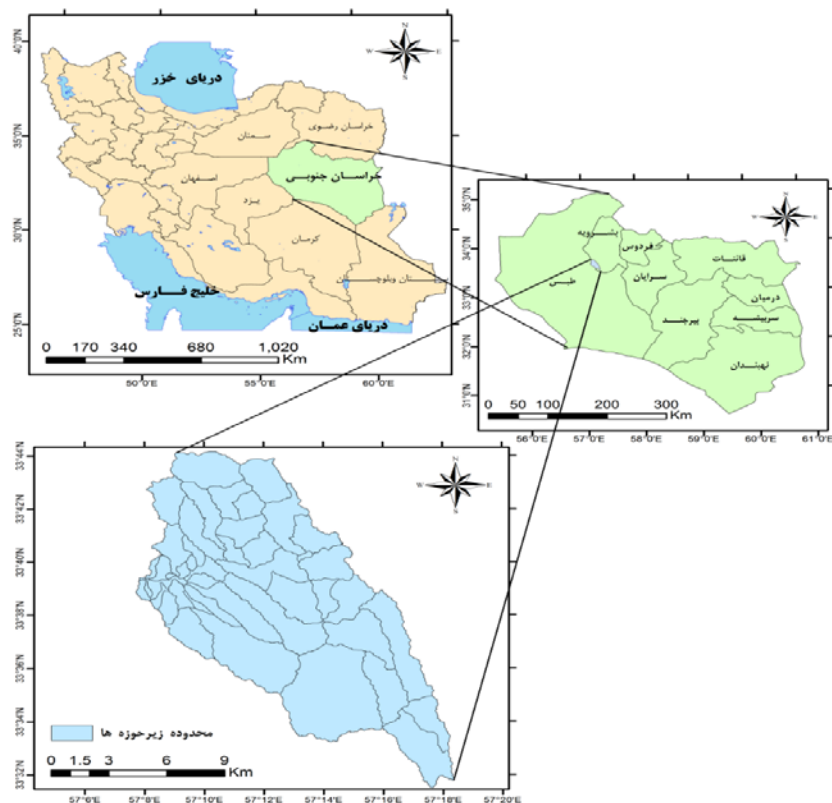
با افزایش روزافزون جمعیت و استفاده ناصحیح از منابع تجدیدپذیر طبیعی، نیازمند برنامه‌ریزی منسجم و قانونمند در مدیریت منابع طبیعی با هدف کنترل، احیاء و حفاظت در راستای استفاده بهینه از این منابع به صورت پویا، می‌باشیم. بدین سبب است که مدیریت منابع گوناگون حوزه آبخیز به صورت دخالت برنامه‌ریزی شده و قانونمند در مدیریت منابع حوضه شامل آب، خاک و ... با هدف کنترل و یا حفاظت و استفاده بهینه از این منابع ارایه شده است (۱، ۸ و ۱۴).

ناکارآمد بودن نگرش تک بعدی و لزوم جامع‌نگری در مدیریت منابع آبخیز مستلزم بهره‌گیری و تلفیق تخصص‌های مختلف، ارائه گزینه‌ها و سناریوهای مختلف مدیریتی و اتخاذ بهترین تصمیم‌ها و شیوه‌های مدیریتی از بین این گزینه‌هاست. لذا استفاده از روش‌های تحلیل چند معیاره در این ارتباط می‌تواند راهگشای مؤثری جهت تصمیم‌گیری باشد. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره تکنیک‌هایی هستند که به کمک آنها می‌توان با مدنظر قرار دادن معیارهای کمی و کیفی گوناگون، بهترین گزینه را از بین چندین گزینه تعیین و انتخاب نمود (۳). از مهم‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان به تخصیص خطی، روش الویت بندی براساس تشابه به راه حل ایده‌ال، تئوری مطلوبیت چند معیاره و تحلیل سلسله مراتبی اشاره کرد (۷، ۱۲، ۱۵ و ۱۸). تکنیک‌های مذکور هر چند که در زمینه‌های مختلفی از جمله علوم انسانی، کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست به کار گرفته شده‌اند (۶، ۹، ۱۰، ۱۷، ۲۴ و ۳۱)، ولی تنها در چند سال اخیر تحقیقات نسبتاً محدودی در ارتباط با کاربرد آنها در مدیریت حوزه آبخیز صورت پذیرفته است (۴، ۵، ۱۳ و ۲۷). در تحقیقی قابلیت‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به عنوان تکنیکی برای تصمیم‌گیری درحوزه‌های آبخیز مورد بررسی قرار گرفته است (۲۰). نتایج این بررسی نشان داد که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، شیوه‌ای منطقی برای مقایسه گزینه‌ها و معیارها و انتخاب گزینه بهینه با در نظر گرفتن تمامی مشخصه‌های تأثیرگذار است و چارچوب مناسبی برای مشارکت گروهی در تصمیم‌گیری ایجاد

می‌کند. تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور ارزیابی سناریوهای مدیریت بیولوژیک در مدیریت جامع حوزه آبخیز رامیان در استان گلستان به کار گرفته شده است (۳۰). نتایج تحقیق حاکی از آن بود این تکنیک‌ها از قابلیت قابل توجهی در کمک به تصمیم‌گیران در اخذ تصمیمات مدیریتی در مدیریت جامع و یکپارچه منابع حوزه آبخیز برخوردار می‌باشند. در پژوهشی از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور مدیریت بهره‌برداری از مخزن سد بوستان در استان گلستان، استفاده گردید. بدین منظور با بررسی داده‌های دبی جریان، ۱۶ سناریوی مدیریتی تدوین و سپس برای ارزیابی سناریوها، پنج معیار که عبارت بودند از میزان حجم خالی مخزن در ماه‌های سیلابی، میزان آب ذخیره شده در پایان یک سال آبی، خطر احتمال طغیان در پایاب سد، میزان دبی خروجی از مخزن و خطر شکست سد در هنگام وقوع سیل، در نظر گرفته شد. سپس این معیارها به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی وزندهی و سپس ۱۶ سناریوی تدوین شده به کمک روش تاپسیس الویت‌بندی گردید. نتایج تحقیق مذکور نشان داد که سناریوی شماره هفت شامل انجام اقدامات کنترل سیل در ماه‌های اردیبهشت و مرداد، در الویت اول اهمیت قرار گرفته است (۲۱). در مطالعه دیگری نیز با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی به مدیریت جامع حوزه آبخیز شهری قیدار در استان زنجان پرداخته شد. در این تحقیق برای حل مشکلات موجود در حوضه، ابتدا تعدادی گزینه مدیریتی شامل عملیات مکانیکی (احداث سازه‌های تأخیری، افزایش ضریب زبری معبر عبور سیل در بالادست حوضه و کاهش ضریب زبری به همراه پاک‌سازی معابر عبور سیل)، عملیات عمرانی (نهال کاری، بوته کاری و بذرپاشی) و عملیات عمرانی و خدماتی (احداث جایگاه سوخت، ایجاد خطوط ارتباطی و احداث مراکز تفریحی) انتخاب گردید. در مرحله بعد به منظور ارزیابی و انتخاب بهترین گزینه، چهار معیار شامل هزینه، حفاظت خاک، سهولت اجرا و کاهش سیلاب در نظر گرفته شد. سپس بر اساس نظرات کارشناسان مختلف اقدام به ارزیابی گزینه‌ها با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی شد. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که معیار

