

Article Type: Applied Article

نوع مقاله: پژوهش کاربردی

Identification and Prioritization of Factors Affecting Water Scarcity in Kermanshah Province with Analytic Hierarchy Process (AHP)

J. Fathollahi^{1*}, S.M.B. Najafi¹, SH. Farhangian²

1,2-Assistance Professor of Economics and MSc Graduate of Economics, Faculty of Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.

* (Corresponding Author Email: j.fathollahi@razi.ac.ir)

Received: 11-08-2021

Revised: 26-09-2021

Accepted: 30-10-2021

Available Online: 19-03-2022

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر کم‌آبی در استان کرمانشاه با کمک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

جمال فتح‌اللهی^{۱*}، سید محمدباقر نجفی^۱، شیما فرهنگیان^۲

۱-۲- به‌ترتیب استادیار گروه اقتصاد و دانشجوی کارشناسی‌ارشد اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی و تربیتی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

* (نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: j.fathollahi@razi.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۷/۰۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۱۲/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۸

Abstract

Identifying the effective and determining factors of water scarcity in each region is a necessary condition for proper management of water supply and demand and laying the groundwork for adaptation to water scarcity. Although Kermanshah province is not in a crisis situation according to the usual indicators for determining the water crisis, the continuation of the current situation will lead to a crisis and requires a review of the province's water resources management approaches. This research seeks to identify and prioritize the determinants of water scarcity in Kermanshah province in the theoretical framework of institutionalism and with the hierarchical analysis process. For this purpose, with the Delphi method and hierarchical analysis tool, and EXPERT CHOICE software, these factors were identified and prioritized. The results show that contrary to conventional approaches to water resources management, which emphasizes water supply management, the role of demand-side factors in the problem of water shortage in Kermanshah province is much more decisive so that 72.5% of the water shortage problem is explained by these factors. Demand-side factors, respectively, priority and share in water scarcity are: low water productivity in the agricultural sector (0.42), uncontrolled extraction of underground resources (0.21), agricultural production structure (0.13), virtual water exports (0.10), water loss in the route (0.06), water consumption culture (0.05), lack of meter (0.03). On the supply-side, the amount of precipitation (0.38), water budget (0.18), evaporation (0.18), time mismatch between precipitation and consumption (0.13), type of precipitation (0.05), precipitation fluctuation (0.05), and insufficient utilization of gray water (0.03) have the most important role in creating stress, respectively.

Keywords: Water Crisis, Kermanshah Province, Water Productivity, Institutional Economics, Analytic hierarchy process (AHP).

چکیده

شناسایی عوامل موثر و تعیین‌کننده کم‌آبی در هر منطقه شرط لازم برای مدیریت صحیح عرضه و تقاضای آب و بسترسازی برای سازگاری با کم‌آبی است. هرچند استان کرمانشاه بر اساس شاخص‌های متداول تعیین بحران آب در وضعیت بحران قرار ندارد اما تداوم وضع موجود به بحران خواهد رسید و نیازمند بازنگری در رویکردهای مدیریت منابع آب استان است. این پژوهش در چارچوب نظری نهادگرایی و با کمک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی به دنبال شناسایی و اولویت‌بندی عوامل تعیین‌کننده کم‌آبی در استان کرمانشاه است. به این منظور با کمک روش دلفی و ابزار تحلیل سلسله‌مراتبی و نرم‌افزار EXPERT CHOICE این عوامل شناسایی و اولویت‌بندی شد. نتایج حاکی از آن است که برخلاف رویکردهای متعارف مدیریت منابع آب که بیشتر بر مدیریت عرضه آب تأکید می‌شود، نقش عوامل طرف تقاضا در مساله کم‌آبی استان کرمانشاه بسیار تعیین‌کننده‌تر است به طوری که ۷۲/۵ درصد از مساله کم‌آبی توسط این عوامل توضیح داده می‌شود. عوامل طرف تقاضا به ترتیب اولویت و سهم در کم‌آبی عبارتند از: بهره‌وری پایین آب در بخش کشاورزی (۰/۴۲)، برداشت بی‌رویه از منابع زیرزمینی (۰/۲۱)، ساختار تولید بخش کشاورزی (۰/۱۳)، صادرات آب مجازی (۰/۱۰)، اتلاف آب در مسیر (۰/۰۶)، فرهنگ مصرف آب (۰/۰۵)، نداشتن کنتور (۰/۰۳). در طرف عرضه نیز میزان بارش (۰/۳۸)، بیلان آب (۰/۱۸)، تبخیر (۰/۱۸)، عدم تطابق زمانی بارش و مصرف (۰/۱۳)، نوع بارش (۰/۰۵)، نوسان بارش (۰/۰۵) و عدم بهره‌برداری کافی از آب خاکستری (۰/۰۳) به ترتیب بیشترین نقش را در ایجاد تنش دارند.

واژه‌های کلیدی: بحران آب، استان کرمانشاه، بهره‌وری آب، اقتصاد نهادی، تحلیل سلسله‌مراتبی.

آب یکی از مهمترین منابع کمیاب طبیعی است که حیات و بقای انسان به آن وابسته است. بیشتر آب‌های جهان در دریاها و اقیانوس‌ها است. تنها ۲/۵ درصد از آب‌های جهان، شیرین است (Anderson و Guppy، ۲۰۱۷) و ۰/۲۶ درصد از آن قابل دسترس برای استفاده بشر است (Saleth، ۲۰۰۴) که آن هم به طور یکسان بین مردم دنیا توزیع نشده است. بنابراین مدیریت تولید و مصرف آن، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، موضوع مهم و حیاتی است و مدیریت ضعیف منابع آب به‌عنوان یک محدودیت جدی برای توسعه (به‌خصوص برای کشورهای درحال توسعه) عمل می‌کند.

مدیریت منابع آب، در ایران اهمیت به‌سزایی دارد چرا که کشور ایران در کمربند خشک جهان واقع شده است و ۶۱ درصد از مساحت کشور در اقلیم خشک و فراهشک قرار دارد. این رقم در سطح دنیا ۱۹/۶ درصد است (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۹۷). به‌عبارت‌دیگر سهم مساحت مناطق خشک و فراهشک ایران ۳/۱ برابر میانگین درصد جهانی آن است. بنابراین مقابله با کمبود آب و تأمین آب مورد نیاز، همواره یکی از مهمترین دغدغه‌های ایرانیان بوده است. استان کرمانشاه نیز هر چند نسبت به اکثر مناطق کشور ۱/۸ برابر پرباران‌تر است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۷) اما میانگین بارندگی آن از میانگین جهانی کمتر است.

ایران با سرانه ۱۶۰۰ مترمکعب آب شیرین تجدیدپذیر از نظر شاخص فالکن مارک^۱ در آستانه ورود به شرایط تنش آبی است (FAO، ۲۰۱۹). هر چند وضعیت کرمانشاه (با سرانه ۴۶۰۰ مترمکعب) نسبت به کل کشور در حال حاضر تاندازه‌ای مطلوب است اما نسبت به میانگین جهانی-بیش از ۵۷۰۰ مترمکعب (World Bank، ۲۰۲۱) وضعیت مناسبی ندارد و تداوم مصرف بی‌رویه فعلی منجر به ایجاد بحران در آینده نزدیک خواهد شد. بر اساس شاخص سازمان ملل^۲، کل ایران با برداشت ۷۲ درصد از منابع تجدیدپذیر در وضعیت کمبود شدید قرار دارد. در استان کرمانشاه هر چند به دلیل برداشت‌های غیرمجاز، آمار و اطلاعات دقیقی از میزان برداشت آب شیرین (به عنوان درصدی از منابع آب تجدیدپذیر داخلی استان) در دسترس نیست، اما منفی بودن بیلان آب در استان کرمانشاه (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۶) حاکی از آن است که درصد برداشت آب شیرین به‌عنوان درصدی از منابع تجدیدپذیر داخلی آب استان بسیار زیاد است.

