پتانسیل‌یابی آبیاری بارانی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی در استان خراسان جنوبی

راضیه رمزی[۱]، علی شهیدی[۲]، عباس خاشعی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۵/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۰۷

چکیده

افزایش کارایی مصرف آب و اهمیت بهره‌وری حداکثر از منابع آب کشاورزی سبب توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار شده است. البته انتخاب روش آبیاری باید به گونه‌ای انجام پذیرد که ضمن به حداکثر رساندن راندمان، هزینه‌ها را به حداقل برساند؛ بنابراین هدف این تحقیق انتخاب مکان‌های مناسب برای اجرای آبیاری بارانی با توجه به شرایط اقلیمی، کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی، وضعیت توپوگرافی و مشخصات خاک با استفاده از روش FAHP در استان خراسان جنوبی است. بدین منظور پارامترهای یاد شده توسط روش‌های زمین‌آمار در نرم‌افزار GIS پهنه‌بندی گردیده و سپس فازی شدند. درنهایت با استفاده از عملگر جمع جبری فازی (با بالاترین دقت در بین روش‌های موجود) در FAHP کلیه نقشه‌ها ترکیب شده و نقشه نهایی برای پتانسیل‌یابی آبیاری بارانی ایجاد گردید. طبق این نقشه، با توجه به بالا بودن سرعت باد در منطقه تنها ۱۵ درصد استان برای اجرای آبیاری بارانی محدودیت خاصی ندارند. ده درصد استان با اجرای تمهیدات کم پتانسیل اجرای آبیاری بارانی را دارند و باقی مناطق استان دارای محدودیت بیشتری بوده و در بعضی مناطق اجرای این سیستم‌ها توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری بارانی خراسان جنوبی، پتانسیل‌یابی، تحلیل سلسله مراتبی فازی

۱دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشگاه، بیرجند، ایران، ۰۹۳۵۱۳۴۱۸۶۵ Raziye.Ramzi@yahoo.com

۲استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند، ایران، ۰۹۱۵۵۳۲۰۹۷۸ a47sh@yahoo.com

۳ استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه بیرجند، ایران، ۰۹۱۵۳۳۲۷۴۷۸ abbaskhashei@yahoo.com

مقدمه

عدم استفاده صحیح از منابع آبی کشور و پایین بودن راندمان آبیاری، از مهم‌ترین مسائل و مشکلات مربوط به بخش آب است. (باوی و همکاران، ۱۳۸۹) محدودیت منابع آب ازنظر کمی و کیفی، برنامه‌ریزی خاص را ایجاب می‌نماید. (موسوی شلمانی و همکاران، ۱۳۸۷) درنتیجه گسترش سیستم‌های آبیاری مدرن از قبیل آبیاری بارانی در اولویت برنامه‌های توسعه بخش کشاورزی قرار گرفته است. (زیبایی، ۱۳۸۶) به دلیل به‌کارگیری روزافزون انواع سیستم‌های آبیاری بارانی در کشور، تحقیق و بررسی روی آن‌ها بیش‌ازپیش ضروری به نظر می‌رسد. (شیخ‌اسماعیلی، ۱۳۸۴) توسعه این روش بدون شناخت مناطق مناسب و بدون توجه به محدودیت‌های آن منجر به شکست طرح و هدر رفتن هزینه‌ها می‌گردد. امکان یا عدم امکان اجرای سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار تابع یک سری شرایط محیطی می‌باشد. این شرایط توسط عواملی چون کمیت و کیفیت منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، وضعیت توپوگرافی، شرایط اقلیمی (به‌خصوص دما و باد)، مشخصات خاک و نوع محصول تعیین می‌گردد (بی‌نام، ۱۳۸۳).

در زمینه پتانسیل‌یابی سیستم‌های آبیاری تحت فشار در ایران تحقیقات زیادی صورت نگرفته (مطالعات محدودی در معاونت آب و خاک و صنایع وزارت جهاد کشاورزی صورت گرفته است). برخی تحقیقات انجام شده در این زمینه شامل موارد زیر است:

ابریشم‌دار و همکاران (۱۳۸۲) امکان‌یابی اجرای روش‌های آبیاری تحت‌فشار را در مناطق مختلف استان خوزستان بررسی کردند. همچنین میرزایی تختگاهی و همکاران (۱۳۸۴) سیستم‌های آبیاری تحت فشار را در مناطق مرکزی استان کرمانشاه (تقریباً حدود بیش از یک‌سوم مساحت استان کرمانشاه). مکان‌یابی کردند.

شرایط آب و هوایی ایران مشکل اصلی در راه افزایش تولید محصولات کشاورزی، محدودیت منابع آب است (برادران‌هزاوه و همکاران،۱۳۸۵). درنتیجه مسئله توسعه پایدار و شناخت و کنترل سیاست‌های بهره‌برداری از منابع آب بیش‌ازپیش مطرح شده است. پژوهش در زمینه روش‌های مدیریت منابع آب نیازمند فنونی است که توان و امکان دورنگری، پیش‌بینی و نیز درک و بیان فرآیندهای پیچیده و پویا را فراهم نماید. بعضی از روش‌ها و فنون پژوهش در علوم طبیعی، فراتر از آنچه که اتفاق افتاده و هست را بررسی نمی‌کنند، در حالی که تشخیص و تعیین بهترین وضعیتی که می‌تواند و باید باشد، از مهم‌ترین مسائلی است که می‌بایست در برنامه‌ریزی و توسعه منابع آب در نظر گرفت.

