

الویت‌بندی گزینه‌های مدیریت بیولوژیک حوزه آبخیز با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی: حوزه آبخیز دلیچای)

امیررضا کشتکار^۱، شیرین محمدخان^۲، رقیه هوشمندی^۱، صادق دلفاردی^۳
گروه آموزشی مدیریت مناطق بیابانی، مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران
گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
بخش مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت

چکیده

امروزه حوزه‌های آبخیز بعنوان واحدهای برنامه‌ریزی و مدیریتی بسیاری از مسائل در جهت توسعه پایدار مورد توجه قرار گرفته‌اند. مدیریت منابع در حوزه آبخیز، به عنوان یک اصل جدید برای برنامه‌ریزی توسعه و مدیریت منابع آب، خاک و گیاه با تأکید بر شرایط اجتماعی-اقتصادی منطقه، به منظور معیشت پایدار و بدون آسیب‌پذیری برای گیاه و ساکنان یک حوضه در نظر گرفته شده است. زمانی این اهداف محقق خواهند شد که مدیریتی صحیح بر منابع حوزه‌های آبخیز اعمال شود و این مدیریت بایستی بتواند تمامی فرآیندهای مخرب موجود در سیستم را کاهش داده و فرآیندهای سازنده را تقویت نماید. تحقیق حاضر با هدف مدیریت بیولوژیک منابع حوزه آبخیز با رویکرد سناریوسازی، به ارزیابی و الویت‌بندی گزینه‌های مدیریت بیولوژیک در حوزه آبخیز دلیچای پرداخته است. با بررسی شرایط حوضه و لحاظ نمودن ابعاد فنی، اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیک اجرای گزینه‌ها، چهار فعالیت مدیریت بیولوژیک تعیین و ۱۶ سناریوی مدیریتی در منطقه تدوین گردید. سپس با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی وزن معیارها تعیین و در نهایت با استفاده از مدل تاپسیس، بهترین گزینه مدیریتی، تعیین گردید. نتایج حاصل از اجرای مدل تاپسیس حاکی از آن بود که در بین چهار معیار سنجش گزینه‌های مدیریتی پیشنهادی نسبت به هدف، معیارهای اجتماعی، اکولوژیک، اقتصادی و فیزیکی به ترتیب در اولویت‌های اول تا چهارم و سناریو شماره ۱۰ که شامل فعالیت‌های مدیریت چرا و کپه‌کاری بود، بعنوان برترین سناریو و الویت اول تعیین گردید. هم چنین نتایج نشان داد، که تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از توانایی و قابلیت بالایی در بیان ابعاد گوناگون مسئله برخوردار بوده و ابزار مناسبی برای الویت‌بندی و مدیریت بهینه منابع حوزه‌های آبخیز می‌باشند.

کلمات کلیدی: مدیریت پوشش گیاهی، سناریو سازی، مدل تاپسیس.

با افزایش روزافزون جمعیت انسانی و استفاده نادرست از منابع تجدیدپذیر طبیعی، گریزی نخواهد بود مگر این که با برنامه‌ریزی منسجم و قانونمند در مدیریت منابع طبیعی با هدف کنترل، احیاء و حفاظت در راستای استفاده بهینه از این منابع به صورت پویا، برنامه‌ریزی نمود. بدین خاطر است که مدیریت منابع حوزه آبخیز به صورت دخالت برنامه‌ریزی شده و قانونمند در مدیریت منابع محیط‌زیستی شامل آب، خاک و... با هدف کنترل یا حفاظت و استفاده بهینه از این منابع مطرح شده است.

مدیریت حوزه آبخیز تحت عنوان یکپارچه‌سازی و هماهنگ نمودن و نیز مدیریت فعالیت‌های بشر در محدوده یک حوزه آبخیز تعریف می‌گردد (۳۲ و ۳۶). لذا، اساس و زیربنای این مدیریت با توجه به تعریف فوق، یکپارچه نمودن و ایجاد هماهنگی بین عناصر حاضر می‌باشد. در واقع این روش یک محصول نیست، بلکه فرآیندی انعطاف‌پذیر شامل چندین بخش می‌باشد که با وارد شدن هر بخش یک گام به سوی دستیابی به مدیریت جامع پایدار برداشته می‌شود (۲۳). تلفیق معضلات، عوامل موثر بر بخش‌های مختلف آبخیز، ابعاد مختلف (بیوفیزیکی و اقتصادی- اجتماعی)، افراد مرتبط با آبخیز و نیز مدل‌ها و داده‌ها در مقیاس‌های مختلف از ابعاد ارزیابی و مدیریت یکپارچه آبخیز هستند (۲۹). مدیریت منابع حوزه آبخیز با ساکنان و بهره‌برداران زیاد و نیازهای گوناگون، نیازمند ارزیابی جامع‌تر و به چالش کشیدن بیشتر گزینه‌های مدیریتی و اقدامات اجرایی مربوط به هر گزینه مدیریتی از قبیل عملیات مدیریت پوشش گیاهی، ساختمانی و غیرساختمانی و نتایج حاصل از آنها می‌باشد (۳۰ و ۳۵).

در همین راستا ناکارآمد بودن نگرش تک بعدی و لزوم نگرش چند بعدی در مدیریت 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 برای تصمیم‌گیری درست و مؤثرتر باشد. فنون تصمیم‌گیری چند معیاره روش‌هایی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان با مد نظر قرار دادن معیارهای کمی و کیفی متعدد و گوناگون، بهترین گزینه را از بین چندین گزینه تعیین و انتخاب نمود (۳، ۱۲ و ۲۴). از مهم‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان به تخصیص خطی، روش الویت بندی بر اساس تشابه به راه حل ایده آل، تئوری مطلوبیت چند معیاره و تحلیل سلسله مراتبی اشاره کرد (۱، ۷ و ۱۵). تکنیک‌های مذکور هر چند که در زمینه‌های گوناگونی چون اقتصاد، مهندسی، کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست بکار گرفته شده‌اند (۵، ۹، ۱۱، ۱۴ و ۲۸)، ولی فقط در چند سال اخیر تحقیقات نسبتاً محدودی در ارتباط با کاربرد آن‌ها در مدیریت منابع آبخیز صورت پذیرفته است (۴، ۶، ۳۴، ۱۳). در همین راستا نادری و همکاران (۲۰)، به بررسی قابلیت‌ها و توانمندی فرآیند تحلیل سلسله

