نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۲، جلد۴، پاییز ۱۳۸۹، ص. ۲۹۶-۲۸۴

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 2, Vol. 4, fall 2010, p. 284-296

کاربرد ترکیبی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک تاپسیس در تعیین ارزش وزنی معیارها و ارزیابی عملکرد شبکه های آبیاری و زهکشی (مطالعه موردی: نواحی سه گانه شبکه آبیاری سفیدرود)

امید نصیری قیداری[۱]، علی اصغر منتظر[۲*] و منصور مؤمنی[۳]

چکیده

عملکرد ضعیف و ناموفق بهره برداری اغلب شبکه های آبیاری و زهکشی، توجه بیش از پیش به ارزیابی عملکرد این سامانه‌ها را ضروری می‌نماید. این تحقیق با هدف بررسی اهمیت معیارهای موثر برعملکرد شبکه های آبیاری و زهکشی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک تاپسیس انجام گردید. در این راستا نواحی سه گانه شبکه آبیاری سفیدرود نیز مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. معیارهای فنّی، مدیریتی، زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی به عنوان معیارهای تصمیم گیری ارزیابی عملکرد و برای هر یک از این معیارها به ترتیب ۶، ۷، ۳، ۸ و ۳ زیرمعیار در نظر گرفته شد. ارزش وزنی معیارها و زیرمعیارها به روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP) و با استفاده از نرم افزار Expert Choice انجام گرفت. اهمیت نسبی هر یک از زیرمعیارها در گزینه‌ها (نواحی آبیاری) نیز با استفاده از تکنیک TOPSIS تعیین شد. نتایج نشان داد که معیار مدیریتی با وزن نسبی ۰/۳۸۴بیشترین و معیار زیست محیطی با وزن نسبی ۰/۰۹۰ کمترین تاثیر را در عملکرد شبکه دارد. همچنین زیرمعیارهای مؤثر بودن سازه‌ها و هزینه نسبی آب به ترتیب با وزن نهایی ۰/۰۸۵ و ۰/۰۰۷ بیشترین و کمترین تاثیرگذاری را در عملکرد شبکه دارا می‌باشند. نتایج بیانگر آن است که ناحیه آبیاری فومنات با ارزش وزنی نهایی ۰/۵۵۵ کارامدترین ناحیه و ناحیه آبیاری مرکزی با ارزش وزنی ۰/۴۴۶ ناموفق ترین عملکرد را در بین نواحی شبکه آبیاری سفیدرود به خود اختصاص می‌دهد. نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که با کاهش اهمیت نسبی معیارهای فنی و مدیریتی و افزایش اهمیت معیارهای اقتصادی و اجتماعی رتبه بندی نواحی آبیاری دستخوش تغییرات خواهد شد. مدل پیشنهادی در این تحقیق امکان شناخت میزان اهمیت معیارهای مختلف مؤثر بر عملکرد و ارزیابی کارایی و مقایسه شبکه های آبیاری و اجزای مختلف آن را با دقّت مطلوبی فراهم می‌نماید.

واژه های کلیدی: ارزیابی عملکرد، تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس، رتبه بندی، شبکه آبیاری سفیدرود

مقدمه

عملکرد ضعیف شبکه های آبیاری و زهکشی و به طبع آن کاهش بهره‌وری آب کشاورزی، ضرورت توجه بیش از پیش به روش های مؤثر در بهره برداری بهینه از این سامانه‌ها را ایجاب می‌نماید. در این راستا نخست می‌بایست به مطالعه عملکرد آنها پرداخته و سپس عوامل و راهکارهای مهم و ممکن در بهبود کارایی این سیستم‌ها را تعیین نمود.

ارزیابی عملکرد از جمله ابزارهای مناسب به منظور شناخت وضعیت موجود و انجام برنامه‌ریزی‌های تأمین‌کننده کارامدی سامانه‌های آبیاری مطرح می‌باشد. مفهوم ارزیابی، شامل بررسی، تشخیص و پیشنهاد اصلاح برای بهبود عملکرد می‌باشد. روش‌های ارزیابی عملکرد را می‌توان به دو گروه روش‌های کیفی(توصیفی) و روش‌های کمّی تقسیم‌بندی نمود. روش‌های ارزیابی کیفی یا توصیفی عملکرد شبکه های آبیاری از دهه هفتاد شکل گرفته و در سطح نسبتاً وسیعی مورد استفاده قرار گرفته شدند. Lowdermilk et al(1983) یکی از انواع روش های توصیفی به نام تحلیل تشخیصی (Diagnostic Analysis-DA) را ارایه کردند. این روش با الهام از روش تشخیص پزشکی بر این اصل استوار است که بهبود عملکرد پروژه های آبیاری هنگامی میسّر خواهد بود که عملکرد وضع موجود، عوامل مؤثر، مشکلات و فرصتها به طور کامل و جامع شناسائی شوند. به بیان دیگر روش تشخیصی پس از انجام مطالعات چندگرایشی و بررسی‌های میدانی پیرامون کل محدوده شبکه آبیاری، تمامی گزینه‌های ممکن برای برطرف نمودن مشکلات سیستم را در نظر

۱و۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد و دانشیار گروه مهندسی آبیاری و زهکشی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
(* - نویسنده مسئول: (Email: almontaz@ut.ac.ir
۳- دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

Archive of SID
www.SID.ir

می‌گیرد و نهایتاً راه‌کارهای اصلی برای بهبود عملکرد اجزای شبکه را ارایه می کند. مزیت این روش، واقع‌گرائی عملی و فرآیند از پائین به بالا بودن آن است که با بررسی‌های عملی از واحدهای درجه سه شروع کرده لکن کاربرد این روش در عمل به لحاظ طولانی بودن سلسله مطالعات چندان موفقیت آمیز نبوده است(منعم،۱۳۷۶). به منظور رفع مشکل مذکور، روش ارزیابی سریع(Rapid Appraisal-RA) توسط Chambers(1987) برای برنامه های توسعه مناطق روستایی ارایه گردید و بعدها در طرح‌های عمرانی و آبیاری و زهکشی به کار گرفته شد. مطابق تعریف، ارزیابی سریع عبارت است از سازماندهی مطالعه ارزیابی و بهبود عملکرد طرحهای آبیاری برای شناسائی مناسبترین گزینه های بهبود عملکرد. از ویژگی این روش نگاه فرصت گرا در مقابل مسئله گرا با طرح پرسش های اساسی است. Burt and Stuart(1999) عدم مشارکت زارعین در فرآیند ارزیابی و بهبود عملکرد، حذف تعدادی از گزینه‌ها به علت کمبود وقت و خلا موجود بین تخصص‌های مورد نیاز را از معایب این روش برشمرده اند.

روش مرجع(Reference Methodology-RM) یکی دیگر از روش های کیفی ارزیابی عملکرد طرح های آبیاری می‌باشد که توسط Oad and Mc Cornick (1989) بر اساس تجزیه و تحلیل موردی از بررسی پروژه های آبیاری در کشورهای کنیا، سریلانکا، هند، نپال و اندونزی تهیه شده است. روش مرجع بر این اصل بنا گردیده است که ارزیابی عملکرد باید بر مبنای درک واضح اهداف اصلی و جزئی سیستم آغاز شود و دستیابی به اهداف اصلی طرح (مانند بهبود رفاه کشاورزان) از طریق تأمین اهداف جزئی طرح (مانند کنترل آب) میسر می‌گردد. لذا ارزیابی عملکرد سیستم با تعیین چگونگی و میزان تحقیق اهداف جزئی طرح امکان پذیر خواهد بود (صالحی تالشی، ۱۳۷۸).

روش چارچوبی (Framework Appraisal-FA) توسط Small and Svendsen(1990) ارایه شد که موجب بهبود و توسعه مبانی تئوری تجزیه و تحلیل عملکرد گردید. مقایسه عملکرد واقعی سیستم با یک سیستم نسبتاً موفق مشابه آن، با استفاده از شاخص‌های فراگیر مورد قبول عام و مقایسه عملکرد واقعی سیستم با آنچه که در ابتدا برنامه ریزی شده است دو رهیافت مهم در حوضه مدیریت آبیاری است که چارچوب نظری این روش را تشکیل می‌دهد.

روش های کیفی در عین حال که تئوری های ارزیابی را مطرح می نمایند و تأثیر تعیین کننده‌ای در گشودن افق‌های جدید در امر ارزیابی طرح‌های آبیاری و زهکشی دارند، اما پاسخ‌گوی ارزیابی کمّی طرح‌ها نمی‌باشند. مهمترین نارسائی روش‌های کیفی عدم ارایه یک چارچوب کمّی مشخص برای ارزیابی عملکرد در سطوح مختلف و از دیدگاه‌های مختلف و توجه ناکافی به اهداف از هر دیدگاه و انتخاب شاخص‌های مبتنی بر آنها می‌باشد. لذا تابحال تلاش های گسترده ای در زمینه توسعه روش‌های ارزیابی کمّی صورت گرفته است. بدین منظور شاخص‌های ارزیابی که قابلیت اندازه‌گیری داشته و ابعاد عملکرد را منعکس نموده، تعریف شده و روش های مختلف تجزیه و تحلیل آنها ارایه گردید. از جمله شاخص می توان به شاخص های ارایه شده توسط Molden and Gates(1990) اشاره نمود.

