



## برنامه‌ریزی توافقی به منظور اولویت‌بندی راهکارهای ارتقای سطح آموزش جهت افزایش مشارکت عمومی در زمینه توسعه پایدار و حفاظت از منابع آب زیرزمینی

حسین یوسفی<sup>۱</sup>، مرضیه مومنی<sup>۲</sup>

۱. استادیار دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی طبیعت، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

دریافت: ۱۳۹۵/۶/۲ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۲

### Compromise Programing for Prioritizing the Strategies of Improving the Education Level to Increase Public Involvement in Sustainable Development and Protection of Ground Water Resources

Yousefi, H.<sup>\*1</sup>; Momeni, M.<sup>2</sup>

1. Assistant Professor, Faculty of New Sciences and Technology, University of Tehran

2. MSC. Student in Nature Engineering, Faculty of New Sciences and Technology, University of Tehran

Recived:2016/8/22

Accepted:2016/10/22

#### Abstract

Groundwater resources are strategic resources and as Iran is facing a lack of water sources for exploitation, the importance of protecting groundwater resources -which are more immune to drought and pollution compared to surface water resources- has doubled. In the current situation, where most of the aquifers of the country are facing a dramatic drop of water levels, it needs especial consideration. Protection of water resources is an important step in the point of view of sustainable development. However, sustainable development is not possible without high participation of people and stakeholders. Thus, the aim of the present study is the multifactor analysis of the methods of improving the general awareness of the stakeholders for their active presence in the process of implementation of effective groundwater management methods in Kerman-Baghein region. The criteria are chosen from the sustainable development literature and the options are prioritized with multi-criteria decision making in compromise programing. The criteria were: increasing the role of the private sector to invest on advertising, educational programs, level of water saving, entrepreneurship, matching the education method with traditions and the public opinion on protection of water resources, period of implementation of the strategy, improving the role of women in water resource protection process, and flexibility. Using the criteria, among the 10 options of the study, investment on films and animations focused on the subject of water resources and the importance of the environment, creation of a target group of important and influential locals, and finally empowering the NGOs activities, were the preferred options of the study.

**Keywords:** Groundwater Conservation, Sustainable Development, Public Education Improvement, Kerman, Compromise Programming.

#### چکیده

منابع آب زیرزمینی، جزو منابع استراتژیک به حساب می‌آیند و در کشور ما که با کاهش منابع آب جهت بهره‌برداری مواجه شده‌است، اهمیت حفاظت از منابع آب زیرزمینی که در برابر خشکسالی و آلودگی، نسبت به منابع آب سطحی، از مصونیت بیشتری برخوردار است، دوچندان گشته است. در شرایط حال حاضر که اکثر آبخوان‌های کشور با افت شدید سطح آب مواجهند، باید توجه ویژه‌ای به این مسأله بشود. حفاظت از منابع آب گامی مهم در راستای نیل به چشم‌انداز توسعه پایدار می‌باشد و از سویی دیگر، توسعه پایدار بدون مشارکت کارآمد مردم و ذی‌نفعان میسر نمی‌شود؛ بنابراین هدف تحقیق حاضر، بررسی چندمعیاره راهکارهای افزایش آگاهی عمومی ذی نفعان در زمینه حضور فعال در فرایند اجرای راهکارهای بهینه مدیریت منابع آب زیرزمینی در محدوده آبخوان کرمان-باغین می‌باشد. معیارهای ارزیابی، مبتنی بر مفاهیم توسعه پایدار استخراج شده‌اند و گزینه‌ها به روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برنامه‌ریزی توافقی اولویت‌بندی می‌شوند. شاخص‌های استفاده در این تحقیق شامل گسترش نقش بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در بخش تبلیغات و برنامه‌های آموزشی، میزان صرفه جویی در مصرف آب، کارآفرینی، تطابق روش آموزش با آداب و رسوم و طرز فکر نسبت به حفاظت از منابع، دوره اجرای راهکار، ارتقای نقش زنان در فرآیند محافظت از منابع آب و انعطاف‌پذیری می‌باشند. پس از به‌کاربردن شاخص‌ها، راهبردهای برتر تحقیق از میان ده گزینه، سرمایه‌گذاری در تولید فیلم و انیمیشن با محوریت منابع آب و اهمیت محیط زیست، ایجاد یک گروه هدف شامل افراد تأثیرگذار و بانفوذ در جامعه محلی و در آخر تقویت فعالیت‌های سازمان‌های مردم‌نهاد، برترین گزینه‌های هم‌راستا با هدف پژوهش بودند.

**واژه‌های کلیدی:** حفاظت از منابع آب زیرزمینی، توسعه پایدار، ارتقای آموزش عمومی، کرمان، برنامه‌ریزی توافقی.

## مقدمه

آموزش جهت استفاده پایدار از منابع، بیش از پیش روشن می-گردد.

در مقاله حاضر هدف، بررسی گزینه‌های موجود برای ارتقای سطح آگاهی مردم ساکن حوضه درجه ۳ کرمان- باغین است. در بررسی این مسأله باید توجه کرد که ممکن است بین اهداف ذی‌نفعان تعارض وجود داشته باشد و از طرفی دیگر، راهکارهای ارائه‌شده، مطابق با الگوواره توسعه پایدار باشد؛ بنابراین اتکای صرف به روش‌های قدیمی یا تک بعدی، تک معیاره و صرفاً اقتصادی، پاسخگو نمی‌باشد. به این دلیل، مجموعه گزینه‌های موجود برای آگاهی بخشی را در یک چارچوب چندمعیاره، مطابق با مبانی ۳ گانه توسعه پایدار، بررسی می‌گردد.

