

اولویت بندی تخصیص منابع آب سد جیرفت تحت رویکرد خشکسالی با کاربرد تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS)

زینب افزلی^۱، محمدرضا زارع مهرجردی^۲، صدیقه نبی بیان^۳

تاریخ ارسال: ۱۳۹۶/۰۳/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۲۹

چکیده

سد جیرفت یکی از مهمترین سدهای استان کرمان می باشد که وظیفه تأمین نیاز بخش های مختلف را بر عهده دارد. خشکسالی اخیر سبب بروز پیچیدگی در امر مدیریت منابع آب در این منطقه گردیده است. از اینرو نیاز است، با توجه به شرایط بحرانی آب در منطقه، برنامه ایی جهت تخصیص بهینه منابع آب این سد عملیاتی شود. از اینرو هدف اصلی این پژوهش اولویت بندی تخصیص منابع آب سد جیرفت می باشد. جهت تحقق این هدف از تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS) تحت ۸ شاخص مدیریتی بهره گرفته شد. جمع آوری اطلاعات مورد نیاز، از مطالعات کتابخانه ایی و هم چنین نظرخواهی از کارشناسان و خبرگان بخش های مربوطه انجام پذیرفته است. نتایج مطالعه نشان می دهد بخش کشاورزی در رتبه اول با شاخص شباهت ۰/۵۱ از نظر تخصیص منابع آب قرار دارد. جایگاه دوم مربوط به بخش انرژی برقابی با شاخص شباهت ۰/۴۴ می باشد. در انتها با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهادات کاربردی ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: اولویت بندی، تخصیص، خشکسالی، سد جیرفت، FTOPSIS

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان (Zafzali502@yahoo.com) مستخرج از پایان نامه

کارشناسی ارشد

^۲ دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان و نویسنده مسئول (Zare@uk.ac.ir)

^۳ استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

مقدمه

در نگرش جدید جهانی، آب کالایی اقتصادی-اجتماعی و به عنوان نیاز اولیه انسان محسوب میشود. افزایش سریع جمعیت از یک سو و محدودیت تامین منابع آب های شیرین از سوی دیگر باعث پدید آمدن رقابت و چالش شدید بین بخش ها و مناطق مختلف مصرف کننده آب شده است (هیمن و همکاران، ۱۳۹۳). ایران با متوسط نزولات جوی ۲۶۰ میلی متر در سال از کشورهای خشک جهان و دارای منابع آب محدود است. از طرفی دیگر، رشد روز افزون جمعیت و نیاز به تامین غذا، احداث و اجرای پروژه های آبیاری و زهکشی، استفاده مطلوب از منابع آب و همچنین روشهای نوین در اختصاص بهینه منابع آب را انکار ناپذیر می نماید (منتظر و همکاران، ۱۳۸۹).

آب اولین و مهمترین عامل محدودیت در افزایش تولیدات کشاورزی می باشد، هم چنین پیش بینی می شود که در آینده تغییرات اقلیمی در جهت گرم شدن هوا بوده و در نتیجه نیاز آبی گیاهان افزایش یافته و استفاده از منابع آب هرچه بیشتر محدود گردد. لذا نیاز به برنامه ریزی دقیق تری برای استفاده بهینه از منابع آب موجود خصوصا در مصرف کشاورزی که قسمت عمده مصرف منابع آب کشور را شامل می شود احساس می گردد (Bournaski et al, 2006). مخزن سدها نقش مهمی در مدیریت آب های سطحی و تغییر رژیم رودخانه های پایین دست در مقیاس های زمانی مختلف ایفا می کند. در مناطق مدیترانه ای که دبی مخازن در فصول مرطوب افزایش می یابد و حجم آب مخزن در فصل بهار به بیشترین حد می رسد و بر عکس در فصل کم آبی با کاهش میزان دبی و ورودی حجم مخزن به کمترین حد میرسد، نقش کنترلی سدها بسیار مهم است (Ánagnostopoulos et al, 2005).

تخصیص آب فرایند معین و کمی کردن حجم آب در دسترس برای استفاده های گوناگون آن است. این فرایند ترکیبی از فعالیتهایی است که مصرف کنندگان آب قادرند آب را به منظور اهداف اقتصادی خود مطابق سیستم های شناخته شده اولویت ها دریافت کنند. افزایش جمعیت و نیاز روز افزون به تولید بیشتر مواد غذایی، لزوم توسعه اقتصادی و اجتماعی، تغییرات

اساسی در الگوی زندگی بشر، محدودیت منابع آب در دسترس و وجود خشکسالی های پیاپی امروزه ارزش آب را بعنوان ماده اصلی جهان بر کلیه جوامع روشن ساخته است (Rudi, 2009). این عوامل و نقش مهم آب در توسعه پایدار، سبب توجه بیش از پیش مسئولین به مدیریت تقاضا و عرضه آب در برنامه ریزی ها و سیاست گذاری های کلان کشور شده است. به همین جهت بهره برداری منابع آب می توانند راهی به سوی شکوفایی اقتصادی در یک جامعه تلقی شود. سدها و مخازن آب نقش مهمی در تامین نیاز آب شهری در چند سال اخیر داشته اند. این مخازن علاوه بر تامین نیاز آب مصرفی شرب، صنعت و کشاورزی در کنترل سیلاب، تولید انرژی، جذب توریسم و ایجاد محیط زیستی خاص اهمیت ویژه ای دارند (فرازمند، ۱۳۷۹).