تهیین گزینه‌های برتر توسعه سیستم‌های مدیریت بهینه منابع آب، پرداختند (۲۳). نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که گزینه‌های توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار، شخم عمود بر جهت شیب، تغییر الگوی کشت از غلات به سایر محصولات، کاشت گونه‌های مقاوم به سرما، شوری و خشکی جهت کاشت در باغات و روش‌های مدیریت بیولوژیک مراتع از جمله بذکاری، به‌عنوان مناسب‌ترین سناریوهای مدیریتی، تعیین گردیدند. الوندی و همکاران، در حوزه آبخیز آقسو گلستان به الویت‌بندی سناریوهای مدیریتی پیشنهادی با بررسی پیامدهای هر یک از فعالیت‌های مدیریت پوشش گیاهی پرداختند (۲۲). در این تحقیق چهار فعالیت مدیریتی شامل کنتورفارو توام با بذکاری، جنگل کاری، تراس‌بندی همراه با نهال کاری و اگر فاستری به‌عنوان فعالیت‌های مدیریتی پیشنهادی تعیین و سپس ۱۶ سناریو مدیریتی تدوین شد. در نهایت آثار ناشی از اجرای این سناریوها با به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که سناریو شماره ۱۱ (شامل جنگل کاری و اگر فاستری) و سناریو شماره هفت (شامل کنتورفارو همراه با بذکاری و جنگل کاری) به‌عنوان مطلوب‌ترین سناریوها و الویت برتر تعیین گردیدند. دبیتو و ایورز کارایی انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در مدیریت خطر سیل را در ۱۲۸ تحقیق انجام شده در طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ژوئن ۲۰۱۵، مورد بررسی قرار دادند (۲۶). نتایج این بررسی نشان داد که مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی، الویت‌بندی براساس تشابه به راه حل ایده‌ال و وزندهی تجمعی ساده، به‌ترتیب بیشترین کاربرد را داشته‌اند. در تحقیق جاویدی و همکاران، بهترین سناریوهای کشاورزی به‌منظور مدیریت مؤثر در حوزه آبخیز هانیویی، ایالت میشیگان ایالات متحده، با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره تعیین گردید (۲۸). در این تحقیق رویکرد جدیدی از اجرای فرایند تصمیم‌گیری چند معیاره براساس مقایسه و آنالیز خطر که منجر به انتخاب مناسب‌ترین سناریو برای استفاده در تمام سطح حوزه آبخیز می‌گردد، ارائه گردیده است. نتایج حاکی از آن بود

هزینه مهم‌ترین معیار و عملیات اصلاح بیولوژیک به‌عنوان بهترین گزینه مدیریتی انتخاب شدند (۱۳). اسدی نیلوان و همکاران با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره و مدل تاپسیس به الویت‌بندی زیرحوضه‌ها جهت انجام اقدامات مدیریتی حوزه آبخیز زیدشت طالقان پرداختند (۲). در این تحقیق از ۱۰ شاخص حفاظت خاک، فرسایش و رسوب، تنوع گونه‌ای، کلاس سنی، ترکیب گیاهی، گیاهان سمی، تولید علوفه، ظرفیت چرا، کمیت آب و تبخیر و تعرق استفاده گردید. نتایج نشان داد که این مدل از قابلیت بالایی در الویت‌بندی زیرحوضه‌ها برخوردار بوده است. آصف‌جاه و همکاران با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره به تعیین گزینه برتر در مدیریت بیولوژیک حوزه آبخیز سروسنجان فارس پرداختند (۴). در این پژوهش سه فعالیت مدیریت بیولوژیک، هشت سناریوی مدیریتی در منطقه تدوین و سپس با استفاده از مدل‌سازی براساس معیارهای فیزیکی، اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی، پیامدهای ناشی از اجرای هر یک از سناریوهای مدیریتی و الویت هر یک از سناریوها براساس چهار معیار مذکور تعیین گردید. در نهایت گزینه و سناریو برتر با استفاده از مدل تاپسیس فازی انجام گرفت. نتایج نشان داد که، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از توانایی و قابلیت بالایی در بیان ابعاد گوناگون مسئله برخوردار بوده و ابزار مناسبی برای مدیریت منابع حوزه‌های آبخیز می‌باشند. چاوداری و همکاران، الویت‌بندی اجرای عملیات مدیریتی در حوزه‌های آبخیز کوچک، در حوزه آبخیز مایوراکشی هندوستان را با به‌کارگیری رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره و مدل ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و شاخص تولید رسوب در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی، انجام دادند (۲۵). در این مدل از شاخص‌های فرسایش بالقوه و نسبت تحویل رسوب که بیانگر ظرفیت انتقال رسوب حوضه هستند، استفاده شده است. مقایسه نتایج حاصل از این مدل با نقشه‌های الویت‌بندی تولید شده براساس کنترل صحرایی و آمار مشاهداتی، نشان از صحت ۷۸ درصدی مدل مذکور داشته است. بذرافکن و صالح‌پور، در حوزه آبخیز خانزیون، فارس با به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری برنامه‌ریزی شبکه تحلیلی به



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز نهرین طبس در استان خراسان جنوبی و کشور

## مواد و روش‌ها

### منطقه مطالعاتی

حوزه آبخیز سد نهرین طبس با مساحتی معادل ۱۸۸ کیلومتر مربع، یکی از مهم‌ترین پتانسیل‌های منابع آب و خاک در حوزه آبخیز فلات مرکزی ایران بوده و از لحاظ تقسیمات کشوری در استان خراسان جنوبی، شهرستان طبس و از نظر موقعیت جغرافیایی در غرب شهرستان بیرجند (حد فاصل استان‌های خراسان رضوی، جنوبی و یزد) و شمال غرب دشت لوت و در ۲۱ کیلومتری شمال شرقی طبس در ارتفاعات واقع شده است (شکل ۱).