همانطور که ذکر گردید حفاظت از منابع آب گامی مهم در راستای نیل به چشم‌انداز توسعه پایدار می‌باشد. از سویی دیگر، توسعه پایدار بدون مشارکت کارآمد مردم و ذی‌نفعان میسر نمی‌باشد؛ بنابراین هدف تحقیق حاضر، بررسی چندمعیاره راهکارهای افزایش آگاهی عمومی ذی‌نفعان در زمینه حضور فعال در فرایند اجرای راهکارهای بهینه مدیریت منابع آب زیرزمینی در محدوده کرمان-باغین می باشد. از آنجایی که توسعه پایدار جنبه‌های متعددی را در بر می‌گیرد، از رویکرد یکپارچه MADM<sup>۱</sup> گروهی برای اولویت‌بندی راهکارها استفاده می‌شود. معیارهای ارزیابی، مبتنی بر مفاهیم توسعه پایدار استخراج شده اند و گزینه‌ها به روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برنامه ریزی توافقی اولویت بندی می شوند. بعد از مقدمه، پیشینه تحقیق، معرفی محدوده مطالعاتی و روش شناسی تحقیق ارائه می شود. پس از آن در بخش یافته‌ها، نتایج ارائه شده و با جمع بندی نتایج، مقاله خاتمه می‌یابد.

## پیشینه تحقیق

ریکارδο سندوال (Sandoval, 2004)، در مقاله خود با عنوان رویکرد مشارکتی برای مدیریت یکپارچه آبخوان در مکزیک، به ایجاد یک گروه آموزشی قوی جهت آموزش مردم اشاره کرده و تأثیر آموزش را بر ایفای نقش مردم بر نظارت بر ۹۲۷ حلقه چاه عمیق را بسیار مهم برشمرده است. بهبود آگاهی مردم محلی به وسیله تشکیل گروه‌ها و ایجاد موافقت‌های رسمی که به‌وسیله

شهر کرمان، مرکز استان کرمان، در حوضه آبریز درجه ۳ کرمان- باغین قرار گرفته است و طبق طبقه بندی وزارت نیرو جهت برداشت از منابع زیرزمینی، به عنوان محدوده ممنوعه بحرانی شناخته شده است. با توجه به خشکسالی‌های پیاپی که موجب کاهش بارندگی و جریانات ورودی به آبخوان گردیده است، توان تغذیه آبخوان کاهش یافته و همچنین روند صعودی برداشت از آبخوان، موجب شده است که تراز سطح آب در این آبخوان روندی نزولی داشته و این امر، این محدوده را در معرض مخاطرات جبران ناپذیری از جمله فرونشست دشت که موجب تخریب منطقه و ازبین رفتن آبخوان می‌گردد، قرار داده است. لازم به ذکر است که در حال حاضر، تنها منبع تأمین آب شرب شهر کرمان، آبخوان کرمان- باغین است و باتوجه به دارا بودن بیشترین جمعیت در بین شهرهای استان کرمان و همچنین روند رو به افزایش جمعیت در این شهر، نیاز به توجه ویژه‌ای به حفاظت از آبخوان کرمان-باغین به عنوان منبع استراتژیک تأمین نیاز شرب منطقه، است. باتوجه به سهم حدوداً ۸۵ درصدی استحصال آب زیرزمینی در این آبخوان جهت مصرف کشاورزی، یک مشارکت همگانی در حفاظت از آبخوان باید صورت بگیرد تا تمامی ساکنان این محدوده، خود را موظف به مشارکت در حفظ منابع زیرزمینی بدانند. در بحث مدیریت مشارکتی، یکی از مهمترین بخش‌ها، آموزش است؛ به گونه‌ای که تمامی افراد، از مخاطراتی که محدوده را تهدید می‌کنند و همچنین نقش موثر خود در مواجهه با این تهدیدات، آگاه شوند. وضعیت بحرانی آبخوان کرمان- باغین را می‌توان با مسئله تراژدی منابع مشترک که توسط گرت هاردین (Hardin, 1968). عنوان شد، تحلیل کرد. هاردین در مقاله خود، به حالتی که یک منبع مشترک متناهی، جهت استفاده تعداد زیادی از مصرف کنندگان قرار گرفته‌باشد به‌گونه‌ای که در اثر مصرف بی‌رویه آنان، موجب نابودی منبع گردیده، اشاره کرده و عنوان کرده‌است که افراد در این حالت، دو انتخاب دارند: اول اینکه از مصرف خود جهت بقا و حفظ این منبع بکاهد تا منبع به حالت پایدار برسد یا اینکه به علت منافع کاملاً شخصی و رقابت با دیگرانی که از این منبع استفاده می‌کنند، حداکثر مصرف را قبل از به اتمام رسیدن منبع، انجام‌دهند؛ بنابراین نقش مهم آگاهی و

مکان مشخصی از منطقه، گزارش داده و آن را به روز می‌کرده تا آگاهی مردم نسبت به وضعیت آبخوان حفظ بگردد.

فائو (FAO, 2013) در گزارش "خرده مالکان و چاه‌های پایدار؛ نگاهی به گذشته: مدیریت مشارکتی آب‌های زیرزمینی در اندرا پرادش (هند)"، استفاده از مشارکت اجتماعی را قلب پروژه مدیریت مشارکتی آب‌های زیرزمینی در هند خوانده و برای ایجاد آن، آموزش مجموعه‌ای از مهارت‌ها و دانش ضروری را می‌داند. این آموزش می‌تواند رسمی به صورت آموزش در مدارس آب کشاورزان و غیر رسمی باشد که شامل اجرای تئاتر خیابانی، رسانه‌های سمعی بصری و چاپ خبرنامه است.