شهرستان جیرفت در ۲۳۰ کیلومتری کرمان واقع شده است. این شهرستان با جمعیتی بالغ بر ۲۰۹۴۷۶ نفر و مساحت ۱۷۱۳۴ کیلومتر مربع می باشد. شهرستان جیرفت در کنار هلیل رود بزرگترین رود منطقه قرار گرفته و از تنوع آب و هوایی زیادی برخوردار است. این منطقه با دارا بودن حدود ۲۳۰ هزار هکتار زمین زراعی زیر کشت، از مناطق بسیار مستعد کشور در زمینه کشاورزی می باشد. از طرفی مهمترین منبع آب جهت تأمین نیازهای مختلف این منطقه سد جیرفت است. این سد با ذخیره حدود ۳۳۶ میلیون متر مکعب آب جهت تأمین نیازهای بخش کشاورزی، شرب، انرژی برقابی، کنترل سیل، تفریحی و گردشگری و نیاز زیست محیطی دشت جیرفت و تالاب جازموریان بهره برداری می شود. بر اثر خشکسالی ۱۸ سال اخیر در منطقه و کمبود منابع آب در منطقه، مقدار آب رها شده برای بعضی از نیازهای مذکور رهاسازی نگردیده و سبب خسارات جدی (مثل بخش محیط زیست) به بخش های مختلف می شود. از اینرو در مطالعه حاضر، سعی بر این است که با توجه به تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS) اولویت بندی منابع آب سد جیرفت به بخش های مختلف در شرایط خشکسالی تعیین و تحلیل گردد. در ارتباط با هدف تحقیق

با انجام مطالعات دقیق به عنوان راهکارهای دارای اولویت از این نظر تعیین گردید. طالبی و همکاران (۱۳۹۲)، در تحقیقی اولویت‌بندی با اهداف متفاوت طراحی برای سه معیار (اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی) و نه زیرمعیار (درآمد ناخالص، سطح زیر کشت، جذب توریسم، اشتغالزایی، سطح رفاه، افزایش جمعیت، شوری آب، اکوتوریسم پایین دست و تغییر الگوی کشت) و برای هفت گزینه (کشاورزی، زیست محیطی، صنعت، شرب، تفریحی، برق آبی، کنترل سیل) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد معیار اقتصادی با وزن جزیی ۰/۳۵۱ نسبت به دو معیار دیگر بیشترین اهمیت را دارد. افزون بر آن تخصیص آب به بخش کشاورزی با وزن نهایی ۰/۲۴۷ در اولویت اول قرار گرفت. نادر و همکاران (۱۳۹۳)، به منظور بررسی و تعیین اولویت تخصیص آب سد مهاباد، مدل سلسله مراتبی فازی را طراحی و تبیین نمود. ساختار سلسله مراتبی در تحقیق وی شامل ۶ گزینه تأمین آب بخش کشاورزی، شرب شهری، تولید برق، کنترل سیل و تفریحی-زیست محیطی بود. پس از اعمال نظر تصمیم گیرندگان و تعیین اوزان هر معیار، زیر معیار و نهایتاً گزینه، اوزان نهایی به منظور اولویت‌بندی تخصیص آب به گزینه‌ها، معیار اقتصادی با وزن ۰/۴۵ و معیار اجتماعی با وزن ۰/۲۳ به ترتیب بیشترین و کم‌ترین اهمیت را دارند و بخش کشاورزی با گرفتن وزن ۰/۳۵۶ بیشترین وزن را به خود گرفت. این مهم بیانگر اهمیت اقتصاد کشاورزی منطقه مهاباد و وابستگی بخش کشاورزی به آب سد، به منظور تأمین نیاز آبی خود می‌باشد. اما، کمترین وزن مربوط به کنترل سیل با مقدار ۰/۰۲۶ بود، که عدم به‌وجود آمدن سیل در منطقه در سال‌های اخیر، می‌تواند دلیل خوبی بر این قضیه باشد. دحیماوی و همکاران (۱۳۹۴)، در تحقیقی فرایند بکارگیری مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در اولویت‌بندی اجرای طرح‌های توسعه منابع آب مناطق روستایی استان خوزستان را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این تحقیق با بررسی وضعیت طرح‌های آبیاری و زهکشی مشارکت مردمی در حوزه عمل سازمان آب و برق استان خوزستان، شاخص‌های مورد