ناکارآمد بودن نگرش تک‌بعدی و لزوم جامع‌نگری در اتخاذ بهترین تصمیم‌ها و شیوه‌های مدیریتی، بهره‌گیری از تخصص‌های مختلف بر اساس معیارهای چندگانه کمی و کیفی و ارائه گزینه‌ها و سناریوهای مختلف مدیریتی را ضروری ساخته است؛ بنابراین، فنون و روش‌های تصمیم گیری گروهی و چند معیاره اهمیت خاصی می‌یابند (هلیلی و همکاران، ۱۳۸۸).

در سال ۱۹۶۵ لطفی‌زاده نظریه سیستم‌های فازی را معرفی کرد. واژه فازی به معنای مبهم و گنگ است. ریاضیات فازی از توانایی انسان برای درک مفاهیم مبهمی ناشی شده که قابلیت ارائه و آنالیز با ریاضیات کلاسیک را ندارند (لی و هوپس، ۱۹۹۶). توانایی مجموعه‌های فازی انتقال تدریجی از عدم عضویت به عضویت و برعکس با کمک تابع عضویت است. تابع عضویت درجه عضویت المان‌های مختلف را به یک مجموعه نشان می‌دهد و مقداری بین صفر و یک را می‌گیرد (کوره‌پزان دزفولی، ۱۳۸۷). برخلاف منطق بولین که بر مبنای منطق صفر و یک (باینری) بوده و اساسا نگرشی دو ارزشی به قضایا دارد (متکان و همکاران، ۱۳۸۸) در منطق فازی این قطعیت وجود نداشته و علاوه بر اعضایی که ۱۰۰ درصد عضوی از یک مجموعه هستند (۱) و اعضایی که ۱۰۰ درصد عضو آن مجموعه نمی‌باشند (۰) همچنین اعضایی نیز وجود دارند که به‌طور تقریبی عضوی از یک مجموعه می‌باشند [۰،۱]. مهم‌ترین نقص منطق فوق، یکسان در نظر گرفتن وزن لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده بدون توجه به اهمیت ضریب زیست‌محیطی آن می‌باشد (زارع‌صفت و همکاران، ۲۰۱۱).

لولی و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از یک روش ۱FAHP به ارزیابی آسیب‌پذیری اکوسیستم و محیط زیست در ناحیه مخزن دنجیانگکو (۲ DRA) در چین پرداختند. بر اساس شرایط زیست‌محیطی و اثرات

1 Fuzzy Analytic Hierarchical Process
2 Danjiangkou Reservoir Area

آنتروپیک آسیب‌پذیری به پنج سطح کلاس‌بندی شد: دارای پتانسیل، سبک، متوسط، سنگین و خیلی سنگین. نتایج نشان دادند که آسیب‌پذیری زیست محیطی در DRA به طور کلی در حد اعتدال است. زارع نقادهی و همکاران (۲۰۰۹) جهت انتخاب روش بهینه استخراج معدن برای معدن بوکسیت جاجرم از روش تحلیلی سلسله مراتبی فازی (FAHP) استفاده کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که FAHP توانایی رتبه‌بندی ارزشیابی مسائل که AHP معمولی عاجز از انجام آن می‌باشد را دارد. آن‌ها با استفاده از FAHP و محاسبات مناسب یک روش خاک‌برداری و خاک‌ریزی متداول و مرسوم را به عنوان روش بهینه استخراج معدن زیرزمینی انتخاب نمودند. خاشعی سیوکی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی روش FAHP در تعیین مکانه‌ای مناسب استحصال آب زیرزمینی در دشت نیشابور پرداختند نتایج تحقیق نشان داد که روش FAHP می‌تواند مکان‌های مناسب استحصال آب را تعیین نماید

تصمیم‌گیری چند معیاره فازی گروهی توسط رضوی طوسی و همکاران (۱۳۸۷) جهت اولویت‌بندی پروژه‌های انتقال آب بین حوضه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش ده طرح انتقال آب بین حوضه‌ای کارون بزرگ با هشت معیار در نظر گرفته شد. درنهایت با استفاده از روش اولویت‌بندی فازی گروهی، ده طرح یاد شده اولویت‌بندی گردید (قاسم‌هلیلی و همکاران، ۱۳۸۸). ساسیکمار و موجومدار[1] (۱۹۹۸)، یک مدل چند هدفه فازی را برای مدیریت کیفی سیستم‌های رودخانه‌ای پیشنهاد نمودند. در پژوهش ایشان، اهداف سازمان‌های مسئول حفاظت کیفی رودخانه و تخلیه‌کننده‌های آلاینده‌های مختلف به رودخانه به صورت فازی در نظر گرفته شد.

چونتین[2] (۱۹۹۹) جهت مدیریت منابع آب به‌خصوص در مواقع سیلابی، مدل بهینه‌سازی چند معیاره فازی را به کار گرفت. عدم امکان تلفیق پارامترهای مؤثر در اجرای آبیاری بارانی به صورت همه‌جانبه سبب شده در این تحقیق برای انتخاب مکان‌های مناسب برای آبیاری بارانی از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی به‌عنوان ابزاری کارآمد و مفید برای برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها استفاده شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی در این تحقیق استان خراسان جنوبی، شرقی‌ترین استان ایران، دارای ۸۲۸۶۴ کیلومتر مربع مساحت می‌باشد که بین ۵۷ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۴ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته و ۵/۴۷ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است. آب و هوا و اقلیم استان از نوع خشک و بیابانی است. متوسط بارندگی سالیانه استان به ۱۵۰ میلی‌متر می‌رسد. حداکثر دمای سالانه ۴۴ و پایین‌ترین دمای ثبت شده ۲۱/۵- درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. استان خراسان جنوبی شامل ۳۳ دشت (۱-قاسم‌آباد، ۲-بخشی از کویر مرکزی، ۳-فردوس، ۴-بشرویه، ۵-سرایان، ۶-خضری، ۷-گیسور، ۸-اسفدن، ۹-زوزن، ۱۰-قائن، ۱۱-چاهک موسویه، ۱۲-دیهوک، ۱۳-علی‌آباد هامون، ۱۴-بیرجند، ۱۵-سده، ۱۶-درمیان اسدآباد، ۱۷-گز یک، ۱۸-شاهرخت، ۱۹-نمکزار خواف، ۲۰-خوشاب، ۲۱-حسین‌آباد، ۲۲-سربیشه، ۲۳-مختاران، ۲۴-سمن‌آباد، ۲۵-کویرلوت، ۲۶-دهسلم، ۲۷-میغان دهنو، ۲۸-سهل‌آباد، ۲۹-درح، ۳۰-هامون‌هیرمند، ۳۱-بندان، ۳۲-علی‌آباد سفیدآبه، ۳۳-نهبندان) می‌باشد. موقعیت این دشت‌ها در شکل (۱) نمایش داده شده است.

