

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۱۸۱-۱۶۷

ارزیابی معیارهای تأثیرگذار در اولویت‌بندی برخی شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوزه رودخانه کرخه با هدف تخصیص آب

الهام شهبازخانیانیا^{۱*}، جمال محمد ولی سامانی^۲ و سیده لیلا رضوی طوسی^۳

۱. کارشناسی‌ارشد، گروه سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. استاد، گروه سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳. دکتری، گروه سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۶/۰۵

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۲۷

چکیده

کامبود منابع آب آبیاری و توزیع نابرابر آب و خاک در مناطق کشاورزی ایران، از جمله حوضه کرخه، چالش مهمی است که باعث ایجاد رقابت بین مصرف‌کنندگان آب می‌شود. بنابراین، با تقاضای رو به رشد منابع آب، اولویت‌بندی تخصیص آب در شبکه‌های آبیاری اهمیت می‌یابد. از طرفی، با توجه به وجود روابط پیچیده بین معیارهای مختلف که گاه در تضاد با یکدیگر است، استفاده از روش‌های متداول تصمیم‌گیری کارگشا نیست. هدف این مقاله استفاده از روش DEMATEL فازی در شناسایی روابط بین معیارهای تأثیرگذار در تخصیص آب برای اولویت‌بندی برخی شبکه‌های آبیاری رود کرخه است. سی معیار در بخش‌های اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی تعیین شد. نتایج نشان می‌دهد که معیارهای مشارکت ذی‌مدخامخلان، سهم تشکل آب بران و تغییر اقلیم به ترتیب با مقادیر ۶/۷۳، ۶/۹ و ۶/۴۴ معیارهای تأثیرگذار است و با وزن بیشتر در اولویت قرار دارد. معیارهای مهاجرت، عدالت اجتماعی، رفاه اجتماعی ناشی از آب و نرخ اشتغال به ترتیب با مقادیر ۶/۰۹، ۵/۹۳، ۵/۷۲ و ۵/۱ معیارهای تأثیرپذیر و به شدت متأثر از معیارهای تأثیرگذار بیان شده است. بنابراین، با به کارگیری دیمتل فازی، روابط شبکه‌ای معیارها برای تخصیص آب بین شبکه‌های آبیاری رود کرخه جهت اولویت‌بندی آن‌ها با روش‌های چندمعیاره مشخص و اهمیت آن تعیین می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تصمیم‌گیری، روابط شبکه‌ای، روابط علت و معلولی، فازی دیمتل، معیارهای تخصیص آب.

مقدمه

آب موهبتی اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، اقلیمی و سیاسی است. امروزه، عواملی مانند ازدیاد جمعیت، رشد اقتصادی، همچنین فعالیت‌های بخش صنعت و کشاورزی، منابع آب شیرین را تحت فشار قرار داده است. از طرفی، وجود شرایط اقلیمی و خشکسالی‌های اخیر و سیاست‌های حفظ و صرفه‌جویی منابع موجود و مشکلاتی از قبیل کاهش چشمگیر سطح آب زیرزمینی سبب اهمیت موضوع تخصیص آب و ایجاد رقابت و اختلاف بر منابع آبی کشور ایران شده است. از این رو، عوامل و پارامترهای مختلفی مسئله تخصیص آب را تحت شعاع قرار می‌دهد.

همچنین، تخصیص آب در شبکه‌های آبیاری مسئله است که برای تصمیم‌گیری در بخش مدیریت منابع آب مطرح می‌شود. حل این مسئله به دلیل تأثیرگذاری توأم معیارها در زمینه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی سخت و مشکل می‌شود. علاوه بر آن، اهمیت و وزن این معیارها در مسئله یکسان نیست. بنابراین، روش‌های سنتی راه‌حل مناسبی برای تخصیص آب و تعیین وزن معیارها ارائه می‌دهد (۲۷). تصمیم‌گیری چند معیاره این مشکل را برطرف می‌کند. برای مثال، روش فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)^۱، با وزندهی معیارها و ایجاد فضایی که در آن تأثیر متقابل معیارها و حتی گزینه‌ها بر معیارها دیده می‌شود به تصمیم‌گیرنده کمک می‌کند.

از جمله تحقیقات انجام‌شده در زمینه حل مسئله تخصیص آب، رتبه‌بندی شبکه‌های آبیاری و مدیریت آبیاری با روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره عبارت است از به کارگیری روش تحلیل چند معیاره به منظور تخصیص آب آبیاری نه منطقه در حوضه رودخانه Indus، در پاکستان با روش ELECTRE (۳۰)، حل مسئله تخصیص آب

توسط روش توسعه‌یافته TOPSIS (۲۷)، اولویت‌بندی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای به دلیل منابع محدود آب و عدم امکان اجرای مالی تمام پروژه‌ها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای (۱۹)، ارزیابی پروژه‌های انتقال آب با روش ترکیبی ANP^۲، FTOPSIS^۳ و روش ماکزیمم و مینیمم فازی (۲۰)، تخصیص آب آبیاری در شرایط کمبود با استفاده از روش PROMETHEE^۳ به منظور افزایش بهره‌وری آب آبیاری با در نظر گرفتن معیارهایی از قبیل افزایش وابستگی به درآمد کشاورزی، افزایش کارایی تخصیص آب و افزایش درآمد سالانه (۲۹)، تعیین شبکه بهینه آبیاری، و شبکه‌های دشت Thessaloniki یونان به کمک روش تصمیم‌گیری چند معیاره VIKOR^۴ (۳۱). از جمله پژوهش‌های داخلی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: بررسی روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و کاربرد آن‌ها در مدیریت منابع آب (۱)، کنترل و تخصیص بهینه آب دریاچه ارومیه بین استان‌های همجوار با توجه به مشکلات پیش‌آمده برای این دریاچه با روش‌های تصمیم‌گیری فاصله‌محور (۲) و اولویت‌بندی سناریوهای تخصیص آب سد زاینده‌رود با رویکرد مدل‌های خبره تصمیم‌گیری چند معیاره (۴).