مطالعات متعددی در مناطق دیگر مورد بررسی قرار گرفته است که اجمالاً به آنها اشاره می‌گردد. رفیعی دارانی و همکاران (۱۳۸۶)، جهت مدیریت آبیاری و انتخاب و رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری در استان اصفهان از برنامه‌ریزی چندمعیاره استفاده کردند. آنان مقایسه و رتبه‌بندی سیستم‌های آبیاری را به منظور مدیریت بهینه آبیاری از طریق روش‌های ماتریس معیارها، کارایی کیفی گزینه‌ها و برنامه‌ریزی توافقی انجام و نتیجه گرفتند، آبیاری بارانی کلاسیک ثابت، بهترین سیستم است. افزون بر آن، مقایسه نتایج سیستم مناسب منطقه با کشاورزان دارای آبیاری سنتی نشان داد، تفاوت نسبتاً زیاد بین سیستم مورد استفاده کشاورزان با سیستم بهینه وجود داد. برشده و همکاران (۱۳۸۷)، در پژوهشی کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در مدیریت یکپارچه منابع آب غرب دریاچه ارومیه را بررسی کرده‌اند. در این تحقیق به منظور بکارگیری تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در مدیریت یکپارچه منابع آب در غرب ارومیه ۸ معیار تعیین گردید. سپس وزن معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) تعیین و با استفاده از روش SAW و TOPSIS رتبه‌بندی شدند. با ترکیب حالت‌های مختلف از گزینه‌ها ۵ سناریو تعریف گردید. اجرای این سناریو موجب ۵۰۰ میلیارد ریال صرفه جویی در اعتبارات عمرانی، جلوگیری از زیرآب رفتن روستاها، انتقال سالانه ۲۲۳ میلیون متر مکعب ۱۰ سال زودتر به دریاچه ارومیه، تأمین نیاز آبی دینفعان، اطمینان حداکثری از کارایی سد بعلت کاهش ارتفاع سد، تأمین آب مورد نیاز دریاچه با حداقل انتقال مستقیم، کاهش فشار اجتماعی بر فعالیت‌های توسعه ای وزارت نیرو در حوضه دریاچه ارومیه شده است. زاهدی پور و همکاران (۱۳۹۲)، به بررسی و اولویت‌بندی راهکارهای مدیریت منابع آب استان خراسان جنوبی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی پرداخته‌اند. بر اساس نتایج به دست آمده از این فرایند، راهکارهای یکپارچه اراضی و تجمیع کشاورزان خرده مالک در قالب تعاونی‌های تولید یا تشکل آب بران، انتقال آب از حوضه‌های دیگر، تأکید بر ساماندهی عرصه‌های آبخیز

معیارها و یا هر دوی آنها توسط متغیرهای زبانی که توسط اعداد فازی ارائه شده‌اند، ارزیابی شده و بدین ترتیب بر مشکلات روش شباهت به گزینه ایده‌آل کلاسیک غلبه شده است (Srdjevic et al., 2004).
چن^۱ و هوآنگ^۲ مراحل استفاده از روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی را در یک مسأله تصمیم‌گیری چندمعیاره با n معیار و m گزینه به شرح زیر ارائه کردند:

گام ۱) تشکیل ماتریس تصمیم

با توجه به تعداد معیارها، تعداد گزینه‌ها و ارزیابی همه گزینه‌ها برای معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم به صورت زیر تشکیل می‌شود (درویشی و همکاران، ۱۳۹۲):

$$\tilde{I} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11} & \tilde{r}_{12} & \dots & \tilde{r}_{1n} \\ \tilde{r}_{21} & \tilde{r}_{22} & \dots & \tilde{r}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{r}_{m1} & \tilde{r}_{m2} & \dots & \tilde{r}_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

در صورتی که از اعداد فازی مثلثی استفاده شود،
($i=1,2,\dots,m$) عملکرد گزینه i ($j=1,2,\dots,n$)
رابطه با معیار j ($j=1,2,\dots,n$) می‌باشد. در صورتی که از اعداد فازی ذوزنقه‌ای استفاده شود،
($i=1,2,\dots,m$) عملکرد گزینه i ($j=1,2,\dots,n$) می‌باشد. اگر کمیته تصمیم‌گیری دارای k عضو باشد و رتبه‌بندی فازی k امین تصمیم‌گیرنده ($i=1,2,\dots,m$ و $j=1,2,\dots,n$) باشد، با توجه به معیارها و رتبه‌بندی فازی ترکیبی ($i=1,2,\dots,m$ و $j=1,2,\dots,n$) می‌توان بر اساس روابط زیر به دست آورد (Srdjevic et al., 2004):

$$\begin{aligned} a_{ij} &= \min_k \{a_{ijk}\} \\ b_{ij} &= \sum_{k=1}^k b_{ijk} / k \\ c_{ij} &= \max_k \{c_{ijk}\} \end{aligned} \quad (2)$$

نظر مسئولین و کشاورزان تعریف گردیده است سپس با استفاده از دو روش SAW و WPM رتبه هر یک از طرح‌های محاسبه شده و بر اساس این رتبه‌بندی، اولویت اجرا برای هر یک از طرح‌های آماده به اجرای سازمان با سیستم مشارکتی، تعیین شده است. ساسیکومار و ماجومدار (Sasikumar and Mujomdar, 1998) یک مدل چندهدفه فازی را برای مدیریت کیفی سیستم های رودخانه‌ایی پیشنهاد نمودند، در این تحقیق اهداف کیفی سازمانهای مسئول حفاظت کیفی رودخانه و تخلیه‌کننده‌های آلاینده های مختلف به صورت فازی در نظر گرفته شد. چانتین (Chuntian, 1999) جهت مدیریت منابع آب در مواقع سیلابی، مدل بهینه‌سازی چندمعیاره فازی را بکار گرفت. روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی و کاربرد آن در مدیریت و کنترل سیل به کمک مخازن توسط فو (Fu, 2008) مورد استفاده قرار گرفت. می‌می و ساوالهی (Mimi and Sawalhi, 2003)، به کمک یک روش بهینه‌سازی مبتنی بر جمع وزنی ساده و با لحاظ معیارهای مختلف تخصیص بهینه منابع آب رودخانه اردن بین ذینفعان را ارائه نمودند. در این مقاله به کاربرد قوانین بین المللی در حل اختلاف منابع آب رودخانه اردن که باعث ایجاد اختلاف در بین کشورهای ذینفع می‌باشد، پرداخته شده است و روش تصمیم‌گیری چند شاخصه را بعنوان روشی برای تخصیص منابع آب رودخانه اردن بین ذینفعان معرفی کرده است. همانگونه که مشخص است روش های تصمیم‌گیری چندشاخصه مورد توجه و تأیید بسیاری از پژوهشگران بوده است که اهمیت این روش ها را در مدیریت منابع آب نشان می‌دهد.

