اکوهیدرولوژی

دورهٔ ۶، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص ۲۷۹-۲۶۷

مدیریت یکپارچهٔ منابع آب با تأکید بر جنبه‌های اقتصادی-زیست‌محیطی در سد کهیر

علی سردارشهرکی[1*]، ام‌البنین بذرافشان[2]

۱. استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

۲. استادیار علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه هرمزگان

(تاریخ دریافت ۱۳۹۷/۰۷/۰۱؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۷/۱۰/۳۰)

چکیده

مدیریت یکپارچهٔ منابع آب کشور، تأثیر بسیار زیادی در فرایند توسعهٔ پایدار کشور ایران در زمینه‌هایی مانند رشد اقتصادی، امنیت غذایی، توسعهٔ پایدار منابع آب و حفظ محیط زیست بشر دارد. از طرفی، بسیاری از تهدیدهای زیست‌محیطی، تخریب منابع آب و آلودگی‌های آن، نتیجهٔ فعالیت‌های غیر منطبق با محیط زیست است. بنابراین، در مطالعهٔ حاضر از تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای تعیین اولویت منابع آب سد کهیر با رویکردهای مدیریتیِ اقتصادی و زیست‌محیطی در سال آبی ۱۳۹۴ـ ۱۳۹۵ استفاده شده است. طبق نتایج، براساس رویکرد اقتصادی، بخش کشاورزی با بیشترین وزن، در اولویت نخست قرار گرفت. وزن بخش کشاورزی ۰/۷۲ به دست آمد. در رویکرد زیست‌محیطی، بخش محیط زیست به عنوان گزینهٔ برتر با وزن ۰/۶۵ و بخش کشاورزی و شرب به‌ترتیب با وزن ۰/۱۹ و ۰/۱۶ در اولویت دوم و سوم قرار گرفتند. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود با توجه به وضعیت معیشتی منطقهٔ مطالعه‌شده و در اولویت قرارگرفتن بخش کشاورزی در رویکرد مدیریتی (به‌خصوص اقتصادی)، مسئولان مربوط به آن توجه زیادی به این بخش داشته باشند.

کلیدواژگان: اولویت‌بندی، تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP)، رویکردهای مدیریتی، سد کهیر، منابع آب.

* نویسندهٔ مسئول

Email: a.s.shahraki@eco.usb.ac.ir

مقدمه

افزایش جمعیت و محدودیت منابع آب برای ادامهٔ زندگی روی کرهٔ زمین، یکی از مباحث مدیریت و تصمیم‌گیری بهینه و یکی از معضلات انسان‌های امروزی است. تأمین آب مورد نیاز گیاهان و فعالیت‌های کشاورزی، محور اصلی بسیاری از مشکلات بشر است [۱ و ۲]. فعالیت‌های کشاورزی حدود ۷۰ درصد آب مصرفی دنیا را به خود اختصاص داده است، بنابراین بنگاه‌های فعال این بخش اقتصادی باید سازوکارهای خود را برای تعدیل و بهینه‌سازی مصرف منابع آبی در دسترس، سرلوحهٔ تصمیم‌هایشان قرار دهند [۳]. با توجه به کارکرد و جایگاه آب در فعالیت‌های کشاورزی در مناطق کم‌آب ایران، از جمله روش‌های پایداری و دوام فعالیت‌های بخش کشاورزی، مدیریت مناسب و با توجه به شرایط منطقه است. بنابراین، باید در زمینهٔ توان منابع آبی و شاخص‌های مؤثر در مدیریت منابع آب در برنامه‌ریزی‌های محیطی و مصرف بهینهٔ آب در کشاورزی و همچنین جلوگیری از فرسایش خاک، مطالعات بیشتری انجام شود [۴]. در زمینهٔ محدودیت‌های منابع طبیعی در تئوری‌های جدید مدیریتی، آب به عنوان کالای اقتصادی- اجتماعی و همچنین یکی از نیازهای اولیهٔ انسان برای انواع مصارف مانند کشاورزی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، توجه به نوع و روش عرضهٔ منابع آب در کشاورزی و مصرف صحیح آن برای تولید محصولات گرانبها، موجب بهره‌مندی و مدیریت درست منابع آبی می‌شود. ایجاد تعادل میان عرضه و تقاضای آب در شرایط اقلیمی و جغرافیایی گوناگون و نیازهای در حال تغییر مناطق مختلف کشور، فقط با تأکید بر بعد مدیریت امکان‌پذیر است و اتکا بر احداث تأسیسات نو و جنبه‌های سخت‌افزاری تکنولوژی، مشکلات را کاهش نخواهد داد. از طرف دیگر، مدیریت هم‌زمان عرضه و تقاضا در شرایط فعلی کشور در مدیریت آب، پاسخ‌گو نیست. دیدگاه و نگرش جامع به تمامی این زمینه‌ها و ارتباط منطقی میان آنها و همچنین توسعهٔ آنها، با عنوان «مدیریت یکپارچه» مطرح شده است [۵ـ ۷]. مدیریت منابع آب در سطح جهانی، ملی و منطقه‌ای، عوامل تأثیرگذار در این نوع مدیریت و چگونگی اعمال آن، از عمده‌ترین و حیاتی‌ترین مسائل جهان فعلی بشر است و این مسئله به‌خصوص در کشورهای خشک و نیمه‌خشک مانند ایران، اهمیت زیادی دارد [۸ـ ۱۲].

وظیفهٔ مدیران ارشد و برنامه‌ریزان، مدیریت صحیح در تخصیص بهینهٔ منابع آب است، به گونه‌ای که مطلوبیت مصرف‌کنندگان، بیشترین مقدار خود را داشته باشد، که به این رویکرد، حل اختلاف گفته می‌شود [۱۳]. حدود ۷۲ درصد سطح کرهٔ زمین پوشیده از آب است، اما ۹۷ درصد آن شور است و قابل آشامیدن نیست. این در حالی است که:

- ۷۰ درصد آب شیرین دنیا به شکل کلاهک‌های یخی در قطب‌ها قرار دارد؛
- کمتر از یک درصد آب شیرین جهان به‌آسانی در دسترس است؛
- مقدار زیادی از آب شیرین، به شکل آب‌های زیرزمینی ذخیره می‌شود تا به صورت آب‌های سطحی؛
- شش کشور جهان (برزیل، روسیه، کانادا، اندونزی، چین و کلمبیا) حدود ۵۰ درصد منابع آب شیرین جهان را دارند؛
- یک سوم جمعیت جهان در کشورهای «با کمبود شدید از نظر منابع آب» زندگی می‌کنند [۱۴].

در شرایط حاضر، مدیریت صحیح و کارآمد منابع آبی به یک مسئلهٔ فراتخصصی تبدیل شده است و دست‌یابی به اهداف بنیادی توسعه مانند ریشه‌کنی فقر، توسعه و حفاظت محیط زیست بدون توجه دقیق و چندجانبه به مسئلهٔ مدیریت منابع آبی، امری امکان‌ناپذیر به نظر می‌رسد. از طرفی، پدیدهٔ خشکسالی تهدیدی است که برای جوامع بشری و محیط زیست آثار منفی بر جای خواهد گذاشت، که با افزایش روزافزون تقاضای آب، شدت می‌گیرد [۱۵ـ ۱۷].