وزارت نیرو، از شاخص نسبت آب قابل برنامه‌ریزی (آب برداشتی) به میزان منابع آب تجدیدپذیر به‌عنوان شاخص تعیین‌کننده میزان تنش آبی برای تخصیص آب به حوضه‌های آبریز استفاده می‌کند. محدوده مناسب این شاخص بسته به پارامترهای مختلف

حوضه مانند وضعیت اقلیمی، سرانه آب تجدیدپذیر، وضعیت زیست‌محیطی، درآمد، تنش‌های اجتماعی و ... متفاوت است. ایران جز دسته کشورهای با درآمد متوسط محسوب م شود که در این دسته، درصد برداشت آب نسبت به منابع آب تجدیدپذیر ۱۱/۳ درصد است، درحالی‌که این رقم در ایران در شرایط موجود ۸۶ درصد و بر اساس آب قابل برنامه‌ریزی ابلاغی (با فرض اعمال مدیریت مصارف) حدود ۶۹ درصد است. بر این اساس می‌توان ایران را جز کشورهای با تنش آبی بالا منظور کرد (حیدری، ۱۳۹۹). بنابراین، مساله آب یکی از مهمترین مسائل حال و آینده ایران و استان کرمانشاه است و نیازمند چاره‌جویی برای مدیریت مناسب آن است. مدیریت مناسب نیازمند شناخت ابعاد مساله است. مسئله آب، ابعاد و اثرات متفاوتی دارد و به‌علت اهمیت بالای آن پژوهش‌های بسیاری درباره آن انجام شده است که برخی از مهمترین آنها به شرح زیر است.

ولایتی (۱۳۸۵) به بررسی بحران آب در استان خراسان پرداخته است و به این نتیجه رسید که علت بحران آب در این استان اضافه برداشت‌های مستمری است که به وسیله چاه‌های عمیق صورت می‌گیرد و نه خشکسالی‌ها به تنهایی؛ اگرچه خشکسالی‌ها نیز در این بحران نقش دارند. بحران آب در ایران و جهان عنوان پژوهش دیگری است که توسط بران و هنربخش (۱۳۸۷) انجام شده است. در این مقاله علاوه بر معرفی شاخص‌های تعیین بحران آب به بیان مهمترین چالش‌های امروز آب جهان و ایران در خصوص دسترسی به منابع آب پایدار می‌پردازد و در نهایت راهکارهایی برای مقابله و پیشگیری از وقوع شرایط نامطلوب اجتماعی، سیاسی و اقتصادی ناشی از مدیریت ضعیف و استفاده غیربهبین از این منبع حیاتی، ارائه می‌کند.

محمدجانی و یزدانیان (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای با بررسی شاخص‌های بین‌المللی آب و چشم‌انداز بحران آب در جهان در افق سال ۲۰۵۰ ابعاد بحران آب در کشور از منظر عرضه و تقاضا را بررسی کردند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد ایران در وضعیت «بحران شدید آب» قرار دارد. چالش‌های مرتبط با طرف عرضه عبارتند از: افت بارندگی در مقایسه با روند بلندمدت، افت حجم جریان‌های سطحی آب در کشور نسبت به روند بلندمدت، بهره‌برداری بی‌رویه و افت منابع آب‌های زیرزمینی، نبود مدیریت کارآمد چاه‌های کشور، وضعیت دشت‌های کشور به‌عنوان شاخص بحران آب، توزیع نامتقارن منطقه‌ای منابع آب و بارندگی در کشور، مهار آب‌های سطحی از طریق ایجاد سد، پدیده‌های طبیعی خشکسالی، انتشار پساب‌های صنعتی، کشاورزی و شهری. بر اساس یافته‌های این پژوهش چالش‌های مرتبط با تقاضای آب عبارتند از: بهره‌وری پایین آب در بخش کشاورزی، ساختار نظام مالکیت در بخش کشاورزی و تأثیر آن بر بهره‌وری آب، سطح سواد پایین بهره‌برداران و تأثیر آن بر بهره‌وری آب، قیمت یارانه‌ای آب در بخش کشاورزی، رشد جمعیت

و افزایش تقاضا برای منابع آب کشور، نبود شناخت کافی اهمیت استفاده از تجارت آب مجازی در مدیریت منابع آب کشور، الگوی نادرست مصرف و هدر رفت آب در مرحله انتقال از مبادی عرضه تا مصرف کننده نهایی، تفکیک نشدن آب شرب و بهداشتی، استقرار صنایع پر مصرف آب در مناطق مرکزی و کویری و همسویی پیک مصرف آب و برق در تابستان. مهکویی (۱۳۹۶) با روش توصیفی به بررسی وضعیت منابع آب به‌ویژه آب شیرین و کمبود آن در کشورهای اسلامی منتخب پرداخت و به این نتیجه رسید در برخی کشورهای اسلامی به‌ویژه ایران، منابع آب شیرین و قابل استفاده برای مردم در وضعیت مناسبی قرار ندارد.

قربانی‌سپهر و همکاران (۱۳۹۸) علاوه بر تصویرسازی از مفهوم بحران آب و آلودگی آن، به تشریح و تبیین بحران آب در ایران و راه‌های مقابله به آن پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که مهار بحران آب در ایران مستلزم مدیریت یکپارچه در زمینه حفظ و توزیع منابع آبی در کشور است. همچنین تشکیل هسته‌های پژوهشی متشکل از نخبگان و اساتید و فرهنگ‌سازی در بین ساکنین شهرهای ایران به‌ویژه شهرهای خشک می‌تواند به حل بحران آب در ایران کمک کند. اسکوهی و کاظمی (۱۴۰۰) به

مواد و روش

روش تجزیه و تحلیل در این پژوهش توصیفی-تحلیلی است. بخشی از داده‌های مورد نیاز به صورت کتابخانه‌ای و بخشی از طریق مصاحبه با کارشناسان جمع‌آوری می‌شود. چارچوب نظری مورد استفاده، اقتصاد نهادی است. اقتصاد نهادی به‌عنوان خانواده‌ای از نظریه‌ها است که وجه اشتراک آن‌ها «مهم دانستن توجه به نهادها» در مطالعه اقتصاد است (چاونس، ۱۳۹۰). به‌طور کلی می‌توان گفت؛ پایه و اساس سیاست‌گذاری‌ها در علم اقتصاد بر دو پارادایم متفاوت بنا گذاشته می‌شود: پارادایم نئوکلاسیک که قیمت را مهمترین عامل تخصیص بهینه منابع معرفی می‌کند و اعتقاد بر آن است که شرط لازم و کافی برای عملکرد صحیح اقتصادی، قیمت‌های صحیح است. در این چهارچوب، اصلاح قیمت آب، راه‌حل مشکل کمیابی تلقی می‌شود. بر اساس دومین پارادایم، نهادها، تعیین‌کننده عملکرد اقتصادی هستند و قیمت هم یکی از این نهادها است. از نظر نورث، نهادها عبارتند از قیود و محدودیت‌هایی که توسط بشر شکل گرفته‌اند و با تعیین ساختار انگیزشی و تعاملات انسانی عملکرد اقتصادی جوامع را رقم می‌زنند (North، ۱۹۹۰ و ۱۹۹۳). این محدودیت‌ها دربرگیرنده نهادهای رسمی، نهادهای غیررسمی و نحوه اجرای آن‌ها است. بر اساس آموزه‌های این مکتب اقتصادی، مساله کم‌آبی، از طریق اصلاح نهادهای مرتبط که قیمت هم می‌تواند یکی از آنها باشد، قابل مدیریت است.

