دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

تعیین گزینه‌های برتر بهره‌برداری از منابع آب با استفاده از مدل WEAP و تحلیل تصمیم‌گیری چندشاخصه (مطالعه موردی: حوزه زرینگل)

دانیال شفائیان فرد[1]، فرشاد کوهیان افضل[2] و محمدابراهیم یخکشی[3]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، (نویسنده مسوول: danialShafaeian@gmail.com)
۲- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار
۳- دکتری هیدرولوژی، شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان مازندران

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۰

چکیده

در گذشته جواب‌های مسائل تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه‌ی برتر در منابع آب، تنها مبتنی بر یک هدف (ماکزیمم کردن نسبت سود به هزینه) بوده است. ولی امروزه با استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره، دیگر لازم نیست تنها مقادیر مالی و سودآور را اعمال نمود بلکه می‌توان چندین شاخص را (به صورت معیارهایی کمی و کیفی) نظیر معیارهای سیاسی، اجتماعی و زیست‌محیطی برای انتخاب گزینه‌ی برتر به کار برد. مرحله اول در انجام یک تصمیم‌گیری چندشاخصه، اولویت‌بندی، شناسایی و بررسی محدودیت‌های موجود در طرح‌ها است. مرحله بعد تعیین شاخصه‌ها یا معیارهای ارزیابی با در نظر گرفتن ملاحظات اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و مسایل فنی می‌باشد. سپس باید برای تبدیل شاخص‌های کیفی به کمی، بی‌مقیاس کردن شاخص‌ها و تعیین وزن نسبی آنها از طریق یکی از روش‌های تصمیم‌گیری اقدام نمود و در نهایت به ارزش‌گذاری آن طرح با الگوریتم مورد نظر پرداخت و بهترین گزینه را انتخاب نمود. در این تحقیق نیز با استفاده از مدلسازی با نرم‌افزار WEAP به شبیه‌سازی حوزه زرینگل پرداخته شد. سپس با شناخت گزینه‌ها و شاخص‌های مورد نظر کارشناسان به کمک روش TOPSIS بهترین گزینه از بین سناریوهای موجود برگزیده شده است که نتایج نشان‌دهنده‌ی نیاز به توسعه بیشتر در کشت تابستانه در حوزه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: WEAP، منابع آب، تصمیم‌گیری چندشاخصه، TOPSIS

مقدمه

ایران سرزمینی است خشک با نزولات جوی بسیار کم، به طوری که اگر میانگین بارندگی سالانه در سطح کره‌ی زمین را که حدود ۸۶۰ میلیمتر تخمین زده می‌شود با میانگین بارندگی سالانه‌ی ایران، که تقریبا رقمی معادل ۲۴۰ میلی‌متر است مقایسه کنیم، ملاحظه خواهد شد که بارندگی در ایران حتی کمتر از یک سوم میانگین بارندگی در سطح دنیاست. پس در کشوری چون ایران که جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌گردد و از توزیع نامناسب زمانی و

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

مکانی آب نیز رنج می‌برد، و نیز با رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه بخش‌های کشاورزی و صنعت پیوسته مواجه است، افزایش تقاضای آب اتفاقی ناگزیر است. تداوم افزایش میزان تقاضا باعث افزایش شکاف میان عرضه و تقاضای آب در آینده خواهد شد. بنابراین مدیریت منابع آب موجود برای جلوگیری از مواجهه با بحران آب الزامی است. پس باید دانست مدیریت منابع آب، مدیریت تقاضا و تخصیص در این زمینه از اهمیت زیادی برخوردار است (۲۳).

همچنین در مباحث مدیریتی منابع آب و تخصیص و تقاضای آب باید بدانیم روش‌های سنتی مدیریت، قابلیت‌های گذشته خود را از دست داده‌اند. این امر ایجاب می‌نماید تا با راهکارهای جدید و استفاده از فناوری‌های نو نسبت به انتخاب طرح‌ها اقدام شود که در این بین روش‌های تصمیم‌گیری صحیح در منابع آب می‌توانند کمک شایانی به مدیران و کارشناسان در این زمینه باشند. لازم به ذکر است که امروزه برنامه‌ریزی منابع آب با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه توجه بسیاری از تصمیم‌گیران را به خود جلب کرده است و این بیانگر این است که این روش‌ها، راه حلی مناسب برای مسائل تصمیم‌گیری پیچیده آب فراهم می‌کنند. همواره در انجام پروژه‌ها و طرح‌های مدیریتی عوامل و گزینه‌های مرتبط زیادی دخیل هستند که مدیریت خوب در طرح مستلزم بکارگیری و استفاده از تمامی عوامل یا حتی‌الامکان عوامل موثرتر و مهم‌تر و نیز بررسی و ارزیابی آنها برای انتخاب طرح‌ها است. یک طرح مدیریت منابع آب نیز از این قضیه مستثنی نیست. در نتیجه انجام یک تحلیل تصمیم‌گیری چندشاخصه در راستای برآورده ساختن این اهداف می‌تواند بسیار مفید واقع گردد.

توسعه پایدار و ضرورت تصمیم‌گیری

در تقسیم بندی توسعه از نظر پایداری دو مفهوم توسعه پایدار و ناپایدار مطرح است که در برخورد اولیه با این مفهوم توسعه پایدار آن نوع از توسعه است که بهره برداری از منابع قابل تجدید را مدنظر داشته باشد. توسعه ناپایدار نیز هنگامی بروز خواهد کرد که بهره‌برداری از منابع غیر قابل تجدید در اولویت باشد که اگر جایگزینی برای آنها اندیشیده نشود نهایتا منجر به تخلیه منابع می‌گردد. تاریخچه تفکر توسعه پایدار به زمانهای بسیار دور باز می‌گردد ولی مفهوم توسعه پایدار به شکل کنونی برای نخستین بارتوسط تئودور روزولت در سال ۱۹۰۸ میلادی به سران حکومتی گوشزد گردید. روزولت معتقد بود که باید طوری با منابع رفتار گردد که ارزش آنها برای نسل‌های آینده حفظ گردد (۱۸).

در جوامع امروز مدیریت جامع به عنوان یکی از ارکان توسعه پایدار شناخته شده است. برنامه‌های اجرایی تضمین‌کننده‌ی توسعه پایدار آنهایی هستند که در تصمیم‌گیری‌های اولیه آنها، شاخصه‌های اجتماعی و محیط زیستی در کنار ملاحظات فنی و اقتصادی لحاظ شده باشد. از این رو باید سیستم مدیریتی، جامع و بهم پیوسته بوده و ساختارهای فنی، اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی طرح‌ها را توامان در برگیرد. در

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

نتیجه‌ی این جامع نگری است که پایداری توسعه تضمین خواهد شد.