شکل (۱): نمایش موقعیت قرارگیری دشت‌های استان

1. Sasikumar and Mujumdar
2. Chuntian

جهت انتخاب مکان‌های مناسب برای اجرای آبیاری بارانی می‌بایست ابتدا پارامترهای مختلف تأثیرگذار در اجرای این سیستم شامل عوامل اقلیمی، کیفیت منابع آب زیرزمینی، کیفیت منابع خاک و اراضی و وضعیت توپوگرافی درون‌یابی می‌شدند. بدین منظور پارامترهای چندین ساله بارندگی، سرعت باد، دما، رطوبت نسبی، تبخیر و تعرق، ساعات آفتابی در ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک و تبخیرسنجی در سطح استان با استفاده از روش‌های زمین‌آمار در نرم‌افزار Arc GIS[1] 9.3 درون‌یابی شدند که برای پهنه‌بندی‌ها از میانگین پارامترهای فوق و از سه روش IDW[2]، کریجینگ[3] و کوکریجینگ[4] استفاده شد (با توجه به همبستگی ارتفاع با پارامترهای اقلیمی، ارتفاع به عنوان متغیر کمکی در روش کوکریجینگ در نظر گرفته شد). مطابق تحقیقات انجام شده کشاورزانی که از منابع آب زیرزمینی استفاده می‌کنند احتمال بیشتری دارد روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای را پذیرفته و به کار گیرند (کاسول و زیلبرمن، ۱۹۸۵)؛ بنابراین کیفیت و کمیت منابع آب زیرزمینی شامل چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها مطالعه شد. کیفیت این پارامتر بر اساس عواملی مانند EC, SAR, pH و غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های مهم با دو روش کریجینگ و IDW پهنه‌بندی گردید. سپس برای نقشه‌های اقلیمی و کیفیت آب با توجه به کمترین خطای به دست آمده روش‌های قابل قبول درون‌یابی، انتخاب شدند. در مورد کیفیت فیزیکی منابع خاک و قابلیت اراضی، تناسب اراضی برای آبیاری قطره‌ای در استان خراسان جنوبی عموماً بر اساس طبقه‌بندی اراضی بررسی شده است؛ اما چون در رابطه با دشت بیرجند تحقیقات گسترده‌تری برای کیفیت فیزیکی منابع خاک وجود داشت لذا عامل خاک در دشت بیرجند به صورت جزیی‌تر و پهنه‌بندی شده در مطالعات مورد بررسی قرار گرفت. از نظر شیب هم نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ تمام استان تبدیل به DEM شده و مورد بررسی واقع شد.

در نهایت برای ترکیب نقشه‌های پهنه‌بندی شده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)[5] استفاده شد. در روش FAHP نقشه‌های پهنه‌بندی شده، فازی گردیدند؛ یعنی تمام نقشه‌ها تبدیل به رسترهای بین صفر تا یک شده و بدون بعد گردیدند. به این صورت که ارزش پارامتر، به سمت یک افزایش می‌یابد. بر اساس نظریه فازی عضویت اعضا در مجموعه به طور کامل نبوده و هر عضوی دارای درجه عضویت از صفر تا یک می‌باشد و به همین دلیل عددهای داده شده نه صفر است نه یک، بلکه بین صفر و یک متغیر است (دادرسی سبزوار و همکاران، ۱۳۸۴). یک مجموعه فازی، با استفاده از درجه عضویت فازی مشخص می‌شود (که به آن احتمال نیز گفته می‌شود). چندین تابع عضویت درجات فازی وجود دارد که S شکل (افزایشی)، Z شکل (کاهشی)، خطی، ذوزنقه‌ای و مثلثی از این گونه‌اند (ریچاردز و بویک[6]، ۲۰۰۱). معادلات (۱)، (۲) و (۳) مربوط به تابع Z شکل، S شکل و ذوزنقه‌ای که در مورد پارامترهای این تحقیق صدق می‌کنند در زیر آورده شده است.

$$\mu(x)=\begin{cases}1 & x\le a\\ 1-2(\frac{x-a}{b-a})^2 & a<x\le\frac{a+b}{2}\\ 2(b-\frac{x}{b-a})^2 & \frac{a+b}{2}<x<b\\ 0 & x\ge b\end{cases} \qquad (۱)$$

$$\mu(x)=\begin{cases}0 & x\le a\\ 1-2(\frac{x-a}{b-a})^2 & a<x\le\frac{a+b}{2}\\ 2(b-\frac{x}{b-a})^2 & \frac{a+b}{2}<x<b\\ 1 & x\ge b\end{cases} \qquad (۲)$$

$$\mu(x)=\begin{cases}0 & x\le a\\ (\frac{x-a}{b-a}) & a<x\le b\\ 1 & b<x\le c\\ (\frac{d-x}{d-c}) & c<x\le d\\ 0 & x\le d\end{cases} \qquad (۳)$$

بر اساس معادلات فوق ارزش عددی هر پیکسل یک نقشه در محدوده عددی بین صفر تا یک قرار می‌گیرد. تابع فازی به کار رفته تابع غیرخطی نامتقارن است که در آن حدود a، b، c و d ارزش‌های به کار رفته برای هریک از فاکتورهای مورد مطالعه است.