در سال ۱۹۹۵، ICID[1] و در سال ۱۹۹۸، IWMI[2] شاخص هایی را برای ارزیابی عملکرد شبکه های آبیاری ارایه نمودند. موسسه IPTRID[3] نیز بیش از ۶۰۰ شاخص را معرفی نموده است. Bos and Wolters(1997) ۴۰ شاخص در زمینه های مختلف توزیع و راندمان های آب، بهره برداری و نگهداری، اقتصادی-اجتماعی و زیست محیطی معرفی نموده که البته کاربرد تمام این شاخص‌ها در تمام شبکه‌ها قابل توصیه نمی باشد. با این وجود هنوز زمینه بسیاری برای تعریف شاخص های ارزیابی عملکرد شبکه های آبیاری فراهم می‌باشد (حیدری‌یان،۱۳۸۲).

استفاده از این شاخص های کمّی در سطح شبکه‌های آبیاری نیز در قالب روش‌های مختلف ارزیابی صورت گرفته است که ازجمله مهمترین آنها می‌توان به روش ارزیابی کلاسیک، روش مقایسه ای، روش تحلیل پوششی داده‌ها (صالحی تالشی،۱۳۷۸؛ منعم و قدوسی، ۱۳۸۳؛ خلخالی و همکاران، ۱۳۸۵) اشاره نمود. مدل ارزیابی کمّی PAIS بر مبنای تلفیق روش کلاسیک و ارزیابی سریع تهیه شده (بادزهر، ۱۳۷۹) که نسخه تکمیلی آن تحت عنوان NPAIS توسط قاهری (۱۳۸۶) تهیه گردید. حیدری‌یان(۱۳۸۲) مدل SW-FIPA را به‌منظور اعمال اثرات متقابل شاخص‌های ارزیابی بر پایه روش فازی توسعه داد.

روش‌های ارزیابی کمّی اگرچه با رفع برخی از معایب روش‌های کیفی، موجب توسعه‌ی فن‌آوری موجود در زمینه ارزیابی شده اند، امّا به دلیل پیچیدگی مسائل جهان واقعی و عوامل غیرقطعی در ورودی‌ها و خروجی‌های مدل و همچنین عدم استفاده از داده‌های توصیفی در ارزیابی عملکرد شبکه با مشکلاتی روبرو بوده و جهت کارآیی و دقّت بیشتر نیازمند به استفاده از داده‌های توصیفی می باشند؛ بنابراین دارای برخی نارسائی‌ها در زمینه توصیه راهکارهای بهبود هستند. راه حل پیشنهادی ابداع روشی نوین برای استفاده ترکیبی از داده‌های کمّی و کیفی می‌باشد (حیدری یان،۱۳۸۲).

تکنیک های تصمیم‌گیری چند معیاره (MADM[4])، متعدد بوده و هر کدام، خصوصیات و شرایط کاربرد خاص خود را دارد و شرایط به کارگیری آنها نیز متفاوت است. با توجه به تعدد و تنوع عوامل موثر بر

1-International Commission on Irrigation and Drainage
2-International Water Management Institute
3-International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage
4-Multi Attribute Decision Making

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی، به نظر می‌رسد استفاده از روش های تحلیل های چندمعیاره قابلیت مناسبی در ارزیابی عملکرد این سامانه‌ها فراهم نماید. AHP[1] و TOPSIS[2] دو روش بسیار مهم و کاربردی از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره به شمار می‌آیند. فرآیند تحلیل سلسه مراتبی (AHP) ابزاری قوی و انعطاف پذیر برای تصمیم‌گیری چند شاخصه در ارتباط با مسائل پیچیده، که در آن هر دو دیدگاه کیفی و کمّی در نظر گرفته می‌شود، می‌باشد. این روش بر مبنای مقایسات زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای ممتاز این تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره است (قدسی پور،۱۳۸۵). TOPSIS نیز یک روش تصمیم‌گیری برای اولویت‌بندی براساس نزدیکی به جواب ایده‌ال است (آذر و رجب زاده،۱۳۸۱).

روش AHP و TOPSIS در موضوعات مختلفی پیرامون موضوع ارزیابی و تصمیم‌گیری موضوعات آب و سامانه‌های آبیاری مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله جدیدترین آنها می‌توان به فعالیت‌های تحقیقی Montazar and Behbahani(2007) در توسعه مدل انتخاب سیستم بهینه آبیاری با توجه به عوامل مختلف فیزیکی، سیاسی – اقتصادی و زیست‌محیطی با استفاده ازAHP، Okada et al.(2007) در مطالعه اثرات بهبود مدیریت و سخت افزار به منظور عملکرد مطلوب‌تر پروژه‌های آبیاری با استفاده از AHP، Montazar and Zadbagher(2010) در توسعه یک مدل تحلیل سلسله مراتبی به منظور ارزیابی بهره‌وری آب شبکه های آبیاری، کهنسال و رفیعی (۱۳۸۷) در انتخاب و رتبه بندی سیستم های آبیاری بارانی و سنتی با استفاده از برنامه‌ریزی توافقی و TOPSIS و فهمی(۱۳۸۷) در اولویت بندی طرح‌ها و پروژه‌های سد و شبکه های آبیاری و زهکشی و شرایط احراز مجریان با استفاده از روش های AHP، فازی و TOPSIS اشاره نمود.

استفاده تلفیقی از AHP و TOPSIS به عنوان رهیافتی جدید مطرح بوده که امکان کاربرد در ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی عوامل موثر بر عملکرد شبکه‌های آبیاری زهکشی را دارا می‌باشد. این تحقیق با هدف ارزیابی و رتبه بندی عوامل مختلف ارزیابی و مقایسه عملکرد نواحی مختلف شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود با استفاده از مدل تلفیقی حاصل از این دو تکنیک انجام گردید.

مواد و روش ها

شبکه آبیاری سفید رود

دشت گیلان در محدوده ساحل غربی دریای خزر بین ارتفاع ۲۶- الی ۱۰۰+ نسبت به سطح دریای آزاد واقع می‌شود؛ دارای آب و هوای مدیترانه ای بوده و ارتفاع متوسط بارندگی سالانه آن حدود ۱۲۰۰ میلیمتر می‌باشد که حدود ۷۰٪ آن در فصل های پاییز و زمستان رخ می‌دهد. کشت اصلی دشت گیلان برنج می‌باشد که حدود ۹۵٪ سطح کشت سالانه را به خود اختصاص می‌دهد. رودخانه سفیدرود منبع اصلی تأمین آب آبیاری این دشت بوده که دارای جریان متوسط سالانه حدود ۴۵۰۰ میلیون متر مکعب می‌باشد. دبی جریان پایه طبیعی رودخانه در طول ماه های خرداد لغایت مرداد که ماه‌های حداکثر مصرف آبیاری شالیزارهای دشت گیلان می‌باشد به شدت کاهش می‌یابد که به همین دلیل قبل از احداث سد سفیدرود و تنظیم جریان رودخانه، تلفات محصول برنج در اثر کم آبی تابستانه بسیار قابل ملاحظه بوده است.

در این مطالعه محدوده شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود مورد بررسی قرار گرفت. محدوده شبکه با مساحت جغرافیایی ۲۸۴۱۸۰ هکتار در۱۷ واحد عمرانی و سه ناحیه شرق، مرکزی و فومنات گسترده می‌باشد (شکل ۱). مساحت شالیزار بر اساس تصاویر ماهواره ای برابر ۱۸۹۸۳۳ هکتار ناخالص است که ۶۶,۸ درصد از مساحت جغرافیایی و ۹۵,۵ درصد از سطح زیر کشت را در بر می‌گیرد (مهندسین مشاور پندام، ۱۳۸۳). بر این اساس سطح ناخالص شالیزارهای سه ناحیه شرق، مرکزی و فومنات به ترتیب ۵۴۵۵۶ و ۷۸۵۰۳ و ۵۶۷۷۵ هکتار تعیین شده است.

از زمان احداث شبکه تاکنون بخش اصلی ساختار شبکه دستخوش تغییراتی شده و مشکلات روزافزونی از نظر فیزیکی و مدیریتی (تغییر در الگوی کشت، بالا آمدگی سطح آب دریای خزر و بروز مشکلات زهکشی و غرقابی اراضی و توسعه روستاها و افزایش جمعیت و خرده مالکی شدن اراضی، کاهش ذخیره مفید مخزن سد سفیدرود، رسوبگذاری در کانال‌ها و زهکش‌ها و فرسودگی و تخریب سازه های هیدرولیکی و جاده های سرویس و تغییرات در ساختار مدیریت بهره برداری) بر آن مرتبط بوده است.