در جوامع ابتدایی، انسان‌ها برای تصمیم‌گیری با گزینه‌های محدود و ساده مواجه بودند؛ ولی در عصر حاضر با پیشرفت علوم و فناوری و گسترش و تنوع گزینه‌ها، نیاز به کارآمدسازی تصمیمات که تبدیل به فرایندی جمعی، پیچیده و غیرخطی شده است، ضروری به نظر می‌رسد (Rahmani, 1356) ناکارآمد بودن نگرش تک‌بعدی و لزوم جامع‌نگری در اتخاذ بهترین تصمیم‌ها و شیوه‌های مدیریتی، بهره‌گیری از تخصص‌های مختلف براساس معیارهای چندگانه کمی و کیفی و ارائه گزینه‌ها و سناریوهای مختلف مدیریتی را طلب می‌کند. بنابراین، فنون و روش‌های تصمیم‌گیری گروهی و چندمعیاره اهمیت خاصی می‌یابند (Lopez-Moreno et al., 2002). مسائل تصمیم‌گیری منابع آب، در اغلب موارد به وسیله تعداد زیادی از گزینه‌ها و نتایج غیرقطعی، شرکت‌کنندگان مختلف با اهداف متضاد و روابط و تعاملات پیچیده تعریف می‌گردند. کلتن (Colton, 2011) معتقد است که مدل‌های چندمعیاره فرایند تصمیم‌گیری را شفاف‌تر کرده و این نوع تصمیم‌گیری می‌تواند برای حوضه‌های آبریز مؤثر واقع شود. همچنین استفاده از نظرات و قضاوت‌های کارشناسان در انتخاب روش‌های مدیریتی امری ضروری است که مدل‌های چندمعیاره این امکان را فراهم آورده‌اند.

در بخش تصمیم‌گیری چند معیاره نیز، ییلماز و هرمانسی-اوغلو (Yilmaz and Harmancioglu, 2010) برای تعیین بهترین مدیریت رودخانه گدیز با توجه به مسائل اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی از سه مدل SAW, TOPSIS و برنامه‌ریزی توافقی بهره بردند تا میزان آب سطحی که به منظور آبیاری تخصیص می‌دهند را به صورت بهینه تعیین کنند و نتیجه گرفتند که تصمیم‌گیری بر اساس بهترین گزینه مستقل از

سیستم آموزشی، بوجود آمد، از دیگر مواردی است که به آن اشاره کرده است.

محمد چیان و همکاران (Chebaane et al., 2004) در مقاله مدیریت مشارکتی آبخوان در اردن، جهت کاهش پمپاژ از آبخوان برای مصارف شهری و صنعتی، از آموزش مصرف‌کنندگان به عنوان یک راه حل مؤثر غیرسازه‌ای، نام بردند.

ماهشواری و همکاران (Maheshwari et al., 2014) ادعان کردند که گروه‌های آموزشی که از مردم محلی و دانش‌آموزان محلی تشکیل شده بود، توانست مشارکت آنان را در نظارت بر روی آبخوان و دستیابی به اطلاعات افزایش داده و همچنین با جلب اعتماد مردم، از حمایت آنان برای همکاری با NGOها و دولت جهت استفاده پایدار از آبخوان، برخوردار گردید. بدین صورت که یکی از اهداف پروژه راه آموزش و ارتباط جوامع محلی با NGOها و نهادهای دولتی برای تسهیل همکاری‌شان با یکدیگر جهت رسیدن به مدیریت پایدار آب‌های زیرزمینی عنوان کردند. همچنین به اهمیت مشارکت مردم محلی و ذی‌نفعان و آموزش دادن آنها به صورت مشترک برای دستیابی به راهکارهای استفاده پایدار از منابع آب زیرزمینی اشاره کردند.

بانک جهانی (Word Bank)، در گزارش "مشارکت ذی-نفعان در مدیریت آب زیرزمینی، سازمان‌های مدیریت محرک و پایدار آبخوان‌ها ابتدا به اهمیت آگاهی عمومی ذی‌نفعان از طریق رسانه‌های عمومی و شبکه‌های اطلاع رسانی محلی جهت مشارکت در مدیریت آب‌های زیرزمینی اشاره کرده و سپس عنوان کرده است که این آگاهی کافی نبوده و نیاز به آموزش مردم محلی بعد از آگاهی، جهت استفاده پایدار از منابع زیرزمینی وجود دارد.

ردی و همکاران (Reddy et al., 2012)، در تحقیق خود، اعلام کردند که در پروژه خود، از برنامه‌های آموزشی، بازدیدها و نشست‌های مشترک که به وسیله NGO برگزار شد، بهره بردند همچنین از طریق چاپ پوستر و جزوات و دیوارنوشته‌ها، آگاهی عمومی و آموزش را محقق کردند. نشست‌هایی که در آن میزان بارش و سطح آب در چاه‌ها مورد بررسی قرار می‌گرفت، برگزار کردند تا مردم محلی رفتار آبخوان نسبت به میزان بارش را فرا بگیرند. همچنین یک باران‌سنج در آن منطقه نصب شد و یک داوطلب از جامعه محلی، میزان بارش و سطح آب ده چاه مشاهداتی موجود در منطقه را ثبت کرده و در یک تابلو در

خواهند رسید ولی برخی مشکلات غیر قابل حل باقی خواهند ماند.

متولیان و همکاران (Motevallian, 2014) برای ارزیابی پایداری سامانه‌های آبرسانی شهری تهران چهارچوبی چندمعیاره مبتنی بر تحلیل سلسله مراتبی تشکیل دادند و سناریوهای مختلف را ارزیابی نمودند.