موفقیت طرح‌های توسعه منابع آب، که به اعتبار آنها، سرمایه‌گذاری‌های دولتی محقق و به همراه سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی، سبب رشد اقتصادی می‌شوند، به معیار برجسته‌ای برای سنجش و قضاوت در مورد عملکرد دولت‌ها تبدیل شده‌اند و بازتابی از کارایی و اثر بخشی شیوه‌های مدیریت در کشور به شمار می‌روند. بدیهی است مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب نیز یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین امور مطالعاتی مربوط به هر سیستم منابع آبی می‌باشد. لزوم بهره‌گیری از تکنیک‌ها و روش‌های نوین شبیه‌سازی و بهینه‌سازی در این زمینه همواره احساس می‌شود. بطور مثال سدهای مخزنی بسته به نوع آنها (خاکی، بتنی و ...)، موقعیت قرارگیری مخزن، میزان آبدهی رودخانه ها، شرایط آب و هوایی، میزان نیاز آبی پایین دست اعم از کشاورزی، صنعتی، زیست محیطی و شرب دارای شرایط مختلفی از لحاظ برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب می‌باشند. همچنین در برخی مواقع انتخاب بهترین گزینه برنامه‌ریزی منابع آب که دارای بیشترین بازده اقتصادی باشد مدنظر است و به نظر می‌رسد استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه کمک شایانی به این مساله می‌نماید. به طور کلی شاخص‌های مختلفی اعم از شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و غیره وجود دارد که در واقع اهداف اصلی توسعه پایدار را دنبال می‌کند و باید در تصمیم‌گیری در مورد انتخاب بهترین پروژه منابع آبی که از جمله مهمترین آنها برنامه‌ریزی منابع آب سدهای مخزنی می‌باشد مد نظر قرار گیرد تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه راهکار مناسبی برای حل این گونه مسائل است. در واقع با استفاده از این تکنیک‌ها با توجه به شاخص‌های مختلف تصمیم‌گیری، می‌شود بهترین گزینه یا گزینه‌ها را از بین گزینه‌های موجود تصمیم‌گیری انتخاب و اجرایی نمود (۱۶).

در این تحقیق با استفاده از تحلیل تصمیم‌گیری چندشاخصه سعی شده است با در نظر گرفتن عوامل متعدد دخیل در امر تصمیم‌گیری در مورد مدیریت بهینه منابع آب در حوزه زرینگل- کبودوال، بهترین گزینه مدیریتی برای بهره‌برداری از منابع آب آن حوزه تعیین شده و در مسئله‌ی پیچیده تصمیم‌گیری در خصوص منابع آب این حوزه، به تصمیم‌گیران کمک شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه قسمتی از دشت علی‌آباد (قره‌سو-زرینگل) واقع در ۴۵ کیلومتری شرق گرگان و در حدفاصل رودخانه قره‌سو تا قوش‌کرپی (ادامه رودخانه کبودوال) است. شکل (۱) موقعیت محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهد. منابع آب سطحی منطقه از حوزه آبریز زرینگل- سرمه رود به مساحت ۳۷۵/۵ کیلومترمربع و حوزه آبریز کبودوال به وسعت ۲۹/۴ کیلومترمربع حاصل می‌شوند. آبدهی

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

سیستم رودخانه‌ای زرینگل درحدود ۶۸/۵ میلیون مترمکعب در سال، رودخانه سرمه‌رود حدود ۱۸/۶ میلیون مترمکعب در سال و رودخانه کبودوال بالغ بر ۱۵ میلیون مترمکعب است. بنابراین جمع منابع آب سطحی منطقه، سالانه حدود ۱۰۲ میلیون مترمکعب می‌باشد.

به علت بارش کم در ماه‌های تیر و مرداد و شهریور که حقابه بران در فصل کشاورزی قرار دارند، این بخش در مواقعی با کمبود آب مواجه است و همچنین در فصل گرم سال بخش‌های پایین دست رودخانه‌ها خشک می‌شوند، که به لحاظ زیست محیطی نیز با مشکلاتی مواجه خواهد بود. قابل ذکراست که در شرایط وضع موجود نیازهای آبی مختلف دشت علی آباد (زرینگل- کبودوال) مشتمل بر نیازهای آبی اراضی حقابه‌بر که عمدتا شامل کشت شالی و غلات هستند و تغذیه آب‌بندان‌های منطقه و واحدهای صنعتی که در حاشیه رودخانه واقع شده‌اند که حدود ۳۰ میلیون مترمکعب می‌باشند، تأمین شده و مابقی منابع آب منطقه نیز (حدود ۷۰ میلیون مترمکعب) از طریق رودخانه قره‌سو به گرگانرود تخلیه می‌گردد. بنابراین می‌توان با برنامه‌ریزی اصولی و ایجاد طرح‌های توسعه بهره برداری مناسب، از این جریانات استفاده مفیدتری نمود تا هم بازده آبیاری بالاتر رفته و هم با افزایش سطح زیر کشت اراضی، بستری برای اشتغال بیشتر در منطقه فراهم شود.

در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع و مصارف، مسئولان منابع آب منطقه، بر اساس مطالعات انجام شده، طرحی را برای توسعه بهره‌برداری بهینه از منابع آب منطقه ارائه داده‌اند که بر مبنای این طرح، با احداث مخزن و کانال انتقال آب بین زرینگل و کبودوال امکان استفاده مطلوب‌تری از پتانسیل بالای منطقه صورت خواهد گرفت. در طرح فوق، به طور خلاصه پس از برداشت عمده نیازهای آبی حقابه‌بران (زرینگل- سرمه‌رود) جریان‌های مازاد از طریق کانال به مخزن سد کبودوال منتقل شده و کمبودها و نیازهای آبی پیش بینی شده برای آن منطقه را تأمین می‌کند.و برای بهبود طرح در گزینه‌های دیگر در واقع تغییراتی نسبت به طرح پایه اعمال گردیده است.

در حالت کلی طرح توسعه در نظر گرفته شده برای حوزه زرینگل-کبودوال را می‌توان به سه ناحیه تقسیم‌بندی نمود که منابع مورد نیاز هر ناحیه بر اساس نیاز موجود از رودخانه یا مخزن سد کبودوال تأمین می‌شود.

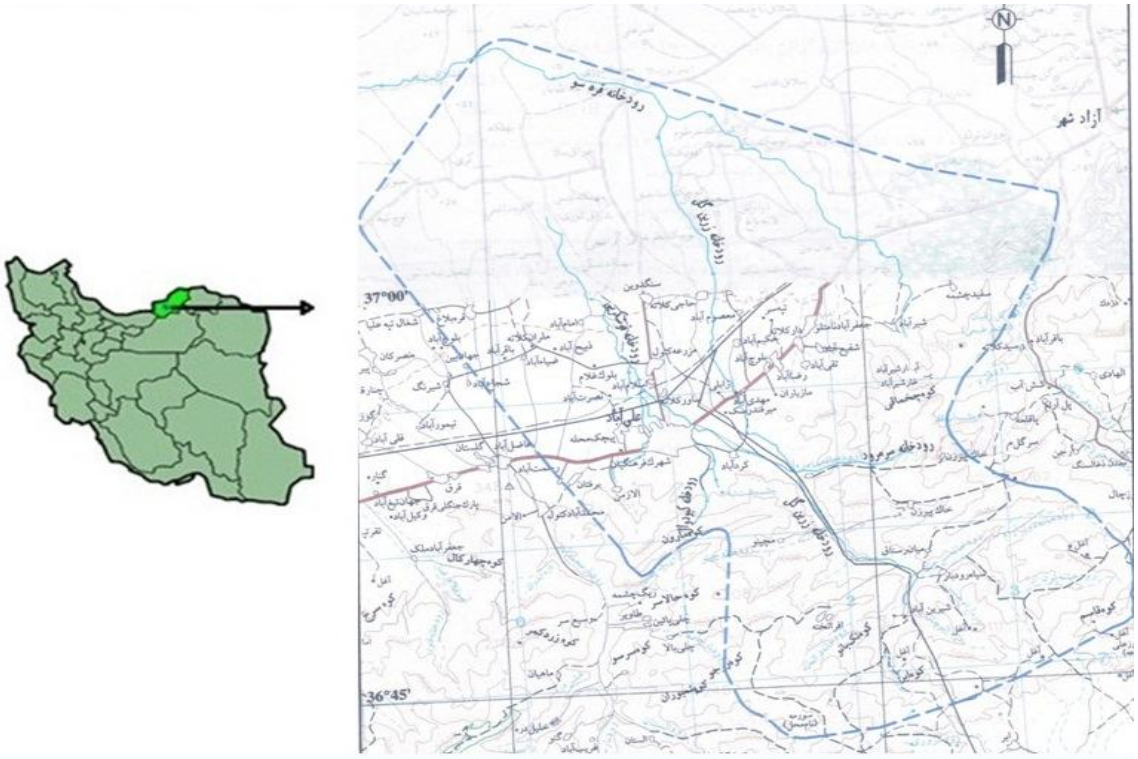
- ناحیه یک، بالادست حوزه آبریز است که شامل مصرف‌کنندگان جریان‌های رودخانه‌های زرینگل و سرمه‌رود می‌باشند. نیازهای این ناحیه شامل آب شرب شهر شاهرود، نیاز زیست محیطی رودخانه، نیاز شالیکاری و کشت غلات، آب بندان‌ها و واحدهای صنعتی اطراف رودخانه‌ها می‌باشد.