در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، به خصوص روش جدید فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، شناسایی و تعیین روابط بین معیارها نخستین قدم برای حل این مسائل مطرح می‌شود. روش ANP ارتباطات پیچیده میان عناصر و وابستگی‌های متقابل آن‌ها را به صورت روابط شبکه‌ای در نظر می‌گیرد. اگرچه روش تحلیل شبکه‌ای به صورت

2. Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
3. Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations
4. Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

1. Analytic Network Process

مدیریت آب و آبیاری

معیارهای ارزیابی هوش کسب‌وکار (۲۱)، اولویت‌بندی معیارهای انتخاب تعیین موقعیت شعب بانک‌ها (۲۶)، شناخت ابزار کنترل اصلی مدیریت امنیت اطلاعات و توسعه راهبردها (۱۰)، و ارزیابی معیارهای انتخاب تولیدکننده در صنایع تولیدی (۱۱). همچنین، از جمله تحقیقاتی که در آن از روش‌های ترکیبی دیمتل و تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده است می‌توان به ارزیابی زنجیره تأمین سبز با روش ترکیبی Fuzzy ANP- Fuzzy TOPSIS- Fuzzy DEMATEL (۷)، ارزیابی کنترل ریسک امنیت اطلاعات با روش ترکیبی VICOR- DEMATEL-ANP (۲۸) و ارزیابی و انتخاب تولیدکننده شرکت مخابراتی با روش DEMATEL- Fuzzy ANP (۲۵) اشاره کرد.

در این تحقیق از روش دیمتل فازی برای نخستین بار در ارزیابی معیارهای مؤثر در تخصیص آب شبکه‌های آبیاری و زهکشی در حوزه تصمیم‌گیری و مدیریت تخصیص منابع آب استفاده شده است تا تأثیر هم‌زمان آن‌ها بر یکدیگر و ساختار مسئله نمایان شود. در این روش، نه تنها روابط شبکه‌ای بین معیارها تعیین می‌شود، بلکه میزان تأثیرگذاری آن‌ها بر یکدیگر نیز مشخص می‌گردد و روشی کارا در کمک به مدیران بخش مربوط در اتخاذ تصمیم خواهد بود.

مواد و روش‌ها

روش DEMATEL

این روش در برنامه علوم و بشر موسسه BattleMemorial در مرکز تحقیقاتی ژنو بین سال‌های ۱۹۷۲-۱۹۷۶ مطرح شد و به تدریج به‌طور عمده در بررسی مسائل بسیار پیچیده جهانی و استفاده از قضاوت خبرگان در زمینه‌های علمی، سیاسی، اقتصادی و اجتماعی به‌کار گرفته شد (۲۴). روش دیمتل روش جامعی

نظری روابط داخلی میان متغیرها را بررسی می‌کند، روش هوشمندانه دیگری که برای این منظور به‌کار می‌رود، روش دیمتل است. این امر بدان سبب است که دیمتل اطلاعات بسیار ارزش‌مندی را برای گرفتن تصمیم‌های مهم تولید می‌کند (۲۲). در واقع، روش تحلیل شبکه‌ای برای آگاه‌شدن از وضعیت ارتباطات درونی میان معیارها روش مناسبی است، اما به هیچ‌عنوان کامل و بدون نقص از عهده این کار بر نمی‌آید. از این‌رو، روش دیمتل برای رفع این کاستی استفاده می‌شود تا ضمن بهره‌مندی از اولویت‌بندی روش تحلیل شبکه‌ای، روابط علت و معلولی میان معیارها را به‌صورت مدل ساختاری شهودی معین کند و راهی مؤثر برای مدیریت وابستگی‌های داخلی مجموعه‌ای از معیارها به‌کار رود (۹). همچنین، در این روش روابط کمی بین عوامل چندگانه یک مسئله و تأثیر هر یک بر دیگری محاسبه می‌شود. به‌طورکلی در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، هنگامی که لازم باشد مسائل پیچیده را حین روشن‌کردن روابط میان عناصر مهم آن حل کنیم، باید از روش دیمتل استفاده کنیم (۳).

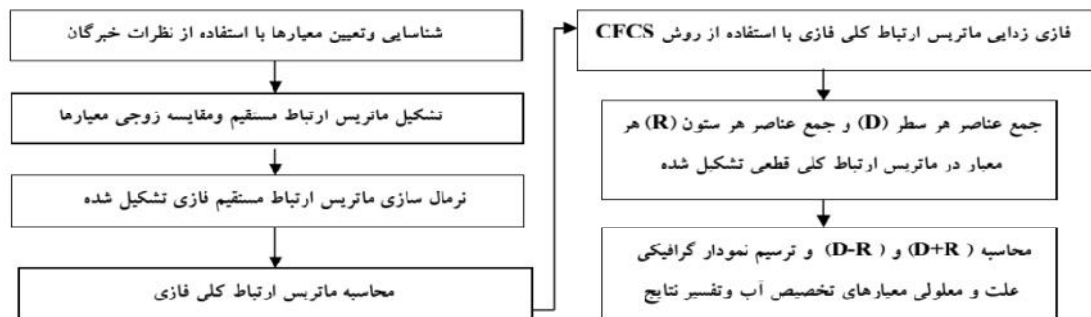
در این مقاله، به دلیل اهمیت تعیین روابط بین معیارهای مؤثر در تخصیص آب شبکه‌های آبیاری و زهکشی، همچنین پیچیدگی روابط موجود، از روش دیمتل فازی برای ارزیابی این معیارها و چگونگی روابط شبکه‌ای میان معیارها استفاده شده است. تاکنون در روش‌های متداول مدیریت منابع آب، از روشی جهت تعیین روابط شبکه‌ای استفاده نشده است. از جمله تحقیقات انجام‌گرفته در زمینه‌های مختلف با استفاده از روش دیمتل فازی می‌توان به این موارد اشاره کرد: ارزیابی شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز (۱۳)، پیش‌بینی موفقیت اتخاذ مدیریت دانش در زنجیره تأمین (۱۸)، اولویت‌بندی سازوکار پاداش پرستاران شاغل در اورژانس بیمارستانی در ایران (۱۵)، آنالیز آثار متقابل میان معیارهای انتخاب تولیدکننده پایدار (۱۶)،

مدیریت آب و آبیاری

روابط علت و معلولی بین معیارهای راهبردی ایجاد می‌کند. از آنجا که روش دیمتل قادر نیست تفکر انسانی و ابهام موجود در داده‌ها را به روشنی بیان کند، در بسیاری از مطالعات از روش DEMATEL فازی در ارزیابی معیارها و وابستگی متقابل بین آنان، به‌ویژه در برخورد با عدم قطعیت بشر و ابهامات ذهنی در فرایند تصمیم‌گیری استفاده می‌شود (۲۳). در این تحقیق، از روش دیمتل فازی (شکل ۱) جهت ارزیابی معیارهای مؤثر در اولویت‌بندی برخی شبکه‌های آبیاری و زهکشی رودخانه کرخه جهت تخصیص آب استفاده شده است که مراحل آن در شکل ۱ است.