### منطقه مطالعاتی

آب و هوای شهر کرمان واقع در حوضه کرمان- باغین با مختصات جغرافیایی ۵۶ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۲۹ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه عرض جغرافیایی، فراخشک و خشک ارزیابی می‌گردد، بارندگی در این حوضه اندک بوده و میانگین بارش در آن به ۱۳۸ میلی‌متر در سال محدود می‌گردد. مقدار متوسط تبخیر از ۱۸۰۰ میلی‌متر تا ۴۲۰۰ میلی‌متر متغیر است؛ به‌طور کلی به علت کمی بارندگی و بالا بودن تبخیر، آب و هوای حوضه خشک ارزیابی می‌گردد.

عمده‌ترین منبع آب مورد استفاده در این محدوده آب زیرزمینی است که از چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق، چند رشته قنات و چند دهانه چشمه برداشت می‌شود. بر اساس آمار، کمترین مقدار مصرف آب در بخش صنعت با حدود ۱/۵٪ از کل برداشت، بیشترین مقدار مصرف در بخش کشاورزی ۸۸/۴٪ و مابقی به میزان ۱۰/۱٪ مربوط به مصارف شرب و بهداشت گزارش گردیده است. پیشنهاد ممنوعیت برداشت از این دشت در تاریخ ۵۲/۰۵/۲۱ ارائه گردید و اولین آگهی ممنوعیت برداشت از آن در تاریخ ۵۳/۱۱/۱۶ منتشر شد و تاکنون این آبخوان، در وضعیت ممنوعه بحرانی قرار دارد.

جمعیت در این محدوده، روندی افزایشی داشته و طبق سرشماری سال ۱۳۹۰، شهر کرمان دارای جمعیت ۷۲۲۴۸۴ نفر بوده و بنابر پیش‌بینی جمعیت، برآورد می‌گردد. جمعیت این منطقه با نرخ رشد متوسط سالیانه ۲/۰۷ درصد در سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۸۰۰۰۰۰ نفر باشد. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰، استان کرمان ۳/۹۱ درصد از جمعیت کشور را دارا بوده، ۸۲/۲ درصد جمعیت آن باسواد بوده و میزان شهرنشینی در آن ۵۷/۵ درصد است. شهر کرمان از جمله شهرهای کشور است که پذیرای تعداد نسبتاً زیادی از تبعه‌های خارجی به خصوص افغانی

روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ای هست که استفاده کردند؛ ولی اندکی به وزن‌دهی‌هایی که به معیارها داده شد، حساس است.

هاجکویکز و کالینز (Hajkowicz and Collins, 2006) با بررسی ۱۱۳ مقاله چاپ شده از ۳۴ کشور در مورد ارزیابی چندمعیاره به نقش مهم آن در ارزیابی سیاست‌های آبی، مدیریت راهبردی و انتخاب زیرساخت‌ها اشاره داشته و بیان می‌دارد که گستره وسیعی از روش‌های MCDA در تحلیل فازی و مقایسه جفتی گزینه‌ها به کار رفته‌است.

چانگ و هسو (Chang and Hsu, 2009) برای تعیین محدودیت استفاده از زمین در حوضه تسنگ-ون<sup>۱</sup> در جنوب تایوان از بین ابزارهای مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۲</sup> (MCDM) یک روش اصلاح شده VIKOR که می‌تواند بین معیارهای متناقض سازش برای یافتن راه حل قابل قبول ایجاد کند استفاده کردند که نتایج نشان دهنده محدودیت استفاده از اراضی در شهرستان‌های چیایی<sup>۳</sup>، تاینان<sup>۴</sup> و کائوسیونگ<sup>۵</sup> است. نگارندگان موفق شده‌اند یک شاخص اصلاح شده  $Q^*$  در روش VICOR تعریف نمایند که نشان می‌دهد که استفاده از زمین در شهرستان تاینان به شدت محدود شده<sup>۶</sup>، در شهرستان کائوسیونگ به آرامی محدود شده<sup>۷</sup> و استفاده از زمین در شهرستان چیایی نسبتاً محدود شده<sup>۸</sup> است. در این مطالعه معیارهای محیط‌زیستی در تعارض با یکدیگر بوده‌اند به همین علت نگارندگان به دنبال روشی سازشی برای رتبه بندی بوده‌اند. روش VIKOR به عنوان یک روش MCDM بر مبنای رتبه‌بندی سازشی گزینه‌ها توسعه داده شده است. روش VIKOR معمولی با استفاده از اقدامات مفید<sup>۹</sup> و اقدامات سوء<sup>۱۰</sup> راه‌حل سازشی قابل قبول را ارائه می‌کند. اگرچه ذی‌نفعان از نتایج حاصل از روش VIKOR معمولی نیز به حدی از رضایت

1. Tseng-Wen
2. Multiple Criteria Decision Making
3. Chiayi County
4. Tainan County
5. Kaohsiung County
6. heavily restricted
7. lightly restricted
8. moderately restricted
9. Utility measure
10. Regret measure

### تعیین وزن شاخص‌ها به کمک روش AHP<sup>۱</sup>

در روش تحلیل سلسله مراتبی که توسط ساعتی (Saaty, 1980) معرفی شده است، مراحل روش به شرح ذیل می‌باشند (Hashemi Madani, 1393):

اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ساختن نمودار سلسله مراتبی است که در این مرحله عناصر هر سطح نسبت به سایر عناصر مربوط خود در سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس‌های مقایسه زوجی مطابق زیر تشکیل می‌شوند:

$$A = \{a_{ij}\} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

در این ماتریس  $a_{ij}$  ترجیح عنصر  $i$  نسبت به عنصر  $j$  می‌باشد و بین شاخص‌ها بنا به شرط معکوسی رابطه زیر برقرار است:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad (2)$$

برای تبدیل عبارات کیفی به معادل‌های کمی و تکمیل ماتریس‌های مقایسات زوجی، از مقیاس یک تا نه پیشنهاد شده توسط ساعتی (۱۹۸۰) مطابق جدول (۱) استفاده می‌شود.