تحلیل و بررسی نظریه‌های حکمرانی و مدیریت منابع آب ایران پرداخته و نتیجه گرفتند که ضرورت دارد مردم هر کشوری باتوجه به شرایط خودشان به تدوین شیوه حکمرانی و مدیریت منابع آب بپردازند.

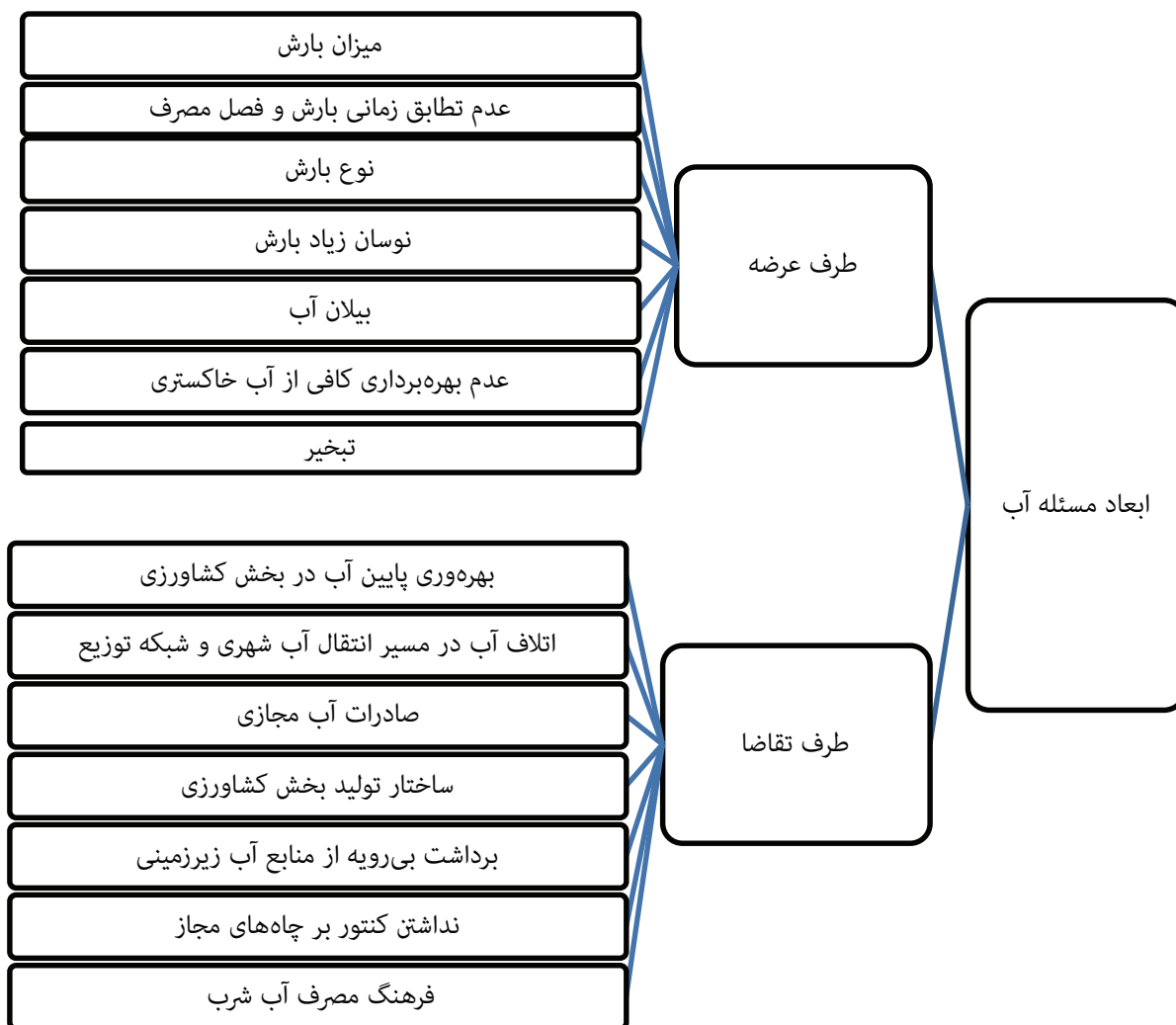
بررسی مطالعات انجام شده حاکی از آن است که عوامل موثر بر کم‌آبی یا ابعاد مساله آب در استان کرمانشاه بررسی نشده است. از طرفی، هر چند پژوهش‌های انجام شده به طور پراکنده برخی از ابعاد مساله آب را به‌طور کلی بررسی کرده‌اند اما هیچ‌یک بر شناسایی و اولویت‌بندی مجموعه این ابعاد در ارتباط با استان کرمانشاه متمرکز نشده‌اند. از این رو، هدف اصلی این مقاله شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر کم‌آبی و ابعاد و جنبه‌های گوناگون مساله آب در استان کرمانشاه به‌منظور بسترسازی برای سیاست‌گذاری بهینه در راستای حل مساله آب و سازگاری با کم‌آبی در این منطقه است. نوآوری این تحقیق، توجه به نقش نهادها در مواجهه با تنش آبی و یافتن راه‌های سازگاری با کم‌آبی است. نهادها از مجرای بهره‌وری و فرهنگ مصرفی، که هر دو به شدت تابع نهادها هستند، بر راهبردهای سازگاری با کم‌آبی تأثیرگذارند.

در چهارچوب نظری اقتصاد نهادی، با جمع‌آوری و ارائه اطلاعات، تلاش می‌شود عوامل نهادی، سازمانی، فناوری و تکنولوژیکی مؤثر بر مساله آب در استان کرمانشاه استخراج شود. به این منظور ابتدا بر اساس چهارچوب تحلیل اقتصادی که موجودیت پدیده‌های اقتصادی را در دو سمت عرضه و تقاضا بررسی می‌کند، ابعاد مساله آب به عوامل طرف عرضه و عوامل طرف تقاضای آب تقسیم شد. با مطالعه اسناد مطالعات جامع منابع آب استان و برخی پژوهش‌های مرتبط و نیز بحث و گفتگو با کارشناسان واحد مطالعات شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه، عوامل سمت عرضه و تقاضای آب به شرح شکل (۱) تعیین شد. این ابعاد از طریق پیمایش دلفی ۳ نفر از صاحب‌نظران رشته اقتصاد و مهندسی منابع آب، پالایش شد. برای اولویت‌بندی این ابعاد، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۴ استفاده شد.

تصمیم‌گیری توسط تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در چهار گام اصلی شامل؛ تعریف هدف، ترسیم سلسله مراتب تصمیم، تشکیل ماتریس‌های مقایسه زوجی و محاسبه وزن معیارها و تعیین اولویت‌بندی کلی تعریف شده است (Saaty، ۲۰۰۸). در این پژوهش، هدف، اولویت‌بندی عوامل موثر بر کم‌آبی در استان کرمانشاه است. در سطح اول سلسله مراتب، عوامل طرف عرضه و عوامل طرف تقاضا قرار می‌گیرد. عوامل موثر بر طرف عرضه و عوامل تعیین‌کننده طرف تقاضا طبق نمودار (۱) در سطح دوم سلسله مراتب قرار می‌گیرد. مقایسه‌های زوجی بر اساس مقیاس استاندارد ۹ درجه‌ای ساعتی^۵ صورت می‌گیرد (Nguyen، ۲۰۱۴).