1. Geographic Information System
2. Inverse Distance Weight
3. Kriging
4. Cokriging
5. Fuzzy Analytical Hierarchy Process
6. Richards and Boyce

برای تعیین این حدود می‌توان حد بحرانی فاکتورهای مؤثر در اجرای آبیاری بارانی را به عنوان معیار انتخاب کرد. حد بحرانی پارامترها مقادیری هستند که کمتر یا بیشتر از آن، میزان تأثیر پارامتر در آبیاری بارانی قابل توجه نباشد. این مقدار بر اساس نظر کارشناسی اعمال می‌شود. به عنوان مثال پارامتر سرعت باد یک تابع فازی z شکل یا کاهشی است؛ یعنی برای پیکسل‌های کمتر از a ارزش یک، برای پیکسل‌های بین a تا b ارزشی برابر معادله (۲)، قسمت دو و سه و برای پیکسل‌های بزرگ‌تر از b ارزش صفر را دارد. به عبارتی بعد از انجام عملیات فازی بخش‌های نزدیک به عدد یک، سرعت باد کمتر و شرایط مناسب‌تر برای اجرای آبیاری بارانی را دارند. کلیه پارامترهای تأثیرگذار در اجرای سیستم‌های آبیاری بارانی متعلق به توابع فازی کاهشی، افزایشی و ذوزنقه بودند. حدود بحرانی a و b برای توابع فازی کاهشی و افزایشی آبیاری بارانی در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱): مقادیر حدود a و b توابع عضویت فازی کاهشی و افزایشی (آبیاری بارانی)

معیار	نوع تابع فازی	a	B
سرعت باد(m/s)	کاهشی	۱/۸	۴/۲
میزان کلر آب(meq/lit)	کاهشی	۳	۲۰
دمای میانگین(^{0}C)	کاهشی	۲۵	۳۲
میزان HCo_3 آب (meq/lit)	کاهشی	۱/۵	۸/۵
میزان Na آب(meq/lit)	کاهشی	۳	۳۰
میزان SAR آب	کاهشی	۱۰	۲۶
سرعت نفوذپذیری خاک (mm/hr)	افزایشی	۱	۵
میزان EC آب (µmhos/cm)	کاهشی	۱۰۰۰	۶۰۰۰
شیب (درصد)	کاهشی	۵	۱۵

حدود بحرانی a، b، c و d برای تنها تابع فازی ذوزنقه یعنی pH آبیاری بارانی در جدول (۲) آورده شده است

جدول (۲): مقادیر حدود تابع عضویت فازی ذوزنقه (آبیاری بارانی)

معیار	A	b	c	d
میزان pH آب	۶/۵	۷	۸	۸/۴

همچنین پرسش‌نامه‌ای تهیه و در اختیار کارشناسان متخصص و باتجربه قرار داده شد تا توسط اعمال نظرهای نزدیک به واقعیت و با استفاده از یکی از روش‌های محاسبه وزن نسبی (میانگین حسابی) در AHP[1]، وزن مناسب، به هرکدام از پارامترها تعلق گیرد. روش AHP روش تصمیم‌گیری رایج که کلیه محاسبات مربوط به آن در منابع شرح داده شده است (فیلی‌زاده و همکاران،۱۳۸۵). برای ترکیب نقشه‌های فازی شده و تعیین بهترین مکان برای اجرای سیستم بارانی از سه روش ضرب جبری فازی، جمع جبری فازی و عملگر گامای فازی استفاده شد. فرمول ضرب جبری فازی، جمع جبری فازی و عملگر گامای فازی با گامای ۰/۷ و ۰/۹ در معادلات (۴)، (۵) و (۶) آورده شده است.

$$\mu = \prod_{i=1}^{n}(\mu_i) \qquad (۴)$$

$$\mu = (1-\prod_{i=1}^{n}(1-\mu_i)) \qquad (۵)$$

$$\mu = \left[1-\prod_{i=1}^{n}(1-\mu_i)\right]^{\gamma} \times \left[\prod_{i=1}^{n}(\mu_i)\right]^{1-\gamma} \qquad (۶)$$

در معادلات فوق μ_i نشان‌دهنده حاصل‌ضرب نقشه فازی شده در وزن‌های به دست آمده از AHP برای هر پارامتر است.

این معادلات با استفاده از خاصیت امکان عملیات ریاضی بر روی نقشه‌های رستری در محیط GIS روی نقشه‌های فازی اعمال گردید که با استفاده از آن مکان‌های مناسب برای آبیاری بارانی مشخص گردیدند. نقشه نهایی بر اساس ۹ کلاس طبقه‌بندی شد.