جدول ۱. مقیاس مورد استفاده برای تبدیل عبارات کیفی به اعداد کمی (Saaty, 1980)

معادل کمی	عبارت کیفی
۱	بدون ارجحیت
۳	ارجحیت اندک
۵	ارجحیت قوی
۷	ارجحیت کاملاً قوی
۹	ارجحیت مطلق
۲ و ۴ و ۶ و ۸	مقادیر بینابینی عبارات فوق

در روش تحلیل سلسله مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به هر یک از عناصر سطح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می‌شود. این وزن‌ها را وزن نسبی می‌گویند. در

است. در سرشماری سال ۱۳۹۰ بیش از ۳۸۵۰۰ نفر تبعه خارجی در این شهر شناسایی شده‌اند که البته از این تعداد ۳۷۵۰۰ نفر تبعه کشور افغانستان بوده‌اند.

باتوجه به وضعیت بحرانی آبخوان این منطقه و تأمین نیاز شرب از آبخوان، آگاهی عمومی جهت افزایش مشارکت جوامع شهری و روستایی در حفاظت از آبخوان، لازم و ضروری می‌باشد چرا که حیات منطقه برابر با حیات منابع آب زیرزمینی است.

### مواد و روش‌ها

#### شاخص‌های توسعه پایدار

شاخص‌های زیر برای ارزیابی استفاده شده‌اند: گسترش نقش بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در بخش تبلیغات و برنامه‌های آموزشی (A1)، میزان صرفه‌جویی در مصرف آب (A2)، کارآفرینی (A3)، تطابق روش آموزش با آداب و رسوم و طرز فکر نسبت به حفاظت از منابع (A4)، دوره اجرای راهکار (A5)، ارتقای نقش زنان در فرآیند محافظت از منابع آب (A6)، انعطاف‌پذیری (A7).

#### راهکارها

راهکارهای در نظر گرفته شده به منظور حفاظت از منابع آب و اهمیت محیط زیست که اولویت‌بندی آنها هدف پژوهش حاضر است به شرح زیر هستند:

O1: سرمایه‌گذاری در تولید فیلم و انیمیشن با محوریت منابع آب و اهمیت محیط زیست؛ O2: گنجاندن مطالبی مرتبط با منابع آب و اهمیت محیط زیست در کتب درسی مدارس؛ O3: برگزاری کارگاه‌های آموزشی با استفاده از کارشناسان بومی و مدعو و تشکیل جلسات مستقیم با کشاورزان؛ O4: ایجاد شناخت از منطقه با برپایی سفرها و اردوهای علمی به دشت‌ها و آبخوان‌های منطقه؛ O5: چاپ گاهنامه‌های آموزشی و نصب بیل‌بوردهای آموزشی در اماکن پرتردد؛ O6: استفاده از ظرفیت شبکه‌های مجازی و اینترنت؛ O7: فراهم آوردن امکان جذب مردم بومی در مشاغل مرتبط با نظارت و ارزیابی وضعیت منابع؛ O8: ایجاد تعاون‌های روستایی و اطلاع‌رسانی از طریق آنان به کشاورزان؛ O9: ایجاد یک گروه هدف که شامل افراد تأثیرگذار و بانفوذ در جامعه محلی می‌شود. به‌گونه‌ای که توجیه کردن و آموزش آنها موجب تسریع روند آموزش سایر افراد جامعه باشد و O10: تقویت فعالیت‌های NGO ها.

1. Analytic Hierarchy Process

### تعیین وزن گزینه‌ها توسط CP

در این روش فاصله گزینه از نقطه ایده‌آل تعیین می‌شود و نزدیک بودن یا دور بودن گزینه‌ها نسبت به نقطه ایده‌آل بررسی می‌شود. گزینه بهینه، آن گزینه‌ای است که حداقل فاصله را نسبت به جواب بهینه ایده‌آل را دارد (Simonovic, 2002):  
تشکیل ماتریس ارزیابی:

$$\begin{bmatrix} f_{11} \dots f_{1n} \\ \dots \\ f_{m1} \dots f_{mn} \end{bmatrix}$$

در این ماتریس عملکرد گزینه  $i$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) در رابطه با معیار  $j$  ( $j=1,2,\dots,n$ ) می‌باشد.

جواب ایده‌آل به ترتیب برای معیارهای مثبت و منفی طبق مطابق دو رابطه زیر حساب می‌شود:

$$f_j^* = \text{Max}_i f_{ij} \quad (6)$$

$$f_j^- = \text{Min}_i f_{ij} \quad (7)$$

جواب ضد ایده‌آل به ترتیب برای معیارهای مثبت و منفی مطابق دو رابطه زیر حساب می‌شود:

$$f_j^- = \text{Min}_i f_{ij} \quad (8)$$

$$f_j^+ = \text{Max}_i f_{ij} \quad (9)$$

تعیین فاصله از جواب ایده‌آل از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$L_p(A_1) = \left[ \sum_{j=1}^n (\mu_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-})^p \right]^{1/p} \quad (10)$$

فاصله ماتریس توسط  $L_p(A_1)$  نشان داده می‌شود که تابعی از گزینه  $A_1$  و پارامتر  $P$  است.  $\mu_j$  هم شکل استاندارد شده وزنی معیار  $j$  است.

$$\mu_j = \frac{W_j}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (11)$$

پارامتر  $P$  از یک تا بینهایت تغییر می‌کند که هرچه بیشتر باشد، حساسیت بیشتر خواهد بود. این مقدار در این تحقیق یک در نظر گرفته شد.