مراتبی به عنوان روشی برای تصمیم‌گیری در حوزه‌های آبخیز پرداختند. 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 می‌نماید. صمدی ارقینی و همکاران (۱۳)، با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی در مدیریت جامع حوزه آبخیز شهری قیدار در استان زنجان پرداختند. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که معیار هزینه مهم‌ترین معیار و عملیات اصلاح بیولوژیک به عنوان بهترین گزینه مدیریتی انتخاب شدند. سعدالدین و همکاران (۳۵) با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره به ارزیابی سناریوهای مدیریت بیولوژیک در مدیریت جامع حوزه آبخیز رامیان در استان گلستان پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که این تکنیک‌ها از قابلیت قابل توجهی در کمک به تصمیم‌گیران در اخذ تصمیمات مدیریتی در مدیریت جامع و یکپارچه حوزه آبخیز برخوردار می‌باشند. در تحقیق قنبرپور و همکاران (۲۷)، رویکرد برنامه‌ریزی چند معیاره با استفاده از تکنیک‌های تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در رتبه‌بندی گزینه‌های مدیریت اراضی در حوزه آبخیز کن استان تهران مورد استفاده قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که در زیرحوضه‌های گوناگون، به جز گزینه تأمین منابع آبی که در تمامی زیرحوضه‌ها گزینه برتر بود، با توجه به شرایط هر زیرحوضه، گزینه‌های دیگر از جمله توریسم و گردشگری، مدیریت مراتع، باغداری و اقدامات کنترل سیلاب در الویت دوم اهمیت قرار داشتند. بذرافکن و صالح‌پور (۲۲)، با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری برنامه‌ریزی شبکه تحلیلی به تعیین گزینه‌های برتر توسعه سیستم‌های مدیریت بهینه منابع آب در حوزه آبخیز خانزیون فارس پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد 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 بذرداری، به عنوان بهترین گزینه‌های مدیریتی انتخاب شدند. الوندی و همکاران (۲۱)، به بررسی پیامدهای فیزیکی، اکولوژیک، و اقتصادی-اجتماعی ناشی از اجرای سناریوهای گوناگون مدیریت پوشش گیاهی در حوزه آبخیز آقسو گلستان پرداختند. در این مطالعه چهار فعالیت مدیریتی شامل کنتورفارو توام با بذرداری، جنگل‌کاری، تراسبندی همراه با نهال‌کاری و اگر فارستری به عنوان فعالیت‌های مدیریتی منتخب تعیین و ۱۶ سناریو مدیریتی مربوط تدوین گردید. سپس با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره به ارزیابی پیامدهای ناشی از اجرای این سناریوها پرداخته شد. نتایج نشان داد که سناریو شماره ۱۱ (شامل جنگل‌کاری و اگر فارستری) و سناریو شماره هفت (شامل کنتورفارو همراه با بذرداری و جنگل‌کاری) به عنوان بهترین سناریوها و الویت برتر تعیین گردیدند. نتیجه‌گیری حاصل از این تحقیق بیان‌گر این

مطلب بود که رویکرد سناریو پایه بکارگرفته شده، کمک بسزایی به پیش‌بینی نتایج حاصل از اجرای فعالیت‌های مدیریتی می‌نماید.

دبریتو و ایورز (۲۶) به بررسی ۱۲۸ تحقیق انجام شده در طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ژوئن ۲۰۱۵، در خصوص بکارگیری انواع مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مدیریت خطر سیل پرداختند. نتایج این بررسی حاکی از آن بود که مدل‌های تحلیل سلسله مراتبی، الویت‌بندی بر اساس تشابه به راه حل ایده آل و وزن‌دهی تجمعی ساده، به ترتیب بیشترین کاربرد را داشته‌اند. جاویدی و همکاران (۳۰)، با بکارگیری فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره به انتخاب بهترین سناریوهای کشاورزی به منظور مدیریت موثر در حوزه آبخیز هانیویی، ایالت میشیگان ایالات متحده پرداختند. در این تحقیق رویکرد جدیدی از اجرای فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره بر اساس مقایسه و آنالیز خطر که منجر به انتخاب مناسب‌ترین سناریو برای استفاده در تمام سطح حوزه آبخیز می‌گردد، معرفی شده است. نتایج نشان داد که عامل و شرایط خطر بایستی در تعدادی از زیرحوضه‌ها معیارهای مربوطه را در وضعیت مطلوبی قرار داده و در نهایت الویت‌بندی سناریوهای موجود صورت پذیرد. نتایج نهایی این تحقیق حاکی از آن بود که روش پیشنهادی در حوزه آبخیز هانیویی نتایج موفقیت آمیزی را جهت ارزیابی و تعیین بهترین عملیات مدیریتی، هم برای آبخیزنشینان و هم برای سلامتی کل شبکه آبراهه ارایه نموده است.

چاوداری و همکاران (۲۵)، با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره و مدل ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و شاخص تولید رسوب در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به الویت‌بندی اجرای عملیات مدیریتی در حوزه‌های آبخیز کوچک، در حوزه آبخیز مایوراکشی هندوستان پرداختند. این مدل از شاخص فرسایش بالقوه و نسبت تحویل رسوب که بیانگر ظرفیت انتقال رسوب خوضه هستند، بهره برده است. مقایسه نتایج حاصل از این مدل با نقشه‌های الویت‌بندی تولید شده بر اساس برداشتهای میدانی و آمار مشاهداتی، حکایت از صحت ۷۸ درصدی مدل مذکور داشته است. از آنجا که بیشتر تحقیقات محدود انجام شده در خصوص الویت‌بندی و ارزیابی پیامدهای ناشی از اجرای گزینه‌های مدیریت بیولوژیک منابع آبخیز از مدل‌هایی چون تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین وزن‌های هر یک از معیارها و شاخص‌ها و الویت‌بندی گزینه‌ها، استفاده نموده‌اند، لذا تحقیق حاضر با هدف ارایه و توسعه روشی در جهت دستیابی به مدیریت بهینه منابع حوزه آبخیز با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره الویت‌بندی بر اساس تشابه به راه حل ایده آل (تاپسیس) و انتخاب بهترین سناریوی مدیریت بیولوژیک در حوزه آبخیز دلیچای، انجام شده است.

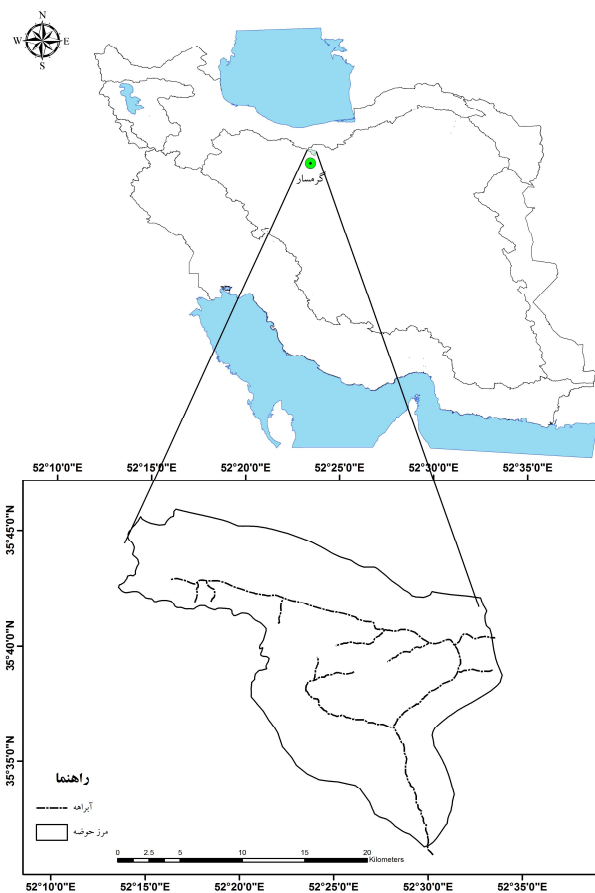
۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مطالعاتی