[1]. Analytical Hierarchy Process

نتایج و بحث

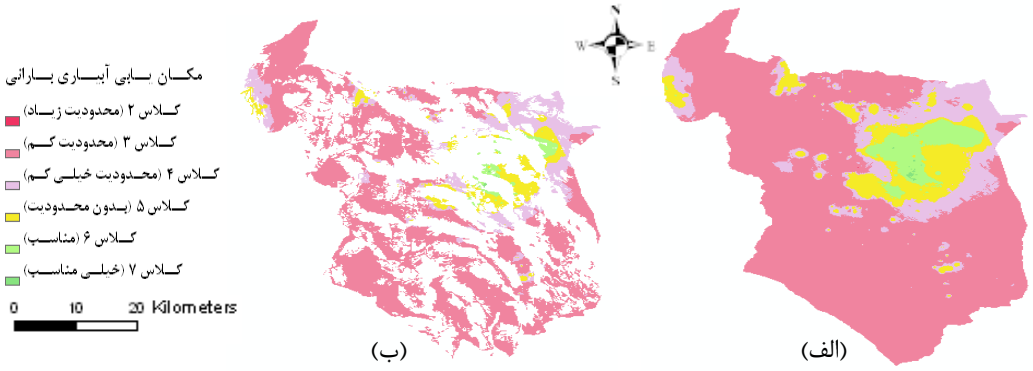
پس از فازی کردن پارامترهای پهنه‌بندی شده که در اجرای سیستم آبیاری بارانی مؤثرند، مشخص گردید عامل باد به جز محدوده کوچکی در شرق، دارای ارزش فازی صفر و نزدیک به صفر بوده و به‌شدت اجرای آبیاری بارانی را محدود می‌کند. دما و SAR و pH آب زیرزمینی در استان محدودیت چندانی برای اجرای آبیاری بارانی ندارند. در رابطه با شوری منابع آب زیرزمینی، تقریباً ۸۰ درصد استان در شرایط بدی به سر می‌برند. به طوری که این نواحی دارای ارزش فازی نزدیک به صفر هستند. همچنین ۵۰ درصد استان دارای محدودیت بی‌کربناتی و ارزش فازی نزدیک صفر برای اجرای آبیاری قطره‌ای می‌باشند. استان به لحاظ میزان کلر آب زیرزمینی به جز نواحی پراکنده در شرق و شمال محدودیت داشته و ارزش صفر فازی را بر روی نقشه دارند. میزان سدیم آب نیز بالاست و ۷۰ درصد استان نقشه سدیم باارزش فازی صفر دارند. اجرای آبیاری بارانی از نظر شیب در اکثر نقاط استان بدون محدودیت است. شیب‌های بالای ۱۵ درصد که برای اجرای سیستم آبیاری بارانی ایجاد مشکل می‌نمایند بیشتر در قسمت‌های شرقی استان وجود دارد. در مورد خصوصیات فیزیکی خاک تنها از نقشه دشت بیرجند استفاده گردید. در این نقشه قسمت‌های مرکزی دشت بدون محدودیت و حواشی دارای محدودیت از نظر سرعت نفوذ آب در خاک می‌باشند.

براساس پرسش‌نامه پر شده توسط کارشناسان متخصص و باتجربه بهترین امتیاز به پارامترهای مؤثر در اجرای آبیاری بارانی داده شد؛ یعنی پارامترها دو به دو با هم مقایسه شده و میزان ارجحیت‌شان در اجرای آبیاری بارانی به صورت روش متداول AHP منظور گردید. درنهایت با استفاده از روش میانگین حسابی در AHP وزن هرکدام از پارامترها به صورت جدول (۳) محاسبه شد.

جدول (۳): مقدار وزن هرکدام از پارامترهای مؤثر در آبیاری بارانی

بردار اولویت	وزن
سرعت باد	۰/۳۱
میزان کلر آب	۰/۲
دمای میانگین	۰/۱۵
میزان HCo_3 آب	۰/۱
میزان Na آب	۰/۰۶
میزان SAR آب	۰/۰۶
خصوصیات فیزیکی خاک	۰/۰۴
میزان EC آب	۰/۰۳
شیب	۰/۰۳
میزان pH آب	۰/۰۱

جدول (۳) نشان می‌دهد که تأثیر سرعت باد و سپس میزان کلر آب در آبیاری بارانی بیشتر از سایر پارامترها می‌باشد. پس از ترکیب نقشه‌های فازی شده با توجه به وزن‌های به دست آمده از جدول (۳) مشخص شد نتایج حاصله از روش جمع جبری فازی به واقعیت و شرایط منطقه نزدیک‌تر بوده لذا به عنوان جواب منطقی در نظر گرفته شد. نقشه نهایی برای مکان‌یابی سیستم آبیاری بارانی با استفاده از روش FAHP در شکل ۲، قسمت (الف) دیده می‌شود. برای رسیدن به جواب جزیی‌تر و دقیق‌تر بایستی کوه‌ها نیز از نقشه نهایی جدا شود که این نقشه در قسمت (ب) شکل ۲ واقع شده است.



شکل (۲): نقشه مکان‌یابی سیستم آبیاری بارانی در خراسان جنوبی
شکل الف: نقشه مکان‌یابی سیستم آبیاری بارانی قبل از جداسازی کوه‌ها
شکل ب: نقشه مکان‌یابی سیستم آبیاری بارانی بعد از جداسازی کوه‌ها

