

## مقایسه کاربرد فرایند تحلیل شبکه (ANP) و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در تحلیل شاخص فقر آبی کشاورزی: مورد مطالعه شهرستان دزفول

بهنام همتی، معصومه فروزانی\*، مسعود یزدان پناه و بهمن خسروی پور<sup>۱</sup>

(دریافت: ۹۴/۵/۳؛ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۴)

### چکیده

فقر آبی کشاورزی به طور عام به معنای کمبود آب با کیفیت خوب برای کشاورزی می باشد. شاخص فقر آبی کشاورزی با ترکیبی از عوامل طبیعی و فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی در بخش کشاورزی امکان تحلیل وضعیت آب کشاورزی هر منطقه را متناسب با شرایط آن منطقه فراهم می کند. این تناسب در واقع مرهون به کارگیری روش های مناسب وزن دهی با توجه به دیدگاه افراد مهم در زمینه موضوعی آن می باشد. بر همین مبنا، پژوهشی با هدف اولویت بندی مؤلفه ها و زیرمعیارهای اصلی شاخص فقر آبی کشاورزی با استفاده از فرایند تحلیل شبکه (ANP) و مقایسه آن با فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در شهرستان دزفول انجام گرفت. برای این منظور، نمونه ای هدفمند شامل پنج نفر از کارشناسان مراکز ترویج و خدمات جهاد کشاورزی که دارای صلاحیت علمی و تجربی بالایی در مراکز سطح شهرستان بودند، برای تکمیل انجام مقایسات زوجی انتخاب شدند. مدل طراحی شده ANP، وزن ها در قالب مؤلفه ها (۵ گره یا نود)، معیارها (۹ گره) و زیرمعیارهای شاخص (۲۷ گره) بر اساس فرایند مقایسات زوجی، پردازش، محاسبه و تحلیل شدند. به منظور تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده از نرم افزارهای *Excel*، *Super Decisions* و *Expert choice* استفاده شد. نتایج، گویای آن است که مدل ANP در مقایسه با مدل AHP از کارایی بیشتری برای تحلیل شاخص فقر آبی کشاورزی در منطقه برخوردار است. همچنین، از میان زیرمعیارهای مؤثر بر هدف پژوهش، سیستم های زهکشی، مصرف کود شیمیایی و فاصله بین منبع آب و مزرعه به ترتیب از مهم ترین زیرمعیارها، و بالادست بودن زمین در توزیع و تخصیص آب، تسطیح اراضی و شرکت در کلاس های آموزشی مدیریت آب، کمترین وزن را کسب کرده و کم اهمیت ترین زیر معیارها به شمار می آیند.

واژه های کلیدی: مدیریت آب، شاخص فقر آبی کشاورزی (AWPI)، فرایند تحلیل شبکه ای (ANP)، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، شهرستان دزفول.

<sup>۱</sup> - به ترتیب، دانش آموخته، استادیار، استادیار و دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز،

ایران

\*- مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: m.fouzani@yahoo.com

## مقدمه

کشاورزی در حال حاضر، بزرگترین مصرف‌کننده منابع آب در اکثر نقاط خشک و نیمه‌خشک جهان می‌باشد (Biswas, 2007; Cook *et al.*, 2009; Wallace, 2000). این در حالی است که نقش بی‌بدیل منابع آب در توسعه کشاورزی و انسانی (Khan *et al.*, 2009)، اقتصادی و اجتماعی (Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization (CSIRO, 2013) (Research Organization (CSIRO, 2013; Song *et al.*, 2011; 2013)، زیست‌محیطی (CSIRO, 2013)، همچنین در پایداری کشاورزی (Forouzani & Karami, 2010) همواره مورد تأکید بوده است. با این وجود، کم‌آبی فزاینده همراه با سوء‌مصرف و عدم مدیریت صحیح منابع آب در دسترس، عمده‌ترین تهدیدهای توسعه پایدار برای بخش کشاورزی به شمار می‌روند (Forouzani *et al.*, 2012; Hamdy *et al.*, 2003; Rasul & Thapa, 2004; Wilson & Tisdell, 2001). زیرا کشاورزی، محل اصلی تأمین معاش افراد زیادی در مناطق روستایی است (Chenoweth, 2008; García-Tejero *et al.*, 2011) و در حال حاضر بسیاری از دانشگاهیان و سازمان‌های توسعه بین‌المللی و ملی پذیرفته‌اند که کشاورزی تنها راه کاهش فقر در بسیاری از کشورهای جهان است (Abro *et al.*, 2014; Hanjra *et al.*, 2009; World Bank, 2008).

بنابراین، بسیار تأکید شده است که مدیریت منابع آب یکی از مهم‌ترین مسائل در قرن حاضر می‌باشد (Kojiri, 2008) و یک نیاز بزرگ برای کشاورزی پایدار می‌باشد. مدیریت پایدار منابع آب، فقط به تداوم نامحدود سیستم‌های فیزیکی و بیولوژیکی پایدار مرتبط نیست، بلکه سایر ابعاد توسعه پایدار مانند بهره‌وری اقتصادی مصرف آب، توزیع عادلانه هزینه‌ها و منافع توسعه منابع آب و رویکردهای مشارکتی در سیاست‌گذاری و فرایند تصمیم‌گیری را نیز در برمی‌گیرد (Ioris *et al.*, 2008). در همین راستا، بهبود در مدیریت آب کشاورزی (Agricultural Water Management (AWM))، از مهم‌ترین برنامه‌های توسعه در بخش کشاورزی می‌باشد (Douxchamps *et al.*, 2014)؛ زیرا مدیریت آب کشاورزی باعث بهبود عملکرد در سطح مزرعه، تولید مواد غذایی (Namara *et al.*, 2010)، افزایش درآمد و امنیت غذایی در سطح خانوار (Huang *et al.*, 2005) شده و کاهش فقر را

در پی دارد (Smith, 2004). به‌طور کلی، با مدیریت منابع آب، فرصت‌های بسیاری برای دستیابی به معیشت و رفاه، مواد غذایی و امنیت آب فراهم می‌شود (White & Rautanen, 2013). از این‌رو است که مدیریت آب، به لحاظ پایداری زیست‌محیطی برای کاهش دادن اثرات منفی و درعین حال حفظ توانایی سیستم‌های تأمین آبی برای دستیابی به اهداف پایدار، طراحی شده است (Brown, 2012). از پیش‌شرط‌های اساسی برای مدیریت منابع آب، دستیابی به ارزیابی‌های مناسب از وضعیت منابع آب است. یکی از ابزارهای جدید که برای کمک به مدیریت مؤثر آب در بخش کشاورزی طراحی شده است، شاخص فقر آبی کشاورزی (Agricultural Water Poverty Index (AWPI)) می‌باشد، که توسط فروزانی و همکاران (Forouzani *et al.*, 2010, 2012, 2013) ساخته شده و به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی وضعیت آب در بخش کشاورزی، مورد استفاده قرار گرفته است. این مفهوم، برای اولین بار در قالب شاخص فقر آبی (WPI) توسط سلامه (Salameh, 2000) برای ارزیابی وضعیت آب شرب ارائه شد و بعداً توسط سالیوان و همکاران وی توسعه داده شد (Sullivan, 2002, 2001). در واقع، این شاخص معیاری است که فراوانی یا فقر منابع آب موجود در یک منطقه را برای نیازهای خانگی (شرب) و تقاضا برای تولیدات غذایی متناسب با اندازه جمعیت نشان می‌دهد (Salameh, 2000). این شاخص، به‌عنوان یک ابزار مفید برای بهبود اثربخشی مدیریت آب در سطح جامعه در نظر گرفته می‌شود (Sullivan *et al.*, 2003). "فقر آبی" شامل طیفی از قابلیت دسترسی به آب برای نیازهای شرب و تولید غذا (Salameh, 2000)، تا سختی و مشکلات مردم در مواجهه با دسترسی پایا و مطمئن به آب (Komnenic *et al.*, 2009) می‌باشد. بر همین اساس شاخص فقر آبی متشکل از پنج مؤلفه می‌باشد: دسترسی به آب، کمیت آب، کیفیت و تنوع مصارف آب (خانگی، مواد غذایی، مصارف تولیدی)، ظرفیت برای مدیریت آب و جنبه‌های زیست‌محیطی (Sullivan & Sullivan, 2002; Sullivan *et al.*, 2003; Sullivan, 2007). Meigh, 2007). چو و همکاران (Cho *et al.*, 2010)، نیز معتقدند که شاخص فقر آبی صورت ساده‌شده‌ای از سه زیر شاخصه (دسترسی، ظرفیت و محیط زیست) با وزن‌های نابرابر می‌باشد.

برای مثال، پژوهش‌ها حاکی از آن است که تفاوت‌های زیادی در میان کشاورزان یک منطقه وجود دارد، تفاوت‌هایی که در نحوه مدیریت مزرعه، سبک کشاورزی، استفاده از رسانه‌ها، نگرش به طبیعت، ترکیب خانوار، سن و سطح آموزش آن‌ها قابل‌شناسایی می‌باشند (Leeuwis & van den Ban, 2004). بنابراین، ادراکات از اهمیت نسبی جنبه‌های مختلف فقر آبی کشاورزی به وزن دهی اجزای مختلف شاخص و سنجه‌های آن می‌انجامد. به‌منظور بازتاب اهمیت هر سنجه و نقش آن‌ها در کل شاخص، وزنهای هر یک از سنجه‌ها باید مشخص شود. در مطالعات اولیه بر روی شاخص، وزن دهی به اجزای شاخص با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process (AHP)) صورت گرفت (Forouzani *et al.*, 2012). اما به دلیل وجود ارتباطات درونی بین اجزای شاخص به نظر می‌رسد که وزن دهی نیازمند سیستمی است که روابط شبکه‌ای و درونی را نیز در نظر بگیرد، بنابراین در این مطالعه کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (Analytic Network Process (ANP)) مورد آزمون قرار گرفته است؛ به گونه‌ای که نتایج پژوهش حاضر این امکان را برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی فراهم می‌کند تا بتوانند تصمیم‌های جامعی برای مدیریت همه‌جانبه منابع محدود آب با توجه به شرایط محلی هر منطقه اتخاذ نمایند.