روش شناسی تحقیق

در روش شباهت به گزینه ایده‌آل کلاسیک، برای تعیین وزن معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها از مقادیر دقیق و معین استفاده می‌شود. در بسیاری از مواقع تفکرات انسان با عدم قطعیت همراه است و این عدم قطعیت در تصمیم‌گیری تأثیرگذار است. در روش شباهت به گزینه ایده‌آل فازی عناصر ماتریس تصمیم‌گیری یا وزن

1- Chen

2- Hwang

که در این روابط:

$$c_j^* = \text{Max}_i c_{ij}$$

$$a_j^- = \text{Min}_i a_{ij}$$

(۵)

بنابراین ماتریس تصمیم فازی بی مقیاس شده (\tilde{I}_j^-) به صورت زیر به دست می آید:

$$\tilde{I}_j^- = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{1j} & \dots & \tilde{a}_{mj} \end{bmatrix} \quad = 1, 2, \dots, m ; j = 1, 2, \dots, n \quad (۶)$$

و یا:

$$\tilde{I}_j^- = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{1j} & \dots & \tilde{a}_{mj} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{1j} & \dots & \tilde{a}_{mj} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{1j} & \dots & \tilde{a}_{mj} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{1j} & \dots & \tilde{a}_{mj} \end{bmatrix} \quad (۷)$$

که m بیانگر تعداد گزینه ها و n بیانگر تعداد معیارها می باشد.

گام ۴) تعیین ماتریس تصمیم فازی وزن دار

با توجه به وزن معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم فازی وزن دار از ضرب کردن ضریب اهمیت مربوط به هر معیار در ماتریس بی مقیاس شده فازی و به صورت زیر به دست می آید (Srdjevic et al., 2004):

$$\tilde{I}_j^- = \tilde{I}_j^- \cdot \tilde{C}_j^*$$

که \tilde{I}_j^- بیان کننده ضریب اهمیت معیار C_j می باشد. بنابراین ماتریس تصمیم فازی وزن دار به صورت زیر خواهد بود:

$$\tilde{I}_j^- = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{1j} & \dots & \tilde{a}_{mj} \end{bmatrix} \quad = 1, 2, \dots, m ; j = 1, 2, \dots, n \quad (۹)$$

و یا:

گام ۲) تعیین ماتریس وزن معیارها

در این مرحله، ضریب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم گیری، به صورت $\tilde{I}_j^- = [\tilde{a}_{1j} \dots \tilde{a}_{mj}]$ تعریف می شوند، که در صورتی که از اعداد فازی مثلثی استفاده شود، هر یک از مؤلفه های W_j (وزن هر معیار) به صورت $\tilde{I}_j^- = [\tilde{a}_{1j} \dots \tilde{a}_{mj}]$ و در صورتی که از اعداد فازی دوزنقه ای استفاده شود، هر یک از مؤلفه های W_j به صورت $\tilde{I}_j^- = [\tilde{a}_{1j} \dots \tilde{a}_{mj}]$ تعریف خواهند شد. اگر کمیت تصمیم گیری دارای k عضو باشد و ضریب اهمیت k امین تصمیم گیرنده عضو باشد و ضریب اهمیت k (برای اعداد فازی مثلثی) به ازای $j=1, 2, \dots, n$ باشد، رتبه بندی فازی ترکیبی $\tilde{I}_j^- = [\tilde{a}_{1j} \dots \tilde{a}_{mj}]$ را می توان از روابط زیر بدست آورد (درویشی و همکاران، ۱۳۹۲):

$$W_{j3} = \text{Max}_k \{W_{jk3}\}, \quad W_{j2} = \sum_{k=1}^K W_{jk2} / k, \quad W_{j1} = \text{Min}_k \{W_{jk1}\} \quad (۳)$$

گام ۳) بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم فازی

زمانی که x_{ij} ها به صورت فازی هستند، مسلماً r_{ij} ها نیز به صورت فازی خواهند بود. برای بی مقیاس کردن به جای محاسبات پیچیده در روش شباهت به گزینه ایده آل کلاسیک، در این مرحله از تغییر مقیاس خطی برای تبدیل مقیاس معیارهای مختلف به مقیاس قابل مقایسه استفاده می شود. اگر اعداد فازی به صورت مثلثی باشند، درایه های ماتریس بی مقیاس برای معیارهای مثبت و منفی به ترتیب از روابط زیر محاسبه می شود (Srdjevic et al., 2004):

$$\tilde{r}_{ij}^- = \begin{pmatrix} a_{ij} & b_{ij} & c_{ij} \\ c_j & c_j^* & c_j^* \end{pmatrix}$$

$$\tilde{r}_{ij}^+ = \begin{pmatrix} a_j^- & a_j^- & a_j^- \\ c_{ij} & b_{ij} & a_{ij} \end{pmatrix}$$

(۴)

گام ۶) محاسبه فاصله از حل ایده آل و ضد ایده آل فازی

فاصله هر گزینه از حل ایده آل و ضد ایده آل فازی به ترتیب از روابط زیر قابل محاسبه است (روانشادنیا و بزرگمهر، ۱۳۹۳):

$$S_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_j, \tilde{r}_j) \quad i=1,2,\dots,m \quad (17)$$

$$S_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_j, \tilde{r}_j) \quad i=1,2,\dots,m \quad (18)$$

فاصله بین دو عدد فازی است که اگر (a_1, b_1, c_1) و (a_2, b_2, c_2) دو عدد فازی مثلثی باشد، فاصله دو عدد برابر است با:

$$d_v(\tilde{A}_{-1}, \tilde{A}_{-2}) = \left(\frac{1}{3} [(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2] \right)^{1/2} \quad (19)$$

همچنین اگر (a_1, b_1, c_1, d_1) و (a_2, b_2, c_2, d_2) دو عدد فازی دوزنقه ای باشد، فاصله دو عدد برابر است با:

$$d_v(\tilde{A}_{-1}, \tilde{A}_{-2}) = \left(\frac{1}{4} [(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2 + (d_1 - d_2)^2] \right)^{1/2} \quad (20)$$

مؤلفه های $d(\tilde{v}_j, \tilde{r}_j)$ و $d(\tilde{v}_j, \tilde{r}_j)$ اعداد قطعی هستند.

