نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، ص. ۴۶-۲۹

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 1, Spring and Summer 2024, 29-46

مقاله علمی-پژوهشی

تحلیل موانع و مشکلات مدیریت آب کشاورزی در اراضی شالیزاری شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود

صدیقه لطفی[۱]، محمدحسین منهاج[۲*]، محمد کاوسی کلاشمی[۳]، محمدرضا خالدیان[۴]

چکیده

در سال‌های اخیر، آورد رودخانه سفیدرود به‌عنوان تأمین‌کننده اصلی آب شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود حدود ۵۰ در صد کاهش پیدا کرده است. لذا استفاده بهینه از آب موجود برای پایداری تولید محصولات کشاورزی در استان گیلان به‌خصوص برنج ضروری است. در این راستا، بررسی مشکلات مدیریت آب کشاورزی در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود و اولویت‌بندی آن‌ها، برای یافتن راهکارهای اجرایی مناسب ضروری است. هدف این پژوهش بررسی چالش‌های پیش روی مدیریت منابع آب در شالیزارهای تحت پوشش شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود است. در این راستا، پس از تشکیل درخت تصمیم بر مبنای نظر خبرگان و مرور الگوهای تجربی موجود، جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز از طریق پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با خبرگان حوزه آب استان گیلان، اولویت‌بندی مشکلات با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) صورت گرفت. درخت تصمیم در سه سطح تعریف شد: سطح اول دارای سه معیار، سطح دوم دارای ۱۶ زیرمعیار و سطح سوم دارای ۸۵ زیرمعیار است. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی انجام شد. نتایج نشان داد که از میان سه عامل اصلی مشکلات و موانع آب در سطح مزرعه، تأمین آب و انتقال آب، شاخص انتقال آب با معادل ۴۰ در صد بیشترین سهم مشکلات را دارا است و شاخص تأمین آب با ۲۹ در صد کمترین سهم را به خود اختصاص داده است. هرکدام از این عوامل با زیرمعیارهایی بررسی شد که ارزیابی ویژه متخصصین را ضروری می‌سازد و تصمیم‌گیری دقیق و حرفه‌ای کارشناسان در این حوزه را لازم کرده است. تمرکز اصلی برنامه‌های اصلاحی شبکه باید بر حل مشکلات انتقال آب نظیر تکمیل کانال‌های شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود متمرکز باشد.

واژه‌های کلیدی: درخت تصمیم، FAHP، مدیریت منابع آبی

مقدمه

ایران با توجه به گستردگی جغرافیایی، دارای شرایط محیطی و اقلیمی متنوعی است، چنان‌که درصد عمده‌ای از سطح کشور تحت تأثیر توده پرفشار قرار دارد و در مرکز و جنوب دارای آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک است. سواحل جنوبی دریای خزر و استان گیلان دارای شرایط اقلیمی کاملاً متفاوت با سایر مناطق کشور است به‌طوری‌که میزان بارش سالانه این استان به هشت برابر میانگین کل کشور می‌رسد (رضایی، ۱۳۸۵). این استان با برخورداری از بارش کافی، وجود سد و شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود و رودخانه‌های فراوان از مناطق مناسب برای کشت برنج است. حوضه آبریز سفیدرود (قزل‌اوزن- سفیدرود) در تقسیم‌بندی کلی هیدرولوژی ایران، بخشی از حوضه آبریز دریای خزر محسوب شده و در محدوده تلاقی رشته‌کوه‌های البرز و زاگرس مرکزی قرار دارد. هدف اصلی احداث سد سفیدرود تنظیم جریان‌های ورودی به رودخانه سفیدرود برای آبیاری ۱۸۹ هکتار اراضی شالیکاری دشت

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد توسعه روستایی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت
[۲] دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ایران (*نویسنده مسئول: mmenhaj@guilan.ac.ir)
[۳] دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ایران
[۴] دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان و گروه پژوهشی مهندسی آب و محیط‌زیست پژوهشکده حوزه دریای خزر، رشت، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۳

گیلان بود (مهندسین مشاور پندام، ۱۳۸۳). در حال حاضر آب کشاورزی مورد نیاز ۱۷۲ هزار هکتار شالیزارهای استان از سد سفیدرود تأمین می‌شود. پیش از احداث سد و شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود، تأمین آب ۱۱۰ هزار هکتار اراضی شالیکاری استان گیلان به روش‌های سنتی از رودخانه سفیدرود صورت می‌گرفت. در شرایط کنونی تأمین آب ۱۷۶ هزار هکتار از اراضی شالیکاری استان گیلان از طریق سد و شبکه سفیدرود انجام می‌پذیرد (مهندسین مشاور پندام، ۱۳۸۳). ازاین‌رو، تولید محصول راهبردی برنج در استان گیلان وابسته به عرضه و تأمین مناسب و کافی آب از محل حوضه آبریز سفیدرود و رودخانه سفیدرود است (حسین‌زاد، ۱۳۹۲). شیوه کشت، توزیع نامناسب زمانی بارش، نبود امکانات ذخیره آب در بخش‌های وسیعی از استان، راندمان پایین آبیاری، نگرش نامناسب شالیکاران به مقوله مدیریت منابع آب و غیره، باعث بروز بحران‌های مقطعی در سامانه تولید برنج استان گیلان شده است. با توجه به نقش استان در تولید محصول راهبردی برنج، ساختار اقتصادی مبتنی بر کشاورزی این استان و وابستگی به آورد آب رودخانه سفیدرود، هرگونه تغییر در حق آبه این استان از محل حوضه آبریز سفیدرود باید با در نظر گرفتن اثرات جامع کوتاه‌مدت و بلندمدت بر سامانه اقتصادی استان گیلان و تعریف سازوکارهایی برای جبران خسارت‌های آن باشد (کاوسی کلاشمی و پیکانی ماچیانی، ۱۳۹۴). اساس مدیریت منابع آب، مستلزم درک درست از سامانه منابع آب است که برنامه‌ریزان را قادر می‌سازد تصمیمات منطقی اتخاذ کنند. از طرف دیگر مدل‌های شبیه‌سازی مدیریت منابع آب می‌توانند برنامه‌ریزان را برای دست‌یابی به روشی روشن یاری رساند (Heaven et al., 2002). مدیریت پایدار آب درصدد دست‌یابی هم‌زمان به دو هدف حفظ امنیت غذایی و حفظ محیط‌زیست طبیعی و کشاورزی پایدار است و رابطه پایدار بین این دو هدف در حال حاضر باید حفظ شود (Cia et al.,2003). در حال حاضر، بسیاری از نقاط جهان با چالش‌های ناشی از کمبود آب مواجه هستند. برای دستیابی به پایداری آب تحت این سناریو، باید به علل اصلی مشکلات آب پرداخته شود و به‌طور هم‌زمان با عواقب آن‌ها برخورد شود. توسعه دیدگاه سیستمی مدیریت آب برای رویارویی با چنین چالش‌هایی حیاتی است. مدیریت یکپارچه منابع آب[1](IWRM) یکی از رویکردهایی است که مدیریت آب را از منظر سیستمی تجزیه و تحلیل می‌کند. بخش آبیاری میزان بالایی از منابع آب شیرین موجود کشور را به خود اختصاص می‌دهد؛ بنابراین، کارایی استفاده از آن برای کشاورزی پایدار از اهمیت بالایی برخوردار است. محققان و سازمان‌های مختلف در حال تلاش برای افزایش راندمان سیستم آبیاری و بهره‌وری آب محصولات هستند. تدوین هر طرح و سیاست آبیاری برای پایدار بودن باید بر پایه ورودی‌های علمی باشد و توسط مطالعات تحقیقاتی مرتبط حمایت شود (Gupta et al., 2022). در این پژوهش به‌منظور تعیین اهمیت و مقایسه وزن هر یک از مشکلات و موانع از رهیافت FAHP استفاده شد. اطلاعات گسترده‌ای وجود دارد که به وضعیتی اشارت می‌کند که در غیردقیق بودن نتایج حاصل از مقایسه نسبت‌های محاسبه شده دارد (Leung and Chao, 2000). در بیشتر موضوعات مرتبط با دنیای واقعی، برخی از داده‌های مرتبط با تصمیم‌گیری را می‌توان دقیقاً ارزیابی کرد، درحالی‌که برخی دیگر را نمی‌توان به‌طور دقیق تعیین نمود. پژوهشگران در پیش‌بینی‌های مفاهیم کمی موفق نیستند، درحالی‌که در پیش‌بینی مفاهیم کیفی نسبتاً کارآمد بودند (Kulak and Ghahraman, 2005). اساساً، عدم قطعیت در پیش‌بینی‌های ترجیحی موجب عدم قطعیت در رتبه‌بندی گزینه‌های جایگزین و دشواری در تعیین پایداری ترجیحات می‌شود (Leung and Chao, 2000). این‌گونه کاربری‌ها با دیدگاه‌های مختلف همراه با روش‌های پیشنهادی در مطالعات، FAHP فازی قابلیت اجرایی دارند در این مطالعه تحلیل توسعه‌یافته‌ای از چانگ (Cheng, 1997) در مورد یک مسئله انتخاب فرموله شده است. تکنیک FAHP فازی را می‌توان به‌عنوان یک روش تحلیلی پیشرفته که ناشی از FAHP سنتی ناشی شده است موردمطالعه قرار داد. علیرغم آسان بودن FAHP در بررسی معیارهای کمی و کیفی موضوعات مرتبط با تصمیم‌گیری چند معیاره قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان و نیز ابهام موجود در بسیاری از مسائل مربوط به تصمیم‌گیری‌ها این روش می‌تواند درباره قضاوت‌های نادرست

