

Article Type Applied Article

نوع مقاله پژوهشی کاربردی

Investigation and Analysis of Drinking Water Challenges in Kerman City in the Current and Future Situation

بررسی و تحلیل چالش‌های آب شرب شهر کرمان در وضعیت موجود و آینده

M.Soleimani Damaneh¹, H.R.Rakhshaninasab^{2*}, H. Nazaripour³

مجتبی سلیمانی دامنه^۱، حمیدرضا رخشانی نسب^{۲*}، حمید نظری پور^۳

1,2- Ph.D. student and Assistant Professor in Geography and Urban Planning, Department of Human Geography, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
3- Associate Professor of Climatology, Department of Natural Geography, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، گروه جغرافیای انسانی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. ۳- دانشیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

*Corresponding Author Email: rakhshaninasab_h@gep.usb.ac.ir

*رایانامه نویسنده مسئول: rakhshaninasab_h@gep.usb.ac.ir

Received 24-12-2024
Revised 20-04-2025
Accepted 28-04-2025
Available Online 20-09-2025

تاریخ دریافت ۱۴۰۳/۱۰/۰۴
تاریخ بازنگری ۱۴۰۴/۰۱/۳۱
تاریخ پذیرش ۱۴۰۴/۰۲/۰۸
تاریخ انتشار ۱۴۰۴/۰۶/۲۹

Abstract

چکیده

Water is one of the world's limited resources, and its shortage poses challenges for urban populations. Water challenges in the Asian continent are more acute than in other regions of the world, and developing countries, including Iran, face a more critical future. In this regard, the present study examines the challenges of drinking water in Kerman city in its current and future status. The research is descriptive-analytical in terms of nature and method and applied in terms of purpose. The information has been collected through library and documentary studies as well as fieldwork (questionnaire and visit). The statistical population consists of specialists and experts in the water sector, 35 people have been selected as the sample size by the two-stage Delphi method. The information has been analyzed through analysis, inference, and decision-making techniques of BWM and PIPRECIA. The results of the analysis show that the existing challenges of drinking water in Kerman city include: decreasing levels of drinking water supply resources, increasing population, urbanization, increasing area and physical surface of the city, high water consumption in car washes, green spaces, and industries, unauthorized branches, and harsh climatic conditions. The results of the BWM technique indicate that the social dimension, with a value of 0.259, ranked first and as the most important challenge, and the environmental dimension, with a final value of 0.243, ranked last among the challenges of the freshwater crisis in Kerman city. The results of the PIPRECIA technique indicate that the challenge of conflict and disagreement between Kerman city and other cities of the province, with a weight of 0.0442, ranked first and as the most important challenge, and the divergence and efforts for independence of the people with a weight of 0.042745, ranked last. Therefore, it can be concluded that if excessive migration is not prevented and citizens do not save water consumption patterns, the drinking water crisis in Kerman city will become more severe and will lead to further challenges. In this regard, comprehensive efforts of urban management are necessary.

آب از منابع محدود جهان به شمار می‌آید که کمبود آن باعث بروز چالش‌هایی برای جمعیت شهرنشین می‌شود. چالش‌های آبی در قاره آسیا نسبت به سایر مناطق جهان حادتر بوده و کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، آینده بحرانی‌تری پیش‌رو دارند. در این راستا، در این پژوهش چالش‌های آب شرب شهر کرمان در وضعیت موجود و آینده بررسی شده است. این پژوهش از منظر ماهیت و روش، توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف، کاربردی می‌باشد. اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی و همچنین میدانی (پرسش‌نامه و بازدید) گردآوری شده است. جامعه آماری را متخصصین و کارشناسان حوزه آب تشکیل می‌دهند که به روش دلفی دو مرحله‌ای، ۳۵ نفر به عنوان حجم نمونه انتخاب شده‌اند. اطلاعات از طریق تحلیل، استنباط و تکنیک‌های تصمیم‌گیری BWM و PIPRECIA تجزیه و تحلیل شدند. نتایج حاصل از تحلیل نشان می‌دهد که چالش‌های موجود آب شرب شهر کرمان شامل: پایین رفتن سطح منابع تأمین‌کننده آب شرب، رشد شهرنشینی و افزایش جمعیت، افزایش مساحت شهر، مصرف زیاد آب در کارواش‌ها، فضای سبز و صنایع، انشعابات غیرمجاز و شرایط سخت اقلیمی می‌باشد. نتایج تکنیک BWM حاکی از آن است که بعد اجتماعی با ارزش ۰/۲۵۹ در رتبه اول و به عنوان مهم‌ترین چالش و بعد محیط‌زیستی با ارزش نهایی ۰/۲۴۳ در رتبه آخر چالش‌های بحران آب شیرین شهر کرمان شناخته شدند. نتایج تکنیک PIPRECIA نشان می‌دهد که چالش درگیری و اختلاف بین شهر کرمان و سایر شهرهای استان با وزن ۰/۰۴۴۲ به عنوان مهم‌ترین چالش و در رتبه اول و واگرایی و تلاش برای استقلال‌طلبی مردم با وزن ۰/۰۴۲۷۴۵ در رتبه آخر قرار گرفته‌اند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، در صورتی که از مهاجرت‌های بی‌رویه جلوگیری نشود و شهروندان در الگوی مصرف آب صرفه‌جویی نکنند، بحران آب شرب در شهر کرمان شدیدتر شده و چالش‌های بعدی را به دنبال دارد. در این زمینه تلاش همه جانبه مدیریت شهری لازم است.

Keywords: Dimensions of Drinking Water Challenges, Future Problems of the Drinking Water Crisis, Decision-Making Techniques, Kerman City.

واژه‌های کلیدی: ابعاد چالش‌های آب شرب، مشکلات آینده بحران آب شرب، تکنیک‌های تصمیم‌گیری، شهر کرمان.

How to cite this article: Soleimani Damaneh, M., Rakhshaninasab, H.R. & Nazaripour, H. (2025). Investigation and Analysis of Drinking Water Challenges in Kerman City in the Current and Future Situation. Journal of Water and Sustainable Development, 12(2), 107-130. <http://dx.doi.org/10.22067/jwsd.v12i2.2412-1390>

سفره‌های آب زیرزمینی، میزان بارش و آب‌های سطحی یعنی رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، آب شیرین مورد نیاز برای اهداف مختلف بشر را فراهم می‌آورند. در سال‌های اخیر تقریباً در اکثر مناطق جهان به دلیل مصرف بیش از اندازه، تغییرات اقلیمی، عدم جایگزینی منابع و افزایش تقاضا، پتانسیل منابع آب کاهش یافته است (Kumar و Gupta، ۲۰۱۸). پیش‌بینی‌های مجمع جهانی اقتصاد نشان می‌دهد ۷۰ درصد شهرهای جهان تا سال ۲۰۳۰، با تنش کم‌آبی روبه‌رو می‌شوند و اگر این روند ادامه پیدا کند، تا سال ۲۰۵۰، تنش شدید آبی بیش از یک میلیارد نفر از جمعیت جهان را تحت تأثیر خود قرار خواهد داد (World Economic Froum، ۲۰۲۱). از طرفی دیگر پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰، به جمعیت موجود جهان سه میلیارد افزوده شود که تعداد زیادی از این جمعیت در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند.

بنابراین این کشورها باید برای تأمین آب و پایداری آن سرمایه‌گذاری کنند. با توجه به کمبود آب، درگیری و اختلافات زیادی بین جمعیت شهری و روستایی، بخش‌های کشاورزی و صنعت با بخش عرضه کننده آب به‌وجود آمده است (Vieira، ۲۰۲۰). علاوه‌براین، شهرها به دلیل افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی، تغییرات کاربری اراضی و با توجه به اقتصاد جهانی، مصرف‌کننده اصلی و آلوده‌کننده‌ترین منابع آب شناخته شده‌اند (Chang و همکاران، ۲۰۲۰).

آب در توسعه و رشد اقتصادی جهان نقش اساسی و مهم ایفا می‌کند زیرا منابع آبی با رشد اقتصادی، کاهش فقر، سلامت انسان و حفاظت از محیط‌زیست ارتباط تنگاتنگی دارد. امروزه یکی از مهم‌ترین و پیچیده‌ترین چالش‌های جهان، افزایش تقاضا برای آب شیرین است که باید بین تقاضا و عرضه تعادل ایجاد شود (زارع و همکاران، ۱۴۰۱). در سال‌های گذشته، گرم شدن کره زمین، در مقدار بارندگی‌های منطقه‌ای و جهانی تغییرات عمده‌ای ایجاد کرده است، به‌نحوی تعادل آب به دلیل افزایش تبخیر و دما تغییر کرده است و افزایش جمعیت و فعالیت اقتصادی، تقاضا برای آب را افزایش داده است. با توجه به این موارد، یکی از چالش‌های اساسی و برجسته قرن بیست و یکم و پیش‌روی بشر، کمبود آب می‌باشد که این کمبود آب، رقابت بر سر آب را افزایش داده و توسعه صنعتی و رشد اقتصادی را با مانع و مشکل ایجاد نموده است (Li و همکاران، ۲۰۲۰). بحران آب را می‌توان شامل منازعات و کشمکش‌ها سیاسی- اجتماعی که در نتیجه کمبود آب به‌وجود می‌آیند، تعریف کرد. بحران آب وضعیتی است که میزان دسترسی و سرانه آب تجدیدپذیر