یکی از تکنیک‌های اولیه در مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، AHP می‌باشد (Dyson, 2004)، که ساعتی و همکاران (Saaty *et al.*, 2013) برای اولین بار آن را معرفی و از آن برای حل مسائل پیچیده استفاده نمود (Bozdogan *et al.*, 2003). به‌طور کلی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، از جمله یکی از فنون اولیه تصمیم‌گیری چند شاخصه در قالبی از هدف، مجموعه‌ای از معیارها، زیرمعیارها و در پایین‌ترین سطح شامل گزینه‌های راهبردی است که ارزیابی و اولویت‌بندی شده و مجموع این سطوح یک سلسله مراتب را تشکیل می‌دهند. اما فرضیه اصلی در فرایند تحلیل سلسله مراتبی استقلال سطوح بالاتر نسبت به سطوح پایین‌تر و نسبت به معیارها و عوامل دیگر در هر سطح است؛ به عبارت بهتر، عناصر هر سطح صرفاً به عناصر سطوح بالاتر وابسته‌اند؛ یعنی ضرایب اهمیت هر سطح لزوماً بر اساس سطح بالاتر مشخص می‌شود (حیات-غیبی و کرباسی، ۱۳۹۲). بر اساس نظر پیشنهادی ساعتی

مطالعه فروزانی و کرمی (Forouzani & Karami, 2010) نیز نشان می‌دهد که ریشه‌های فقر آبی کشاورزی نه تنها از عوامل طبیعی و فیزیکی، بلکه از عوامل اجتماعی، اقتصادی و عوامل نهادی در بخش کشاورزی می‌تواند نشأت گرفته باشد. بر همین اساس، شاخص فقر آبی کشاورزی (AWPI) یک ابزار میان‌رشته‌ای دربرگیرنده ابعاد کلیدی یک سیستم کشاورزی می‌باشد که توجه خاصی به منابع آب در دسترس و دسترسی فیزیکی به آب دارد؛ این ابزار از توانمندی‌های انسانی، اجتماعی و اقتصادی کشاورزان در جهت استفاده مؤثر از آب برای مصارف تولیدی و زیست‌محیطی بهره می‌برد. بنابراین شاخص مفیدی به‌منظور بررسی وضعیت آب در یک منطقه کشاورزی می‌باشد. این شاخص نیز مانند شاخص فقر آبی، متشکل از پنج مؤلفه منابع، دسترسی، مصرف، ظرفیت و محیط‌زیست می‌باشد. مؤلفه منابع، به سنجش میزان منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی موجود برای فرد کشاورز یا منطقه می‌پردازد؛ مؤلفه دسترسی، به دسترسی فرد کشاورز به این منابع و همچنین پتانسیل و ظرفیت زمین کشاورزی برای استفاده از آب در دسترس مربوط است؛ مؤلفه مصرف، دربرگیرنده کارایی فیزیکی مصرف آب توسط کشاورز؛ مؤلفه ظرفیت نیز به سنجش ظرفیت‌ها و سرمایه‌های انسانی، اجتماعی و واقعی فرد کشاورز برای مصرف بهینه آب می‌پردازد؛ و درنهایت نیز ابعاد زیست‌محیطی و کیفیت آب در دسترس از نظر میزان شوری در مؤلفه محیط‌زیست مورد سنجش قرار می‌گیرد (Forouzani *et al.*, 2013). یکی از قابلیت‌های شاخص آن است که این امکان را فراهم می‌کند تا متناسب با شرایط هر منطقه بکار گرفته شود. این تناسب درواقع مرهون به‌کارگیری روش‌های مناسب وزن دهی به‌منظور مشخص شدن اهمیت یا ارزش نسبی هر یک از اجزای شاخص با توجه به دیدگاه افراد مهم در زمینه‌ی موضوعی آن می‌باشد. این افراد مهم، درواقع همان ذینفعان اصلی هر برنامه مدیریت آب خواهند بود که دربرگیرنده مجموعه متنوعی شامل کشاورزان، کارشناسان متولی امور آب‌و‌خاک در منطقه، مشاوران خصوصی پروژه‌های آبیاری، برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و غیره می‌باشند. هر یک از اعضای این مجموعه دیدگاه‌های خاصی در برخورد با اجزای مختلف شاخص فقر آبی کشاورزی خواهند داشت که قطعاً به دلیل تفاوت‌های موجود بین آن‌ها خواهد بود.

استفاده از نرم‌افزارهای Excel، Expert Choice و Super Decisions و کتاب راهنمای آن (اثر ساعتی و وارگاس (Saaty & Vargas, 2013) انجام شد. روش وزن دهی به مؤلفه‌ها، معیارها و زیرمعیارهای شاخص AWPI تماماً بر اساس خروجی داده‌ها و اطلاعات به‌دست‌آمده از عملیات پیمایشی انجام شده است که مبتنی بر یک طیف وزنی مدل ANP است که دامنه‌ای عددی از ۱ تا ۹ را شامل می‌گردد. همچنین، برای محاسبه اوزان نهایی مؤلفه‌ها، معیارها و غیرمعیارهای اصلی در مدل ANP، از سوپر ماتریس ناموزون استفاده شد. فرایند تحلیل شبکه‌ای دارای چندین گام اصلی است که در ادامه هرکدام از این مراحل به‌طور مختصر برای تعیین وزن مؤلفه‌های AWPI شرح داده شده‌اند.

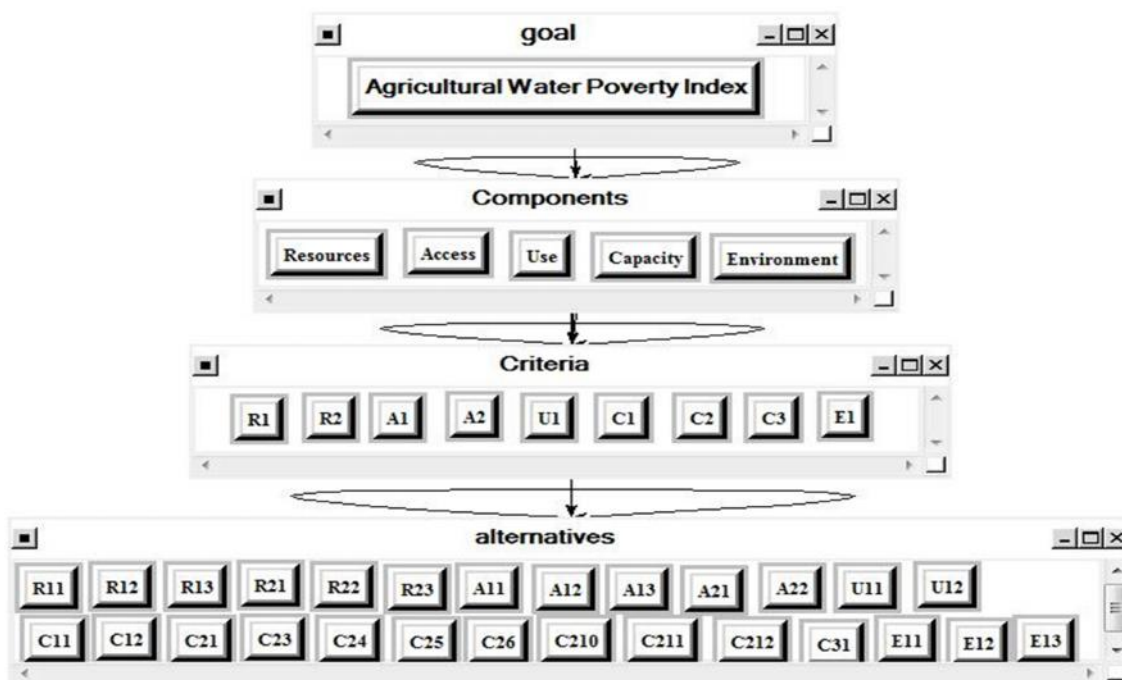
#### ۱) ترسیم مدل شبکه‌ای

ابتدا مسأله به شکل یک ساختار شبکه‌ای که مؤلفه‌ها، معیارهای اصلی و معیارهای فرعی را برای محاسبات بعدی تکنیک ANP در بردارد، ترسیم می‌شود. ساخت این مدل، مستلزم شناخت روابط و آثار متقابل معیارها و زیر معیارهای مسأله است تا واقعی‌ترین حالت از شبکه ایجاد شود؛ بر همین اساس، برای موضوع موردنظر این پژوهش با استفاده از نظرات کارشناسان و استفاده از شیوه مدل ریاضی نمای شماتیک این ساختار به‌صورت نگاره ۱ نشان داده شده است. سطح اول شامل هدف است که تحلیل شاخص فقر آبی کشاورزی شهرستان دزفول می‌باشد و در اولین سطح مدل ANP جایگزین شده است؛ مؤلفه‌های سطح اول (منابع، دسترسی، مصرف، ظرفیت و محیط‌زیست) در سطح دوم قرار گرفته‌اند. سطح سوم شامل معیارهای مرتبط به سطح دوم می‌باشد، که شکل خردشده‌ای از مؤلفه‌های سطح اول بوده و به ترتیب شامل ۲، ۱، ۲ و ۲ معیار می‌باشند. در سطح چهارم که آخرین سطح این مدل است، ۲۷ زیر معیار اصلی ارائه شده است. علاوه بر این، در هرکدام از این خوشه‌ها رابطه وابستگی درونی وجود دارد.

و همکاران (Saaty et al., 2013) از AHP برای حل مسائلی می‌توان استفاده نمود که میان گزینه‌ها و معیارها ارتباطی وجود نداشته باشد، بنابراین، مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای توسط ساعتی (۱۹۸۰) جهت رفع مشکل مدل AHP بوجود آمد تا مواقعی که جایگزین‌ها و شاخص‌ها به هم وابسته هستند، مورد استفاده قرار گیرد (بزرگ خو و افشاری، ۱۳۹۱). در واقع، روش ANP مشکل موجود در مدل AHP را با جایگزین کردن چارچوب شبکه‌ای به‌جای چارچوب سلسله مراتبی رفع کرده است (جبل عاملی و رسولی نژاد، ۱۳۸۹). فرایند تحلیل شبکه‌ای، همچون حالت عمومی AHP و شکل گسترده آن است، بنابراین تمامی ویژگی‌های مثبت آن از جمله سادگی، انعطاف‌پذیری، به‌کارگیری معیارهای کمی و کیفی به‌طور همزمان، و قابلیت بررسی سازگاری در قضاوت‌ها را دارا بوده و علاوه بر آن می‌تواند ارتباطات پیچیده (وابستگی‌های متقابل و بازخورد) میان عناصر تصمیم را با به‌کارگیری ساختار شبکه‌ای بجای ساختار سلسله مراتبی در نظر بگیرد (زبردست، ۱۳۸۹).

#### روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف، از نوع تحقیقات کاربردی است زیرا از یک‌سو، به ارائه روشی نوین در زمینه‌ی رتبه‌بندی و وزن دهی به زیرمعیارهای اصلی شاخص فقر آبی کشاورزی پرداخته و از سوی دیگر، نتایج آن برای آگاهی تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی کاربرد دارد. گردآوری داده‌ها با روش میدانی و به‌وسیله پرسشنامه‌ای که بر مبنای روش ANP به‌منظور جمع‌آوری آرای مربوط به قضاوت‌های زوجی در فرایند تحلیل شبکه‌ای طراحی شده بود، انجام گرفت. برای انجام مقایسات زوجی در این پژوهش، از ۵ نفر از کارشناسان کشاورزی مراکز ترویج و خدمات جهاد کشاورزی شهرستان دزفول کمک گرفته شد. تمامی اطلاعات جمع‌آوری شده پس از محاسبه میانگین هندسی قضاوت‌های کارشناسان وارد نرم‌افزار شدند. انجام عملیات پردازشی و تحلیلی تحقیق حاضر، با



نگاره ۱- مدل شبکه‌ای تشکیل شده به منظور تحلیل شاخص فقر آبی کشاورزی شهرستان دزفول

(R: منابع؛ A: دسترسی؛ U: مصرف؛ C: ظرفیت؛ E: محیط زیست. R<sub>1</sub>: منابع آب سطحی؛ R<sub>2</sub>: منابع آب زیرزمینی؛ A<sub>1</sub>: دسترسی کشاورز به آب؛ A<sub>2</sub>: پتانسیل زمین برای دسترسی به آب؛ C<sub>1</sub>: سرمایه انسانی؛ C<sub>2</sub>: سرمایه واقعی و تکنولوژیکی؛ C<sub>3</sub>: سرمایه اجتماعی؛ E<sub>1</sub>: کیفیت آب؛ R<sub>11</sub>: آب کانال؛ R<sub>12</sub>: آب رودخانه؛ R<sub>13</sub>: آب باران؛ R<sub>21</sub>: آب چاه؛ R<sub>22</sub>: آب قنات؛ R<sub>23</sub>: آب چشمه؛ A<sub>11</sub>: حلقه؛ A<sub>12</sub>: زمین‌های کشت نشده به دلیل کم‌آبی؛ A<sub>13</sub>: بالادست بودن زمین در توزیع و تخصیص آب؛ A<sub>21</sub>: فاصله بین منبع آب و مزرعه؛ A<sub>22</sub>: بافت خاک از نظر نگهداری آب؛ U<sub>11</sub>: کارایی فیزیکی مصرف آب؛ U<sub>12</sub>: زمین‌های کشت شده که بر اثر کم‌آبی شخم خورده‌اند؛ C<sub>11</sub>: سطح تحصیلات؛ C<sub>12</sub>: دانش مدیریت آب؛ C<sub>21</sub>: زمین‌های تحت آبیاری نوین؛ C<sub>22</sub>: سیستم زهکشی زیرزمینی؛ C<sub>23</sub>: تسطیح اراضی؛ C<sub>24</sub>: پوشش انهار؛ C<sub>25</sub>: لوله‌گذاری برای انتقال آب؛ C<sub>26</sub>: درآمد سرمایه‌گذاری شده برای بهبود سیستم آبیاری؛ C<sub>27</sub>: وام و اعتبارات تخصیص داده شده برای بهبود سیستم آبیاری؛ C<sub>28</sub>: بیمه خشکسالی؛ C<sub>31</sub>: شرکت در کلاس‌های آموزشی مدیریت آب؛ E<sub>11</sub>: کیفیت آب از نظر شوری؛ E<sub>12</sub>: مصرف کود شیمیایی؛ E<sub>13</sub>: مصرف سموم شیمیایی).

## ۲) تشکیل سوپر ماتریس اولیه (ناموزون)

پس از تشکیل درخت وابستگی بین متغیرها که از ساقه (هدف) آغاز می‌شود، مقایسات زوجی شروع و به طرف ریشه (زیرمعیارها) حرکت می‌کند. لازم است که در این مرحله، ابتدا با توجه به ساختار شبکه‌ای مدل، ساختار کلی سوپر ماتریس ناموزون یا همان سوپر ماتریس اولیه مشخص شود. در سوپر ماتریس اولیه، بر اساس مقایسه‌های زوجی که انجام می‌شود، چندین ماتریس ساخته شده و وزن نسبی هر ماتریس بر اساس مقایسه

زوجی شبیه روش AHP محاسبه می‌گردد. سپس وزن‌های حاصل در سوپر ماتریس وارد می‌شوند که رابطه متقابل بین عناصر سیستم را نشان می‌دهند. سوپر ماتریس بدست آمده در این مرحله، سوپر ماتریس اولیه نامیده می‌شود (فرجی سبکیار و همکاران، ۱۳۸۹). ساختار سوپر ماتریس اولیه این پژوهش به شرح جدول ۱ خواهد بود. این ماتریس به نوعی نحوه حرکت در درخت وابستگی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ساختار کلی سوپر ماتریس اولیه

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{هدف} \\ \text{مؤلفه} \\ \text{معیار} \\ \text{زیرمعیار} \end{matrix} & \begin{bmatrix} \text{هدف} & \text{مؤلفه} & \text{معیار} & \text{زیر معیار} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & W_{33} & 0 \\ 0 & 0 & W_{43} & W_{44} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

وزن‌های بدست آمده در روابط ۱ و ۲ آمده است (عیسی لو و همکاران، ۱۳۹۳):

رابطه (۱)

$$CR = \frac{C.I.}{R.I.}$$

که در آن CI شاخص سازگاری ماتریس مقایسه زوجی بوده که با استفاده از بزرگ‌ترین مقدار بردار ویژه ( $\lambda_{max}$ ) و بعد از آن ماتریس‌ها (n)، بر اساس رابطه ۲ برآورد می‌گردد و عدد R.I. نیز بر اساس n ماتریس در جدول ۲ بدست می‌آید:

رابطه (۲)

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

در این ماتریس،  $W_{21}$  بردار تأثیر مؤلفه‌ها بر هدف اصلی،  $W_{22}$  نشان‌دهنده ماتریس وابستگی داخلی بین پنج مؤلفه اصلی شاخص AWPI،  $W_{32}$  بردار تأثیر معیارها بر مؤلفه‌ها،  $W_{33}$  ماتریس وابستگی داخلی معیارها،  $W_{43}$  ماتریس تأثیر زیرمعیارها بر معیارها و  $W_{44}$  نشان‌دهنده بردار ویژه وابستگی داخلی بین زیرمعیارهای اصلی می‌باشد (جدول ۱).

### ۳) تعیین وابستگی‌ها و ماتریس مقایسات زوجی

پس از شناسایی روابط و وابستگی میان عناصر، مقایسه زوجی میان مؤلفه‌ها، معیارها و زیرمعیارها صورت می‌پذیرد (دری و حمزه‌ای، ۱۳۸۹). به طوری که این قسمت شبیه به ماتریس مقایسه‌ای AHP است که در آن عناصر تصمیم در هر خوشه با توجه به اهمیتشان نسبت به معیار کنترل مقایسه می‌شوند. خود خوشه‌ها نیز با توجه به اهمیتشان در شکل‌دهی به هدف مقایسه می‌شوند. اهمیت نسبی مقادیر بر مبنای مقیاس ۱-۹ تعیین می‌شود، به طوری که امتیاز ۱ نشان‌دهنده اهمیت برابر میان دو عنصر و امتیاز ۹ نشان‌دهنده اهمیت فوق‌العاده‌ی یک عنصر در مقایسه با عنصر دیگر است. برای اطمینان از صحت مقایسات زوجی، نرخ سازگاری (CR) بایستی محاسبه شود. اگر CR کمتر از ۰/۱ باشد، مقایسات زوجی قابل قبول بوده در غیر این صورت کلیه‌ی وزن‌ها باید نرمالیزه شوند. طریقه محاسبه نرخ سازگاری

جدول ۲- میانگین R.I. برای ماتریس‌های با اندازه‌های مختلف

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
R.I.	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹

۴) مقایسه دوبه‌دویی مؤلفه‌های پنج‌گانه

مقایسه دوبه‌دویی مؤلفه‌های پنج‌گانه بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی و به همان ترتیبی که برای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) عمل می‌شود، انجام شده است. نتیجه مقایسه دوبه‌دویی مؤلفه‌ها و همچنین بردار ویژه حاصل از آن، یعنی  $W_{21}$  در جدول ۳ آورده شده است. برای دستیابی به نتیجه مطلوب، از قضاوت گروهی برای مقایسه دوبه‌دویی مؤلفه‌ها استفاده شده است و عناصر ماتریس مقایسه دوبه‌دویی مؤلفه‌های اصلی از میانگین هندسی نظرات کارشناسان حاصل شده است.