در ایجاد و تحلیل مدلی ساختاری شامل روابط علت و معلولی بین مجموعه وسیعی از عوامل پیچیده است و با تقسیم‌بندی این عوامل در قالب گروه‌های علت و معلولی، تصمیم‌گیرنده را در شرایط مناسب‌تری از درک روابط قرار می‌دهد. مزیت این روش سادگی و شفافیت آن در انعکاس ارتباطات متقابل میان عوامل است که از طریق ترسیم روابط شبکه‌ای حاصل می‌شود.

به بیان ساده، DEMATEL روش مناسبی برای استخراج روابط متقابل، همچنین وابستگی متقابل بین عناصر پیچیده از سیستم معرفی شده است (۱۴). در واقع، این روش اجتماعی از دانش جمعی را برای دستیابی به



شکل ۱. الگوریتم روش دیمتل فازی در ارزیابی معیارهای شبکه‌های آبیاری و زهکشی

زوجی بین دو معیار (x_{ij}) با توجه به عبارات بیانی مربوط (جدول ۱) عددی بین ۰ و ۴ است. با تبدیل این اعداد به اعداد فازی مثلثی، ماتریس ارتباط مستقیم فازی \tilde{x} تشکیل می‌شود.

مرحله ۲. نرمال سازی ماتریس ارتباط مستقیم

ماتریس ارتباط مستقیم فازی تشکیل شده در مرحله پیشین با استفاده از رابطه (۲) و (۳) نرمال شد که در آن k بالاترین مقدار از مجموع کران بالای عدد فازی مثلثی هر معیار در ماتریس ارتباط مستقیم است. بدین ترتیب،

مرحله ۱. محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم^۱ فازی

$$\tilde{x} = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} \begin{bmatrix} 0 & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & 0 & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad \tilde{x}_{ij}$$

(۱)

$$= (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$$

نخستین مرحله، تعیین معیارهای تأثیرگذار $C = \{C_i | i = 1, \dots, n\}$ در مسئله است. سپس، نخبگان درجه تأثیر معیار i بر معیار j را تعیین می‌کنند. مقایسات

^۱ Direct-relation matrix

ارزیابی معیارهای تأثیرگذار در اولویت‌بندی برخی شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوزه رودخانه کرخه با هدف تخصیص آب

$$k = \max \left(\sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\tilde{N} = \frac{1}{k} \times \tilde{X} \quad (3)$$

ماتریس ارتباط مستقیم نرمال \tilde{N} به دست می‌آید. همه عناصر در این ماتریس، مقادیری بین ۰-۱ دارد و عناصر قطر اصلی این ماتریس برابر صفر است (۱۸).

جدول ۱. مقیاس‌های ارجحیت در مقایسات زوجی (۱۸)

مقادیر عددی	عبارات بیانی	اعداد فازی مثلثی (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})
۰	بدون تأثیر	(۰, ۰, ۰/۲۵)
۱	تأثیر خیلی کم	(۰, ۰/۲۵, ۰/۵)
۲	تأثیر کم	(۰/۲۵, ۰/۵, ۰/۷۵)
۳	تأثیر زیاد	(۰/۵, ۰/۷۵, ۱)
۴	تأثیر خیلی زیاد	(۰/۷۵, ۱, ۱)

(تبدیل مقادیر فازی به مقادیر قطعی) را معرفی کرد و بیان داشت این روش مقادیر فازی زدایی شده را بهتر ارائه می‌دهد (۱۷). این روش با الگوریتمی پنج مرحله‌ای و بر اساس مقادیر بیشینه و کمینه اعداد فازی و نرمال‌سازی مقادیر، مقادیر قطعی را محاسبه می‌کند. بدین ترتیب، با فازی‌زدایی مقادیر، ماتریس ارتباط کلی و قطعی معیارها (T) به دست می‌آید. همچنین، جمع مقادیر برای سطر (D) و ستون (R) هر معیار از این ماتریس با توجه به روابط (۵) و (۶) محاسبه می‌شود تا نتایج با استفاده از آن تحلیل شود.

$$D = \left[\sum_{j=1}^n t_{ij} \right] = [t_i] n \times 1 \quad (5)$$

$$R = \left[\sum_{i=1}^n t_{ij} \right] = [t_j] 1 \times n \quad (6)$$

مقادیر D در این ماتریس نشانگر میزان تأثیرگذاری آن معیار بر سایر معیارهای تخصیص آب و مقادیر R نشانگر میزان تأثیرپذیری آن معیار بر سایر معیارهاست. مقادیر $(D+R)$ میزان تأثیر و تأثر معیار مورد نظر را نشان می‌دهد، به طوری که هر چه این مقدار بیشتر باشد، آن معیار تعامل

مرحله ۳. محاسبه ماتریس ارتباط کلی^۱

برای محاسبه ماتریس ارتباط کلی \tilde{T} از رابطه (۴) استفاده می‌شود. در این رابطه I ماتریس همانی $n \times n$ است. درایه $\tilde{t}_{ij} = (t_{ij}^l, t_{ij}^m, t_{ij}^u)$ این ماتریس تأثیر غیرمستقیمی را نشان می‌دهد که عامل i بر عامل j می‌گذارد (۱۸).

$$\tilde{T} = \tilde{N}(I - \tilde{N})^{-1} = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{11} & \tilde{t}_{12} & \dots & \tilde{t}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{t}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{t}_{n1} & \tilde{t}_{n2} & \dots & \tilde{t}_{nn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

پس از محاسبه ماتریس ارتباط کلی، می‌توان اقدام به فازی‌زدایی مقادیر کرد. ماتریس به دست آمده، همان ماتریس ارتباط کلی قطعی شده است و برای محاسبه الگوی روابط علت و معلولی می‌توان از آن استفاده کرد. برای فازی‌زدایی راهکارهای متعددی وجود دارد. Opricovic در سال ۲۰۰۳ با انتقاد از برخی از این روش‌ها، روش فازی‌زدایی CFCS^۲

1. total relation matrix
2. Converting fuzzy data into crisp scores

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

را در پی خواهد داشت. همچنین، به علت بی دقتی در مراحل طراحی، نظارت، اجرا و ساخت شبکه و عدم نظارت صحیح بر نحوه توزیع آب و نداشتن دستورالعمل خاصی برای فعالیت‌های مربوط به بهره‌برداری و نگهداری، با کمبود آب در شبکه آبیاری و زهکشی مواجه است (۵). بنابراین، با وجود منابع آبی محدود، لزوم برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب یکپارچه در زمینه تخصیص آب در بخش کشاورزی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی احساس می‌شود. اما، به دلیل تأثیر عوامل مختلف کمی و کیفی در این امر و پیچیدگی روابط بین آن‌ها، شناخت این عوامل و چگونگی روابط بین آنان در اولویت راهکارها قرار می‌گیرد. در این تحقیق، برای نیل به اهداف بیان‌شده و به منظور شناسایی اولیه روابط بین معیارها از نظرات خبرگان مطلع از شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوضه آبریز رودخانه کرخه واقع در محدوده استان خوزستان استفاده شد.