- ناحیه دو حوالی و پایین دست شهر علی‌آباد را در بر می‌گیرد که نیازها در این ناحیه شامل آب شرب علی آباد، صنعت علی آباد، نیاز زیست محیطی پایین دست سد، شالیکاری و کشت غلات و آب بندان‌های منطقه می‌باشد.

- ناحیه سوم شامل محدوده طرح شبکه

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

آبیاری است که در دشت پایین دست قرار دارد. در این ناحیه، آبرسانی به ۸۸۰۰ هکتار از اراضی دشت پایین دست سد برنامه‌ریزی شده است.



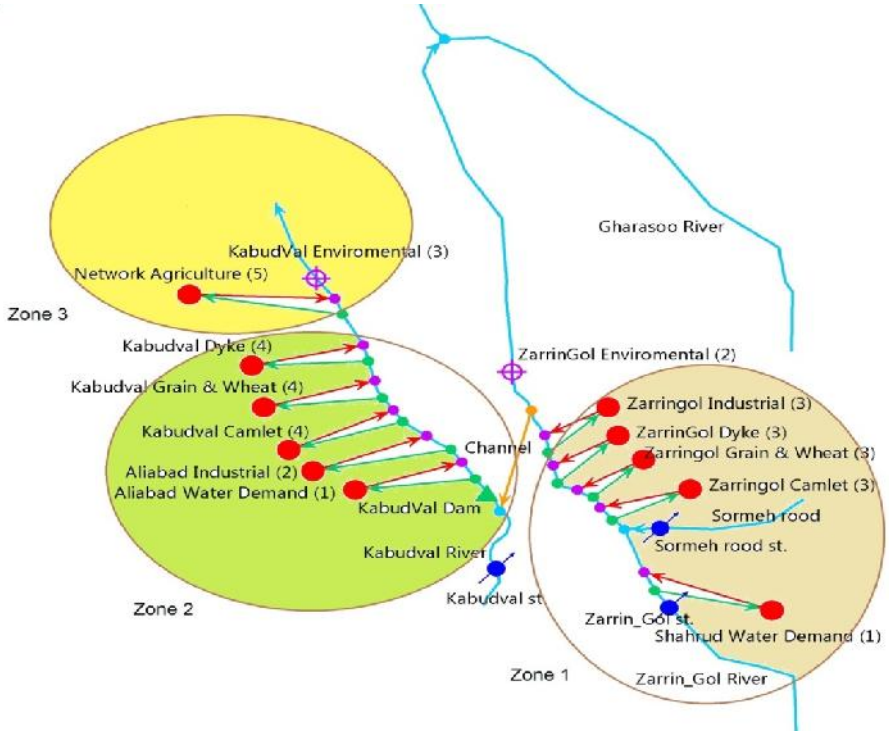
شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

با توجه به سیمای توصیف شده برای طرح پایه، سیستم نیازهای نواحی ابتدا از ناحیه یک شروع می‌شود که همه از سیستم رودخانه‌ای زرینگل- سرمه‌رود، تغذیه می‌گردند. آب مورد نیاز شاهرود از جریان‌های بالادست زرینگل تامین می‌شود. سپس نیاز زیست محیطی و تغذیه سفره آب زیرزمینی از جریانات زرینگل کسر می‌شود. آنگاه حقابه‌های کشاورزی سواحل راست و چپ زرینگل از رودخانه زرینگل تأمین می‌شوند، که باتوجه به نوع مصارف آنها شامل نیاز شالیکاری، نیاز کشت غلات، بخش آب بندان‌ها و واحدهای صنعتی اطراف رودخانه هستند. آب مازاد زرینگل توسط کانال و تونل انتقال آب (کانال دریچه‌دار و انتقال آب قابل کنترل است) با ظرفیت حداکثر ۱۵ مترمکعب بر ثانیه از سد انحرافی زرینگل به سد مخزنی کبودوال منتقل می‌گردد.

در تهیه مدل WEAP هر نقطه نیاز تعریف شده دارای اولویتی در تامین آب می‌باشد، با توجه به عملکرد نرم‌افزار WEAP، مخزن سد پایین‌ترین اولویت را داراست، به این معنی که تا نیازهای دشت پایین دست سد تامین نشوند مخزن سد آبگیری نمی‌کند یا به عبارت دقیق‌تر ابتدا مدل به آبدهی نیازهای پایین‌دست پرداخته و سپس آب مازاد در

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

مخزن سد ذخیره می‌گردد. در ادامه در ناحیه دو، از پایین‌دست مخزن سد کبودوال، نخست نیاز آب شرب علی‌آباد تامین آب می‌شود، سپس برای نیاز صنعت علی‌آباد آب برداشت می‌شود، پس از آن نیاز زیست محیطی رودخانه از جریان آب کسر شده و نیازهای شالیکاری، کشت غلات و آب‌بندان‌های علی‌آباد و اطراف رودخانه کبودوال، تامین می‌شوند. آب مورد نیاز شبکه آبیاری و زهکشی، از طریق کانالی به طول ۱۴ کیلومتر و با ظرفیت ۶ مترمکعب بر ثانیه، در اولویت آخر به ۸۸۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی دشت پایین دست رودخانه، منتقل می‌شود و آب مازاد در پشت سد ذخیره سازی می‌گردد تا در زمان کمبود و نیاز رهاسازی شود. سیمای منابع آب منطقه با توجه به نکات فوق ترسیم شده و مدل WEAP برای آن تهیه شده که شماتیک طرح پایه آن در شکل (۲) مشاهده می‌شود.



شکل ۲- شماتیک طرح پایه در مدل ویپ

روش تحقیق

در تحقیقات انجام شده توسط محققین و پژوهش‌گران مدل‌ها و روش‌های مختلف شبیه‌سازی منابع آب در پروژه‌های متعددی به کار گرفته شده است و یا روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در بسیاری از طرح‌های داخلی کشور در امور مدیریتی مورد استفاده قرار گرفته است. اما در این روش با ترکیب نمودن یک مدل شبیه‌سازی منابع آب مانند WEAP[1] و یک روش تصمیم‌گیری مانند TOPSIS[2] از دو ابزار مفید بطور توامان در پیشبرد اهداف طرح بهره گرفته شده است که کمتر مورد مشابهی از آن را می‌توان یافت. برای انجام این تحقیق، در ابتدا مدل برنامه

1- Water Evaluation and Planning System
2- Technique for Order-Preference by Similarity to Ideal Solution

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

ریزی منابع آب منطقه برای وضعیت موجود تهیه شده است. پس از آن با استفاده از نظرات کارشناسان، بهره‌برداران و مسئولان منابع آب منطقه، سناریوهای مدیریتی مختلفی برای بهره‌برداری از منابع آب منطقه در سال‌های آینده تعیین شد. در مرحله بعد، با اعمال سناریوها در مدل برنامه‌ریزی منابع آب منطقه، نتایج اجرای این سناریوها پیش‌بینی شد. در نهایت با استفاده از این نتایج و به کمک تحلیل تصمیم‌گیری چندشاخصه، گزینه‌های مدیریتی برتر تعیین شدند. در این بخش، هریک از مراحل فوق به تفکیک تشریح شده‌اند.