افراد از استاندارد جهانی کمتر است (رضایان و رضایان، ۱۳۹۵). بحران آب تنها بیانگر وضعیت موجود در مسئله آب نیست، بلکه حاکی از بحران‌های امنیتی و ملی است که می‌توانند در کنار یکدیگر به یک فرا بحران تبدیل شده و حیات یک جامعه را متأثر سازند (عاملی و همکاران، ۱۳۹۸). بسیاری از پژوهشگران بر این باور هستند که جنگ‌های آینده بین کشورها بر سر آب خواهد بود، مگر اینکه نحوه مدیریت منابع آب تغییر کند. تخمین‌های اولیه بیانگر این است که بیشتر از یک میلیارد نفر در دنیا با معضل تأمین آب سالم مواجه هستند و همچنین تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۵۶ کشور جهان با معضل کمبود آب روبرو خواهند شد (حاتمی و نوربخش، ۱۳۹۸). به‌همین دلیل است که اگر در گذشته مبحث مدیریت آب تنها از دید فنی مورد بررسی قرار می‌گرفت، اما امروزه به‌دلیل تأثیر اجتماعی، اقتصادی و امنیتی آن، باید با دیدی جامع و سیستماتیک بررسی شود (Barry، ۲۰۰۷). بحران آب می‌تواند پیامدهای اجتماعی و سیاسی زیادی از جمله: مهاجرت گسترده از شهرهای خود و افزایش تعداد آوارگان آب، کاهش رشد و توسعه اقتصادی و بروز رفتارهای اجتماعی خارج از عرف انسانی به‌همراه داشته باشد که شواهد و مدارک حاکی از تأیید این پیامدها دارد (مرادی‌طادی، ۱۳۹۶). از این‌رو Falcon Mark (۱۹۸۹) معتقد است مشکل آب شیرین باعث درگیری و نزاع در سطح محلی، ملی و فراملی می‌شود از آنجایی که این مسئله سیاسی است، زمینه‌ساز بروز جنگ خواهد شد. همچنین اندیشمندان معتقدند که بسیاری از اختلافات بین کشورها ناشی از دسترسی به آب شیرین است که به جنگ آب تعبیر شده است (افضلی و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به اهمیت آب برای بشر، (Duka، ۲۰۰۹)، معتقد است که آب برای بسیاری از کشورهای جهان، منبع باارزش است به همین علت از آب کمتری برای مصارف خود استفاده می‌کنند (مرادی و همکاران، ۱۳۹۵).

امروزه یکی از مشکلات و دغدغه‌های اساسی در کشورهای جهان سوم، کمبود آب به‌ویژه آب شرب و شیرین می‌باشد. کاهش آب شیرین این کشورها، این نگرانی را در تمام جهان به‌وجود آورده است که ممکن است جنگ جهانی آب رخ دهد (زندحسامی و فرهادی، ۱۳۹۶). در بین کشورهای جهان، چالش‌های آبی در قاره آسیا جدی‌تر و حادث‌تر است و کشورهای در حال توسعه نیز آینده بحرانی‌تری دارند. با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران، بیشتر مناطق کشور، اقلیم خشک و نیمه‌خشک دارند به‌نحوی که میانگین بارندگی حدود ۲۵۰ میلیمتر است که از میانگین بارش در جهان، پایین‌تر است. در سال‌های اخیر، کشور ایران با مصرف زیاد منابع آبی توسط شهروندان و کمبود آب مواجه بوده است. در این زمینه، یک

مسئله مهم برای مدیریت موثر منابع آب، توجه به رابطه بین پارامترهای جغرافیایی و مکانی، جمعیتی، اجتماعی، اقتصادی و الگوی مصرف آب شهری می‌باشد (Statistical Center of Iran, ۲۰۱۱). باوجود اینکه بحران آب پیامدهایی مانند: اختلافات و مناقشات محلی و منطقه‌ای در برخی از استان‌های کشور را به‌وجود آورده است اما هنوز بین مردم و کارشناسان و سیاست‌گذاران دغدغه، حساسیت و توجه خاصی پدید نیامده است. «مدیریت ناصحیح آب در مقیاس دولتی به مدت طولانی، فقدان برنامه‌ریزی راهبردی باتوجه‌به مسائل ایمنی آب در کشور و ضعف سیاست‌ها»، لزوم تجدید نظر در اهداف و سیاست‌های پیش‌رو به‌منظور مدیریت بحران آب را دوچندان می‌کند (آقامیری و رحمانی، ۱۳۹۷)، بنابراین نگهداری از آب برای بقاء نسل‌های آینده ضروری است (Distanont و همکاران، ۲۰۱۷). باتوجه‌به اهمیت آب و چالش‌های آن، تحقیقات خارجی و داخلی به شرح ذیل انجام شده است:

Emenike و همکاران (۲۰۱۷) مسائل و چالش‌های دسترسی به آب آشامیدنی سالم در جنوب صحرای آفریقا را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که دسترسی به آب در محدوده مورد مطالعه به‌دلیل سطح کیفی و دسترسی بیشتر به منابع خصوصی محدود می‌شود. این مطالعه نشان می‌دهد که سرنوشت تأسیسات آب دولتی به‌شدت کاهش یافته است. علاوه براین، این مطالعه نیاز به بازنگری در سیاست‌های دولت را با گنجاندن یارانه، بازیابی هزینه و برداشت آب باران به‌عنوان ابزارهای مؤثر در بهبود و تشویق برابری در دسترسی به آب برجسته کرد. Grube و همکاران (۲۰۲۰) چالش‌های دستیابی به تأمین آب آشامیدنی را در جزیره سن کریستوبال^۲، گالاپاگوس^۳ بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تصفیه‌خانه‌های آب شهری عموماً آب آشامیدنی با کیفیت بالایی تولید می‌کنند، اما بین ۲ تا ۳۰ درصد از نمونه‌های آزمایش، آلودگی تشخیص داده‌اند. Wang و همکاران (۲۰۲۲) بحران فزاینده آب در آسیای مرکزی و نیروهای محرکه آن را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ازبکستان^۴ و ترکمنستان^۵ به‌رده «تنش آبی شدید» تعلق دارند. تاجیکستان^۶ به‌عنوان «تنش آبی بالا» طبقه‌بندی می‌شود. قرقیزستان^۷ و قزاقستان^۸ هر دو «تنش آبی متوسط» را نشان می‌دهند. Avazpour و همکاران (۲۰۲۳) چالش بحران آب در استرالیا^۹ به‌عنوان شهر حساس به آب را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که فقدان طراحی و اجرای استاندارد زیرساخت‌های آب را می‌توان از طریق فرآیندهای طراحی مشترک برطرف کرد. آن‌ها ساختاری قوی از فرآیند تصویب و ایجاد شفافیت نقش‌ها و مسئولیت‌ها در همه بخش‌ها را پیشنهاد می‌کنند. Ahmad

و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی چالش‌ها و پیامدهای منابع آب و مدیریت آن را در پاکستان^{۱۰} پرداختند و به این نتیجه رسیدند که شکاف‌ها و ضعف‌های موجود در قوانین و مقررات موجود، در کنار تهدیدات مدیریت منابع آب به‌دلیل گسترش جمعیت، توسعه شهری، تغییرات آب‌وهوا و آلودگی آب است.

برای پرداختن صحیح به این مشکلات، مطالعه حاضر یک چارچوب جامع برای مدیریت منابع آب پیشنهاد کرده است. Isukuru و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی بحران آب و چالش‌های آن در نیجریه^{۱۱} پرداختند و به این نتیجه رسیدند که باوجود ثروت عظیم نیجریه در منابع آبی، این کشور با بحران آب قابل‌توجهی مواجه است که حل آن بسیار دشوار است، از طرفی این بحران آب باعث چالش‌های بهداشت عمومی و امنیت شده است.

قشقایی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی چالش‌های آب شهری در شهر بندرعباس پرداختند و به این نتیجه رسیدند که راهکار مدیریتی پشت‌بام سبز، نسبت به بقیه راهکارها از عملکرد بهتری دارد که با اجرای پشت‌بام سبز، پس‌زدگی جریان به ۱ درصد شبکه کاهش یافت. براتی (۱۳۹۸) چالش‌های بحران کم‌آبی در ایران را بررسی کردند و به این نتیجه رسید که توسعه قطبی باعث افزایش هدر رفت و مصرف آب در حوزه‌های شهری، کشاورزی و صنعتی شده است. در این الگو، تمامی امکانات و سیاست‌ها به سدهایابی بی‌رویه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، انتقال آب از حوزه‌های مرطوب و بارورسازی ابرها منجر شده است.

محمدی ده‌چشمه و گنخکی (۱۴۰۱) چالش‌های حکمروایی و مدیریت یکپارچه منابع آب شهرهای استان بوشهر را با استفاده از روش وزن‌دهی آنتروپی شانون و تاپسیس بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند چالش‌های تضاد بین سازمان‌های تصمیم‌گیر در مدیریت منابع آب و تأکید بر سیاست‌های عرضه‌محور آب به ترتیب با وزن‌های ۰/۰۸۹ و ۰/۰۸۶ به‌عنوان مهم‌ترین چالش شناخته شدند. همچنین شهرهای بوشهر، گناوه و دیلم در سطح حکمروایی کاملاً مطلوب، شهر برازجان در سطح حکمروایی مطلوب، شهرهای اهرم، خورموج و عسلویه در سطح حکمروایی متوسط، شهرهای کنگان و جم در سطح حکمروایی نامطلوب و شهر دیر در سطح حکمروایی کاملاً نامطلوب قرار دارند. زارع و همکاران (۱۴۰۱) عوامل مؤثر بر تقاضای آب صنعتی در ایران و چالش پیش‌رو را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تولیدات صنعتی بیشترین نقش را در افزایش مصرف آب داشته‌اند. در کنار این افزایش، سطح عرضه کاهش یافته است. سعیدی و صادقی ده‌چشمه (۱۴۰۲)، سناریوهای پیامدهای امنیتی بحران آب در استان چهارمحال و بختیاری را تحلیل

۱. روش تحقیق

تحقیق حاضر در دسته تحقیقات کاربردی می‌باشد؛ به این صورت که از طریق مطالعات کتابخانه‌ای با مراجعه به کتب، مقالات، اسناد (آب و فاضلاب، شهرداری، آب و هواشناسی) اینترنت و غیره برای چارچوب نظری و همچنین مطالعات میدانی با استفاده از پرسش‌نامه برای اطلاع از وضعیت چالش‌ها در آینده و روش مشاهده (در زمینه بررسی وضعیت کارواش‌ها، فرسودگی زیرساخت‌ها، انشعابات غیرمجاز) اطلاعات موردنیاز گردآوری شد. جامعه آماری تحقیق شامل متخصصین در حوزه آب (شامل کارشناسان آب و فاضلاب، شهرداری، جهاد کشاورزی، اساتید) می‌باشد که نسبت به چالش‌های آب شرب آگاهی کامل داشته‌اند.