[1] Integrated Water resources manegment

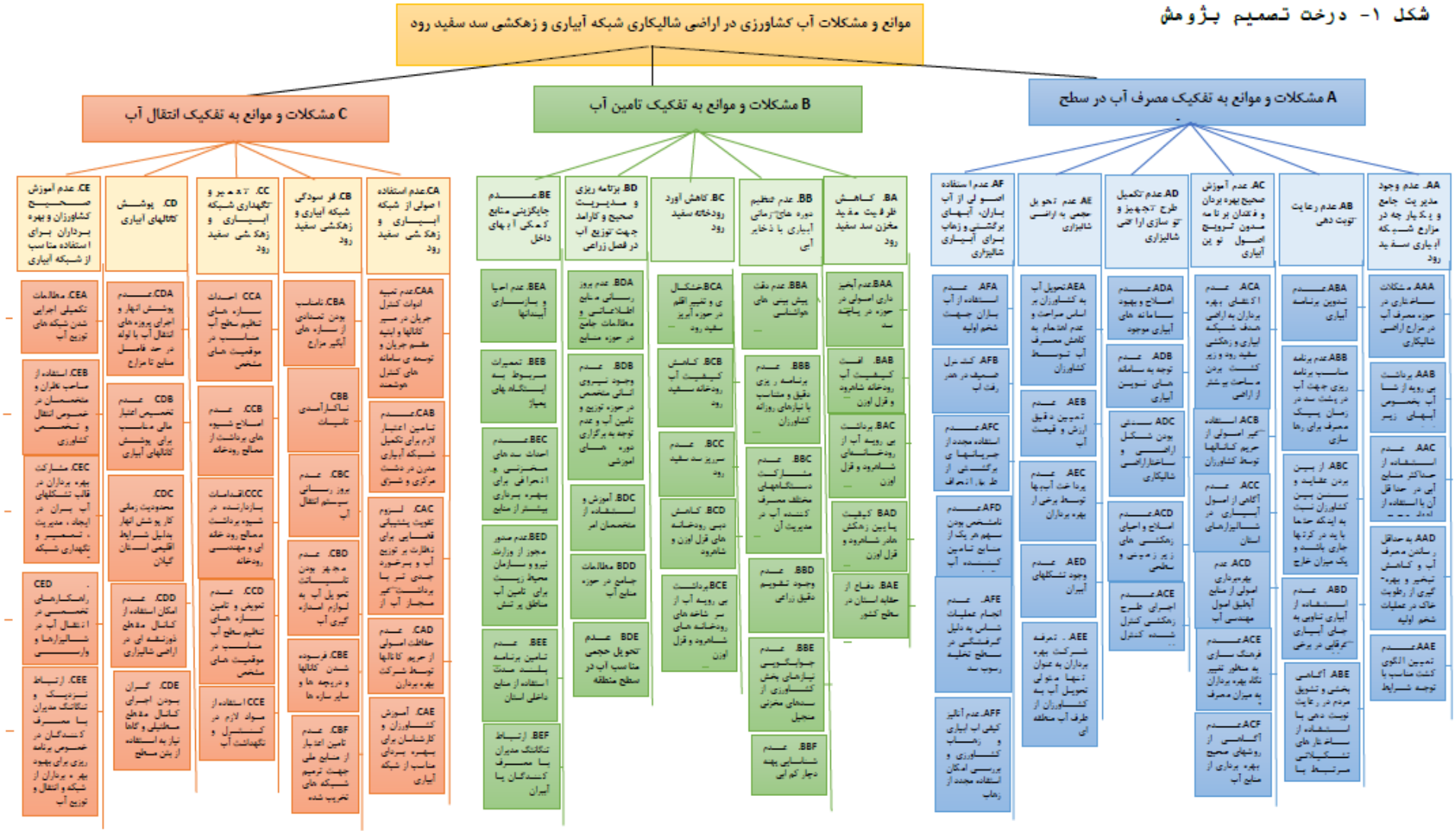
تصمیم‌گیرندگان در مورد روش‌های مرسوم FAHP کمک‌کننده باشد (Bouyssou et al., 2000). ازاین‌رو بسیاری از محققان (Buchley, 1985 (a); Buchley, 1985 (b); Laarhoven and Pedrycz, 1983; Boender et al.1989; Chang, 1996; Lootsma, 1997) افرادی که فازیFAHP بسط داده شده از نظریه ساعتی را موردمطالعه قرار داده‌اند شواهدی ارائه کرده‌اند که نشان می‌دهد که FAHP فازی توصیف نسبتاً کامل‌تری را نسبت به آن دسته از فرایندهای تصمیم‌گیری در مقایسه با روش‌های سنتی FAHP ارائه می‌کند. شو (Sheu, 2004) از ویژگی‌های برنامه‌ریزی هدفمند برای حل مسئله تصمیم‌گیری گروهی FAHP استفاده کرده است. وک و همکاران (Weck et al., 1997) چرخه‌های تولید جایگزین را با استفاده از FAHP مورد ارزیابی قرار داده است. کو (Kuo, 2004) روش مبتنی بر فازی را برای شناسایی راهبردهای لجستیک جهانی ارائه داده است. کولاک و قهرمان (Kulak and Ghahraman, 2005) از FAHP برای انتخاب چند معیاره استفاده در بین شرکت‌های حمل‌ونقل بهره برده‌اند. لو و همکاران (Kuo et al., 2002) FAHP فازی و شبکه عصبی مصنوعی یکپارچه را برای انتخاب مکان فروشگاه قابل‌دسترسی آسان استفاده کردند. چانگ (Chang, 1996) الگوریتم جدیدی را برای ارزیابی سامانه‌های موشکی تاکتیکی دریایی با استفاده از FAHP بر اساس مقدار درجه عضویت پیشنهاد کرد. شو (Sheu, 2004) در مورد حدود روش تجزیه‌وتحلیل و کاربردهای FAHP مباحثی را ارائه کرده است. در سیستم‌های مختلط، تجربه‌ها و قضاوت انسان‌ها از طریق الگوهای مبهم زبانی ارائه می‌شود. ازاین‌رو، ارائه بسیار بهتری از این الگوها را می‌توان به‌عنوان داده‌های کمی بسط داد، این مجموعه داده از داده‌ها سپس از طریق روش‌های ارزیابی نظریه مجموعه‌های فازی پالایش می‌شود. از سوی دیگر روش FAHP عمدتاً در برنامه‌های تصمیم‌گیری تقریباً صریح (غیرفازی) به‌کار می‌رود و ازاین‌رو مقیاس قضاوت بسیار نامتعادلی را ایجاد می‌کند و با آن سروکار دارد؛ بنابراین، روش FAHP عدم قطعیت مرتبط با نگاشت را در نظر نمی‌گیرد (Cheng et al., 1999). قضاوت ذهنی FAHP، در انتخاب و ترجیح تصمیم‌گیرندگان تأثیر زیادی در موفقیت این روش دارند. FAHP معمولی هنوز نمی‌تواند نحوه تفکر انسان را انعکاس دهد، برای اجتناب از این خطرات توسعه فازی FAHP، برای حل سلسله‌مراتبی انجام شد. با عنایت به‌ضرورت موضوع و این‌که تاکنون مطالعه جامع و کاملی در زمینه موانع و مشکلات مدیریت آب در اراضی شالیکاری پایاب سد سفیدرود صورت نگرفته است، این مقوله در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود با روش نوآورانه درخت تصمیم مورد مطالعه قرار گرفت. در این راستا، ابتدا موانع، مشکلات و عوامل مؤثر در مدیریت منابع آب کشاورزی مورد بررسی قرارگرفته و سپس به شناسایی شاخص‌های مدیریت آب پرداخته شده است؛ بنابراین، چارچوب اصلی این پژوهش، شناسایی شاخص‌ها، مشکلات، موانع و عوامل مؤثر بر مدیریت منابع آب کشاورزی در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود است. هدف اصلی پژوهش تحلیل موانع و مشکلات مدیریت آب در اراضی شالیکاری شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود در زمینه تأمین آب، انتقال آب و مصرف در سطح مزرعه است.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر برای وزن‌دهی به شاخص‌ها و زیرشاخص-های مشکلات مدیریت آب کشاورزی در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود از روش FAHP استفاده شد. در فرآیند کلی FAHP براساس روش چانگ ساختار سلسله مراتبی تعیین می‌شود. در این روش هدف، شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها در یک ساختار سلسله مراتبی مانند یک درخت شکل می‌گیرند (شکل ۱). در مرحله بعد مقایسه زوجی شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها انجام می‌شود. سپس وزن شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها مشخص می‌شود. با توجه به متنوع بودن زیرشاخص‌های پژوهش حاضر، از رهیافت FAHP برای طراحی ساختار سلسله مراتبی، تعیین ارزش وزنی شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها و امتیاز هرکدام از گزینه‌ها استفاده شد. با تعیین شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مشکلات مدیریت منابع آب کشاورزی از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، ساختار درختی (شکل ۱) ایجاد شد که در آن بالاترین سطح ساختار، هدف کلی بررسی مشکلات مدیریت منابع آب کشاورزی، سه بخش شاخص اصلی شامل مشکلات تأمین