گام ۷) محاسبه شاخص شباهت

شاخص شباهت از رابطه زیر محاسبه می شود (اصغریور، ۱۳۸۱):

$$CC_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad \forall i=1,2,\dots,m \quad (21)$$

$$\tilde{I} = \begin{bmatrix} \tilde{I}_{11} & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{I}_{m1} & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \quad (10)$$

اگر اعداد فازی به صورت مثلثی باشند، برای معیارهای با جنبه مثبت و منفی به ترتیب:

$$\left(\frac{a}{c_j}, \frac{b_j}{c_j}, \frac{c_{ij}}{c_j} \right) (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}) = \left(\frac{a_{ij}}{c_j} w_{j1}, \frac{b_{ij}}{c_j} w_{j2}, \frac{c_{ij}}{c_j} w_{j3} \right) \quad (11)$$

$$\left(\frac{a^-}{c_{ij}}, \frac{a^-}{b_j}, \frac{a^-}{a_j} \right) (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}) = \left(\frac{a^-}{c_{ij}} w_{j1}, \frac{a^-}{b_j} w_{j2}, \frac{a^-}{a_j} w_{j3} \right) \quad (12)$$

گام ۵) یافتن حل ایده آل فازی $(FPIS, A^*)$ و حل ضد ایده آل فازی $(FNIS, A^-)$

حل ایده آل فازی و حل ضد ایده آل فازی به ترتیب به صورت زیر تعریف می شوند:

$$A^* = \{ \tilde{I}_1, \tilde{I}_2, \dots, \tilde{I}_n \} \quad (13)$$

$$A^- = \{ \tilde{I}_1, \tilde{I}_2, \dots, \tilde{I}_n \} \quad (14)$$

که \tilde{I}_i بهترین مقدار معیار i از بین تمام گزینه ها \tilde{I}_i بدترین مقدار معیار i از بین تمام گزینه ها می باشد. این مقدار از روابط زیر بدست می آیند:

$$\tilde{I}_i = \left(\tilde{v}_j \right) \quad \dots, m; j=1,2,\dots,n \quad (15)$$

$$\tilde{I}_i = \left(\tilde{v}_j \right) \quad \dots, m; j=1,2,\dots,n \quad (16)$$

گزینه هایی که در A^* و A^- قرار می گیرند، به ترتیب نشان دهنده گزینه های کاملاً بهتر و کاملاً بدتر هستند.

و اساتید دانشگاه‌های منطقه مورد پژوهش بوده که با کاربرد پرسشنامه صورت می‌گیرد. ابزار جمع‌آوری اطلاعات در این تحقیق شامل پرسش نامه‌ای است که با بررسی منابع مختلف و تحقیقات انجام شده در زمینه تخصیص آب سد جیرفت و بر اساس اهداف پژوهش تدوین می‌گردد.

نتایج و بحث

در جدول شماره (۱) شاخص‌ها و گزینه‌های مورد استفاده جهت اولویت بندی تخصیص منابع آب سد جیرفت تحت تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS) ارائه گردیده است.

گام ۸) رتبه بندی گزینه ها

در این مرحله با توجه به میزان شاخص شباهت، گزینه‌ها رتبه بندی می‌شوند. به طوریکه گزینه‌های با شاخص شباهت در اولویت قرار دارند.

روش و ابزار گردآوری اطلاعات

کار جمع‌آوری اطلاعات و آمار مورد نیاز در دو بخش انجام گرفت. بخش اول شامل جمع‌آوری اطلاعات در زمینه مبانی نظری موضوع و سوابق تحقیقات انجام شده می‌باشد که با استفاده از روش مطالعه کتابخانه‌ای صورت می‌گیرد. بخش دوم شامل جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز از ۵۰ نفر افراد کارشناس و خبره محلی و افراد آگاه از اداره امور آب منطقه‌ای، سازمان جهاد کشاورزی

جدول (۱): شاخص‌ها و گزینه‌های مورد استفاده در پژوهش

شاخص‌ها			
نام متغیر	شاخص	نام متغیر	شاخص
C5	رغبت اجتماعی بیشتر	C1	میزان اشتغال زایی
C6	اکوسیستم پایین دست	C2	نسبت سودآوری
C7	حفظ منابع آب	C3	افزایش رفاه
C8	جذب توریسم	C4	توسعه سطح زیر کشت
گزینه‌ها			
نام متغیر	گزینه‌ها	نام متغیر	گزینه‌ها
A4	گردشگری-تفریحی	A1	کشاورزی
A5	شرب	A2	انرژی برقایی
A6	زیست محیطی	A3	کنترل سیل

در جدول شماره (۲) ماتریس تصمیم حاصل از مدلسازی تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS) نشان داده شده است