۵) تعیین وابستگی‌های درونی مؤلفه‌های اصلی

برای محاسبه ماتریس  $W_{22}$ ، باید ابتدا ارتباط متقابل بین مؤلفه‌ها مشخص شود. همان‌گونه که جدول ۴ نشان

می‌دهد، بین بعضی از مؤلفه‌های این پژوهش، هیچ‌گونه ارتباطی وجود ندارد، درحالی‌که بین برخی از آن‌ها ارتباط به‌صورت یک‌طرفه یا دوطرفه وجود دارد. در همین راستا، چهار ماتریس مقایسه دوبه‌دویی، شبیه ماتریس ارائه شده در جدول ۵ با کنترل هر یک از مؤلفه‌ها، تشکیل و ضریب سازگاری هر یک از آن‌ها نیز کنترل شد که این ضریب همواره باید کمتر از ۰/۱ باشد، تا بتوان ماتریس مربوط به وابستگی‌های متقابل مؤلفه‌های اصلی  $W_{22}$  را محاسبه کرد. برای مثال، نحوه سؤال کردن ضریب اهمیت در این مورد، به این ترتیب است: اهمیت نسبی مؤلفه‌ها نسبت به یکدیگر وقتی که، برای مثال مؤلفه منابع کنترل شود، چقدر است؟ پس از تشکیل این چهار ماتریس و انجام محاسبات لازم، نتایج حاصله در قالب ماتریس  $W_{22}$  آورده شد (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه دوبه‌دویی مؤلفه‌های اصلی ( $W_{21}$ )

مؤلفه‌ها	دسترسی	ظرفیت	محیطزیست	منابع	مصرف	بردار ویژه
دسترسی	۱	۳/۳۰۰۴	۰/۶۳۱۲	۰/۶۷۵۱	۰/۳۸۶۱	۰/۱۹۰۲۱
ظرفیت	۰/۳۰۲۹	۱	۰/۴۳۷۶	۰/۱۴۸۲	۱/۳۳۴۶	۰/۰۹۰۷۳
محیطزیست	۱/۵۸۴۲	۲/۲۸۵۱	۱	۰/۶۱۴۳	۱/۶۴۱۷	۰/۲۲۲۷۹
منابع	۱/۴۸۱۲	۶/۷۴۷۶	۱/۶۲۷۸	۱	۲/۱۷۷۹	۰/۳۶۲۳۶
مصرف	۲/۵۹	۰/۷۴۹۲	۰/۶۰۹۱	۰/۴۵۹۱	۱	۰/۱۳۳۶۴

CR=۰/۰۵ ضریب سازگاری

جدول ۴- ماتریس  $W_{22}$

	منبع	دسترسی	مصرف	ظرفیت	محیطزیست
منبع	۰	۰/۴۱۴۷۲	۰	۰	۰
دسترسی	۰/۲۸۹۳۱	۰	۰/۳۵۷۸۰	۰/۲۰۸۴۷	۰/۳۳۶۹۲
مصرف	۰/۱۹۸۲۲	۰/۲۵۱۹۴	۰	۰/۵۹۹۷۰۳	۰/۳۶۱۹۵
ظرفیت	۰/۱۵۷۵۲	۰/۱۷۳۶۷	۰/۳۱۸۸۹	۰	۰/۳۰۱۱۱
محیطزیست	۰/۳۵۴۹۳	۰/۱۶۰۱۱	۰/۳۲۳۲۲	۰/۱۹۱۸۲	۰

$W_{22} =$

جدول ۵- مقایسه دوبه‌دویی مؤلفه‌های اصلی با توجه به وابستگی درونی آن‌ها، با کنترل مؤلفه منابع

مؤلفه‌ها	دسترسی	ظرفیت	محیطزیست	مصرف	بردار ویژه
دسترسی	۱	۳/۳۰۰۴	۰/۶۳۱۱	۰/۹۵۰۱	۰/۲۸۹۳۱
ظرفیت	۰/۳۰۲۹	۱	۰/۴۳۷۶	۱/۳۳۴۶	۰/۱۵۷۵۲
محیطزیست	۱/۵۸۴۵	۲/۲۸۵۱	۱	۱/۶۴۱۷	۰/۳۵۴۹۳
مصرف	۱/۰۵۲۵	۰/۷۴۹۲	۰/۶۰۹۱	۱	۰/۱۹۸۲۲

منبع محاسبات: نگارندگان

CR=۰/۰۸ ضریب سازگاری

۶) مقایسه دوجه‌دویی معیارهای هریک از مؤلفه‌های اصلی پس از محاسبه ماتریس  $W_{22}$ ، ضریب اهمیت هر یک از معیارهای مربوط به مؤلفه‌های پنج‌گانه از طریق مقایسه دوجه‌دویی آن‌ها (بر اساس مقیاس ۹ کمیته ساعتی) به دست آمد، این ضرایب اهمیت، عناصر ستونی ماتریس  $W_{32}$  را تشکیل می‌دهند. برای این منظور، مقایسه دوجه‌دویی و بردارهای ویژه معیارهای مربوط به مؤلفه‌های منابع، دسترسی، مصرف، ظرفیت و محیط‌زیست محاسبه شدند. نتیجه مقایسه دوجه‌دویی معیارهای مربوط به هر مؤلفه در جدول ۶ ارائه شده است. لازم به ذکر است همان‌گونه که جدول ۶ نشان می‌دهد به دلیل اینکه مؤلفه‌های مصرف و محیط‌زیست هرکدام دارای یک معیار در سطح دوم می‌باشند، بنابراین مقایسه دوجه‌دویی هرکدام با خودشان به عدد یک ختم می‌شود.

۷) تعیین وابستگی‌های درونی معیارهای هر یک از مؤلفه‌های اصلی

در مرحله بعد لازم است که وابستگی‌های متقابل معیارهای سطح دوم با یکدیگر بررسی شوند. به طوری که از نتایج جدول ۷ می‌توان به وجود وابستگی‌های متقابل بین ۹ معیار انتخاب‌شده برای سنجش پنج مؤلفه اصلی شاخص AWPI پی برد. عدد صفر در جدول به معنی عدم

وابستگی بین معیارها می‌باشد. به منظور تعیین وابستگی‌های متقابل معیارها (و حتی زیر معیارها) از نظرات اساتید دانشگاه و کارشناسان ذیربط استفاده شد. همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، برخی از معیارها به صورت دوطرفه و برخی دیگر به صورت یک‌طرفه بر یکدیگر اثرگذار هستند. برای انجام این مرحله نیز مانند قبل به ترتیب برای مقایسه دوجه‌دویی معیارها با فرض ثابت بودن یک معیار عمل شد. به عنوان مثال، معیارهایی که دارای وابستگی درونی با معیار سرمایه انسانی هستند، در ماتریسی مجزا قرار گرفته‌اند و مقایسه دوجه‌دویی معیارها با فرض ثابت بودن معیار سرمایه انسانی انجام شد و بردارهای ویژه مربوطه محاسبه گردیدند که در جدول ۸ مشاهده می‌شود. به همین ترتیب، مقایسه دوجه‌دویی برای تمامی معیارها انجام و بردارهای ویژه با فرض ثابت ماندن هر یک از معیارها محاسبه شدند. نتیجه مقایسه‌های دوجه‌دویی در ماتریس  $W_{33}$  (جدول ۷) ارائه شده است.

با ادامه دادن این روند و با توجه به سوپر ماتریس اولیه دو ماتریس دیگر، یعنی ( $W_{43}$  و  $W_{44}$ ) نیز تشکیل شدند. سپس با جایگزین کردن این ماتریس‌ها در سوپر ماتریس اولیه، سوپر ماتریس ناموزون ساخته شد (جدول ۱).

جدول ۶- ماتریس  $W_{32}$

	منابع	دسترسی	مصرف	ظرفیت	محیط‌زیست
منابع آب سطحی ( $R_1$ )	۰/۱۴۱۶۳	.	.	.	.
منابع آب زیرزمینی ( $R_2$ )	۰/۸۵۸۳۷	.	.	.	.
دسترسی کشاورز به آب ( $A_1$ )	.	۰/۱۲۳۴۳	.	.	.
پتانسیل زمین برای دسترسی به آب ( $A_2$ )	.	۰/۸۷۶۵۷	.	.	.
مصرف کارای آب ( $U_1$ )	.	.	۱	.	.
سرمایه انسانی ( $C_1$ )	.	.	.	۰/۴۱۶۳۸	.
سرمایه واقعی (تکنولوژیکی، مالی) ( $C_2$ )	.	.	.	۰/۳۰۴۸۴	.
سرمایه اجتماعی ( $C_3$ )	.	.	.	۰/۲۷۸۷۸	.
کیفیت آب ( $E_1$ )	.	.	.	.	۱



**جدول ۷- ماتریس W<sub>33</sub>**

	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>U<sub>1</sub></b>	<b>C<sub>1</sub></b>	<b>C<sub>2</sub></b>	<b>C<sub>3</sub></b>	<b>E<sub>1</sub></b>
(R <sub>1</sub> )	.	۰/۱۶۹۳۲	۰/۱۲۷۵۶۶	.	.	.	.	.	.
(R <sub>2</sub> )	۰/۲۷۸۶۴۶	.	۰/۱۶۸۵۱	.	.	.	.	.	.
(A <sub>1</sub> )	۰/۰۵۳۱۵۱	۰/۱۴۳۵۹	.	۰/۱۵۴۶۶	۰/۴۴۹۱۴۵	۰/۳۰۵۹۶	۰/۱۸۲۱۵	.	۰/۱۶۶۷۸
(A <sub>2</sub> )	.	.	۰/۱۲۴۲۸	.	.	.	.	.	۰/۲۲۰۲۱
(U <sub>1</sub> )	۰/۳۶۰۲۹	۰/۲۲۱۸۵	.	۰/۴۰۷۴۸	.	۰/۲۵۶۳۶	۰/۴۹۷۲۸	۰/۴۸۴۹۱۰	۰/۳۲۴۷۷
(C <sub>1</sub> )	۰/۰۸۳۰۰	۰/۱۰۷۱۶	۰/۱۷۵۹۴	۰/۱۲۹۷۹	.	.	.	۰/۱۳۸۸۴	۰/۰۹۰۹۹
(C <sub>2</sub> )	۰/۱۱۲۳۰۸	۰/۱۶۴۳۵	۰/۰۳۷۱۲	۰/۰۹۴۷۸	۰/۱۲۶۰۴	۰/۱۶۲۰۵	.	۰/۱۱۶۶۷	۰/۰۸۵۸۶
(C <sub>3</sub> )	.	.	۰/۰۴۰۶۹	.	۰/۱۹۶۰۷	۰/۰۸۷۵۳	۰/۱۳۴۰۵	.	۰/۱۰۹۳۷
(E <sub>1</sub> )	۰/۲۰۰۶۹	۰/۱۹۳۸۰	۰/۰۹۳۳۹	۰/۲۱۳۲۷	۰/۲۲۸۷۳۱	۰/۲۸۸۰۸	۰/۱۸۶۵۰	۰/۲۵۹۵۷	.