آب، انتقال آب و مصرف آب در سطح مزرعه در سطح دوم و در سطوح سوم و چهارم زیرشاخص‌های مختلف سطوح فوق قرار گرفته‌اند. برای تعیین وزن شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها و بررسی امتیاز آن‌ها پرسشنامه‌ای محقق ساخته تهیه و در اختیار ۲۰ نفر از افراد خبره در مراکز دانشگاهی، پژوهشی و اجرایی قرار گرفت. در این پژوهش به‌منظور سنجش و تائید روایی محتوایی و ظاهری پرسشنامه از افراد متخصص در حوزه آب در دانشگاه گیلان و دانشگاه آزاد رشت، مراکز تحقیقاتی کشاورزی، مراکز اجرایی نظیر سازمان جهاد کشاورزی استان و شرکت آب منطقه‌ای استفاده شد. در این پرسشنامه برای تعیین وزن زیرشاخص‌ها مقایسه زوجی بر پایه اعداد موجود در جدول ۱ طراحی شد. بعد از تکمیل و تجمیع نظرات افراد خبره وزن نهایی شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها تعیین شد. درنهایت، امتیاز داده‌شده توسط افراد خبره تجمیع شده و ماتریس عملکرد تجمیع شده گزینه‌ها تعیین شد. برای غیرفازی کردن مقدار فازی زیرشاخص‌ها از روش لیو و وانگ (Liou and Wang, 1992) استفاده شد. بعد از محاسبه وزن شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها، مقادیر امتیاز هرکدام از مشکلات مدیریت منابع آب کشاورزی محاسبه شد. مرور منابع و مصاحبه‌های تخصصی نشان داد که مشکلات و موانع ایجاد شده در مدیریت منابع آب کشاورزی در اراضی شالیکاری شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود دارای سه شاخص اصلی شامل: مشکلات و موانع به تفکیک مصرف آب در مزرعه (A) دارای شش زیرشاخص (AA-AF)، مشکلات و موانع به تفکیک تأمین آب (B) دارای پنج زیرشاخص (BA-BE) و مشکلات و موانع به تفکیک انتقال آب (C) دارای پنج زیرشاخص (CA-CE) است. پس از تشکیل درخت سلسله مراتب تصمیم، عناصر موجود در هر سطح به ترتیب از سطوح پایین به بالا نسبت به کلیه عناصر مرتبط در سطوح بالاتر ارزیابی می‌شوند. براین اساس، درخت سلسله مراتب پژوهش حاضر ارائه شد (شکل ۱).

شکل ۱- درخت تصمیم پژوهش



شکل ۱- درخت تصمیم استفاده‌شده در پژوهش حاضر

تحلیل میدان بســـط چانگ در FAHP فازی وابســـته به درجه امکانات هر معیار بستگی دارد. با توجه به پاسخ‌های موجود در فرم ســـؤال، مقادیر فازی مثلثی متناظر برای متغیرهای زبانی محاسبه شده و برای یک سطح خاص در سلسله‌مراتب، ماتریس مقایسه زوجی ساخته می‌شود.

مجموع های فرعی برای هر ردیف از ماتریس محاســـبه می‌شود و مجموعه جدید (l,m,u) به‌دست می‌آید، سپس به‌منظور یافتن مقادیر فازی مثلث کلی برای هر معیار، (i=1,2,...,n) مقادیری یافت می‌شود و به‌عنوان آخرین مجموعه Mi(li,mi,ui) برای معیار Mi در بقیه مراحل فرایند به کار می‌رود. هر یک از معیارها و تجزیه‌وتحلیل میدان برای هر معیار، gi؛ به ترتیب تاریخ انجام می‌شـــود؛ بنابراین، اعداد تحلیلی میدان m برای هر معیار را می‌تواند با استفاده از نمادهای زیر به‌دست آورد (Kahraman et al., 2004).

$$M^1g_i, M^2g_i, M^3g_i, M^4g_i, \ldots\ldots, M^mg_i$$

جایی که gi نماد مجموعه هدف (i=1,2,3,4,5,….,n) و تمام اســـت (j=1,2,3,4,5,……,m) $M_{g_i}^j$ اعداد فازی مثلثی (TFN) هستند. مراحل تحلیل چانگ به شرح زیر نشان داده‌شده است.

مرحله اول، مقدار وسعت مصنوعی فازی (Si) با توجه به i هفتم ملاک است که به‌عنوان معادله ۱ تعریف‌شده است. برای به دســـت آوردن معادله ۲ اجرای عملیات جمع فازی اعداد مربوط به تحلیل میدان m را برای یک ماتریس خاص و معلوم در معادله ۳، در مرحله پایانی محاسبه، مجموعه جدید (l, m, u) به‌دست آمده و برای موارد بعدی استفاده می‌شود.

در معادلات (۱) تا (۷) نماد l حد پایین، m مطلوب‌ترین مقدار و u مقدار حد بالایی است.

عملیات جمع فازی $M_{g_i}^j$(J=1,2,3,4,5,….,m) با استفاده از معادله (۵) صورت می‌گیرد. سپس، معکوس بردار را در معادله (۵) محاسبه و معادله (۶) به‌دست آمده در قالب معادله (۷) تصریح می‌شود.