محدوده ارتفاعی این منطقه ۲۹۲۰-۱۱۵۰ متر از سطح دریا بوده و ارتفاع و شیب متوسط حوضه به ترتیب ۲۰۳۵/۱ متر و ۱۲/۹ درصد می‌باشد. متوسط درجه حرارت سالانه ۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد، و حداکثر بارش سالانه حوضه ۲۲۵ میلی‌متر

که عامل و شرایط خطر بایستی در تعدادی از زیرحوضه‌ها معیارهای مربوطه را در وضعیت مناسبی قرار داده و در پایان الویت‌بندی سناریوهای موجود انجام شود. نتایج این تحقیق نشان داد که روش ارایه شده در حوزه آبخیز هانیویی، نتایج قابل قبولی را جهت ارزیابی و مشخص نمودن مناسب‌ترین عملیات مدیریتی، برای بهره‌برداران و سلامتی کل حوضه ارایه نموده است.

بنابراین با توجه مستندات علمی موجود در خصوص اهمیت مدیریت منابع حوزه آبخیز به‌ویژه در اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک که از شکنندگی و ناپایداری خاصی برخوردار بوده و سطح عمده‌ای از سرزمین‌های کره خاکی و به‌ویژه فلات مرکزی ایران را شامل می‌شوند، لذا تحقیق حاضر در همین راستا و با هدف ارزیابی کارایی مدل تحلیل سلسله مراتبی براساس معیارهای گوناگون در انتخاب بهترین سناریوی مدیریت بیولوژیک در مدیریت منابع حوزه آبخیز نهرین طبس، انجام شده است.

عملیات ساختمانی و رویکردهای مبتنی بر پوشش گیاهی از جمله فعالیت‌های مدیریتی آبخیز محسوب می‌شوند. گزینه حفظ شرایط موجود در بعضی موارد می‌تواند راه حلی برای اصلاح آبخیز طی فرآیندهای طبیعی تلقی شده و همچنین اساس مقایسه با سایر گزینه‌ها را فراهم می‌کند. در این تحقیق پس از تعیین فعالیت‌های مدیریتی ممکن، با در نظر گرفتن محدودیت‌های موجود (فنی، اقتصادی-اجتماعی و زمانی) و همچنین با لحاظ نمودن پارامترهایی از جمله بارندگی، شیب، وضعیت پوشش گیاهی، فرسایش و خاک حوضه، عملیات اصلاحی در واحدهای کاری تعیین و پیشنهاد گردید. جهت تعیین پراکنش مکانی فعالیت‌های مدیریتی پیشنهادی در سطح آبخیز، نقشه‌های رقومی مرز حوضه، شیب، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، فرسایش و گروه هیدرولوژیکی خاک منطقه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه و با در نظر گرفتن قواعد سناریوسازی، مناطق مستعد اجرای هر یک از سناریوهای مدیریتی برای محدوده مطالعاتی مشخص گردید. سپس فعالیت‌های مدیریت بیولوژیک ممکن و قابل اجرا در واحدهای کاری تعیین و در نهایت با استفاده از رابطه<sup>۲۱</sup> ترکیب‌های محتمل فعالیت‌های مدیریتی و سناریوهای معادل، تدوین گردید. مناطق مستعد اجرای هر یک از فعالیت‌های مدیریت بیولوژیک و نیز ترکیب‌های محتمل این فعالیت‌های مدیریتی (سناریوها)، در ادامه ارائه شده است (جدول ۱ و ۲).

در جدول (۲) عدد یک نماینده استفاده از فعالیت مورد نظر و عدد صفر به منزله عدم استفاده از آن در هر سناریو می‌باشد.

#### تعیین معیارهای تحقیق

پس از شناسایی مشکلات و تعیین راه کارهای مدیریت بیولوژیک ممکن، به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر تحقیق و ارزیابی پیامدهای ناشی از اجرای فعالیت‌های مدیریت بیولوژیک پیشنهادی، معیارها و شاخص‌های مرتبط تعیین و در نهایت ماتریس مقایسه داده‌ها تعیین گردید. از آنجایی که در منابع علمی معیارها و شاخص‌های بسیار گوناگون و متنوعی

می‌باشد. در حدود ۹۷ درصد سطح منطقه را مراتع شامل شده که به دلیل چرای مفرط و طولانی مدت سیر فقه‌رایی پیدا کرده، به صورتی که وضعیت اغلب آنها فقیر و خیلی فقیر با گرایش منفی می‌باشد. ترکیب پوشش گیاهی غالباً از گونه‌های متوسط تا نامرغوب می‌باشند. منطقه مورد مطالعه، متشکل از سه دسته تشکیلات زمین شناسی شامل تشکیلات آهکی و دولومیتی، سازندهای مارنی، شیل، ماسه سنگ و کنگلومرایی و تشکیلات آبرفتی، می‌باشد. خاک‌های حوضه در رده انتی سول طبقه‌بندی بوده و در بررسی منابع اراضی این منطقه، جوان و سبک بافت بودن خاک‌ها و عدم تکامل پروفیلی آنها به مشهود بوده و نیز فقر شدید مواد آلی خاک که موجب توسعه ساختمان تک دانه‌ای و حساس به فرسایش آبی و بادی در خاک‌های منطقه شده است. مشکلاتی از قبیل پراکنش نامناسب منابع آب، عدم مدیریت صحیح مراتع از جمله عدم رعایت ظرفیت چرایی، فشار بیش از حد بهره برداران و عدم پراکنش مناسب دام در مراتع حوضه و بوته‌کنی برای تأمین نیازهای سوختی، سبب ضعیف شدن پوشش گیاهی، کاهش مواد آلی خاک، کوبیدگی خاک و کاهش توان نفوذپذیری خاک شده و افزایش تولید رواناب و رسوب را موجب شده است.

#### روش تحقیق

به منظور مدیریت منابع حوزه آبخیز نهرین و ارزیابی فعالیت‌های مدیریتی در این حوضه و با توجه به مطالعات انجام شده در منطقه، مشکلات حوزه آبخیز مورد شناسایی قرار گرفته و سپس براساس سابقه تحقیق و اهداف مطالعه، پیشنهاد گزینه‌های مدیریتی در تعیین گزینه و سناریو مدیریتی برتر به شرح ذیل انجام گردید.