تعیین معیارها

به منظور ساختاردهی اطلاعات و ارزیابی معیارها، با اتکا بر مطالعات کتابخانه‌ای، معیارهای اولیه تعیین شد. در مرحله بعد، به کمک مصاحبه و پرسشنامه، معیارهای نهایی با توجه به شرایط منطقه به دست آمد و مقایسه‌های زوجی بین معیارها را خبرگان انجام دادند. معیارهای نهایی در جدول ۲ نشان داده شده است.

بیشتری با سایر معیارها دارد. مقادیر (D-R) قدرت تأثیرگذاری هر معیار را نشان می‌دهد. به طور کلی، اگر (D-R) مثبت باشد، معیار عاملی علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. همچنین، به منظور تعیین اهمیت و وزن هر یک از معیارها از رابطه (۷) استفاده می‌شود (۸).

$$W_i = \sqrt{(D_i + R_i)^2 + (D_i - R_i)^2} \quad i = 1, 2, \dots, 30 \quad (7)$$

نمونه مطالعاتی

رودخانه کرخه از مناطق میانی و جنوب غربی رشته کوه‌های زاگرس، در نواحی غرب و شمال غرب کشور ایران سرچشمه گرفته است و پس از طی مسافتی در حدود ۹۰۰ کیلومتر در امتداد شمال به جنوب، سرانجام در مرز مشترک ایران و عراق به مرداب هورالعظیم می‌رسد. رودخانه کرخه، پس از رودخانه کارون و دز، سومین رودخانه بزرگ ایران از نظر آبدهی محسوب می‌شود. متأسفانه، به دنبال خشکسالی، کم‌بارشی و برداشت آب از بالادست رودخانه‌ها، حوضه رودخانه کرخه، یکی از حوضه‌هایی است که با مشکل ۸۰ درصدی تأمین آب اراضی کشاورزی روبه‌رو شده است که به تبع آن، مشکلات اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی، از قبیل افزایش بیکاری، افزایش ناهنجاری‌های اجتماعی و افزایش گردوغبار در هورالعظیم

جدول ۲. معیارهای تخصیص آب (۶، ۲۹، ۳۰، ۳۱)

معیار	عنوان	توضیح
C1	بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی	ارزش محصول تولیدشده به آب مصرفی - معیار اقتصادی
C2	راندمان آبیاری	حجم خالص آب آبیاری مورد نیاز به حجم کل آب تخصیص‌یافته - معیار اقتصادی

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

ارزیابی معیارهای تأثیرگذار در اولویت‌بندی برخی شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوزه رودخانه کرخه با هدف تخصیص آب

ادامه جدول ۲. معیارهای تخصیص آب (۶، ۲۹، ۳۰، ۳۱)

معیار	عنوان	توضیح
C3	آب مجازی	معادل جمع کل آب مصرفی در مراحل مختلف زنجیره تأمین از لحظه شروع تا پایان - معیار مدیریتی ^۱
C4	سطح آبیاری تحت فشار	سطح اراضی کشاورزی با آبیاری تحت فشار به سطح زیر کشت آبی - معیار مدیریتی
C5	بهره‌وری تولیدات کشاورزی آبی	کل تولیدات کشاورزی آبی به کل آب مصرفی کشاورزی - معیار اقتصادی
C6	معیار سرانه بخش صنعت	حجم آب برداشت شده در بخش صنعت به جمعیت شاغل پیش‌بینی شده در این بخش - معیار مدیریتی
C7	معیار مصرف شرب	میزان مصرف شرب به کل مصرف - معیار مدیریتی
C8	معیار مصرف صنعت	میزان مصرف صنعت به کل مصرف - معیار مدیریتی
C9	معیار مصرف کشاورزی	میزان مصرف کشاورزی به کل مصرف - معیار مدیریتی
C10	پتانسیل بازیابی آبخوان	حجم استاتیک آبخوان به تغذیه طبیعی آبخوان - معیار محیط‌زیستی
C11	وابستگی به آب زیرزمینی	حجم بهره‌برداری از آبخوان به کل حجم بهره‌برداری از آب سطحی و زیرزمینی - معیار محیط‌زیستی
C12	کاهش افت آبخوان	ضخامت سفره به متوسط افت آبخوان در پنج سال اخیر - معیار محیط‌زیستی
C13	سرانه آب تجدیدپذیر	کل منابع آب در دسترس به جمعیت - معیار مدیریتی
C14	معیار پایداری آبخوان	کل تخلیه از آبخوان به کل تغذیه به آبخوان - معیار محیط‌زیستی
C15	معیار تغییر اقلیم (دما و بارندگی)	متوسط درجه حرارت / بارش ده ساله به متوسط درجه حرارت / بارش دراز مدت - معیار محیط‌زیستی
C16	نرخ فرسایش خاک	معیار محیط‌زیستی
C17	شور و سدیمی شدن خاک	مساحت خاک شور و سدیمی تحت کشت به کل اراضی تحت کشت - معیار محیط‌زیستی
C18	میزان BOD (پارامتر آلاینده)	معرف پارامتری به عنوان شناسایی احتمال آلودگی منابع آب در محدوده مورد نظر - معیار محیط‌زیستی
C19	معیار خشکسالی	کمی کردن شدت خشکسالی بر اساس معیار SDI (شاخص دبی استاندارد شده) - معیار محیط‌زیستی
C20	حقابۀ محیط‌زیستی پایین دست	حداقل نیاز محیط‌زیستی تالاب و رودخانه‌ها برای حفظ فرایند طبیعی زیست‌بوم - معیار محیط‌زیستی
C21	سرانه مصرف آب زیرزمینی	برداشتی آب زیرزمینی به جمعیت - معیار محیط‌زیستی
C22	نسبت اراضی تحت کشت	اراضی تحت کشت به مساحت حوضه - معیار مدیریتی
C23	اشتغال‌زایی	معیار اجتماعی
C24	مهاجرت	معیار اجتماعی

۱. معیارهای مدیریتی ذکر شده بر مدیریت و پایداری منابع آب و تعادل عرضه و تقاضای آب تمرکز دارد.