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (۱)$$

$$\sum_{j=i}^{m} M_{g_i}^j \quad (۲)$$

$$\sum_{i=1}^{m} M_{g_i}^j = \sum_{i=1}^{m} l_j \sum_{i=1}^{m} m_j \sum_{i=1}^{m} u_j \quad (۳)$$

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{i=1}^{n} M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (۴)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{g\ i=(\sum_{i=1}^{n} l, \sum_{i=1}^{n} m, \sum_{i=1}^{n} u)}^{j} \quad (۵)$$

$$(\sum_{i=1}^{n} l, \sum_{i=1}^{n} m, \sum_{i=1}^{n} u) \quad (۶)$$

$$\left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{i=1}^{n} M_{g_i}^j \right] = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i} \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i} \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i} \right) \quad (۷)$$

مرحله ۲، درجه امکان به‌عنوان معادله تعریف می‌شود.

$$M_{2=(}\, l_{2,}\, m_2, u_{2)} \geq M_{1=(} l_1, m_1, u_{1)} \quad (۸)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \frac{Sup}{y \geq x} [min(\mu M_1(\mathrm{x}), \mu M_2(\mathrm{y}))] \quad (۹)$$

و x و y مقادیر اعداد روی محور تابع عضـــویت هر معیار هســـتند. این عبارت را می‌توان به‌طور معادل همان‌طور که در معادله ۹ در زیر آورده شده است نوشت.

$$\mathrm{V}(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & if m_2 \\ 0 & if l_1 \\ \dfrac{l_i - u_i}{(m_2 - u_2) - (m_1 - m_1)} & othe \end{cases} \quad (۱۰)$$

$$\mathrm{M_i (i=1,2,3,4,5,\ldots..k)} \quad (۱۱)$$

$$V(M \geq M,M2,M3,M4,M5,M6,\ldots\ldots..,M_k) = V[(M \geq M1)and(M \geq M2)and(M \geq M3)and(M \geq M4)and \ldots\ldots and(M \quad (۱۲)$$

$$\min V(M \geq M_i),\ i=1,2,3,4,5,\ldots k$$

فاصله گزینه‌ها با استفاده از معادله (۱۳) تعیین می‌شود:

$$d(A_i)=\min V(Si \geq S_k) \quad (۱۳)$$

برای $K\neq(1,2,3,4,5,\ldots,n)K=$ i سپس بردار وزن با رابطه ۱۴ به‌دست می‌آید.

$$W^l(d^l(A_1),d^l(A_2),d^l(A_3),d^l(A_4),d^l(A_5),\ldots\ldots,d^l(A_n))^T \quad (۱۴)$$

مرحله ۳: از طریق نرمال‌سازی، بردارهای وزن نرمال شده در معادله ۱۵ آورده شده است.

$$W=(d(A_1),d(A_2),d(A_3),d(A_4),d(A_5),d(A_6),\ldots\ldots,d(A))^T \quad (۱۵)$$

به‌منظور تعیین اهمیت نسبی و نهایی در سطوح مختلف مقایسه پاسخ‌های ۲۰ نفر از کارشناسان و متخصصین حوزه مدیریت منابع آب که نرخ سازگاری آن‌ها در روش FAHP کمتر از ۰/۱ بود مورداستفاده قرار گرفت. پس از انجام فرایند تجمیع و وزن‌های حاصل در سطوح مختلف گزارش شد. در روش FAHP با استفاده از منطق فازی طیف ۱ تا ۹ درجه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این طیف دارای اعداد صحیح ۱ تا ۹ (در برخی موارد طیف ۱۱ گانه مورد استفاده قرار می‌گیرد) است که برای هر وضعیت از مقایسه، یک عدد در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۱- ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم در روش تحلیل سلسله مراتبی

مقیاس عدد فازی	مقیاس‌های زبانی	عدد فازی
۱	برابر (Equal)	(۱،۱،۱)
۲	برتری خیلی‌کم (Weak advantage)	(۱،۲،۳)
۳	کمی برتر (Not bad)	(۲،۳،۴)
۴	برتر (Preferable)	(۳،۴،۵)
۵	برتری خوب (Good)	(۴،۵،۶)
۶	برتری نسبتاً خوب (Fairly good)	(۵،۶،۷)
۷	برتری خیلی خوب (Very good)	(۶،۷،۸)
۸	برتری عالی (Absolute)	(۷،۸،۹)
۹	برتری مطلق (Perfect)	(۸،۹،۱۰)

نتایج و بحث

پس از جمع‌آوری نظر کارشناسان نمونه، بر اساس درخت تصمیم تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از رهیافت چانگ صورت گرفت. با توجه به گستردگی نتایج حاصل، نتایج گام به گام در خصوص سطح اول درخت تصمیم ارائه می‌شود و در بقیه موارد از ارائه نتایج گام به گام صرف‌نظر شد. در گام اول پس از جمع‌آوری نظر خبرگان در قالب مقایسه زوجی برای سه مقایسه این سطح از درخت تصمیم در گام اول ماتریس مقایسه فازی تشکیل شد (جدول ۲).

در گام دوم بر اساس مقادیر محاسبه‌شده در ماتریس مقایسه فازی تجمیعی، جمع فازی هر ردیف محاسبه شد (جدول ۳).

جدول ۲- ماتریس مقایسه فازی تجمیعی سطح اول درخت تصمیم

مصرف آب در سطح مزرعه			تأمین آب			انتقال آب		
۱	۱	۱	۰/۸۳۲۲	۱/۰۷۳۱	۱/۳۶۸۶	۰/۶۲۴۱	۰/۸۲۱۷	۱/۱۴۸۳
۰/۷۲۵۴	۰/۹۳۱۹	۱/۲۰۱۶	۱	۱	۱	۰/۶۵۴۱	۰/۸۳۸۸	۱/۱۲۶۳
۰/۸۷۰۹	۱/۲۱۷۰	۱/۶۰۲۳	۰/۸۸۷۸	۱/۱۹۲۱	۱/۵۲۸۷	۱	۱	۱

جدول ۳- مقادیر جمع فازی ردیف‌های مقایسه فازی تجمیعی سطح اول درخت تصمیم

۲/۴۵۶۳	۲/۸۹۴۸	۳/۵۲۶۸
۲/۳۷۹۵	۲/۷۷۰۷	۳/۳۲۷۹
۲/۷۵۸۷	۳/۴۰۹۱	۴/۱۳۱۰

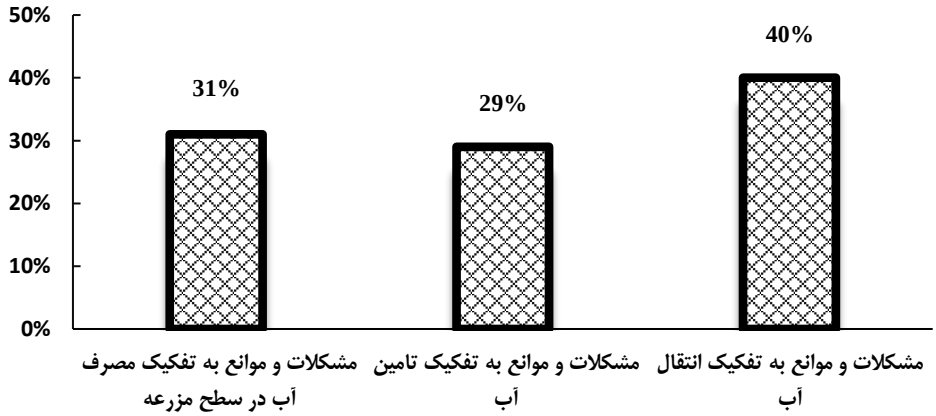
در گام ســـوم، مقدار ترکیبی فازی با توجه به مقادیر هر ردیف و جمع ســتون‌های جدول ۴ محاســبه شــد. جدول ۵ درجه احتمال مقادیر جدول ۴ را نشـــان می‌دهد. درنهایت وزن نســـبی معیارهای اصلی درخت تصمیم با توجه به مقادیر محاسبه‌شده در شکل ۲ ارائه شد. نتایج رهیافت FAHP نشان داد شاخص اصلی C با اهمیت نسـبی (۴۰ درصـد) بالاترین اولویت را دارا اسـت و رتبه‌های دوم و سوم به‌ترتیب متعلق به A (۳۱ در صد) و B (۲۹ در صد) بود. نتایج رهیافت FAHP نشان داد که شاخص AC با اهمیت نسبی ۲۳٪ بالاترین اولویت را دارا است و شاخص AB با ۸٪ پایین‌ترین اولویت را دارا است (شکل ۳).