#### تعیین فعالیت‌های مدیریت بیولوژیک حوزه آبخیز نهرین

پس از شناسایی عوامل تولید رواناب و رسوب در منطقه مطالعاتی و تعیین اهمیت نسبی هر یک از آنها، فهرستی از فعالیت‌های مدیریتی ممکن و قابل اجرا برای برطرف نمودن مشکلات موجود پیشنهاد گردید. گزینه حفظ شرایط موجود،

جدول ۱. گزینه‌های مدیریتی پیشنهادی و نواحی مستعد هر فعالیت

ویژگی‌های مناطق مستعد اجرا	فعالیت بیولوژیک
مناطق با خاک سبک تا نیمه سنگین، مراتع با شرایط متوسط	مدیریت چرا
مناطق با خاک نیمه عمیق، پوشش نیمه متراکم و شیب کمتر از ۲۰ درصد	بذر کاری
خاک عمیق تا نیمه عمیق، پوشش کم تراکم و شیب کمتر از ۲۰ درصد تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر	بوته کاری
خاک با بافت متوسط و نیمه عمیق تا عمیق، پوشش نیمه متراکم و شیب‌های بیش از ۲۰ تا ۲۵ درصد	کپه کاری

جدول ۲. سناریوهای تدوین شده برای مدیریت بیولوژیک آبخیز نهرین

سناریو	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
فعالیت بیولوژیک																
مدیریت چرا	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱
بذر کاری	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱
بوته کاری	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱
کپه کاری	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱

جدول ۳. معیارها و شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق

معیار	شاخص
معیار اقتصادی	درآمد خالص
معیار اکولوژیکی	شاخص وزنی وضعیت پوشش گیاهی
معیار فیزیکی	حجم رواناب

اجرای هر یک از سناریوها، برای هر یک از معیارهای فیزیکی، اکولوژیکی و اقتصادی به ترتیب از شاخص‌های شماره منحنی رواناب (به منظور شبیه سازی آثار تغییر وضعیت پوشش گیاهی بر روی خصوصیات هیدرولوژیکی با به کارگیری روش شماره منحنی رواناب)، شاخص وزنی سطح پوشش اراضی (محاسبه میزان نسبی درصد تغییرات انواع پوشش گیاهی سطح حوضه از حالت اولیه و ارزیابی میزان تأثیر عملیات اصلاحی) و درآمد خالص (محاسبه هزینه متغیر و درآمد، براساس فهرست بهاء اجرای عملیات بیولوژیک آبخیزداری سال ۱۳۹۳)، که جزییات مربوط به محاسبات این شاخص‌ها به تفصیل در منابع گوناگون آورده شده، استفاده گردید (۴، ۱۳، ۱۸، ۱۹ و ۳۰). مقادیر مربوط به هر یک از این شاخص‌ها با استفاده از مدل‌های اشاره شده، برای هر یک از سناریوها محاسبه و برای تعیین

برای ارزیابی مدیریت بیولوژیک حوزه‌های آبخیز وجود دارد، لذا معیارها و شاخص‌های مهم و کاربردی متناسب با شرایط محدوده مطالعاتی و ضریب اهمیت و وزن هر یک از معیارها و شاخص‌ها، با نظرخواهی از کارشناسان منابع طبیعی خبره در مدیریت منابع حوضه، تعیین گردیدند. معیارها و شاخص‌های نهایی تحقیق حاضر به منظور ارزیابی نتایج سناریوهای مدیریتی پیشنهادی، در جدول (۳) آورده شده است.

#### ارزیابی پیامدهای ناشی از اجرای سناریوهای مدیریتی پیشنهادی در حوزه آبخیز نهرین

پس از تعیین معیارهای تحقیق، در ادامه به منظور شبیه‌سازی و ارزیابی پیامدهای ناشی از اجرای هر یک از سناریوهای مدیریت بیولوژیک پیشنهادی و تغییر وضعیت پوشش گیاهی پس از

جدول ۴. ماتریس مقایسه زوجی وزندهی به معیارها

معیار	فیزیکی	اقتصادی	اکولوژیکی
فیزیکی	۱	۱/۹۳	۰/۶۶
اقتصادی	۳/۲۹	۱	۱/۴۸
اکولوژیکی	۴/۳۸	۳/۰۵	۱

جدول ۵. وزندهی نهایی و اولویت بندی معیارها

معیار	وزندهی نهایی	اولویت بندی
اقتصادی	۰/۴۷۹	۱
اکولوژیکی	۰/۴۰۵	۲
فیزیکی	۰/۱۱۶	۳

کاری تعیین و سپس با استفاده از رابطه  $2^n$  ترکیب‌های محتمل فعالیت‌های مدیریتی و سناریوهای معادل، تدوین گردید. در نهایت با به کارگیری مدل تحلیل سلسله مراتبی و مقایسه زوجی به منظور تعیین اوزان و میزان اهمیت هر یک از معیارها و شاخص‌ها نسبت به هم و هر یک فعالیت‌های پیشنهادی نسبت به هر یک از معیارها و نیز استفاده از مقادیر محاسبه شده شاخص‌های مربوط به هر یک از معیارها، بهترین گزینه مدیریت بیولوژیک مشخص گردید.

#### تعیین ضریب اهمیت و وزن معیارها

به منظور وزندهی و تعیین میزان اهمیت معیارها و شاخص‌ها، پرسش‌نامه‌ای تهیه و برای ۱۲ کارشناسان خبره و آشنا به مسائل مدیریت منابع آبخیز ارسال گردید. پس از انجام وزندهی با محاسبه میانگین حسابی، ۱۲ پرسش‌نامه را به یک پرسش‌نامه تقلیل داده شد. با توجه به اینکه معیارهای تحقیق حاضر تنها دارای یک شاخص بودند، بنابراین وزنی که به هر معیار تعلق گرفت، مربوط به شاخص‌های آن معیارها نیز بود (جدول ۴). در نهایت با به دست آوردن وزن نهایی معیارها، اقدام به اولویت‌بندی معیارها گردید (جدول ۵). ضریب ناسازگاری حاصل از ماتریس معیارها معادل ۰/۰۵ به دست آمد که بیانگر قضاوت قابل قبول بود.

گزینه بهینه و برتر با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره مورد استفاده قرار گرفت.

#### تعیین گزینه برتر با به کارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی

به منظور تعیین گزینه یا سناریو مدیریتی بهینه و برتر بر اساس معیارهای تحقیق، از مدل تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردید. فرایند تحلیل سلسله مراتبی اولین بار توسط توماس. ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید (۲۹). فرایند تحلیل سلسله مراتبی در آغاز برای تصمیم‌گیری‌های انفرادی در یک محیط متلاطم و فازی ارائه شد. سپس در دهه ۸۰ میلادی به چگونگی استفاده از آن در تصمیم‌گیری‌های گروهی پرداخته شد. این تکنیک به ترتیب شامل مراحل و گام‌های ایجاد ساختار سلسله مراتبی، اولویت‌گذاری و محاسبه وزن نسبی معیارها و شاخص‌ها، محاسبه وزن نهایی و سازگاری نتایج سیستم می‌باشد که جزئیات محاسبات آن در منابع علمی گوناگون تشریح شده است (۱۰، ۱۱، ۱۶، ۲۵ و ۲۷).