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

ادامه جدول ۲. معیارهای تخصیص آب (۶، ۲۹، ۳۰، ۳۱)

معیار	عنوان	توضیح
C25	عدالت اجتماعی	معیار اجتماعی
C26	نرخ رشد جمعیت	جمعیت اضافه شده در هر سال به ازای هر هزار نفر - معیار اجتماعی
C27	رفاه اجتماعی ناشی از آب	پوشش شبکه توزیع آب، همچنین مقدار برخورداری واقعی کمی علاوه بر پوشش خانگی - معیار اجتماعی
C28	نرخ اشتغال روستایی در کشاورزی	کل جمعیت شاغل روستایی به جمعیت شاغل روستایی در بخش کشاورزی - معیار اجتماعی
C29	مشارکت ذی مدخلان	تعیین کارگروه‌ها در سطح استان، یکی از اصول مدیریت یکپارچه منابع آب - معیار اجتماعی
C30	سهم تشکل آب بران	این معیار نشان دهنده میزان مشارکت بهره برداران (ذی نفعان) در مدیریت منابع آب است - معیار اجتماعی

جدول ۳. ماتریس ارتباط کلی فازی

	C1	C2	C3	C28	C29	C30
C1	{0.02,0.07,0.21}	{0.01,0.06,0.19}	{0.03,0.08,0.21}	...	{0.03,0.09,0.23}	{0.04,0.1,0.24}
C2	{0.05,0.11,0.25}	{0.01,0.05,0.18}	{0.04,0.09,0.23}	...	{0.04,0.1,0.24}	{0.04,0.11,0.25}
C3	{0.03,0.07,0.21}	{0.02,0.06,0.18}	{0.01,0.04,0.16}	...	{0.01,0.05,0.19}	{0.02,0.07,0.2}
...
C28	{0.03,0.09,0.23}	{0.02,0.06,0.19}	{0.03,0.08,0.21}	...	{0.01,0.06,0.19}	{0.04,0.1,0.23}
C29	{0.05,0.12,0.26}	{0.04,0.09,0.21}	{0.05,0.11,0.23}	...	{0.05,0.11,0.24}	{0.05,0.13,0.25}
C30	{0.5,0.12,0.26}	{0.04,0.09,0.21}	{0.05,0.11,0.23}	...	{0.05,0.11,0.24}	{0.03,0.09,0.22}

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از اجرای مدل، در سه بخش جداگانه با عنوان نتایج روش فازی دیمتل، ارزیابی روابط متقابل میان معیارهای تخصیص آب و تعیین وزن معیارهای تخصیص آب شرح داده می شود.

• نتایج روش فازی دیمتل

پس از تعیین معیارها و مقایسات زوجی بین آنها از خبرگان، ماتریس ارتباط مستقیم تشکیل شد و با استفاده از جدول ۱ عبارات بیانی پاسخ دهندگان به اعداد فازی مثلثی تبدیل و ماتریس ارتباط مستقیم فازی تشکیل شد. سپس، با تقسیم درایه های ماتریس بر بیشینه مقادیر ماتریس نرمال

فازی به دست آمد. در آخر، با استفاده از رابطه (۴) ماتریس

ارتباط کلی فازی حاصل شد (جدول ۳).

با محاسبه ماتریس ارتباط کلی فازی، با استفاده از روش CFCS اقدام به فازی زدایی شد. بدین ترتیب، با قطعی سازی مقادیر، ماتریس ارتباط کلی (T) معیارها به دست آمد. همچنین، جمع مقادیر سطر (D) و ستون (R) برای هر معیار از این ماتریس محاسبه می شود تا نتایج با استفاده از آن تحلیل شود. نتایج اجرای این تکنیک برای معیارهای تخصیص آب در جدول ۴ نمایش داده شده است و با توجه به آن نمودار گرافیکی علت و معلولی میان معیارهای تخصیص آب در شکل ۱ رسم شده است.

مدیریت آب و آبیاری

ارزیابی معیارهای تأثیرگذار در اولویت‌بندی برخی شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوزه رودخانه کرخه با هدف تخصیص آب

جدول ۴. خروجی نهایی محاسبات تکنیک DEMATEL فازی در ارزیابی معیارهای تخصیص آب

معيار	عنوان	D	R	D+R	D-R	معيار	D	R	D+R	D-R	معيار	عنوان	D	R	D+R	D-R
C1	بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی	3.22	3.08	6.31	0.14	C16	1.56	2.01	3.56	-0.45		نرخ فرسایش خاک	1.56	2.01	3.56	-0.45
C2	راندمان آبیاری	3.35	2.31	5.66	1.04	C17	1.56	2.64	4.20	-1.09		شور و سدیمی شدن خاک	1.56	2.64	4.20	-1.09
C3	آب مجازی	2.43	2.74	5.17	-0.31	C18	2.03	3.01	5.05	-0.98		میزان BOD (پارامتر آلاینده)	2.03	3.01	5.05	-0.98
C4	سطح آبیاری تحت فشار	2.02	2.78	4.80	-0.76	C19	3.46	2.65	6.11	0.81		معیار خشکسالی	3.46	2.65	6.11	0.81
C5	بهره‌وری تولیدات کشاورزی	3.24	2.99	6.23	0.26	C20	3.01	3.00	6.01	0.01		حقابۀ محیط‌زیستی پایین‌دست	3.01	3.00	6.01	0.01
C6	معیار سرانه بخش صنعت	1.57	2.28	3.84	-0.71	C21	3.21	2.94	6.15	0.27		سرانه مصرف آب زیرزمینی	3.21	2.94	6.15	0.27
C7	معیار مصرف شرب	1.61	2.07	3.68	-0.46	C22	3.40	2.87	6.27	0.52		نسبت اراضی تحت کشت	3.40	2.87	6.27	0.52
C8	معیار مصرف صنعت	1.63	2.32	3.96	-0.69	C23	2.43	2.91	5.35	-0.48		اشتغال‌زایی	2.43	2.91	5.35	-0.48
C9	معیار مصرف کشاورزی	3.42	3.00	6.42	0.43	C24	2.84	3.24	6.08	-0.39		مهاجرت	2.84	3.24	6.08	-0.39
C10	پتانسیل بازیابی آبخوان	3.21	2.91	6.12	0.30	C25	2.84	3.08	5.92	-0.24		عدالت اجتماعی	2.84	3.08	5.92	-0.24
C11	وابستگی به آب زیرزمینی	3.21	2.99	6.20	0.22	C26	3.50	2.85	6.36	0.65		نرخ رشد جمعیت	3.50	2.85	6.36	0.65
C12	کاهش افت آبخوان	3.21	2.99	6.20	0.22	C27	2.84	3.05	5.89	-0.21		رفاه اجتماعی ناشی از آب	2.84	3.05	5.89	-0.21
C13	سرانه آب تجدیدپذیر	3.15	3.03	6.19	0.12	C28	2.84	2.88	5.72	-0.04		نرخ اشتغال روستایی در کشاورزی	2.84	2.88	5.72	-0.04
C14	معیار پایداری آبخوان	3.21	3.07	6.27	0.14	C29	3.64	3.06	6.70	0.59		مشارکت ذی‌مدخلان	3.64	3.06	6.70	0.59
C15	معیار تغییر اقلیم (دما و بارندگی)	3.46	2.76	6.22	0.70	C30	3.64	3.24	6.89	0.40		سهم تشکل آب‌بران	3.64	3.24	6.89	0.40

سهولت می‌بخشد. این چهار بخش در شکل ۲ نمایش داده شده است.