تهیه مدل منابع آب

به طور کلی هدف اساسی در شبیه‌سازی منابع آب، مطالعه در منابع موجود و ارائه روشی مناسب برای بهره‌برداری صحیح و جلوگیری از کاهش منابع آب است. ارائه یک مدل قابل قبول برای پدیده‌ها مراحل مختلفی دارد که شامل شبیه‌سازی اولیه و تکمیل اطلاعات، کالیبراسیون مدل، تایید مدل، تحلیل عدم قطعیت، تحلیل حساسیت و پیشنهادات مدیریتی است. پس از این مراحل، مدل می‌تواند برای چاره اندیشی مدیریتی به کار گرفته شود. از این رو آشنایی کامل با فرآیند مدلسازی و روش‌های آن در شبیه‌سازی قدم اولیه در ارائه یک مدل جامع در این امر است. همچنین تخصیص منابع محدود آب، نگرانی‌هایی را در مورد مدیریت تقاضا، کیفیت آب، محیطزیست، منابع زیرزمینی، تنوع آب و هوا، عدم قطعیت و ... بوجود آورده است.

مدل‌های شبیه‌سازی همواره برای بررسی طیف گسترده‌ای از این گزینه‌ها کافی نبوده است. که در اینجا نیاز به مدلی جامع و دقیق برای انجام مدلسازی حس می‌شود. یکی از نرم‌افزارهای محبوب و قدرتمند در مدیریت منابع آب نرم‌افزار WEAP است. WEAP، نرم‌افزاری است برای برنامه‌ریزی یکپارچه منابع آب که می‌تواند ابزار پشتیبان تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزان منابع آب باشد. WEAP با چهارچوبی جامع، منعطف و کاربردوست محیط برنامه‌ریزی و آنالیز سیاست‌ها را فراهم می‌نماید. نرم‌افزار WEAP ارزش‌ها و پدیده‌ها و حساسیت‌های عنوان شده را در قالب یک ابزار برای آنالیز سیاست‌ها و برنامه‌ریزی منابع آب به صورت یکپارچه در آورده است، که دلیل اصلی انتخاب آن برای انجام مدلسازی پروژه به شمار می‌رود. لذا در این مطالعه برای بررسی وضعیت موجود منابع آب حوزه و پس از آن برای پیش‌بینی نتایج حاصل از برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌هایی که برای آینده صورت می‌گیرد، از مدل WEAP استفاده شده است. بدین منظور ابتدا این مدل برای حوزه تهیه شده و وضعیت موجود منابع آب حوزه توسط آن تحلیل شده است. در مراحل بعد نیز از مدل تهیه شده برای تحلیل نتایج حاصل از اجرای گزینه‌های مدیریت بهره‌برداری از منابع آب استفاده شده است.

برای ساخت مدل منطقه مورد مطالعه نیز با بررسی طرح‌ها و گزارشات مطالعاتی شرکت آب منطقه‌ای گلستان و شرکت مشاور این سازمان، اطلاعات مربوط به حوزه در دو بخش منابع و مصارف آب اخذ گردید و این داده‌ها

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

به کمک شبیه‌سازی در نرم‌افزار WEAP به تفکیک برای احتیاجات و نیازهای منطقه (از قبیل نیاز آب شرب، کشاورزی، بخش صنعتی و نیاز زیست‌محیطی و ...) و منابع آب مانند رودخانه‌ها (جانمایی، آورد ماهانه و ...) و سد مخزنی (حجم مخزن، حجم اولیه، منحنی حجم - ارتفاع و ...) مدلسازی گردیدند.

تعیین گزینه‌های مدیریت بهره‌برداری

انتخاب گزینه‌های مناسب بستگی به هدف مطالعات و پروژه‌های مورد نظر دارد. برای تعیین گزینه‌های بهره‌برداری در مدیریت منابع آب باید از کارشناسان، دست اندرکاران منطقه، و ذینفعان کمک گرفت. تا با استفاده از مطالعات انجام گرفته و تجارب مدیریتی و یا احتیاجات و کمبودهای ذینفعان، گزینه‌های مطلوب معرفی و در مدل پیش‌بینی گردد. بهتر است چاره اندیشی مدیریتی برای تمام گزینه‌های موجود به کار گرفته شود تا امکان سنجی ایجاد گزینه‌ها یا اعمال تغییرات در آنها بررسی شده باشد. در طرح‌ها، گزینه‌های مختلفی چون افزایش سطح زیر کشت، تغییر در الگوی کشت، ایجاد نیاز آبی جدید و ... را می‌توان اعمال نمود، به طوری که با پتانسیل و محدودیت‌های منطقه مورد مطالعه سازگازی داشته باشد و در راستای سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌های آن بخش باشد.

تحلیل تصمیم‌گیری چندشاخصه و رتبه‌بندی گزینه‌های مدیریتی تصمیم‌گیری چندشاخصه

تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنها، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم‌گیری است زیرا کیفیت طرح و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آنها بدست می‌آید همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌نماید. در اکثر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم‌گیری براساس چندین شاخص یا معیار مورد بررسی قرار گرفته باشد. معیارها (شاخص‌ها) ممکن است کمی یا کیفی باشند.

در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار برای سنجش استفاده می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به دو دسته‌ی عمده مدل‌های چندهدفه MODM[1] و مدل‌های چندشاخصه MADM[2] تقسیم می‌شوند. MADM و MODM در واقع دو شاخه‌ای هستند که از MCDM[3] منشعب شده‌اند. درحالت کلی مدل‌های چند هدفه MODM به منظور طراحی و مدل‌های چندشاخصه MADM به منظور انتخاب گزینه برتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. می‌توان این گونه مطرح کرد که تفاوت اصلی مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه با مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در آن است که اولی در فضای تصمیم‌گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف می‌گردند (۷).

1- Multi Objective Decision Making
2- Multi Attribute Decision Making
3- Multi Criteria Decision Making

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

گام‌های تصمیم در تصمیم‌گیری چندشاخصه

اتخاذ تصمیم نیازمند نوعی تجزیه و تحلیل کمی بوده که بدون توجه به چگونگی کاربرد مدل و مدل‌سازی انجام‌پذیر نمی‌باشد. تصمیم‌گیری عموما با شش گام زیر همراه است (۶) و شکل (۳).