حوزه آبخیز دلیچای با وسعت تقریبی ۳۵ هزار هکتار یکی از زیرحوضه‌های اصلی رودخانه دائمی حله‌رود می‌باشد که در زیرحوضه کویر مرکزی از حوضه اصلی فلات مرکزی ایران (زیرحوضه شماره ۴) قرار گرفته است. این حوضه در شمال شرقی استان تهران و شمال غربی استان سمنان قرار گرفته است (شکل ۱). رودخانه دلیچای از ارتفاعات جنوبی البرز سرچشمه گرفته و با حرکت به سمت جنوب شرقی در قسمت انتهایی به حله‌رود می‌پیوندد. این رودخانه با متوسط آبدهی سالانه ۲۷۰ میلیون متر مکعب، مهم‌ترین منبع آب کشاورزی و شرب مردم گرمسار از گذشته بوده است. متوسط درجه حرارت سالیانه در منطقه ۶/۷ درجه سانتی‌گراد (ایستگاه فیروزکوه) و میانگین بارندگی سالیانه منطقه ۳۱۸ میلی‌متر بوده (ایستگاه سیمین‌دشت و ایستگاه یهر) می‌باشد. ارتفاع متوسط منطقه ۱۸۵۰ متر از سطح دریا بوده و با توجه به شیب متوسط وزنی که بین ۲۵ تا ۴۴ درصد متغیر است، منطقه کوهستانی و دارای شیب زیاد می‌باشد (۸ و ۱۸). منطقه مورد مطالعه دارای اشکال مختلف فرسایشی شامل فرسایش‌های بین شیار، شیار، خندقی و کناره‌ای است. فرسایش شیار با بیشترین سطح پراکنش، به جز مناطقی که دارای پوشش گیاهی متراکم و یا دارای واریزه درشت در پای دامنه‌ها، مخروط افکنه‌ها، برونزدسنگی و باغات هستند، تمامی منطقه را در بر گرفته و فرسایش خندقی محدوده‌ای از منطقه که متشکل از سازند هزار دره می‌باشد، را شامل شده است (۸ و ۱۸). بنابراین در تحقیق حاضر به منظور کاهش آثار هدر رفت منابع آبخیز و نیل به سوی مدیریت منابع حوزه آبخیز، رویکرد مبتنی بر تدوین سناریوهای مدیریت یولوژیک، بکار گرفته شده است.

۲-۲- روش تحقیق

در مقابل رویکرد بکارگیری مدل‌های بهینه‌سازی ریاضی، رویکرد مبتنی بر استفاده از سناریوسازی، با افزایش ادراک کارشناس، بهره‌بردار و آبخیزنشینان از آبخیز، سعی در شناساندن بهتر سیستم آبخیز و میسر ساختن بررسی سناریوهای مدیریتی توسط کارشناس و مشاهده و ارزیابی پیامدهای مثبت و منفی ناشی از انتخاب هر یک از گزینه‌ها را دارد. با این رویکرد می‌توان به سیستم‌های پشتیبان تصمیم دست یافت و به جای ارایه نسخه مدیریتی از قبل تعیین شده سعی شود علاوه بر در نظر گرفتن اجزای سیستم، امکان اضافه نمودن سایر عوامل، به کارشناس داده شود (۳۴).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی در ایران

۲-۲-۱- تعیین فعالیت‌ها و تدوین سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی

پس از شناسایی عوامل تولید رواناب و رسوب در منطقه مطالعاتی و تعیین اهمیت نسبی هر یک از آن‌ها، فهرستی از راه کارهای ممکن و قابل اجرا برای برطرف نمودن مشکلات موجود تهیه و پیشنهاد گردید. گزینه حفظ شرایط موجود، 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، 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 هریک 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 n^2

ترکیب‌های محتمل فعالیت‌های مدیریتی و سناریوهای معادل، تدوین گردید. در جدول ۱ مناطق مستعد اجرای هر یک از فعالیت‌های

مدیریت بیولوژیک و در جدول ۲ نیز ترکیب‌های محتمل این فعالیت‌های مدیریتی (سناریوها)، ارائه شده است.

جدول ۱- فعالیت‌های مدیریتی پیشنهادی و نواحی مستعد اجرای هر فعالیت	
فعالیت بیولوژیک	ویژگی‌های مناطق مستعد اجرای عملیات پیشنهادی
کپه کاری	مناطق با خاک نیمه عمیق، پوشش نیمه متراکم و شیب ۲۰-۴۰ درصد
بذرکاری	مناطق با خاک نیمه عمیق، پوشش نیمه متراکم و شیب کمتر از ۲۰ درصد
بذرپاشی	مناطق با خاک نیمه عمیق، پوشش نیمه متراکم و شیب بیش از ۴۰ درصد
مدیریت چرا	استقرار گیاهان و بهبود مراتع متوسط دارای فرسایش، مناطق با خاک سبک تا نیمه سنگین

جدول ۲- سناریوهای تدوین شده برای مدیریت بیولوژیک حوزه آبخیز دلچای																
سناریو	فعالیت بیولوژیک															
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
مدیریت چرا	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱
بذرکاری	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱
بذرپاشی	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱
کپه کاری	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱

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

توجه نمود که سناریوهای مدیریتی باید کاملاً از یکدیگر قابل تفکیک باشند.

۲-۲-۲- تعیین معیارهای تحقیق

گام و مرحله اصلی دستیابی به اهداف مورد نظر تحقیق حاضر به منظور ارزیابی پیامدهای ناشی از اجرای فعالیت‌های مدیریت

بیولوژیک پیشنهادی، تعیین معیارها و شاخص‌های مرتبط برای تشکیل ماتریس داده‌ها می‌باشد. از آنجایی که در منابع علمی معیارها و

شاخص‌های بسیار گوناگون و متنوعی برای ارزیابی مدیریت بیولوژیک حوزه‌های آبخیز وجود دارد، لذا به منظور تعیین معیارها و

شاخص‌های مهم و کاربردی متناسب با شرایط محدوده مطالعاتی و جلوگیری از کاهش وزن و میزان اثرگذاری هر یک از این عوامل

تأثیرگذار، پس از بررسی مطالعات مشابه انجام شده، تصمیم گرفته شد، با نظرخواهی از کارشناسان منابع طبیعی (افراد خبره و دارای