با توجه به چهار ناحیه تشکیل شده در شکل ۲، معیارها به چهار دسته زیر تقسیم‌بندی می‌شود. بنابراین، ارزیابی و تحلیل آن به سادگی امکان‌پذیر است. این نتایج در جدول ۵ ارائه شده است.

در روش دیمتل، به منظور درک بهتر و نمایش روابط متقابل میان معیارها، نقشه روابط شبکه‌ای رسم می‌شود. در اینجا به علت تعدد معیارها از ترسیم تمام روابط شبکه‌ای صرف نظر شده است و از هر یک از معیارهای اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و محیط‌زیستی تنها تعدادی از آن‌ها که تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بالایی دارد انتخاب و در شکل ۳ نشان داده شد. برای مثال، معیار C1 و C9 تأثیرگذاری متقابل دارد، ولی رابطه معیار C1 و C4 یک‌طرفه و با تأثیرگذاری معیار اول بر معیار چهارم است (بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی = C1، سطح آبیاری تحت فشار = C4، معیار مصرف کشاورزی = C9، تغییر اقلیم = C15، شوری خاک = C17، اشتغال‌زایی = C23، مشارکت ذی‌مدخلان = C29).

• ارزیابی روابط متقابل میان معیارهای تخصیص آب

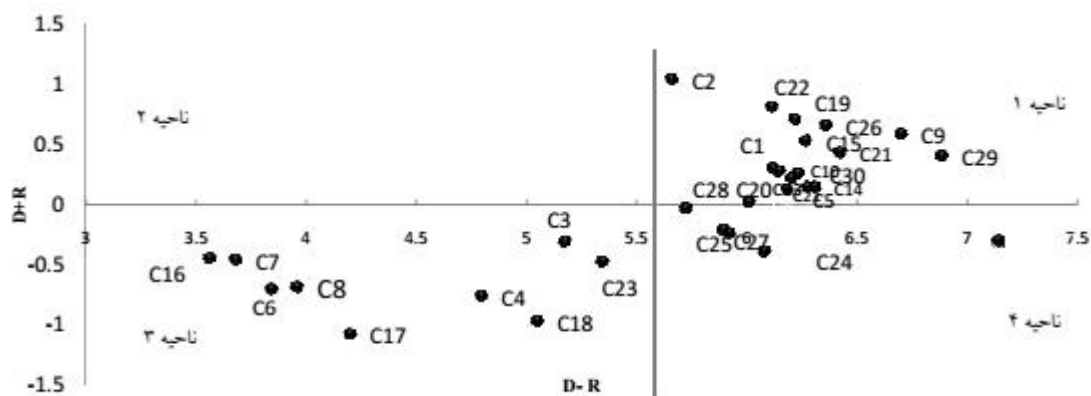
برای مشخص کردن ارتباط بین معیارها با توجه به فرض‌های این تکنیک، به روش زیر عمل می‌شود (۱۲، ۱۶):

۱. اگر $D_i - R_j < 0$ و $D_i + R_j = \delta$ و δ عددی بزرگ باشد، آنگاه معیار (i) از معیارهای اساسی و تأثیرپذیر (معلول) مسئله مورد نظر است و به دلیل اینکه بیشترین تعامل را با سایر معیارها دارد، باید مورد توجه قرار گیرد.

۲. اگر $D_i - R_j > 0$ و $D_i + R_j = \delta$ و δ عددی بزرگ باشد، آنگاه معیار (i) معیار هسته‌ای و تأثیرگذار (علت) مسئله و دارای بیشترین تعامل با سایر معیارهاست و در اولویت قرار می‌گیرد.

۳. اگر $D_i + R_j = \varepsilon$ و $D_i - R_j < 0$ و ε عددی کوچک باشد، آنگاه معیار (i) معیاری است مستقل که معیارهای کمی روی آن تأثیر می‌گذارد.

۴. اگر $D_i + R_j = \varepsilon$ و $D_i - R_j > 0$ و ε عددی کوچک باشد، آنگاه معیار (i) معیاری است مستقل که روی تعداد کمی از معیارهای دیگر اثر می‌گذارد. می‌توان بیان داشت مراحل فوق موجب ایجاد ناحیه‌ای متشکل از چهار بخش می‌شود که استفاده از آن درک روابط بین معیارها را

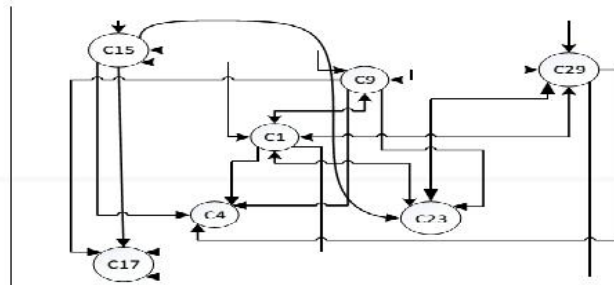


شکل ۲. نمودار گرافیکی روابط علت و معلولی معیارهای تخصیص آب

ارزیابی معیارهای تأثیرگذار در اولویت‌بندی برخی شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوزه رودخانه کرخه با هدف تخصیص آب

جدول ۵. تفسیر نتایج حاصل از دسته‌بندی معیارهای تخصیص آب قرارگرفته در سه ناحیه

معیارها	ناحیه تشکیل شده
بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی، راندمان آبیاری، بهره‌وری تولیدات کشاورزی آبی، معیار مصرف کشاورزی، پتانسیل بازیابی آبخوان، وابستگی به آب زیرزمینی، کاهش افت آبخوان، سرانه آب تجدیدپذیر، معیار پایداری آبخوان، معیار تغییر اقلیم (دما و بارندگی)، حدود BOD (پارامتر آلاینده)، معیار خشکسالی، اهمیت حقابه‌های محیط‌زیستی پایین‌دست، سرانه مصرف آب زیرزمینی، نسبت اراضی تحت کشت، نرخ رشد جمعیت، سهم تشکل آب‌بران و مشارکت ذی‌مدخلان	ناحیه اول: معیارهای دارای بیشترین تعامل با سایر معیارها به‌عنوان معیارهای هسته‌ای و تأثیرگذار (علت) باید در اولویت قرارگیرد.
آب مجازی، سطح آبیاری تحت فشار، معیار سرانه بخش صنعت، معیار مصرف شرب، معیار مصرف صنعت، نرخ فرسایش خاک، شوری و سدیمی شدن خاک و اشتغال‌زایی	ناحیه سوم: معیارهای دارای تأثیرپذیری (معلول) و معیارهای مستقلی که تأثیرپذیری کمتری از معیارهای دیگر دارند.
معیارهایی مهاجرت، عدالت اجتماعی، رفاه اجتماعی ناشی از آب و نرخ اشتغال منطقه	ناحیه چهارم: معیارهای تأثیرپذیر (معلول) مسئله که نسبتاً تحت تأثیر معیارهای زیادی است. بنابراین، اشتغال منطقه به‌عنوان معیارهای اصلی باید ارزیابی شود.