جدول ۴- محاسبه ترکیبی فازی

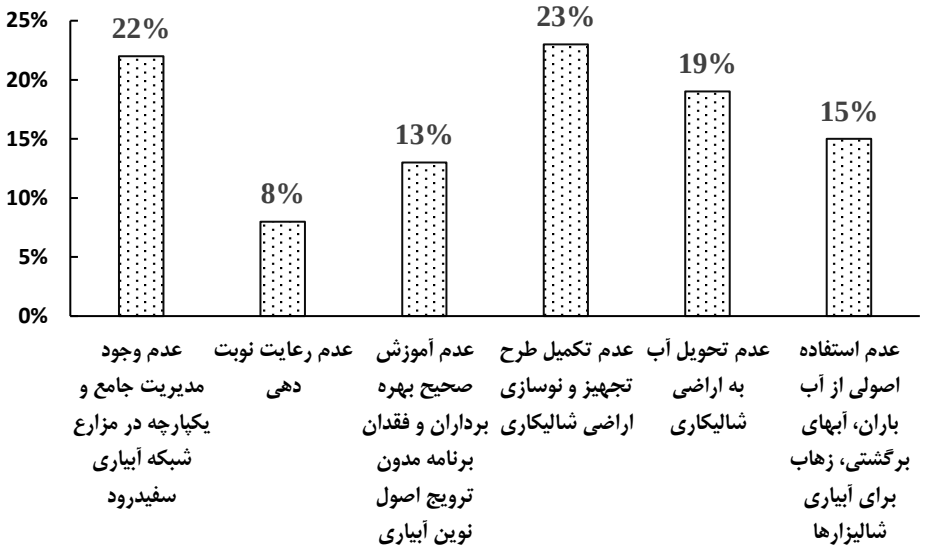
۰/۴۶۴۴	۰/۳۱۹۰	۰/۲۲۳۶
۰/۴۳۸۲	۰/۳۰۵۳	۰/۲۱۶۶
۰/۵۴۳۹	۰/۳۷۵۷	۰/۲۵۱۱

جدول ۵- درجه احتمال مقادیر جدول ۴

۱	۰
۰,۹۴۰	۰/۹۴۰
۱	۱/۰۰۰
۱/۰۹۴۰	۱/۹۴۰۱

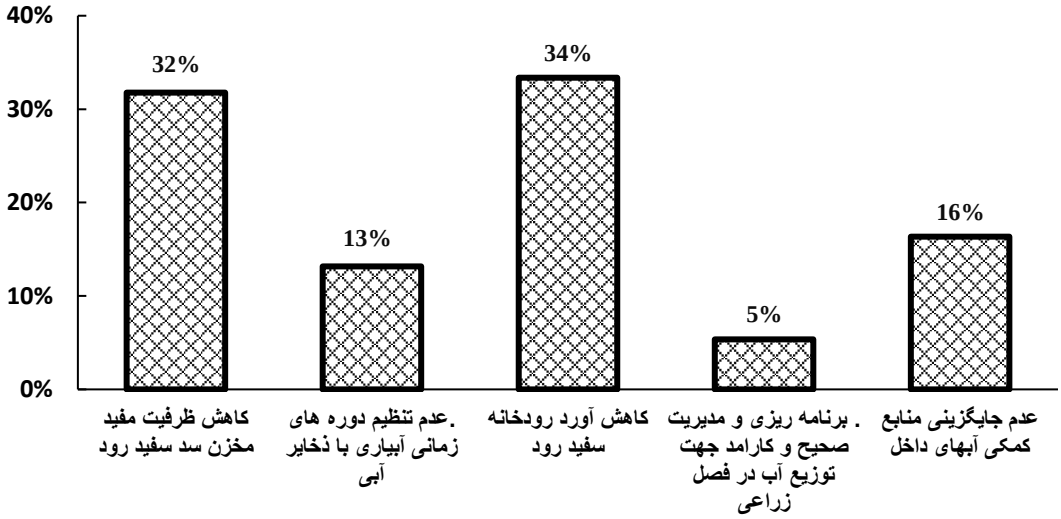


شکل ۲- مقایسه وزن نسبی (شاخص‌های) سطح یک در رهیافت FAHP با نرخ ناسازگاری ۰/۰۰۰۹

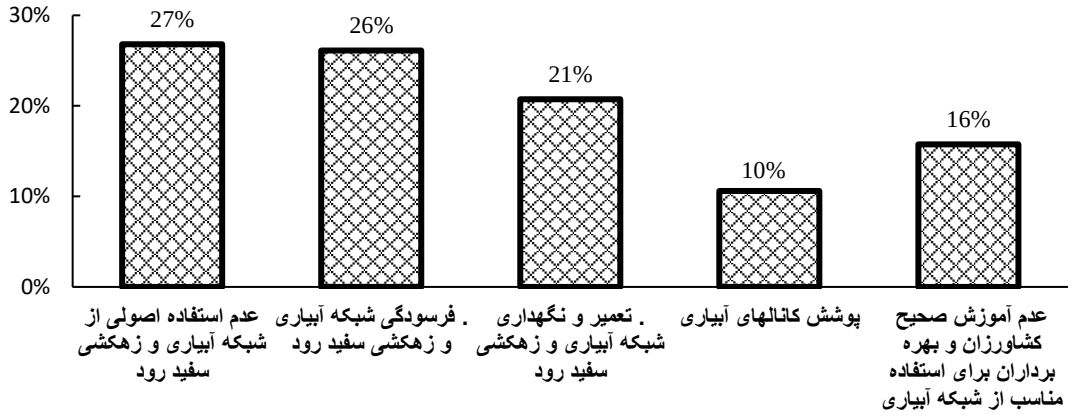


شکل ۳- مقایسه وزن نسبی (شاخص‌های) سطح دو شاخص A در رهیافت FAHP با نرخ ناسازگاری ۰/۰۰۰۹۴۶

نتایج رهیافت FAHPنشـان داد که شـاخص اصـلی در سطح دوم دارای پنج زیرشاخص که شاخص BB با اهمیت نسبی ۳۴ درصد دارای بالاترین اولویت و شاخص BD با اهمیت نسبی ۵ درصـد دارای کمترین اولویت در پایین‌ترین سـطح قرار گرفته است (شکل ۴) .نتایج رهیافت FAHP نشان داد که شاخص C در سطح دوم درخت تصمیم دارای پنج زیر شاخص که شاخص AC دارای اهمیت نسبی ۲۷ در صد در اولویت و شاخص CD با ۱۰ درصد اهمیت نسبی در پایین‌ترین سطح مشکلات قرارگرفته است (شکل ۵).



شکل ۴- مقایسه وزن نسبی (شاخص‌های) سطح دو شاخص B در رهیافت FAHP با نرخ ناسازگاری ۰/۰۲۰۵



شکل ۵- مقایسه وزن نسبی (شاخص‌های) سطح دو شاخص C در رهیافت FAHPبا نرخ ناسازگاری ۰/۰۲۰۵

نتایج جدول (۶) نشـــان داد که شـــاخص AA دارای پنج زیرشاخص از سطح سه که شاخص AAB با ۳۴ درصد در سطح اول و شاخص AAE با دارا بودن ۲ در صد در پایین‌ترین سطح مشکلات قرار گرفته است.