نمونه تحقیق از طریق دلفی دومرحله‌ای شامل ۳۵ نفر از متخصصین انتخاب شدند. روایی پرسش‌نامه توسط اساتید دانشگاه سیستان و بلوچستان و دانشگاه شهید باهنر کرمان تأیید شد. پایایی پرسش‌نامه نیز از طریق آلفای کرونباخ به میزان 0.832 به دست آمد که حاکی از پایایی قابل قبول می‌باشد. اطلاعات از طریق مدل تصمیم‌گیری BWM^۱ و PIPRECIA^۲ (مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در رشته برنامه‌ریزی شهری جهت تعیین وزن و اهمیت شاخص‌ها) برای مشخص‌شدن مهم‌ترین چالش از طریق وزن و رتبه تجزیه و تحلیل شدند. شاخص‌های پژوهش با بررسی دیدگاه‌ها و تحقیقات مربوط در قالب دو دسته:

۱- چالش‌های وضع موجود آب شرب و ۲- چالش‌های آینده آب شرب در جدول‌های (۲ و ۳) تهیه و تنظیم شده است.

تکنیک BWM (بهترین و بدترین معیار) توسط Rezaei (۲۰۱۵) پیشنهاد شد. این تکنیک یکی از کاراترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بر پایه مقایسه زوجی است. آنچه که در انواع تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره اهمیت دارد، چگونگی محاسبه وزن شاخص‌ها می‌باشد. در اکثر این روش‌ها، وزن شاخص‌ها بر اساس مقایسه زوجی محاسبه می‌شود. از معایب این مقایسات زوجی: ۱- محاسبه طولانی و ۲- افزایش نرخ ناسازگاری مقایسات با افزایش تعداد معیارها را می‌توان نام برد. تکنیک BWM با نیاز به تعداد مقایسه‌های زوجی کمتر، دستیابی به مقایسات زوجی سازگارتر نسبت به سایر تکنیک‌های موجود از جمله AHP^۳ (تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره برای اولویت‌بندی معیارها)، کاراتر و نتایج با قابلیت اطمینان بالاتری را به دست آمده، می‌دهد. از جمله ویژگی‌های

کردند و به این نتیجه رسیدند که پیشران‌های حکمرانی آب، طرح‌های انتقال بین‌حوضه‌ای آب، تنش‌ها و منازعات محلی و منطقه‌ای، تبعیض‌های سیاسی، اقتدار سیاسی نظام، مهاجرت، فقر و محرومیت، سرمایه اجتماعی، بیکاری، امنیت روانی، اعتماد اجتماعی، انسجام اجتماعی و مشارکت نهادهای محلی، مشارکت عمومی، مهم‌ترین پیشران‌های اثرگذار امنیتی بحران آب در استان چهارمحال و بختیاری بر اساس اولویت اثرگذاری محسوب می‌شوند.

دشت کرمان از نظر اقلیمی شرایط مطلوبی ندارد و جزء مناطق خشک و کویری ایران است. از طرفی دیگر منابع آب سطحی و رودخانه‌های قابل توجهی نیز ندارد. در این راستا، آب شرب و کشاورزی آن تنها از طریق سفره آب زیرزمینی تأمین می‌شود. در این دشت، حلالیت املاح آب در نقاط خروجی به دلیل: اقلیم خشک و کمبود بودن بارندگی، افت سطح آبخوان‌ها، برداشت بی‌رویه و توسعه زمین‌های کشاورزی، زیاد است. بنابراین آب زیرزمینی دشت کرمان در حال نابودی است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷). در این بین، شهر کرمان از جمله شهرهایی می‌باشد که با بحران آب مواجه بوده و چندین سال است که باتوجه به خشکسالی‌های متعدد، مردم این شهر تابستان کم‌آب و پر چالشی را پشت سر می‌گذارند.

مهاجرت‌های بی‌رویه، افزایش مساحت شهر، کاهش بارندگی‌ها و تغذیه نشدن سفره‌های آب زیرزمینی هر سال بر دامنه این بحران می‌افزاید. در دشت‌های اطراف کرمان سطح آب افت شدید دارد و قنات‌ها هم به دلیل کمبود بارندگی کم آب شده‌اند در چنین شرایطی دبی آب کرمان کاهش یافته اما میزان مصرف افزایشی است. از طرفی دیگر، در شهر کرمان در برخی از مناطق مشترکان غیرمجاز وجود دارد که بخشی از آب شهروندانی که اشتراک مجاز دارند را بی‌رویه استفاده می‌کنند و بر مشکلات افزوده‌اند. متأسفانه بخش‌های زیادی از این شهر به‌ویژه مناطق حاشیه‌ای شهر از جمله شهرک سیدی، شهرک شهید همت، شهرک قمر بنی‌هاشم، شهرک چهارده معصوم (ع) و مناطقی از شهر کرمان دچار قطعی آب شدند.

به‌طوری‌که، آب‌رسانی با تانکر در مناطق حاشیه این کلان‌شهر در دست اقدام و گلاویه‌ها حتی در شورای شهر هم زیاد است. پژوهش حاضر به دنبال بررسی چالش‌های وضع موجود و آینده آب شرب در شهر کرمان است. سؤال‌های تحقیق نیز به شرح ذیل قابل بیان می‌باشد:

۱. وضعیت چالش‌های وضع موجود آب شرب شهر کرمان چگونه است؟
۲. مهم‌ترین چالش‌های آینده آب شرب شهر کرمان چیست؟

جدول ۲- چالش‌های وضع موجود آب شرب شهر کرمان

(شهرداری کرمان، ۱۴۰۲؛ شهرداری کرمان، ۱۳۹۵؛ نظرات کارشناس و متخصصین آب و فاضلاب و اساتید دانشگاهی، ۱۴۰۳)

چالش‌های تولید	چالش‌های توزیع	چالش‌های مصرف
۱. منابع تأمین‌کننده آب شرب شهر ۲. اقلیم شهر (دما - بارش - رطوبت - تبخیر)	۱. هدررفت آب (فرسودگی زیرساخت‌های آب شهر - فرسودگی لوله‌های آب - خرابی کنتورها) ۲. افزایش جمعیت، مهاجرت و مساحت شهر	۱. مصرف آب در کاربری‌های مختلف شهر ۲. مصرف آب در کولر آبی ۳. مصرف آب در کارواش ۳. انشعابات غیر مجاز ۴. امنیتی (دعوا-درگیری-تعداد شکایت‌ها)

جدول ۳- چالش‌های آینده آب شرب شهر کرمان

(بزی و همکاران، ۱۳۸۹؛ زینتی فخرآباد و عسگری مقدم، ۱۴۰۰؛ مرادی و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمدی ده‌چشمه و گنخکی، ۱۴۰۱؛ زارع و همکاران، ۱۴۰۱؛ براتی، ۱۳۹۸؛ قشقایی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۸؛ سعیدی و صادقی ده‌چشمه، ۱۴۰۲)

بعد	مؤلفه	تعریف
اجتماعی	افزایش مهاجرت از شهر - احساس دلهره، نگرانی و اضطراب - پیش‌داوری‌های قومی و محلی - کاهش دلبستگی - کاهش تعاملات اجتماعی - تشدید رقابت بین شهروندان در مصرف - تهدید بهداشت و سلامت	این چالش به وضعیت اجتماعی شهروندان بعد از بحران آب شرب می‌پردازد که از نظر روحی و روانی شهروندان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در این بین حس ناامیدی و امید به زندگی در بین شهروندان رخ می‌دهد.
اقتصادی	بیکاری، تعطیل‌شدن کارگاه‌ها - افزایش هزینه‌های زندگی - کاهش رفاه خانوارها - از بین رفتن مشاغل محلی	در این چالش، بحران آب شرب از نظر اقتصادی ضربات سنگینی بر خانوارها وارد کرده و در نهایت منجر به کاهش رفاه خانوارها می‌شود.
سیاسی	افزایش نارضایتی مردم - بی‌اعتمادی نسبت به دولت - درگیری و اختلاف مردم و مسئولین - اختلاف و درگیری بین شهر با سایر شهرها - قتل و کشته‌شدن افراد - چندقدرتگی - استقلال‌طلبی - بی‌تفاوت سیاسی	چالش سیاسی مربوط به مدیریت و حاکمیت شهری و اختلافات و درگیریهایی که بین مسئولین و مردم است.
محیط زیستی	افزایش مناطق حاشیه‌نشین - کم‌شدن جذابیت‌های محیطی - کاهش تمیزی محیط شهری - تخریب و از بین رفتن منابع	چالش محیط‌زیستی مربوط به اثرات بحران آب بر محیط طبیعی در زمینه فضای سبز است.

برجسته این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- نیاز به داده‌های مقایسه‌ای کمتر
- این روش منجر به مقایسه‌ای استوارتر می‌شود، به این معنی که جواب‌های قابل اطمینان‌تری می‌دهد (Rezaei, ۲۰۱۵).

روش بهترین-بدترین شامل پنج گام اصلی می‌باشد:

گام ۱: مجموعه شاخص‌های تصمیم‌گیری تعیین شود. در این گام، مجموعه شاخص‌ها به صورت $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ تعریف می‌شود که برای گرفتن یک تصمیم، مورد نیاز است.

گام ۲: بهترین (مهمتر، مطلوب‌تر) و بدترین (دارای کمترین

اهمیت و کمترین مطلوبیت) شاخص را مشخص نمایید. در این مرحله، تصمیم‌گیرنده بهترین و بدترین شاخص را به‌طورکلی تعریف می‌کند و هیچ مقایسه‌ای در این مرحله صورت نمی‌گیرد.

گام ۳: ارجحیت بهترین شاخص را نسبت به سایر شاخص‌ها با اعداد ۱ تا ۹ مشخص شود. بردار ارجحیت بهترین شاخص

نسبت به دیگر شاخص‌ها را به‌صورت زیر نمایش می‌دهد:

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$$

ارجحیت بهترین شاخص (B) نسبت به شاخص (i) می‌باشد.

واضح است که $a_{BB} = 1$ است.

مرحله ۱: معیارها باید باتوجه به اهمیت آنها طبقه بندی شوند. در این مرحله، خبرگان رتبه بندی معیارهای تعریف شده را باتوجه به اهمیتی که در اختیار دارند انجام می دهند. به عنوان مثال، مهم ترین مقدار در رتبه اول، کمترین مقدار در رتبه آخر و سایر مقادیر بر اساس اهمیت شان در بازه میانی این دو قرار می گیرند.