شکل ۳. نمودار روابط شبکه‌ای معیارهای تخصیص آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی

اولویت‌بندی تخصیص آب به شبکه‌ها نیز تغییر خواهد کرد. در روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در تغییر اولویت‌بندی گزینه‌ها، وزن معیارهاست. در اکثر روش‌های قدیمی، تعیین وزن معیارها را یا تصمیم‌گیرندگان انجام می‌دهند (که بر مبنای تجربیات آن‌هاست، نه بر اساس روش ریاضی) یا بر اساس

چگونگی ارتباط بین این معیارها در تعیین وزن نهایی آن‌ها (رابطه ۷) و در نتیجه در اولویت‌بندی نهایی گزینه‌ها، شامل ارزیابی تخصیص آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، تأثیرگذار است. چون نتایج حاصل از روش دیمتل فازی ورودی در روش ANP در ارزیابی گزینه‌های مختلف استفاده شده است، اگر وزن معیارها تغییر کند،

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶

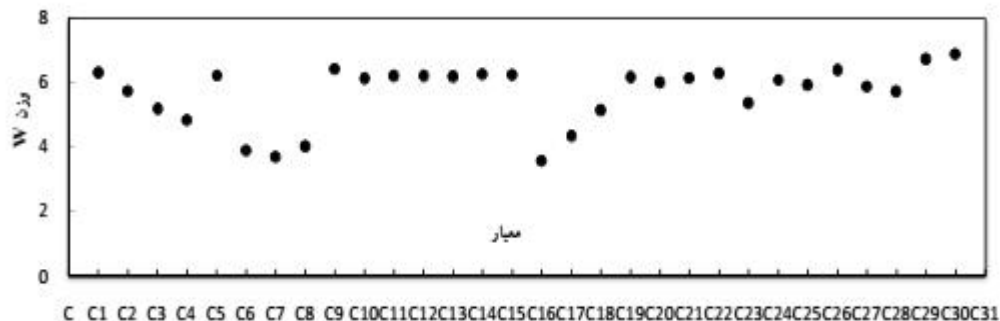
نتیجه گیری

هنگامی که تخصیص آب به صورت تصمیم گیری چند معیاره مطرح می شود، معیارهای تخصیص وزن دهی می شود تا با استفاده از آن‌ها گزینه‌های ارجح در تخصیص مشخص شود. بدین ترتیب، اهمیت دیمتال با وزن دهی به معیارها مشخص می شود. علاوه بر آن به تصمیم گیرنده در تعیین روابط شبکه‌ای و انتخاب گزینه برتر کمک می کند. نتایج به دست آمده از اجرای دیمتال فازی نشان می دهد که دو معیار اجتماعی مشارکت ذی مدخلان و سهم تشکل آب بران و در کنار آن معیار محیط زیستی تغییر اقلیم به عنوان معیارهای تأثیرگذار و دارای اهمیت مطرح شد و در اولویت قرار گرفت. از طرفی، معیارهای مهاجرت، نرخ اشتغال منطقه، عدالت اجتماعی و رفاه اجتماعی ناشی از آب معیارهای اجتماعی تأثیرپذیر مطرح شد که به شدت تحت تأثیر معیارهای تأثیرگذار بیان شده است. همچنین، می توان ذکر کرد که با کاربرد دیمتال تعداد مقایسات زوجی به اندازه قابل توجهی کاهش می یابد و علاوه بر آن خروجی روش دیمتال بخشی از ورودی سوپر ماتریس ANP مسئله به کار برده می شود. بدین ترتیب، علاوه بر اینکه دیمتال در ارزیابی معیارها مؤثر است، به طور مستقیم در تصمیم گیری چند معیاره تأثیرگذار خواهد بود.

روش هایی است که در آن روابط شبکه‌ای بین معیارها در تصمیم گیری در نظر گرفته نمی شود، مانند روش آنتروپی و روش AHP (دارای ساختار سلسله مراتبی). در روش فازی دیمتال، نه تنها روابط شبکه‌ای بین معیارها و میزان اهمیت آن‌ها تعیین می شود، بلکه عدم قطعیت‌های موجود در تصمیم گیری با استفاده از ریاضیات فازی در نظر گرفته می شود.

• تعیین وزن معیارهای تخصیص آب

همچنین، وزن و اهمیت هر یک از معیارها با استفاده از رابطه (۷) به دست آمد (شکل ۴). همان طور که مشخص است در این شکل نیز همانند شکل ۲، برای نمونه، معیارهای تشکل آب بران و مشارکت ذی مدخلان در میان معیارها در ارجحیت قرار گرفت که یکی از اصول مدیریت یکپارچه منابع آب مطرح شد. از طرفی، در اولویت قرار گرفتن این معیارها ممکن است مؤید سیاست‌های اخیر اتخاذ شده در خصوص محدودیت و تخصیص منابع آب، لزوم مدیریت و برنامه ریزی در شبکه‌های آبیاری و منابع آب، حکمرانی آب و تصمیم گیری گروهی باشد. با توجه به اینکه معیار مصرف شرب و نرخ فرسایش خاک معیاری مستقل و با اهمیت پایین معرفی شد، می توان بیان داشت که معیار تخصیص آب در منطقه مطالعاتی محسوب نمی شود.