ساختار AHP از روش بردار ویژه استفاده می‌شود. در این روش  $W_i$  ها به گونه‌ای تعیین می‌شوند که رابطه  $a_{n1}W_1 + a_{n2}W_2 + \dots + a_{nn}W_n = \lambda W_n$  صادق باشد. در این روابط  $a_{ij}$  ترجیح عنصر  $i$  ام بر  $j$  ام است و  $W_i$  وزن عنصر  $i$  ام و  $\lambda$  یک عدد ثابت است.

این روش نیز نوعی میانگین‌گیری وزنی است. زیرا در این روش وزن عنصر  $i$  ام طبق تعریف برابرست با:

$$W_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{j=1}^n W_j a_{ij} \quad (3)$$

دستگاه معادلات فوق به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$A \times W = \lambda W \quad (4)$$

در یک ماتریس، خطاهای ناشی از کم‌دقتی یا قضاوت‌های اغراق‌آمیزی در مقایسات زوجی ممکن است موجب بروز ناسازگاری در قضاوت شود. ساعتی، عدد  $0/1$  را به عنوان حد قابل قبول ناسازگاری ارائه می‌نماید و معتقد است چنانچه میزان ناسازگاری بیشتر از  $0/1$  باشد بهتر است در قضاوت‌ها تجدید نظر گردد. نرخ ناسازگاری<sup>۱</sup> (I.R.) از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$I.R = \frac{\lambda_{\max} - n}{I.I.R(n-1)} \quad (5)$$

در این رابطه I.I.R نرخ ناسازگاری تصادفی است که از جدول (۲) استخراج خواهد شد،  $\lambda_{\max}$  مقدار ویژه<sup>۲</sup> ماتریس مقایسه‌ی زوجی است و  $n$  بعد ماتریس است.

**جدول ۲.** نرخ ناسازگاری تصادفی ماتریس‌های مقایسات زوجی (ساعتی ۱۹۸۰)

n	I.I.R
۱	۰
۲	۰
۳	۰/۵۸
۴	۰/۹
۵	۱/۱۲
۶	۱/۲۴
۷	۱/۳۲
۸	۱/۴۱
۹	۱/۴۵
۱۰	۱/۴۵
...	...

- Inconsistency Ratio (I.R.)
- Eigen value

گزینه‌هایی که بتوانند بهتر شاخص‌های پر اهمیت را ارضا کنند، اولویت بالاتری به دست خواهند آورد.

ماتریس تصمیم نهایی نرمال شده، که اولویت‌بندی گزینه‌ها را نشان می‌دهد در جدول (۵) ارائه شده است.

**جدول ۵.** ماتریس تصمیم نرمال شده گزینه‌ها بر اساس شاخص‌ها

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
۰۱	۰/۰۷۱	۰/۰۷۸	۰/۰۵۹	۰/۰۲۷	۰/۰۴۱	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹
۰۲	۰/۰۳۵	۰/۰۷۲	۰/۰۴۴	۰/۰۳۱	۰/۰۳۸	۰/۰۲۱	۰/۰۱۹
۰۳	۰/۰۶۷	۰/۰۶۵	۰/۰۵۶	۰/۰۲۹	۰/۰۳۲	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸
۰۴	۰/۰۶۵	۰/۰۶۴	۰/۰۵۰	۰/۰۷۸	۰/۰۳۲	۰/۰۱۸	۰/۰۱۹
05	۰/۰۶۷	۰/۰۶۴	۰/۰۴۹	۰/۰۲۶	۰/۰۳۵	۰/۰۱۹	۰/۰۲۰
۰۶	۰/۰۶۱	۰/۰۷۵	۰/۰۵۸	۰/۰۲۷	۰/۰۳۷	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱
۰۷	۰/۰۳۸	۰/۰۶۰	۰/۰۴۸	۰/۰۲۷	۰/۰۳۵	۰/۰۱۷	۰/۰۲۰
۰۸	۰/۰۵۲	۰/۰۶۹	۰/۰۵۱	۰/۰۲۶	۰/۰۳۲	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹
۰۹	۰/۰۷۰	۰/۰۸۰	۰/۰۴۹	۰/۰۳۲	۰/۰۴۰	۰/۰۲۶	۰/۰۲۶
۰۱۰	۰/۰۵۴	۰/۰۷۹	۰/۰۷۱	۰/۰۳۱	۰/۰۴۳	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱

مقادیر ایده‌آل و ضد ایده‌آل در جدول (۶) قابل رویت است.

$$L_{\infty}(A_1) = MAX(\mu_j \frac{f_j^* - f_{ij}}{f_j^* - f_j^-}) \quad (12)$$

گزینه‌ها به ترتیب افزایش مقدار فاصله از جواب ایده‌آل مرتب می‌شوند.

### یافته‌ها

اولین گام، تعیین وزن شاخص‌ها به روش AHP می‌باشد. ماتریس نهایی ارزیابی وزن‌ها با نرخ ناسازگاری مطلوب ۰/۰۶ در جدول (۳) ارائه شده است.

**جدول ۳.** ماتریس نهایی ارزیابی گروهی وزن شاخص‌ها

به روش AHP

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A1	۱	۰/۹۰	۱/۰۲	۲/۰۶	۱/۶۵	۲/۸۴	۱/۲۴
A2	۱/۱۱	۱	۱/۲۷	۲/۶۱	۱/۹۲	۳/۲۲	۱/۶۱
A3	۰/۹۸	۰/۷۹	۱	۱/۸۹	۱/۴۶	۲/۳۶	۱/۱۳
A4	۰/۴۹	۰/۳۸	۰/۵۳	۱	۰/۷۸	۱/۳۸	۰/۶۳
A5	۰/۶۱	۰/۵۲	۰/۶۸	۱/۲۹	۱	۱/۷۷	۰/۸۱
A6	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۴۲	۰/۷۲	۰/۵۶	۱	۰/۴۷
A7	۰/۸۱	۰/۶۲	۰/۸۸	۱/۵۸	۱/۲۴	۲/۱۲	۱

وزن نهایی شاخص‌ها نیز در جدول (۴) ارائه شده است.