مدیریت یکپارچهٔ منابع آب، مفهومی تجربی است که مبتنی بر تجربهٔ جامعهٔ آب به وجود آمده است. با اینکه سابقهٔ این مفهوم به چند دههٔ قبل باز می‌گردد (نخستین کنفرانس جهانی آب در ماردل پلاتا در سال ۱۹۷۷)، ولی پس از اجلاس سران دربارهٔ زمین، آب و توسعهٔ پایدار در سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو[1] بود که پیاده‌سازی این مفهوم در عمل، موضوع مباحث وسیع قرار گرفت. امروزه، این مفهوم در سطح گسترده مورد توجه مدیران آب، تصمیم‌گیران و سیاستمداران در سراسر جهان قرار گرفته

1. Rio de Janeiro

است. در کنفرانس بین‌المللی آب و محیط زیست در دوبلین در ژانویهٔ ۱۹۹۲، نمایندگان دولت‌ها از ۱۰۰ کشور جهان بر سر اصولی به توافق رسیدند که به اصول دوبلین (موارد چهارگانه زیر) مشهور شد:

- آب شیرین، منبعی محدود و آسیب‌پذیر بوده و برای تداوم حیات، توسعه و محیط زیست ضروری است.
- زنان کارکردی محوری در تهیه، مدیریت و تضمین آب دارند.
- توسعه و مدیریت آب باید بر رهیافتی مشارکتی شامل مصرف‌کنندگان، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران در تمامی سطوح مبتنی باشد.
- آب در تمامی مصارف رقیب خود ارزش اقتصادی دارد و باید به عنوان کالایی اقتصادی به رسمیت شناخته شود.

برنامه‌ریزی منابع آب با به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، سبب جلب توجه بسیاری از تصمیم‌گیران شده است. به این معنا که چنین روش‌هایی، راه حلی مناسب برای مسائل تصمیم‌گیری پیچیدهٔ آب مهیا می‌کنند. برای انجام پروژه‌ها و طرح‌های مدیریتی، گزینه‌های زیادی دخیل هستند که مدیریت مناسب در پروژه‌ها لازمهٔ به‌کارگیری همهٔ عوامل و ارزیابی آنها برای انتخاب طرح‌ها و تخصیص بهینهٔ آب است [۱۸].

سد کهیر در جنوب بلوچستان به دلیل بارندگی بسیار کم، دارای آب و هوای خشک و فراخشک و تبخیر بسیار زیاد (۴ تا ۵ هزار میلی‌متر، حدود ۲/۵ برابر میانگین کشوری) [۱۹] سبب بروز بحران شدید آبی و تأثیرات منفی در اقتصاد، کشاورزی، اشتغال و محیط زیست این منطقه شده است (شکل ۱). بنابراین، مدیریت منابع آب در مزرعه یعنی ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آن، در منطقهٔ یادشده ارزش و اهمیت زیادی یافته است. برنامه‌ریزی و مدیریت یکپارچهٔ منابع آب، نوعی سیستم مشارکتی با وجود همهٔ کسانی که منفعت می‌برند و تصمیم‌گیرندگان است که با درنظرگرفتن تمامی منابع آب، از جمله سطحی و زیرزمینی و همهٔ مصارف مانند شرب، صنعت، کشاورزی و محیط زیست و همچنین با در نظر داشتن معیارهای اقتصادی- زیست‌محیطی با هدف مدیریت یکپارچهٔ آب و توسعهٔ پایدار تعریف می‌شود. از این‌رو، مطالعهٔ حاضر با هدف تعیین اولویت بهره‌برداری منابع آب این منطقه با استفاده از یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه (تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی فازی) انجام شده است.

شکل ۱. منطقهٔ مطالعه‌شده

پیشینهٔ تحقیق

معمولاً منابع آب در بسیاری از جوامع بشری بااهمیت و مقدس به حساب می‌آید و همچنان کالایی باارزش شناخته می‌شود. آب سرچشمهٔ حیات و آبادانی است، چون هر جا که آثاری از آب بوده است، حیات بشری در آنجا به وجود آمده است [۲۰]. برای استفادهٔ بهینه از منابع آب زراعی، سیاست‌های گوناگونی مد نظر کارشناسان و برنامه‌ریزان این حوزه است. ارزیابی و شناسایی قابلیت و سازگاری زمین‌های کشاورزی برای استفاده و توسعهٔ طرح‌های کشاورزی، استفادهٔ صحیح و مناسب و همچنین توسعهٔ زمین با استفاده از توانایی آن، برای جلوگیری از هدررفت منابع آب و خاک، استفاده از بهره‌برداری مشترک و حفظ و سازگار کردن زمین‌های کشاورزی به عنوان فعالیت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی، از جمله مهم‌ترین اولویت‌های برنامه‌ریزان است.

ولی‌زاده و همکارانش به تحلیل محیط زیست‌گرایانهٔ رفتار

مشارکتی کشاورزان در حفاظت از منابع آب سطحی در حوضهٔ جنوبی آبریز دریاچهٔ ارومیه پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد میان سه گروه کشاورزان با نگرش‌های ارزشی زیست‌کره، نوع‌دوستانه و خودخواهانه از نظر رفتار مشارکت در حفاظت منابع آب سطحی، تفاوت معناداری وجود دارد و افراد با نگرش‌های زیست‌کره و خودخواهانه به‌ترتیب بیشترین و کمترین رفتار مشارکتی را داشتند [۲۱]. سردارشهرکی و همکارانش طی پژوهشی رویکردهای مدیریتی بهره‌برداری منابع آب منطقهٔ سیستان را با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد سه رویکرد اقتصادی، اجتماعی و فنی بخش کشاورزی با بیشترین وزن، در اولویت قرار دارد. از این‌رو، مسئولان باید توجه زیادی به این بخش داشته باشند [۲۲]. قائمی و همکارانش الگوی آموزش محیط زیست برای تقویت حکمرانی پایدار منابع آب کشور را تدوین کردند. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش آنها نشان می‌دهد بین شاخص‌های ارزیابی‌شده، شاخص‌های آموزشی در کلیهٔ معیارها، امتیاز بیشتری نسبت به سایر شاخص‌ها داشته است [۲۳]. تهامی پورزندی و یزدانی، کارکرد ابزارهای اقتصادی در مدیریت یکپارچهٔ منابع آب به منظور نظام قیمت‌گذاری آب آبیاری در حوضه‌های آبریز غرب ایران را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد قیمت سایه‌ای هر مترمکعب آب کشاورزی کمتر از هزینهٔ تمام‌شدهٔ آن است. بنابراین، قیمت‌گذاری براساس دریافت تمام هزینه‌های تأمین، انتقال و توزیع کشاورزی، گزینهٔ مناسبی برای قیمت‌گذاری نیست [۲۴]. قائمی الگوی آموزش محیط زیست را برای تقویت حکمرانی پایدار منابع آب کشور با تأکید بر مشارکت‌های مردمی تدوین کرده است. نتایج به‌دست‌آمده از مطالعهٔ ایشان نشان می‌دهد معیار مشارکت مردمی نسبت به سایر معیارهای حکمرانی پایدار و شاخص‌های مربوط به آموزش نیز نسبت به سایر شاخص‌ها امتیاز بیشتری دارد [۲۵]. خیابانی و همکارانش به بررسی الزامات اقتصادی مدیریت منابع آب پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد تبیین دقیق حقوق مالکیت برای ایجاد بازاریابی منابع آبی و احتساب پارامترهای مهم در قیمت‌گذاری مدرن منابع آبی در کشورهای توسعه‌یافته دلالت دارد و کاملاً مشهود است که قیمت‌گذاری موجود آب در ایران به شیوهٔ حسابداری در بلندمدت، موجب اتلاف منابع آبی کشور شده است [۲۶]. رفیعی‌دارانی و همکارانش به مدل‌سازی هیدرو- اقتصادی در تحلیل استراتژی‌های مدیریت منابع آب در دشت نیشابور پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد بیشترین تأثیر بر کاهش مصرف آب، مربوط به سناریوی سوم است که علت اصلی آن نیز به تغییر و کاهش سطح زیر کشت محصولات مختلف ربط دارد. واو[1] و همکارانش (۲۰۱۵) مدیریت منابع آب در حوضهٔ رودخانهٔ بزرگ را با مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی سطح یکپارچه مبتنی بر روش جایگزین، بهینه‌سازی کردند. به طور کلی، نتایج مطالعهٔ یادشده بیان می‌کند که رویکردهای مبتنی بر جایگزین، مانند SOIM، نشان‌دهندهٔ راه حلی امیدوارکننده برای پرکردن شکاف بین مدل‌سازی پیچیدهٔ محیط زیست و تصمیم‌گیری مدیریت در جهان واقعی است [۲۸]. فریسن[2] و همکارانش (۲۰۱۷) روش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی و اقتصادی و راه حل‌هایی برای مدیریت یکپارچهٔ منابع آب را بررسی کردند. مدیریت یکپارچهٔ منابع آب، رویکرد جامعی برای تمرکز بر محیط زیست و همچنین عوامل اجتماعی-اقتصادی است که بر دسترسی و عرضهٔ آب تأثیر می‌گذارد [۲۹]. پیرس[3] و همکارانش (۲۰۱۷) به پایداری ارزیابی شاخص‌ها برای مدیریت منابع آب یکپارچه پرداختند. یافته‌های مطالعهٔ آنها نشان می‌دهد ۲۴ شاخص با بیشترین معیارهای پایداری مطابقت دارد؛ ۵۹ شاخص دوبعدی هستند (به این معنا که آنها با دو معیار پایداری مطابقت دارند)؛ ۸۶ شاخص یک‌بعدی (انجام فقط یکی از چهار معیار پایداری) و یک شاخص که هیچ‌یک از معیارهای پایداری را رعایت نمی‌کند [۳۰]. ایونبونو[4] و همکارانش (۲۰۱۸) تأثیر اقتصادی تغییرات اقلیمی بر شاخص‌های مدیریت آب کشاورزی را برآورد کردند. به طور کلی، تحقیق یادشده به بهبود درک تأثیرات بالقوهٔ اقتصادی از تغییرات آب و هوایی و هدایت ذی‌نفعان در انتخاب آنها از نظر سیاست‌های انطباق آینده کمک می‌کند [۳۱]. الفیت هری و مختار[5] (۲۰۱۸) به مدیریت یکپارچهٔ منابع آب در مالزی پرداخته‌اند. مطالعهٔ آنها برخی نوآوری‌ها را که در مدیریت منابع آب در این حوضه صورت گرفته است، نشان می‌دهد و همچنین توسعهٔ فعلی و تعهدات موجود برای دست‌یابی به پایداری منابع آب و حوضهٔ رودخانه را بیان می‌کند [۳۲].