تجربه در امر مدیریت منابع حوزه آبخیز و البته آشنا به شرایط منطقه مطالعاتی و اهمیت الویت‌های تدوین شده در محدوده مذکور) در خصوص معیارهای بکارگرفته شده در تحقیقات مشابه داخلی و بین‌المللی و مهم‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌های موثر و مرتبط، با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی، تعیین گردند. به منظور لحاظ نمودن تمامی دیدگاه‌ها و نظریات موجود، ابتدا پرسش‌نامه باز برای ۱۲ نفر نماینده بخش تحقیقات (پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری به جهت مشارکت در مطالعات جامع منطقه مطالعاتی)، بخش اجرا (دفتر مطالعات حبله‌رود معاونت آبخیزداری سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور؛ اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سمنان، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان گرمسار؛ و اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان تهران) و دانشگاه (افراد دارای سابقه تحقیقاتی در محدوده مطالعاتی) ارسال و پس از دریافت، بررسی و نهایی نمودن معیارها و مهم‌ترین شاخص مربوط به هر معیار، پرسش‌نامه دوم (پرسش‌نامه بسته و در قالب ماتریس) به منظور تعیین ضریب اهمیت و وزن هریک از معیارها و شاخص‌ها، تنظیم و ارسال گردید. معیارها و شاخص‌های نهایی تحقیق حاضر به منظور ارزیابی نتایج سناریوهای مدیریتی پیشنهادی، در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- معیارها و شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق	
معیار	شاخص
معیار اقتصادی	هزینه اجرا (استقرار و نگهداری)
معیار اجتماعی	میزان درصد پذیرش و مشارکت مردمی
معیار اکولوژیکی	شاخص وزنی وضعیت پوشش گیاهی
معیار فیزیکی	حجم رواناب

۳-۲-۲- ارزیابی پیامدهای ناشی از اجرای سناریوهای مدیریتی پیشنهادی در حوزه آبخیز دلیچای

۳-۲-۲-۱- مدل سازی آثار فیزیکی حاصل از اجرای سناریوهای مدیریت بیولوژیک

به منظور شبیه‌سازی آثار تغییر وضعیت پوشش گیاهی بر روی خصوصیات هیدرولوژیکی از روش شماره منحنی رواناب یا شماره منحنی، استفاده شده است. این روش قابلیت ایجاد ارتباط بین خصوصیات آبخیز با پارامترهای جریان را دارا می‌باشد. در سناریوهای پیشنهادی، شماره منحنی بر حسب مساحت هر یک از فعالیت‌های مدیریتی محاسبه و با توجه به اینکه در هر سناریو چه فعالیتی اجرا شود، شماره منحنی محاسبه و پس از محاسبه شماره منحنی وزنی حوضه، ارتفاع رواناب و در نهایت دبی اوج سیلاب با استفاده از آمار

متوسط حداکثر بارش‌های ۲۴ ساعته و بارندگی یک ساعته با دوره بازگشت ۱۰ ساله، محاسبه گردید. مراحل انجام محاسبات مربوط به مدل‌سازی آثار فیزیکی حاصل از اجرای سناریوهای مدیریت بیولوژیک پیشنهادی با استفاده از روش شماره منحنی، به تفصیل در منابع گوناگون شرح داده شده است (۱۳، ۱۷ و ۳۴).

۲-۳-۲-۲- مدل‌سازی آثار اقتصادی حاصل از اجرای سناریوهای مدیریت بیولوژیک

در مدیریت منابع آبخیز توجه به سلامت اقتصادی و اجتماعی افراد و جوامع آبخیز نشینان ضروری می‌باشد. لذا مطالعه آثار و پیامدهای اقتصادی از جمله بخش‌های مهم در مطالعات آبخیزداری تلقی می‌گردد. بنابراین برای شبیه‌سازی آثار تغییر پوشش گیاهی بر روی وضعیت اقتصادی از نشانگر هزینه متغیر استفاده شده است (۱۷).

به منظور محاسبه هزینه‌های استقرار و نگهداری برای تمامی فعالیت‌های مدیریت بیولوژیک پیشنهادی در حوضه دلیچای، یک دوره زمانی مشترک در محاسبات اقتصادی در نظر گرفته شده است که به این دوره اصطلاحاً افق برنامه‌ریزی نیز می‌گویند که شاخص‌های اقتصادی برای این دوره ارزیابی می‌گردد. در تحقیق حاضر با توجه به دامنه زمانی عمر فعالیت‌ها، افق برنامه‌ریزی معادل ۶ سال در نظر گرفته شده است. این دوره زمانی حداقل بازه زمانی است تا عملیات بیولوژیک اجرایی پس از کاشت و استقرار به زمان بهره‌برداری برسد. بدین ترتیب در محاسبات اقتصادی برای آبخیز دلیچای جریان پول برای یک دوره ۶ ساله تنظیم شده است. برای محاسبه ارزش فعلی هزینه و یا درآمد ناخالص از معادله زیر استفاده شده است:

$$P_v = \sum_{t=1}^T \frac{X_t}{(1+i)^t} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه X_t : هزینه یا درآمد برای هر یک فعالیت مدیریتی معین در سال t ، T : دوره تولید برای فعالیت مدیریتی، i : نرخ تنزیل بر حسب درصد، می‌باشند. در این مطالعه نرخ میزان تنزیل به صورت مرکب و معادل ۱۰٪ لحاظ گردیده است. نرخ تنزیل مرکب با اعمال اثر ترکیبی نرخ تورم و نرخ بهره بدست می‌آید. در تحقیق حاضر هزینه‌های مربوط به هر یک از فعالیت‌های مدیریتی پیشنهادی بر اساس فهرست بهاء اجرای عملیات بیولوژیک آبخیزداری سال ۱۳۹۳ برآورد شده است.

۲-۳-۲-۳- مدل‌سازی آثار اجتماعی حاصل از اجرای سناریوهای مدیریت بیولوژیک

با توجه به گستره و دامنه سوالات مرتبط با سناریوهای مدیریتی برای بررسی پیامدهای اجتماعی حاصل از اجرای سناریوها، تعداد آبخیزنشینی که مورد مراجعه قرار می‌گیرند در مطالعات مختلف متفاوت خواهد بود. در هر حال با توجه به پارامترهایی مانند هزینه،

زمان، قابلیت اجرا و همچنین تنوع و پویایی جامعه آبخیزنشینان باید تعداد مناسب افراد شرکت کننده در مطالعه اجتماعی را تعیین نمود. تعداد مراجعه به بهره‌برداران و آبخیزنشینان حوضه با توجه به تعداد و دامنه سوالات مرتبط با بررسی آثار اجتماعی سناریوهای مدیریتی و بر اساس عواملی چون هزینه، زمان، قابلیت اجرا و پویایی جامعه مورد مطالعه متفاوت خواهند بود (۳۵). در مطالعه حاضر به منظور دستیابی به اطلاعات صحیح، با یک بررسی میدانی- اجتماعی به سرگروه‌ها و تصمیم‌گیران از جمله شورای ده، به عنوان نماینده جامعه آبخیزنشینان حوضه مطالعاتی مراجعه شده است. شرکت‌کنندگان در مطالعه اجتماعی از نظر قصد آن‌ها برای اجرای فعالیت‌های مدیریت پوشش گیاهی در آبخیز برای آینده نزدیک مورد پرسش قرار گرفته‌اند. برای استخراج احتمال پذیرش فعالیت‌های مدیریتی از توزیع احتمالاتی دوجمله‌ای استفاده شده است.

$$P_{r(yi)} = \frac{n!}{Yi(n-i)!} p_i^{yi} \times q_i^{n-yi}$$

$$(Y_i = 0, 1, 2, \dots, n)$$

رابطه (۲)

که در رابطه فوق n : تعداد سعی‌ها در آزمایش دو جمله‌ای، pi : احتمال پذیرش سناریو i در هر سعی، qi : احتمال عدم پذیرش،

Yi : تعداد موارد پذیرش سناریو i در n سعی، $Pr(yi)$: احتمال پاسخ مثبت می‌باشد. در تجزیه و تحلیل پذیرش اجتماعی سناریوهای

مدیریت بیولوژیک، چهار سطح (عدم پذیرش، پذیرش کم، پذیرش متوسط و پذیرش زیاد) در نظر گرفته شد.