جدول ۶- اولویت‌بندی مشکلات و موانع سطح سه AA بر اساس نتایج FAHP

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	AAB	۳۴	۲/۳۱۱۸
۲	AAC	۲۸	۱/۹۰۹۶
۳	AAD	۱۰	۰/۶۸۲
۴	AAA	۸	۰/۵۴۵۶
۵	AAE	۲	۱/۳۶۴

نرخ ناسازگاری = ۰۲۰۵ /۰

نتایج رهیافت FAHP نشـــان داد که شـــاخص AB پنج زیر شاخص از سطح سه که شاخص ABA با اهمیت نسبی ۲۳ درصـد با بالاترین اولویت در سـطح اول و دو شـاخص ABB و ABEهر دو با اهمیت نسبی ۱۸ درصد در پایین‌ترین اولویت قرار گرفته‌اند.

جدول ۷- اولویت‌بندی مشکلات و موانع سطح سه AB براساس نتایج FAHP

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	ABA	۲۳	۰/۵۷۶۴
۲	ABC	۲۲	۰/۵۴۵۶
۳	ABD	۱۹	۰/۴۷۱۲
۴	ABB	۱۸	۰/۴۴۶۴
۵	ABE	۱۸	۰/۴۴۶۴

نرخ ناسازگاری = ۰/۰۲۰۵

نتایج رهیافت FAHP نشان داد که شاخص AC در سطح سوم دارای شش زیرشاخص ACC با اهمیت نسبی ۲۳ درصد در اولویت و بالاترین سطح مشکلات قرار داشته و شاخص ACE با اهمیت نسـبی ۸ درصـد در پایین‌ترین سـطح مشـکلات قرار گرفته‌اند.

جدول ۸- اولویت‌بندی مشکلات و موانع سطح سه AC بر اساس نتایج FAHP

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	ACC	۲۳	۰/۹۲۶۹۰۰
۲	ACF	۲۲	۰/۸۸۶۶۰۰
۳	ACB	۱۹	۰/۷۶۵۷
۴	ACA	۱۵	۰/۶۰۴۵۰۰
۵	ACD	۱۳	۰/۵۲۳۹۰۰
۶	ACE	۸	۰/۳۲۲۴۰۰

نرخ ناسازگاری = ۰/۰۳۰۶

نتایج رهیافت FAHP نشان داد که شاخص AD در سطح سه دارای پنج شاخص است که شاخص ADD با ۴۳ درصد بالاترین اولویت مشکلات در رتبه اول و دو شاخص ADE با اهمیت نسبی ۸ درصد در پایین‌ترین سطح مشکلات قرار گرفته‌اند.

جدول ۹- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه AD بر اساس نتایج FAHP

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	ADD	۴۷	۳/۳۵۱۱۰
۲	ADC	۲۷	۱/۶۳۹۹۰
۳	ADB	۱۱	۰/۷۸۴۳۰۰
۴	ADA	۹	۰/۶۴۱۷۰
۵	ADE	۸	۰/۶۴۱۷۰

نرخ ناسازگاری = ۰۲۰۵ /۰

نتایج رهیافت FAHP نشان داد که شاخص AE در سطح سه دارای پنج شاخص است که شاخص AEB با اهمیت نسبی ۴۰ درصد در بالاترین سطح مشکلات قرار داشته است و شاخص AEE با اهمیت نسبی ۳ در صد در پایین‌ترین سطح مشکلات قرار گرفته است.

جدول ۱۰- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه AE بر اساس نتایج FAHP

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	AEB	۴۰	۲/۳۵۶۰
۲	AEA	۳۲	۱/۸۸۴۸
۳	AEC	۲۰	۱/۱۷۸۰
۴	AED	۴	۰/۲۳۵۶۰۰
۵	AEE	۳	۰/۱۷۶۷۰

نرخ ناسازگاری= ۰/۰۲۰۵

نتایج رهیافت FAHP نشان داد شاخص AF در سطح سه دارای شش زیرشاخص شناسایی شده است. زیرشاخص AFB با اهمیت نسبی ۲۷ درصد در بالاترین اولویت سطح مشکلات قرارگرفته است درحالی‌که دو شاخص AFF با ۸ درصد بدون دارا بودن مشکلی در پایین‌ترین سطح قرار گرفته‌اند.

جدول ۱۱- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه FAHP

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	AFB	۲۷	۱/۲۵۵۵
۲	AFA	۱۹	۰/۸۸۳۵
۳	AAD	۱۷	۰/۷۹۰۵
۴	AFC	۱۶	۰/۷۴۴۰
۵	AFE	۱۱	۰/۶۰۴۵۰
۶	AFF	۸	۰/۳۷۲۰

نرخ ناسازگاری = ۰/۰۳۵۶

نتایج رهیافت FAHP نشان داد شاخص BA در سطح سه دارای پنج زیرشاخص شناسایی‌شده که زیرشاخص BAA با ۳۰ درصد تعیین‌شده با بیشترین سهم در بالاترین سطح مشکلات قرارگرفته و شاخص BAD با دارا بودن ۱۰ درصد سهم در پایین-ترین سطح مشکلات قرار گرفته است.

جدول ۱۲- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه BA

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	BAA	۳۰	۲/۷۸۴۰
۲	BAC	۲۶	۲/۴۱۲۸۰
۳	BAB	۱۹	۱/۷۶۳۲
۴	BAE	۱۵	۱/۳۹۲۰
۵	BAD	۱۰	۰/۹۲۸۰۰

نرخ ناسازگاری= ۰/۰۲۰۵

نتایج رهیافت FAHP نشان داد که شاخص BB در سطح سه با شش زیرشاخص که زیرشاخص BBC با دارا بودن ۲۱ درصد اهمیت نسبی در بالاترین سطح مشکلات قرارگرفته و زیر شاخص BBF با اهمیت نسبی ۷ در صد در پایین‌ترین سطح مشکلات قرار گرفته است.

جدول ۱۳- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه BB

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	BBC	۲۱	۰/۷۹۱۷۰۰
۲	BBE	۲۱	۰/۷۹۱۷۰
۳	BBD	۱۸	۰/۶۷۸۶۰۰
۴	BBB	۱۸	۰/۶۷۸۶۰۰
۵	BBA	۱۲	۰/۴۵۲۴۰۰
۶	BBF	۷	۰/۲۹۳۹۰۰

نرخ ناسازگاری = ۰/۰۲۷۱

نتایج رهیافت FAHP نشان داد شاخص BC در سطح سه با پنج زیرشاخص شناسایی‌شده که زیرشاخص BCA با دارا بودن ۳۴ در صد اهمیت نسبی در بالاترین سطح مشکلات قرارگرفته است و شاخص BCC با ۱۱ در صد اهمیت نسبی در پایین‌ترین سطح مشکلات قرارگرفته است.

جدول ۱۴- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه BC

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	BCA	۳۴	۳/۳۵۲۴۰
۲	BCE	۲۷	۲/۶۶۲۲
۳	BCD	۱۵	۱/۴۷۹۰
۴	BCB	۱۳	۱/۲۸۱۸
۵	BCC	۱۱	۱/۴۶۵۰۰

نرخ ناسازگاری = ۰/۰۲۰۲

نتایج رهیافت FAHP نشان داد که شاخص BD در سطح سه با پنج شاخص شناسایی و مورد مقایسه قرار گرفت. زیرشاخص BDA با ۳۴ درصد در اولویت قرار گرفت و شاخص BD با ۱۱ درصد اهمیت نسبی در پایین‌ترین سطح مشکلات قرارگرفته است.

جدول ۱۵- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه BD

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	BDA	۳۴	۳/۳۵۲۴۰
۲	BDE	۲۷	۲/۶۶۲۲
۳	BDD	۱۵	۱/۴۷۹۰
۴	BDB	۱۳	۱/۲۸۱۸
۵	BDC	۱۱	۱/۴۶۵۰۰

نرخ ناسازگاری= ۰/۰۰۸۳

نتایج رهیافت FAHP نشان داد که شاخص BE در سطح سه با شش زیرشاخص شناسایی‌شده که زیرشاخص BEB با اهمیت نسبی ۱۸ درصد در اولویت مشکلات این سطح قرارگرفته است. درصورتی‌که زیرشاخص BEF با دارا بودن ۱۵ درصد اهمیت نسبی در پایین‌ترین سطح مشکلات قرار گرفت.