1. Wu
2. Friesen
3. Pires
4. Lionboui
5. Elfithri & Mokhtar

یکی از معضلات و تنگناهای عمده‌ای که مردم مناطق خشک و نیمه‌خشک با آن روبه‌رو هستند، کافی‌نبودن آب برای مصارف گوناگون شرب، صنعت، کشاورزی و نیاز محیط‌های طبیعی است. آب یکی از منابع طبیعی اساسی مورد نیاز جوامع بشری است و حفاظت و مدیریت آن به یکی از مسائل و مشکلات کنونی جهان تبدیل شده است. با توجه به مطالعات داخلی و خارجی بررسی‌شده، لازم دانسته شد که در پژوهش حاضر مدیریت یکپارچهٔ منابع آب سد کهیر تحت کاربرد تکنیک چندشاخصهٔ فازی (FMADM) با تأکید بر جنبه‌های اقتصادی-زیست‌محیطی بررسی شود.

مبانی نظری و روش تحقیق

تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP)[1]

ایدهٔ اساسی AHP دریافت دانش کارشناسان در زمینهٔ موضوع مطالعه‌شده است، ولی AHP کلاسیک ممکن است به‌درستی توانایی بازتاب فرایند شناخت بشر، به‌خصوص در حالتی که مسائل به طور کامل تعریف نشده‌اند یا حل مسائلی که داده‌های مطمئن ندارند، نباشد [۳۳]. مفهوم فازی‌بودن در روش تحلیل سلسله‌مراتبی غیر مستقیم و بدون استفاده از مجموعه‌های فازی مورد توجه قرار گرفته است. در واقع، در روش یادشده با استفاده از ارزیابی‌های گفتاری، مفهوم فازی‌بودن در تعیین ماتریس‌های مقایسهٔ زوجی دخالت داده می‌شود. در تحقیق حاضر از منطق فازی و اعداد مربوط به آن برای بیان مقایسه‌های زوجی مانند جدول ۱ استفاده شده است و یک عدد فازی مثلثی با (a, b, c) نشان داده می‌شود. برای هر مقایسهٔ زوجی نُه‌گانه، گفتاری میان i و عامل j، مقیاس‌های فازی مثلثی و فازی مثلثی وارون، تعریف شده است. روش‌های گوناگونی برای محاسبه در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی وجود دارد.

جدول ۱. ارزیابی‌های گفتاری و عددهای فازی مثلثی هم‌نگاشت با آنها

ارزیابی‌های گفتاری	مقیاس‌های فازی مثلثی	مقیاس‌های فازی مثلثی وارون
اهمیت یکسان	(۱ و ۱ و ۱)	(۱ و ۱ و ۱)
یکسان تا نسبتاً مهم‌تر	(۳ و ۲ و ۱)	(۱ و ۰/۵ و ۰/۳۳)
نسبتاً مهم‌تر	(۴ و ۳ و ۲)	(۰/۵ و ۰/۳۳ و ۰/۲۵)
نسبتاً مهم‌تر تا اهمیت زیاد	(۵ و ۴ و ۳)	(۰/۳۳ و ۰/۲۵ و ۰/۲۰)
اهمیت زیاد	(۶ و ۵ و ۴)	(۰/۲۵ و ۰/۲۰ و ۰/۱۷)
اهمیت زیاد تا بسیار زیاد	(۷ و ۶ و ۵)	(۰/۲۰ و ۰/۱۷ و ۰/۱۴)
اهمیت بسیار زیاد	(۸ و ۷ و ۶)	(۰/۱۷ و ۰/۱۴ و ۰/۱۳)
بسیار زیاد تا کاملاً مهم‌تر	(۹ و ۸ و ۷)	(۰/۱۴ و ۰/۱۳ و ۰/۱۱)
کاملاً مهم‌تر	(۹ و ۹ و ۹)	(۰/۱۱ و ۰/۱۱ و ۰/۱۱)

روش FAHP که در مطالعهٔ حاضر استفاده شد، بر مبنای روش آنالیز توسعهٔ چنگ بوده که مراحل آن به صورت زیر است:

مرحلهٔ ۱: برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، مقدار S_i (ارزش تحقیق توسعه‌ای) که خود یک عدد مثلثی است، به صورت رابطهٔ ۱ محاسبه می‌شود:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \cdot \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} \qquad (۱)$$

$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ به وسیلهٔ عملگر جمع فازی به صورت رابطهٔ ۲ تعریف می‌شود:

$$\sum_{i=1}^{m} a_i, \sum_{i=1}^{m} b_i, \sum_{i=1}^{m} c_i = \left(\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right) \qquad (۲)$$

همچنین، برای به‌دست‌آوردن $\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$ با اعمال عملگر جمع فازی خواهیم داشت (رابطهٔ ۳):

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{i=1}^{m} a_i, \sum_{i=1}^{m} b_i, \sum_{i=1}^{m} c_i\right)$$
$$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{m} c_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{m} b_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{m} a_i}\right) \qquad (۳)$$

در رابطهٔ یادشده، k بیان‌کنندهٔ شمارهٔ سطر و i و j به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ گزینه‌ها و شاخص‌ها هستند.