واحدهای عمرانی شبکه در ناحیه‌ی شرق گیلان شامل واحدهای D1الی D5 ، در ناحیه مرکزی واحدهای G1 الی G7 و در ناحیه فومنات واحدهای F1 الی F5 می‌باشد (شکل ۱). واحدهای عمرانی D1، D2، F1،D3 ، F2، F3، G1، G5، G6، G7 با مساحت جغرافیایی ۱۵۶۳۳۹ هکتار به عنوان واحدهای ساخته شده تلقی گردیده که حدود ۵۵ درصد از مساحت کل این شبکه آبیاری را شامل می‌شوند و واحدهای G3،G2، G4، D4، D5، F4، F5 با مساحت ۱۲۷۸۴۰ هکتار، ۴۵ درصد از مساحت کل شبکه مذکور را تشکیل داده که به دلیل عدم وجود شبکه مناسب آبیاری در واحدهای فوق، انتقال و توزیع آب به روش سنتی و از طریق انهار اصلی و فرعی و رودخانه های محلی صورت می‌پذیرد. در جدول(۱) برخی از

1 -Analytical Hierarchy Process
2-Technique for Order-Preference by Similarity to Ideal Solution

Archive of SID

www.SID.ir

مشخصات نواحی سه گانه شبکه ارایه شده است.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) و تکنیک تاپسیس(TOPSIS)

در این مطالعه از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تکنیک تاپسیس استفاده گردید. تکنیک AHP یا فرایند تحلیل سلسه مراتبی، یکی کاربردی‌ترین شیوه های تصمیم گیری چند معیاره است. این روش برای اولین بار توسطSaaty در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید (آذر و رجب‌زاده، ۱۳۸۱). روشAHP بر پایه‌ی سه گام زیر انجام می‌پذیرد:

۱- ساختار سلسله مراتبی: اولین مرحله، در یک مسئله تصمیم گیری پیچیده، تعیین ساختار سلسله مراتبی است. در این روش هدف‌ها، معیارها و گزینه‌ها در یک ساختار سلسله مراتبی شبیه به یک درخت تنظیم می‌شوند.

۲- مقایسات زوجی معیارها و گزینه ها: در دومین گام، مقایسه معیارها و گزینه‌ها صورت می‌پذیرد. در حالی که مسئله تجزیه شده و سلسله مراتب ساخته شده، اولویت بندی به منظور محاسبه اهمیت نسبی معیارها درون هر سطح آغاز می‌گردد. مقایسات زوجی از سطح دوم آغاز و در پایین ترین سطح پایان می‌یابد. در هر سطح معیارها به صورت زوجی مطابق با میزان تأثیر آنها و بر پایه ی معیار خاص در سطح بالاتر مقایسه می‌شوند (Albayrak and Erensal,2004).

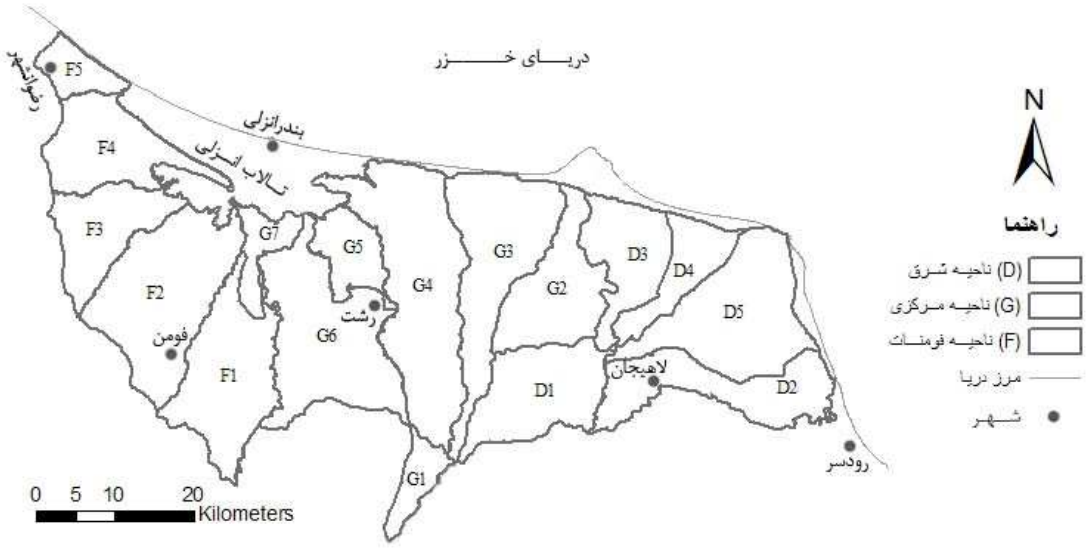
اگر معیارها به صورت زیر باشند:

$$C=\left\{C_j \,\middle|\, j=1,2,\ldots,n\right\} \qquad (۱)$$

نتایج مقایسات زوجی می‌تواند در یک ماتریس ارزیابی (n×n) با نام A خلاصه شود که هر عنصر$a_{ij}(i,j=1,2,\ldots,n)$ که در معادله (۲) مشاهده می‌شود، وزن معیار است.

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}, a_{ii}=1, a_{ji}=1/a_{ij}, a_{ij}\neq 0 \qquad (۲)$$

۳-محاسبه وزن نسبی: در گام آخر نرمالایز کردن و یافتن وزن های نسبی در ماتریس‌ها انجام می‌پذیرد. وزن‌های نسبی با بردار ویژه (ω) منطبق با مقدار ویژه صحیح (λ_{max}) داده شده بوده، بطوری که رابطه زیر برقرار باشد:



شکل ۱- محدوده شبکه آبیاری سفیدرود و نواحی مختلف آن

جدول ۱- برخی از مشخصات نواحی مختلف شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود

ناحیه	کانال‌های اصلی و درجه۱		کانال های درجه ۲		زهکش های اصلی و فرعی		طول جاده سرویس طول (کیلومتر)	تعداد و نوع سازه			
	طول (کیلومتر)	تعداد	طول (کیلومتر)	عداد	طول (کیلومتر)	تعداد		آبگیر	سرریز ثابت	آمیل	دریچه کشویی
شرق	۱۰۳/۲	۱۲	۲۷۲/۲	۱۲۷	۲۸۹/۵	۱۲۸	۶۴۲/۸	۷۳۸	۴۱۳	۵	---
مرکزی	۱۸۱/۶	۴۰	۴۳/۲	۲۵	۳۴۹	۲۴۶	۴۱۷	۳۱۳	۹۵	۱۷	۹۱
فومنات	۱۴۳/۷	۱۱	۴۴۷/۱	۱۶۰	۴۳۹/۹	۱۷۰	۹۱۴	۱۱۰۳	۶۲۰	۲۰	---

www.SID.ir

$$A\omega = \lambda_{\max}\omega \quad (۳)$$

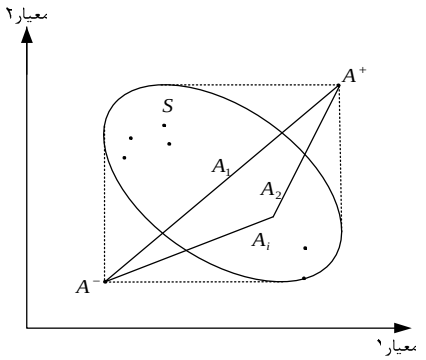
یکی از مهمترین مزایای روش AHP داشتن یک پایه ریاضی است که بر اساس آن، شاخص سازگاری محاسبه می‌شود و اگر مقدار آن بیشتر از ۰/۱ باشد نشان از آن دارد که وزن های داده شده با همدیگر سازگاری نداشته و می‌بایست مورد بازنگری قرار گیرند. ساختار سلسله مراتبی طراحی شده در AHP قابلیت در نظر گرفتن تصمیمات کارشناسان مختلف را داراست. میانگین هندسی به این دلیل که خاصیت معکوس بودن را در ماتریس مقایسات زوجی حفظ می‌کند مناسب ترین قاعده ریاضی برای ترکیب قضاوت‌ها در این شیوه است.

اگر $a_{ij}^{(k)}$ مؤلفه مربوط به ارزیاب k ام برای مقایسه سیستم i به سیستم j باشد؛ میانگین هندسی برای تمامی مؤلفه های متناظر به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\overline{a_{ij}} = \left(\prod_{k=1}^{N} a_{ij}^{(k)}\right)^{\frac{1}{N}} \quad (۴)$$

روش اولویت بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ‌های ایده‌آل(TOPSIS) یکی دیگر از روش های قوی در تصمیم گیری چندمعیاره است. این روش توسط Hwang and Yoon(1981) ارایه گردید. در این روش m گزینه به وسیله n شاخص ارزیابی می‌شود که هر مسئله را می‌توان به عنوان یک سیستم هندسی شامل m نقطه در یک فضای n بعدی در نظر گرفت. این تکنیک براین پایه بنا شده است که گزینه انتخابی می‌بایست کمترین فاصله را با ایده آل مثبت(A+) و بیشترین فاصله را با ایده آل منفی داشته باشد (شکل ۲).