برای استخراج وزن هر معیار از پرسشنامه مقایسات زوجی استفاده شد. این پرسشنامه‌ها توسط گروه متمرکز صاحب‌نظران موضوع آب در استان تکمیل شد. بر اساس ارزیابی انجام شده از کارشناسان دستگاه‌های اجرایی مرتبط با موضوع (جهاد کشاورزی، شرکت سهامی آب منطقه ای کرمانشاه و شرکت آب و فاضلاب استان کرمانشاه) و بررسی‌های میدانی محققین، اعضای گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی، به‌عنوان

کارشناسان خبره مرتبط با موضوع انتخاب شدند. پرسشنامه‌های مقایسه زوجی از طریق مصاحبه حضوری تکمیل و نتایج با کمک نرم‌افزار EXPERT CHOICE استخراج شد. تعداد مصاحبه شونده‌گان از طریق نرخ ناسازگاری تعیین شد. به این صورت که تعداد مصاحبه‌ها تا تثبیت نرخ ناسازگاری ادامه یافت. این نرخ از پرسشنامه چهارم به پنجم تغییرات اندکی را نشان می‌داد. بنابراین تعداد مصاحبه شونده‌گان ۵ نفر تعیین شد.



شکل ۱- سلسله مراتب ابعاد مسئله آب در استان کرمانشاه

نتایج و بحث

طبق نظرات کارشناسان، تنش آب در استان کرمانشاه وجود دارد و عوامل طرف تقاضای آب، بیشترین نقش را در ایجاد تنش آبی دارند. براساس مجموع نظر متخصصان و کارشناسان، ۷۲/۵ درصد

از تنش آب در استان کرمانشاه به طرف تقاضای آب و ۲۷/۵ درصد به طرف عرضه آب مربوط می‌شود. بنابراین راه‌حل کم‌آبی را باید بیشتر در عوامل طرف تقاضا جستجو کرد. در دنیا نیز، مدیریت منابع آب به سمت عوامل طرف تقاضا جهت گیری شده است (Wu و همکاران، ۲۰۲۱؛ Huang و همکاران، ۲۰۲۱). چرا که عرضه

آب، تقریباً مقدار ثابتی است و با ذخیره دانش فعلی بشر، افزایش عرضه، چندان مقرون به صرفه نیست و تنها باعث تحمیل هزینه‌های زیست‌محیطی بر جامعه می‌شود. درخشان و عمرانیان خراسانی (۱۳۹۸) بیان کردند افزایش عرضه آب از طریق اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی خسارات جبران‌ناپذیری همچون فرونشست، شور شدن آب‌خانه بر اثر شوری برداشت خودالقایی، کاهش منابع آب سطحی و نابودی چمنه و قنوات را تحمیل می‌کند.

در طرف تقاضا، بهره‌وری پایین آب در بخش کشاورزی، بیشترین تاثیر را در تنش آبی استان دارد به طوری که این متغیر به تنهایی ۳۱ درصد ($42/4 \times 72/5$) از تنش آبی را توضیح می‌دهد. بر اساس داده‌های بانک جهانی، تولید ناخالص داخلی به ازای هر متر مکعب آب مصرفی، در حدود ۶ دلار به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ می‌باشد که بسیار کمتر از میانگین جهانی آن (۲۰ دلار در هر متر مکعب) است (World Bank, ۲۰۲۱). بخش کشاورزی استان کرمانشاه نیز سالانه بیش از ۱۴۱۷ میلیون مترمکعب (۸۱ درصد کل مصرف آب استان) آب مصرف می‌کند (شرکت آب منطقه‌ای کرمانشاه، ۱۳۹۸). در سال ۱۳۹۷ ارزش افزوده این بخش ۱۲۳۱۵ میلیارد ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰) بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۰). بنابراین بهره‌وری آب کشاورزی در این استان ۸۶۹۰ ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰) به ازای هر متر مکعب آب مصرفی در این بخش است. به عبارت دیگر هر یک لیتر آب مصرفی در بخش کشاورزی، تنها ۹ ریال ارزش افزوده ایجاد می‌کند. مقایسه این رقم با قیمت یک لیتر آب آشامیدنی، حاکی از شدت ناکارایی مصرف آب در این بخش است. توکلی و جمینی (۱۳۹۴) از مطالعات خود نتیجه می‌گیرند که تلاش برای افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین بخش مصرف‌کننده آب می‌تواند تا حد زیادی مشکل تنش آب را برطرف نماید. پژوهش طاهرآبادی و همکاران (۱۳۹۵) نیز نظام آبیاری سنتی و کمبود سرمایه‌گذاری برای آبیاری نوین، عدم همکاری پیوسته بین کشاورزان و سازمان‌های دولتی در همه زمینه‌ها و نبود آگاهی کافی در کشاورزان را به عنوان مهمترین دلایل بهره‌وری پایین آب در بخش کشاورزی معرفی می‌کند. ماهیت مساله بهره‌وری پایین آب به نوعی است که دارای روابط علی با نهادهای مختلف می‌باشد. در نتیجه شناخت عمیق آن نیازمند کاربست روش تحلیل نهادی و شناخت نهادهای موثر بر سطح آن می‌باشد. چهارچوب نظری اقتصاد نهادی برای ادراک و تبیین مساله بهره‌وری، از تحلیل توصیفی-علی روابط نهادی بهره می‌گیرد و به دنبال تبیین سازوکارها و علل نهادی تأثیرگذار بر مساله است. Yu (۲۰۰۵) هم آثار متقابل نهادها و بهره‌وری آب در بخش کشاورزی را تایید می‌کند و Manish (۲۰۰۹) توجه به فرهنگ و تاریخ را در مدیریت منابع آب تاکید می‌نماید.

برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی با فاصله ۵۰ درصدی به

لحاظ تاثیر در تنش آبی (با رقم ۰/۲۱) با عامل قبلی (بهره‌وری آب) در رتبه بعدی قرار دارد. بر اساس آمار شرکت آب منطقه‌ای در استان کرمانشاه در مجموع ۱۸۲۱۹ حلقه چاه وجود دارد که سالانه حدود ۱/۳ میلیارد مترمکعب آب برداشت می‌شود. از این میزان، تعداد ۱۱۵۱۹ حلقه چاه مجاز است که حجم برداشت سالانه از این چاه‌ها ۹۲۴ میلیون مترمکعب است. حجم برداشت از چاه‌های غیرمجاز ۳۶۲ میلیون مترمکعب از ۶۷۰۰ چاه غیرمجاز است (شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه، ۱۳۹۸). به عبارت دیگر ۳۷ درصد از چاه‌های استان غیرمجاز است. بنابراین حدود ۳۰ درصد برداشت از منابع زیرزمینی، قابل مدیریت نیست. چاه‌های غیرمجاز و برداشت بی‌رویه، امکان مدیریت این منابع را از بین می‌برد. از طرفی مسدود کردن چاه‌های غیرمجاز و ایجاد محدودیت در برداشت آب‌های زیرزمینی هم ممکن است معیشت روستاییان را با مشکل مواجه سازد. بنابراین کاهش چاه‌های غیرمجاز و جلوگیری از برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی نیازمند برنامه‌ریزی برای اصلاح الگوی کسب‌وکار و معیشت و اشتغال روستاییان است. ارائه هرگونه راه‌حل برای این بخش از مساله نیز مستلزم توجه به نهادهای موجود در روستا است.