#### نتایج

در پژوهش حاضر به منظور رفع مشکلات موجود در منطقه مطالعاتی، ابتدا با در نظر گرفتن شرایط فنی، اقتصادی، اجتماعی و زمانی، فعالیت‌های مدیریت بیولوژیک قابل اجرا در واحدهای

جدول ۶. ماتریس مقایسه زوجی فعالیت‌ها نسبت به معیار اقتصادی

گزینه	مدیریت	بذر کاری	بوته کاری	کپه کاری
کپه کاری	۹	۲	۷	۱
بوته کاری	۳	۰/۳۳	۱	۰/۱۴
بذر کاری	۵	۱	۳	۰/۵
مدیریت	۱	۰/۲	۰/۳۳	۰/۱۱

جدول ۷. ماتریس مقایسه زوجی فعالیت‌ها نسبت به معیار فیزیکی

گزینه	مدیریت	بذر کاری	بوته کاری	کپه کاری
کپه کاری	۵	۷	۹	۱
بوته کاری	۰/۱۷	۰/۲۵	۱	۰/۱۱
بذر کاری	۰/۳۳	۱	۴	۰/۱۴
مدیریت	۱	۳	۶	۰/۲

جدول ۸. ماتریس مقایسه زوجی فعالیت‌ها نسبت به معیار اکولوژیکی

گزینه	مدیریت	بذر کاری	بوته کاری	کپه کاری
کپه کاری	۳	۶	۸	۱
بوته کاری	۰/۱۴	۰/۳۳	۱	۰/۱۳
بذر کاری	۰/۲	۱	۹	۰/۱۷
مدیریت	۱	۵	۷	۰/۳۳

جدول ۹. نتایج حاصل از وزندهی نسبی فعالیت‌ها نسبت به معیارها

فعالیت	معیار	
	اکولوژیکی	فیزیکی
کپه کاری	۰/۵۳	۰/۶۳۳
بوته کاری	۰/۰۴۵	۰/۱۰۸
بذر کاری	۰/۱۴۸	۰/۲۷۸
مدیریت	۰/۲۸	۰/۲۱۵

در ادامه وزن نهایی هر طرح از مجموع حاصل ضرب وزن هر معیار در وزن طرح مربوطه به آن معیار به دست آمد، که نتیجه وزندهی نهایی به همراه اولویت‌بندی فعالیت‌های بیولوژیکی در شکل (۲) آورده شده است.

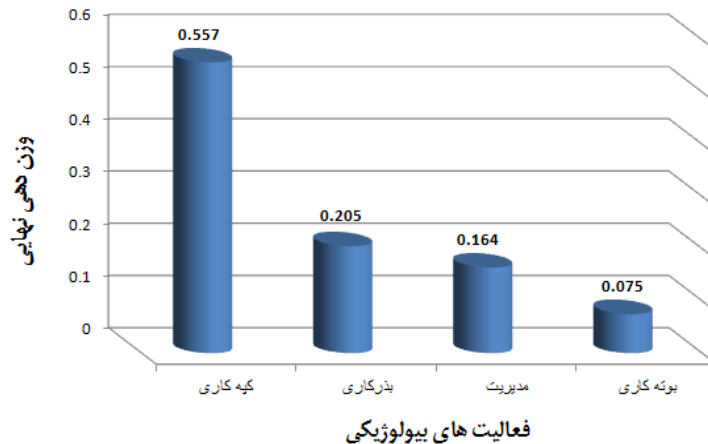
در مرحله نهایی وزن مطلق سناریوهای پیشنهادی محاسبه

### وزندهی و تعیین اهمیت فعالیت‌های مدیریت بیولوژیکی

تعیین وزن و الویت‌بندی هر یک از گزینه‌های مدیریت بیولوژیکی پیشنهادی نسبت به هر یک از معیارهای تحقیق با استفاده از وزندهی توسط کارشناسان صورت پذیرفت. گزینه‌های پیشنهادی براساس معیارهای مورد نظر به صورت ماتریس زوجی توسط کارشناسان مختلف مقایسه و وزن نسبی هر کدام از فعالیت‌ها نسبت به هر یک از معیارها مشخص شد. پس از وزندهی توسط کارشناسان، وزن نهایی هر گزینه از طریق محاسبه میانگین حسابی برآورد گردید (جدول‌های ۶ تا ۸).

که نتایج حاصل از وزندهی نسبی سه ماتریس زوجی فوق در مورد گزینه‌های پیشنهادی نسبت به هر معیار در جدول (۹) ارائه شده است.





شکل ۲. وزندهی نهایی و اولویت بندی فعالیت های مدیریت بیولوژیک در حوزه آبخیز نهرین

نیل به اهداف لحاظ شده از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشند. تدوین سناریوهای مدیریتی نیز یکی از رویکردهای مناسب با در نظر گرفتن وضعیت های مدیریتی گوناگون می باشد. در این مورد با پیشنهاد و تدوین سناریوهای گوناگون، شرایط بررسی و ارزیابی مدیریت این منابع از دیدگاه های گوناگون و شرایط مختلف، مهیا می گردد.

در تحقیق حاضر براساس مشکلات موجود در حوضه مطالعاتی پس از تعیین گزینه ها و معیارهای مورد نظر و استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی در نهایت معیار اقتصادی به عنوان مهم ترین معیار و عملیات بیولوژیک کپه کاری به عنوان بهترین فعالیت مدیریت بیولوژیک حوضه مطالعاتی بر اساس معیارهای مورد نظر مشخص گردید. نتایج حاصل از اجرای مدل تحلیل سلسله مراتبی در مدیریت بیولوژیک منطقه مورد مطالعه حاکی از آن بود که در بین سه معیار سنجش گزینه های مدیریتی پیشنهادی نسبت به هدف، معیارهای اقتصادی، اکولوژیک و فیزیکی به ترتیب در اولویت های اول تا سوم قرار داشتند. همچنین از بین چهار گزینه مدیریتی مذکور گزینه های کپه کاری، بذرکاری، مدیریت چرای و بوته کاری به ترتیب اولویت های اول تا چهارم را به خود اختصاص دادند. اما پس از وزندهی یکسان توسط مقایسه سناریوها در قالب سه معیار اقتصادی، اکولوژیک و فیزیکی، سناریو ۱۶ به عنوان گزینه بهینه

گردید. از آنجا که وزن نهایی معیارها منعکس کننده اهمیت آنها در تعیین هدف بوده و وزن هر فعالیت نسبت به معیارها، سهم آن سناریو در معیار مربوطه می باشد، بنابراین وزن نهایی هر فعالیت از مجموع حاصل ضرب وزن هر معیار در وزن فعالیت مربوطه به آن معیار محاسبه گردید. در انتها اولویت بندی سناریوها براساس اوزان نهایی معیارها و فعالیت های بیولوژیک انجام شد، که در جدول (۱۰) ارائه گردیده است.