۱- شناسایی و تعریف مسئله

۲- تعیین مجموعه‌ای از راه‌حل‌های قابل جایگزینی (گزینه‌ها)

۳- تعیین شاخص یا شاخص‌هایی که برای ارزشیابی گزینه‌ها استفاده می‌شود

۴- ارزشیابی گزینه‌ها

۵- انتخاب گزینه

۶- آنالیز حساسیت

الگوریتم روش مورد استفاده

تصمیم‌گیری چندشاخصه روش‌های متعدد و متنوعی دارد اما از مهمترین الگوریتم‌های محاسباتی می‌توان به مدل SAW، مدل TOPSIS، مدل ELECTERE، مدل تحلیل سلسله مراتبی AHP اشاره کرد. در این تحقیق از الگوریتم مدل TOPSIS استفاده شده زیرا این مدل مبتنی بر فاصله بوده و شاخصه‌های کمی و کیفی به طور توامان در مدل دخالت دارند و مهم تر اینکه در انتخاب گزینه برتر فاصله هر گزینه را هم از نقطه ایده‌آل مثبت و هم از نقطه ایده‌آل منفی می‌سنجد و از انعطاف زیادی برخوردار است. در واقع بهترین گزینه انتخاب شده توسط این روش کمترین فاصله را از راه‌حل ایده‌آل مثبت و نیز دورترین فاصله را از راه حل ایده‌آل منفی دارد (۳).

این روش یکی از روش‌های فاصله محور است، که برای ارزیابی مسائل MADM کاربرد زیادی دارد و اولین بار توسط Yoon و Hwang در سال ۱۹۸۱ معرفی گردید (۱۹).



شکل ۳- فرآیند تصمیم‌گیری چندشاخصه

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

در این روش علاوه بر درنظر گرفتن فاصله یک گزینه A_i از نقطه ایده‌آل، فاصله آن از نقطه ایده‌آل منفی هم در نظر گرفته می‌شود (۹). به این معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل مثبت بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل منفی باشند که از نقاط قوت این روش محسوب می‌شود. سپس بر اساس ترتیب نزولی می‌توان گزینه‌های موجود از مسئله مفروض را رتبه‌بندی نمود.

الگوریتم حل مسئله به صورت زیر است:

- کمی کردن و بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم (N_D).

- ایجاد ماتریس بی‌مقیاس موزون V: با مفروض بودن بردار وزن W که در آن W ماتریس قطری وزن شاخص‌هاست که تنها عناصر اصلی آن غیر صفر است، ماتریس بی‌مقیاس وزنی می‌باشد.

رابطه ۱ $$V = N_D . W_{n*n}$$

- مشخص نمودن راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده آل منفی:

رابطه ۲ $$V_j^+ = [\mathrm{V}, \mathrm{Best\,Vector}]$$

رابطه ۳ $$V_j^- = [\mathrm{V}, \mathrm{WorseVector}]$$

بهترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت، بزرگترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی کوچکترین مقادیر است.

بدترین مقادیر برای شاخص‌های مثبت کوچکترین مقادیر و برای شاخص‌های منفی بزرگترین مقادیر است.

- به دست آوردن میزان فاصله‌ی هر گزینه تا ایده آل‌های مثبت و منفی:

رابطه ۴ $$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^+)^2}\,; i = 1,2,..., n$$

رابطه ۵ $$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^-)^2}\,; i = 1,2,..., n$$

- محاسبه نزدیکی نسبی، به راه حل ایده‌آل، این فاصله را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

رابطه ۶ $$cl_i^+ = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

- رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس مقادیر cl_i^+ بدست آمده: هر گزینه‌ای که CL بزرگتری دارد، بهتر است.

نتایج و بحث

پس از تهیه مدل منابع آب برای وضعیت موجود، پس از آن با بررسی و تبیین شرایط منطقه و نیازها و با در نظر گرفتن نظرات مدیران و ذینفعان و مسئولین بخش منابع آب و پیروی از سیاست‌های کلی وزارت نیرو، سناریوها (گزینه‌های) مدیریتی برای بهره‌برداری بهینه از منابع آب منطقه تعیین شده و با استفاده از مدل، نتایج حاصل از اجرای این سناریوها پیش‌بینی شد و پس از آن بر اساس نتایج بدست آمده از اجرای مدل، تجزیه و تحلیل‌ها برای انتخاب بهترین گزینه انجام گردید. گزینه‌های تعیین شده (سناریوهای مدل) به قرار زیر هستند:

- شرایط وضع موجود اما با شبکه آبیاری پایین دست (با احداث کانال انتقال و بدون وجود مخزن). (سناریو ۱)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

- شرایط طرح و توسعه پیش‌بینی شده (که به عنوان طرح پایه در نظر گرفته می‌شود). (سناریو ۲)
- افزایش سطح زیر کشت در شبکه آبیاری و زهکشی نسبت به طرح پایه (به میزان ۱۵ درصد). (سناریو ۳)
- افزایش نیاز صنعت علی آباد کتول نسبت به طرح پایه (از 3*MCM* به5MCM). (سناریو ۴)
- ایجاد نیاز گردشگری در مخزن نسبت به طرح پایه (آب همیشه در پشت سد موجود باشد). (سناریو ۵)
- افزایش کشت تابستانه در شبکه موجود نسبت به طرح پایه (۲۰ درصد کشت تابستانه اضافه شود). (سناریو ۶)
- کاهش کشت تابستانه در شبکه‌ی موجود نسبت به طرح پایه (۱۰ درصد کشت تابستانه کاهش یابد). (سناریو ۷)

در تجزیه و تحلیل مدل‌ها میزان نیاز آبی و میزان کمبود آب و درصدهای تامین شده هر نیاز برای هر سناریو (گزینه) مورد ارزیابی قرار گرفتند تا با استفاده از اطلاعات بدست آمده بتوان تشخیص‌های درست در امتیازدهی و ارزشیابی در بخش تحلیل تصمیم‌گیری چندشاخصه داشت.

شاخص‌های بررسی شده برای وزن‌دهی و سپس ارزش‌گذاری گزینه‌های موجود در مبحث تصمیم‌گیری چندشاخصه نیز از قرار زیر است:

- هزینه‌ی اولیه کمتر (ملاحظات اقتصادی طرح)
- میزان اشتغالزایی طرح (ملاحظات اجتماعی)
- حفظ منابع برای نسل‌های آینده (یا همان اثرات منفی زیست محیطی کمتر)
- رغبت اجتماعی بیشتر (ملاحظات اجتماعی)
- امکان توسعه سطح زیر کشت
- کمبود آب و عدم تامین آب
- ناپایداری و تاثیرپذیری از عدم قطعیت

در نهایت نیز برای تعیین گزینه‌های برتر از تحلیل تصمیم‌گیری چند شاخصه با روش TOPSIS استفاده گردید. که به شکل زیر خواهد بود.

با منظور کردن نظرات کارشناسان و انطباق با نتایج بدست آمده از مدل WEAP، ماتریسی که سطر آن مربوط به شاخص‌ها و ستون آن مشخص کننده گزینه‌ها (سناریوها) است تشکیل می‌شود. سپس برای هر شاخص گزینه‌های مختلف بررسی شده و بر اساس اعداد ۰ تا ۱۰ رتبه‌گذاری می‌گردند. در نتیجه ماتریس تصمیم‌گیری زیر با توجه به در نظر گرفتن مسائل بالا تشکیل می‌شود که در (جدول ۱) قابل مشاهده می‌باشد.

پس از ارزیابی شاخص‌ها برای هر گزینه، شاخص‌ها وزن‌دهی می‌شوند، همانطور که قبلاً گفته شد روش‌ها و تکنیک‌های متعددی برای ارزیابی اوزان شاخص‌ها وجود دارد که در اینجا از تکنیک آنتروپی به این منظور استفاده شده است. در این روش ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری به یک ماتریس بی‌مقیاس (نرمال) تبدیل می‌شود. برای این منظور از فرمول زیر استفاده می‌کنیم. و این ماتریس را N_D نام‌گذاری می‌کنیم که مطابق با (جدول ۲) می‌باشد.