**جدول ۴.** وزن شاخص‌ها

شاخص‌ها	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
وزن	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۱۵

همانطور که در جدول (۴) قابل مشاهده است، شاخص میزان صرفه جویی در مصرف آب حائز بالاترین وزن شد. حضور شاخصی با درون‌مایه‌ی گسترش سرمایه‌گذاری بخش خصوصی نیز خود آسیب‌شناسی از ساختار اقتصادی دولتی در زمینه حفاظت از منابع آب ارائه می‌دهد. با توجه به نتایج وزن معیارها،

جدول ۸. رتبه بندی نهایی

رتبه	فاصله از جواب ایده آل	راهکار
۱	۰/۲۰۱۱	O1
۷	۰/۶۸۸۶	O2
۵	۰/۶۷۳۹	O3
۸	۰/۷۱۰۱	O4
۶	۰/۶۸۱۷	O5
۴	۰/۴۷۵۴	O6
۱۰	۰/۸۸۳۵	O7
۹	۰/۷۴۲۲	O8
۲	۰/۲۱۷۴	O9
۳	۰/۲۵۵۴	O10

جدول ۶. مقادیر ایده آل و ضد ایده آل

f+	f-
۰/۰۷۱	۰/۰۳۵
۰/۰۸۰	۰/۰۵۹
۰/۰۷۱	۰/۰۴۴
۰/۰۳۲	۰/۰۲۶
۰/۰۴۳	۰/۰۳۲
۰/۰۲۶	۰/۰۱۷
۰/۰۲۹	۰/۰۱۸

رتبه بندی نهایی گزینه ها در جداول زیر ارائه شده است. هر چه فاصله از جواب ایده آل کمتر باشد، گزینه مطلوب تر است.

جدول ۷. مقادیر نهایی پارامتر L

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
A1	۰/۰	۰/۱۹	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۷	۰/۰	۰/۰۱	۰/۰۹
A2	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۲		۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۰	۰/۰۱
A3	۰/۰۸	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰
A4	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰	۰/۰۲
A5	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰
A6	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰	۰/۰۳
A7	۰/۰	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۰۴	۰/۱۱
SUM	۰/۲۰	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۷۱	۰/۶۸	۰/۴۸	۰/۸۸	۰/۷۴	۰/۲۲	۰/۲۶

همانطور که مشاهده می شود، رتبه اول را سرمایه گذاری در تولید فیلم و انیمیشن با محوریت منابع آب و اهمیت محیط زیست (O1) با فاصله ۰/۲۰۱ از حل ایده آل به دست آورده است. این نتیجه مبین آن است که ظرفیت های موجود در عرصه هنر و صنعت سینما/صدا و سیما بیشترین تناسب را با شاخص های توسعه پایدار دارد. دو گزینه تشکیل گروه های هدف و تقویت NGOها نیز با اختلافی اندک نسبت به یکدیگر در رتبه های دوم و سوم قرار گرفتند.

### تحلیل حساسیت

این مرحله به تصمیم گیرنده اجازه می دهد که رتبه بندی های متفاوتی از گزینه ها در دست داشته و تغییرات نتایج را به واسطه تغییراتی اندک در وزن معیارها تجزیه و تحلیل نماید. در جدول ۹، ۴ حالت با وزن دهی متفاوت شاخص ها نشان داده شد و تحلیل حساسیت بر مبنای جدول ۹ صورت گرفت.



### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نقش مهم منابع آب در توسعه پایدار، تحقیق حاضر رتبه‌بندی راهکارهای تقویت مشارکت عمومی در حفاظت از آبخوان مذکور را در نظر گرفت. برای تعیین وزن شاخص‌های توسعه پایدار، از روش AHP بهره گرفته شد. این مدل قادر به برقراری مقایسه‌های زوجی می‌باشد و نرخ ناسازگاری را نیز محاسبه می‌کند. مطابق نتایج سازگار به دست‌آمده شاخص میزان صرفه‌جویی در مصرف آب حائز بالاترین وزن شد. حضور شاخصی با درون‌مایه گسترش سرمایه‌گذاری بخش خصوصی نیز خود آسیب‌شناسی از ساختار اقتصادی دولتی در زمینه حفاظت از محیط زیست ارائه می‌دهد. روش CP نیز عملکرد مطلوبی در اولویت‌بندی راهکارها داشت. سرمایه‌گذاری در تولید فیلم و انیمیشن با محوریت منابع آب و اهمیت محیط زیست، تشکیل گروه‌های هدف، و تقویت فعالیت‌های NGO ها به ترتیب برترین گزینه‌های هم‌راستا با هدف پژوهش بودند.

در مطالعات مشابه نظیر آذرنیوند و چیت‌ساز (Azarnivand and Chitsaz, 2015) که به بررسی علی و معلولی بحران منابع آب در نواحی مرکزی ایران پرداخته بودند، ضعف آموزش بزرگترین علت بحران تعیین شده است. همچنین پت‌مایلز (Miles, 2013) فرایند آموزش را اثربخش در دراز مدت دانسته و مراحل شامل برنامه‌ریزی مدیریت، برنامه‌ریزی اجرا، و مدیریت اجرا را برای تدوین سامانه بازخورد راهکارها پیشنهاد داده است. پس لازم به ذکر است که وجود یک ساختار انگیزشی در کنار تمامی اموری که جهت بالابردن سطح آگاهی به‌کارگرفته می‌شود ضروری است، بدین صورت که افراد باید متقاعد شوند که اگر در این مسیر قرار بگیرند، نفع خواهند برد. به موازات این آموزش‌ها، باید بستر نهادی پشتیبان و تسهیل‌کننده مشارکت مردمی نیز فراهم شود. از نظر وضع قوانین و مقررات و اعمال نظارت‌ها در امور اجرایی مرتبط، باید مردم احساس کنند که این مسیر، از پشتیبانی نهادی برخوردار بوده و مشوق آنان است.