ماتریس تصمیم گیری، به کمک نرم اقلیدسی به یک ماتریس بی مقیاس شده تبدیل می‌شود :



شکل ۲- فضای هدفی بین دو معیار- فاصله بین راه حل ایده‌آل مثبت و راه حل ایده‌آل منفی برای گزینه ها

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^{m} {r_{ij}}^2\right)^{1/2}} \quad (۵)$$

ماتریس بدست آمده N_D نامیده می‌شود. پس از آن ماتریس بی مقیاس موزون تعیین می‌شود.

$$V = N_D \times W_{n*n} \quad (۶)$$

که در این رابطه V ماتریس بی مقیاس موزون و W یک ماتریس قطری از وزن های بدست آمده برای شاخص‌ها می‌باشد که در این تحقیق، این وزن‌ها از طریق مقایسات زوجی روش تحلیل سلسله مراتبی محاسبه می‌شوند. با توجه به فرمول زیر A^+ و A^- را تعیین می‌گردد:

$$A^+ = \left\{\left(\max_i V_{ij} \,|\, j \in J_1\right), \left(\min_i V_{ij} \,|\, j \in J_2\right) \,|\, i = 1,2,...,n\right\} \quad (۷)$$

$$A^- = \left\{\left(\min_i V_{ij} \,|\, j \in J_1\right), \left(\max_i V_{ij} \,|\, j \in J_2\right) \,|\, i = 1,2,...,n\right\} \quad (۸)$$

$$A^+ = \left\{V_1^+, V_2^+, ..., V_n^+\right\} \quad (۹)$$

$$A^- = \left\{V_1^-, V_2^-, ..., V_n^-\right\} \quad (۱۰)$$

فاصله بر اساس نرم اقلیدسی به ازاء راه حل ایده آل منفی و گزینه مثبت و همین اندازه را به ازاء راه حل ایده آل مثبت و گزینه منفی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$d_i^+ = \left\{\sum_{j=1}^{n}\left(V_{ij} - V_j^+\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}}, (i = 1,2,...,m) \quad (۱۱)$$

$$d_i^- = \left\{\sum_{j=1}^{n}\left(V_{ij} - V_j^-\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}}, (i = 1,2,...,m) \quad (۱۲)$$

نزدیکی نسبی A_i به راه حل ایده آل به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$C_i = \frac{d_i^-}{\left(d_i^- + d_i^+\right)}, (i = 1,2,...,n) \quad (۱۳)$$

هر گزینه A_i به راه حل ایده آل نزدیکتر باشد، مقدار C_i آن به یک نزدیک تر خواهد بود. بر اساس ترتیب نزولی C_iها می‌توان گزینه های موجود را بر اساس بیشترین اهمیت رتبه بندی نمود (آذر و رجب زاده ،۱۳۸۱).

مدل ترکیبی کاربردی

Archive of SID

www.SID.ir

در این مطالعه با توجه به معیارهای مختلف موثر بر عملکرد شبکه های آبیاری، از روش های تصمیم گیری چندمعیاره به منظور بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد و رتبه بندی نواحی مختلف شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود استفاده شد. تصمیم گیری چند معیاره شامل تکنیک های مختلفی است که همانطور که قبلا اشاره گردید، در این تحقیق از مدل ترکیبی تکنیک تاپسیس و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. تلفیق این دو شیوه ضمن افزایش دقّت تحلیل، تا حد بسیار زیادی حجم محاسبات را کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد ترکیب این دو روش مذکور، که به عنوان رهیافتی نوین محسوب می‌شود، قابلیت مضاعفی در امر ارزیابی عملکرد شبکه های آبیاری بوجود آورد.

تفکیک کاربرد هر یک از دو روش در این مطالعه، در قالب دو مرحله زیر بود:

۱- انتخاب معیارها، طراحی ساختار سلسله مراتبی و تعیین ارزش وزنی معیارها و زیرمعیارها در قالب استفاده از از روش AHP

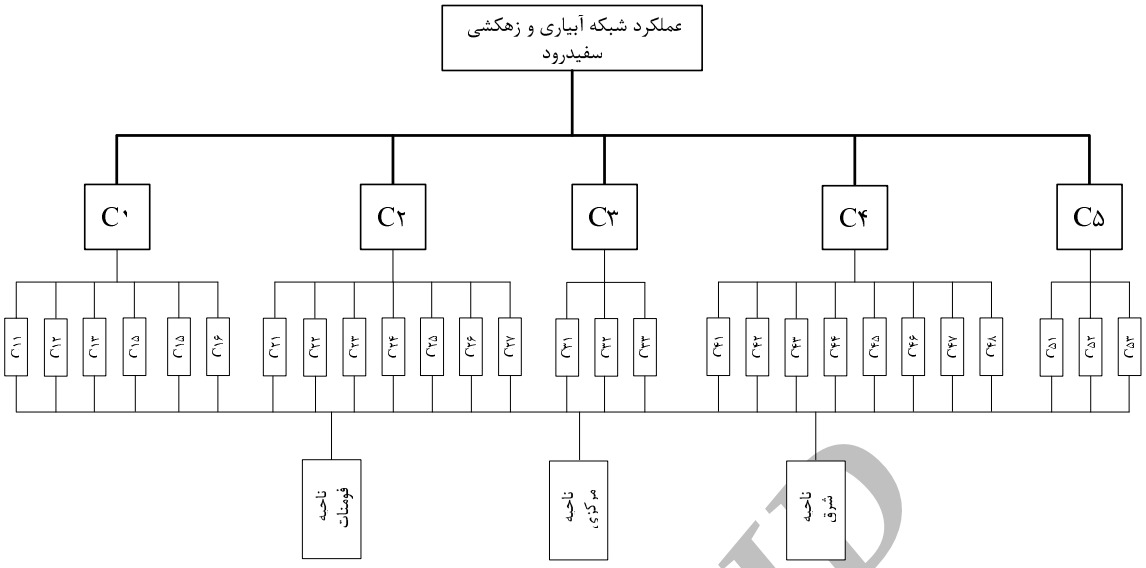
۲- تعیین مقادیر معیارهای کمّی و کیفی و استفاده از روش TOPSIS به منظور رتبه بندی نواحی آبیاری شبکه.

جدول۲- معیارها و زیرمعیارهای ارزیابی

معیار	علامت	(زیرمعیار)	(علامت)	تعریف
فنی	C۱	امکان تحویل آب	C۱۱	نسبت حجم آب قابل تحویل به حجم آب پیش بینی شده
		بهره برداری	C۱۲	نسبت حجم آب خروجی از کانال درجه ۱ به حجم آب ورودی به کانال درجه ۱
		نسبت کل مصرف	C۱۳	نسبت آب تأمین شده به آب مورد نیاز آبیاری
		نسبت تقاضای مزرعه	C۱۴	نسبت آب تحویل شده به مزرعه به آب مورد نیاز آبیاری
		نسبت آب ورودی به آب خروجی	C۱۵	نسبت حجم آب تحویل شده جهت آبیاری به حجم آب تحویل گرفته از منبع
		نسبت زهکشی سیستم	C۱۶	نسبت حجم کل آب زهکشی شده از سیستم به حجم آب وارد شده به سیستم
مدیریتی	C۲	شایستگی اقلام مورد نیاز	C۲۱	نسبت تعداد پرسنل تخصصی رسمی به پرسنل تخصصی پیش بینی شده رسمی
		سرویس دهی	C۲۲	نسبت تعداد موافقت نامه های مبادله شده به تعداد موافقت نامه های مورد لزوم
		شاخص مدیریت	C۲۳	نسبت وسایل اندازه گیری نصب شده به کل وسایل اندازه گیری
		کفایت اطلاعات	C۲۴	نسبت اطلاعات موجود در رابطه با کشت: سطح اراضی: آب تحویلی: نیروی انسانی به اطلاعات مورد نیاز
		مؤثر بودن سازه ها	C۲۵	نسبت تعداد سازه های فعال به تعداد کل سازه های موجود
		نسبت شدت جریان	C۲۶	نسبت شدت جریان واقعی به شدت جریان طراحی
		نسبت حضور آب بران در مدیریت	C۲۷	نسبت آب بر حاضر در مدیریت به تعداد کل آب بران
زیست محیطی	C۳	آلودگی	C۳۱	یک منهای نسبت افزایش درصد حجمی موادآلی تجزیه نشده به درصد مواد آلی مجاز در آب زیرزمینی
		عمق نسبی آب زیرزمینی	C۳۲	نسبت عمق نسبی آب زیرزمینی به عمق بحرانی آب زیرزمینی
		آستانه تحمل هدایت الکتریکی خاک	C۳۳	یک منهای نسبت افزایش واقعی هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک به مقدار مجاز آن
اقتصادی	C۴	کفایت بودجه	C۴۱	نسبت اعتبارات تخصیص یافته MOM به اعتبارات مورد نیاز MOM
		رضایتمندی	C۴۲	نسبت مشترکین رضایتمند به تعداد کل مشترکین
		راندمان تولید شبکه	C۴۳	نسبت درآمد سالانه کشاورزان در شبکه به درآمد سالانه کشاورزان در محدوده شهرستان
		نسبت میزان محصول	C۴۴	نسبت میزان محصول واقعی به میزان محصول در طراحی
		بهره برداری و نگهداری	C۴۵	نسبت هزبنه نسبی بهره برداری و نگه داری به هزینه کل
		نسبت مقدار افزایش محصول به آب تحویلی	C۴۶	نسبت میزان افزایش محصول به آب تحویلی
		هزینه نسبی آب	C۴۷	یک منهای نسبت تفاوت هزینه آب آبیاری از هزینه محصول اصلی به هزینه محصول اصلی
		فعال بودن سیستم	C۴۸	نسبت سطح اراضی تحت کشت به سطح اراضی قابل کشت
اجتماعی	C۵	رضایتمندی سیستم ۱	C۵۱	نسبت قراردادهای منعقد شده به تعداد قراردادهای پیش بینی شده برای انعقاد
		رضایتمندی سیستم ۳	C۵۲	نسبت تعداد آب برانی که به صورت گروهی آب دریافت می‌کنند به تعداد کل آب بران
		جمع آوری آب بها	C۵۳	نسبت آب بهای جمع آوری شده به آب بهای پیش بینی شده