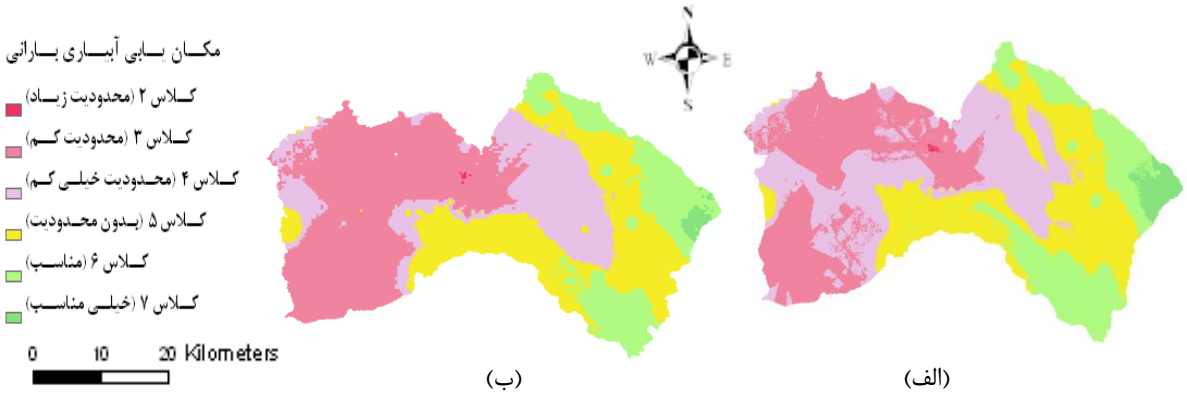
با توجه به شکل (۲) قسمت‌های دارای محدودیت برای اجرای آبیاری بارانی بخش زیادی از استان را فراگرفته است. حدود ۷۵ درصد از استان دارای محدودیت کم برای اجرای آبیاری بارانی هستند. همچنین بخش کوچکی از دشت‌های میغان دهنو، سهل‌آباد، سمن‌آباد و بیرجند در محدودیت زیاد واقع شده‌اند که به علت کوچک بودن محدوده بر روی شکل (۲) دیده نمی‌شوند. نواحی بدون محدودیت و مناسب برای اجرای این سیستم‌ها در شرق استان قرار دارند. این موضوع به دلیل کم بودن سرعت باد و مطلوبیت نسبی کیفیت آب در مناطق شرقی است.

البته این محدودیت‌ها با توجه به مزیت‌های بی‌شمار سیستم آبیاری بارانی در مقابل روش‌های غرقابی و نشتی که در استان استفاده می‌شود قابل چشم‌پوشی است. به این معنی که می‌توان با انجام راه‌حل‌هایی از سیستم آبیاری بارانی بدون مشکل استفاده نمود. البته اگر بدون مطالعه و بررسی این کار صورت گیرد، نه تنها راندمان آبیاری بارانی می‌تواند از سایر روش‌های سنتی پایین‌تر شود بلکه خسارت‌های مالی هم در این بین قابل جبران نیست. در حال حاضر در کل استان خراسان جنوبی تنها ۵ سیستم آبیاری بارانی اجرا شده است. سه سیستم آبیاری بارانی در دشت مختاران، یک سیستم در دشت بیرجند و یک سیستم در دشت شاهرخت- دق پترگان در حال آبیاری هستند.

مطابق با این تحقیق توسط روش FAHP حدود ۱۵ درصد استان خراسان جنوبی قابلیت اجرای سیستم آبیاری بارانی را دارد. در ۱۰ درصد استان با اجرای تمهیدات کم می‌توان آبیاری بارانی را اجرا نمود. مثلاً برای رفع مشکل کلر می‌توان از سیستم‌های تصفیه کننده آب استفاده نمود. اگرچه این کارها ممکن است هزینه را افزایش دهد ولی با توجه به مشکل کم آبی در استان این کار هزینه-های تأمین آب که در آینده‌ای نه چندان دور به وجود خواهد آمد را کاهش داده و مایه حیات را برای آیندگان هم باقی خواهد گذاشت. ۷۵ درصد استان برای اجرای آبیاری بارانی نیاز به انجام مطالعات و تمهیدات بیشتری دارد. تفاوت تحقیق حاضر دخالت دادن تمام پارامترهای مؤثر در اجرای آبیاری بارانی با توجه به درجه اهمیت‌شان با استفاده از روش تصمیم‌گیری FAHP است.

کلیه مراحل فوق به صورت جداگانه برای دشت بیرجند نیز انجام گرفت. برای این کار دو هدف مدنظر بود: اول اینکه با مقایسه دشت بیرجند با در نظر گرفتن پارامتر خاک که جداگانه بررسی شد و دشت بیرجند بدون خاک در کل استان، به نتیجه برسیم که دقت کار برای کل استان بدون در نظر گرفتن عامل خاک چقدر بوده است و

ثانیاً روی دشت بیرجند که یکی از دشت‌های مهم و با محصول بالا برای استان است بحث و دقت بیشتر باشد. به همین منظور در پایان نقشه مکان‌یابی آبیاری بارانی در دشت بیرجند با پارامتر خاک (الف) و بدون پارامتر خاک در کل استان (ب) با روش FAHP در شکل (۳) نمایش داده شده است.



(ب) (الف)

شکل (۳): نقشه مکان‌یابی سیستم آبیاری بارانی با روش FAHP در دشت بیرجند
شکل (الف): نقشه مکان‌یابی سیستم آبیاری بارانی در دشت بیرجند با پارامتر خاک
شکل (ب): نقشه مکان‌یابی سیستم آبیاری بارانی در دشت بیرجند بدون پارامتر خاک

از مقایسه شکل (الف) و (ب) متوجه می‌شویم تفاوت‌ها به‌قدری ناچیز است که میزان خطای در نظر نگرفتن خاک قابل چشم‌پوشی است. چرا که وزن خاک در عملیات AHP برای آبیاری بارانی نسبت به سایر عوامل کم بوده (۰/۰۴) درنتیجه نبود آن تأثیر چندانی درنتیجه نهایی ندارد. با توجه به اینکه سرعت نفوذپذیری خاک در بخش‌های میانی دشت بیرجند بالاتر از سایر قسمت‌ها بوده درنتیجه سبب گردیده قسمت‌های میانی بعد از تأثیر خاک در بخش‌هایی محدودیت‌شان کم شود. همچنین در شکل (۳) قسمت (الف) و (ب) بخش‌های با محدودیت زیاد بر روی دشت بیرجند که در شکل (۲) دیده نمی‌شد، کاملاً مشخص هستند.

