

فقر آبی کشاورزی: نقش دانش و تکنولوژی در بهبود آن

دکتر عزت اله کرمی و معصومه فروزانی

به ترتیب استاد و دانش‌آموخته دوره دکتری رشته ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

مقدمه

تاکنون شاخص‌ها و مدل‌های متعددی برای سنجش وضعیت آب کشورها بکار گرفته شده‌اند از جمله می‌توان به شاخص فالکن مارک (شاخص استرس آب هیدرولوژیکی (HWSI)، شاخص کمبود آب اجتماعی (SWSI) و شاخص فقر آبی (WPI) اشاره نمود. در حالی که مطالعات اولیه به اهمیت پیوند و رابطه میان ارزیابی‌های فیزیکی آب با نیازهای جمعیت‌های بشری پرداخته‌اند، در مطالعات بعدی با توسعه WPI با دیدگاهی جامع‌تر، ارزیابی‌های فیزیکی آب به فاکتورهای مرتبط اجتماعی پیوند داده شدند. با وجود آن که شاخص‌های فوق عمدتاً به ارزیابی منابع آبی در سطح جهانی و ملی و نهایتاً رتبه‌بندی کشورها پرداخته‌اند با درک پیچیدگی فعالیت‌های انسان‌ها، شاخص‌های جامعی مورد نیاز می‌باشند که دید جامعی نسبت به عوامل تاثیرگذار بر وضعیت منابع آبی داشته باشند. از سوی دیگر، با توجه به این که هیچ یک از شاخص‌های مذکور به طور اختصاصی بررسی وضعیت منابع آبی در بخش کشاورزی را مورد توجه قرار نداده‌اند، بسیار ضروری است که شاخصی برای سنجش فقر آبی در بخش کشاورزی¹ (AWPI) تدوین نمود که به کمک آن بتوان میزان فقر آبی در بخش کشاورزی مناطق مختلف را تعیین نمود تا مبنایی برای مقایسه مناطق مختلف بر این اساس فراهم آید و تدوین راهکارهای مدیریتی برای کاهش فقر آبی در بخش کشاورزی براحتی میسر باشد.

بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف‌کننده آب در زیر ساختهای مختلف اقتصادی کشور نیازمند توجه بیشتری در تعیین وضعیت منابع آبی است. زیرا، مسایل و مشکلات مدیریت آب، امروزه با پمپاژ بیش از حد آب‌های زیرزمینی که موجب بالا رفتن شوری آب‌ها نیز شده، افزایش یافته است. بحران آب در کشور، اهمیت توجه داشتن به مساله ارزیابی منابع آبی را افزایش می‌دهد که خود ضرورت توسعه شاخص دقیقی برای ارزیابی وضعیت آب در بخش کشاورزی را مشخص می‌کند. لذا پژوهشی با هدف کلی شناسایی نقش دانش و تکنولوژی در بهبود فقر آبی در شهرستان مرودشت استان فارس انجام گرفت که به طور اختصاصی به دنبال تحلیل شاخص‌های موجود برای سنجش فقر آبی، تعیین شاخصی دقیق برای سنجش فقر در بخش کشاورزی، ریشه‌یابی فقر آبی کشاورزی و همچنین تعیین نقاط مواجهه با فقر آبی کشاورزی بود.

روش پژوهش

در بخش اول مطالعه به منظور بررسی تاثیر آب بر ابعاد مختلف پایداری کشاورزی از روش تحلیل

¹ . Agricultural Water Poverty Index

محتوایی استفاده شد. AWPI در برگیرنده جنبه‌های متنوعی از ابعاد مرتبط به آب است که هر جزء آن باید در قالب سنجه‌های عملی و دقیق بکار گرفته شود تا به اتفاق، فقر آبی کشاورزی را بسنجند. بنابراین بخش دوم مطالعه به توسعه سنجه‌های فقر آبی کشاورزی برای ارزیابی وضعیت آب کشاورزی در سطح مزرعه بر مبنای بکارگیری یک چارچوب مناسب می‌پردازد. انتخاب دقیق و منطقی سنجه‌ها نیازمند بکارگیری چارچوبی مناسب است که اعتبار علمی ارزیابی آب را افزایش می‌دهد. به همین منظور، ابتدا چارچوب‌های مفهومی رایج برای فرایند انتخاب سنجه‌ها که مشتمل بر چارچوب زنجیره علی، سلسله مراتبی و چارچوب تلفیقی بودند، به طور خلاصه بررسی و نقد شدند. سپس چارچوب تلفیقی شبکه علی و سلسله مراتبی اکولوژیکی (Integrated Causal Network and Ecological Hierarchy Network Framework) برای توسعه سنجه‌های فقر آبی کشاورزی انتخاب شد. بر حسب ضرورت و با توجه به ماهیت موضوع مورد بررسی، برخی تعدیل‌ها در مدل ایجاد شد و مسیری مفهومی برای توسعه سنجه‌ها بر این اساس معرفی شد. این مسیر مفهومی شامل ساخت یک شبکه علی است که خود به ارائه سنجه‌های انتزاعی مرتبط و شناسایی سنجه‌های دقیق و عملی برای سنجش فقر آبی کشاورزی منتهی می‌شود. متعاقب آن برای وزن‌دهی به سنجه‌ها و معیارهای انتخاب سنجه‌ها از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP^۲) استفاده شد. همچنین، با استفاده از روش کمی برنامه‌ریزی عدد صحیح، نهایتاً سنجه‌های دقیق و عملی برای محاسبه AWPI انتخاب شد.