### بحث و نتیجه گیری

نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که مدیریت چند معیاره منابع حوزه آبخیز، مدیریتی هماهنگ و موزون بر سیستم های فیزیکی، بیولوژیک و اجتماعی و اقتصادی بوده و شرایطی را فراهم می سازد که ضمن تأمین منابع مورد نیاز، تأثیر منفی بر منابع به حداقل برسد هدف اساسی مدیریت جامع حوزه آبخیز ارتقاء و همکاری مؤثر و برنامه ریزی و مدیریت متعادل و کافی و استفاده پایدار از منابع محیط زیستی شامل آب و خاک و منابع دیگر می باشد. همچنین نتایج حاصل نشان داد که تکنیک تصمیم گیری چند معیاره با توجه به وجود آثار گوناگون سناریوهای مدیریتی و تفاوت در طبیعت و ماهیت معیارها، به مدیر و کارشناس در اخذ تصمیم نهایی کمک می نماید. همچنین در تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره، معیارهای منتخب برای

جدول ۱۰. اولویت بندی نهایی سناریوها در مدیریت بیولوژیک حوزه آبخیز نهرین

سناریو	معیار فیزیکی		معیار اکولوژیک		معیار اقتصادی	
	اولویت	وزن مطلق	اولویت	وزن مطلق	اولویت	وزن مطلق
۱	۱۶	۰	۱۶	۰	۱۶	۰
۲	۱۴	۰/۰۱۹	۱۴	۰/۰۶۶	۱۴	۰/۰۷۹
۳	۱۳	۰/۰۲۴	۱۳	۰/۰۸۳	۱۳	۰/۰۹۸
۴	۱۵	۰/۰۰۹	۱۵	۰/۰۳۰	۱۵	۰/۰۳۶
۵	۸	۰/۰۶۵	۸	۰/۲۲۶	۸	۰/۲۶۷
۶	۱۰	۰/۰۴۳	۱۰	۰/۱۴۹	۱۰	۰/۱۷۷
۷	۱۱	۰/۰۳۳	۱۱	۰/۱۱۳	۱۱	۰/۱۳۴
۸	۷	۰/۰۷۴	۷	۰/۲۵۶	۷	۰/۳۰۳
۹	۱۲	۰/۰۲۸	۱۲	۰/۰۹۶	۱۲	۰/۱۱۵
۱۰	۶	۰/۰۸۴	۶	۰/۲۹۲	۶	۰/۳۴۶
۱۱	۵	۰/۰۸۹	۵	۰/۳۰۹	۵	۰/۳۶۵
۱۲	۹	۰/۰۵۲	۹	۰/۱۷۹	۹	۰/۲۱۳
۱۳	۳	۰/۰۹۸	۳	۰/۳۳۹	۳	۰/۴۰۱
۱۴	۲	۰/۱۰۸	۲	۰/۳۷۵	۲	۰/۴۴۴
۱۵	۴	۰/۰۹۳	۴	۰/۳۲۲	۴	۰/۳۸۲
۱۶	۱	۰/۱۱۷	۱	۰/۴۰۵	۱	۰/۴۸

و برتر شناخته شد. این سناریو که شامل هر چهار فعالیت مدیریتی بود، بهترین وضعیت را با توجه به گزینه‌ها و معیارهای در نظر گرفته شده در حوزه آبخیز نهرین فراهم می‌نماید.

اجرای فعالیت‌های مدیریتی تغییر قابل لمسی را در وضعیت عرصه‌های طبیعی منطقه مطالعاتی ایجاد خواهند کرد. با افزایش در صد پوشش و زیتوده گیاهی، در صد سطوح فاقد پوشش و عرصه‌های لخت کاهش یافته و در نتیجه بر نفوذپذیری نیمرخ خاک مؤثر بوده و با کاهش ارتفاع رواناب، حجم رواناب حاصل و میزان فرسایش خاک نیز کاهش خواهد یافت. به تبع آن نیز میزان تولید علوفه گیاهی ناشی از احیاء پوشش گیاهی طبیعی منطقه نیز افزایش یافته و می‌تواند به‌طور محسوسی سود حاصل از تولیدات دامی را در منطقه افزایش دهد. چنانکه نتایج حاصل از ارزیابی پیامدهای مدیریت بیولوژیک براساس معیار فیزیکی نشان داد که سناریوهای دارای بیشترین مساحت اجرا، دارای

بهترین وضعیت می‌باشند. به‌منظور بررسی تأثیر سناریوهای مدیریت بیولوژیک بر معیار فیزیکی مورد بررسی در تحقیق حاضر کاهش ارتفاع رواناب و حجم سیل در حوزه آبخیز نهرین مدنظر قرار داشته و نتایج حاصل حاکی از آن بود که بیشترین تأثیر مربوط به سناریوی ۱۶ بوده و به‌عنوان اولویت برتر انتخاب گردید. همچنین سناریو ۱۴ نیز در اولویت بعدی اهمیت قرار داشت. از آنجا که سناریوهای ۱۶ و ۱۴ به‌ترتیب دارای بیشترین مساحت اجرا و در نتیجه آن اصلاح وضعیت پوشش گیاهی و در نهایت با توجه به شرایط منطقه، با اصلاح و افزایش شماره منحنی و به دنبال آن کاهش ارتفاع رواناب و حجم سیلاب، در الویت اول و دوم اهمیت قرار گرفتند. سناریو اول (حفظ شرایط موجود) نیز به لحاظ عدم اجرای عملیات اصلاحی، اولویت آخر را به خود اختصاص داده است. همچنین بررسی نتایج حاصل از معیار اکولوژیک نیز نشان داد که سناریوهای ۱۶ و ۱۴ به‌ترتیب

طبیعی و محیط زیست به‌ویژه مدیریت منابع در حوزه‌های آبخیز گزارش نموده‌اند، مشابهت و تطبیق داشته است. نتایج این تحقیق نشان داد که تصمیم‌گیری چند معیاره توانایی ایجاد یک محیط تصمیم‌گیری مطلوب و نیز شرایط تدوین سناریوهای گوناگون مدیریتی را مهیا می‌سازد. همچنین مشاهده گردید که تکنیک تحلیل سلسله مراتبی قابلیت الویت‌بندی و تعیین سناریوهای برتر مدیریتی را با تلفیق آثار معیارها و شاخص‌های مربوط دارا می‌باشد. قابل توجه است که لحاظ نمودن دیدگاه‌های گوناگون، خود فرایند مدیریتی را با مشکل مواجه می‌سازد، لذا اهداف دارای اهمیت کمتر باید بخشی از اهداف اصلی باشند تا تنوع اهداف مدیریتی به حداقل رسیده و در عین حال بهترین نوع و سطح مدیریت با توجه به شرایط منطقه ارایه گردد و نیز معیارها و شاخص‌های اصلی و مهم که تأثیر مستقیم بر اهداف مدیریتی دارند، در نظر گرفته شوند.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه حمایت‌های صورت گرفته در جهت انجام این تحقیق از سوی مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان دانشگاه تهران، تشکر و قدردانی می‌گردد.