مرحلهٔ ۲: در روش تحلیل توسعه‌ای، پس از محاسبهٔ S_iها، باید درجهٔ امکان‌پذیری بزرگ‌تربودن آنها را نسبت به

1. Fuzzy Analytical Hierarchy Process

هم آورد. به طور کلی، اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجهٔ بزرگی M_1 بر M_2 که با $V(M_1 \geq M_2)$ نشان داده می‌شود، به صورت رابطهٔ ۴ تعریف می‌شود:

$$V(M_1 \geq M_2) = \sup\left[\min(\mu_{M_1}(x),(\mu_{M_2}(y))\right] \quad (۴)$$

همچنین، داریم:

$$V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & if \ \ b_2 \geq b_1 \\ 0 & if \ \ a_1 \geq c_2 \\ \dfrac{a_1 - c_2}{(b_2 - c_2) - (b_1 - a_1)} & otherwise \end{cases} \quad (۵)$$

مرحلهٔ ۳: درجهٔ امکان‌پذیری بزرگ‌تربودن یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطهٔ ۶ به دست می‌آید:

$$V(M \geq M_1, M_2, ..., M_K) = V[(M \geq M_1) and (M \geq M_2) and, ..., and (M \geq M_K) and] = \min V(M \geq M_i), i = 1,2,...,k \quad (۶)$$

همچنین، برای $(k=1,2,3,...,n;k\neq i)$ محاسبهٔ وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسهٔ زوجی، به صورت رابطهٔ ۷ عمل می‌شود:

$$d'(A_i) = \min\{V(S_i \geq S_k)\} \quad (۷)$$

بنابراین، بردار وزن شاخص‌ها به صورت رابطهٔ ۸ خواهد بود:

$$w' = [d'(A_1), d'(A_2), ..., d'(A_n)]^T \quad (۸)$$

درخور یادآوری است که وزن‌های به‌دست‌آمده غیر فازی هستند و نیز این بردار، همان بردار ضرایب غیر نرمال (غیر بهنجار) فرایند سلسله‌مراتبی است.

مرحلهٔ ۴: به کمک رابطهٔ ۹، نتایج غیر نرمال به‌دست‌آمده از رابطهٔ قبل، نرمالایز (بهنجار) می‌شود. نتایج نرمالایزشده با نماد W نمایش داده می‌شود که یک عدد غیر فازی است [۳۳]:

$$w_i = \frac{w'i}{\sum w'i} \quad (۹)$$

$$W = (d(A_1), d(A_2), ..., d(A_n))$$

در جدول ۲ شاخص‌ها و گزینه‌های به کار گرفته‌شده در مطالعهٔ حاضر نشان داده شده‌اند. برای بررسی و اجرای فرایند مدل شاخص‌ها و گزینه‌ها با استفاده از دیدگاه‌های ۱۰ کارشناس خبرهٔ سازمان شرکت آب منطقه‌ای، سازمان جهاد کشاورزی و سازمان محیط زیست تعیین و از طریق مصاحبهٔ حضوری با آنها اقدام شد.

نتایج تحقیق

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی در مطالعهٔ حاضر براساس رویکردهای مدیریتی اقتصادی و زیست‌محیطی انجام گرفت. شاخص‌های اقتصادی عبارت‌اند از: سودآوری، سطح زیر کشت و الگوی کشت؛ شاخص‌های اجتماعی: اشتغال‌زایی، سطح رفاه و جمعیت؛ شاخص‌های فنی: مقدار تقاضا، عدم تأمین نیاز و ناپایداری و تأثیرپذیری از عدم قطعیت و شاخص‌های زیست‌محیطی: حفظ منابع آب، اکوسیستم پایین‌دست و کیفیت آب است. انجام محاسبات مقایسهٔ زوجی فازی شاخص‌ها و گزینه‌ها به تفکیک هر رویکرد مدیریتی در جدول‌های ۳ تا ۱۶ در پیوست مقاله ارائه شده است.

جدول ۲. شاخص‌ها و گزینه‌های استفاده‌شده در مطالعهٔ حاضر

شاخص‌ها			
C_1	سودآوری	C_7	مقدار تقاضا
C_2	سطح زیر کشت	C_8	عدم تأمین نیاز
C_3	الگوی کشت	C_9	ناپایداری و تأثیرپذیری از عدم قطعیت
C_4	اشتغال‌زایی	C_{10}	حفظ منابع آب
C_5	سطح رفاه	C_{11}	اکوسیستم پایین‌دست
C_6	جمعیت	C_{12}	کیفیت آب
گزینه‌ها			
OP_1	بخش کشاورزی		
OP_2	بخش شرب		
OP_3	بخش محیط زیست		

جدول ۳. ماتریس فازی مقایسهٔ زوجی شاخص‌ها براساس رویکرد اقتصادی

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
C_1	۱، ۱، ۱	۰/۴، ۰/۳۳، ۰/۱۶	۰/۱۴، ۰/۱، ۰/۰۹	۰/۴، ۰/۳۳، ۰/۱۶	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹	۰/۳۱، ۰/۱، ۰/۱۴	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹	۱۰، ۸، ۶	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹	۴، ۲، ۱	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹	۱، ۳، ۵
C_2	۰/۱۴، ۰/۱، ۰/۰۹	۱، ۱، ۱	۸/۱، ۶/۳، ۴/۲	۹، ۷/۲، ۵/۴	۷/۱، ۵/۸، ۳/۲	۹، ۷، ۵	۷/۹، ۶/۱، ۴/۳	۵، ۳، ۱	۵/۳، ۳/۵، ۱/۷	۸/۹، ۷/۱، ۵/۳	۶، ۴، ۲	۰/۱، ۰/۱۱، ۰/۰۹
C_3	۳/۱، ۳/۰، ۰/۱۴	۰/۴، ۰/۳۳، ۰/۱۶	۱، ۱، ۱	۶، ۴، ۲	۶/۱، ۴/۳، ۲/۵	۷، ۵، ۳	۰/۱۷، ۰/۱۳، ۰/۱	۴، ۲، ۱	۱۱، ۹، ۷	۹/۵، ۷/۷، ۵/۹	۹، ۷، ۵	۹/۳، ۷/۵، ۵/۷
C_4	۳/۱، ۳/۰، ۰/۱۴	۰/۱۸، ۰/۱۳، ۰/۱	۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۶	۱، ۱، ۱	۵/۱، ۳/۳، ۱/۵	۴، ۲، ۱	۰/۱۱، ۰/۰۹، ۰/۱۴	۸، ۶، ۴	۹، ۷، ۵	۶/۷، ۴/۹، ۳/۱	۱۰، ۸، ۶	۰/۱۷، ۰/۱۳، ۰/۱
C_5	۳/۱، ۳/۰، ۰/۱۴	۰/۳، ۰/۱۷، ۰/۱۴	۰/۴، ۰/۲۳، ۰/۱۶	۰/۶، ۰/۳، ۰/۱۹	۱، ۱، ۱	۶، ۴، ۲	۰/۱۷، ۰/۱۳، ۰/۱۰	۹، ۷، ۵	۴/۹، ۳/۱، ۱/۳	۹، ۷، ۵	۵/۹، ۱/۴، ۲/۳	۵، ۳، ۱
C_6	۳/۱، ۳/۰، ۰/۱۴	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱	۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴	۱، ۰/۵، ۰/۲۵	۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۶	۱، ۱، ۱	۱، ۱، ۱	۴، ۲، ۱	۱، ۱، ۱	۴، ۲، ۱	۵، ۳، ۱	۵، ۳، ۱
C_7	۳/۱، ۳/۰، ۰/۱۴	۰/۲۳، ۰/۱۶، ۰/۱۲	۰/۲۶، ۰/۱۷، ۰/۱۳	۰/۴، ۰/۲۳، ۰/۱۶	۰/۵، ۰/۲۶، ۰/۱۷	۱، ۱، ۱	۱، ۱، ۱	۴، ۲، ۱	۵/۶، ۳/۸، ۲	۴، ۲/۲، ۱	۱/۴، ۱/۲، ۱	۱/۴، ۱/۲، ۱
C_8	۳/۱، ۳/۰، ۰/۱۴	۰/۱۶، ۰/۱۲، ۰/۱	۰/۱۶، ۰/۱۲، ۰/۱	۰/۲۵، ۰/۱، ۰/۱	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹	۱، ۰/۵، ۰/۲۵	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹	۱، ۱، ۱	۱، ۱، ۱	۵، ۳، ۱	۵، ۳، ۱	۱، ۱، ۱
C_9	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱	۰/۵۸، ۰/۲۸، ۰/۱۸	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹	۰/۴، ۰/۲۳، ۰/۱۶	۰/۷، ۰/۳۲، ۰/۲	۱، ۱، ۱	۰/۱۷، ۰/۱۳، ۰/۱۰	۴، ۲، ۱	۱، ۱، ۱	۱/۹، ۱/۵، ۱/۱	۴، ۲، ۱	۵، ۳، ۱
C_{10}	۰/۱۴، ۰/۱، ۰/۰۹	۰/۱۸، ۰/۱۴، ۰/۱	۰/۱۶، ۰/۱، ۰/۱۰	۰/۳۲، ۰/۲، ۰/۱۴	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۲۵	۱، ۰/۵، ۰/۲۵	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹	۱، ۰/۵، ۰/۲۵	۰/۹، ۰/۶، ۰/۵	۱، ۱، ۱	۱، ۱، ۱	۰/۱، ۰/۱۳، ۰/۱۰
C_{11}	۰/۱۴، ۰/۱، ۰/۰۹	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱۱	۰/۲، ۰/۱، ۰/۱	۰/۱۶، ۰/۱۲، ۰/۱	۰/۴۳، ۰/۲۴، ۰/۱۶	۱، ۰/۳، ۰/۲	۰/۱۷، ۰/۱۳، ۰/۱۰	۱، ۰/۳، ۰/۲	۱، ۰/۵، ۰/۲۵	۵، ۳، ۱	۱، ۱، ۱	۰/۱۷، ۰/۱، ۰/۱
C_{12}	۰/۳، ۰/۱۷، ۰/۱۴	۰/۲۸، ۰/۱۸، ۰/۱۴	۰/۱۷، ۰/۱۳، ۰/۱	۰/۴۷، ۰/۲۵، ۰/۱۷	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹	۱، ۰/۳۳، ۰/۲	۰/۱۴، ۰/۱۱، ۰/۰۹	۵، ۳، ۱	۱، ۰/۳، ۰/۲	۱، ۰/۸، ۰/۷	۰/۳، ۰/۲، ۰/۱	۱، ۱، ۱