### جدول ۹. حالات وزن دهی متفاوت

رتبه	فاصله از جواب ایده‌آل	راهکار
۱	۰/۲۰۱۱	O1
۷	۰/۶۸۸۶	O2
۵	۰/۶۷۳۹	O3
۸	۰/۷۱۰۱	O4
۶	۰/۶۸۱۷	O5
۴	۰/۴۷۵۴	O6
۱۰	۰/۸۸۳۵	O7
۹	۰/۷۴۲۲	O8
۲	۰/۲۱۷۴	O9
۳	۰/۲۵۵۴	O10

### جدول ۱۰. نتایج تحلیل حساسیت

معیار	وزن معیار			
A1	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۱۵	۰/۱۳
A2	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۱۸	۰/۱
A3	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۲	۰/۱۹
A4	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۹
A5	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۱۴
A6	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۷
A7	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۰۸

نتایج نشان داد که تغییر وزن معیارها، بر روی انتخاب گزینه برتر، تأثیری نداشته و در تمام حالات، نتایج مشابه جدول ۸ بوده‌است.

## References

- Azarnivand, A.; Chitsaz, N. (2015). "Adaptive policy responses to water shortage mitigation in the arid regions-a systematic approach based on eDPSIR, DEMATEL, and MCDA". *Environmental monitoring and assessment*. 2015. 187 (2): pp. 1-15.
- Chang, C.L. Hsu, C.H. (2010). "Multi-criteria analysis via the VIKOR method for prioritizing land-use restraint strategies in the Tseng-Wen reservoir watershed". *J Environ Manage*. 2009. Aug. 90(11): pp. 3226-30.
- Chebaane, M.; El-Naser, H.; Fitch, J.; Hijazi, H.; Jabbarian, A. (2004). "Participatory groundwater management in Jordan: Development and analysis of options". *Hydrogeology Journal*. 12: pp. 14–32.
- Colton, RC. (2011). "Investigation of the use of MCDM tools for management of an Urbanizing Watershed". Thesis, University of Nebraska – Lincoln.
- FAO. (2013). "Smallholders and sustainable wells, A Retrospect: Participatory Groundwater Management in Andhra Pradesh (India)". Rome: FAO FIAT PANIS.
- Hajkowicz, S. Collins. K. (2006). "A Review of Multiple Criteria Analysis for Water Resource Planning and Management". *Water Resour Manage*. 21(9): pp.1553–1566.
- Hardin, G. (1968). "The Tragedy of the Commons". *Nature*. 1968; 162: pp. 1243-1248.
- Hashemi Madani, F.S.; Banihabib, M.E. (2014). "Ranking water resources management strategies using simple and analytical hierarchy process models based on sustainable development (case study: the city of Shahrood)". Second National Symposium of Agricultural Sustainable Developing and Safe Environment [in Persian].
- Lopez-Moreno, J. I.; Begueria, S.; Garcia-Ruiz, J. M. (2002). "Influence of the Yesa Reservoir on floods of the Aragon River". *Central Spanish Pyrenees. J. Hydrology and Earth System Sciences*. 6(4): pp.753-762.
- Maheshwari, B.; Varua, M.; Ward, J.; Packham, R.; Chinnasamy, P.; Dashora, Y. (2014). "The Role of Transdisciplinary Approach and Community Participation in Village Scale Groundwater Management: Insights from Gujarat and Rajasthan, India". *Water Journal*. 6: pp. 3386-3408.
- Motevallian, S.S.; Tabesh, M.; and Roozbahani, A. (2014). "Sustainability assessment of urban water systems: a case study. Proceedings of the ICE-Engineering Sustainability". 167(4). pp. 157-164.
- Pratt Miles J.D. (2013). "Designing collaborative processes for adaptive management: four structures for multistakeholder collaboration". *Ecology and Society*. 18(4): 5.
- Rahmani, M.; Navidi, H.; Zamanian, M. (1977). "A method for Modified Inconsistency of AHP method". *Shahed bimonthly Scientific-Research journal*. 35: pp.83-84 [in Persian].
- Reddy, M.S.; Reddy, V.R.; Mohan, R.V.R. (2012). "Institutionalising Groundwater Management: A Tale of Three Participatory Models in Andhra Pradesh". Research Unit for Livelihoods and Natural Resources (RULNR).
- Saaty, T.L. (1980). "The analytical hierarchy process, planning, priority, resources allocation". USA: RWS Publications.
- Sandoval, R. (2004). "A participatory approach to integrated aquifer management: The case of Guanajuato State, Mexico". *Hydrogeology Journal*. 12:6-13.
- Simonovic, S.P. (2002). "A spatial fuzzy compromise programming for management of

natural disasters”. The Institute for Catastrophic Loss Reduction. 24: pp. 1-26.  
World Bank. (2003). “Stakeholder Participation in Groundwater Management, mobilizing and sustaining aquifer management organizations”. GW. MATE Briefing Note Series.

Yilmaz, B.; Harmancioglu, N. (2010). “Multi criteria decision making in water management: an indicator-based approach with application”. Saarbrücken, Germany: Lambert Academic Publishing. ISBN-10: 3838350197 ISBN-13: 978-3838350196.