رابطه ۷

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^{2}}}$$

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

جدول ۱- ماتریس تصمیم‌گیری اولیه

شاخص‌ها / گزینه‌ها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
سناریو ۱	۱۰	۵	۹	۸	۲	۱۰	۹
سناریو ۲	۵	۷	۵	۵	۷	۴	۴
سناریو ۳	۶/۵	۸	۵	۷	۸	۴/۵	۷
سناریو ۴	۶	۹	۴	۸	۶	۵	۴/۵
سناریو ۵	۸	۱۰	۴	۹	۶	۵	۵
سناریو ۶	۸	۱۰	۶	۹	۶	۶	۵
سناریو ۷	۵/۵	۷	۴/۵	۵	۷	۴/۵	۵

جدول ۲- ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده

شاخص‌ها / گزینه‌ها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
سناریو ۱	۰/۵۳۷۲	۰/۲۳۱۱	۰/۶۰۷۸	۰/۴۰۵۶	۰/۱۲۰۸	۰/۶۴۲۲	۰/۵۷۹۴
سناریو ۲	۰/۲۶۸۶	۰/۳۲۳۶	۰/۳۳۷۷	۰/۲۵۳۵	۰/۴۲۲۹	۰/۲۵۶۹	۰/۲۵۷۵
سناریو ۳	۰/۳۴۹۲	۰/۳۶۹۸	۰/۳۳۷۷	۰/۳۵۴۹	۰/۴۸۳۳	۰/۲۸۹۰	۰/۴۵۰۷
سناریو ۴	۰/۳۲۲۳	۰/۴۱۶۰	۰/۲۷۰۱	۰/۴۰۵۶	۰/۳۶۲۵	۰/۳۲۱۱	۰/۲۸۹۷
سناریو ۵	۰/۳۷۶۱	۰/۴۶۲۳	۰/۲۷۰۱	۰/۴۵۶۳	۰/۳۶۲۵	۰/۳۲۱۱	۰/۳۲۱۹
سناریو ۶	۰/۴۲۹۸	۰/۴۶۲۳	۰/۴۰۵۲	۰/۴۵۶۳	۰/۳۶۲۵	۰/۳۸۵۳	۰/۳۲۱۹
سناریو ۷	۰/۲۹۵۵	۰/۳۲۳۶	۰/۳۰۳۹	۰/۲۵۳۵	۰/۴۲۲۹	۰/۲۸۹۰	۰/۳۲۱۹

جدول ۳- ماتریس تشکیل شده از ماتریس نرمال برای محاسبه اوزان شاخص‌ها

شاخص‌ها / گزینه‌ها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
سناریو ۱	۰/۲۰۸	۰/۰۸۹	۰/۲۴۰	۰/۱۵۷	۰/۰۴۸	۰/۲۵۶	۰/۲۲۸
سناریو ۲	۰/۱۰۴	۰/۱۲۵	۰/۱۳۳	۰/۰۹۸	۰/۱۶۷	۰/۱۰۳	۰/۱۰۱
سناریو ۳	۰/۱۳۵	۰/۱۴۳	۰/۱۳۳	۰/۱۳۷	۰/۱۹۰	۰/۱۱۵	۰/۱۷۷
سناریو ۴	۰/۱۲۵	۰/۱۶۱	۰/۱۰۷	۰/۱۵۷	۰/۱۴۳	۰/۱۲۸	۰/۱۱۴
سناریو ۵	۰/۱۴۶	۰/۱۷۹	۰/۱۰۷	۰/۱۷۶	۰/۱۴۳	۰/۱۲۸	۰/۱۲۷
سناریو ۶	۰/۱۶۷	۰/۱۷۹	۰/۱۶۰	۰/۱۷۶	۰/۱۴۳	۰/۱۵۴	۰/۱۲۷
سناریو ۷	۰/۱۱۵	۰/۱۲۵	۰/۱۲۰	۰/۰۹۸	۰/۱۶۷	۰/۱۱۵	۰/۱۲۷

جدول ۴- ماتریس بی‌مقیاس موزون شده

شاخص‌ها / گزینه‌ها	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
سناریو ۱	۰/۰۷۰۷	۰/۰۲۵۳	۰/۱۱۷۲	۰/۰۳۶۵	۰/۰۲۷۲	۰/۰۸۴۵	۰/۰۶۹۰
سناریو ۲	۰/۰۳۵۴	۰/۰۳۵۴	۰/۰۶۵۱	۰/۰۲۸۸	۰/۰۹۵۲	۰/۰۳۳۸	۰/۰۳۰۷
سناریو ۳	۰/۰۴۶۰	۰/۰۴۰۵	۰/۰۶۵۱	۰/۰۳۲۰	۰/۱۰۸۸	۰/۰۳۸۰	۰/۰۵۳۷
سناریو ۴	۰/۰۴۲۴	۰/۰۴۵۵	۰/۰۵۲۱	۰/۰۳۶۵	۰/۰۸۱۶	۰/۰۴۲۳	۰/۰۳۴۵
سناریو ۵	۰/۰۴۹۵	۰/۰۵۰۶	۰/۰۵۲۱	۰/۰۴۱۱	۰/۰۸۱۶	۰/۰۴۲۳	۰/۰۳۸۴
سناریو ۶	۰/۰۵۶۶	۰/۰۵۰۶	۰/۰۷۸۱	۰/۰۴۱۱	۰/۰۸۱۶	۰/۰۵۰۷	۰/۰۳۸۴
سناریو ۷	۰/۰۳۸۹	۰/۰۳۵۴	۰/۰۵۸۶	۰/۰۲۲۸	۰/۰۹۵۲	۰/۰۳۸۰	۰/۰۳۸۴

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

در قدم بعد با تکنیک آنتروپی شانون، شاخص‌ها وزن‌دهی می‌شوند. برای این کار ابتدا از ماتریس اولیه (جدول ۱)، ماتریس P_{ij} تشکیل می‌شود که در آن درایه‌ها از فرمول زیر محاسبه می‌شوند و نتایج حاصل در جدول (۳) قابل رویت می‌باشد.

رابطه ۸
$$r_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{1}^{7} r_{ij}}$$

سپس با استفاده از رابطه زیر، بردار E_j با دانستن $m = 7$ تشکیل می‌شود و خواهیم داشت:

رابطه ۹
$$E_j = \left(\frac{-1}{Ln\ \mathrm{m}}\right).\left(\sum_{i=1}^{m}\left[p_{ij} * Ln\ \mathrm{P}_{ij}\right]\right)$$

$$E_j = \{0.9871, 0.9880, 0.9789, 0.9874, 0.9723, 0.9741, 0.9805\}$$

سپس d_j از فرمول $d_j = 1 - E_j$ محاسبه می‌شود:

$$d_j = \{0.0129, 0.012, 0.0211, 0.0126, 0.0277, 0.0259, 0.0195\}$$

سرانجام برای محاسبه اوزان رابطه ۱۰ به کار برده می‌شود و با داشتن $n = 7$ خواهیم داشت:

رابطه ۱۰
$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j}$$

$$w_j = \{0.0983, 0.0908, 0.16, 0.096, 0.2102, 0.1965, 0.1483\}$$

چنانچه تصمیم‌گیران از قبل دارای یک قضاوت ذهنی به عنوان اهمیت نسبی برای شاخص‌ها باشند، آن را با a_j نشان داده و از طریق آنتروپی وزن‌ها را به صورت زیر تعدیل می‌کنند:

رابطه ۱۱
$$W'_j = \frac{a_j . w_j}{\sum_{j=1}^{7} a_j . w_j}$$

قضاوت ذهنی، نظرات تصمیم‌گیر نسبت به هر یک از شاخص‌های موجود می‌باشد. یعنی تصمیم‌گیر بر اساس نیازهای منطقه و سیاست‌های موجود مدیریتی و مباحث فرهنگی و اجتماعی به حالتی پیش فرض برای هر شاخص اولویتی قائل است. در این مطالعه با توجه به نظر تصمیم‌گیر که کارشناسان آب منطقه‌ای گلستان هستند، هزینه اولیه کمتر دارای اولویت و ارزش بالاتری است و شاخصه‌های اشتغالزایی و حفظ منابع برای نسل‌های آینده دارای ارزش یکسان و اولویت دوم می‌باشد. امکان توسعه بیشتر اولویت سوم و رغبت اجتماعی، تاثیرپذیری از عدم قطعیت و کمبود به ترتیب اولویت‌های بعدی را دارا هستند. قضاوت ذهنی که معمولا عددی در بازه‌ی صفر تا یک را شامل می‌شود در این مطالعه به صورت زیر بوده است:

$$\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7) = (0.5, 0.45, 0.45, 0.35, 0.4, 0.25, 0.3)$$

با انجام تکنیک آنتروپی و از محاسبه رابطه ۱۱ وزن اصلاحی بدست می‌آید:

$$W'_j = (0.1317, 0.1095, 0.1929, 0.09, 0.2252, 0.1316, 0.1192)$$

اکنون که وزن شاخص‌ها بدست آمد در مرحله بعد ماتریس بی مقیاس وزین شده V را تشکیل می‌دهیم که حاصل‌ضرب ماتریس

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

نرمال شده در ماتریس قطری حاصل از درایه‌های W_j' می‌باشد، یعنی $V = N_D * W_j$ ماتریس V در (جدول ۴) نشان داده شده است.

در گام بعدی نقطه‌ی ایده‌آل منفی و ایده‌آل مثبت را تعریف می‌کنیم. به این ترتیب که نقطه‌ی ایده‌آل منفی از کمترین مقدار هر شاخص مثبت و بیشترین مقدار در شاخص‌های منفی بدست می‌آید:

رابطه ۱۲

$$A^- = \{(\min V_{ij} \mid j \in J), (\max V_{ij} \mid j \in J') \mid i = 1,2,...,m\}$$

همچنین نقطه‌ی ایده‌آل مثبت از بیشترین مقدار عددی برای شاخص‌های مثبت و کمترین ارقام در شاخص‌های منفی تشکیل می‌گردد.

رابطه ۱۳

$$A^+ = \{(\max V_{ij} \mid j \in J), (\min V_{ij} \mid j \in J') \mid i = 1,2,...,m\}$$

بر این اساس با توجه به ماتریس V نقاط A^+ و A^- به دست می‌آیند:

$$A^- = \{0.0354, 0.0253, 0.0521, 0.0228, 0.0272, 0.0845, 0.0690\}$$

$$A^+ = \{0.0707, 0.0506, 0.1172, 0.0411, 0.1088, 0.0388, 0.0307\}$$

حال در این مرحله باید اندازه‌ی فاصله‌ی هر یک گزینه‌ها از دو نقطه‌ی ایده‌آل مثبت و ایده آل منفی محاسبه گردد.

رابطه ۱۴ $$d_i^- = \{\sum_{j=1}^{7} (V_{ij} - V_j^-)^2\}^{0.5}$$

رابطه ۱۵ $$d_i^+ = \{\sum_{j=1}^{7} (V_{ij} - V_j^+)^2\}^{0.5}$$

و بر این اساس داریم:

$d_{i1}^+ = 0.10662$	$d_{i1}^- = 0.07536$
$d_{i2}^+ = 0.06866$	$d_{i2}^- = 0.09456$
$d_{i3}^+ = 0.06372$	$d_{i3}^- = 0.09826$
$d_{i4}^+ = 0.07690$	$d_{i4}^- = 0.08116$
$d_{i5}^+ = 0.07458$	$d_{i5}^- = 0.08284$
$d_{i6}^+ = 0.05303$	$d_{i6}^- = 0.08455$
$d_{i7}^+ = 0.07262$	$d_{i7}^- = 0.08881$

قدم نهایی، محاسبه‌ی فاصله نزدیکی گزینه‌ها نسبت به راه حل ایده آل است که با استفاده از رابطه ۶ انجام می‌شود. هرچه گزینه به راه حل ایده‌آل نزدیک‌تر باشد ارزش cl_i^+ به مقدار واحد نزدیک‌تر خواهد بود. سپس مقادیر cl_i^+ به منظور نشان دادن رتبه بندی گزینه‌ها به شکل نزولی مرتب می‌شوند.

گزینه‌ی شماره یک (num1)، که سناریو ششم (افزایش کشت تابستانه) باشد، گزینه‌ی برتر و گزینه‌ی آخر (num7)، سناریو یک (سیستم بدون مخزن)، به لحاظ تصمیم‌گیری بدترین گزینه‌ها خواهند بود.

$$cl\begin{cases} 1) = 0.4141 \\ 2) = 0.5794 \\ 3) = 0.6066 \\ 4) = 0.5135 \\ 5) = 0.5263 \\ 6) = 0.6146 \\ 7) = 0.5501 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \text{Scenario} \quad (6) \rightarrow \text{Num}\,1 \\ \text{Scenario} \quad (3) \rightarrow \text{Num}\,2 \\ \text{Scenario} \quad (2) \rightarrow \text{Num}\,3 \\ \text{Scenario} \quad (7) \rightarrow \text{Num}\,4 \\ \text{Scenario} \quad (5) \rightarrow \text{Num}\,5 \\ \text{Scenario} \quad (4) \rightarrow \text{Num}\,6 \\ \text{Scenario} \quad (1) \rightarrow \text{Num}\,7 \end{cases}$$

در حال حاضر راه رهایی از بن بست در مدیریت منابع آب در کشورمان به کار بستن ابزارهای تحلیل سیستم و تصمیم گیری مدیریتی در بخش عرضه و تقاضای آب می‌باشد. همچنین انتخاب گزینه برتر بعد از مشخص شدن سناریوها، پس از هر شبیه‌سازی امری الزامی به نظر می‌رسد. و

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

روش TOPSIS می‌تواند راهی مناسب برای حل مسائل تصمیم‌گیری باشد. در منطقه مورد بررسی با توجه به امکانات موجود و نتایج حاصل شده وجود یک طرح منابع آب در حوزه زرینگل-کبودوال لازم و ضروری به نظر می‌رسد تا از پتانسیل بالای حوزه آبخیز و نیز جریانات سیلابی که در اثر بارشهای ناگهانی ایجاد می‌شود بتوان بهره‌ی لازم را برد و کمبودهای زیادی که وضعیت موجود ملاحظه می‌گردد را از بین برد.