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۳- ساختار سلسله مراتبی ارزیابی عملکرد شبکه آبیاری سفیدرود

در مرحله اول، معیارهای موثر بر عملکرد شبکه آبیاری انتخاب گردید. بدین منظور فهرست کاملی از معیار و زیرمعیارهای مورد استفاده در مطالعات قبلی تهیه و با توجه به پارامترهای مختلف مؤثر بر عملکرد و بهره وری آب، ساختار فیزیکی شبکه آبیاری و مدیریت بهره برداری آن، ۲۷ زیرمعیار در قالب ۵ معیار فنی، مدیریتی، زیست-محیطی، اقتصادی و اجتماعی انتخاب شد. معیار فنی شامل ۶ زیرمعیار، معیار مدیریتی شامل ۷ زیرمعیار، معیار زیست محیطی شامل ۳ زیرمعیار، معیاراقتصادی شامل ۸ زیرمعیار و معیار اجتماعی شامل ۳ زیرمعیار بود (جدول ۲). با استفاده از این معیارها و زیرمعیارها و اطلاعات شبکه آبیاری سفیدرود، به شناسایی مهمترین عوامل مؤثر در عملکرد شبکه پرداخته و نسبت به رتبه بندی عملکرد نواحی آبیاری آن اقدام شد. بدین منظور از ساختار سلسله مراتبی مطابق با شکل (۳) طراحی گردید. این ساختار شامل چهار سطح هدف، معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها (نواحی سه گانه شبکه آبیاری سفیدرود) می‌باشد. پرسشنامه ای بر مبنای مقایسات زوجی به منظور ارزیابی میزان تأثیرگذاری معیارها و زیرمعیارها در فرآیند تصمیم گیری طراحی گردید. بنا به توصیه بادزهر و منعم(۱۳۷۹) (استفاده از تعداد محدود متخصص با تجربه با گرایشهای تخصصی متفاوت)، پرسشنامه توسط ۵ صاحب نظر در امور شبکه های آبیاری با تخصص های متفاوت و ۵ کارشناس از شبکه آبیاری مورد مطالعه، تکمیل و با ادغام نظرات کارشناسی و استفاده از نرم افزار Expert Choice وزن نهایی معیارها و زیر معیار تعیین شد.

در مرحله دوم، مقادیر مربوط به معیارهای کمّی، تهیه و جمع آوری گردیده و برای سوالات کیفی نیز پرسشنامه ای با فرمت مخصوص TOPSIS تهیه و در بین ده نفر از کارشناسان شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان، موسسه تحقیقات برنج و سازمان جهاد کشاورزی این استان توزیع و تکمیل شد. مقادیر مورداستفاده در روش TOPSIS برای معیارها می‌تواند به صورت کمّی و کیفی مطرح باشد. در جدول(۳) طریقه کمّی کردن معیارهای کیفی در روش TOPSIS مشاهده می‌شود.

جدول ۳- طریقه کمّی کردن معیارهای کیفی در TOPSIS

معیار کیفی	تبدیل به معیار کمّی
خیلی ضعیف	۰
ضعیف	۱
نسبتاً ضعیف	۳
متوسط	۵
نسبتاً خوب	۷
خوب	۹
خیلی خوب	۱۰

در شکل(۴) فلوچارت مدل استفاده شده به منظور تعیین وزن شاخص های ارزیابی عملکرد و رتبه بندی نواحی شبکه آبیاری سفیدرود ارایه شده است.

نتایج و بحث

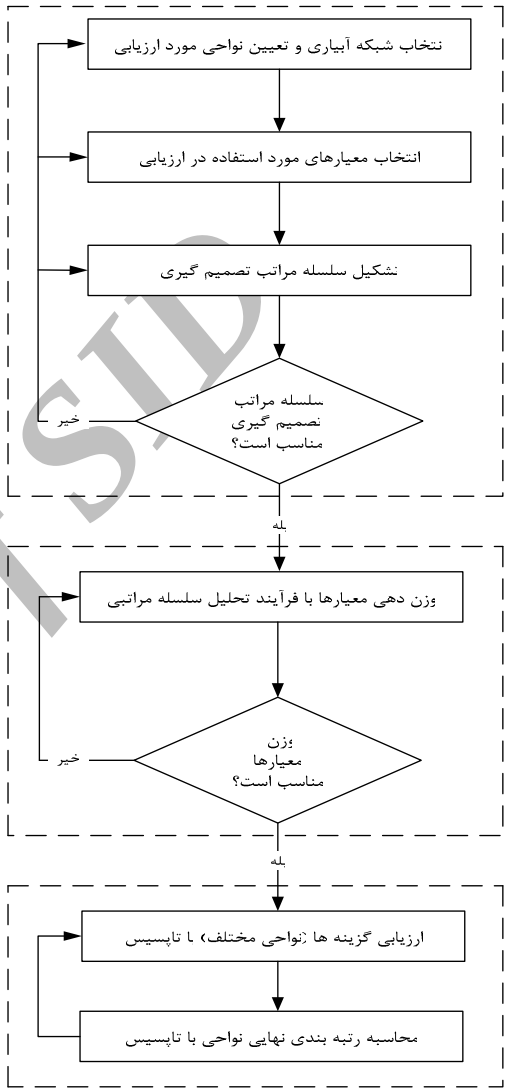
ارزیابی تأثیر معیارها و زیرمعیارها

مدل Expert Choice با استفاده از مقایسات زوجی، وزن هر

Archive of SID

www.SID.ir

یک از معیارها و زیرمعیارهای انتخابی را بدست می‌دهد. بدین منظور، ماتریس های مقایسات زوجی تشکیل گردیده و وزن های نسبی و مطلق هر یک از معیارها و زیرمعیارها محاسبه شدند. همچنین نرخ ناسازگاری هر یک از ماتریس های زوجی تعیین گردید.



شکل ۴- فلوچارت مدل کاربردی

جدول (۴) وزن نسبی هر یک از معیارها و زیرمعیارها را نشان می‌دهد. بررسی نتایج این جدول بیانگر آن است که معیار مدیریتی (C۲) بیشترین نقش را در ارزیابی عملکرد شبکه آبیاری دارد و ارزش وزن آن ۰/۳۸۴ می‌باشد. پس از این معیار، معیار فنی(C۱) با وزن نسبی ۰/۲۱۶، معیار اجتماعی(C۵) با وزن نسبی ۰/۲۰۷، معیار اقتصادی(C۴) با وزن نسبی ۰/۱۰۲، در رتبه های بعدی اهمیت قرار دارند و معیار زیست محیطی(C۳) نیز با وزن نسبی ۰/۰۹ کمترین اثر را در مقایسه با سایر معیارها در عملکرد شبکه آبیاری ایفا می‌نماید.

پایین بودن ارزش وزنی مربوط به معیار زیست محیطی نشان دهنده آن است که مسائل زیست محیطی کمتر مورد توجه بوده که این امر می‌تواند مشکلات زیست محیطی جبران ناپذیری را در پی داشته باشد. در بین زیرمعیارهای شاخص فنی(C۱)، زیرمعیار نسبت تقاضای مزرعه (C۱۴) با وزن نسبی ۰/۲۵۸ بیشترین اهمیت و زیرمعیار نسبت زهکشی سیستم (C۱۶) با وزن نسبی ۰/۰۸۲ کمترین نقش را در عملکرد شبکه آبیاری دارد. به بیان دیگر با تحویل مناسب آب، از نظر فنی بهبود زیادی در سطح عملکرد شبکه آبیاری به وقوع می‌پیوندد.