۲-۳-۴- مدل سازی آثار اکولوژیک حاصل از اجرای سناریوهای مدیریت بیولوژیک

مدل سازی و محاسبه توزیع‌های احتمال پیامدهای اکولوژیکی ناشی از اجرای سناریوهای مدیریتی پوشش گیاهی، با محاسبه میزان نسبی

درصد تغییرات انواع پوشش گیاهی سطح حوضه از حالت اولیه انجام گردیده است. در این مدل سازی چند لایه رقومی پوشش گیاهی

برای شرایط حال حاضر و اراضی مستعد اجرای فعالیت‌های مدیریتی پیشنهادی بصورت جداگانه در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی

وارد نموده و بر اساس شاخص وزنی سطح پوشش اراضی و نسبت به ارزیابی میزان تأثیر عملیات اصلاحی با استفاده از شاخص وزنی

سطح پوشش اراضی (معادله ۳) اقدام گردید.

$$WLCAI = \sum_{m=1}^6 \alpha_m \sum_{k=1}^{nm} P_{k,m}$$

رابطه (۳)

$WLCAI$: شاخص وزنی سطح پوشش اراضی، α_m : ارزش وزنی برای هر نوع تیپ پوشش گیاهی m (به روش دلفی، جدول ۴)، m :

نوع پوشش، $P_{k,m}$: مساحت کاربری، nm : شماره کاربری و عدد شش تعداد پارامترها می باشد.

جدول ۴- مقادیر وزنی برای پوشش های مختلف زمین به روش دلفی (۳۳)

نوع پوشش	مرتفع طبیعی	مرتفع اصلاح شده	درخت	غلات	علوفه کاری	اراضی حاشیه رودخانه
α_m	۰/۶	۰/۳	۱	۰/۳	۰/۱	۱

۲-۲-۴- تعیین سناریو مدیریتی برتر با استفاده از مدل تاپسیس

در تحقیق حاضر به منظور انتخاب بهترین گزینه یا گزینه های مدیریت بیولوژیک به منظور مدیریت منابع حوزه آبخیز دلیچای، از مدل تاپسیس که از جمله تکنیک های روش تصمیم گیری چند معیاره می باشد، استفاده گردید. در مدل تاپسیس پس از انتخاب معیارهای مناسب و غربالگری معیارها و شاخص های مرتبط، وزن دهی و الویت بندی انجام، و در نهایت بهترین گزینه یا گزینه ها جهت مدیریت منابع حوضه مورد مطالعه، انتخاب می شود. مدل تاپسیس بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید کمترین فاصله را با راه حل ایده آل مثبت و کمترین فاصله را با راه حل ایده آل منفی داشته باشد. مراحل انجام مدل تاپسیس شامل تشکیل ماتریس داده ها یا ماتریس تصمیم بر اساس n معیار و k شاخص، استاندارد کردن داده ها، تعیین وزن معیارها و تعدیل آنها، و در نهایت تعیین گزینه برتر و بهینه می باشد که به تفصیل در منابع گوناگون شرح داده شده است (۳، ۱۰ و ۱۶).

۳- نتایج

۳-۱- تعیین سناریو برتر با استفاده از مدل تاپسیس

به منظور ارزیابی پیامدهای ناشی از اجرای سناریوهای مدیریت بیولوژیک پیشنهادی، ابتدا ماتریس تصمیم تشکیل (جدول ۵) و در ادامه ماتریس نرمال شده محاسبه گردید. سپس وزن معیارها با تشکیل ماتریس مقایسه زوجی و وزن دهی به معیارها، با استفاده از نظرات کارشناسی تعیین و در نهایت وزن نهایی معیارها محاسبه گردید (جدول ۶).

جدول ۵- ماتریس تصمیم مدیریت منابع حوزه آبخیز دلیچای بر اساس مقادیر محاسبه شده معیارهای منتخب

سناریو	فیزیکی	اکولوژیک	اقتصادی	اجتماعی
۱	۸۴۷۱۲۳	۰	۰	۰/۰۵
۲	۵۲۳۶۳۳	۳۳۵۱/۰۲	۳۷۴۷۷۷۸	۰/۶۵

۰/۱	۵۵۶۳۷۶	۳۸۱۸/۲۴	۷۱۶۰۴۵	۳
۰/۰۳	۳۷۴۷۶۶۱	۸۷۴/۶۲	۵۸۴۹۵۶	۴
۰/۳۵	۲۳۱۴۲۶۸	۱۹۶۶/۹۵۲	۶۴۴۳۶۳	۵
۰/۵۳	۴۳۰۴۱۵۴	۴۱۶۹/۳۴	۴۳۰۰۱۱	۶
۰/۰۶	۴۳۰۴۰۳۷	۱۶۹۲/۹۱	۴۸۴۰۳۳	۷
۰/۲۹	۶۰۶۱۹۲۹	۲۸۴۱/۶۱	۴۲۹۱۳۳	۸
۰/۵	۲۸۷۰۶۶۴	۴۲۲۵/۷۱	۳۳۷۳۷۴	۹
۰/۷۲	۸۰۵۱۸۱۵	۵۳۱۷/۷۲	۳۷۹۲۰۰	۱۰
۰/۳۶	۲۸۷۰۶۴۴	۲۷۸۵/۲۱	۵۳۶۴۸۳	۱۱
۰/۴۷	۸۰۵۱۸۱۵	۵۰۴۳/۹۱	۲۶۷۱۲۱	۱۲
۰/۳۱	۶۶۱۸۳۰۵	۳۶۵۹/۸۲	۳۴۷۰۸۷	۱۳
۰/۶۱	۶۶۱۸۴۲۲	۶۱۳۶/۲۱	۳۰۳۴۸۷	۱۴
۰/۵۸	۹۸۰۹۷۰۷	۶۱۹۲/۶۰	۲۲۹۴۷۱	۱۵
۰/۵۴	۱۰۳۶۶۰۸۳	۷۰۰۰/۸۴	۱۷۴۲۵۸	۱۶

جدول ۶- وزن نهایی و اولویت بندی معیارهای تحقیق

اولویت بندی	معیار	وزن دهی نهایی
۱	اجتماعی	۰/۴۷
۲	اکولوژیکی	۰/۲۸
۳	اقتصادی	۰/۲۴
۴	فیزیکی	۰/۰۱

در ادامه با ضرب کردن درایه‌های ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده در بردار وزن معیارها، ماتریس تصمیم بی‌مقیاس وزنی محاسبه گردید (جدول ۷). با استفاده از نتایج حاصل، فاصله از راه حل ایده‌آل مثبت و منفی و نیز میزان نزدیکی نسبی به راه حل ایده‌آل محاسبه گردید، که نتایج آن در جدول ۸ آورده شده است. در نهایت الویت‌بندی گزینه‌های تصمیم (سناریوها) انجام شد (جدول ۸). نتایج نشان داد که سناریوهای ۱۰، ۱۴ و ۲ به ترتیب دارای الویت‌های اول تا سوم بودند. رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم بر اساس میزان نزدیکی نسبی به راه-حل ایده‌آل بوده است، به طوریکه هرچه به یک نزدیک‌تر بوده باشند، از مطلوبیت بیشتری برخوردار می‌باشند.