جدول ۱۶- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه BE

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	BEB	۱۸	۰/۸۳۵۲۰
۲	BEA	۱۷	۰/۷۸۸۸۰
۳	BEC	۱۷	۰/۷۸۸۸۰
۴	BEE	۱۷	۰/۷۸۸۸۰
۵	BED	۱۶	۰/۷۴۲۴۰
۶	BEF	۱۵	۰/۶۹۶۰۰

نرخ ناسازگاری = ۰/۰۳۲۲

نتایج رهیافت FAHP نشان داد که شاخص CA در سطح سه از بین پنج زیرشاخص شناسایی‌شده زیرشاخص CAA با ۲۴ درصد اهمیت نسبی مشخص‌شده در اولویت مشکلات این سطح واقع‌شده درحالی‌که زیرشاخص CAC با دارا بودن ۱۴ درصد اهمیت نسبی در پایین‌ترین سطح مشکلات قرارگرفته‌اند.

جدول ۱۷-اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه CA

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	CAA	۲۴	۲/۵۹۲۰
۲	CAE	۲۲	۲/۳۷۶۰
۳	CAB	۲۰	۲/۱۶۰۰
۴	CAD	۲۰	۲/۱۶۰۰
۵	CAC	۱۴	۱/۲۹۶

نرخ ناسازگاری = ۰/۰۲۰۵

نتایج رهیافت FAHP نشان داد شاخص CB در سطح سوم با شش زیرشاخص شناسایی‌شده، شاخص CBE با دارا بودن ۳۵ درصد اهمیت نسبی در اولویت مشکلات قرار داشته درحالی‌که شاخص CBA با ۴ درصد اهمیت نسبی در پایین‌ترین سطح مشکلات قرارگرفته است.

جدول ۱۸- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه CB

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	CBE	۳۵	۳/۶۴۰
۲	CBF	۲۷	۲/۸۰۸۰۰
۳	CBD	۱۹	۱/۱۹۷۶۰
۴	CBC	۱۰	۱/۰۴۰
۵	CBB	۵	۰/۵۲۰
۶	CBA	۴	۰/۴۱۶۰

نرخ ناسازگاری = ۰/۰۳۴۹

نتایج رهیافت FAHP نشان داد که در شاخص CC، زیرشاخص CCA با ۴۴ درصد اهمیت نسبی شناسایی‌شده در اولویت مشکلات است، درحالی‌که زیرشاخص CCE با ۲ درصد اهمیت نسبی شناسایی‌شده در پایین‌ترین سطح مشکلات قرارگرفته‌اند.

جدول ۱۹- اولویت‌بندی مشکلات و موانع سطح سه CC

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	CCA	۴۴	۳/۶۹۶۰
۲	CCD	۲۵	۲/۱
۳	CCC	۱۵	۱/۲۶۰
۴	CCB	۱۴	۱/۱۷۶۰
۵	CCE	۲	۰/۱۶۸

نرخ ناسازگاری = ۰/۰۲۰۵

نتایج رهیافت FAHP نشان داد که در شاخص CD واقع در سطح سه با پنج زیرشاخص شناسایی‌شده، زیرشاخص CDB با ۲۹ درصد اهمیت نسبی شناسایی‌شده در اولویت مشکلات است، درحالی‌که زیرشاخص CDA با ۱۱ درصد اهمیت نسبی شناسایی‌شده در پایین‌ترین سطح مشکلات قرارگرفته است.

جدول ۲۰- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه CD

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	CDB	۲۹	۰/۱۱۶۰۰
۲	CDC	۲۴	۰/۹۶۰۰
۳	CDE	۲۱	۰/۸۴۰۰
۴	CDD	۱۵	۰/۶۰۰
۵	CDA	۱۱	۰/۴۴۰۰

نرخ ناسازگاری= ۰/۰۲۰۵

نتایج رهیافت FAHP نشان داد که در شاخص CE دارای پنج زیرشاخص شناسایی‌شده در سطح سه، زیرشاخص CEE با درجه اهمیت نسبی ۲۳ درصد در اولویت مشکلات قرار داشته درصورتی‌که شاخص CED با ۱۶ درصد اهمیت نسبی در پایین-ترین سطح موانع قرار گرفته است.

جدول ۲۱- اولویت‌بندی موانع و مشکلات سطح سه CE

اولویت	نماد	اهمیت نسبی (درصد)	اهمیت نهایی (درصد)
۱	CEE	۲۳	۱/۴۷۲
۲	CEC	۲۱	۱/۳۴۴
۳	CEA	۲۱	۱/۳۴۴
۴	CEB	۱۹	۱/۲۱۶
۵	CED	۱۶	۱/۰۲۴

نرخ ناسازگاری = ۰/۰۲۰۵

نصیری‌قیداری (۱۳۸۹) یک مدل FAHP برای ارزیابی عملکرد شبکه آبیاری قزوین و سفیدرود استفاده کردند و مانند پژوهش حاضر نتیجه گرفتند که رهیافت FAHP برای ارزیابی شبکه آبیاری، امکان شناخت عوامل مؤثر بر عملکرد شبکه آبیاری و ارائه راهکارهای بهبود عملکرد شبکه آبیاری مناسب است و می-تواند به‌عنوان یک ابزار مدیریتی کارآمد با کاربری آسان در ارزیابی عملکرد شبکه آبیاری استفاده شود. نتایج نشان داد که شاخص‌های مدیریتی بیشترین و شاخص‌های زیست‌محیطی کمترین اثر را در عملکرد شبکه‌های آبیاری موردمطالعه دارند. بهمن‌پوری و سلطانی (۱۳۹۷) از روش FAHP در مدیریت یکپارچه منابع آب شهرستان نی‌ریز استفاده کردند. نتایج نشان داد که هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر رهیافت FAHP در اولویت‌بندی معیارها موفق بوده است. جوکارسرهنگی و جباری (۱۳۹۳) از رهیافت FAHP برای اولویت‌بندی مراکز شهری با ملاحظات اکولوژیکی در آذربایجان غربی استفاده کردند و مانند پژوهش حاضر نتیجه گرفتند که این روش مناسب اولویت‌بندی شاخص‌ها و زیرشاخص‌هاست.

نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی مشکلات و موانع مدیریت آب کشاورزی در اراضی شالیکاری شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود است. لذا پژوهش حاضر با تمرکز روی سه عامل اصلی: تأمین آب، انتقال آب و مصرف آب در سطح مزرعه انجام شد. یافته‌های پژوهش نشان داد که در خصوص سه عامل بررسی‌شده، با بهره-گیری از رهیافت FAHP، انتقال آب با درجه اهمیت نسبی ۴۰٪ بیشترین سهم از میزان مشکلات را داشته است. درحالی‌که مصرف آب در سطح مزرعه با ۳۱٪ در رده دوم مشکلات قرارگرفته و تأمین آب با درجه اهمیت ۲۹٪ در رده سوم مشکلات قرارگرفته است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در زیرمعیارهای مشکلات و موانع بررسی‌شده در پژوهش حاضر، رسیدگی و بررسی نظام‌مند مشکلات با توجه به میزان درصدهای مشخص موانع بررسی‌شده

در مدیریت منابع آب می‌توان با رفع مشکلات انتقال آب و مصرف بهینه آب در اراضی شالیکاری برنج در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود باعث رفع چالش‌های حوزه آب و ایجاد رفاه نسبی روستائیان کشاورز شد. در سایه ارتقاء دانش کشاورزان و بهره‌برداران در استفاده درست از منابع آب در بخش کشاورزی مشکلات بخش تأمین منابع آب کاهش خواهد یافت. تکمیل، تعمیر و بهبود وضعیت کانال‌ها و سازه‌های آبی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود بایستی در صدر اولویت کاری شرکت آب منطقه‌ای گیلان و سازمان جهاد کشاورزی قرار گیرد. در این راستا طرح افزایش هدف کمی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود به‌خصوص کانال‌های درجه سه و چهار (پوشش‌دار کردن انهار آبیاری) بسیار مهم و حیاتی است. استفاده از هیدروفلوم به‌جای نهرهای خاکی بالاست مزرعه می‌تواند سبب بهبود راندمان آبیاری شود. پرداخت آب‌بها و ایجاد تشکل‌های آب‌بران بیش از هر عاملی موجب ارتقای عملکرد شبکه آبیاری می‌شود. در بخش مصرف آب در مزرعه، تکمیل و اجرای صحیح طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری می‌تواند سبب کاهش هدر رفت آب شود. همچنین آموزش صحیح اجرای آبیاری تناوبی به کشاورزان که برخلاف آبیاری غرقاب سبب حفظ سطح عملکرد و کاهش مصرف آب می‌شود ضروری است. در بخش تأمین آب، ضمن پیگیری حفظ حقابه سفیدرود، تکمیل سدهای شفارود و پلرود، تمرکز بر استفاده از منابع آب داخلی استان با احداث سدهای لاستیکی روی رودخانه‌های محلی، احیای آب‌بندان‌ها و استفاده اصولی از منابع آب زیرزمینی توصیه می‌شود.