جدول۴- ارزش وزنی معیارها و زیرمعیارها

معیار	ارزش وزنی معیار	زیر معیار	ارزشی وزنی زیر معیار
C۱	۰/۲۱۶	C۱۱	۰/۲۱۸
		C۱۲	۰/۱۳۰
		C۱۳	۰/۱۸۳
		C۱۴	۰/۲۵۸
		C۱۵	۰/۱۳۰
		C۱۶	۰/۰۸۲
C۲	۰/۳۸۴	C۲۱	۰/۱۰۷
		C۲۲	۰/۰۵۷
		C۲۳	۰/۱۶۰
		C۲۴	۰/۱۴۷
		C۲۵	۰/۲۲۱
		C۲۶	۰/۱۸۸
		C۲۷	۰/۱۲۱
C۳	۰/۰۹	C۳۱	۰/۴۴۵
		C۳۲	۰/۲۳۳
		C۳۳	۰/۳۲۲
C۴	۰/۱۰۲	C۴۱	۰/۱۲۹
		C۴۲	۰/۱۰۵
		C۴۳	۰/۱۶۹
		C۴۴	۰/۱۰۴
		C۴۵	۰/۰۹۴
		C۴۶	۰/۱۸۶
		C۴۷	۰/۰۷۱
		C۴۸	۰/۱۴۱
C۵	۰/۲۰۷	C۵۱	۰/۳۲۳
		C۵۲	۰/۳۳۳
		C۵۳	۰/۳۴۳

در بین زیرمعیارهای مدیریتی(C۲)، زیرمعیار مؤثربودن سازه‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

(C۲۵) با وزن نسبی۰/۲۲۱ بیشترین اهمیت و زیرمعیار سرویس دهی (C۲۲) با وزن نسبی ۰/۰۵۷کمترین نقش را در عملکرد شبکه آبیاری دارد. لذا با بهبود سطح کیفی استفاده از سازه های موجود، عملکرد شبکه تا حد قابل توجهی ارتقا خواهد یافت.

در بین زیرمعیارهای زیست محیطی(C۳)، زیرمعیار آلودگی(C۳۱) با وزن نسبی ۰/۴۴۵بیشترین اهمیت و زیرمعیار عمق نسبی آب زیرزمینی(C۳۲) با وزن نسبی ۰/۲۳۳ کمترین نقش را در عملکرد شبکه آبیاری دارد. در بین زیرمعیارهای اقتصادی(C۴)، زیرمعیار نسبت افزایش محصول به آب تحویلی (C۴۶) با وزن نسبی ۰/۱۸۶ بیشترین اهمیت و زیرمعیار هزینه نسبی (C۴۷) با وزن نسبی ۰/۰۷۱کمترین میزان اهمیت را در عملکرد شبکه آبیاری ایفا می‌نماید. در بین زیرمعیارهای اجتماعی(C۵)، زیرمعیار جمع آوری آب بها (C۵۳) با وزن نسبی ۰/۳۴۳ بیشترین اهمیت و زیرمعیار رضایتمندی سیستم (C۵۱) با وزن نسبی ۰/۳۲۳ کمترین میزان نقش را در عملکرد شبکه آبیاری دارد. به بیان دیگر دریافت آب بها نقش مهمی در عملکرد شبکه های آبیاری از نظر اجتماعی داشته که این معیار در شبکه سفیدرود به دلیل عدم امکان تحویل حجمی آب به کشاورزان و از طرف دیگر کرتی بودن نوع سیستم آبیاری مزارع، با مشکلات جدی روبروست.

وزن نهایی هر یک از زیرمعیارها در هر معیار از حاصلضرب وزن نسبی معیار و زیرمعیار مربوطه بدست می‌آید (شکل ۵). در شکل(۵) نمودار میله ای مقابل نام هر یک از زیرمعیارها، وزن نسبی نهایی هر زیرمعیار را در عملکرد شبکه نشان می‌دهد. بر اساس مقایسه وزن نسبی نهایی زیرمعیارها، زیرمعیار مؤثر بودن سازه‌ها (C۲۵)و زیر معیار هزینه نسبی آب (C۴۷) به ترتیب با وزن نهایی ۰/۰۸۵ و ۰/۰۰۷ بیشترین و کمترین نقش را در عملکرد شبکه دارا می‌باشند .

جدول(۵) نرخ ناسازگاری مربوط به ماتریس های مقایسه زوجی هر یک از معیارها را نشان می‌دهد. همان گونه که مشاهده می شود نرخ ناسازگاری ماتریس های مقایسه زوجی مربوط به کلیه معیارها کمتر از ۰/۱ بوده که بیانگر سازگار بودن تصمیم گیری‌ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است. بیشترین مقدار ناسازگاری مربوط به معیار اقتصادی با ۰/۰۸ و کمترین مقدار آن مربوط به معیار اجتماعی (۰/۰۰۶) است.

جدول۵- نرخ ناسازگاری ماتریس‌های مقایسه زوجی هر یک از معیارها

معیار	نرخ ناسازگاری
فنی	۰/۰۳
مدیریتی	۰/۰۵
زیست محیطی	۰/۰۴
اقتصادی	۰/۰۸
اجتماعی	۰/۰۰۶

رتبه بندی نواحی آبیاری

نتایج نهایی حاصل از اعمال وزن‌ها و محاسبات مربوط به محاسبه مقدار نزدیکی نسبی هر گزینه (ناحیه آبیاری) به راه حل ایده آل در جدول(۶) ارایه شده است. نتایج نشان می‌دهد که ناحیه فومنات با مقدار C_i=۰/۵۵۵ مطلوب ترین عملکرد و ناحیه مرکزیC_i=۰/۴۴۶ ضعیف ترین عملکرد در بین سه ناحیه آبیاری شبکه را به خود اختصاص می‌دهد. ناحیه آبیاری شرق نیز با C_i=۰/۴۸۲ عملکردی بین این دو ناحیه دارد. در ناحیه فومنات به دلیل مدرن بودن شبکه انتقال آب، انعطاف پذیری بالاتری در توزیع آب وجود داشته و تحویل آب با سهولت بیشتری صورت می‌گیرد. کشاورزان این منطقه رضایتمندی بیشتری از شبکه آبیاری دارند. آستانه تحمل در این ناحیه بالاتر است. به تعبیر دیگر چنانچه اختلالی در توزیع آب این ناحیه صورت گیرد، راحت‌تر می‌توان نسبت به مدیریت مشکل اقدام کرد. در حال حاضر شدت جریان موجود در ناحیه فومنات قابل اطمینان تر از ناحیه شرق و این ناحیه نیز مناسب تر از ناحیه مرکزی است.

جدول۶- رتبه بندی عملکرد نواحی مختلف شبکه آبیاری سفیدرود

ناحیه	نزدیکی به راه حل ایده آل(C_i)	رتبه
فومنات	۰/۵۵۵	۱
شرق	۰/۴۸۲	۲
مرکزی	۰/۴۴۶	۳

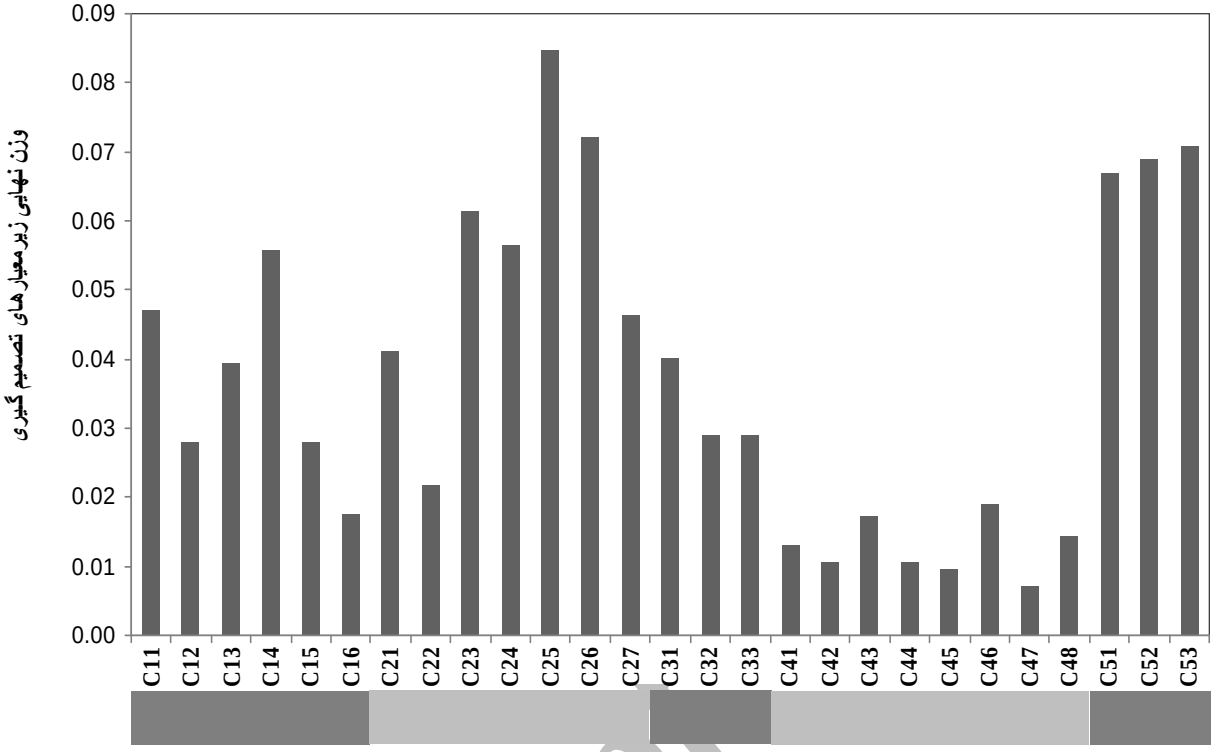
تحلیل حساسیت عملکرد نواحی شبکه آبیاری به معیارهای ارزیابی