جدول ۷- ماتریس تصمیم وزنی مدیریت منابع حوزه آبخیز دلیچای

سناریو	فیزیکی	اکولوژیک	اقتصادی	اجتماعی
۱	۰/۰۰۱۷	۰	۰	۰/۰۰۴
۲	۰/۰۰۰۷۲	۰/۰۱۶	۰/۰۱۰۸۴۶۳	۰/۰۰۵
۳	۰/۰۰۰۹۹	۰/۰۱۸	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۸
۴	۰/۰۰۰۸۱	۰/۰۰۴	۰/۰۱۰۸۴۵۹	۰/۰۰۲
۵	۰/۰۰۰۸۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶۷	۰/۰۲۷
۶	۰/۰۰۰۵۹۴	۰/۰۰۲	۰/۰۱۲۴۵۶۵	۰/۰۴۱
۷	۰/۰۰۰۶۷	۰/۰۰۸	۰/۰۱۲۴۵۶۱	۰/۰۰۵
۸	۰/۰۰۰۵۹۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۷۵۴۳۵	۰/۰۲۲
۹	۰/۰۰۰۴۷	۰/۰۰۲	۰/۰۲۱۷	۰/۰۳۹
۱۰	۰/۰۰۰۵۲	۰/۰۲۵	۰/۰۱۷۵۴۳۹	۰/۰۵۶
۱۱	۰/۰۰۰۷۴	۰/۰۱۳	۰/۰۰۸۳	۰/۰۲۸
۱۲	۰/۰۰۰۳۷	۰/۰۲۴	۰/۰۲۳۳	۰/۰۳۶
۱۳	۰/۰۰۰۴۸	۰/۰۱۷	۰/۰۱۹۱۵۳۷	۰/۰۲۴
۱۴	۰/۰۰۰۴۲	۰/۰۲۹	۰/۰۱۹۱۵۴۱	۰/۰۴۷
۱۵	۰/۰۰۰۳۲	۰/۰۲۹	۰/۰۲۸۴	۰/۰۳۹
۱۶	۰/۰۰۰۲۴	۰/۰۳۳	۰/۰۰۳	۰/۰۴۲

جدول ۸- اولویت‌بندی سناریوها بر اساس نتایج بدست آمده از مدل تاپسیس

سناریو	فاصله از ایده آل مثبت	فاصله از ایده آل منفی	نزدیکی نسبی به راه حل ایده آل	الویت
۱	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۰۹	۰/۱۹۲	۱۴
۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۲۸	۰/۱۶۱	۳
۳	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱۱	۰/۳۱۲	۹۲
۴	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۹۲	۱۶
۵	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۲	۰/۴۴۹	۱۰
۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۲۱	۰/۷۹	۴
۷	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۹۹	۱۵
۸	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۰۷	۰/۲۷۴	۱۳
۹	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۷	۰/۶۴۳	۷
۱۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۳۵	۰/۹۰۳	۱
۱۱	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱۲	۰/۴۹۵	۹

۸	۰/۶۲۵	۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۱	۱۲
۱۱	۰/۳۳۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱۶	۱۳
۲	۰/۸۶۱	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۰۵	۱۴
۶	۰/۶۶۳	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۱۰۸	۱۵
۵	۰/۶۹۹	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱۰۹	۱۶

۴- بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که تدوین سناریوهای مدیریتی یکی از رویکردهای مناسب با در نظر گرفتن وضعیت‌های مدیریتی گوناگون می‌باشد. در این مورد با پیشنهاد و تدوین سناریوهای گوناگون، شرایط بررسی و ارزیابی مدیریت این منابع از دیدگاه‌های گوناگون و شرایط مختلف، مهیا می‌گردد. از آنجا که هر یک از سناریوهای ممکن، پیامدهای گوناگون و گاهی متضاد را بدنبال خواهند داشت، لذا با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره با توجه به وجود آثار گوناگون سناریوهای مدیریتی و تفاوت در طبیعت و ماهیت معیارها، سناریوهای دارای الویت و اهمیت برتر مدیریتی، به منظور رفع مشکلات و بهبود و مدیریت منابع حوزه آبخیز دلیچای پیش بینی شده‌اند. بدین ترتیب هدف از انجام این تحقیق که تدوین سناریوهای مدیریت بیولوژیک به منظور مدیریت منابع آب، خاک و گیاه بوده، محقق گردیده است.