جدول ۴. ماتریس فازی مقایسهٔ زوجی شاخص‌ها براساس رویکرد زیست‌محیطی

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
C_1	۱،۱،۱	۰/۳،۰/۲،۰/۱	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶	۴/۳،۳/۲،۱/۱	۴/۳،۳/۲،۱/۱	۸،۶،۴	۱،۰/۵،۰/۲۵	۴،۲،۱	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶	۴/۳،۳/۲،۱/۱	۱،۰/۵،۰/۲۵	۱،۰/۵،۰/۲۵
C_2	۱،۰/۵،۰/۲۵	۱،۱،۱	۰/۳۳،۰/۲،۰/۱۴	۰/۵،۰/۲،۰/۱۶	۱،۰/۳۳،۰/۲	۱،۱،۱	۱،۰/۵،۰/۲۵	۱،۰/۳،۰/۲	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶	۰/۳،۰/۲،۰/۱۴	۰/۱۴،۰/۰۹،۰/۰۹	۰/۱،۰/۰۱،۰/۰۹
C_3	۵،۳،۱	۱۰،۸،۶	۱،۱،۱	۰/۵،۰/۲،۰/۱۶	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶	۱،۰/۳۳،۰/۲	۰/۵،۰/۲،۰/۱	۱،۰/۳۳،۰/۲	۱،۰/۳۳،۰/۲	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶	۰/۱،۰/۰۱،۰/۰۹
C_4	۱،۰/۳۳،۰/۲	۵،۳،۱	۹،۰/۴۵،۰/۲	۱،۱،۱	۴/۵،۲/۵،۱/۲	۴/۲،۲/۳،۱/۱	۴،۲،۱	۱،۰/۵،۰/۲۵	۱،۰/۵،۰/۲۵	۰/۲۵،۰/۱،۰/۱۲	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶،۰/۱۲،۰/۱	۱،۰/۵،۰/۲۵
C_5	۱۰،۸،۶	۱۰،۸،۶	۷،۵،۳	۰/۸،۰/۴،۰/۲۲	۱،۱،۱	۴/۴،۲/۴،۱/۲	۱،۰/۳۳،۰/۲	۵،۳،۱	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶	۱،۰/۳۳،۰/۲	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶
C_6	۰/۸،۰/۴،۰/۲	۰/۳،۰/۲،۰/۱	۸،۶،۴	۰/۹،۰/۴۵،۰/۲	۰/۸۳،۰/۴۱،۰/۲۲	۱،۱،۱	۱،۱،۱	۱،۰/۵،۰/۲۵	۱،۰/۵،۰/۲۵	۰/۳،۰/۲،۰/۱۴	۰/۲،۰/۱۴،۰/۱۱	۰/۱،۰/۰۱،۰/۰۹
C_7	۰/۸،۰/۴،۰/۲	۴،۲،۱	۵،۳،۱	۱،۰/۵،۰/۲۵	۵،۳،۱	۱،۱،۱	۱،۱،۱	۱،۰/۵،۰/۲۵	۱،۰/۵،۰/۲۵	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶	۰/۲۵،۰/۱،۰/۱۲	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶
C_8	۱،۰/۳،۰/۲	۵،۳،۱	۰/۹،۰/۴۵،۰/۲	۴،۲،۱	۱،۰/۳۳،۰/۲	۱۰،۸،۶	۴،۲،۱	۱،۰/۵،۰/۲۵	۱،۱،۱	۰/۳۳،۰/۲،۰/۱۴	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶،۰/۱۲،۰/۱	۰/۱،۰/۰۱،۰/۰۹
C_9	۱،۰/۳،۰/۲	۰/۳،۰/۲،۰/۱	۵،۳،۱	۴،۲،۱	۰/۷،۰/۳،۰/۲	۴،۲،۱	۴،۲،۱	۱،۱،۱	۱،۱،۱	۰/۲،۰/۱،۰/۱	۰/۱،۰/۰۱،۰/۰۹،۰/۰۱،۰/۰۹	۰/۱،۰/۰۱،۰/۰۹
C_{10}	۸،۶،۴	۸،۶،۴	۶،۴،۲	۸،۶،۴	۵،۳،۱	۱۰،۸،۶	۱۰،۸،۶	۱،۱،۱	۹،۷،۵	۱،۱،۱	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶،۰/۱۲،۰/۱	۱،۰/۵،۰/۲۵
C_{11}	۱۰،۸،۶	۰/۳،۰/۲،۰/۱	۱۱،۹،۷	۱۰،۸،۶	۷،۵،۳	۹،۷،۵	۸،۶،۴	۱۰،۸،۶	۱۱،۹،۷	۹،۷،۵	۱،۱،۱	۰/۵،۰/۲۵،۰/۱۶
C_{12}	۱،۰/۵،۰/۲	۵،۳،۱	۰/۹،۰/۴۵،۰/۲	۱۱،۹،۷	۵،۳،۱	۱۰،۸،۶	۵،۳،۱	۱۱،۹،۷	۱۱،۹،۷	۵،۳،۱	۳،۵،۷	۱،۱،۱

جدول ۵. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_1

	زیست‌محیطی			اقتصادی		
	OP_3	OP_2	OP_1	OP_3	OP_2	OP_1
OP_1	۶/۶، ۸/۶، ۱۰/۶	۶/۶، ۸/۶، ۱۰/۶	۱، ۱، ۱	۴/۵، ۶/۵، ۸/۵	۱، ۳، ۵	۱، ۱، ۱
OP_2	۴، ۶، ۸	۱، ۱، ۱	۶/۶، ۸/۶، ۱۰/۶	۴/۵، ۶/۵، ۸/۵	۱، ۱، ۱	۶/۶، ۸/۶، ۱۰/۶
OP_3	۱، ۱، ۱	۱، ۳، ۵	۴/۵، ۶/۵، ۸/۵	۱، ۱، ۱	۴، ۶، ۸	۴/۵، ۶/۵، ۸/۵