بخش سوم این مطالعه متمرکز بر ارزیابی وضعیت آب کشاورزی با اندازه‌گیری فقر آبی کشاورزی و محاسبه AWPI در سطح مزرعه (فرد کشاورز) در منطقه مرودشت استان فارس بود که پس از این مرحله نقشه فقر آبی کشاورزی به منظور شناسایی نقاط بحرانی (hot spots) مواجه با فقر آبی کشاورزی با بهره‌گیری از GIS تهیه شد. برای این منظور از روش پیمایش استفاده شد و با کمک پرسشنامه و مصاحبه حضوری، اطلاعات مربوط به ۲۹۳ کشاورز گندمکار که با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای انتخاب شده بودند، جمع‌آوری گردید. همچنین قابلیت هدایت الکتریکی (EC) یک نمونه آب در دسترس هر کشاورز به کمک دستگاه شوری‌سنج در محل مزرعه اندازه‌گیری شد.

همانگونه که پیش از این ذکر شد، AWPI یک شاخص ترکیبی شامل پنج جزء منابع، دسترسی، مصرف، ظرفیت و محیط زیست می‌باشد. برای محاسبه شاخص، ابتدا مقادیر سنجه‌های مرتبط به هر زیرجزء شاخص نرمال‌سازی شدند. برای این منظور از فرمول (۱) استفاده شد:

$$\frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (1)$$

که در آن X_i = مقدار هر سنجه، $X_{\min}$ = کمترین مقدار هر سنجه در نمونه، و $X_{\max}$ = بیشترین مقدار هر سنجه در نمونه می‌باشد. مقادیر نرمال بدست آمده بین صفر و یک متغیر است که نشان‌دهنده موقعیت

نسبی یک کشاورز در میان سایرین است. برای دستیابی به مقادیر هر زیر-جزء، متوسط وزنی سنجه‌های مرتبط به آن محاسبه شد. به همین ترتیب برای محاسبه مقدار هر جزء، از متوسط وزنی زیر-اجزاء آن استفاده گردید. در نهایت نیز مقدار نهایی AWPI، با استفاده از فرمول (۲) محاسبه شد:

$$AWPI = \frac{w_r R + w_a A + w_c C + w_u U + w_e E}{w_r + w_a + w_c + w_u + w_e} \quad (2)$$

که در آن AWPI = شاخص فقر آبی کشاورزی برای یک کشاورز خاص، W_i = وزن اختصاص یافته به هر جزء، R = مقدار جزء منابع، A = مقدار جزء دسترسی، U = مقدار جزء مصرف، C = مقدار جزء ظرفیت و E = مقدار جزء محیط زیست.

امتیازات نهایی AWPI مابین ۰-۱۰۰ قرار می‌گیرد که ۱۰۰ نشان‌دهنده بهترین وضعیت و صفر نشان‌دهنده وضعیت فقر آبی کشاورزی مطلق است.

در مرحله بعد به کمک نرم‌افزار ArcGIS و از طریق سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نقشه‌های فقر آبی مناطق مورد مطالعه ترسیم گردید. به گونه‌ای که پس از انطباق لایه‌های اطلاعاتی مذکور بر یکدیگر، نقاط بحرانی (hot spots) که با فقر آبی کشاورزی شدید مواجه بودند، مکان‌یابی شدند.

نتایج

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که با توجه به نقش اساسی آب در دستیابی به پایداری کشاورزی برای دستیابی به مدیریت پایدار آب کشاورزی، نیاز مبرمی به یک ابزار مناسب است که جنبه‌های مهم آب کشاورزی را در یک شاخص جامع گرد آورد. این مطالعه به نقد و بررسی شاخصهای موجود برای ارزیابی وضعیت آب می‌پردازد و به این نتیجه دست می‌یابد که هیچ یک از ابزارهای موجود ارزیابی از وضعیت آب که عمدتاً برای سطوح ملی و بین‌المللی طراحی شده‌اند، به طور اختصاصی وضعیت آب در بخش کشاورزی را مورد بررسی قرار نداده‌اند. علاوه بر این، هر گونه ارزیابی از کمبود آب برای کشاورزی باید به دقت به عوامل مختلفی که بر وضعیت آب کشاورزی تاثیر دارند، توجه داشته باشد. متعاقباً، بخش اول این مطالعه شاخص فقر آبی کشاورزی (AWPI) را به عنوان یک شاخص جدید و ابزاری برای تدارک تصویری تمام‌گرایانه از موضوعات حیاتی و مهم برای مدیریت پایدار آب و همچنین ارزیابی وضعیت آب کشاورزی در سطح مزرعه ارائه می‌دهد. AWPI در برگیرنده جنبه‌های متنوعی از ابعاد مرتبط به آب است که عبارتند از: منابع آب، میزان دسترسی به آن منابع، نحوه مصرف منابع آب، ظرفیت‌ها برای مدیریت موثر آب موجود، و نهایتاً عوامل زیست‌محیطی اثرگذار بر قابلیت دسترسی به منابع آب. در بخش دوم مطالعه، با توجه به تعداد زیاد سنجه‌های پیشنهاد شده، با استفاده از روش‌های مناسب، تعداد ۲۵ سنجه به عنوان سنجه‌های دقیق و عملی برای سنجش فقر آبی کشاورزی در سطح مزرعه انتخاب شد. در بخش سوم مطالعه نیز فقر آبی کشاورزی برای کشاورزان شهرستان مرودشت استان فارس اندازه‌گیری شد. نتایج حاکی از آن بود که در منطقه مورد مطالعه، کمبود منابع آب برای توسعه یک کشاورزی مطلوب بسیار مشهود است. اگرچه خشکسالی و کاهش میزان بارندگی دلایل اولیه کم‌آبی در منطقه مورد مطالعه