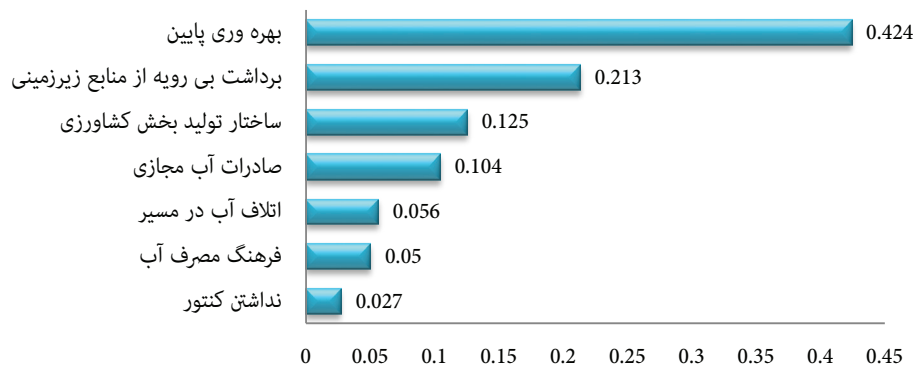
ساختار تولید بخش کشاورزی و صادرات آب مجازی با فاصله کمی از یکدیگر در اولویت‌های سوم و چهارم به لحاظ اثرگذاری در تنش آبی قرار دارند. منظور از ساختار تولید، مهمترین زیربخش‌ها به لحاظ سهم ارزش افزوده، مهمترین محصولات تولیدی و شیوه تولید این محصولات است. در بخش کشاورزی استان، نخست: زیربخش زراعت و باغداری بیشترین سهم (۸۰ درصد) را به خود اختصاص می‌دهد. دوم عمده محصولات تولیدی این زیربخش نیز محصولات آب‌بر است و به روش سنتی آبیاری می‌شود (سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۶). ساختار تولید بخش کشاورزی عمدتاً متأثر از سیاست‌های سطح ملی است و اصلاح آن زمان‌بر است. مجموعه‌ای از سیاست‌های قیمتی و اصلاحات نهادی می‌تواند منجر به اصلاح این ساختار شود.

خالص ورود و خروج آب از کشور (صادرات آب مجازی) و در نتیجه استان‌های کشور، بعد دیگر مدیریت منابع آب است. پژوهش‌های انجام شده حاکی از آن است که در سال ۱۳۹۵ خالص صادرات آب مجازی کشور ۵۵۶۳ میلیون مترمکعب بوده است (بانویی و همکاران، ۱۳۹۵). خالص آب مجازی خارج شده از سطح شهرستان‌های حوضه آبریز کرخه (یکی از دو حوضه آبریز استان کرمانشاه) به سایر مناطق ۴۰۸۵ میلیون مترمکعب تخمین زده شده است (حسین‌تبار، ۱۳۹۳). بنابراین هم در سطح کشور و هم در استان کرمانشاه، خالص صادرات آب مجازی مثبت است. در حالی که کشورها یا مناطقی که با مشکل کمیابی مواجه هستند، باید تولید و یا صادرات کالاها با محتوای آب مجازی زیاد را کاهش داده و کاهش تولید این محصولات را با واردات از

کشورها یا مناطقی که کمبود آب ندارند، جبران نمایند (کیانی، ۱۳۹۶). استراتژی‌های متفاوتی را می‌توان برای تولید محصولات بیشتر و مقرون به صرفه‌تر با وجود مصرف آب کمتر به کار برد (Faramarzi و همکاران، ۲۰۱۰) که یکی از این استراتژی‌ها پیدا کردن ارزش اقتصادی محصولاتی است که آب مجازی زیادی دارند و تلاش شود صادرات آب مجازی از این طریق مقرون به صرفه‌تر شود (رنجبر و فتوکیان، ۱۳۹۶). پس لازم است که نسبت به صادرات کالاها یا محصولات کشاورزی آب بر حساس بود و با دقت زیادی عمل کرد. به عنوان مثال بخش قابل توجهی از تقاضای آب در استان کرمانشاه، از صادرات اسیدسیتریک، انرژی برق، گوجه‌فرنگی، رب گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و ... مشتق می‌شود و مدیریت صادرات این محصولات باید بخشی از برنامه مدیریت منابع آب استان باشد.

از نظر صاحب‌نظران، اتلاف آب در مسیر انتقال و فرهنگ مصرف آب تقریباً به یک اندازه در تنش آبی موثرند و عدم نصب کنتور کمترین نقش را در ایجاد تنش آبی دارد (شکل ۲). به طور متوسط از کل آب شرب تولیدی کشور ۳۰ درصد آن هدر می‌رود (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۶). این مقدار با میزان هدررفت آب در کشور ترکیه که پرآب‌تر از ایران می‌باشد،

برابر است (World Bank، ۲۰۲۱). میزان هدررفت آب در استان کرمانشاه از میانگین کشور نیز بیشتر است؛ به طوری که میزان هدررفت آب شرب شهری طی دوره (۹۴-۱۳۹۰) به ۴۵ درصد رسیده است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۶). الگوی مصرف آب شرب نیز بسیار غیرمعمولانه است و از سرانه مصرف آب شرب کشورهای پربابی مانند اعضای اتحادی اروپا نیز بیشتر است. شواهد آماری حاکی از آن است که بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸ مصرف روزانه مصرف‌کنندگان خانگی اتحادیه اروپا نزدیک به ۴۸ مترمکعب در سال بوده است. در حالی که رقم مشابه برای ایران بیش از ۷۵ مترمکعب و برای استان کرمانشاه بیش از ۶۶ مترمکعب تخمین زده می‌شود^۷ (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۶). این دو بعد تا حدودی به همدیگر هم مرتبط هستند. چرا که حساسیت فرهنگ عمومی به اسراف آب و تبدیل آن به خواست عمومی، می‌تواند تصمیمات مدیران را تحت تأثیر قرار داده و منجر به اصلاح شبکه توزیع و کاهش اتلاف آب شود. اصلاحات فرهنگی و توجیه کشاورزان نسبت به تبعات ادامه برداشت‌های بی‌رویه از منابع زیرزمینی، به افزایش استقبال از نصب کنتور بر چاه‌های آب در بخش کشاورزی نیز کمک می‌کند.



شکل ۲- اولویت‌بندی عوامل طرف تقاضای آب (خروجی نرم‌افزار EXPERT CHOICE)

همچنان که قبلاً بیان شد، به طور کلی نقش عوامل طرف عرضه در کم‌آبی، تنها ۲۷/۵ درصد است. در بین عوامل طرف عرضه، میزان بارش‌ها با ۳۸ درصد بیشترین نقش را در عرضه آب دارد. به عبارت دیگر تنها ۱۰ درصد (۲۷/۵×۰/۳۸) از کل مساله آب استان به کاهش بارش‌ها مرتبط است. هرچند متوسط بلندمدت بارش استان کرمانشاه با ۴۷۴ میلی‌متر نزدیک به دو برابر میانگین کشوری است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۸) اما با توجه به اینکه حدود ۴۶ درصد از بارندگی استان به خارج از کشور (عراق) منتقل می‌شود (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۶)، میزان نزولات جوی در دسترس هر نفر جمعیت استان کرمانشاه کم‌و بیش با مقدار مشابه در کل کشور برابر است. بر اساس مطالعات آمایش استان