منابع

بهمن‌پوری، ص. و سلطانی، غ. ۱۳۹۷. کاربرد روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در مدیریت یکپارچه منابع آب شهرستان نی‌ریز. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۱۰(۴): ۱۲۴-۱۰۵.

جوکارسرهنگی، ع. و جباری، ح. ۱۳۹۳. کاربرد فرآیند سلسله مراتبی فازی جهت اولویت‌بندی مراکز شهری با ملاحظات اکولوژیکی (مطالعه موردی: آذربایجان غربی). جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. ۲۵(۴): ۲۵۰-۲۳۷.

حسین زاد، ج.، جوادی، ا.، کاظمیه، ف. و غفوری، ه.۱۳۹۲. زمینه‌ها و سازوکارهای مدیریت آب کشاورزی در دشت تبریز. نشریه دانش آب و خاک. ۲۳(۲): ۸۵-۹۸

رضایی.پ ۱۳۸۵. بحران آب در استان گیلان و راهکارهای مقابله با آن. مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی. ۱(۳): ۶۷-۷۵

کاوسی کلاشمی، م. و پیکانی ماچیانی، م.ر. ۱۳۹۴. ارزیابی اثرات اقتصادی کاهش آورد رودخانه سفیدرود بر کشاورزی در ا ستان گیلان. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۷(۲۵): ۲۵-۴۸

مهند سین مشاور پندام. ۱۳۸۳. مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان. گزارش نهایی. جلد بیست و ششم.

نصیری قیداری، ۱. ۱۳۸۹. ارزیابی عملکرد شبکه های آبیاری با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

Boender, C. G. E., De Graan, J. G. and Lootsma, F. A. 1989. Multicriteria Decision Analysis with Fuzzy Pairwise Comparisons, Fuzzy Sets and Systems. 29: 133-143

Bouyssou, D., Marchant, T., Pirlot, M., Perny, P., Tsoukias, A. and Vincke, P. 2000. Evaluation Models: A Critical Perspective, Kluwer, Boston.

Buckley, J. J. 1985 (a). "Ranking Alternatives Using Fuzzy Members". Fuzzy Sets and Systems. 15: 21-31.

Buckley, J. J.. 1985(b). Fuzzy Hierarchical Analysis. Fuzzy Sets and Systems, 17, 233-247.

Chang, D. Y. 1996. Applications of The Extent Analysis Method on FuzzyAHP. European Journal of Operational Research. 95: 649-655

Cheng, C. H. 1997. Evaluating Naval Tactical Missile Systems by Fuzzy AHP Based on The Grade Value of Membership Function. European Journal of Operational Research. 96: 343-350

Cheng, C. H., Yang, K. L. and Hwang, C. L. 1999. Evaluating Attack Helicopters by AHP Based on Linguistic Variable Weight. European Journal of Operational Research.116: 423-435.

Cia, X., Mckinney, D.C. and Rosegrant, M.W. 2003. Sustainability analysis for irrigation water management in the Aral Sea region. Agricultural system. 76(3):1043-1066.

Gupta, A., Singh, R. K., Kumar, M., Sawant, C. P. and Gaikwad, B. B. 2022. On-farm irrigation

Network. Computers in Industry. 47(2): 199-214.

Leung, L.C. and Chao, D. 2000. On Consistency and Ranking of Alternatives in Fuzzy AHP. European Journal of Operational Research. 124: 102-113.

Laarhoven, V. and Pedrycz, W. 1983. A fuzzy extension of Saaty's priority theory, Fuzzy set sand systems. 11: 229-241.

Liou, T. S. and Wang, M. J. J. 1992. Ranking fuzzy numbers with integral value. Fuzzy Sets and Systems. 50(3): 247-255.

Lootsma, F., 1997, Fuzzy Logic for Planning and Decision-Making, Kluwer, Dordrecht.

Sheu, J. B. 2004. A Hybrid Fuzzy-Based Approach for Identifying Global Logistics Strategies. Transportation Research. 40: 39-61.

Weck, M., Klocke, F., Schell, H. and Rüenauver, E. 1997. Production Cycles Using The Extended Fuzzy AHP Method. European Journal of Operational Research. 100 (2): 351-366.

water management in India: Challenges and research gaps. Irrigation and Drainage. 71(1): 3-22.

Heaven.S, Koloskov, G.B, Lock, A.C. and Tanton, T.W. 2002. Water Resource Management in the Aral Basin: a River Basin Management Model for the Syr Darya. Irrigation and Drainage. 51(2): 109-118.

Kahraman, C., Cebeci, U. and Da, R. 2004. Multi-Criterion Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey. International Journal of Production Economics. 87: 171-184.

Kulak, O. and Kahraman, C. 2005. Fuzzy Multi-Criterion Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design and Analytic Hierarchy Process. Information Sciences. 170: 191-210.

Kuo, R. J., Chi, S. C. and Kao, S. S. 2002. A Decision Support System for Selecting Convenience Store Location Through Integration of Fuzzy AHP and Artificial Neural

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 1, Spring and Summer, 2024, 29-46

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، ص. ۴۶-۲۹

Analysis of Obstacles and Problems of Agricultural Water Management in Paddy Fields of Sefidroud Irrigation and Drainage Network

S. Lotfi[1], M.H. Menhaj[2*], M. Kavoosi Kalashami[3] and M.R. Khaledian[4]

Abstract

In recent years,the flow of the Sefidroud River, as the main water supplier of the Sefidroud irrigation and drainage network, has decreased about 50%. Therefore, the optimal use of the available water is essential to sustain agricultural production in Gilan Province, especially rice cultivation. In this regard, it is necessary to investigate the problems of agricultural water management in this network in order to find effective solutions to solve these problems by tracking the main problems. The aim of this research is to investigate the challenges facing water resource management in the paddy fields of Sefidroud irrigation and drainage network. In this regard, after forming a decision tree based on experts opinions and reviewing the existing empirical models, the required data were collected through questionnaires and face-to-face interviews with water experts in Guilan province. The problems were prioritized using Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). The decision tree was defined atthree levels: the first level consisted of three criteria, the second level included 16 sub-criteria and the third level encompassed 85 sub-sub-criteria. Data analysis was performed using the fuzzy analytic hierarchy process (FAHP). The results showed that among the three main criteria of water problems and obstacles at the farm level, water supply and water transfer- the water transfer indicator accounted for the largest share of problems at 40%, while the water supply indicator had the lowest share at 29%.. Each of these factors was examined with the sub- criteriathat necessitates specialized evaluations by experts, highlighting the importance of precise and professional decision-making in this field. The primary focus of the network's reform programs should be on addressing water conveyance issues, such as completing the channels of the Sefidrud irrigation and drainage network.

Keywords: Decision tree, FAHP, Water resources management

[1] MSc of Rural Development, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
[2] Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran (*Corresponding author: mmenhaj@guilan.ac.ir)
[3] Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
[4] Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran and Department of Water Engineering and Environment, Caspian Sea Basin Research Center
Received: 23 May 2023
Accepted: 4 Aug 2023