جدول ۶. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_2

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۰/۱۵، ۰/۱، ۰/۰۹	۰/۲۴، ۰/۱، ۰/۱۲	۱، ۱، ۱	۵، ۳، ۱	۰/۱، ۰/۱، ۰/۰۹
OP_2	۰/۱۵، ۰/۱، ۰/۰۹	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۵، ۰/۲۵	۰/۱۴، ۰/۱، ۰/۰۹	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳، ۰/۲
OP_3	۰/۲۴، ۰/۱، ۰/۱۲	۴، ۲، ۱	۱، ۱، ۱	۰/۱۴، ۰/۱، ۰/۰۹	۴، ۲، ۱	۱، ۱، ۱

جدول ۷. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_3

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۰/۲، ۰/۱۶، ۰/۱۲	۸/۲، ۶/۲، ۴/۳	۱، ۱، ۱	۰/۱، ۰/۱، ۰/۱	۱۱، ۹، ۷
OP_2	۰/۲، ۰/۱۶، ۰/۱۲	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۵، ۰/۲۵	۰/۱۵، ۰/۱، ۰/۰۹	۱، ۱، ۱	۸/۲، ۶/۲، ۴/۳
OP_3	۰/۱، ۰/۱، ۰/۱	۴، ۲، ۱	۱، ۱، ۱	۰/۳، ۰/۲، ۰/۱۴	۷، ۵، ۳	۱، ۱، ۱

جدول ۸. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_4

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۹/۶، ۷/۶، ۵/۶	۷/۴، ۵/۴، ۳/۴	۱، ۱، ۱	۱۱، ۹، ۷	۱۰، ۸، ۶
OP_2	۰/۱، ۰/۱۳، ۰/۱	۱، ۱، ۱	۰/۲، ۰/۱۴، ۱۱	۹/۶، ۷/۶، ۵/۶	۱، ۱، ۱	۱۰، ۸، ۶
OP_3	۹/۶، ۷/۶، ۵/۶	۹، ۷، ۵	۱، ۱، ۱	۰/۱۶، ۰/۱۲، ۰/۱	۷، ۵، ۳	۱، ۱، ۱

جدول ۹. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_5

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۰/۱۶، ۰/۱۲، ۰/۱	۴، ۲، ۱	۵، ۳، ۱	۱۱، ۹، ۷	۱۰/۸، ۸/۸، ۶/۸
OP_2	۱۰/۸، ۸/۸، ۶/۸	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۵، ۰/۲۵	۰/۱۶، ۰/۱۲، ۰/۱	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳۳، ۰/۲
OP_3	۰/۱۶، ۰/۱۲، ۰/۱	۱۱، ۹، ۷	۱، ۱، ۱	۰/۱۶، ۰/۱۲، ۰/۱	۵، ۳، ۱	۱، ۱، ۱

جدول ۱۰. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_6

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۵/۶، ۴/۵، ۲/۶	۸/۴، ۲/۸، ۱	۱، ۱، ۱	۸/۳، ۶/۳، ۴/۴	۸/۳، ۶/۳، ۴/۴
OP_2	۰/۳۸، ۰/۲، ۰/۱۵	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳۳، ۰/۲	۰/۲۲، ۰/۱۵، ۰/۱۲	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳۳، ۰/۲
OP_3	۱، ۰/۳۵، ۰/۲	۵، ۳، ۱	۱، ۱، ۱	۰/۲۲، ۰/۱۵، ۰/۱۲	۵، ۳، ۱	۱، ۱، ۱

جدول ۱۱. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_7

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۱۰/۴، ۸/۴، ۶/۴	۸، ۶، ۴	۱، ۱، ۱	۸، ۶، ۴	۵، ۳، ۱
OP_2	۰/۱۵، ۰/۱، ۰/۰۹	۱، ۱، ۱	۴/۶، ۲/۶، ۱/۴	۰/۲۵، ۰/۱۶، ۰/۱۲	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳۳، ۰/۲
OP_3	۰/۲، ۰/۱، ۰/۱۲	۰/۷، ۰/۳، ۰/۲	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳۳، ۰/۲	۵، ۳، ۱	۱، ۱، ۱

جدول ۱۲. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_8

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۵/۸، ۳/۸، ۲	۵، ۳، ۱	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳۳، ۰/۲	۵/۸، ۳/۸، ۲
OP_2	۰/۲، ۰/۱، ۰/۱۲	۱، ۱، ۱	۵، ۳، ۱	۰/۳۳، ۰/۲، ۰/۱۴	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۵، ۰/۲۵
OP_3	۰/۲، ۰/۱۶، ۰/۱۲	۱، ۰/۳۳، ۰/۲	۱، ۱، ۱	۵/۸، ۳/۸، ۲	۷، ۵، ۳	۱، ۱، ۱

جدول ۱۳. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_9

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳۷، ۰/۲۱	۶، ۴، ۲	۱، ۱، ۱	۵/۱، ۳/۱، ۱/۲	۰/۵، ۰/۲، ۰/۱۶
OP_2	۰/۸۳، ۰/۳، ۰/۱۹	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳۳، ۰/۲	۰/۸۳، ۰/۳، ۰/۱۹	۱، ۱، ۱	۴/۷، ۲/۷، ۱
OP_3	۱، ۰/۳۷، ۰/۲۱	۵/۱، ۳/۱، ۱/۲	۱، ۱، ۱	۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۶	۵، ۳، ۱	۱، ۱، ۱

جدول ۱۴. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_{10}

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۱	۶، ۴، ۲	۱، ۱، ۱	۵، ۳، ۱	۱، ۰/۳۳، ۰/۲
OP_2	۷، ۵، ۳	۱، ۱، ۱	۰/۵، ۰/۲، ۰/۱۶	۱، ۰/۳۳، ۰/۲	۱، ۱، ۱	۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۱
OP_3	۶، ۴، ۲	۶، ۴، ۲	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳۳، ۰/۲	۶، ۴، ۲	۱، ۱، ۱

جدول ۱۵. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_{11}

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۸، ۶، ۴	۹، ۷، ۵	۱، ۱، ۱	۰/۳۵، ۰/۲، ۰/۱۴	۵، ۳، ۱
OP_2	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱	۱، ۱، ۱	۰/۲۵، ۰/۱۶، ۰/۱۲	۰/۳۵، ۰/۲، ۰/۱۴	۱، ۱، ۱	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱
OP_3	۵، ۳، ۱	۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۶	۱، ۱، ۱	۱، ۰/۳۳، ۰/۲	۹، ۷، ۵	۱، ۱، ۱

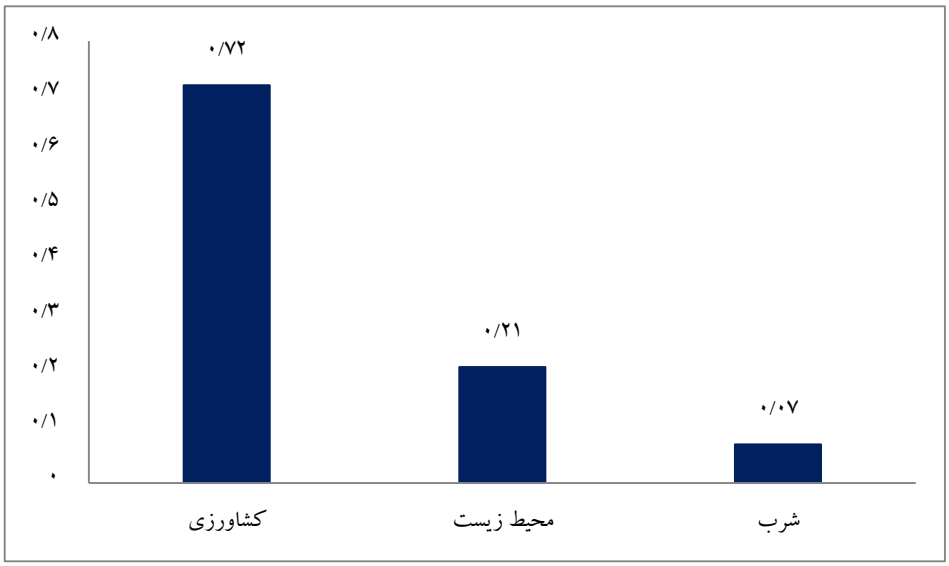
جدول ۱۶. مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها برحسب شاخص C_{12}