**جدول ۸- مقایسه دوجه دویی معیارهای دارای وابستگی درونی با یکدیگر با فرض ثابت بودن معیار سرمایه انسانی**

مقدار ویژه	U <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	
۰/۳۰۵۹۶	۱/۲۴۷۹	۰/۳۶۷۰	۲/۱۶۶۳	۱/۶۸۵۸	۱	دسترسی کشاورز به آب (A <sub>1</sub> )
۰/۱۶۲۰۵	۰/۹۱۸۱	۰/۵۰۵۶	۲/۲۳۶۸	۱	۰/۵۹۳۱	سرمایه واقعی (تکنولوژیکی، مالی) (C <sub>2</sub> )
۰/۰۸۷۵۳	۰/۳۷۷۱	۰/۳۹۳۵	۱	۰/۴۴۷۰	۰/۴۶۱۶	سرمایه اجتماعی (C <sub>3</sub> )
۰/۲۸۸۰۸	۰/۵۴۱۳	۱	۲/۵۴۱۲	۱/۹۷۷۸	۲/۷۲۴۷	کیفیت آب (E <sub>1</sub> )
۰/۲۵۶۳۶	۱	۱/۸۴۷۴	۲/۶۵۱۸	۱/۰۸۹۲	۰/۸۰۱۳	مصرف کارای آب (U <sub>1</sub> )

CR=۰/۰۷ ضریب سازگاری

#### ۸) تعیین سوپر ماتریس موزون

در این مرحله، برای تبدیل سوپر ماتریس ناموزون به سوپر ماتریس موزون باید سوپر ماتریس ناموزون را در ماتریس خوشه‌ای ضرب کرد. ماتریس خوشه‌ای میزان تأثیرگذاری هر یک از خوشه‌ها برای دستیابی به اهداف مطالعه را منعکس می‌کند. ماتریس خوشه‌ای از مقایسه دوجه‌دویی خوشه‌ها در چارچوب ساختار سوپر ماتریس اولیه (ناموزون) حاصل می‌شود. بر اساس پیشنهاد ساعتی، برای بدست آوردن اهمیت نسبی خوشه‌ها در سوپر ماتریس اولیه (ناموزون) لازم است ماتریس خوشه‌ای به‌گونه‌ای محاسبه شود که خوشه‌های ستونی آن به‌عنوان عناصر کنترلی در نظر گرفته شوند. به‌عبارت‌دیگر، خوشه‌های ستونی غیر صفر سوپر ماتریس اولیه (ناموزون) با خوشه‌های دیگر واقع در آن ستون، مورد مقایسه دوجه‌دویی قرار گیرند تا بردار اهمیت هر یک از خوشه‌های ستونی بدست آید. نهایتاً با در کنار هم گذاشتن بردار اهمیت هر یک از خوشه‌ها، ماتریس خوشه‌ای حاصل شود (نسترن و همکاران، ۱۳۹۲). نگاهی به ساختار سوپر ماتریس اولیه مطالعه نشان می‌دهد که چون سه سطح مؤلفه، معیار و زیر معیار برای هدف اصلی پژوهش تعریف شده است،

باید دو مقایسه در خوشه‌های ستونی صورت پذیرد: یکی بین خوشه مؤلفه‌ها و معیارها و دیگری میان خوشه معیارها و زیر معیارها. در نتیجه دو ماتریس خوشه‌ای حاصل شد.

#### ۹) تعیین وزن‌های نهایی مؤلفه‌ها، معیارها و زیرمعیارها

در این مرحله که آخرین مرحله در فرایند تحلیل شبکه‌ای می‌باشد، وزن نهایی هر یک از مؤلفه‌ها، معیارها و زیرمعیارهای AWPI به کمک نرم‌افزار Super Decisions، پس از تکمیل شدن سوپر ماتریس اولیه (ماتریس ناموزون) محاسبه شد. وزن نهایی زیرمعیارهای شاخص فقر آبی کشاورزی در جدول ۹ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، زیرمعیارهای "سیستم‌های زهکشی" (۰/۰۶۶۶۰۵)، "مصرف کود شیمیایی" (۰/۰۵۰۴۷۲) و "فاصله بین منبع آب تا مزرعه" (۰/۰۴۹۱۶۱) به ترتیب از مهم‌ترین نشانگرها در فرایند سنجش شاخص فقر آبی کشاورزی بوده‌اند. از سوی دیگر، با توجه به این‌که زیرمعیارهای "بالادست بودن زمین در توزیع و تخصیص آب" (۰/۰۲۰۳۰۸)، "تسطیح اراضی" (۰/۰۲۴۵۷۴) و "شرکت در کلاس‌های آموزشی مدیریت آب" (۰/۰۲۵۲۴۷) کمترین وزن را کسب کرده‌اند، این سه زیرمعیار کم

موضوع بوده و باعث شد که برای انجام این مطالعه از روش ANP استفاده شود، چون مؤلفه‌ها، معیارها و زیرمعیارها علاوه بر این که با سطوح پایینی خود دارای وابستگی هستند، با دیگر معیارها و زیرمعیارهای مؤلفه‌های دیگر هم وابستگی داشتند. همین وابستگی‌ها و روابط نیز موجب شده‌اند نتایج این دو روش کاملاً متفاوت باشد. در مدل ANP "سیستم‌های زهکشی" (۰/۰۶۶۶۰۵) بیشترین وزن را داشته در حالی که در مدل AHP "آب چاه" (۰/۱۷۴) بیشترین وزن را دریافت کرده است (نمودار ۱). این در حالی است که نتایج مشاهدات میدانی و مصاحبه با کشاورزان و کارشناسان و بررسی شرایط منطقه مورد مطالعه نیز همگی تأییدکننده نتایج حاصل شده از مدل تحلیل شبکه‌ای می‌باشد. بنابراین، نتایج روش ANP بیشتر با واقعیت موجود در منطقه مطابقت دارد.

جدول ۱۰ نتایج نهایی روش AHP را در محاسبه وزن‌های نهایی شاخص AWPI نشان می‌دهد، به طوری که در بین مؤلفه‌ها، مؤلفه منابع (۰/۳۶۳) دارای بیشترین وزن می‌باشد. در بین ۹ معیار، معیار "منابع آب زیرزمینی" (۰/۳۱۱) بیشترین و معیار "دسترسی کشاورز به آب" (۰/۰۲۳) دارای کمترین وزن بوده، و در بین زیرمعیارهای پژوهش نیز، زیرمعیار "آب چاه" (۰/۱۷۴) بیشترین و زیرمعیار "زمین‌های تحت آبیاری نوین" (۰/۰۰۱) دارای کمترین وزن می‌باشند.

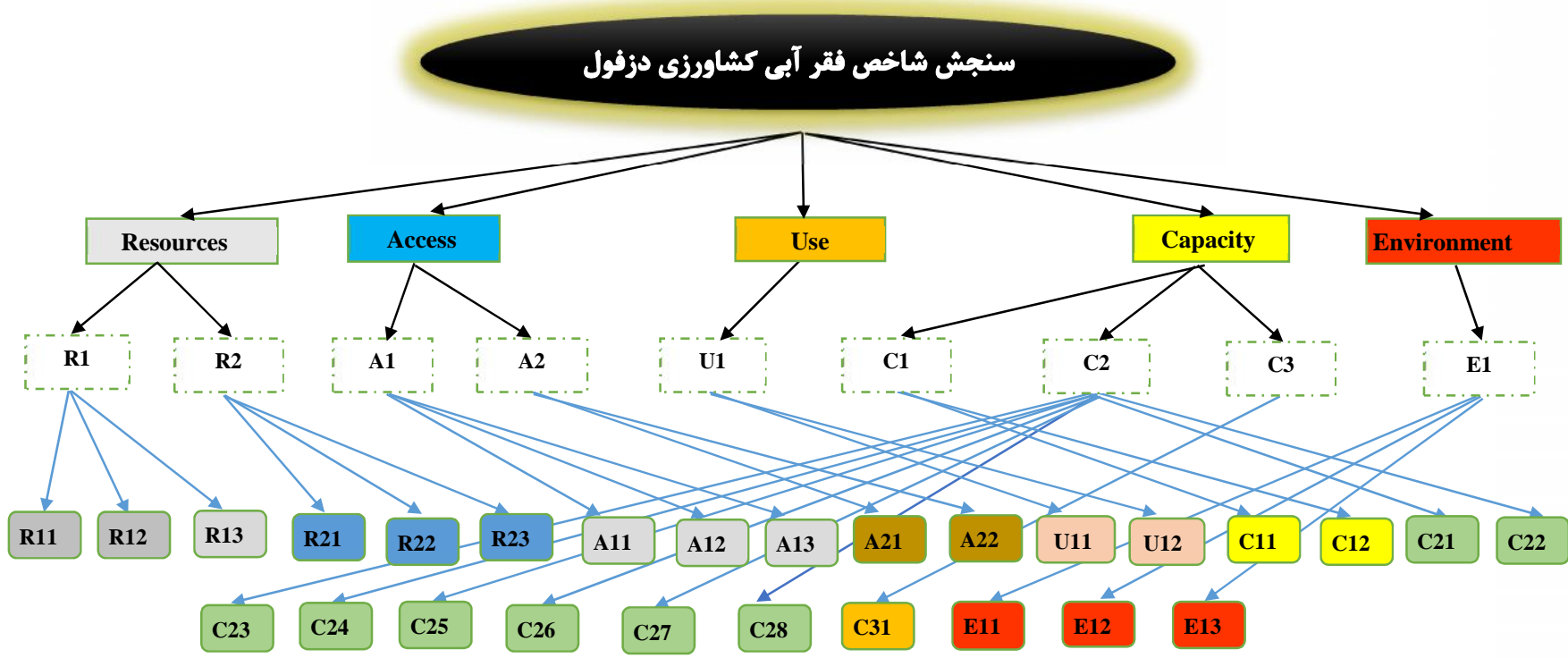
اهمیت‌ترین زیرمعیار در فرایند سنجش شاخص فقر آبی کشاورزی در سطح شهرستان دزفول با به‌کارگیری فرایند تحلیل شبکه‌ای محسوب می‌شوند. لازم به توضیح است که اراضی شهرستان اکثراً مشروب از آب کانال هستند و بر اساس مشاهدات میدانی و بررسی‌های به‌عمل آمده، آب کانال نسبتاً با توزیع یکنواختی در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد و تقریباً توزیع یکسانی در سطح شهرستان از این نظر وجود دارد. بنابراین، زیرمعیار موقعیت زمین در توزیع آب یعنی بالادست یا پایین‌دست بودن، اهمیت کمتری دریافت کرده است. همچنین، اکثر زمین‌های شهرستان مسطح هستند و نیاز به تسطیح نداشته‌اند. میزان وزن نهایی زیرمعیارهای سنجش، بر اساس پایه‌های نظری مدل، تابع میزان اهمیت هر معیار برحسب نظر کارشناسان و البته میزان تأثیرگذاری هر معیار بر معیارهای دیگر در مدل سنجش حاضر است.