با توجه به نتایج این تحقیق قسمت‌هایی از دشت‌های فردوس، بشرویه، سرایان، اسفدن، زوزن، قائن، چاهک موسویه، سده، درمیان، گز یک-آواز، شاهرخت، سربیشه، حسین‌آباد، مختاران، نهبندان دارای شرایط بهتری برای اجرای آبیاری بارانی هستند. البته در این بین وضعیت دشت‌های درمیان، گز یک، شاهرخت، سده، سربیشه و سپس بیرجند، مختاران، اسفدن و بشرویه به مراتب بهتر است. باقی دشت‌های استان دارای محدودیت برای اجرای سیستم آبیاری بارانی هستند به این معنی که در بعضی دشت‌ها با اجرای تمهیداتی می‌توان از روش آبیاری بارانی استفاده کرد و در بعضی مناطق کلاً اجرای این سیستم باعث افزایش هزینه و کاهش راندمان و ایجاد خسارت خواهد شد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نقش مهمی که سرعت باد در ضریب یکنواختی آبیاری بارانی ایفا می‌کند، وزن این عامل در عملیات AHP زیادتر از سایر پارامترها به دست آمد و به

دلیل سرعت بالای باد در استان خراسان جنوبی، این پارامتر اصلی‌ترین عامل محدودیت‌زا برای اجرای آبیاری بارانی است. عامل بعدی میزان کلر منابع آب زیرزمینی است که از حد مجاز فراتر رفته است. البته این موارد دلیل منطقی برای استفاده بسیار اندک از این سیستم‌ها در استان نمی‌باشد چرا که با انجام راه‌حل‌هایی مثل استفاده از سیستم‌های بارانی لپا (LEPA) یا آبیاری در زمان‌هایی که سرعت باد کم است می‌توان این مشکل را از بین برد ولی از طرفی باید صرفه اقتصادی و بالا بودن راندمان را نیز در نظر گرفت. همچنین نواحی شرقی مشکل خاصی برای اجرای سیستم بارانی ندارند.

نتایج این تحقیق دارای دقت بالایی بود، به‌طوری‌که نواحی نامساعد برای اجرای آبیاری بارانی در نقشه FAHP، بیشتر بر روی اراضی غیر قابل کشت و بدون منابع آبی واقع شدند، لذا در نظر گرفتن عامل خاک تأثیر چندانی در پذیرش یا عدم پذیرش آبیاری بارانی در یک منطقه ندارد. البته این نتیجه برای تحقیقات کلی برای یک استان صادق است ولی مسلماً برای انجام تحقیقات دقیق‌تر برای اجرای آبیاری بارانی در یک مزرعه آزمایش‌ها بر روی خاک بخش مهمی از تحقیقات را شامل می‌شود. چرا که اجرای سیستم بارانی در خاک‌های بافت ریز باعث ایجاد رواناب و مشکلات حاد خواهد شد. نتایج مدل با وضعیت کنونی مکان‌های اجرای سیستم مقایسه شد برای مثال دشت مختاران نسبت به بقیه مناطق مکان مناسب‌تری در مدل انتخاب شد که در عمل نیز بیشتر سیستم های آبیاری بارانی در این دشت واقع شده است.

منابع

۱. ابریشم‌دار، ع.، ح.ع. کشکولی و ن. مستوفی‌زاده. ۱۳۸۲. بررسی و امکان‌یابی سیستم‌های آبیاری تحت فشار در مناطق مختلف استان خوزستان. سومین همایش منطقه‌ای آبیاری و زهکشی استان خوزستان، ۱۷-۱۶ دی، خوزستان، ص ۲۱۱-۱۹۰.

۲. باوی، ع.، س. برومندنسب و ع.ع. ناصری. ۱۳۸۹. اثر عوامل گیاهی و هیدرولیکی بر ضریب یکنواختی توزیع آب در آبیاری بارانی کلاسیک ثابت. فصل‌نامه مهندسی آب، شماره ا، ص ۶-۱.

۳. برادران هزاوه، ف.، م. بهزاد، س. برومندنسب و ا. محسنی موحد. ۱۳۸۵. ارزیابی فنی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در شهرستان اراک. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۲-۱۴ اردیبهشت ۱۳۸۵. اهواز.

۴. بی‌نام، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور فنی. ۱۳۸۳. ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار (طراحی). نشریه شماره ۲۸۶. انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۲۴۰ ص.

۵. دادرسی سبزوار، ا.، ز. داورزنی و م. یمانی. ۱۳۸۴. ارزیابی عملگرهای مدل فازی در تهیه شکل سیمای فرسایش حوضه آبخیز داورزن شهرستان سبزوار. سومین همایش ملی فرسایش و رسوب تهران - مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور - سال ۱۳۸۴

۶. زیبایی، م. ۱۳۸۶. عوامل مؤثر بر عدم تداوم در استفاده از سیستم‌های آبیاری بارانی در استان فارس، مقایسه تحلیل لاجیت و تحلیل ممیزی. مجله اقتصاد و کشاورزی، شماره ۲، ص ۱۹۴-۱۸۳.

۷. رضوی طوسی س.ل.، ج. محمدولی سامانی و ا. کوره پزان دزفولی. ۱۳۸۶. اولویت بندی پروژه های انتقال آب بین حوضه‌ای با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای گروهی فازی. مجله تحقیقات منابع آب ایران ۳(۲ (مسلسل ۸)):۱-۹

۸. شیخ‌اسماعیلی، ا. ۱۳۸۲. بررسی یکنواختی توزیع آب و تلفات تبخیر و باد در سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک A-D-5. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شهید چمران اهواز.