	اقتصادی			زیست‌محیطی		
	OP_1	OP_2	OP_3	OP_1	OP_2	OP_3
OP_1	۱، ۱، ۱	۹، ۷، ۵	۰/۱۹، ۰/۱۴، ۰/۱	۷، ۵، ۳	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱
OP_2	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱	۱، ۱، ۱	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱	۱، ۱، ۱	۰/۱، ۰/۱، ۰/۰۹
OP_3	۷، ۵، ۳	۷، ۵، ۳	۱، ۱، ۱	۰/۲، ۰/۱۴، ۰/۱	۱۱، ۹، ۷	۱، ۱، ۱

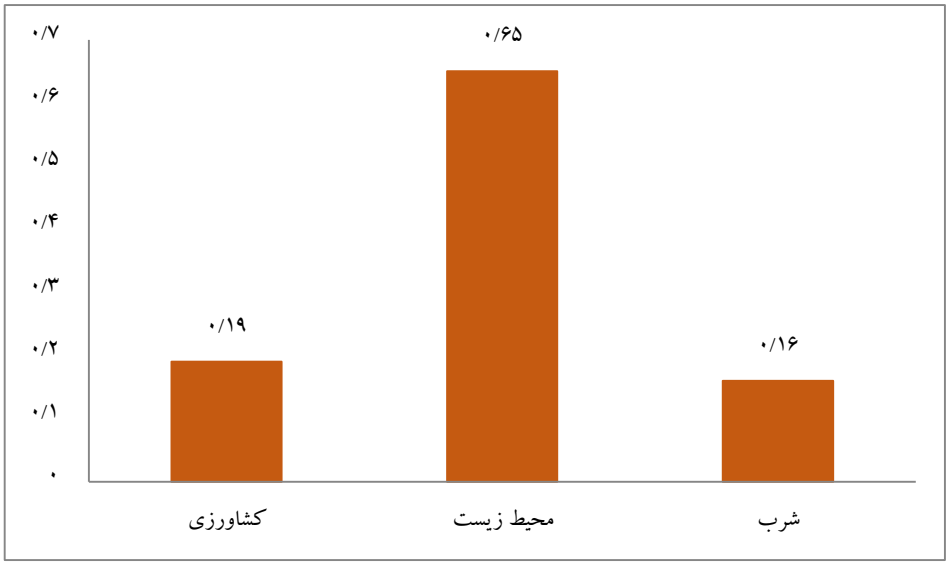
نتایج نهایی تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) براساس دو رویکرد یادشده در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده است.

طبق نتایج براساس رویکرد اقتصادی، وزن نهایی مصرف‌کنندهٔ کشاورزی با ۰/۷۲ بیشترین مقدار بوده است. بنابراین، اگر مباحث اقتصادی مد نظر باشد، اولویت نخست با بخش کشاورزی خواهد بود. در این رویکرد مدیریتی، بخش محیط زیست با وزن نهایی ۰/۲۱ در اولویت دوم و بخش شرب با وزن نهایی ۰/۰۷ در اولویت سوم قرار گرفت.

نکتهٔ مهم در رویکرد یادشده این است که بخش محیط زیست با اختلاف زیادی از بخش کشاورزی قرار دارد، چراکه بخش کشاورزی، شغل اصلی بیشتر مردمان منطقه را تشکیل می‌دهد و مباحث سودآوری، توسعهٔ سطح زیر کشت و تغییرات الگوی کشت سهم زیادی در تعیین وزن نهایی این بخش دارند. در شکل ۳ مقایسهٔ نهایی گزینه‌ها براساس رویکرد زیست‌محیطی نشان داده شده است.



شکل ۲. نمودار مقایسهٔ نهایی گزینه‌ها براساس رویکرد اقتصادی



شکل ۳. نمودار مقایسهٔ نهایی گزینه‌ها براساس رویکرد زیست‌محیطی

در نهایت، رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس رویکرد زیست‌محیطی به این صورت به دست آمد که بخش کشاورزی با وزن نهایی ۰/۱۹ در رتبهٔ دوم قرار می‌گیرد. در این رویکرد، بخش محیط زیست با وزن نهایی ۰/۶۵ در رتبهٔ نخست و بخش شرب در رتبهٔ سوم جای گرفت. در این رویکرد شاخص‌های حفظ منابع آب برای نسل آتی، اکوسیستم پایین‌دست و کیفیت آب اهمیت زیادی داشته و سبب افزایش رتبهٔ بخش محیط زیست در آن شده است.

جمع‌بندی و پیشنهادها

رشد روزافزون تقاضا برای منابع آبی و در پی آن تغییرات جمعیتی، افزایش سطح درآمدها و تغییر در شیوهٔ زندگی، توسعهٔ فعالیت‌های اقتصادی و همچنین تغییرات تکنولوژیکی و از طرفی، محدودیت منابع آب در کشور، سبب ایجاد شکاف بزرگی بین عرضه و تقاضای آب در کشور شده است. مدیریت یکپارچهٔ منابع آب فرایندی است که توسعه و مدیریت هماهنگ منابع آب و دیگر منابع وابسته را برای ارتقای رفاه اجتماعی و اقتصادی در یک روال بدون مشکل، پایداری اکوسیستم‌های حیاتی را به دنبال داشته باشد. مشکل اساسی در اصلاح بخش منابع آب و به‌کارگیری مدیریت یکپارچهٔ منابع آب، ارتقای سطح کارایی اقتصادی، عدالت اجتماعی و پایداری زیست‌محیطی است.

در مطالعهٔ یادشده اولویت‌بندی بهره‌برداری منابع آب سد کهیر به عنوان یکی از سدهای مهم جنوب بلوچستان با استفاده از ۱۲ شاخص مهم برای تعیین وزن نهایی گزینه‌های کشاورزی، شرب و محیط زیست با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) استفاده شد. شاخص‌های بررسی‌شده طبق دیدگاه‌های کارشناسان خبره براساس دو رویکرد مدیریتی: اقتصادی و زیست‌محیطی تنظیم شد. طبق نتایج به‌دست‌آمده براساس رویکرد اقتصادی (شکل ۲)، مصرف‌کنندهٔ کشاورزی با وزن نهایی ۰/۷۲ بیشترین مقدار بوده است. بنابراین، اگر مباحث اقتصادی مد نظر باشد، اولویت نخست با بخش کشاورزی خواهد بود. در این رویکرد مدیریتی، بخش محیط زیست با وزن نهایی ۰/۲۱ در اولویت دوم و بخش شرب با وزن نهایی ۰/۰۷ در اولویت سوم قرار گرفت. در رویکرد اقتصادی، بخش کشاورزی در رتبهٔ نخست قرار گرفت، اما در رویکرد زیست‌محیطی، بخش محیط زیست در رتبهٔ نخست قرار داشت. در رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس رویکرد زیست‌محیطی، بخش کشاورزی با وزن نهایی ۰/۱۹ در رتبهٔ دوم و در این رویکرد، بخش محیط زیست با وزن نهایی ۰/۶۵ در رتبهٔ اول و بخش شرب در رتبهٔ سوم جای گرفت. بر این اساس، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- براساس رویکرد اقتصادی، بخش کشاورزی در اولویت نخست قرار گرفت. بنابراین، تغییرات مصرف در این بخش تأثیر زیادی بر منابع آب و توسعهٔ منطقه خواهد گذاشت و عزم جدی و توجه ویژهٔ مسئولان و مدیران مربوط به آن برای رونق این بخش، بیش از پیش مورد نیاز است.
- تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه قادر است برنامه‌ریزی لازم را در قالب مدیریت یکپارچه فراهم سازد، از این‌رو باید این تکنیک‌ها در سیاست‌گذاری‌ها، راهبردهای بلندمدت و برنامه‌های آتی در بهره‌برداری منابع آب مورد توجه قرار گیرد.
- بررسی برنامه‌های توسعهٔ منابع آب در حوضهٔ سد کهیر که تخصیص تسهیلات بانک‌ها برای اجرای طرح‌های یکپارچه‌سازی، توسعهٔ مکانیزاسیون، توسعهٔ اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار و... با توجه به رویکرد اقتصادی که در آن بخش کشاورزی در اولویت قرار دارد، پیشنهاد می‌شود.