نکته: وقتی معیارها بر حسب اهمیت از بزرگ و کوچک مرتب شدند، برای اولین معیار (یعنی بزرگترین مقدار) عدد ثابت صفر در نظر گرفته می شود.

مرحله ۲: تعیین اهمیت مقایسه ای از ارزش متوسط اوزان (S_j) با شروع از معیار رتبه دوم، لازم است اهمیت آنها تعیین شود، یعنی اینکه چه میزان معیار c_j از معیار $1 + c_j$ اهمیت بیشتری دارد.

مرحله ۳: ضریب k_j به شرح زیر محاسبه می شود (رابطه ۳).

$$k_j = \begin{cases} 1 & j=1 \\ s_{j+1} & j>1 \end{cases} \quad (3)$$

مرحله ۴: اندازه گیری وزن دوباره محاسبه شده (q_j) به شرح زیر (رابطه ۴):

$$q_j = \begin{cases} 1 & j=1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j>1 \end{cases} \quad (4)$$

مرحله ۵: محاسبه مقادیر وزن معیارها. به طوری که مجموع آنها برابر یک باشد (رابطه ۵).

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^m q_k} \quad (5)$$

جایی که w_j مقدار وزن نسبی معیارها را نشان می دهد. تکنیک PIPRECIA (روش ارزیابی اهمیت نسبی معیارها بر اساس مقایسه زوجی محوری) از روش های تصمیم گیری چند معیاره می باشد این روش را Stanujkic و همکاران (۲۰۱۷) ارائه کردند. مراحل این روش در ادامه آورده شده است.

پیپریشیا معمولی

در گام اول بدون ترتیب کردن مؤلفه ها از اهمیت بالا به پایین، در حالت عادی اهمیت هر مؤلفه نسبت به مؤلفه قبل از خود طبق رابطه (۶) به دست می آید و مقدار s_j (ضریب اولیه) حاصل می شود.

$$s_j = \begin{cases} >1 & \text{if } C_j > C_{j-1} \\ 1 & \text{if } C_j = C_{j-1} \\ <1 & \text{if } C_j < C_{j-1} \end{cases} \quad (6)$$

نکته: اگر مؤلفه نسبت به مؤلفه قبل از خود، دارای اهمیت بیشتر باشد به اضافه عدد ۱ می شود و اگر مؤلفه ای نسبت به مؤلفه قبل از خود دارای اهمیت کمتر باشد منهای عدد یک

گام ۴: ارجحیت همه شاخص ها را نسبت به بدترین شاخص با اعداد ۱ تا ۹ مشخص شود. بردار ارجحیت سایر شاخص ها نسبت به بدترین شاخص را به صورت زیر (رابطه ۱) نمایش داده می شود:

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, a_{nW})^T \quad (1)$$

بردار فوق (رابطه ۱)، نشان دهنده ارجحیت شاخص (i) نسبت به شاخص (w) می باشد. واضح است که $a_{wW} = 1$ است.

گام ۵: یافتن مقادیر بهینه وزن ها ($w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$).

جهت حل مسئله پیش رو، ابتدا بایستی مقدمات تبدیل آن به برنامه ریزی خطی آماده شود. بنابراین مسأله فوق به صورت زیر (رابطه ۲) فرمول بندی می شود:

$$\begin{aligned} \min \quad & \xi \\ \text{s.t.} \quad & |w_B - a_{Bj} w_j| \leq \xi, \text{ for all } j \\ & |w_j - a_{jw} w_w| \leq \xi, \text{ for all } j \\ & \sum_j w_j = 1 \\ & w_j \geq 0, \text{ for all } j \end{aligned} \quad (2)$$

تکنیک SWARA^{۱۵} (سوارا)

روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن دهی تدریجی (SWARA)، یکی از روش های جدید تصمیم گیری چند معیاره (MCDM) است که Kersulienė و همکاران (۲۰۱۰) برای توسعه روش تحلیل اختلاف معقول بین معیارها به کار گرفت. به طور کلی در روش SWARA معیارها بر اساس ارزش رتبه بندی می شوند. در این روش، به مهم ترین معیار، رتبه یک و به کم اهمیت ترین آنها، رتبه آخر تعلق می گیرد. در این روش، کارشناسان نقش مهمی در ارزیابی وزن های محاسبه شده دارند. استفاده از روش SWARA به عنوان یکی از روش های تصمیم گیری گروهی در تصمیم گیری های سطح بالا و بسیار مهم که بر اساس توافق جمعی میان کارشناسان صورت می گیرد، توصیه شده است. این روش قابل فهم و ساده، جایگزین مطمئنی برای تحلیل های پیوسته به شمار می رود. در مقایسه با روش هایی مانند ANP و AHP، تعداد مقایسات زوجی کمتری دارد و به راحتی برای حل تعداد قابل توجهی از مشکلات تصمیم گیری قابل استفاده است. تکنیک SWARA در عین سادگی، موجب می شود کارشناسان در زمینه های مختلف بتوانند به راحتی با مقصود اصلی آن ارتباط برقرار کنند. مراحل انجام وزن دهی با استفاده از روش سوارا براساس مراحل زیر است (Kersulienė و همکاران ۲۰۱۰):

$$w_j'' = \frac{1}{2}(w_j + w_j') \quad (۱۴)$$

در اینجا: w_j ، w_j' و w_j'' وزن‌های معیار z را که به ترتیب با استفاده از روش‌های PIPRECIA، معکوس PIPRECIA و PIPRECIA-E به دست می‌آیند، نشان می‌دهند.

محدوده مورد مطالعه

شهر کرمان با مختصات بین ۵۶ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی، با ارتفاع ۱۷۵۷ متری از سطح دریا و با مساحتی حدود ۱۵۴۰۰ هکتار، در مرکز استان و بزرگترین شهر استان قرار دارد. جمعیت این شهر در سال ۱۴۰۰ معادل ۶۱۹۵۶۵ نفر برآورد شده است (مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمان، ۱۴۰۲) (شکل ۱).

دشت کرمان بین دو دامنه رشته کوهی شمال شرقی و جنوب غربی (کوه‌های جویبار از جنوب، کوه‌های دارمانو و تیز از شمال، کوه‌های بید و وبادامو از غرب و کوه‌های نامور و نصر از شرق) قرار دارد. این دو دامنه دارای امتداد شمال غربی به جنوب شرقی هستند که بر این اساس، در جهت آن‌ها معابر شهر، خانه‌های مسکونی، مسیرهای آب و کربندی مزارع شکل گرفته‌اند و ناهمواری‌های شرق شهر باعث جلوگیری از رشد و گسترش شهر شده‌اند. ارتفاع این دشت از سطح دریا، حداکثر ۲۱۰۰ متر در جنوب شرقی و حداقل ۱۶۵۰ متر در شمال غربی است (شهرداری کرمان، ۱۳۹۹).

دشت کرمان با شیب ۳ درصد، دارای شیب ملایم می‌باشد. سطح وسیعی از شهر (به جز: تپه‌های قلعه دختر و قلعه اردشیر و ارتفاعات شرقی شهر)، شیب ملایمی دارد (اداره زمین‌شناسی کرمان، ۱۳۹۴). میانگین متوسط دمای شهر کرمان هرگز از ۴ درجه بالای صفر (به جز ماه‌های آذر و دی) کمتر و از ۴۰ درجه بالای صفر (به جز تیر ماه) بیشتر نشده است. میانگین حداکثر درجه حرارت هوا، حدود ۳۵ درجه بالای صفر (مربوط به ماه‌های خرداد، تیر و مرداد ماه) بوده است. متوسط سالانه بارش در شهر کرمان ۱۴۰ میلی‌متر بر آورد شده است. بیشترین بارندگی در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و آذرماه رخ می‌دهد. در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان بیان کرد: شش ماه سال (آذر، دی، بهمن، اسفند، فروردین و اردیبهشت) فصل بارندگی و شش ماه دیگر (خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان) فصل خشک شهر کرمان می‌باشد.

می‌شود.

در گام دوم عدد ثابت ۲ منهای مقدار z_j ها می‌شود (طبق رابطه ۷) تا مقدار k_j (ضریب تأثیر) به دست آید.

$$k_j = \begin{cases} 1 & \text{if } j = 1 \\ 2 - s_j & \text{if } j > 1 \end{cases} \quad (۷)$$

در گام سوم برای به دست آوردن مقدار q_j (وزن اولیه) هر مؤلفه، مقدار q_j مؤلفه قبل تقسیم بر مقدار k_j آن مؤلفه می‌شود رابطه (۸).

$$q_j = \begin{cases} 1 & \text{if } j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & \text{if } j > 1 \end{cases} \quad (۸)$$

در گام آخر مقدار q_j هر مؤلفه تقسیم بر مقدار جمع q_j ها می‌شود تا مقدار w_j (وزن نهایی) حاصل شود رابطه (۹).