#### یافته‌ها و بحث

##### مقایسه بین نتایج AHP و ANP

به‌منظور مقایسه نتایج تحلیل شبکه‌ای با تحلیل سلسله مراتبی برای شاخص AWPI، مدل AHP نیز برای شاخص طراحی شد که در نگاره ۲ آمده است. در این مرحله، با استفاده از نرم‌افزار Expert choice، وزن هر یک از زیرمعیارهای AWPI بر اساس مدل AHP بدست آمد. در جدول ۱۰ نتایج وزن دهی مؤلفه‌ها، معیارها و زیرمعیارهای اصلی شاخص با استفاده از AHP ارائه شده است. در روش AHP وابستگی‌ها باید به‌صورت خطی، از بالا به پایین یا بالعکس باشد. همان‌گونه که نگاره ۲ نشان می‌دهد وابستگی‌ها به‌صورت خطی از بالا، یعنی هدف پژوهش شروع شده و به‌صورت سلسله مراتبی به زیرمعیارها ختم می‌شود. در این مدل، هر مؤلفه فقط با معیارهای خودش وابستگی دارد. برای مثال، مؤلفه منابع در مدل AHP فقط با معیارهای منابع آب سطحی و منابع آب زیرزمینی به‌صورت خطی و یک‌طرفه وابستگی دارد، در حالی که این مؤلفه در مدل ANP علاوه بر اینکه با معیارهای سطح پایین خود وابستگی دارد با مؤلفه‌های دیگر این شاخص نیز به‌صورت یک‌طرفه یا دوطرفه دارای وابستگی است. مهم‌ترین تفاوت این دو روش نیز در همین

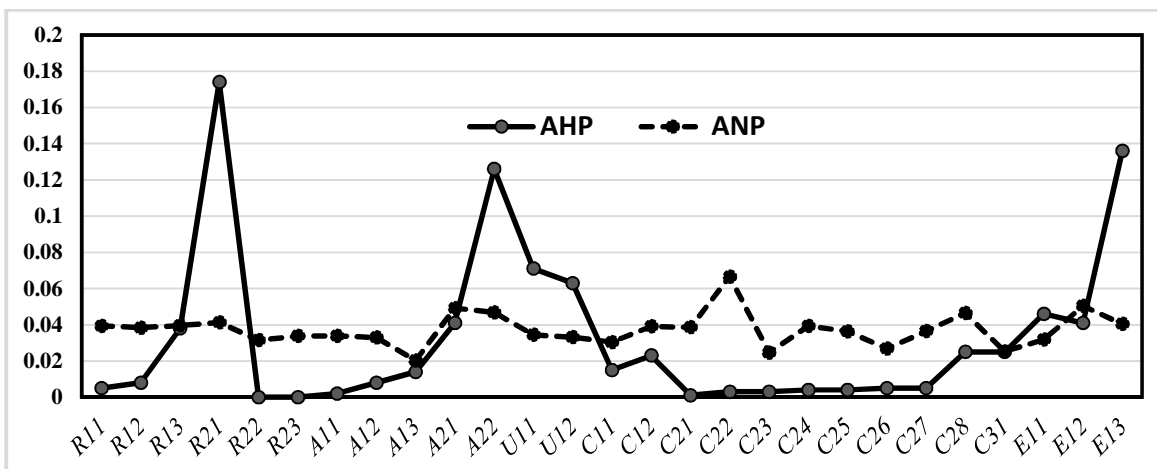
وزن نهایی	زیرمعیارها	معیار	مؤلفه‌ها
۰/۰۳۹۳۵۹	R <sub>11</sub> : آب کانال	منابع آب سطحی ۰/۱۵۳۱۱	منابع ۰/۳۶۲۳۶
۰/۰۳۸۳۷۸	R <sub>12</sub> : آب رودخانه		
۰/۰۳۹۶۵۳	R <sub>13</sub> : آب باران		
۰/۰۴۱۲۹۹	R <sub>21</sub> : آب چاه	منابع آب زیرزمینی ۰/۱۱۱۵۴	
۰/۰۳۱۵۰۷	R <sub>22</sub> : آب قنات		
۰/۰۳۳۷۹۲	R <sub>23</sub> : آب چشمه		
۰/۰۳۳۹۰۲	A <sub>11</sub> : حقایب	دسترسی کشاورز به آب ۰/۰۴۰۶۶	دسترسی ۰/۱۹۰۲۱
۰/۰۳۳۰۱۶	A <sub>12</sub> : زمین‌های کشت نشده به دلیل کم‌آبی		
۰/۰۲۰۳۰۸	A <sub>13</sub> : بالادست بودن زمین در توزیع و تخصیص آب		
۰/۰۴۹۱۶۱	A <sub>21</sub> : فاصله بین منبع آب و مزرعه	پتانسیل زمین برای دسترسی به آب ۰/۰۶۶۵۱	
۰/۰۴۶۹۰۲	A <sub>22</sub> : بافت خاک از نظر نگهداری آب		
۰/۰۳۴۴۹۲	U <sub>11</sub> : کارایی فیزیکی مصرف آب	مصرف کارای آب ۰/۱۳۵۸۹	
۰/۰۳۳۱۸۰	U <sub>12</sub> : زمین‌های کشت‌شده که بر اثر کم‌آبی شخم‌خورده‌اند		
۰/۰۳۰۴۰۴	C <sub>11</sub> : سطح تحصیلات	سرمایه انسانی ۰/۰۹۱۱۸۱	ظرفیت ۰/۰۹۰۷۳
۰/۰۳۰۹۹۱	C <sub>12</sub> : دانش مدیریت آب		
۰/۰۳۸۶۰۸	C <sub>21</sub> : زمین‌های تحت آبیاری نوین	سرمایه واقعی (تکنولوژیکی و مالی) ۰/۰۸۸۷۹۱	
۰/۰۶۶۶۰۵	C <sub>22</sub> : سیستم زهکشی زیرزمینی		
۰/۰۲۴۵۷۴	C <sub>23</sub> : تسطیح اراضی		
۰/۰۳۹۳۰۳	C <sub>24</sub> : پوشش انهار	ظرفیت ۰/۰۹۰۷۳	
۰/۰۳۶۶۹۵	C <sub>25</sub> : لوله‌گذاری برای انتقال آب		
۰/۰۲۶۸۴۳	C <sub>26</sub> : درآمد سرمایه‌گذاری شده برای بهبود سیستم آبیاری		
۰/۰۳۶۵۱۵	C <sub>27</sub> : وام و اعتبارات تخصیص داده‌شده برای بهبود سیستم آبیاری		
۰/۰۴۶۵۲۸	C <sub>28</sub> : بیمه خشکسالی	سرمایه اجتماعی ۰/۱۷۳۹۷	
۰/۰۲۵۲۴۷	C <sub>31</sub> : شرکت در کلاس‌های آموزشی مدیریت آب		
۰/۰۳۱۸۲۱	E <sub>11</sub> : کیفیت آب از نظر شوری	کیفیت آب ۰/۱۳۸۱۸	محیط‌زیست ۰/۲۲۲۷۹
۰/۰۵۰۴۷۲	E <sub>12</sub> : مصرف کود شیمیایی		
۰/۰۴۰۴۴۴	E <sub>13</sub> : مصرف سموم شیمیایی		



نگاره ۲- مدل AHP برای سنجش شاخص فقر آبی کشاورزی دزفول

جدول ۱۰- وزن نهایی مؤلفه‌ها، معیارها و زیرمعیارها شاخص AWPI بر اساس روش AHP

وزن نهایی	زیرمعیارها	معیار	مؤلفه‌ها
۰/۰۰۵	R <sub>11</sub> : آب کانال	منابع آب سطحی ۰/۰۵۱	منابع ۰/۳۶۳
۰/۰۰۸	R <sub>12</sub> : آب رودخانه		
۰/۰۳۸	R <sub>13</sub> : آب باران		
۰/۱۷۴	R <sub>21</sub> : آب چاه	منابع آب زیرزمینی ۰/۳۱۱	
۰/۰۷۵	R <sub>22</sub> : آب قنات		
۰/۰۶۳	R <sub>23</sub> : آب چشمه		
۰/۰۰۲	A <sub>11</sub> : حقابه	دسترسی کشاورز به آب ۰/۰۲۳	دسترسی ۰/۱۹۰
۰/۰۰۸	A <sub>12</sub> : زمین‌های کشت نشده به دلیل کم‌آبی		
۰/۰۱۴	A <sub>14</sub> : بالادست بودن زمین در توزیع و تخصیص آب		
۰/۰۴۱	A <sub>21</sub> : فاصله بین منبع آب و مزرعه		
۰/۱۲۶	A <sub>22</sub> : بافت خاک از نظر نگهداری آب	دسترسی به آب ۰/۱۶۷	
۰/۰۷۱	U <sub>11</sub> : کارایی فیزیکی مصرف آب	مصرف کارای آب ۰/۱۳۴	مصرف ۰/۱۳۴
۰/۰۶۳	U <sub>12</sub> : زمین‌های کشت‌شده که بر اثر کم‌آبی شخم‌خورده‌اند		
۰/۰۱۵	C <sub>11</sub> : سطح تحصیلات	سرمایه انسانی ۰/۰۳۸	
۰/۰۲۳	C <sub>12</sub> : دانش مدیریت آب		
۰/۰۰۱	C <sub>21</sub> : زمین‌های تحت آبیاری نوین	سرمایه واقعی (تکنولوژیکی و مالی) ۰/۰۲۸	ظرفیت ۰/۰۹۱
۰/۰۰۳	C <sub>22</sub> : سیستم زهکشی زیرزمینی		
۰/۰۰۳	C <sub>23</sub> : تسطیح اراضی		
۰/۰۰۳	C <sub>24</sub> : پوشش انهار		
۰/۰۰۴	C <sub>25</sub> : لوله‌گذاری برای انتقال آب		
۰/۰۰۴	C <sub>26</sub> : درآمد سرمایه‌گذاری شده برای بهبود سیستم آبیاری		
۰/۰۰۵	C <sub>27</sub> : وام و اعتبارات تخصیص داده‌شده برای بهبود سیستم آبیاری		
۰/۰۰۵	C <sub>28</sub> : بیمه خشکسالی		
۰/۰۲۵	C <sub>31</sub> : شرکت در کلاس‌های آموزشی مدیریت آب	سرمایه اجتماعی ۰/۰۲۵	
۰/۰۴۶	E <sub>11</sub> : کیفیت آب از نظر شوری	کیفیت آب ۰/۲۲۳	محیط‌زیست ۰/۲۲۳
۰/۰۴۱	E <sub>12</sub> : مصرف کود شیمیایی		
۰/۱۳۶	E <sub>13</sub> : مصرف سموم شیمیایی		