جدول (۲): ماتریس تصمیم حاصل از مدل‌سازی تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	(2.5/1.2/2.3)	(2/2.5/3)	(1.5/2/2.5)	(2.5/3/3.5)	(1/1.5/2)	(0.5/1/1.5)	(2/2.5/3)	(0.5/1/1.5)
A2	(2.5/1.2/2.3)	(2/2.5/3)	(2/2.5/3)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)	(1/1.5/2)	(0.5/1/1.5)
A3	(0.5/1/1.5)	(1/1/1)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)	(1/1/1)	(1/1/1)	(1/1/1)	(1/1/1)
A4	(0.5/1/1.5)	(1/1.5/2)	(0.5/1/3.2)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)	(1.5/2/2.5)
A5	(1.5/2/2.5)	(0.5/1/1.5)	(2/2.5/3)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)	(1/1.5/2)	(0.5/1/1.5)
A6	(0.5/1/1.5)	(1/1/1)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)	(1.5/2/2.5)	(0.5/1/1.5)	(0.5/1/1.5)

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول شماره (۳) ماتریس نرمال شده حاصل از مدل‌سازی تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS) ارائه گردیده است.

جدول (۳): ماتریس نرمال شده تحت مدل‌سازی تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS)

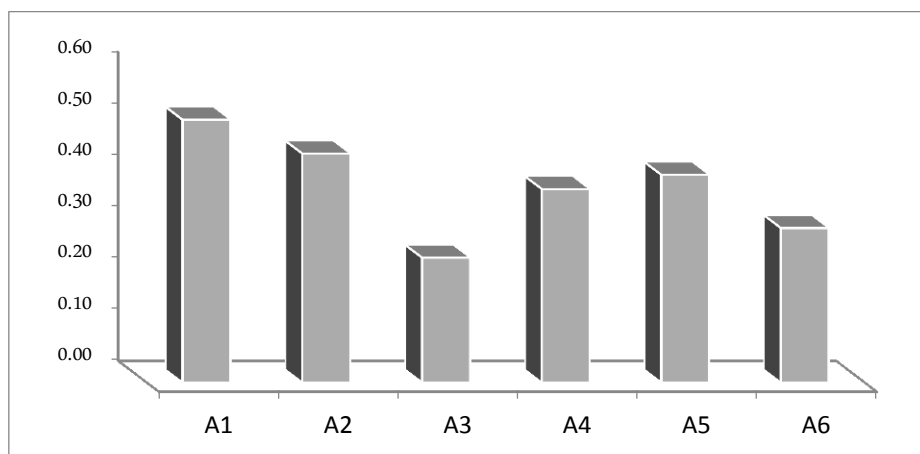
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	(1/0.48/0.92)	(0.67/0.83/1)	(0.47/0.62/0.78)	(0.71/0.86/1)	(0.5/0.75/1)	(0.2/0.4/0.6)	(0.67/0.83/1)	(0.2/0.4/0.6)
A2	(1/0.48/0.92)	(0.67/0.83/1)	(0.62/0.78/0.94)	(0.14/0.29/0.43)	(0.25/0.5/0.75)	(0.2/0.4/0.6)	(0.33/0.5/0.67)	(0.2/0.4/0.6)
A3	(0.2/0.4/0.6)	(0.33/0.33/0.33)	(0.16/0.31/0.47)	(0.14/0.29/0.43)	(0.5/0.5/0.5)	(0.4/0.4/0.4)	(0.33/0.33/0.33)	(0.4/0.4/0.4)
A4	(0.2/0.4/0.6)	(0.33/0.5/0.67)	(0.16/0.31/1)	(0.14/0.29/0.43)	(0.25/0.5/0.75)	(0.2/0.4/0.6)	(0.17/0.33/0.5)	(0.6/0.8/1)
A5	(0.6/0.8/1)	(0.17/0.33/0.5)	(0.62/0.78/0.94)	(0.14/0.29/0.43)	(0.25/0.5/0.75)	(0.2/0.4/0.6)	(0.33/0.5/0.67)	(0.2/0.4/0.6)
A6	(0.2/0.4/0.6)	(0.33/0.33/0.33)	(0.16/0.31/0.47)	(0.14/0.29/0.43)	(0.25/0.5/0.75)	(0.6/0.8/1)	(0.17/0.33/0.5)	(0.2/0.4/0.6)

در جدول شماره (۴) ماتریس وزن دهی شده حاصل از مدل‌سازی تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS) نشان داده شده است.

جدول (۴): ماتریس وزن دهی شده تحت تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
A1	(2/1.2/2.76)	(0.67/1.25/2)	(0.47/0.94/1.56)	(0.71/0.86/1)	(0.5/0.75/1)	(0.1/0.4/0.9)	(0.67/1.25/2)	(0.3/0.8/1.5)
A2	(2/1.2/2.76)	(0.67/1.25/2)	(0.62/1.17/1.88)	(0.14/0.29/0.43)	(0.25/0.5/0.75)	(0.1/0.4/0.9)	(0.33/0.75/1.33)	(0.3/0.8/1.5)
A3	(0.4/1/1.8)	(0.33/0.5/0.67)	(0.16/0.47/0.94)	(0.14/0.29/0.43)	(0.5/0.5/0.5)	(0.2/0.4/0.6)	(0.33/0.5/0.67)	(0.6/0.8/1)
A4	(0.4/1/1.8)	(0.33/0.75/1.33)	(0.16/0.47/2)	(0.14/0.29/0.43)	(0.25/0.5/0.75)	(0.1/0.4/0.9)	(0.17/0.5/1)	(0.9/1.6/2.5)
A5	(1.2/2/3)	(0.17/0.5/1)	(0.62/1.17/1.88)	(0.14/0.29/0.43)	(0.25/0.5/0.75)	(0.1/0.4/0.9)	(0.33/0.75/1.33)	(0.3/0.8/1.5)
A6	(0.4/1/1.8)	(0.33/0.5/0.67)	(0.16/0.47/0.94)	(0.14/0.29/0.43)	(0.25/0.5/0.75)	(0.3/0.8/1.5)	(0.17/0.5/1)	(0.3/0.8/1.5)

در نمودار (۱) نتایج نهایی اولویت بندی تخصیص منابع آب سد جیرفت بر اساس تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS) ارائه گردیده است.