نتایج حاصل از مدل‌سازی پیامدهای مدیریت بیولوژیک بر اساس معیار فیزیکی نشان داد که، سناریوهای دارای بیشترین مساحت اجرا، دارای بهترین وضعیت می‌باشند. به منظور بررسی تأثیر سناریوهای مدیریت بیولوژیک بر معیار فیزیکی مورد بررسی در تحقیق حاضر کاهش ارتفاع رواناب و حجم سیل در حوزه آبخیز دلیچای مدنظر قرار داشته و نتایج حاصل حاکی از آن بود که بیشترین کاهش حجم سیل مربوط به سناریوی ۱۶ بوده و به عنوان اولویت برتر انتخاب گردید. همچنین سناریو ۱۵ نیز در اولویت بعدی اهمیت قرار گرفت. از آنجا که سناریوهای ۱۶ و ۱۵ به ترتیب دارای بیشترین مساحت اجرا و به تبع آن اصلاح وضعیت پوشش گیاهی و در نهایت با توجه به شرایط منطقه، با اصلاح و افزایش شماره منحنی و بدنبال 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 ۱۵ به ترتیب 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. نتایج حاصل از مدل‌سازی اجتماعی حاکی از آن بود که با توجه به آگاهی سرگروه‌ها (اعضاء شورای ده)، و نیز اعتماد سایر بهره‌برداران و آبخیزنشینان به شورای ده، تمایل اهالی به فعالیت‌های پیشنهادی برای اصلاح وضعیت مراتع منطقه تابعی از سود اقتصادی حاصل از اجرای آن‌ها بوده است، چنانکه نتایج حاصل از معیار اجتماعی به اهمیت برتر سناریو ۱۰، به عنوان الویت اول و سناریو ۲ الویت دوم اهمیت، اشاره داشت. نتایج نشان داد که در سال‌های اخیر یکی از عوامل موثر در جذب مشارکت مردمی در منطقه مطالعاتی، تهیه و اجرای طرح اولیه مدیریت آب و خاک حبله‌رود، به دنبال آن طرح واگذاری بهره‌برداری از مراتع به مرتعداران و سیاست‌های تشویقی و حمایتی که توسط اداره منابع طبیعی شهرستان گرمسار اجرا گردیده، بوده است. اجرای عملیات‌های اصلاحی و کاشت گیاهان مرتعی مانند باریجه (در قالب عملیات بذرپاشی، کپه‌کاری و ...) به وسیله برخی از مرتعداران پیشرو در منطقه و سود حاصل از جمع‌آوری و فروش محصول آنگوزه، باعث گردیده تا سایر مرتعداران نیز با مراجعه به اداره منابع طبیعی شهرستان گرمسار، متقاضی بذر باریجه برای اجرای عملیات اصلاح مراتع باشند. سود حاصل از آن به قدری برای دامداران و مرتعداران منطقه حایز اهمیت بوده است که با کمک و راهنمایی کارشناسان منابع طبیعی، اقدام به اجرای سیستم‌های چرای مناسب نموده تا از آسیب‌رسانی به پایه‌های باریجه و مراتع جلوگیری گردد. همچنین بذر مازاد مرتعداران توسط اداره منابع طبیعی شهرستان گرمسار خریداری شده و سود بیشتری را نصیب مرتعداران منطقه نموده است. همانطور که در قبل نیز اشاره شد در تحقیق حاضر ارزیابی معیار اقتصادی، با استفاده شاخص هزینه متغیر، انجام شد. بنابراین بر اساس نتایج حاصل از معیار اقتصادی، سناریو ۱ به عنوان سناریو برتر و سناریو ۱۶ در الویت آخر قرار گرفتند. برخلاف سایر معیارها که سناریو ۱ به عنوان سناریو دارای الویت آخر تعیین گردید، در معیار اقتصادی، سناریو ۱۶ در الویت آخر اهمیت قرار گرفت، که این مهم ناشی از عدم اجرای فعالیت مدیریتی در سناریو شماره ۱ و نبود هزینه برای این سناریو بوده، در حالیکه اجرای تمامی عملیات مدیریتی در سناریو ۱۶، نیازمند صرف هزینه و با توجه شرایط منطقه و نیز نیازمندی‌های اجرای عملیات فوق، مقرون به صرفه نبوده و در الویت آخر اهمیت قرار گرفته است.

همچنین نتایج حاصل از اجرای مدل تاپسیس در مدیریت بیولوژیک منطقه مورد مطالعه حاکی از آن بود که در بین چهار معیار سنجش گزینه‌های مدیریتی پیشنهادی نسبت به هدف، معیارهای اجتماعی، اکولوژیک، اقتصادی و فیزیکی به ترتیب در اولویت‌های اول تا چهارم قرار گرفته‌اند. اما پس از وزن دهی و مقایسه سناریوها در قالب چهار معیار اجتماعی، اقتصادی، اکولوژیک و فیزیکی، سناریو

۱۰ به عنوان برترین سناریو شناخته شد. نتایج نشان داد این سناریو که شامل دو فعالیت مدیریتی مدیریت چرا و کپه کاری بوده، بهترین وضعیت را با توجه به گزینه‌ها و معیارهای در نظر گرفته شده در حوزه آبخیز دلیچای فراهم می‌نماید. بررسی‌ها نشان داد که اجرای فعالیت‌های مدیریتی بیولوژیک پیشنهادی تغییر قابل مشاهده‌ای را در وضعیت عرصه‌های طبیعی منطقه مطالعاتی ایجاد خواهند کرد، چنانکه با توجه به شرایط موجود در منطقه مطالعاتی، با افزایش درصد پوشش و بیومس گیاهی، درصد سطوح فاقد پوشش و عرصه‌های لغت کاهش یافته و در نتیجه با افزایش میزان نفوذپذیری نیمرخ خاک و 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 به طور محسوسی سود حاصل از تولیدات دامی را در منطقه افزایش دهد. همانطور که در نتایج مشاهده گردید علیرغم اینکه

سناریو ۱۰ تنها ۵۸ درصد از کل اراضی اصلاح شده را به خود اختصاص داده و نسبت به سناریوهای ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ که به ترتیب ۷۸/۵، ۶۳/۵، ۷۱/۴، ۸۶/۶ و ۱۰۰ کل اراضی اصلاحی را به خود اختصاص داده‌اند، دارای سطح عملیات اجرایی کمتری می‌باشد، اما با توجه به وزن مربوط به معیارهای گوناگون در رتبه و الویت اول قرار گرفته است. چنانکه یکی از عواملی که به طور مشابه در تمامی پنج سناریو مذکور به طور مشابه دارای اثر منفی بوده، هزینه اجرا می‌باشد که با افزایش سطح اجرای عملیات در سناریوهای مذکور، هزینه اجرای عملیات به عنوان پیامدی، که عامل هزینه (منفی) و کاهش دهنده میزان نزدیکی از گزینه ایده آل می‌باشد، مؤثر واقع شده است. لذا می‌توان چنین بیان نمود که مدل بر اساس نتایج حاصل، قابلیت و توانایی تعیین گزینه بهینه و برتر را بر اساس و با لحاظ نمودن معیارهای گوناگون، که دارای وزن و میزان تأثیرگذاری متفاوت می‌باشند، دارا بوده و با استفاده و بکارگیری آن در مدیریت منابع آبخیز می‌توان از هدررفت منابع جلوگیری و ارتقاء کیفی آن‌ها را محقق نمود. نتایج تحقیقات مشابه انجام شده در بکارگیری تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره نتایج مشابهی را از قابلیت و توانایی بالای این مدل‌ها در مدیریت منابع طبیعی و محیط زیست بویژه مدیریت منابع در حوزه‌های آبخیز گزارش نموده‌اند که می‌توان به نتایج تحقیقات اسدی و همکاران (۲)، هلیلی و همکاران (۱۹)، سعدالدین و همکاران (۳۴)، سپهر و همکاران (۱۰)، صفویان و همکاران (۱۲) و جاویدی و همکاران (۳۰) نیز اشاره نمود.

بر اساس نتایج تحقیق حاضر می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، توانایی ایجاد یک محیط تصمیم‌گیری مطلوب را برای تعیین گزینه مدیریتی بهینه در مدیریت منابع آبخیز مهیا می‌سازند. همچنین مشاهده گردید که مدل تاپسیس 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 فرآیند 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.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از کلیه حمایت‌های مادی و معنوی مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران در جهت انجام این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد.