۹. فیلی‌زاده، م.، ح. صادقی و ف. معینی. ۱۳۸۵. مدیریت پروژه بر اساس فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM). پنجمین سمینار مهندسی صنایع دانشگاه امام حسین.

۱۰. قاسم هلیلی، م.ق.، ا. سعدالدین، ا. مساعدی و ع. سلمان‌ماهینی. ۱۳۸۸. تصمیم‌گیری چند معیاره فازی به منظور مدیریت منابع آب سطحی در سد مخزنی بوستان استان گلستان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. ۱۶: ۱-۲۴.

۱۱. موسوی‌شلمانی، م.ا.، ع. خراسانی، ن. پیرولی‌بیرانوند و ب. ناصریان‌خیابانی. ۱۳۸۷. بررسی کارایی مصرف کود، آب و عملکرد کاهو، در سیستم‌های مختلف آبیاری با استفاده از فن‌آوری ردیابی ایزوتوپی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، شماره ۲، ص ۱۱۲-۹۷.

۱۲. میرزایی‌تختگاهی، ح.، س. برومندنسب، م. بهزاد و ه. قمرنیا. ۱۳۸۵. پتانسیل‌یابی سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار در مناطق مرکزی استان کرمانشاه. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۴-۱۲ اردیبهشت ۱۳۸۵، اهواز.

۱۳. هلیلی، م.ق.، ا. سعدالدین، ا. مساعدی و ع.ر. سلمان‌ماهینی. ۱۳۸۸. تصمیم‌گیری چند معیاره فازی به منظور مدیریت منابع آب سطحی در سد مخزنی بوستان-استان گلستان. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، شماره ۴، ص ۲۴-۱.

۱۴. کوره پزان دزفولی، ا. ۱۳۸۷, اصول تئوری مجموعه های فازی و کاربردهای آن در مدل سازی مسائل مهندسی آب ویرایش اول, چاپ دوم جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.

۱۵. متکان، ع.، ع. شکیبا، ع. حسین پور و ع. عبادی. ۱۳۸۸. تصمیم گ یری قطعی و فازی در مکانیابی پارکینگ های عمومی طبقاتی، مجله علوم محیطی، علمی – پژوهشی، سال ششم، شماره سوم، بهار۱۳۸۸

۱۶. خاشعی سیوکی، ع.، ب. قهرمان و م. کوچک‌زاده. ۱۳۹۰. ارزیابی پتانسیل استحصال آب از آبخوان با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (مثال موردی: دشت نیشابور)". مجله پژوهش آب ایران.

17. Caswell, M. and D. Zilberman. 1985. The Choice of irrigation technologies in California. American Journal of Agricultural Economics, 67(2):224-234.

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

19. Lee, W. and J.A. Hoops. 1996. Prediction of cavitations damage for spillways. ASCE journal of hydraulic engineering. ASCE. 122(9): 481- 488.

20. Lu, li., Shi. Zhi-hua, Yin. Wei, Zhu. Dun, Sai. Ng. Leung. Cai. Chong-fa, and Lei. a-lin. 2009. A fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to eco-environmental vulnerability assessment for the Danjiangkou reservoir area. China. eco logical modeling 220. 3439-3447.

21. Richards, J.P., A.J. Boyce and M. S. Pringle. 2001. Geologic evolution of the Escondida area, northern Chile: a model and temporal localization of porphyry Cu mineralization. Economic Geology, 98 1515-1533.

22. Sasikumar, K. and P.P. Mujumdar. 1998. Fuzzy optimization model for water quality management of a river system. Journal of Water resources Planning andManagement, 124(2): 79-80.

23. Zaresefat, M., N. Kalantari, A. Aram, H. Roohi and GH. Cheraghi. 2011. Potential for natural feeding of groundwater using FAHP method and GIS software. Case study: North of Dezful. proceedings of the Thirtieth meeting of earth sciences. 21-23 of February of 2011.

24. Zare Naghadehi, M., R. Mikaeiland M. Ataei. 2009. The application of fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) approach to selection of optimum underground mining method for Jajarm bauxite mine. Iran. Expert systems with applications 36. 8218-8226.

Finding the potentials of sprinkler irrigation using Fuzzy Analytical Hierarchy Process method in South Khorasan Province

Raziye Ramzi[1], Ali Shahidi[2], Abbas Khashei[3]

Abstract

Increasing the efficiency of water consumption and the importance of highly productivity of water consumption in agricultural sectore led to development of Pressurized irrigation methods and made it as one of the most important options in election of irrigation methods. Of course, election of irrigation methods including Pressurized systems for each plan should be in a way to increase the efficiency of water consumption and complete adoption with the regional conditions, it minimizes the operation and maintenance costs. So, this research tends to find suitable places to implement sprinkler irrigation considering climatic conditions, quality and quantity of groundwater resources, topographical status and soil profil using FAHP method in South Khorasan Province. To do this, the mentioned parameters are zonation and turned into fuzzy mode using GIS software. Finally, using Fuzzy Algebraic Sum Operator, all the maps were mixed and the final map was created to find potentials for sprinkler irrigation. According to this map, considering the high speed of wind in region, only 15% have the possibility to perform such systems and 10% of the province regions would be suitable in case of receiving low potential facilities to implement sprinkler irrigation and the rest of it has more capability and in some areas, implementation of such systems is not recommended.

Keywords: Finding the potentials, Fuuzy Analytical Hierarchy Process, South-Khorasan Province, sprinkler irrigation.

[1]. M.A. Student of Water Resources, Agricultural Faculty of Birjand University
[2]. Assistant Professor of Water Engineering Group, Agricultural Faculty of Birjand University
[3]. Assistant Professor of Water Engineering Group, Agricultural Faculty of Birjand University