هستند، نبود ظرفیتهای مدیریتی در بین کشاورزان عامل دیگری برای فقر آبی کشاورزی بود که منجر به سطوح پایین کارایی فیزیکی مصرف آب در سطح مزرعه شده بود. علاوه بر این، ارزش جزء ظرفیت در بین کشاورزان به طور کلی پایین بود که حاکی از این واقعیت بود که کشاورزان پیش‌نیازهای اساسی برای استفاده از منابع آب موجود را به شیوه موثرتر در اختیار ندارند.

استفاده از شاخص AWPI، این امکان را فراهم می‌کند که بتوان کشاورزان و نواحی روستایی را بر اساس سطح فقر آبی کشاورزی آنها رتبه‌بندی نمود. بنابراین AWPI براحتی نوعی طبقه‌بندی دقیق از کشاورزان و نواحی روستایی را فراهم می‌کند که برای برنامه‌ریزی مناسب در رابطه با منابع آب کشاورزی مورد نیاز است. با استفاده از ترسیم نقشه بر مبنای نتایج بدست آمده از امتیازات سنج‌ها، امکان تعیین عواملی که دلایل بروز فقر آبی کشاورزی هستند و همچنین نواحی یا نقاطی که توجه بیشتری را می‌طلبند، فراهم شد. بنابراین، سنجش AWPI، اساسی را برای مقایسه نواحی و مناطق مختلف بر مبنای وضعیت آب کشاورزی آنها فراهم می‌کند، به گونه‌ای که برنامه‌ریزی مدیریت آب در کشاورزی بتواند بهبود یابد. این امر به تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران کمک خواهد نمود تا نشان دهند که چه نوع از مداخله‌گری مناسب‌ترین خواهد بود.

به منظور دستیابی به برنامه‌ریزی مناسب، کشف و مدیریت منابع، ارزیابی و تحلیل کیفیت و کمیت و همچنین موقعیت منابع آبی موجود بسیار ضروری است. لذا با توجه به انطباق بهتر داده‌های اجتماعی-اقتصادی و هیدرولوژیکی به کمک GIS در قالب الگوهای جغرافیایی، می‌توان با تهیه نقشه‌های فقر آبی کشاورزی همزمان هم به ابعاد فضایی و هم ابعاد زمانی فقر آبی توجه نمود. این مساله دارای اهمیت زیادی است زیرا اثرات مدیریت آب کشاورزی در طول یک ناحیه و حتی در بین خانوارهای مختلف ثابت نمی‌باشد و نیازمند تحلیل بیشتری است. بنابراین با ترسیم نقشه فقر آبی کشاورزی به کمک داده‌های بیوفیزیکی، اجتماعی-اقتصادی و شرایط نهادی، فهم بهتری از علت‌ها و مداخله‌گری‌های مناسب حاصل می‌شود. در چنین چارچوبی، تعیین نواحی و اجتماعات بسیار نیازمند از نظر منابع آبی امکان‌پذیر خواهد بود.

در کل، مطالعه نتیجه می‌گیرد که AWPI دارای این پتانسیل است که فقر آبی کشاورزی را در بین کشاورزان و مناطق ارزیابی کند و راهنمایی برای مدیریت پایدار منابع آب فراهم آورد. همچنین، نتایج مطالعه نشان می‌دهد که این امکان وجود دارد تا بر اساس امتیازات AWPI کشاورزان به امتیاز AWPI در سطح روستا دست یافت. بنابراین، علی‌رغم این که مفیدترین کاربرد AWPI احتمالاً در سطح محلی خواهد بود، اما شاخص AWPI دارای این قابلیت خواهد بود که سنج‌های آن را برای سنجش فقر آبی کشاورزی در سطوح کلی‌تر مانند سطح شهرستان یا حتی سطح ملی توسعه داد.

کلمات کلیدی: پایداری آب کشاورزی، شاخص فقر آبی کشاورزی، AHP، برنامه‌ریزی عدد صحیح، نقشه فقر آبی کشاورزی، GIS