فهرست منابع

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: ۱۴-۳.
۲. اسدی نلیوان، ا.، م. رستمی خلج، 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، ۱۲: ۹۸-۱۰۷.
۳. اصغرپور، م. ج. ۱۳۹۲. تصمیم‌گیری چند معیاره. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
۴. اوژن، م.، ح. جلیلیان، ق. رستمی‌زاد. ۱۳۸۶. مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز به کمک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بعنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری. چکیده مقالات چهارمین همایش علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تهران.
۵. 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. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه یزد.
۶. جمالی، ع.، ج. قدوسی و م. فرح پور. ۱۳۸۰. تحلیل چند معیاره مکانی و فنون تصمیم‌گیری در اولویت‌بندی حوزه آبخیز برای احداث سدهای اصلاحی توری سنگی. مجله پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، ۹۰: ۹-۱.
۷. چابک بلداجی، م.، م. حسن زاده نفوتی و ز. ابراهیمی خوسفی. ۱۳۸۹. مکان‌یابی عرصه پخش سیلاب با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، (مطالعه موردی: حوزه آبخیز عشق آباد طبس). مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۳: ۳۸-۳۱.
۸. سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور. ۱۳۸۹. مطالعات جامع منابع آب و خاک حوزه آبخیز حبله‌رود.
۹. سعدالدین، ا.، د. اختری و ن. نورا. ۱۳۸۹. پیش‌بینی اثرات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی بر خطر فرسایش بادی، (مطالعه موردی: جنوب دشت ورامین). مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۸۰: ۶۳-۱۷.
۱۰. سپهر، ع.، م. ر. اختصاصی و س. ع. المدرسی. ۱۳۹۱. ایجاد سامانه شاخص‌های بیابان‌زایی بر اساس DPSIR (بهره‌گیری از روش فازی-تاپسیس). جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۴۵: ۳۳-۵۰.
۱۱. سیف، ع. و ا. کارگر. ۱۳۹۰. پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و سیستم جغرافیایی، مطالعه موردی: حوضه آبریز سیرجان. فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، ۱۲: ۷۵-۹۰.

۱۲. صفویان، آ.، ع. الف. سلمان ماهینی، ح. میر کریمی 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: 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). چکیده مقالات هشتمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه لرستان.
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 امرچای). مجله علمی پژوهشی فضای جغرافیایی، 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: ۱۰۰۹-۹۹۹.
۱۶. قدسی پور، ح. ۱۳۸۱. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
۱۷. کریمی سنگ چینی، ا.، ع. حربی و ا. سعدالدین. ۱۳۸۹. تصمیم گیری چند معیاره در مدیریت یکپارچه آبخیز، (مطالعه موردی: آبخیز تلخ آب خوزستان). چکیده مقالات 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.
۱۸. کشتکار، ا. ر. ۱۳۸۹. مدیریت جامع منابع آب های سطحی حوزه آبخیز حله رود با استفاده از مدل شبکه تصمیم بیزین. رساله دکتری آبخیزداری، دانشگاه تهران.
۱۹. هلیلی، م. ق.، ا. سعدالدین، ا. مساعدی و ع. سلمان ماهینی. ۱۳۸۸. تصمیم گیری چند معیاره فازی به منظور مدیریت منابع آب سطحی در سد مخزنی بوستان، استان گلستان. پژوهش های حفاظت آب و خاک، ۱۶: ۲۴-۱.
۲۰. نادری، ن.، م. محسنی ساروی، آ. ملکیان و د. قاسمیان. ۱۳۹۰. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی تکنیکی برای تصمیم گیری در حوزه های آبخیز. محیط زیست و توسعه، ۴: ۵۰-۴۱.

21. 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. International Bulletin of Water Resources & Development (IBWRD). 3: 1-12.
22. Bazrafkan, A.A., A. Salehpour. 2014. Fractional Management of Watersheds by Using the ANP, Study Case: The Basin Of Khanzenyoon in Fars. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences. 3: 118-125.
23. Brüscheweiler, S. 2003. Integrated water resources management (IWRM): A way to sustainability. Report of Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC). 16 p.
24. Chowdhury, A.K., M. Jha, V.M. Chowdary. 2010. Delineation of groundwater recharge zones and identification of artificial recharge sites in West Medinipur district, West Bengal, using RS & GIS and MCDM techniques. Environmental Earth Science. 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 Resource Management. 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. Natural Hazards and Earth System Sciences. 16: 1019-1033.
27. Ghanbarpour, M.R., K.W. Hipel. 2011. Multi-criteria Planning Approach for Ranking of Land Management Alternatives at Different Spatial Scales. Research Journal of Environmental and Earth Sciences. 3: 167-176.
28. Giri, S., A. Pouyan Nejadhashemi. 2014. Application of analytical hierarchy process for effective selection of agricultural best management practices. Journal of Environmental Management. 132: 165-177.

29. Jakeman, A.J., R.A. Letcher, S. Rojanasoonthon, S. Cuddy, A. Scott. 2005. Integrating knowledge for river basin management: progress in Thailand. ACIAR Monograph No. 118. 220p.
30. 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. *Journal of Environmental Management*. 168: 260-272.
31. Keshtkar, A.R., A. Salajegheh, A. Sadoddin, M.G. Allan. 2013. Application of Bayesian networks for sustainability assessment in catchment modeling and management (Case study: The Hablehrood river catchment). *Ecological Modelling*. 268: 48-54.
32. Reimold, R.J. 1998. Watershed management practice, policies and coordination. McGraw-Hill, New York.
33. Sadoddin, A., R.A. Letcher, A. Jakeman, L.T.H. Newham. 2005. A Bayesian decision network approach for assessing the ecological impacts of salinity management. *Mathematics and Computers in Simulation*. 69: 162-176.
34. Sadoddin, A., V. Sheikh, R. Mostafazadeh, M.Gh. Halili. 2008. Multiple-criteria decision making for integrated watershed management in the Ramian watershed, Golestan, Iran. In *Proceeding: International Congress on Environmental Modelling and Software (iEMSs)*. Australia.
35. Sadoddin, A., V. Sheikh, R. Mostafazadeh, M.Gh. Halili. 2010. Analysis of vegetation-based management scenarios using MCDM in the Ramian watershed, Golestan, Iran. *International Journal of Plant Production*. 4: 51-62.
36. Vivien, Y.C. 2011. Fuzzy MCDM approach for selecting the best environment-watershed plan. *Journal of Applied Soft Computing*. 45: 265-275.

Priority determination of watershed biological management options using multi-criteria decision making techniques (Case study: Delichay catchment)

A.R. Keshtkar¹, Sh. Mohammadkhan², R. Houshmandi¹, S. Dalfardi³

¹Desert Management Dept., International Desert Research Center (IDRC), University of Tehran, Tehran, Iran

²Natural Geography Dept., Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

³Range and Watershed Dept., Natural Resources Faculty, Jiroft University, Jiroft, Iran

Abstract

Recently, catchments were considered as planning and management units for sustainable development in many of issues. Catchment sources management is considered as a new principle for development planning and management of water and soil resources emphasizing on socio-economic characteristics of the region to sustainable livelihoods and without vulnerability of plant and the residents of an area. These objectives will be achieved when the proper management of resources and the management should be applied to decrease destructive processes and strengthen the improvement processes. Current study aimed integrated watershed management approach to evaluate biological management options in Delichay watershed. With a choice of four biological management activities, 16 scenarios were developed in the study area. Then, criteria weighting was carried out using analytic hierarchy process and ultimately, the best management option was chosen using TOPSIS model. The results indicated that social, ecological, economic and physical criteria priority respectively and scenario no 10 was determined as the best scenario and had first priority. Also, the results showed that the multi-criteria decision making techniques included capability of expressing different aspects of the problem and are the perfect tool for integrated watershed resources management.

Keywords: Vegetation management, Scenario, TOPSIS.