به منظور بررسی تغییرات عملکرد شبکه آبیاری نسبت به روند تغییرات ارزش وزنی هر یک از معیارهای ارزیابی، تحلیل حساسیت عملکرد شبکه انجام شد. ایده تحلیل حساسیت جابجایی وزن دو معیار با یکدیگر است. از آنجا که در این مطالعه ۵ معیار در نظر گفته شد بنابراین ۱۰ ترکیب مختلف امکان پذیر بوده که به صورت شرایط ۱ تا ۱۰ جدول (۷) در نظر گرفته شد. منظور از شرایط اصلی در جدول ۷، حالتی است که وزن نسبی هر یک از معیارها مطابق با جدول ۴ در نظر گرفته شده باشد. جدول(۷) نتایج محاسبات و شکل(۶) نمایش ترسیمی نتایج را نشان می‌دهد.

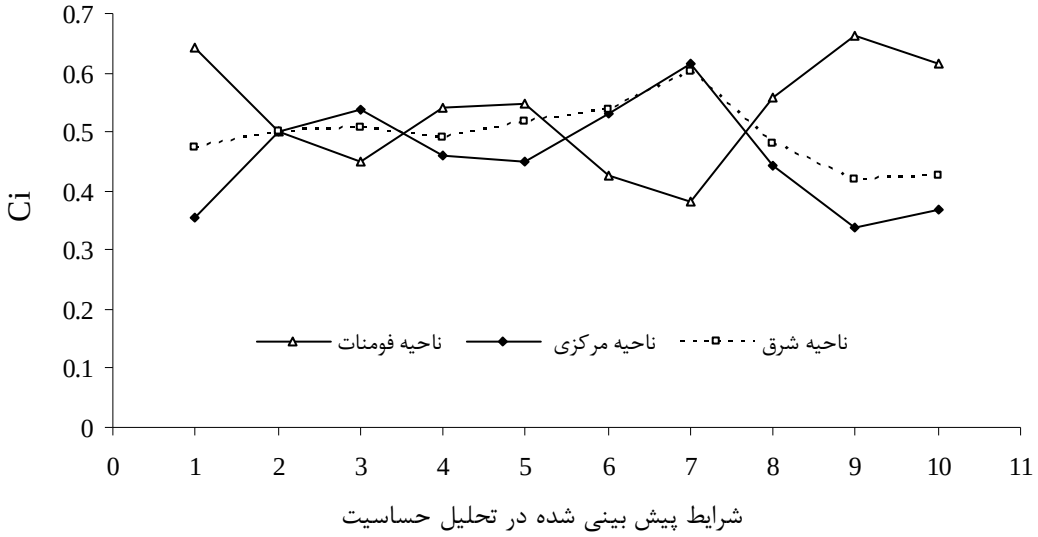
نتایج نشان می‌دهد که در ناحیه فومنات بالاترین C_i (۰/۶۶۱) در شرایط ۹ به وقوع پیوسته و این مربوط به زمانی است که وزن معیار اجتماعی کم و وزن معیار زیست محیطی افزایش می‌یابد؛ و کمترین C_i (۰/۳۸۳) در شرایط ۷ بوجود آمده که در این حالت، ارزش وزنی معیار مدیریتی کاهش و ارزش وزنی معیار اجتماعی افزایش می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- وزن نهایی زیرمعیارها در عملکرد شبکه آبیاری و زهکشی



شکل۶- نمایش ترسیمی تحلیل حساسیت

به تعبیر دیگر این ناحیه آبیاری از نظر اجتماعی نامطلوب و از نظر مدیریتی مطلوب است. بهره برداران شبکه در این ناحیه به علت سهولت دریافت آب، ارزش واقعی آب را ندانسته و کمتر نسبت به پرداخت آب بها اقدام می‌کنند. این ناحیه در غالب شرایط (شرایط۱و۲و۴و۵و۸و۹و۱۰) در بین سایرنواحی بهترین عملکرد را داراست و این نشان می‌دهد که رتبه این ناحیه با تغییر اوزان نسبی معیارهای مورد نظر، تغییر نیافته و در ۷۰ درصد از موارد مورد اشاره، رتبه اول را در بین نواحی آبیاری شبکه دارد.

www.SID.ir

جدول۷ - آنالیزحساسیت با تغییر وزن معیارها و مقدار فاصله تا راه حل ایده آل در گزینه های مختلف

شرایط	وزن معیارها					مقدار C_i		
	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	شرق	مرکزی	فومنات
اصلی	۰/۲۱۶	۰/۳۸۴	۰/۰۹	۰/۱۰۲	۰/۲۰۷	۰/۴۸۲	۰/۴۴۶	۰/۵۵۵
۱	۰/۳۸۴	۰/۲۱۶	۰/۰۹	۰/۱۰۲	۰/۲۰۷	۰/۴۷۴	۰/۳۵۵	۰/۶۴۳
۲	۰/۰۹	۰/۳۸۴	۰/۲۱۶	۰/۱۰۲	۰/۲۰۷	۰/۵۰۱	۰/۵۰۰	۰/۵۰۲
۳	۰/۱۰۲	۰/۳۸۴	۰/۰۹	۰/۲۱۶	۰/۲۰۷	۰/۵۰۶	۰/۵۳۷	۰/۴۵۰
۴	۰/۲۰۷	۰/۳۸۴	۰/۰۹	۰/۱۰۲	۰/۲۱۶	۰/۴۸۹	۰/۴۶۱	۰/۵۴۰
۵	۰/۲۱۶	۰/۰۹	۰/۳۸۴	۰/۱۰۲	۰/۲۰۷	۰/۵۱۷	۰/۴۴۹	۰/۵۴۹
۶	۰/۲۱۶	۰/۱۰۲	۰/۰۹	۰/۳۸۴	۰/۲۰۷	۰/۵۳۷	۰/۵۲۹	۰/۴۲۷
۷	۰/۲۱۶	۰/۲۰۷	۰/۰۹	۰/۱۰۲	۰/۳۸۴	۰/۶۰۰	۰/۶۱۵	۰/۳۸۳
۸	۰/۲۱۶	۰/۳۸۴	۰/۱۰۲	۰/۰۹	۰/۲۰۷	۰/۴۸۱	۰/۴۴۴	۰/۵۵۸
۹	۰/۲۱۶	۰/۳۸۴	۰/۲۰۷	۰/۱۰۲	۰/۰۹	۰/۴۲۰	۰/۳۳۸	۰/۶۶۱
۱۰	۰/۲۱۶	۰/۳۸۴	۰/۰۹	۰/۲۰۷	۰/۱۰۲	۰/۴۲۶	۰/۳۶۹	۰/۶۱۴

همچنین در ناحیه آبیاری شرق بیشترین مقدار C_i (۰/۶۰) در شرایط ۷ که در آن وزن معیار مدیریتی کم و وزن معیار اجتماعی زیاد می‌باشد و کمترین مقدار C_i (۰/۴۲) در شرایط ۹ که در آن وزن معیار اجتماعی کم و وزن معیار زیست‌محیطی افزایش می‌یابد به وقوع می‌پیوندد. این ناحیه در شرایط ۶ در بین سایر نواحی مطلوب‌ترین عملکرد را داراست.

در ناحیه مرکزی بیشترین مقدار C_i با مقدار ۰/۶۱۵ در شرایط ۷ که در آن وزن معیار مدیریتی کم و وزن معیار اجتماعی افزایش می‌یابد، شکل می‌گیرد و کمترین مقدار این پارامتر (۰/۳۳۸) در شرایط ۱۰ که در آن وزن معیار اجتماعی کم و وزن معیار اقتصادی افزایش می‌یابد به وقوع می‌پیوندد. این ناحیه در شرایط ۳و۷ در بین نواحی بالاترین عملکرد را خواهد داشت.