نمودار ۱- مقایسه بین وزن‌های نهایی ANP و AHP

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کشاورزی در عصر حاضر، نه تنها باید تداوم تولید مواد غذایی را تضمین نماید، بلکه باید به ابعاد پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی نیز توجه کافی داشته باشد. بنابراین، برای دستیابی به کشاورزی پایدار باید همواره مسائل کمی و کیفی و تأثیر آن بر منابع و محیط‌زیست مورد نظر باشند. در این میان، آب از مهم‌ترین عوامل تولید در کشاورزی محسوب می‌شود؛ در حالی که با رشد جمعیت و گسترش سطح زیر کشت آبی در سه دهه اخیر، بهره‌برداری از منابع آب در سراسر جهان افزایش یافته و موجب پیشی گرفتن تقاضا بر عرضه جهانی و نهایتاً کمیابی منابع آب شده است. این مسئله در بخش کشاورزی که بیش از ۹۰ درصد حجم آب مصرفی کشور را به خود اختصاص می‌دهد، شرایط حادث‌تری را ایجاد نموده و آب را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید در این بخش تبدیل نموده است. این در حالی است که نیاز روزافزون به فرآورده‌های کشاورزی از یک سو و کمبود منابع آب در بیشتر نقاط کشور به‌ویژه در مناطق خشک، سبب شده است تا بهینه‌سازی مصرف آب در سرلوحه کار برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران قرار گیرد. از این رو، اتخاذ سیاست‌هایی برای محدود کردن مصرف آب در این بخش می‌تواند در کاهش میزان بهره‌برداری و جبران کسری منابع مؤثر باشد. در همین راستا، ارزیابی وضعیت منابع آب به‌عنوان یک پیش‌نیاز برای مدیریت پایدار آب، نقش مهمی در پایداری کشاورزی ایفا می‌کند. در میان شاخص‌های مختلفی که محققان برای ارزیابی منابع آب

ارائه داده‌اند، شاخص فقر آبی کشاورزی به‌طور جامع همه ابعاد کلیدی یک سیستم کشاورزی را در برمی‌گیرد. این شاخص به‌عنوان یک ابزار میان‌رشته‌ای، توجه خاصی به منابع آب در دسترس و دسترسی فیزیکی به آب دارد؛ همچنین، از توانمندی‌های انسانی، اجتماعی و اقتصادی کشاورزان برای استفاده مؤثر از آب در مصارف تولیدی و زیست‌محیطی بهره می‌برد. بنابراین، شاخص مفیدی به‌منظور بررسی وضعیت آب در یک منطقه کشاورزی می‌باشد. با انجام این مطالعه و دستیابی به سوپر ماتریس غیروزی برای شاخص فقر آبی کشاورزی مشخص شد که در شرایط منطقه مورد بررسی یعنی در سطح شهرستان دزفول، سیستم‌های زهکشی بالاترین اولویت را در میان سایر سنجه‌های (زیرمعیارهای) شاخص به خود اختصاص داده است. زیرا در اکثر بخش‌های استان خوزستان سطح آب‌های زیرزمینی بالاست و نیاز به زهکشی اراضی بسیار ضروری است. از سوی دیگر، در شهرستان دزفول بیشتر زمین‌های کشاورزی از لحاظ آب مشکل چندانی ندارند، و برعکس به دلیل اینکه اکثریت کشاورزان از روش‌های آبیاری غرقابی استفاده می‌کنند و این روش باعث ماندابی شدن، فرسایش خاک و شور شدن اراضی کشاورزی می‌شود، از دیدگاه کارشناسان برای جلوگیری از معایب روش‌های آبیاری سنتی نیاز است که زمین‌های کشاورزی به سیستم‌های زهکشی مجهز شوند. اولویت دوم در بین سنجه‌ها (زیرمعیارها)، به مصرف کود شیمیایی اختصاص یافت، زیرا در سطح شهرستان دزفول به دلیل آنکه کشاورزان از وضعیت منابع آبی خوبی برخوردار هستند، از

آپس گذاشتن زمین‌های کشاورزی خود خودداری می‌کنند. در مقابل، هر ساله زمین خود را برای کشت دو نوع محصول مختلف به کار می‌گیرند که این باعث کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود؛ بنابراین، کشاورزان بالاجبار برای اینکه زمین‌های کشاورزی تقویت شوند و بتوانند تولید بهتری داشته باشند، ناگزیر به مصرف کودهای شیمیایی هستند. علاوه بر این موارد، بر طبق نظر کارشناسان، دو سنجه (زیرمعیار) تسطیح اراضی و شرکت در کلاس‌های آموزشی مدیریت آب در بین ۲۷ سنجه یا زیرمعیار ارائه شده کمترین وزن را کسب کردند، زیرا در سطح شهرستان بیشتر اراضی کشاورزی از قبل تسطیح شده‌اند، بنابراین تسطیح زمین‌های زراعی از اولویت برخوردار نیست؛ از سوی دیگر، به دلیل فراوانی منابع آب سد دز و توزیع آب سد بر اساس میزان هکتار اراضی زیر کشت بین کشاورزان، هر ساله کشاورزان با پرداخت وجه حقایق اقدام به خرید آب می‌کنند. به همین دلیل آب به‌عنوان یک کالا خریداری می‌شود و در هر صورت بایستی مورد مصرف قرار گیرد. بنابراین، از نظر کارشناسان منطقه، در دسترس بودن آب کشاورزی با دبی زیاد برای کشاورزان باعث شده است که اکثر آن‌ها اجباری به انجام رفتارهای حفاظتی و مدیریت بهینه آب در خود احساس نکنند و حتی در برخی موارد علی‌رغم آبیاری مکفی زمین، از هدر و هرز رفتن آب اضافی نیز جلوگیری نمی‌کنند. از این رو، تمایلی به شرکت در کلاس‌های آموزشی در رابطه با مدیریت بهینه آب ندارند. زیرا از نظر کارشناسان، کلاس‌های مدیریت بهینه آب برای مناطقی کارایی لازم رادارند که با کم آبی مواجه باشند و آب به‌عنوان یک کالای کمیاب و رقابتی انگاشته شود و نه یک کالای عمومی در دسترس همه. در مجموع، بر اساس نتایج پژوهش می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه کرد:

- با توجه به این نتیجه که شرکت در کلاس‌های آموزشی مدیریت آب از اولویت کمتری برخوردار است، پیشنهاد

می‌شود که سیاست‌های تشویقی برای کارشناسان ترویجی مراکز خدمات و همچنین کشاورزان به ترتیب برای برگزاری کلاس‌ها و شرکت در کلاس‌ها تدارک دیده شود. از سوی دیگر، به دلیل اجرای طرح برون‌سپاری برنامه‌های آموزشی-ترویجی و واگذاری این برنامه‌ها به شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای فنی کشاورزی، لازم است که نظارت بیشتری بر عملکرد این شرکت‌ها از منظر کمیت و کیفیت کلاس‌های برگزار شده به‌ویژه در زمینه‌ی مدیریت آب صورت پذیرد تا عملاً کشاورزان بیشتری راغب به شرکت در این کلاس‌ها شوند.

- نتایج نشان‌دهنده میزان اهمیت بالای سنجه سیستم‌های زهکشی می‌باشد، اما عملاً مزارع کشاورزی در منطقه فاقد سیستم‌های مناسبی برای زهکشی هرز آب‌ها می‌باشند. بنابراین پیشنهاد می‌شود مسئولان مربوطه در قالب همیاری کشاورزان و یا تخصیص غرامت‌های خشکسالی پرداخت شده از سوی دولت به اجرای چنین پروژه‌های جمعی به‌جای پرداخت‌های انفرادی به کشاورزان، تسهیلات لازم را برای احداث این سیستم‌ها در مزارع کشاورزان فراهم نمایند.

- با توجه به این نتیجه که از نظر کارشناسان مصرف کودهای شیمیایی در بین کشاورزان برای کشاورزی دارای اولویت بالایی است، پیشنهاد می‌شود شیوه صحیح و حد استاندارد مصرف انواع کودهای مختلف نیز در کنار سایر آموزش‌ها، به کشاورزان آموزش داده شود. زیرا تحلیل جزء محیط‌زیست در شاخص فقر آبی کشاورزی حاکی از عدم رعایت استاندارد مصرف کودهای شیمیایی از سوی کشاورزان و در نتیجه تخریب محیط‌زیست و آلودگی آب‌های زیرزمینی است.

- آخرین پیشنهاد و نه شاید کم‌اهمیت‌ترین آن‌ها، پیشنهاد انجام تحقیقات مشابه برای اولویت‌بندی سنجه‌ها و مؤلفه‌های شاخص فقر آبی کشاورزی با در نظر گرفتن دیدگاه طیف وسیع‌تری از ذینفعان شامل کشاورزان و برنامه‌ریزان می‌باشد.