در اولویت‌های اول و دوم قرار گرفتند. بررسی‌ها نشان داد که اهمیت برتر این دو سناریو ناشی از دارا بودن بالاترین مقدار شاخص وزنی سطح پوشش گیاهی و اثرگذاری بر سطوح اصلاح شده در مراتع منطقه بوده است. در خصوص معیار اقتصادی نیز نتایج نشان داد که سناریوهای ۱۶ و ۱۴ به ترتیب در اولویت‌های اول و دوم قرار گرفتند. بررسی‌ها نشان داد که اهمیت برتر این دو سناریو به دلیل دارا بودن بالاترین سطح عملیات اجرا و سود ناشی از علوفه تولیدی در این دو سناریو نسبت به سایر گزینه‌ها بوده است. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج حاصل از تحقیقات مشابه انجام شده از جمله ا سدی و همکاران (۲)، آصف‌جاه و همکاران (۴)، هلیلی و همکاران (۲۱)، سعدالدین و همکاران (۳۰)، صفویان و همکاران (۱۲)، بذرافکن و صالح‌پور (۲۳) و جاویدی و همکاران (۲۸) در به‌کارگیری روش‌های گوناگون تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، و با نتایج تحقیقات اوژن و همکاران (۵)، چابک بلداجی و همکاران (۸)، سیف و کارگر (۱۰)، صمدی ارقینی و همکاران (۱۳)، قاسمی و دانش (۱۵)، الوندی و همکاران (۲۲)، چاودری و همکاران (۲۵) و گیری و نژادهاشمی (۲۷) به‌طور خاص در استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، که نتایج مشابهی را در خصوص قابلیت و توانایی بالای این تکنیک‌ها در مدیریت منابع

### منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ح.، ش. محمدخان، س. فیض‌نیا، ج. قدوسی. ۱۳۸۴. ساخت مدل منطقه‌ای خطر حرکت توده‌ای با استفاده از ویژگی‌های کیفی و تحلیل سلسله مراتبی سیستم‌ها، مطالعه موردی حوزه آبخیز طالقان. مجله منابع طبیعی ایران ۵۸(۱): ۱۴-۳.
۲. اسدی نلیوان، ا.، م. رستمی خلیج، م. محسنی ساروی، ا. سور. ۱۳۹۴. الویت اقدامات آبخیزداری در حوزه آبخیز با استفاده از روش تاپسیس (مطالعه موردی: زیدشت-طالقان). پژوهش‌نامه مدیریت حوزه آبخیز، ۶(۱۲): ۹۸-۱۰۷.
۳. اصغرپور، م. ج. ۱۳۹۲. تصمیم‌گیری چند معیاره. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
۴. آصف‌جاه، ب.، ا. ر. کشتکار، ی. عرفانی فرد، ع. افضلی. ۱۳۹۵. بکارگیری تکنیک تاپسیس فازی در الویت‌بندی گزینه‌های مدیریت بیولوژیک منابع حوزه آبخیز (مطالعه موردی: حوزه آبخیز دره‌ناری سروستان، فارس). مرتع و آبخیزداری ۶۹(۱): ۲۲۵-۲۱۱.
۵. اوژن، م.، ح. جلیلیان، ق. رستمی‌زاد. ۱۳۸۶. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز به کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی بعنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری. چهارمین همایش علوم و مهندسی آبخیزداری. دانشگاه تهران. ۴ تا ۶ اسفند ۱۳۸۶.
۶. ترابی میرزایی، ف. ۱۳۹۰. توان سنجی طبیعت گردی (اکوتوریسم) منطقه حسن آباد بافق به روش تحلیل سلسله مراتبی و استفاده

- از سیستم اطلاعات جغرافیایی و ارزش گذاری اقتصادی آن. پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد.
۷. جمالی، ع.، ج. قدوسی و م. فرح پور. ۱۳۸۰. تحلیل چند معیاره مکانی و فنون تصمیم گیری در اولویت بندی حوزه آبخیز برای احداث سدهای اصلاحی توری سنگی. مجله پژوهش های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی) ۲۴(۹۰): ۹-۱.
۸. چابک بلداجی، م.، م. حسن زاده نفوتی و ز. ابراهیمی خوشی. ۱۳۸۹. مکان یابی عرصه پخش سیلاب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، (مطالعه موردی: حوزه آبخیز عشق آباد طبس). مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران ۴(۱۳): ۳۸-۳۱.
۹. سعدالدین، ا.، د. اخضری و ن. نورا. ۱۳۸۹. پیش بینی اثرات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی بر خطر فرسایش بادی، (مطالعه موردی: جنوب دشت ورامین). مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک ۱۷(۱): ۶۳-۱۷.
۱۰. سیف، ع. و ا. کارگر. ۱۳۹۰. پتانسیل یابی منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و سیستم جغرافیایی، مطالعه موردی: حوضه آبریز سیرجان. فصل نامه جغرافیای طبیعی ۴(۱۲): ۷۵-۹۰.
۱۱. صادقی، ر. و ن. یارعلی. ۱۳۸۹. مروری بر تحلیل سلسله مراتبی و کاربرد آن در مدیریت جامع آبخیز. دومین همایش شناخت معضلات آبخیزداری و ارائه راه حل های مناسب در حوزه های آبخیز کارون و زاینده رود. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری. یکم آبان ۱۳۸۹.
۱۲. صفویان، آ.، ع. سلمان ماهینی، ح. میرکریمی و ا. سعدالدین. ۱۳۹۲. انتخاب بهترین سناریوی بهبود کیفیت آب با استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره، (مطالعه موردی: حوزه آبخیز گرگان رود استان گلستان). مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک ۲۰(۳): ۱۹۲-۱۷۳.
۱۳. صمدی ارقینی، ح.، م. صمدی قشلاقچایی و ع. قاسمی. ۱۳۹۱. استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی جهت مدیریت جامع حوزه آبخیز (مطالعه موردی: حوزه آبخیز شهری قیدار در استان زنجان). هشتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری. دانشگاه لرستان. ۲۷ تا ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۱.
۱۴. عظیم پور، ع.، ر. و ح. صدوق. ۱۳۸۸. ارزیابی نتایج مدل تحلیل سلسله مراتبی در پهنه بندی خطر زمین لغزش، (مطالعه موردی: حوزه آبخیز اهرچای). مجله علمی پژوهشی فضای جغرافیایی ۸(۲۶): ۸۷-۷۱.
۱۵. قاسمی، س. ع. و ش. دانش. ۱۳۹۱. کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در تعیین گزینه بهینه نمک زدایی از آب های لب شور. نشریه آب و خاک ۲۶(۴): ۹۹۹-۱۰۰۹.
۱۶. قدسی پور، ح. ۱۳۸۱. فرایند تحلیل سلسله مراتبی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
۱۷. کبیری هندی، م. و ا. دانه کار. ۱۳۹۲. بکارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی در الویت بندی تنوع فرهنگ زیستی در مناطق خشک (مطالعه موردی: شهر نیشابور). پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، پردیس کشاورزی کرج، دانشگاه تهران.
۱۸. کریمی سنگ چینی، ا.، ع. حزبی و ا. سعدالدین. ۱۳۸۹. تصمیم گیری چند معیاره در مدیریت یکپارچه آبخیز، (مطالعه موردی: آبخیز تلخ آب خوزستان). دومین همایش شناخت معضلات آبخیزداری و ارائه راه حل های مناسب در حوزه های آبخیز کارون و زاینده رود. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری. یکم آبان ۱۳۸۹.
۱۹. کشتکار، ا.، ر.، ح. ر. ناصری. ۱۳۹۵. مدل سازی اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی پیامدهای ناشی از اجرای سناریوهای مدیریت بیولوژیک در مدیریت جامع حوزه آبخیز (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سیمین دشت). بوم شناسی کاربردی ۵(۱۶): ۵۳-۴۳.
۲۰. نادری، ن.، م. محسنی ساروی، آ. ملکیان و د. قاسمیان. ۱۳۹۰. فرایند تحلیل سلسله مراتبی تکنیکی برای تصمیم گیری در حوزه