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (۹)$$

پیش‌پیشای توسعه یافته

با در نظر گرفتن انطباق‌های فوق، روند محاسباتی روش پیش‌پیشای معکوس را می‌توان به طور دقیق، به صورت زیر ارائه کرد: **مرحله ۱:** با شروع از $n-1$ معیار، اهمیت نسبی معکوس به صورت رابطه (۱۰) تعیین می‌شود:

$$\text{مرحله ۲: ضریب معکوس } (k'_j) \text{ (ضریب تأثیر) به صورت رابطه (۱۱) تعیین می‌شود:}$$

$$k'_j = \begin{cases} 1 & j = n \\ 2 - s'_j & j < n \end{cases} \quad (۱۱)$$

مرحله ۳: وزن معکوس محاسبه شده (q'_j) (وزن نهایی) به صورت رابطه (۱۲) تعیین می‌شود:

$$q'_j = \begin{cases} 1 & j = n \\ \frac{q'_{j+1}}{k'_j} & j < n \end{cases} \quad (۱۲)$$

مرحله ۴: وزن نسبی معکوس معیارهای ارزیابی را به شرح رابطه (۱۳) تعیین می‌شود:

$$w'_j = \frac{q'_j}{\sum_{k=1}^n q'_k} \quad (۱۳)$$

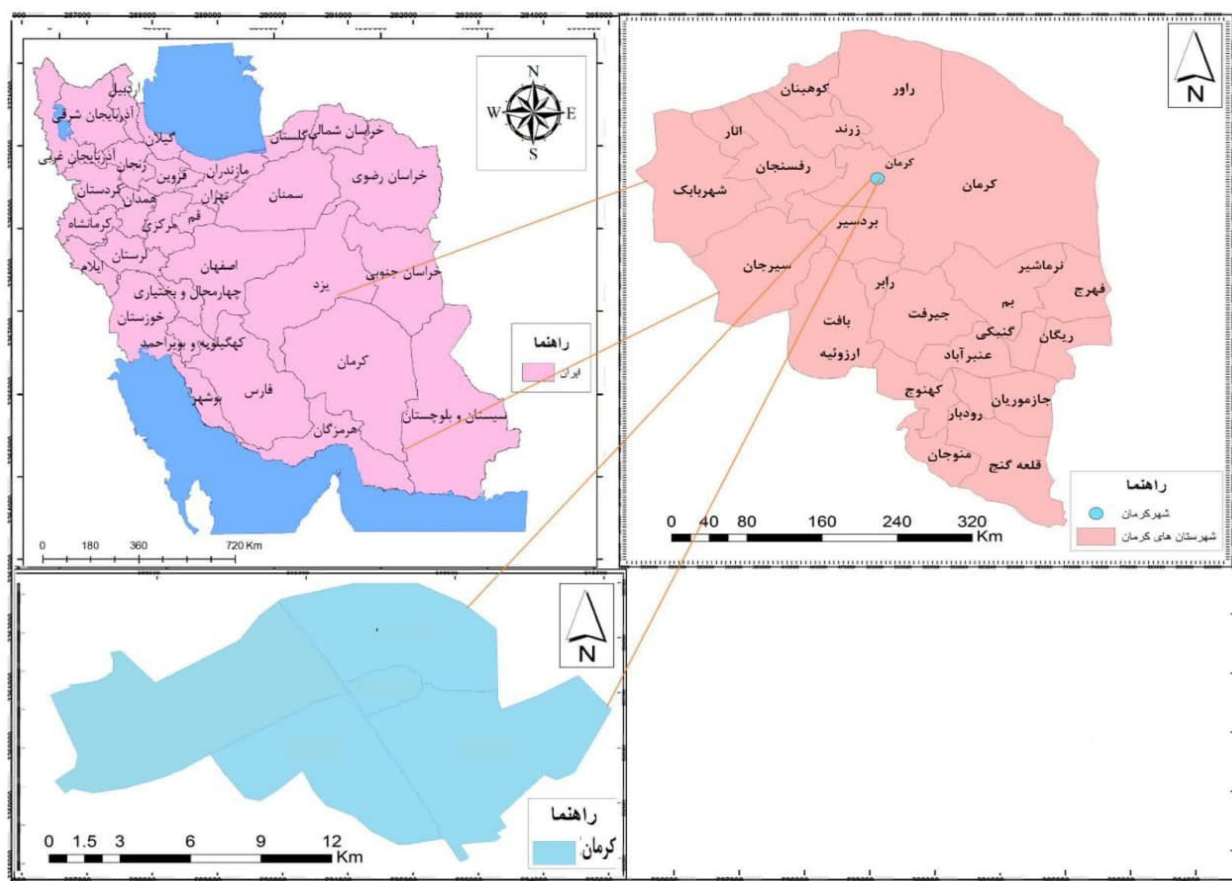
در اینجا: w'_j نشان دهنده وزن معکوس معیار z است.

تعیین اعتبار نتایج حالت معمولی و معکوس

در این بخش با استفاده از ضریب همبستگی، اعتبار نتایج حالت معمولی و معکوس بررسی می‌شود که هرچه ضریب همبستگی به یک نزدیکتر باشد، نشان دهنده اعتبار بیشتر نتایج است.

تعیین وزن حاصل از معیارها

وزن w_j'' معیارها (وزن نهایی) در PIPRECIA-E با استفاده از رابطه (۱۴) محاسبه می‌شود:



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

نتایج و بحث

۲. افزایش جمعیت و رشد شهر و در پی آن نیاز بیشتر به آب.
۳. هر دو دلیل بالا در شهر کرمان اتفاق افتاده است. آمارهای اقلیمی نگران‌کننده (بارندگی کم) در سال‌های اخیر و جذب جمعیت به دلیل موقعیت مرکز استان بودن و امکانات بیشتر باعث شده است با کمبود آب شرب مواجه شده باشد و جهت برطرف کردن آن، تعداد منابع آب شرب افزایش یافته است.

۲. روند میزان برداشت از آب‌های شرب شهر کرمان (چاه، چشمه، قنات و غیره)

از طرفی دیگر، آمارهای جدول (۴) نشان می‌دهد که دبی تقریبی این منابع کاهش یافته است این امر به منزله کاهش سفره‌های آب زیرزمینی شهر کرمان می‌باشد. به گونه‌ای که در سال ۱۳۹۴، دبی تقریبی ۲۰۰۰ متر مکعب و در سال ۱۴۰۱ برابر با ۱۹۰۰ مترمکعب می‌باشد. به طور کلی، در ارتباط با دبی تقریبی منابع آب شرب شهر کرمان براساس جدول (۴) می‌توان این گونه بیان کرد که دبی این منابع طی بازه زمانی سال ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱ روند کاهشی داشته است.

در ابتدا لازم است چالش‌های وضع موجود آب شرب در شهر کرمان بررسی شود تا نسبت به این چالش‌ها آگاهی حاصل شود و زمینه تصمیم‌گیری درباره چالش‌های آینده فراهم شود.

الف-بررسی چالش‌های آب شرب شهر کرمان در وضعیت موجود

۱. تعداد منابع آب شرب شهر کرمان و موقعیت آن‌ها

آب‌های آشامیدنی شهر کرمان از دو قسمت دشت جوپار و دشت حسین‌آباد تأمین می‌شود که بیشترین مقدار آن از دشت جوپاری می‌باشد. اطلاعات این منابع در جدول (۴) را نشان داده است. همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود از سال ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱، تعداد منابع زیرزمینی (چاه) از ۱۰۰ حلقه به ۱۱۵ حلقه افزایش یافته است. افزایش تعداد چاه‌ها در این سال‌ها نشان‌دهنده نیاز بیشتر محدوده به این منبع می‌باشد که در طی سال‌های مختلف افزایش یافته است.

افزایش حفر چاه‌ها به دو دلیل اتفاق می‌افتد:

۱. کمبود بارندگی و افت آب‌های زیرزمینی

جدول ۴- منابع آب شرب شهر کرمان (اسناد آب و فاضلاب کرمان، ۱۴۰۱)

محدوده و موقعیت	بازه زمانی	تعداد تقریبی منابع (چاه عمیق و نیمه عمیق)	دبی تقریبی (مترمکعب)	وضعیت پایداری
گلزار، دشت جوپاری و دشت حسین آباد	۱۳۹۴	۱۰۰	۲۰۰۰	-
گلزار، دشت جوپاری و دشت حسین آباد	۱۳۹۵	۱۰۴	۱۹۰۰	ناپایدار
گلزار، دشت جوپاری و دشت حسین آباد	۱۳۹۶	۱۰۵	۱۹۰۰	خنثی
گلزار، دشت جوپاری و دشت حسین آباد	۱۳۹۷	۱۰۵	۱۷۰۰	ناپایدار
گلزار، دشت جوپاری و دشت حسین آباد	۱۳۹۸	۱۰۷	۱۸۰۰	پایدار
گلزار، دشت جوپاری و دشت حسین آباد	۱۳۹۹	۱۰۷	۱۷۰۰	ناپایدار
گلزار، دشت جوپاری و دشت حسین آباد	۱۴۰۰	۱۱۵	۲۰۰۰	پایدار
گلزار، دشت جوپاری و دشت حسین آباد	۱۴۰۱	۱۱۵	۱۹۰۰	ناپایدار

۳. تغییرات اقلیمی شهر کرمان در دوره ۲۰ ساله و مسئله آب

باتوجه به اینکه از بین عوامل اقلیمی دما، بارش، تبخیر و رطوبت بیشترین نقش را بر کمبود آب دارند، بنابراین پارامترهای دما، بارش، تبخیر و رطوبت به صورت ماهیانه و سالانه در دوره ۲۰ ساله (۱۳۸۰-۱۴۰۰) در شهر بررسی شد (جدول ۵).

همان طور که در جدول (۵) مشاهده می شود میزان دما از خرداد تا شهریور که تابستان محسوب می شود به بالاترین میزان خود می رسد. در این بازه نیز شهروندان به آب شرب بیشتری احتیاج پیدا می کنند. علاوه بر دما، مقدار بارندگی در شهر کرمان بسیار

پایین است. به نحوی که مقدار بارندگی در زمستان از ۴۰ میلیمتر بالاتر نمی رود این امر سبب پایین رفتن سطح آب های زیرزمینی و چاه های تأمین کننده آب شرب شهر کرمان می شود. به دلیل شدت گرما در شهر کرمان، میزان تبخیر در شهر کرمان نیز بالا است که به میزان حدود ۴۶۰ میلیمتر می رسد که این امر باعث تبخیر آب می شود و در نهایت، میزان رطوبت در شهر کرمان نیز پایین است که به ۵۰ درصد می رسد، پایین بودن رطوبت می تواند بر کاهش بارندگی و آب شرب شهر کرمان تأثیر منفی بگذارد.