منابع

[1]. Kopahi, M. 2004. The Importance and Status of Groundwater in the Hydrological Cycle, Proceedings of the Second National Student Conference on Soil and Water Resources, Shiraz University. 2004, pp. 45- 56. [Persian]

[2]. Dashti, Gh., Aminiyan, F., Hoseyn Zad, J., Hayati, B. 2010. Estimating the Economic Value of Water in Wheat Production (Case Study: Damghan Subterranean Resources), Journal of Endowment Science. 2010, 2(1): 112-132. [Persian]

[3]. Mohammadvali Samani, J. Water Resources Management and Sustainable Development, Bureau of Foundation Studies, Research Deputy, Research Center of the Islamic Consultative Assembly. 2003, No. 7374. [Persian]

[4]. Mahab Ghodss Consultant Engineers. Studies on Guidelines for Determining the Value of Water Economically in Agricultural Use, First Report, Center for Technical Documents. 2006. [Persian]

[5]. Allan, J.A. 2003. Integrated water resources management is more a political than a technical challenge". Developments in Water Science. 2003, 50(1): 9-23.

[6]. Biswas, A.K. 2004. "Integrated water resources management: a reassessment: a water forum contribution". Water international. 2004, 29(2): 248-256.

[7]. He, X. Legal methods of mainstreaming climate change adaptation in Chinese water management. Springer.2016.

[8]. Engle, N. Johns, O., Lemos, M., Nelson, D. Integrated and adaptive management of water resources: tensions, legacies, and the next best thing". Ecology and society. 2011, 16(1): 1-11.

[9]. Calder, I.R. The blue revolution: land use and integrated water resources management. Earthscan. 1999.

[10]. Brown, C., Lall, U. Water and economic development: The role of variability and a framework for resilience. Natural Resources Forum. 2006, 30(4): 306-317.

[11]. Matondo, J.I. 2002. "A comparison between conventional and integrated water resources planning and management". Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C. 2002, 27(11): 831-838.

[12]. Ferreyra, C., De Loe, R.C., Kreutzwiser, R.D. Imagined communities, contested watersheds: challenges to integrated water resources management in agricultural areas. Journal of rural studies. 2008, 24(3): 304-321.

[13]. Mianabadi, H., Mostert, E., Saket Pande, S., Giesen, N. Weighted Bankruptcy Rules and Transboundary Water Resources Allocation, Water Resour Manage. 2015, 26: 2303–2321.

[14]. Status Report on Integrated Water Resources Management and Water Efficiency Plans, UN-Water, 2008.

[15]. Mishra, A.K., Singh, V.P. A review of drought concepts. Journal of Hydrology, 2010, 391:202– 216.

[16]. Brown, A., and Matlock, M. A review of water scarcity indices and methodologies. The Sustainability Consortium, University of Arkansas. 2011.

[17]. Mostafazadeh, R., Shahabi, M., and Zabihi, M. Analysis of meteorological drought using Triple Diagram Model in the Kurdistan Province, Iran. Journal of Geographical Planning of Space. 2015. 17:1-12. [Persian]

[18]. Hyde, K.M., Maier, H.R., & Colby, C.B. A Distance-Based Uncertainty Analysis Approach to Multi Criteria Decision Analysis for Water Resource Decision Making, Journal of Environmental Management. 2005, 77: 278-290.

[19]. Meteorological Organization of Sistan and Baluchestan, Reports of the Institute of Climatology, 2015. [Persian]

[20]. Velayati, S.A. Geography of Water, Ferdowsi University Press, Mashhad. 2004. [Persian]

[21]. Valizadeh, N., Bizhani, M., Abasi, A. Environmentalist analysis of farmers' participatory behavior in protecting surface water resources in the southern watershed of Lake Urmia, Iran Agricultural Science and Education. 2015, 11(2): 183-201. [Persian]

[22]. Sardar Shahraki, A., Shahraki, J., Hashemi Monfared., S.A. Investigating the Management Approaches of Sistan Water Resources Utilization Using Fuzzy Analytical Hierarchy (FAHP), Public Management Research. 2016. 9(31):73-98. [Persian]

[23]. Ghaemi, A., Larijani, M., Shabiri, M., Sarmadi M.R. Elaboration of an Environmental Education Model for Strengthening the Sustainable Management of Water Resources of the Country, Urban Management. 2016, 44: 177-194. [Persian]

[24]. Tahami poor, M., Yazdani, S. The Role of Economic Instruments in Integrated Water Resources Management: A Case Study of Irrigation Water pricing system in West Azarbaijan watershed, Journal of Iranian Agricultural Economics and Development Research. 2016, 2(47): 556-554. [Persian]

[25]. Ghaemi, A. Elaboration of an Environmental Education Model for Strengthening Sustainable Governance of the Country's Water Resources with Emphasis on Public Participation, Quarterly Journal of Social-Cultural Development Studies. 2016, 5(2): 157-133. [Persian]

[26]. Khiyabani, N., Bagheri, S., Bashiri Poor, A. Economic Requirements for Water Resources Management, Journal of Water and Sewage. 2017, 1: 56-42. [Persian]

[27]. Rafiee Darani, H., Kohansal, M.R.., Ghorbani, M., Sabouhi, M. Hydroeconomic Modeling in the Analysis of Water Resources Management Strategies in Neyshabour Plain, Agricultural Economics and Development. 2017, 25(99): 77-41. [Persian]

[28]. Wu, B; Zheng, Y; Wu, X; Tian, Y; Han, F; Liu, J and Zheng, C. Optimizing water resources management in large river basins with integrated surface water-groundwater modeling: A surrogate-based approach, Water Resources Research. 2015, 51(4): 2153-2173.

[29]. Friesen, J; Rodriguez Sinobas, L; Foglia, L and Ludwig, F. Environmental and socio-economic methodologies and solutions towards integrated water resources management, Science of The Total Environment. 2017, 581–582: 906-908.

[30]. Pires, A; Morato, J; Peixoto, H; Botero, V; Zuluaga, L and Figueroa, A. Sustainability Assessment of indicators for integrated water resources management, Science of The Total Environment, Science of The Total Environment, 2017, 578: 139-147.

[31]. Lionboui, H; Benabdelouahab, T; Elame, F; Hasib, A and Boulli, A. Estimating the Economic Impact of Climate Change on Agricultural Water Management Indicators, Science & Technology. 2018, 26(2): 749-762.

[32]. Elfithri R., Mokhtar M.B.Integrated Water Resources Management in Malaysia: Some Initiatives at the Basin Level. In: Singh V., Yadav S., Yadava R. (EDS) Water Resources Management. Water Science and Technology Library, 2018, Vol 78. Springer, Singapore

[33]. Ataie M. Fuzzy multi criteria decision making. Shahrood: University of Technology of shahrud. 2009. [Persian]

[34]. Haghighi, M., Divandari, A., Keimasi, M. The impact of 3D e-readiness on e-banking development in Iran: A fuzzy AHP analysis. Expert Systems with Applications. 2010, 37, 4084–4093.