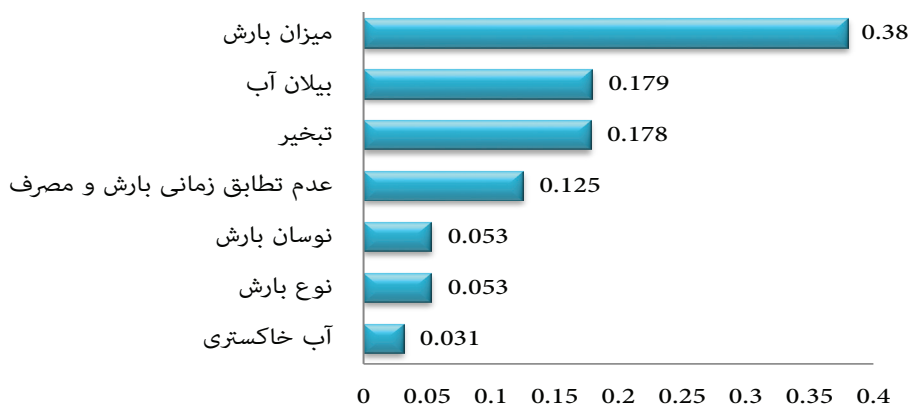
کرمانشاه، میانگین بارش طی بازه زمانی ۳۰ ساله منتهی با ۱۳۹۳ کمتر از ۲ میلی‌متر در سال کاهش داشته است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۷). کمتر بودن میزان بارش‌ها نسبت به میانگین جهانی به همراه عدم تطابق فصل بارش و فصل کشت محصولات کشاورزی، نوع و نوسان آنها که در رتبه‌های بعدی عوامل طرف عرضه قرار دارند و روی هم حدود ۶۰ درصد عوامل طرف عرضه را تشکیل می‌دهند، منجر به کاهش جریان‌های طبیعی عرضه آب می‌شود.

بیلان منفی آب و تبخیر هر کدام با سهم ۱۸ درصدی در عرضه و سهم ۵ درصدی در تنش آبی استان، در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بیلان عمومی آب به عنوان تراز بین عوامل ورودی و خروجی آب

زیرزمینی در محدوده استان کرمانشاه، منفی و برابر ۳۸- میلیون مترمکعب است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۷). به عبارت دیگر سالانه ۳۸ میلیون متر مکعب از حجم ذخایر زیرزمینی استان کاسته می‌شود. این امر باعث افت ۱۲/۵ متری سطح آب‌های زیرزمینی استان شده است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۶). تبخیر، عامل سوم تعیین‌کننده طرف عرضه با ضریب اهمیت ۱۸ درصد است. مطالعات انجام شده حاکی از آن است که میانگین تبخیر و تعرق سالیانه در سطح استان کرمانشاه حدود ۲۱۳۸/۲ میلی‌متر در سال است که نزدیک به ۴/۵ برابر مقدار بارش سالیانه (۴۷۲/۸ میلی‌متر) می‌باشد (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۶) درحالی‌که میزان تبخیر در سطح کشور سه برابر میانگین بارش در کشور است (بانویی و همکاران، ۱۳۹۵). این به این معنی است که نسبت تبخیر به بارش در کرمانشاه از میانگین کشوری بالاتر است.

عدم تطابق فصل بارش و مصرف با ضریب ۱۲/۵ درصد پس از بیلان آب و تبخیر در رتبه چهارم عوامل موثر بر عرضه آب قرار دارد. فصل بارش در ایران و استان کرمانشاه فصول پاییز و زمستان است. اما اوج فصل مصرف آب، تابستان است؛ زیرا در تابستان به علت فعالیت‌های کشاورزی و افزایش دمای هوا بیشترین مصرف آب رخ می‌دهد که باعث ناهماهنگی عرضه با تقاضای آب می‌شود. نوع بارش و نوسان آن هر کدام با سهم ۵ درصدی در رتبه‌های بعدی به لحاظ قدرت تعیین‌کنندگی در میزان عرضه آب قرار گرفته‌است. در سال‌های اخیر در جهان و ایران پدیده گرمایش زمین و افزایش گازهای گلخانه‌ای موجب تغییر اقلیم و تاثیر بر نوع بارش شده است (آذرخشی و همکاران، ۱۳۸۹). پژوهش‌ها حاکی از افزایش معنی‌دار پارامترهای دمایی در کشور و استان است (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۶، معصوم‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). این امر باعث کاهش بارش‌ها به صورت برف- که ماندگاری بالاتری برای نفوذ به سفره‌های زیرزمینی دارد- در رژیم بارندگی کشور و استان شده است. نوسان‌های زیاد در میزان بارش سال‌های متفاوت در کشور و استان کرمانشاه و

کاهش آن در سال‌های اخیر نسبت به میانگین درازمدت، نگرانی برای مسئله آب را افزایش می‌دهد. میانگین بارندگی بلندمدت کشور طی دوره ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳ از ۰/۴۱ تا ۱/۲۶ میزان بلندمدت در نوسان است. میانگین بارندگی بلندمدت استان کرمانشاه ۱/۸ برابر میانگین بلندمدت کشور است اما نوسان آن طی سال‌های مورد بررسی زیاد است و از ۰/۴۷ مقدار بلندمدت استان در سال ۱۳۸۴ تا ۱/۴ برابر در سال ۱۳۸۳ متغیر است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۷). از آنجاکه تغییر در میزان، نوع و زمان بارش بسیار پر هزینه و تقریباً امکان‌ناپذیر است، از طرفی نقش این عوامل هم در ایجاد شرایط کم‌آبی فعلی، نسبت به عوامل طرف تقاضا، بسیار کم است؛ بنابراین در مدیریت منابع آب، به جای عوامل عرضه، باید طرف تقاضا را هدف‌گیری نمود. بهره‌برداری اندک از آب خاکستری هم با نقش ۳ درصدی در رتبه آخر عوامل تعیین‌کننده عرضه آب قرار دارد (شکل ۳). بر اساس گزارش‌های منتشر شده شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور (۱۴۰۰)، نسبت ظرفیت در دست بهره‌برداری تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به حجم فاضلاب جمع‌آوری شده در شبانه‌روز به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری ظرفیت استفاده از آب خاکستری در استان کرمانشاه کمتر از ۳۹ درصد است. رقم مشابه در سطح کشور ۹۳/۵ درصد و برای استان کردستان-به‌عنوان یکی از استان‌های همجوار که دارای میانگین بارندگی بیشتری نسبت به استان کرمانشاه است- ۱۰۰ درصد است (شرکت آب منطقه‌ای استان کردستان، ۱۴۰۰ و شرکت آب منطقه‌ای کرمانشاه، ۱۴۰۰). به عبارت دیگر در سطح کشور به صورت میانگین می‌توان ۹۳ درصد از فاضلاب جمع‌آوری شده را تصفیه نمود در صورتی که در استان کرمانشاه بر اساس ظرفیت در دست بهره‌برداری، تنها ۳۹ درصد از فاضلاب جمع‌آوری شده قابل تصفیه است. این رقم برای استان کردستان ۱۰۰ درصد است. بنابراین در استان کرمانشاه در هر شبانه‌روز به ازای هر نفر جمعیت استان، ۸۵ لیتر فاضلاب در طبیعت رها می‌شود. ارقام مشابه برای کل کشور ۴/۵ لیتر و برای استان کردستان ۱ لیتر است (شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، ۱۴۰۰).