جدول ۵- تغییرات اقلیمی (دما، بارش، تبخیر و رطوبت) شهر کرمان در دوره ۲۰ ساله (سازمان هواشناسی کشور، ۱۴۰۳)

متغیر (واحد)	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
دما (سانتی گراد)	۱۴/۳۳	۱۸/۱۲	۲۲/۳	۲۸/۳۶	۲۵/۴۲	۲۱/۱	۲۰	۱۴/۹	۳/۸	۲/۳	۷/۱	۹/۹
بارش (میلیمتر)	۲۰/۴	۱۰/۵	۱/۴	۰/۴	۰/۵	۲/۱	۷/۲	۱۰/۳	۲۵/۶	۳۲/۱	۳۸/۷	۲۵/۹
تبخیر (میلیمتر)	۱۸۸/۴	۳۰۳/۶	۴۰۸/۸	۴۵۸/۳	۴۲۲/۲	۳۲۸/۳	۲۴۳/۲	۱۳۰/۱	۹۵/۷	۸۰/۶	۷۲/۳	۱۶۳/۶
رطوبت (درصد)	۴۱/۵	۲۸	۱۹/۵	۱۸	۱۹	۲۰/۵	۲۰	۳۸	۴۹	۴۸/۵	۵۰	۴۹

۴. روند افزایش جمعیت و میزان شهرنشینی شهر کرمان و

مسئله آب شرب

کرمان دومین استانی است که بیشترین تعداد روستاها را در خود جای داده و تقریباً نیمی از جمعیت استان نیز روستانشین هستند. این روستاها به دلیل پراکندگی، با مشکل دریافت خدمات مطلوب و توسعه یافتگی روبه‌رو هستند و خشکسالی نیز هر روز زندگی مردم را سخت‌تر می‌کند. روستاها و شهرهای جنوبی استان کرمان برای بهره‌مندی از خدمات بهتر و بیشتر به سمت مرکز استان یعنی شهر کرمان هجوم می‌آورند که نتیجه آن، ورود مهاجرین به شهر کرمان و عدم جذب برخی از آن‌ها در شهر شده و در نتیجه به مناطق حاشیه‌نشین یعنی شهرک پدر، سیدی، صنعتی، مطهری و غیره پناه می‌برند که همین امر باعث عدم دسترسی کافی به آب شرب و استفاده از انشعابات غیرمجاز می‌شود.

همان‌طور که در جدول (۶) قابل مشاهده است، جمعیت شهر کرمان در سال ۱۳۷۵ از ۳۸۴۹۹۱ نفر به ۶۱۹۵۶۵ نفر در سال ۱۴۰۰ رسیده است که سیر صعودی جمعیت را در این شهر نشان می‌دهد. در این زمینه می‌توان ارتباط خوبی با روند مهاجرت برقرار کرد. به گونه‌ای که تعداد مهاجرین وارد شده به شهر کرمان در سال ۱۳۷۵، از ۳۶۵۴۲ نفر به ۴۰۵۵۶ در سال ۱۴۰۰ افزایش یافته است که به نوعی، تعداد خیلی زیادی از افزایش جمعیت را می‌توان به روند مهاجرت‌پذیری شهر کرمان ارتباط داد. از طرفی دیگر، همین افزایش جمعیت و روند مهاجرت‌پذیری بر افزایش مساحت شهر نیز تأثیرگذار است، به نحوی که جمعیت شهر کرمان در سال ۱۳۷۵ از ۶۵۰۴

هکتار به ۱۵۴۰۰ هکتار در سال ۱۴۰۰ رسیده است.

چالش بسیار مهم دیگر در شهر کرمان، افزایش و گسترده‌گی مساحت شهر کرمان از ۶۵۰۴ هکتار در سال ۱۳۷۵ به ۱۵۴۰۰ هکتار در سال ۱۴۰۰ می‌باشد. تمامی این مسائل (جمعیت، مهاجرت و مساحت) بر بحران آب شرب اثرگذار خواهد بود. به نحوی که گسترش مساحت شهر سبب افزایش جمعیت و ساخت و ساز شده است که این افزایش جمعیت به آب شرب احتیاج دارد و باعث فزونی تقاضا بر عرضه و استفاده بیش از حد از آب و در نهایت به دلیل کمبود آب و عدم دسترسی به آن، باعث مهاجرت از شهر کرمان در آینده خواهد شد.

۵. فرسودگی زیرساخت‌های آب و فاضلاب

باتوجه به اطلاعات کسب شده از مسئولین مرتبط، حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد زیرساخت‌های آب شرب شهر کرمان با مشکل فرسودگی مواجه هستند که این فرسودگی در بافت قدیم و تاریخی شهر کرمان یعنی منطقه ۱ و ۵ شهری بیشتر است. در این مناطق که هسته اولیه شهر کرمان محسوب می‌شوند در سال‌های گذشته اقدام خاصی (به جز حفظ این بافت‌ها) صورت نگرفته است و به تازگی شهرداری منطقه ۵ تأسیس شده است که به مشکلات این منطقه رسیدگی نماید.

۶. مصرف آب خانگی شهر کرمان در کاربری‌های مختلف

میزان توان تولید آب شرب در شهر کرمان برابر با ۲۰۶۴ لیتر بر ثانیه است درحالی‌که نیاز آبی شهروندان به آب شرب، ۳۰۷۹ لیتر بر ثانیه است. باتوجه به تفاوت توان تولید و نیاز آبی، شهر

جدول ۶- میزان جمعیت، خانوار، مهاجرین و مساحت شهر کرمان در طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۴۰۰ (مرکز آمار ایران، ۱۴۰۲)

سال	جمعیت			خانوار			مهاجرین			مساحت		
	تعداد	درصد	رشد	تعداد	درصد	رشد	تعداد	درصد	رشد	مقدار (هکتار)	درصد	رشد
۱۳۷۵	۳۸۴۹۹۱	۱۲/۶۸	-	۷۹۴۸۳	۹/۹۰	-	۳۶۵۴۲	۱۵/۷۶	-	۶۵۰۴	۹/۳۲	-
۱۳۸۰	۴۴۳۴۱۹	۱۴/۶۰	افزایشی	۹۲۳۷۹	۱۱/۵۰	افزایشی	۳۷۲۲۰	۱۶/۰۵	افزایشی	۹۳۳۰	۱۳/۳۷	افزایشی
۱۳۸۵	۵۱۵۱۱۴	۱۶/۹۷	افزایشی	۱۲۷۹۳۶	۱۵/۹۳	افزایشی	۳۸۴۳۰	۱۶/۵۷	افزایشی	۱۱۰۰۰	۱۵/۷۶	افزایشی
۱۳۹۰	۵۳۴۴۴۱	۱۷/۶۰	افزایشی	۱۴۷۹۲۲	۱۸/۴۲	افزایشی	۳۹۱۰۰	۱۶/۸۶	افزایشی	۱۳۲۰۰	۱۸/۹۲	افزایشی
۱۳۹۵	۵۳۷۷۱۸	۱۷/۷۱	افزایشی	۱۶۲۶۷۷	۲۰/۲۶	افزایشی	۳۹۹۹۵	۱۷/۲۵	افزایشی	۱۴۳۲۸	۲۰/۵۳	افزایشی
۱۴۰۰	۶۱۹۵۶۵	۲۰/۴۱	افزایشی	۱۹۲۳۶۵	۲۳/۹۶	افزایشی	۴۰۵۵۶	۱۷/۴۹	افزایشی	۱۵۴۰۰	۲۲/۰۷	افزایشی
جمع	۳۰۳۵۲۴۸	۱۰۰	-	۸۰۲۷۶۲	۱۰۰	افزایشی	۲۳۱۸۴۳	۱۰۰	-	۶۹۷۶۲	۱۰۰	-

کرمان با کسری ۱۰۱۵ لیتر بر ثانیه با کمبود آب شرب شهری مواجه می‌باشد (جدول ۷).

همان‌طور که در جدول (۷) مشاهده می‌شود میزان مصرف آب شرب شهر کرمان در کاربری مسکونی دارای ۳۴۵۵۶۱۰۴ لیتر آب مصرفی (۸۵/۷۷ درصد) است که در رتبه نخست قرار گرفته است. کاربری‌های تجاری با ۱۵۲۳۴۱۴ لیتر آب مصرفی (۳/۷۸ درصد) در مرتبه دوم می‌باشد. در زمینه کاربری‌های صنعتی، این کاربری‌ها دارای ۱۰۳۹۹۱ لیتر آب مصرفی (۰/۲۵۸ درصد) می‌باشند که می‌توان با برنامه‌ریزی‌های صحیح و منطقی و به حاشیه راندن آن‌ها در استفاده از

آب غیر شرب، کمک شایانی به صرفه‌جویی آب شرب شهر کرمان کرد. میزان مصرف آب شرب در کاربری فضای سبز شهرداری ۴۳۱۵۲۹/۳ لیتر (معادل ۱/۰۷۱ درصد) می‌باشد که می‌توان با آبیاری فضای سبز از طریق آب غیرشرب و فاضلاب، در مصرف بهینه آب شرب صرفه‌جویی کرد. کاربری دیگری که قابل توجه می‌باشد ساخت‌وسازهای شهری با مقدار ۵۶۴۰۹۳/۸ لیتر معادل (۱/۴۰۰ درصد) می‌باشد که بخش اعظمی از مربوط به طرح ملی مسکن و بخش دیگر مربوط به ساخت‌وساز دیگر است.

جدول ۷- میزان مصرف و درصد آب شرب به تفکیک کاربری‌ها در شهر کرمان (اسناد آب و فاضلاب کرمان، ۱۴۰۱)