شکل ۴. نمودار گرافیکی وزن هر یک از معیارهای تخصیص آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی

مدیریت آب و آبیاری

- منابع
1. شریفی م. و نوری م. (۱۳۸۹) بررسی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و کاربرد آن‌ها در مدیریت منابع آب. پنجمین کنگره ملی عمران. دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.
 2. صفاری ن. و ضرغامی م. (۱۳۹۲) تخصیص بهینه منابع آب سطحی حوضه دریاچه ارومیه به استان‌های ذی‌نفع با روش‌های تصمیم‌گیری فاصله‌محور. دانش آب و خاک. ۲۳(۱): ۱۳۵-۱۴۹.
 3. طالبی د. و آرشیور آ. (۱۳۹۲) ارزیابی عملکرد آموزشی با رویکرد مقایسه‌ای تحلیل شبکه‌ای و دیمتل. چشم‌انداز مدیریت صنعتی. ۱۰(۳): ۸۵-۱۰۰.
 4. غزالی م.، روزبهرانی ع.، هنر ت.، محمدی ف. (۱۳۹۴) اولویت‌بندی سناریوهای تخصیص آب سد زاینده‌رود به مصرف‌کنندگان مختلف؛ با رویکرد مدل‌های خبره تصمیم‌گیری چند معیاره. مدیریت آب و آبیاری. ۵(۱): ۹۷-۱۱۳.
 5. محمدزاده شعبه‌گرا، روانبخش ج. و مالگرد ع. (۱۳۹۲) بررسی شیوه بهره‌برداری و نگهداری شبکه آبیاری و زهکشی جنوب کرخه نور و راهکارهایی جهت افزایش کارایی پروژه. همایش ملی مهندسی عمران کاربردی و دستاوردهای نوین. کرج.
 6. مطالعات به‌هنگام‌سازی طرح جامع آب در حوضه آبریز کرخه. تدوین معیارهای مدیریت منابع آب و مصارف آب. شرکت بهان سد.
 7. Büyüközkan G. and Çifçi G. (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. Expert Systems with Applications. 39(3): 3000-3011.
 8. Dalalah D., Hayajneh M. and Batieha F. (2011) A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. Expert Systems with Applications. 38(7): 8384-8391.
 9. Fontela E. and Gabus A. (1976). The dematel observer. Battelle Geneva Research Centre.
 10. Ho L.H., Hsu M.T. and Yen T.M. (2015). Identifying core control items of information security management and improvement strategies by applying fuzzy DEMATEL. Information and Computer Security. 23(2): 161-177.
 11. Kiani Mavi R. and Shahabi H. (2015) Using fuzzy DEMATEL for evaluating supplier selection criteria in manufacturing industries. Logistics Systems and Management. 22(1): 15-42.
 12. Lee Y.C., Li M.L., Yen T.M. and Huang T.H. (2010) Analysis of adopting an integrated decision making trial and evaluation laboratory on a technology acceptance model. Expert Systems with Applications. 37(2): 1745-1754.
 13. Lin R.J. (2011) Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. Cleaner Production. 40: 32-39.
 14. Luthra S., Govindan K., Kharb R.K. and Mangla S.K. (2016) Evaluating the enablers in solar power developments in the current scenario using FDEMATEL: An Indian perspective. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 63: 379-397.
 15. Mamikhani J., Tofighi S., Sadeghifar J., Heydari M. and Hosseini Jenab V. (2014) Prioritizing the compensation mechanisms for nurses working in emergency department of hospital using fuzzy DEMATEL technique: A survey from Iran. Health Science. 6(2): 86-93.

16. Mehregan M.R., Hashemi S.H., Karimi A. and Merikhi B. (2014) Analysis of interactions among sustainability supplier selection criteria using ISM and fuzzy DEMATEL. *Applied Decision Sciences*. 7(3): 270-294.
17. Opricovic S. and Tzeng G.H. (2003). Defuzzification within a multicriteria decision model .*Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems*. 11(5): 635-652.
18. Patil S.K. and Kant R. (2014) A hybrid approach based on fuzzy DEMATEL and FMCDM to predict success of knowledge management adoption in supply chain. *Applied Soft Computing*. 18: 126-135.
19. RazaviToosi S.L. and Samani J.M.V. (2012) Evaluating water transfer projects using Analytic Network Process (ANP). *Water Resources Management*. 26: 1999-2014.
20. RazaviToosi S.L. and Samani J.M.V. (2014) A new integrated MADM technique combined with ANP, FTOPSIS and fuzzy max-min set method for evaluating water transfer projects. *Water Resource Management*. 28(12): 4257-4272.
21. Rouhani S., Ashrafi A. and Afshari S. (2014) Fuzzy DEMATEL model for evaluation criteria of business intelligence. *The 16th International Conference on Enterprise Information Systems*. Lisbon, Portugal.
22. Saaty Thomas L. (1999) *Fundamental of the analytic network process*. University of Pittsburgh, USA.
23. Sangaiah A.K., Subramaniam P.R. and Zheng X. (2015). A combined fuzzy DEMATEL and fuzzy TOPSIS approach for evaluating GSD project outcome factors. *Neural Computing and Applications*. 26(5): 1025-1040.
24. Trevithick S., Flabouris A. Tall G. and Webber C. (2003). *International EMS systems: New South Wales*. Australia, *Resuscitation*. 59(2): 70-165.
25. Uygun Ö., Kaçamak H. and AKahraman Ü.A. (2015). An integrated DEMATEL and fuzzy ANP techniques for evaluation and selection of outsourcing provider for a telecommunication company. *Computers and Industrial Engineering*. 86: 137-146.
26. Vafadarnikjoo A., Mobin M.S., Allahi S. and Rastegari A. (2015) A hybrid approach of intuitionistic fuzzy set theory and DEMATEL method to prioritize selection criteria of bank branches locations. *American Society for Engineering Management. International Annual Conference, Indianapolis, Indiana, USA*.
27. Xiao C., Shao D. and Yang F. (2011). Improved TOPSIS method and its application on initial water rights allocation in the watershed. *International Conference on Information Computing and Applications*. Berlin Heidelberg.
28. Yang Y.P.O., Shieh H.M. and Tzeng G.H. (2013) A VIKOR technique based on DEMATEL and ANP for information security risk control assessment. *Information Sciences*. 232: 482-500.
29. Yusop Z., Shirazi S.M., Roslan N.A.B. and Zardari N.H. (2015). Prioritization of farmlands in a multicriteria irrigation water allocation: Promethee and gaia applications. *Transactions of the SABE*. 58(1): 73-82.
30. Zardari N., Cordery I. and Sharma A. (2010) An objective multi attribute analysis approach for allocation of scarce irrigation water resources. *The American Water Resources Association*. 46(2): 412-428.
31. Zormpa D., Tzimopoulos C., Evangelides C. and Sakellariou M. (2015) Multiple criteria

ارزیابی معیارهای تأثیرگذار در اولویت‌بندی برخی شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوزه رودخانه کرخه با هدف تخصیص آب

decision making using vikor method application
in irrigation network in the THESSALONIKI
plain. Proceedings of the 14th International

Conference on Environmental Science and
Technology. Rhodes, Greece.

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۶