نمودار (۱): اولویت بندی تخصیص منابع آب سد جیرفت

داری دارد این مهم بیانگر اهمیت بخش کشاورزی در اقتصاد و شرایط زیستی منطقه و تخصیص آب به این بخش را دارد و می‌تواند نقش مهمی را در ایجاد اشتغال و درآمدزایی و نهایتاً اقتصاد افراد منطقه ایفا کند که اولویت بدست آمده برای این بخش نشانگر اهمیت این موضوع می‌باشد و توجه مسئولان مربوطه جهت رونق این بخش را بیش از پیش می‌طلبد. گزینه برق آبی که نسبت به مسائل تفریحی و کنترل سیل از اولویت بیشتری برخوردار شده است، می‌توان گفت که این گزینه نیز می‌تواند در شرایط اقتصادی و وضعیت رفاه اجتماعی منطقه تأثیرگذار باشد، از اینرو باید به این بخش توجه جدی نمود. گزینه تفریحی که به طور غیرمستقیم در اقتصاد از طریق جذب توریسم تأثیرپذیری زیادی دارد قابل تأمل می‌باشد. شرایط و جغرافیای منطقه مورد مطالعه به گونه‌ای می‌باشد که به دلایل مرزی بودن پذیرای حجم زیادی از مسافران است و اهمیت مسائل تفریحی و رفاهی از این رو بیشتر می‌شود که با رونق جنبه‌های تفریحی و رفاهی می‌توان منطقه را از نظر جذب توریسم بسیار افزایش داد. مخزن آب سدها همیشه از مکان‌هایی می‌باشند که در جذب توریسم نقش بسزایی را ایفا می‌کنند، از اینرو می‌توان با تجهیز، بازسازی و احداث تفرجگاه‌ها و مکان‌های تفریحی و استراحتگاه‌ها به اهداف متعددی از قبیل جذب توریسم که به نوبه خود در رونق اقتصادی تأثیر بسزایی دارد و همچنین ایجاد محیط زیستی سالم و حفاظت از پایاب مخزن سد دست یافت.

بر اساس نتایج بدست آمده، بخش کشاورزی در اولویت نخست در تخصیص با شاخص شباهت ۰/۵۱ قرار گرفت. جایگاه دوم مربوط به انرژی برقابی با شاخص شباهت ۰/۴۴ بود. بخش شرب با شاخص شباهت ۰/۴۰ در جایگاه سوم از این لحاظ قرار گرفت. بخش گردشگری و تفریحی در رتبه بعدی قرار گرفت (شاخص شباهت ۰/۳۸). نیاز زیست محیطی با شاخص شباهت ۰/۳۰ در رتبه پنجم جای گرفت. نهایتاً رتبه آخر مربوط به بخش کنترل سیل با شاخص شباهت ۰/۲۴ می‌باشد.

جمع بندی و پیشنهادات

در این پژوهش سعی گردید اولویت بندی تخصیص منابع آب سد جیرفت به عنوان یکی از مهمترین سدهای استان کرمان و شرق منطقه که در سالهای اخیر با خشکسالی‌های پی در پی مواجه است، مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد. جهت تحقق هدف پژوهش از تکنیک شباهت به گزینه ایده آل فازی (FTOPSIS) بهره گرفته شد. برای مدلسازی تکنیک مذکور از ۸ شاخص مدیریتی جهت اولویت بندی ۶ نیاز مختلف سد مذکور (جدول (۱)) به عنوان گزینه استفاده گردید. بر اساس نتایج بدست آمده بخش کشاورزی در اولویت نخست و نیاز آبی جهت تولید انرژی برقابی در جایگاه دوم قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه توانایی ایجاد یک محیط تصمیم‌گیری مناسب و نیز زمینه تدوین سناریوهای مختلف مدیریتی را فراهم می‌آورد، بنابراین به متولیان تخصیص آب در سطح منطقه توصیه می‌شود که جهت مدیریت و بهره‌برداری بهینه از سدهای مخزنی و سایر منابع آبی این متدها را مورد توجه قرار دهند. اولویت اول در بین شش گزینه پیشنهادی را گزینه کشاورزی به خود اختصاص داده است که این امر به وضوح بیانگر اهمیت اقتصاد در منطقه و نقش مهم و موثر آن بر زندگی مردم می‌باشد. عرضه آب به بخش کشاورزی به طور مستقیم به اقتصاد بخش کشاورزی و به طور غیر مستقیم به کل اقتصاد منطقه اثر معنی