ردیف	نام کاربری	میزان مصرف (لیتر بر ثانیه)	درصد مصرف	ردیف	نام کاربری	میزان مصرف (لیتر بر ثانیه)	درصد مصرف
۱	مسکونی	۳۴۵۵۶۱۰۴	۸۵/۷۷	۱۹	عمومی دولتی	۸۳۷۹۰	۰/۲۰۷
۲	تجاری	۱۵۲۳۴۱۴	۳/۷۸	۲۰	مرکز نگهداری معلولین	۲۴۲۴۰	۰/۰۶۰
۳	مراکز خدماتی غیردولتی	۳۷۴۸/۲۶	۰/۰۰۹	۲۱	مرکز نگهداری ایتام و بی سرپرست	۱۲۳۸/۶۳	۰/۰۰۳
۴	صنعتی	۱۰۳۹۹۱	۰/۲۵۸	۲۲	عمومی غیردولتی	۸۳۸۲۳/۷۵	۰/۲۰۸
۵	اداری	۳۳۰۷۱۸/۹	۰/۸۲۰	۲۳	بقاع متبرکه و گلزار شهدا	۲۳۵۴	۰/۰۰۵
۶	مدارس دولتی	۲۷۱۳۸۴/۸	۰/۶۷۳	۲۴	حوزه علمیه	۴۸۳۴	۰/۰۱۱
۷	مساجد و مراکز مذهبی	۱۳۴۲۰۷/۹	۰/۳۳۳	۲۵	دانشگاه دولتی	۷۸۳۹۲/۷۵	۰/۱۹۴
۸	درمانی - دولتی	۲۷۹۲۸۱/۷	۰/۶۹۳	۲۶	دانشگاه غیردولتی	۸۶۹۲۸	۰/۲۱۵
۹	انجمن‌های خیریه	۷۸۹۳	۰/۰۱۹	۲۷	بخش فرهنگی دولتی	۱۷۵۲۴	۰/۰۴۳
۱۰	گرمابه	۴۲۳۶	۰/۰۱۰	۲۸	بخش فرهنگی غیردولتی	۲۷۰۴	۰/۰۰۶
۱۱	نانوایی	۱۷۵۵۳/۴۷	۰/۰۴۳	۲۹	مهدکودک و مدارس غیردولتی	۷۷۶۳۳/۲۴	۰/۱۹۲
۱۲	فضای سبز شهرداری	۴۳۱۵۲۹/۳	۱/۰۷۱	۳۰	باشگاه ورزشی دولتی	۳۲۵۵۷	۰/۰۸۰
۱۳	درمانی - غیردولتی	۸۹۹۶۶/۷۶	۰/۲۲۳	۳۱	باشگاه ورزشی غیردولتی	۴۱۵۰۳/۹۵	۰/۱۰۳
۱۴	ارتش	۳۷۲۸۳۴	۰/۹۲۵	۳۲	اماکن شرکت	۱۴۵۹۴/۵۹	۰/۰۳۶
۱۵	سپاه	۱۹۶۵۵۷	۰/۴۸۷	۳۳	مختلط	۱۷۹۸۵۰/۸	۰/۴۴۶
۱۶	نیروی انتظامی	۱۶۴۸۹۲	۰/۴۰۹	۳۴	آزاد	۲۵۰۳۹۲/۸	۰/۶۲۱
۱۷	درمانی آموزشی	۱۷۵۰۶۴	۰/۴۳۴	۳۵	دوران ساخت‌وساز	۵۶۴۰۹۳/۸	۱/۴۰۰
۱۸	اقامتگاه	۲۲۱	۰/۰۰۰۵	۳۶	آب تانکری	۷۵۵۱۴	۰/۱۸۷
	جمع	۴۰۲۸۵۵۶۶	۱۰۰		میانگین	۱۱۱۹۰۴۴	-

۷. مصرف آب شرب در کارواش

در شهر کرمان حدود ۸۰ کارواش خودرو وجود دارد. هر کارواشی روزانه معادل ۲۰ تا ۵۰ متر مکعب (۲۰ تا ۵۰ هزار لیتر) آب شرب استفاده می‌کند. با در نظر گرفتن روزانه ۳۵۰۰۰ لیتر آب شرب برای هر کارواش، می‌توان نتیجه گرفت که روزانه ۲۸۰۰۰۰۰ لیتر آب شرب در کارواشهای شهر کرمان مصرف می‌شود که آمار نگران‌کننده‌ای به حساب می‌آید. طبق آمار وزارت نیرو، هزینه تصفیه هر هزار لیتر آب شرب، برابر با ۱۲۰۰ تومان اعلام شده است. بنابراین برای ۲۸۰۰۰۰۰ لیتر آب شرب شهر کرمان، هزینه‌ای معادل ۳۳۶۰۰۰۰۰۰ (سه میلیارد و سیصد و شصت میلیون تومان) صرف می‌شود. لازم به ذکر است هزینه پایین (نرخ پایین) آب شرب باعث مصرف بیشتر شهروندان از آب در موارد مختلف از جمله کارواش‌ها شده است.

۸. مصرف آب شرب شهر کرمان در کولر آبی

هر کولر آبی هر ساعت معادل (۳۰ لیتر) و ۲۰۰ تا ۶۰۰ لیتر آب (متوسط ۴۰۰ لیتر در شبانه‌روز) در شبانه‌روز مصرف می‌کند که از دلایل مهم افزایش مصرف آب به شمار می‌رود (شرکت آب و فاضلاب کرمان، ۱۴۰۱؛ مطالعات میدانی نویسنده، ۱۴۰۳). بنابراین اگر در سطح شهر کرمان ۱۹۲۳۶۵ خانوار وجود داشته باشد و در طول سه ماه تابستان هم از کولر استفاده کنند، در شبانه‌روز بیشتر از ۷۱۵۵۹۷۸۰۰ لیتر از آب شرب توسط کولر مصرف می‌شود.

۹. انشعابات غیرمجاز آب شرب در شهر کرمان در طی بازه ۲۰ ساله و هدررفت آب

همان‌طور که در جدول (۸) قابل مشاهده است باتوجه به اسناد آب و فاضلاب شهر کرمان و بازدید میدانی نویسنده در سال ۱۴۰۲، تعداد انشعابات غیرمجاز آب شرب شهرک سیدی و شیشه‌گر برابر با ۱۲۰۰ انشعاب و در شهرک جوادالائمه برابر با ۱۰۰ انشعاب می‌باشد که به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار انشعاب غیرمجاز را دارند. به این ترتیب، محدوده‌های موجود از سال ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۱ در زمینه انشعابات غیرمجاز آب شرب رشد ۲ تا ۵ درصدی دارند. از طرفی دیگر، اکثر این محدوده‌ها در حاشیه شهر کرمان قرار دارند که به واسطه مهاجرت‌پذیر بودن و افزایش جمعیت آن‌ها و همچنین عدم نظارت بر آن‌ها، بیشترین انشعابات آب شرب را دارند که نیاز است به آن توجه ویژه‌ای شود. انشعابات غیرمجاز باعث شده است که برخی مناطق شهر کرمان از جمله شهرک مطهری بیشترین مشکل را در کمبود آب داشته باشد که یکی از دلایل آن وجود چند

هزار واحد مسکن مهر و مصرف بالای آب در این منطقه است.

۱۰. چالش امنیتی

آخرین چالش بحران آب شرب در شهر کرمان، امنیتی می‌باشد بنابر پژوهش‌های انجام شده توسط پژوهشگر، روزانه حدود ۱۰۰ تماس تلفنی و حضور ۱۰۰ نفر از مناطق مختلف شهر کرمان به آب و فاضلاب جهت گلایه از کمبود و قحطی آب وجود دارد. سرانجام این گلایه و شکایت‌ها ممکن است در آینده نزدیک به دعوا و درگیری بین مردم و مسئولین باشد. قطعاً چالش‌های وضع موجود آب شرب در شهر کرمان منجر به چالش‌های دیگری در آینده می‌شود در زیر به آن‌ها پرداخته شده است:

ب. بررسی وضعیت چالش‌های آب شرب شهر کرمان در آینده

برای مشخص شدن بهترین و بدترین چالش آب شرب شهر کرمان از تکنیک برنامه‌ریزی خطی تصمیم‌گیری چند معیاره BWM (بهترین و بدترین معیار) و PIPRECIA (ارزیابی اهمیت نسبی معیارها بر اساس مقایسه زوجی محوری) استفاده شد که مراحل آن در زیر پیموده شده است. به این صورت که ابتدا ابعاد چالش‌های آینده بحران آب شرب شهر کرمان از طریق تکنیک BWM شناسایی و وزن‌دهی و رتبه‌بندی شدند. گام یک، شناسایی ابعاد چالش بحران آب شرب شهر کرمان: این ابعاد شامل اجتماعی-اقتصادی-سیاسی و محیط‌زیستی می‌باشد. گام دوم مشخص کردن بهترین و بدترین بعد توسط خبرگان: که در اینجا بهترین بعد از نظر خبرگان، محیط‌زیستی و بدترین بعد، بعد اجتماعی است. گام سوم و چهارم، تشکیل ماتریس جدول مقایسات زوجی برای بهترین و بدترین بعد: ماتریس مقایسه زوجی برای بهترین و بدترین بعد به شرح جدول‌های (۹) و (۱۰) تشکیل شد.

نکته: برای مقایسه زوجی بهترین بعد: بهترین بعد با تک‌تک بعدها، مقایسه زوجی (میزان اهمیت و برتری بهترین بعد نسبت به بقیه بعدها) می‌شود. از طرف دیگر، برای بدترین بعد، تک‌تک بعدها با بدترین بعد، مقایسه زوجی (میزان اهمیت و برتری تمامی بعدها نسبت به بدترین بعد) می‌شود (جدول ۹ و ۱۰). همان‌طور که در جدول (۹) مشاهده می‌شود ارزش بعد محیط‌زیستی نسبت به اجتماعی ۰/۹۴۰، محیط‌زیستی نسبت به اقتصادی ۰/۹۷۲، محیط‌زیستی نسبت به سیاسی ارزش ۰/۹۹۰ دارد.

براساس جدول (۱۰) بعد اقتصادی نسبت به اجتماعی ارزش ۰/۹۶۷، سیاسی نسبت به اجتماعی ۰/۹۴۹ و در نهایت محیط‌زیستی نسبت به اجتماعی ارزش ۰/۹۴۰ دارد.