نتیجه گیری

در این مطالعه با استفاده از تلفیق روش های تصمیم‌گیری چند-معیاره AHP و TOPSIS به بررسی اثر عوامل مختلف مؤثر بر عملکرد شبکه آبیاری سفیدرود پرداخته و عملکرد نواحی سه گانه آن رتبه بندی گردید. بررسی انجام گرفته بیانگر آن است که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به علت ماهیت گسسته خود و همچنین قابلیت کمّی کردن پارامترهای مختلف مؤثر بر مقدار تابع هدف و برخورداری از مقایسات زوجی روش مناسبی به منظور وزن دهی معیارها و زیرمعیارهاست و روش TOPSIS به دلیل کاهش حجم محاسبات و بکارگیری کلیه زیرمعیارها در قالب یک ماتریس، روش مناسبی به منظور رتبه بندی نواحی آبیاری می‌باشد. نتایج نشان داد که در بین معیارها و زیرمعیارهای انتخابی، معیار مدیریتی و زیرمعیار مؤثر بودن سازه‌ها بیشترین تأثیر و معیار زیست محیطی و زیرمعیار هزینه نسبی آب کمترین تأثیر را در عملکرد شبکه آبیاری ایفا می‌نمایند. یافته های تحقیق بیانگر آن است که با لحاظ کردن معیارهای مؤثر بر عملکرد شبکه و مشخص نمودن وزن نسبی آن‌ها در مقایسات زوجی، می‌توان میزان تأثیر هر یک از معیارها را در شبکه آبیاری مورد ارزیابی قرار داده و اولویت های بهبود عملکرد شبکه را مشخص نمود. نتایج ارزیابی روش استفاده شده حاکی از آن است که این روش با کاربری ساده، می‌تواند در تعیین مهمترین عوامل مؤثر در عملکرد شبکه و رتبه بندی نواحی مختلف سامانه های آبیاری کشور مورد استفاده قرار گیرد.

مراجع

آذر، ع.، رجب زاده، ع. (۱۳۸۱). تصمیم‌گیری کاربردی؛ رویکرد M.A.D.M. نشر نگاه دانش، تهران.

بادزهر، ع. (۱۳۷۹). تهیه مدل کامپیوتری ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری با استفاده از تلفیق روش کلاسیک و ارزیابی سریع. پایان-نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرّس.

حیدری‌یان، س.۱۰.(۱۳۸۲). مدل ارزیابی مرحله ای شبکه های آبیاری و زهکشی با تأکید بر سیستم های مختلف مدیریت و با استفاده از روش فازی. رساله ی دکتری، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران.

خلخالی، م.، منعم،م.ج.، ابراهیمی،ک.(۱۳۸۵). معرفی مدل پشتیبانی تصمیم ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه های آبیاری و زهکشی.کارگاه فنی مدیریت، بهره برداری و نگه داری شبکه های آبیاری و زهکشی.

فهمی،ه.(۱۳۸۷). اولویت‌بندی طرح‌ها و پروژه‌های سد و شبکه های آبیاری و زهکشی و شرایط احراز مجریان. شرکت مدیریت منابع

Archive of SID

www.SID.ir

آب ایران، طرح پژوهشی با کد IRD1-86052.

قاهری،ع.(۱۳۸۶). گزارش نهایی توسعه و تکمیل PAIS و تبدیل آن به نرم افزار قابل کاربرد در مدیریت ها.شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران، طرح پژوهشی با کد IRID-79347.

قدسی پور، ح.(۱۳۸۵). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر(پلی تکنیک تهران).

کهنسال، م.ر.،رفیعی،ه.(۱۳۸۷). انتخاب و رتبه بندی سیستم های آبیاری بارانی و سنتی در استان خراسان رضوی. مجله علوم و صنایع کشاورزی،ویژه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد۲۲، شماره۱.

مهندسین مشاور پندام.(۱۳۸۳). گزارش مطالعات بهسازی شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود گیلان. شرکت سهامی آب منطقه ای گیلان.

صالحی تالشی،ا.(۱۳۷۸). ارزیابی عملکرد بهره برداری از شبکه های آبیاری و زهکشی به روش تحلیل پوششی داده‌ها. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرّس.

منعم،م. ج.، قدوسی،ح.(۱۳۸۳). ارزیابی و بهبود عملکرد هشت شبکه آبیاری کشور با انجام تحلیل حساسیت در مدل های تحلیل پوششی داده ها. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی،سال یازدهم،شماره اول.

منعم، م.ج.(۱۳۷۶). روش های ارزیابی عملکرد پروژه های آبیاری و زهکشی. مجموعه مقالات کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم های آبیاری و زهکشی

Albayrak, E., Erensal, Y.C. (2004). Using analytic hierarchy process (AHP) to improve human performance: An application of multiple criteria decision making problem. Journal of Intelligent Manufacturing,15, 491–503.

Bos, M.G.,Wolters, W.(1997). Development in irrigation performance assessment, international institute for land reclemation and improvement(13).

Burt, C.M., Stuart, W.S. (1999). Modern water control and management practices in irrigation Impact on performance, FAO, IPTRID, World Bank, Water report No.19.

Chambers, R. (1987). Rapid appraisal for existing canal irrigation system. Journal of International Water Resources Development, 7:231-261.

Lowdermilk, M.K., Clyma, W., Dunn, L.E., Haider, M.I., Laitos, W.R., Nelson, L.J., Sunada,D.K., Podmore, C.A. & Podmore, T.H. (1983). Concepts and methodology, diagnostic analysis of irrigation systems, C.A. Podmore. Colorado State University Water Management Synthesis Project, Fort Collins, Colorado, USA.

Molden, D.J., Gates, T.K. (1990). Performance measures for evaluation of irrigation water delivery systems. J. Irrig. Drain. E.-ASCE. 116, 804–823.

Montazar A., and Behbahani S.M. (2007). Development of an optimized irrigation system selection model using analytical hierarchy process. Biosystems Engineering, 98:155–165.

Montazar A., and Zadbagher E. (2010). An analytical hierarchy model for assessing global water productivity of irrigation networks in Iran. Water Resource Management. DOI 10.1007/s11269-010-9581-4.

Oad, R., and Mc Cornick, P.G. (1989). Methodology for assessing the performance of irrigation agriculture. International Commission of Irrigation and Drainage. ICID Bulletin, 38:42-53.

Okada, H., Styles, S.W., Grismer M.E. (2007). Application of the analytic hierarchy process to irrigation project improvement Part I. Impacts of irrigation project internal processes on crop yields. Agricultural water management.

Small, L . E . and Svendsen , M .(1990). A framework for assessing irrigation performance. Irrigation and Drainage Systems, 4: 283-312. Revised edition as: Working Paper on Irrigation Performance l. International flood Policy Research Institute, WashingtonD.C

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۳
تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱۷

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and drainage
No. 2, Vol. 4, fall 2010, p. 284-296

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۲، جلد۴، پاییز ۱۳۸۹، ص. ۲۹۶-۲۸۴

Using Analytical Hierarchy Process and TOPSIS Technique to Determine the Aggregate Weight of Indicators and Performance Assessment of Irrigation and Drainage Networks

(Case study: The triple regions of Sefidrood Irrigation Network)

O. Nasiri Gheidari[1], A. Montazar[*2], M. Momeni[3]

Abstract

Because of unsuccessful performance in most of irrigation and drainage networks, it has become more essential to assess the performance of such systems more than it used to be. The objective of the present study is to investigate the importance of effective criteria on performance of irrigation and drainage networks. For that, a combined promising framework, Analytical Hierarchy Process (AHP) and TOPSIS technique, is considered. The survey is accomplished on the triple regions of Sefidrood Irrigation Network. Five attribute decisions include technical, management, environmental, economic and social criterion are considered as decision criteria and for each of them, 6, 7, 3, 8, and 3 sub-criterion are selected, respectively. The criteria and sub-criteria weights are computed using Expert Choice software by AHP method. Relative importance of each sub-criteria on the alternatives (Irrigation regions) is also calculated by TOPSIS technique. Results indicate that the management criterion by relative weight of 0.384 has the greatest impact and environmental criterion by relative weight of 0.09 has the lowest impact on the performance of the proposed irrigation network. Also, the efficiency of infrastructures and water cost attributes by weight of 0.085 and 0.007 have the most and less importance impact, respectively. Results reveal that Foomanat region by aggregate weight of 0.555 is the most efficient irrigation region and Markazi region by weight of 0.446 assigned the most unsuccessful performance among Sefidrood irrigation network regions. The sensitivity analysis demonstrates that the rank of irrigation regions may be changed as affected by reducing relative importance of technical and management criteria and increasing economic and social criteria. The proposed approach can synthesize various sets of criteria in the preference elicitation of performance, valuation and comparison of irrigation systems and their different parts.

Keywords: Performance assessment, AHP, TOPSIS, Ranking, Sefidrood irrigation network

Archive of SID

1,2- M.Sc Student and Associate Professor of Irrigation and Drainage Engineering Dept., Campus of Aburaihan, University of Tehran
(* - Corresponding Author Email: almontaz@ut.ac.ir)
3- Associate Professor, College of Managent, Univ. of Tehran

www.SID.ir