منابع

- اصغریپور، م.ج. ۱۳۸۱. تصمیم گیری های چند معیاره. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- اهدی پور، ه. شریفی، م. داوری، ک. و اکبرپور، ا. ۱۳۹۲. بررسی و اولویت بندی راهکارهای مدیریت منابع آب استان خراسان جنوبی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی. پنجمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تهران، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، دانشگاه شهید بهشتی.
- برشنده، س. شمسایی، ا. وعلیمحمدی، س. ۱۳۹۱. کاربرد روشهای تصمیم گیری چند معیاره در مدیریت یکپارچه منابع آب غرب دریاچه ارومیه. یازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، ارومیه، انجمن هیدرولیک ایران، دانشگاه ارومیه.
- طالبی، ع. قربانی، م.ع و دانشفراز، ر. ۱۳۹۲. اولویت بندی تخصیص آب سد قشلاق سنندج با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP). پنجمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تهران، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، دانشگاه شهید بهشتی.
- رفیعی دارانی، ه. بخشوده، م. و زیبایی، م. ۱۳۸۶. انتخاب و رتبه بندی سیستم های آبیاری در استان اصفهان. کاربرد ماتریس معیارها، کارایی کیفی گزینه ها و برنامه ریزی چندمعیاری، غلوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۴۰، ۳۹۹-۴۰۹.
- درویشی، س. ملامسی، س. و نظری دوست، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی ریسک زیست محیطی سد صیدون خوزستان در مرحله ساختمانی با استفاده از روش های تصمیم گیری چند شاخصه. سومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- نادره، کیخا، ا.ع و صابونی، م. ۱۳۹۱. طراحی سلسله مراتبی فازی جهت تعیین اولویت تخصیص آب سد مهاباد. مجله دانش آب و خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۲۲(۴): ۱۶۰-۱۴۷.
- نادره، صبوچی، م و محمدپور، ع. ۱۳۹۳. تخصیص بهینه آب سد چند منظوره مهاباد با استفاده از تلفیق روش های تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه ریزی آرمانی. نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۴ شماره ۳، ۲۱۵-۲۲۹.
- منتظر، ع. ا. نصیری، ا. و مومنی، م. ۱۳۸۹. کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک تاپسیس در تعیین ارزش وزنی معیارها و ارزیابی عملکرد شبکه های آبیاری و زهکشی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۲(۴): ۲۸۴-۲۹۶.
- حسینی فرازمنند، م. ۱۳۷۹. طراحی مدل ریاضی بهره‌برداری منابع آبی در سد کرخه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس.
- دحیماوی، ع. غنیان، م. مهراب قوچانی، ا. و زارعی، ح. ۱۳۹۴. فرآیند بکارگیری مدل‌های تصمیم گیری چند معیاره در اولویت بندی اجرای طرحهای توسعه منابع آب مناطق روستائی استان خوزستان، نشریه آب و توسعه پایدار، سال ۱، شماره ۳، ۱۶-۹.

Ánagnostopoulos, K.P., Petalas C. and Pisinaras, V. 2005, Water resources planning using the AHP and PROMETHEE multicriteria methods: the case of Nestos river – Gressce, The 7th Balkan Conference on Operational Research, Constanta, Romania.

Bournaski, E.G., Kirilov, L.M., Iliev, R.S. and Diadovski, I. 2006, Decision support for water quality management, International Conference on Computer Systems and Technologies, Sofia, Bulgaria.

Chuntian, C. 1999. Fuzzy optimal model for the flood control system of the upper and middle reaches of the Yangtze River, J. Hydrological sciences, 44(4), 573-582.

Fu, G. 2008. A fuzzy optimization method for multi-criteria decision-making: An application to reservoir flood control operation, Expert Systems with Applications, 34(1), 145-149.

Mimi, Z., & Sawalhi, BI. 2003. A decision tool for allocating the waters of the Jordan River basin between all riparian parties, Water Resources Management, 17, 447-461.

Rudi, F. 2009, The use of AHP (the Analytic Hierarchy Process) method for irrigation water allocation in a small river basin (Case Study in Tampo river basin in West Sumatra, Indonesia), 11th conference of international association for water allocation, jakarta, Indonesia.

Sasikumar, K., & Mujumdar, P.P. 1998. Fuzzy optimization model for water quality management of a river system. J. water resource planning and management. 124(2), 79-80.

Srdjevic, B., Medeiros, Y.D.P., Faria, A.S. 2004. An Objective Multi-Criteria Evaluation of Water Management Scenarios, Water Resources Management, Vol. 18, pp. 35-54 .

Prioritizing Allocation of Water Resources of Jiroft Dam under Drought Approach by Fuzzy Technique Order-Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS)

Zeynab Afzali¹, M.R. Zare Mehjerdi², Sedighe Nabiyan³

Abstract:

Jiroft dam is one of the most important Kerman dams providing water for different sections. The recent shortfall makes difficulty in management of water resources in this area. Therefore, it is necessary to optimize a plan for water resources allocation considering critical conditions in the region. So, this research main purpose is to prioritize allocation of Jiroft dam water resources. We used a technique similar to fuzzy ideal (FTOPSIS) under 8 management indexes in order to achieve this goal. We also collect required information from library studies and survey the related experts' ideas. The results showed that agricultural area is in the first grade with index of 0.51 in terms of water resources allocation. The second grade for hydropower with index of 0.44. Finally, there are applied suggestions based on the results obtained..

Key words: Prioritize, allocation, shortfall, Jiroft dam, FTOPSIS.

¹ M.S in Agricultural economics of shahid Bahonar kerman University (Zafzali502@yahoo.com)

² Associate prof, Dept. of Agricultural Economics, Faculty of shahid Bahonar kerman University (Zare@uk.ac.ir)

³ Assistant prof, Dept. of Agricultural Economics, Faculty of shahid Bahonar kerman University