های آبخیز. محیط زیست و توسعه ۲ (۴): ۴۱-۵۰.

۲۱. هلیلی، م. ق.، ا. سعدالدین، ا. مساعدی و ع. سلمان ماهینی. ۱۳۸۸. تصمیم‌گیری چند معیاره فازی به منظور مدیریت منابع آب سطحی در سد مخزنی بوستان، استان گلستان. پژوهش‌های حفاظت آب و خاک ۱۶(۴): ۱-۲۴.
22. Alvandi, E., M. Forootan, M. R. Nojavan. 2015. The application of multi-criteria decision making method in integrated management: a case study of aghsu watershed, golestan province, Iran. *Int. Bul. Water Resour. Dev. (IBWRD)*. 3: 1-12.
23. Bazrafkan, A. A., A. Salehpour. 2014. Fractional Management of Watersheds by Using the ANP, Study Case: The Basin Of Khanzenyoon in Fars. *BEPLS*. 3: 118-125.
24. Chowdhury, A. K., M. Jha, V. M. Chowdary. 2010. Delieation of groundwater recharge zones and identification of artificial recharge sites in West Medinipur district, West Bengal, using RS & GIS and MCDM techniques. *Environ. Earth. Sci.* 59: 1209-1222.
25. Chowdhury, V. M., D. Chakraborty, A. Jeyaram, Y. V. N. Krishna Murthy, J. R. Sharma, V. K. Dadhwal. 2013. Multi-Criteria Decision Making Approach for Watershed Prioritization Using Analytic Hierarchy Process Technique and GIS. *Water Resour. Manag.* 27: 3555-3571.
26. De Berito, M. M., M. Evers. 2016. Multi-criteria decision-making for flood risk management: a survey of the current state of the art. *Nat. Hazard Earth Sys.* 16: 1019-1033.
27. Giri, S., A. Pouyan Nejadhashemi. 2014. Application of analytical hierarchy process for effective selection of agricultural best management practices. *J. Environ. Manage.* 132: 165-177.
28. Javidi Sabbaghian, R., M. Zarghami, A. Pouyan Nejadhashemi, M. B. Sharifi, M. R. Herman, F. Daneshvar. 2016. Application of risk-based multiple criteria decision analysis for selection of the best agricultural scenario for effective watershed management. *J. Environ. Manage.* 168: 260-272.
29. Saaty, T. L. 1977. A Scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* 13: 234-281.
30. Sadoddin, A., V. Sheikh, R. Mostafazadeh, M. Gh. Halili. 2010. Analysis of vegetation-based management scenarios using MCDM in the Ramian watershed, Golestan, Iran. *IJPP*. 4: 51-62.
31. Vivien, Y. C. 2011. Fuzzy MCDM approach for selecting the best environment-watershed plan. *J. of Appl. Soft. Comput.* 45: 265-275.

## Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) in Watershed Management (Case Study: Nahrein Catchment, Tabas)

A. R. Keshtkar<sup>1\*</sup>, H. Shariati<sup>1</sup>, H. R. Naseri<sup>1</sup> and M. Tazeh<sup>2</sup>

(Received: May 14-2015 ; Accepted: Dec. 28-2016)

### Abstract

Nowadays, inappropriate land use and degradation of natural resources have led to increase of flood, soil erosion etc. In such critical conditions, an integrated planning in natural resource management with the goal of control, reclamation and conservation seems to be necessary and these kinds of purposes can be reached by an integrated watershed management. Comprehensive management of watersheds is a coordinated and harmonic management of physical, biological, social and economic systems, which provides conditions that minimize the negative impact on resources while safeguarding the interests of the community. In this research, in line with the goals of resource management, the impacts and consequences of physical, economic and ecological criteria on vegetation condition changes were evaluated with focus on elimination of flood and soil erosion issues in Nahrein watershed (with the area of 18800 ha located in Tabas). The evaluation was done by considering four management activities: management of grazing, planting, seeding, and sowing. The prioritization of the scenarios was carried out using analytical hierarchy process (AHP) technique. Then, based on the suggestions and comments from relevant experts, the evaluation of available options was done by pairwise comparison matrix method. After calculations, economic criteria was selected as the most important criteria and management activity of sowing and scenario No. 16 were introduced as the most appropriate reform plan and scenario for the study area which is selected based on available criteria

**Keywords:** Biologic management, Multi criteria decision making, Watershed management.

---

1. Dept. of Desert Manage. International Desert Res. Center (IDRC), University of Tehran, Tehran, Iran.

2. Faculty of Agric. and Natural Resour., Ardakan Univ., Yazd, Iran.

\*: Corresponding Author, Email: keshtkar@ut.ac.ir