## منابع

- بزرگ، ح. و افشاری، م.ع. (۱۳۹۱). مدل مدیریت استراتژیک منابع انسانی بوسیله تکنیک تحلیل شبکه فازی (Fuzzy)، ANP و SWOT. سومین کنفرانس مدیریت اجرایی، تهران ۲۴ و ۲۵ مهرماه، صص ۱-۱۷.
- جبل عاملی، ف. و رسولی نژاد، ا. (۱۳۸۹). بکارگیری مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای در رتبه‌بندی شعب بانکی: مطالعه موردی بانک صادرات. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال ۱۸، شماره ۵۵، صص ۱۰۷-۱۲۴.
- حیات غیبی، ف. و کرباسی، ع. (۱۳۹۱). بهره‌گیری از فرایند تحلیل شبکه‌ای در اولویت‌بندی راهبردهای مؤثر بر موفقیت صندوق بیمه محصولات کشاورزی: مطالعه موردی استان چهارمحال و بختیاری. فصلنامه روستا و توسعه، سال ۱۶، شماره ۳، صص ۵۹-۸۱.
- دری، ب. و حمزه‌ای، ا. (۱۳۸۹). تعیین استراتژی به ریسک در مدیریت ریسک به‌وسیله تکنیک ANP (مطالعه موردی: پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان شمالی). مجله مدیریت صنعتی، دوره ۲، شماره ۴، صص ۷۵-۹۲.
- زبردست، ا. (۱۳۸۹). کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، شماره ۴۱، صص ۷۹-۹۰.
- عیسی لو، ع.ا.، ابراهیم‌زاده، ح. و شاهمرادی، ب. (۱۳۹۳). امکان‌سنجی مداخله‌پذیری بافت‌های فرسوده و ناکارآمد شهری با استفاده از مدل فرایند تحلیل شبکه مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر قم. مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۳۴، صص ۵۷-۶۸.
- فرجی سبکبار، ح.، بدری، س.ع. و مطیعی لنگرودی، س.ح. (۱۳۸۹). سنجش میزان پایداری نواحی روستایی بر مبنای مدل تحلیل شبکه، با استفاده از تکنیک بردا مطالعه موردی: نواحی روستایی شهرستان فسا. پژوهش‌های جغرافیایی انسانی، شماره ۷۲، صص ۱۳۵-۱۵۶.
- نسترن، م.، قاسمی، و. و هایزاده‌زرگر، ص. (۱۳۹۲). ارزیابی شاخص‌های پایداری اجتماعی با استفاده از فرایند تحلیل شبکه (ANP). مجله جامعه‌شناسی کاربردی، سال ۲۴، شماره ۳، صص ۱-۱۹.
- Abro, Z. A., Alemu, B. A., and Hanjra, M. A. (2014). Policies for agricultural productivity growth and poverty reduction in rural ethiopia. *World Development*, 59, 461-474.
- Biswas, A. K. (2007). Water as a human right in the MENA region: challenges and opportunities. *Water Resources Development*, 23 (2), 209-225.
- Bozdog, C. E., Kahraman, C., and Ruan, D. (2003). Fuzzy group decision making for selection among computer integrated manufacturing systems. *Computers in Industry*, 51(1), 13-29.
- Brown, C. (2012). *Introduction to water, poverty, and ecology: A vision for sustainability in integrating ecology and poverty reduction*. Springer New York. eBook ISBN: 978-1-4419-0633-5. PP. 109-111.
- Chenoweth, J. (2008). Minimum water requirement for social and economic development. *Desalination*, 229 (1), 245-256.
- Cho, D. I., Ogwang, T., and Opio, C. (2010). Simplifying the water poverty index. *Social indicators research*, 97 (2), 257-267.
- Cook, S. E., Fisher, M. J., Andersson, M. S., Rubiano, J., and Giordano, M. (2009) Water, food and livelihoods in river basins. *Water Intern*, 34 (1), 13-29.
- CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization.) (2013). Water resource assessment. Delivering science and tools to guide the sustainable and responsible management of Australia's water resources. Retrieved from: [www.csiro.au](http://www.csiro.au).
- Douchamps, S., Ayantunde, A., and Barron, J. (2014). Taking stock of forty years of agricultural water management interventions in smallholder systems of Burkina Faso. *Water Resources and Rural Development*, 3, 1-13.
- Dyson, R.G. (2004). Strategic development and SWOT analysis at the university of Warwick. *European Journal of Operational Research*, 152, 631-640.
- Forouzani, M., and Karami, E. (2010). Agricultural water poverty index and sustainability. *Agronomy for Sustainable Development*, 31 (2), 415-431.



- Forouzani, M., Karami, E., and Zamani, Gh. H. (2013). Agricultural water poverty in Marvdasht county, southern Iran. *Water Policy*, 15, 669–690.
- Forouzani, M., Karami, E., Zamani, G. H., and Moghaddam, K. R. (2013). Agricultural water poverty: Using Q-methodology to understand stakeholders' perceptions. *Journal of Arid Environments*, 97, 190-204.
- Forouzani, M., Karami, E., Zibaei, M., and Zamani, G. H. (2012). Agricultural water poverty index for a sustainable world. *Sustainable Agriculture Reviews*, 10, 127-155.
- García-Tejero, I. F., Durán-Zuazo, V. H., Muriel-Fernández, J. L., and Rodríguez-Pleguezuelo, C. R. (2011). *Water and sustainable agriculture*. Springer New York. eBook ISBN: 978-94-007-2091-6. PP. 1-94.
- Hamdy A., Ragab R., and Scarascia-Mugnozza E. (2003) Coping with water scarcity: water saving and increasing water productivity. *Irrigation Drainage*, 52, 3–20.
- Hanjra, M. A., Ferede, T., and Gutta, D. G. (2009). Reducing poverty in sub-Saharan Africa through investments in water and other priorities. *Agricultural Water Management*, 96(7), 1062-1070.
- Huang, Q., Dawe, D., Huang, J., Rozelle, S., and Wang, J. (2005). Irrigation, poverty and inequality in rural China. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 49 (2), 159–175.
- Ioris, A. A., Hunter, C., and Walker, S. (2008). The development and application of water management sustainability indicators in Brazil and Scotland. *Journal of environmental management*, 88(4), 1190-1201.
- Khan, S., Hanjra, M. A., and Mu, J. (2009). Water management and crop production for food security in China: a review. *Agricultural water management*, 96(3), 349-360.
- Kojiri, T. (2008). Importance and necessity of integrated river basin management. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 33(5), 278-283.
- Komnienic, V., Ahlers, R., and Zaag, P. V. D. (2009). Assessing the usefulness of the water poverty index by applying it to a special case: Can one be water poor with high levels of access? *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 34(4), 219-224.
- Leeuwis, C., and Ban, A. (2004). *Communication for rural innovation: Rethinking agricultural extension*. Blackwell Publishers, ISBN:0-632-05249-X. PP 1-412.
- Namara, R. E., Hanjra, M. A., Castillo, G. E., Ravnborg, H. M., Smith, L., and Van Koppen, B. (2010). Agricultural water management and poverty linkages. *Agricultural Water Management*, 97(4), 520-527.
- Rasul, G., and Thapa G. B. (2004). Sustainability of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh: an assessment based on environmental, economic and social perspectives, *Agricultural systems*, 79, 327- 351.
- Rautanen, S. L., and White, P. (2013). Using every drop—experiences of good local water governance and multiple-use water services for food security in far-western Nepal. *Aquatic Procedia*, 1, 120-129.
- Saaty, T. L., and Vargas, L. G. (2013). Decision making with the analytic network process: economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, costs and risks (Vol. 195). ISBN: 978-1-4614-7278-0 .Springer Science & Business Media.
- Salameh, E. (2000). Redefining the water poverty index. *Water International*, 25(3), 469-473.
- Smith, L. E. (2004). Assessment of the contribution of irrigation to poverty reduction and sustainable livelihoods. *International Journal of Water Resources Development*, 20(2), 243-257.
- Song, X. M., Kong, F. Z., and Zhan, C. S. (2011). Assessment of water resources carrying capacity in Tianjin city of China. *Water resources management*, 25(3), 857-873.
- Sullivan, C. (2001). The potential for calculating a meaningful Water poverty index. *Water International*, 26(4), 471-480.
- Sullivan, C. (2002). Calculating a water poverty index. *World development*, 30(7), 1195-1210.
- Sullivan, C. A., Meigh, J. R., Giacomello, T., Fediw, T., Lawrence, P., Samad, M., and Stey, I. (2003). The waterpoverty index: Development and application at the community scale. *Natural Resources Forum*, 27, 189–199.
- Sullivan, C., and Meigh, J. (2003). Considering the water poverty index in the context of poverty alleviation. *Water policy*, 5(5), 513-528.

- Wallace, J. S. (2000). Increasing agricultural water use efficiency to meet future food production. *Agriculture, ecosystems and environment*, 82 (1), 105-119.
- Wilson, C., and Tisdell, C. (2001). Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecological Economic*, 39, 449- 462.
- World Bank. (2008). World development report: Agriculture for development. ISBN-13: 978-0-8213-6807-7. PP 1-25, The World Bank.

## **Comparison Application of the Analytic Network Process (ANP) and Analytic Hierarchy Process (AHP) in Analysis of the Agricultural Water Poverty Index: The Case of Dezful County**

**B. Hemmati, M. Forouzani\* , M. Yazdanpanah and B. Khosravipour<sup>1</sup>**

(Received: Jul, 25. 2015; Accepted: Feb, 3. 2016)

### **Abstract**

Agricultural water poverty, generally, means the scarcity of good quality of water for agriculture. Agricultural water poverty index (AWPI) through a combination of natural, physical, social, economic and institutional factors in agricultural context helps to analyze the agricultural water poverty of each place, according to its situation. This characteristic depends on its ability to take advantage of appropriate weighting techniques by involving the viewpoints of important subjects regarding the issue. In line with this, using Analytical Network Process (ANP) and Analytical Hierarchy Process (AHP) a study was carried out to weighting the components and sub-components of the AWPI in Dezful County. A purposive sample including five agricultural water and soil experts, who showed high academic qualifications and practical experience in Agriculture Jihad Services Centers across Dezful, were selected. They were asked to complete the study questionnaire which contained several paired comparison matrices. The ANP model was constructed according to the original format of the AWPI, in which all the components (5 nodes), criteria (9 nodes) and sub-criteria (27 nodes) were analyzed and weighted using paired comparison. For analyzing of the data collected, Excel, Super Decisions and Expert Choice software were used. Results revealed that the ANP model compared with AHP one is more capable to analyze the Agricultural Water Poverty Index based on the region. In addition, among the effective sub-criteria, drainage system, fertilizer consumption and distances between water source and farm were the most important ones, respectively. On the other hand, upstream lands in water allocation and distribution, land leveling and attending water management classes demonstrated the lowest weight, and also the least important sub-criteria, respectively.

**Keywords:** Water Management, Agricultural Water Poverty Index (AWPI), Analytic Network Process (ANP), Analytic Hierarchy Process (AHP), Dezful County

---

<sup>1</sup>- Former M.Sc. Student, Assistant Professor, Assistant Professor and Associate Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Khuzestan Ramin Agricultural and Natural Resources University, Ahvaz, Iran, respectively.

\*-Corresponding Author, Email: m.forouzani@yahoo.com