در تحقیق حاضر با ترکیب WEAP با تحلیل تصمیم‌گیری چندشاخصه، ابزاری برای سیستم پشتیبانی تصمیم ایجاد شد. با توجه به نتایج حاصل شده از تحلیل تصمیم‌گیری چندشاخصه که از هفت سناریوی شبیه‌سازی شده به وسیله نرم‌افزار بدست آمد و باتوجه به شاخص‌های انتخابی و وزن آنها گزینه‌ی ششم دارای بیشترین ارزش بوده و به این ترتیب به عنوان گزینه‌ای ارجح‌تر نسبت به سایر گزینه‌ها شناخته می‌شود. بر مبنای این پیشنهاد می‌گردد در طرح پایه‌ی موجود، تغییراتی در ترکیب کشت شبکه‌ی آبیاری و زهکشی ایجاد گردد و به کشت تابستانه در این شبکه توجه بیشتری شود چون برطبق این سناریو با افزایش ۲۰٪ کشت تابستانی می‌توان امکان توسعه بیشتر و نیز کشت مجدد را فراهم نمود که دارای رغبت اجتماعی بیشتری نزد کشاورزان و مردم منطقه می‌باشد و همچنین اشتغال بیشتری ایجاد خواهد کرد و در عین حال کمبود آب کمتری را نیز شاهد خواهیم بود. پس از آن گزینه‌ی سوم (سناریوی سوم) که همان افزایش ۱۵٪ سطح زیر کشت باشد، رتبه دوم در این ارزشیابی کسب می‌کند که نشان دهنده‌ی این است که امکان افزایش سطح زیر کشت و امکان توسعه با توجه به پتانسیل منطقه وجود دارد و بعد از آن طرح پایه (گزینه دوم) دارای امتیاز سوم می‌باشد و دیگر گزینه‌های هفت، پنج، چهار و یک به ترتیب اولویت‌های چهار تا هفت را دارا می‌باشند. بطور کل نگاهی دوباره به بخش کشاورزی و الگوی کشت و بازنگری در آن و ایجاد تغییرات در کشت تابستانه می‌تواند برای رسیدن به مطالبات آینده‌ی این منطقه مفید واقع گردد.

منابع

1. Abrishamchi, A., A. Ebrahimian and M. Tajrishi. 2005. Case Study: Application of multi criteria decision making to urban water supply. Jounal of water resources planning management, 131(4): 326-335. (In Persian)
2. Ardakanian, R. and M. Zarghami. 2004. Evaluation criteria from the perspective of sustainable development in Iran. Water resources projects. 1-13pp. (In Persian)
3. Asgharpour, M.J. 1998. "Multi Criteria Decision Making". Tehran University Press. 399 pp. (In Persian)
4. Azar, A. and A. Rajabzadeh. 2010. Decision making applications approach of MADM. Negahe Danesh Publication, 230 pp. (In Persian)
5. BagherZadeh, M., S. Alimohamadi and E. Jabbari. 2006. Ranking optimal water resource development projects using multi criteria decision making models. 2th International Conference on Water Resources Management, 8pp. (In Persian)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

6. Dahimavi, A., H.A. Kashkooli, M.J. Behtash and M. Hormozi. 2006. Application of multi criteria decision making methods in prioritization to projects of people's participation in irrigation and drainage. 1th National Conference on Irrigation and Drainage Networks. 8pp. (In Persian)
7. Ghodsypour, S.H. 2006. Multiple Objective Decision making (MODM). Amirkabir University Press. 205 pp (In Persian)
8. Khanmohammadi, S., R.A. Ribeiro, J. Jassbi. June 2003. Multi criteria decision making using dynamics of criteria. Proceedings of the 11th Mediterranean Conference on Control and Automation.
9. MianAbadi, H. and A. Afshar. 2006. Application of multi-criteria decision making in zahedan city water supply. 2th International Conference on Water Resources Management. 8pp. (In Persian)
10. Mirzaee, M. 2007. Integrated water resources management in a boundary catchment using multi-criteria decision making discrete fuzzy (Case study: the catchment boundary Sirwan). (In Persian)
11. Momeni, M. and A. Sharifi Salim. 2011. "MADM models and softwares". 218 pp.
12. Noori, M. and M.B. Sharifi. 2010. Multi-criteria decision making methods and their applications in water resources management. 1-8 pp.
13. Pazhoohab Consulting Engineers. Studies of golestan regional water Co. 2008. "Rivers feeding the present situation of traditional river system zarryngol-kaboodval".
14. Pazhoohab Consulting Engineers. Studies of golestan regional water Co. 2009. Water requirements and operational planning and Streams fed by the traditional in river system zarryngol-kaboodval.
15. Rashidi Mahabadi, M.H. and M. Motevalli. 2012. Operation Of RainWater Harvesting On The Roofs Of Residential Buildings to Reduse Of Urban Flood: A Case Study in Tehran. (In Persian)
16. Roozbahani, A. 2008. Using multi-criteria Decision making approach to the utilization of water resources, reservoir dams (Case study: Dam Darebad Gargak). 1-8 pp.
17. Samadyar, H. and H. Samadyar. 2008. Process modeling of water resources, 1-8pp.
18. Sameeyi, A. and M.E. Raeesi. 2000. Multi-criteria evaluation of water resources from the perspective of sustainable development projects in Iran. 198-208.
19. Soltan Panah, H., H. Farughi and M. Golabi. 2010. Utilization and Comparison of Multi Attribute Decision Techniques to Rank Countries in Terms of Human Development Index, 2-30 pp. (In Persian)
20. Torfi, L., M. Hormozi and Z. Shamohamadi. 2009. Application of multi-criteria decision making in the prioritization of water resources development projects in Khuzestan, 1-5 pp. (In Persian)
21. Vatan Doost, M., M. Azhdari Moghadam and M. Aliparast. 2009. Modeling of different scenarios of water resources in the area study Dargaz, 740-754 pp .(In Persian)
22. Yazdan Panah, T., S. Khodashenas, K. Davari and B. Ghahraman. 2008. Catchment water resources management using WEAP (Case study: basin Azghand). 213-221 pp. (In Persian)
23. Yazdan Panah, T., S. Khodashenas, K. Davari and B. Ghahraman. 2009. Increasing water use efficiency in agriculture and its effects on underground water storage, 8 pp. (In Persian)
24. Zarghami, M. and F. Sidrofski. 2008. One multi-criteria Decision making model for management of water resources development projects, 9 pp. (In Persian)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]

Determination of Top Options in Utilization of Water Resources using WEAP Model and Multi Attribute Decision-Making Analysis (Case Study: Zaryngol Basin)

Danial Shafaeianfard[1], Farshad koohiyan Afzal[2] and Mohammad Ebrahim Yakhleshi[3]

1- Former M.Sc. Student, Islamic University of Tehran Central Branch (Corresponding author: danialShafaeian@gmail.com)
2- Assistant professor, Islamic University of Garmsar Branch
3- PhD in Hydrology, Mazandaran Regional Water Co.
Received: August 27, 2012 Accepted: December 30, 2012

Abstract

The answers to decision-making problems and selection of top option in water resources were previously based on one goal (profit maximization). However, today with the use of multi attribute decision-making, there is no need to only take account of financial and profit making quantities, but we can also use several indicators (in the form of qualitative and quantitative variables), like political, social and environmental variables for adopting the top option. The first stage in a multi Attribute decision-making process is prioritization, identification and study of limitations existing in the projects. The next stage is specification of evaluation standards and variables with taking into account social, economic, and environmental considerations and technical problems. Then, measures must be taken for conversion of qualitative variable into quantitative ones, de scaling the indicators and specification of their relative weights through one of decision-making methods and finally, to deal with evaluation of the given project with the concerned algorithm and select the best option. Using modeling with WEAP software, the present research dealt with the simulation of Zaryngol Basin. Then, with identification of options and indicators of concern to the experts, the best option was selected from among the existing scenarios with the application of TOPSIS method. The results suggest the need for further development in the summer cultivation in the above-said basin.

Keywords: WEAP, Water resources, Multi Attribute Decision making, TOPSIS

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-21]