شکل ۳- اولویت‌بندی عوامل طرف عرضه آب (خروجی نرم‌افزار EXPERT CHOICE)

بررسی وجود مشکل در بخش آب بر اساس تعاریف استاندارد بحران آب بدون لحاظ شرایط خاص هر منطقه از جمله پراکندگی زمانی و مکانی بارش‌ها، نوع بارش‌ها، و ... باعث اشتباه در بیان واقعیت مسئله آب می‌شود و ممکن است منشأ سوءتفاهمات فراوان شود. در این پژوهش به منظور تبیین مسأله کم‌آبی، به کمک چارچوب نظری اقتصاد نهادی، تلاش شد توانایی تحلیل مسأله در استان کرمانشاه بسط داده شود. ضرورت بسط شاخص‌های تعیین بحران آب متناسب با شرایط استان در این چهارچوب نظری قابل فهم است. به‌عنوان مثال کوتاه‌تر کردن دوره زمانی محاسبه شاخص‌های تعیین بحران آب، خطای تقلیل‌گرایی را کاهش می‌دهد و می‌تواند به واقعی‌تر شدن شاخص‌ها کمک کند.

عدم تعادل در منابع آبی، به‌عنوان یکی از چالش‌های بزرگ کشور، پیامد عدم تعادل در عرضه و تقاضای آب در کشور است. عرضه آب تقریباً ثابت است و تقاضای آب، به شدت تابع نهادها و فناوری است. بنابراین تجزیه و تحلیل تقاضای آب، که بخش بسیار اساسی هدف تعادل در منابع آب را تشکیل می‌دهد، با بحث نهادها، فرهنگ و فناوری، آمیخته شده است و ادراک عمیق آن‌ها نیازمند استفاده از چهارچوب نظری دارای توانایی روشمند برای تجزیه و تحلیل نقش نهادها و فناوری است. چهارچوب نظری شناخته شده در این زمینه، چهارچوب نظری اقتصاد نهادی است.

بر اساس نتایج این پژوهش، در استان کرمانشاه، نقش عوامل طرف تقاضا در کم‌آبی بسیار بیشتر از عوامل طرف عرضه است. به عبارت دیگر، افزایش شدید مصرف آب (تقاضای آب) عمده‌ترین عامل در ایجاد زمینه تنش آبی است. باتوجه‌به اینکه که آب نیز مانند بقیه کالاها، دارای عرضه و تقاضا است، بیشتر چنین تصور می‌شود که می‌توان روی عرضه هم تدبیر کرد. درحالی‌که باتوجه‌به وضعیت کم‌ویش ثابت عرضه آب، اقدامات صورت گرفته در راستای افزایش در میزان عرضه آب، تنها هزینه‌های محیط‌زیستی را بر جامعه تحمیل کرده است و منجر به حل مسأله کم‌آبی نشده است. بنابراین باید انرژی را روی عوامل طرف تقاضا متمرکز نمود. عواملی از قبیل بهبود بهره‌وری آب در بخش کشاورزی، فرهنگ‌سازی برای پذیرش نصب کنتور بر چاه‌های آب کشاورزی و جلوگیری از برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی به‌منظور کنترل بیلان آب، برنامه‌ریزی برای اصلاح ساختار تولید در بخش کشاورزی به سمت محصولات سازگار با کم‌آبی و دارای ارزش افزوده به جای تاکید بر خودکفایی در تولید محصولات آب‌بر، اصلاح سیاست‌های تجارت خارجی در بخش محصولات کشاورزی به‌منظور کنترل تجارت مجازی آب و برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری بیشتر از آب خاکستری.

۱- براساس شاخص فالکن مارک، کشورهایی که دارای سرانه آب تجدیدپذیر بیش از ۱۷۰۰ مترمکعب در سال هستند بحران آب ندارند، کشورهایی که سرانه منابع آب تجدیدپذیر بین ۱۰۰۰ تا ۱۷۰۰ مترمکعب دارند، کشورهایی با «تنش آبی» و کشورهایی که سرانه آب تجدیدپذیر کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب در سال دارند، کشورهایی با «کمبود آب» هستند (Falkenmark و همکاران، ۱۹۸۹).

2-Food and Agriculture Organization of the United Nation

۳- بر اساس این شاخص، هرگاه نسبت برداشت آب به کل منابع آب تجدیدپذیر کشور بیشتر از ۴۰ درصد باشد این کشور با بحران شدید مواجه است. اگر این نسبت بین ۲۰ تا ۴۰ درصد باشد بحران در وضعیت متوسط، اگر بین ۱۰ تا ۲۰ درصد باشد بحران در حد متعادل و برای مقادیر کمتر از ۱۰ درصد بدون بحران گفته می‌شود (Brown & Matlock, ۲۰۱۱).

4-Analytic Hierarchy Process (AHP)

5-Saaty

۶- بخش کشاورزی ایران، با مصرف ۸۵۶۷۲ میلیون متر مکعب آب (شرکت آب منطقه ای کرمانشاه، ۱۳۹۸) ۴۵۴۵۷۸ میلیارد ریال ارزش افزوده تولید می‌کند (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۰). بنابراین میانگین بهره‌وری آب مصرفی بخش کشاورزی کشور، ۵۳۰۶ ریال بر متر مکعب است.

۷- لازم به ذکر است؛ داده‌های استفاده شده برای میانگین مصرف آب، میزان فروش آب شرب است. در استان کرمانشاه به دلیل وجود چشمه‌های زیاد و بالابودن سطح آب‌های زیرزمینی در برخی مناطق، بخشی از آب شرب مصرفی توسط چشمه‌ها و چاه‌های خانگی تأمین می‌شود، بنابراین میزان فروش آب در استان کرمانشاه، میزان مصرف واقعی آب را کمتر از کشور تخمین می‌زند.

منابع

- آذرخشی، م.، فرزادمهر، ج.، اصلاح، م. و صحابی، ح. ۱۳۸۹. بررسی روند تغییرات سالانه و فصلی بارش و پارامترهای دما در مناطق مختلف آب و هوایی ایران. نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ۱(۱): ۱۶-۱.
- اسکوهی، م. و اسماعیلی، ک. ۱۴۰۰. تحلیلی بر نظریه‌های حکمرانی و مدیریت منابع آب در ایران. آب و توسعه پایدار، ۱(۱): ۱-۱۰.
- بانویی، ع. ا.، ذاکری، ز.، مؤمنی، م. و اسفندیاری کلونکن، م. ۱۳۹۵.

- شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور. ۱۴۰۰. سالنامه آماری سال ۱۳۹۸ صنعت آب و فاضلاب بخش شهری. <https://www.nww.ir/statistics-and-information> (بازدید ۱۴۰۰/۰۶/۲۵).
- طاهرآبادی، ف.، معتمد، م.ک.، خالدیان، م.ر. ۱۳۹۵. تحلیل موانع و مشکلات مدیریت آب کشاورزی در دستیابی به توسعه پایدار؛ مورد: شهرستان‌های کنگاور و صحنه در استان کرمانشاه. اقتصاد فضا و توسعه روستایی، ۵(۱۷): ۵۷-۷۰.
- قربانی سپهر، آ.، متقی، ا. و یوسفی شانوری، م. ۱۳۹۸. تحلیل بحران آب در ایران و راه‌های مقابله با آن. چهاردهمین کنگره انجمن جغرافیایی ایران. تهران. <https://civilica.com/doc/876565> (بازدید ۱۳۹۷/۱۱/۱۲).
- کیانی، غ. ۱۳۹۶. بررسی وضعیت تجارت داخلی و بین‌المللی آب مجازی در ایران. نشریه علوم آب و خاک علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۲۲(۱): ۱۱۵-۱۲۵.
- محمد جانی، ا. و یزدانیان، ز. ۱۳۹۳. تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت آن. فصلنامه روند، ۶۵ و ۶۶: ۱۱۷-۱۴۴.
- مرکز آمار ایران. ۱۴۰۰. حساب‌های منطقه‌ای. <https://www.amar.org.ir> (بازدید ۱۴۰۰/۰۵/۱۵).
- مرکز آمار ایران. ۱۳۹۸. سالنامه آماری. مقایسه نسبت ارتفاع بارش سالانه به میانگین بلندمدت در سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۹۳. معصوم‌پور، ج.، میری، م. و باقری سید شکر، س. ۱۳۹۵. اثر تغییر اقلیم بر آذمی و ویژگی‌های چشمه‌های کارستی استان کرمانشاه. جغرافیا و پایداری محیط، ۲۱(۲): ۵۱-۶۶.
- مهکویی، ح. ۱۳۹۶. تحلیلی بر بحران منابع آب در کشورهای اسلامی منتخب. فصلنامه مطالعات سیاسی جهان اسلام، ۲۲: ۱۶۹-۱۹۹.
- ولایتی، س. ۱۳۸۵. بحران آب استان خراسان. مدرس علوم انسانی (ویژه‌نامه جغرافیا)، ۲۱۳: ۴۸-۲۳۴.
- Brown A. and Matlock M.D. 2011. A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies, The Sustainability Consortium, Food, Beverage & Agriculture, University of Arkansas. White Paper#106. www.sustainabilityconsortium.org.
- Falkenmark M., Lundquist J. and Widstrand C. 1989. Marco-scale water scarcity requires micro-scale approaches: aspects of vulnerability in semiarid development. *Natural Resources Forum*, 13(4): 67-258.
- FAO. 2019. <http://www.fao.org/nr/water> (Visited 10 April 2019).
- Faramarzi M., Yang H., Mousavi J., Schulin R., Binder C.R. and Abbaspour K.C. 2010. Analysis of in
- تأملی بیشتر در سنجش خالص صادرات آب مجازی در ایران با تأکید بر مسئله بیش‌آوردی و کم‌آوردی ناشی از بهره‌وری جامعه و اقتصاد، ۱۳(۲۹): ۱۱۵-۱۳۰.
- بران، ص. و هنربخش، ن. ۱۳۸۷. بحران وضعیت آب در ایران و جهان. فصلنامه راهبرد، ۴۸: ۱۹۳-۲۱۲.
- توکلی، ج. و جمینی، د. ۱۳۹۴. تحلیل عوامل پیش‌برنده تجهیز اراضی زراعی به سیستم‌های آبیاری بارانی (مطالعه موردی: روستاهای شهرستان روانسر). جغرافیا و پایداری محیط، ۵(۳): ۸۹-۱۰۰.
- چاونس، ب. ۲۰۰۹. اقتصاد نهادی. ترجمه محمود متوسلی، علی نیکونستی و زهرا فرضی‌زاده. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. ۱۳۹۰. تهران.
- حیدری، ع. ۱۳۹۹. چالش‌های تخصیص آب در ایران. <https://34706/otaghiranonline.ir/news> (بازدید ۱۴۰۰/۰۷/۲).
- حسین‌تبار، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی حجم آب مجازی مبادلاتی محصولات عمده زراعی در کرمانشاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی آبیاری و زهکشی. دانشگاه رازی. درخشان، ه. و عمرانیان خراسانی، ح. ۱۳۹۸. ذخیره خشکسالی، ضرورت پایایی. نشریه آب و توسعه پایدار، ۶(۱): ۷۷-۸۴.
- ذوالفقاری، ح.، رحیمی، ح. و اوجی، ر. ۱۳۹۶. ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر درجه-روزهای گرمایشی و سرمایشی ایران. جغرافیا و پایداری محیط، ۷(۲۲): ۱-۲۰.
- رنجبر، ا. و فتوکیان، م. ر. ۱۴۹۴. بررسی روند صادرات و واردات آب مجازی در ایران. کنفرانس بین‌المللی علوم، مهندسی و فناوری‌های محیطی. دانشگاه تهران. ایران.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه. ۱۳۹۶. مطالعات آمایش استان کرمانشاه. جلد ۴: تحلیل محیط‌زیست.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمانشاه. ۱۳۹۷. مطالعات آمایش استان کرمانشاه، جلد ۳: تلفیق.
- سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه. ۱۳۹۶. میزان آب مصرفی برای یک هکتار از محصولات زراعی. کرمانشاه، ایران.
- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور. ۱۳۹۷. سیمای بیابان‌ها <https://www.frw.ir/02/fa/staticpages/page.aspx?tid=1502> (بازدید ۱۳۹۷/۰۸/۰۹).
- شرکت آب منطقه‌ای استان کردستان. ۱۴۰۰. گزارش صنعت آب و فاضلاب تا پایان سال ۱۳۹۸. www.kdrw.ir (بازدید ۱۴۰۰/۰۳/۱۵).
- شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه. ۱۴۰۰. گزارش صنعت آب و فاضلاب تا پایان سال ۱۳۹۸. www.kshrw.ir (بازدید ۱۴۰۰/۰۳/۱۵).
- شرکت آب منطقه‌ای کرمانشاه. ۱۳۹۸. مطالعات جامع منابع آب استان کرمانشاه. کرمانشاه، ایران.

- and Economic Performance. New York: Cambridge University Press. Cambridge, England.
- North D. C. 1993. Institutions, transaction costs and productivity in the long run. *Economic History*, 9309004, EconWPA. University Library of Munich, Germany.
- Saaty T. L. 2008. Decision making with analytic hierarchy process. *International journal of scrvices*, 1(1): 83-98.
- Saleth R. Maria And Ariel D. 2004. *The Institutional Economics of Water: Cross-Country Analysis of Institutions and Performance*. The World Bank.
- World Bank. 2021. water productivity (constant 2010 US\$ GDP per cubic meter of total freshwater withdrawal). www.worldbank.org (Visited 6 August 2021).
- Wu L., Elshorbagy A., Pande S And Zhuo L. 2021. Trade-offs and synergies in the water-energy-food nexus: the case of Saskatchewan. *Canada. Resources, Conservation & Recycling*, 164: 105-192.
- Yu B. 2005. *Agricultural Productivity And Institutions In Sub-Saharan Africa*. Phd Dissertation in Agricultural Economics. Perrin Lincoln. Nebraska.
- tra- country virtual water trade strategy to alleviate water scarcity in Iran. *Hydrology and Earth system Sciences*, 14(8): 1417-1433.
- Guppy. L. And Anderson K. 2017. *Water Crisis Report*. United Nations University Institute for Water, Environment and Health. Hamilton. Canada.
- Huang D., Shen Z. And Sun C. 2021. Shifting from Production-Based to Consumption-Based Nexus Governance: Evidence from an Input-Output Analysis of the Local Water-Energy-Food Nexus. *Water Resour Management*. 35: 1673-1688.
- Manish K. 2009. *Institutional and Regulatory Economics of Public Private Partnerships in Infrastructure: Evidences from Stochastic Cost Frontier Analysis and Three Case Studies of Urban Water Utilities*. PHD Dissertation in economics. The Faculty of Columbian College of Arts and Sciences of The George Washington University.
- Nguyen G.H. 2014. *The Analytic Hierarchy Process: A Mathematical Model for Decision Making Problems*, senior independent theses, The College of Wooster Libraries Open Works, paper 6054.
- North D.C. 1990. *Institutions, Institutional Change,*