جدول ۸- تعداد انشعابات غیرمجاز آب شرب در شهر کرمان در طی بازه ۲۰ ساله ۱۳۸۰-۱۴۰۱

ردیف	سال	شهرک توروطناب	شهرک صنعتی	بلوار امام صادق	شهرک سیدی	شرف آباد	شیشه گر	الله آباد	شهرک جوادالائمه	جاده سیدی (کوچه گاوداری-کارتن سازی)	جمع
۱	۱۳۸۰	۷۰	۱۱۲	۷۲	۳۶۸	۱۸۳	۳۷۷	۱۲۲	۱۹	۵۵	۱۳۷۸
۲	۱۳۸۱	۱۶۵	۱۴۰	۸۶	۴۰۰	۲۰۶	۴۰۲	۱۴۱	۲۳	۶۱	۱۶۲۴
۳	۱۳۸۲	۲۳۰	۱۶۰	۹۱	۴۳۰	۲۳۲	۴۳۸	۱۷۳	۳۰	۶۳	۱۸۴۷
۴	۱۳۸۳	۲۶۶	۱۶۹	۹۵	۴۷۱	۲۶۹	۴۶۶	۱۹۹	۳۳	۶۸	۲۰۳۶
۵	۱۳۸۴	۲۸۱	۱۸۰	۱۰۰	۴۹۳	۲۸۷	۴۸۶	۱۱۱	۳۵	۷۱	۲۰۴۴
۶	۱۳۸۵	۳۰۸	۱۸۴	۱۰۸	۵۱۸	۳۰۲	۵۱۰	۱۱۸	۳۸	۷۴	۲۱۶۰
۷	۱۳۸۶	۳۲۴	۱۹۷	۱۱۲	۵۴۳	۳۲۸	۵۴۰	۱۲۹	۴۳	۸۰	۲۲۹۶
۸	۱۳۸۷	۳۴۹	۲۱۰	۱۱۴	۵۷۲	۳۵۰	۵۷۹	۱۳۳	۴۷	۸۴	۲۴۳۸
۹	۱۳۸۸	۳۶۸	۲۴۰	۱۲۰	۶۱۰	۳۷۲	۶۰۵	۱۴۷	۵۱	۹۲	۲۶۰۵
۱۰	۱۳۸۹	۳۹۰	۲۴۸	۱۲۷	۶۵۰	۳۹۷	۶۴۶	۱۵۱	۵۳	۱۰۳	۲۷۶۵
۱۱	۱۳۹۰	۴۱۰	۲۵۰	۱۳۰	۶۸۰	۴۰۰	۶۵۰	۱۶۰	۵۶	۱۱۰	۲۸۴۶
۱۲	۱۳۹۱	۴۶۸	۲۶۰	۱۳۳	۷۱۷	۴۵۰	۷۰۰	۱۴۰	۶۵	۱۲۸	۳۰۶۱
۱۳	۱۳۹۲	۵۳۰	۳۰۰	۱۳۹	۷۵۲	۴۸۰	۷۲۰	۱۷۰	۶۸	۱۳۵	۳۲۹۴
۱۴	۱۳۹۳	۵۵۵	۳۶۰	۱۴۵	۷۹۳	۵۶۰	۷۵۲	۱۷۷	۷۰	۱۴۰	۳۵۵۲
۱۵	۱۳۹۴	۵۷۰	۳۷۰	۱۵۴	۸۸۰	۵۷۱	۷۸۰	۱۸۷	۷۷	۱۴۲	۳۷۳۱
۱۶	۱۳۹۵	۶۰۰	۳۸۹	۱۶۰	۹۰۷	۵۹۰	۸۲۰	۱۹۰	۸۰	۱۵۶	۳۸۹۲
۱۷	۱۳۹۶	۶۳۰	۴۰۲	۱۶۳	۹۵۵	۶۰۰	۹۱۰	۲۰۰	۸۳	۱۶۰	۴۱۰۳
۱۸	۱۳۹۷	۶۶۳	۴۲۱	۱۷۵	۹۸۰	۶۲۰	۹۴۰	۲۳۶	۸۸	۱۷۴	۴۲۹۷
۱۹	۱۳۹۸	۶۹۳	۴۴۳	۱۸۰	۱۱۱۰	۶۵۴	۹۸۰	۲۵۵	۹۱	۱۸۲	۴۵۸۸
۲۰	۱۳۹۹	۷۳۰	۴۵۶	۱۹۰	۱۱۸۰	۶۷۷	۱۱۳۰	۲۶۹	۹۳	۱۸۹	۴۹۱۴
۲۱	۱۴۰۰	۷۶۲	۴۸۰	۱۹۷	۱۱۹۲	۶۹۰	۱۱۶۰	۲۸۷	۹۵	۱۹۷	۵۰۶۰
۲۲	۱۴۰۱	۸۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۱۲۰۰	۷۰۰	۱۲۰۰	۳۰۰	۱۰۰	۲۰۰	۵۲۰۰
جمع		۱۰۱۶۲	۶۴۷۱	۲۹۹۱	۱۶۴۰۱	۹۹۱۸	۱۵۷۹۱	۳۹۹۵	۱۳۳۸	۲۶۶۴	

جدول ۹- ماتریس مقایسات زوجی بهترین بعد

محیط زیستی	سیاسی	اقتصادی	اجتماعی	بعد
W4	W3	W2	W1	حروف اختصاری
۱	۰/۹۹۰	۰/۹۷۲	۰/۹۴۰	بهترین بعد (محیط زیستی)

Solution Report - Lingo1		
Variable	Value	Reduced Cost
X	0.1667139E-03	0.000000
W4	0.2437281	0.000000
W1	0.2593312	0.000000
W2	0.2507921	0.000000
W3	0.2461486	0.000000
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.1667139E-03	-1.000000
2	0.000000	0.3402132
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.3229190
5	0.9417222E-04	0.000000
6	0.000000	0.3368678
7	0.000000	0.000000
8	0.2593312	0.000000
9	0.2507921	0.000000
10	0.2461486	0.000000
11	0.2437281	0.000000

شکل ۳- حل مسئله تحقیق و مقدار ابعاد چالش‌های بحران آب شرب شهر کرمان

نرخ سازگاری برابر با 0.00019 است که قابل قبول می باشد. باتوجه به نرخ سازگاری، تفاوت عددی کمی بین مقادیر به دست آمده، وجود دارد که این تفاوت کم، باعث برتری یک بعد بر بعد دیگری شده است. البته در نتایج مدل BWM، برای هر موضوعی، تفاوت کم بین مقادیر اعداد وجود دارد. باتوجه به نتایج به دست آمده، می توان بیان کرد که چالش اجتماعی در رتبه اول چالش‌های آب شرب شهر کرمان قرار گرفته است. قطعاً در بین چالش‌های اجتماعی، مسئله بهداشت و پاکیزگی مردم شهر کرمان بسیار مهم است که اگر به آن توجهی نشود،

جدول ۱۱- ارزش و رتبه ابعاد چالش‌های بحران آب شرب شهر کرمان

رتبه	ارزش	علامت اختصاری	بعد
۱	0.259	W1	اجتماعی
۲	0.250	W2	اقتصادی
۳	0.246	W3	سیاسی
۴	0.243	W4	محیط زیستی
جمع		۱	
	0.0001	(مقدار بهینه) α	
	$5/23$	CI (شاخص سازگاری)	
	0.00019	CR (نرخ سازگاری)	

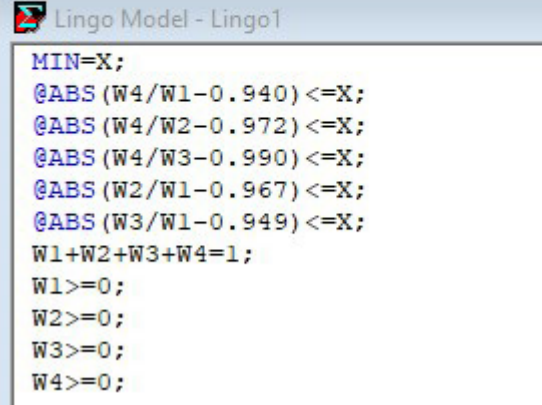
جدول ۱۰- ماتریس مقایسات زوجی بدترین بعد

بدترین بعد (اجتماعی)	علامت اختصاری	بعد
۱	W1	اجتماعی
0.967	W2	اقتصادی
0.949	W3	سیاسی
0.940	W4	محیط زیستی

گام پنجم: مدل سازی مسئله تحقیق: مسئله تحقیق در قالب نرم افزار ۱۸ Lingo مدل سازی شد.

در این مرحله، به عنوان مثال بهترین بعد که محیط زیستی است بر بعد اجتماعی (به عنوان بدترین بعد) تقسیم و منهای ارزش آن می شود. برای بقیه بعدها همین روال تکرار می شود (شکل ۲). گام ششم: حل مسئله برنامه ریزی خطی و یافتن اوزان بهینه: با استفاده از نرم افزار ۱۸ LINGO نتایج ارزش نهایی ابعاد چالش‌های بحران آب شرب شهر کرمان به دست آمد. این مدل با ۴ متغیر، ۵ محدودیت در ۵۵ تکرار حل شد (شکل ۳).

جدول (۱۱) که مستخرج از شکل (۶) است حاکی از آن است که بعد اجتماعی با ارزش 0.259 در رتبه اول و به عنوان مهم ترین چالش، بعد اقتصادی با 0.250 در رتبه دوم، بعد سیاسی با 0.246 در رتبه سوم و در نهایت بعد محیط زیستی با ارزش نهایی 0.243 در رتبه آخر و به عنوان کم اهمیت ترین چالش بحران آب شیرین شهر کرمان شناخته شده است. در این بین،

Lingo 18.0 - Solution Report - Lingo1	
File	Edit Solver Window Help
 <pre> MIN=X; @ABS (W4/W1-0.940) <=X; @ABS (W4/W2-0.972) <=X; @ABS (W4/W3-0.990) <=X; @ABS (W2/W1-0.967) <=X; @ABS (W3/W1-0.949) <=X; W1+W2+W3+W4=1; W1>=0; W2>=0; W3>=0; W4>=0; </pre>	

شکل ۲- مدل سازی مسئله تحقیق

جدول ۱۲- ارزش و رتبه مؤلفه‌های چالش‌های اجتماعی بحران آب شرب شهر کرمان

رتبه	ارزش	علامت اختصاری	مؤلفه
۱	۰/۱۸۰	W7	تهدید بهداشت و سلامت
۲	۰/۱۵۹	W6	تشدید رقابت بین شهروندان در مصرف
۳	۰/۱۵۷	W2	احساس دلهره، نگرانی و اضطراب
۴	۰/۱۴۶	W3	پیش‌داوری‌های قومی و محلی
۵	۰/۱۲۸	W4	کاهش دلبستگی
۶	۰/۱۲۰	W5	کاهش تعاملات اجتماعی
۷	۰/۱۰۸	W1	افزایش مهاجرت از شهر
	۱		جمع

می‌تواند باعث بروز بیماری‌های خطرناک در بین مردم شود. در چالش اقتصادی نیز هزینه‌های اقتصادی مردم جهت خرید وسایل جمع‌آوری آب شرب مثل تانکر و غیره بیشتر می‌شود. برای مشخص شدن میزان اهمیت چالش‌های هر بعد، مراحل تکنیک BWM برای مؤلفه‌های هر بعد نیز پیموده شده است. برای جلوگیری از طولانی شدن مدل و تحقیق، فقط جدول مرحله آخر آورده شده است.

چالش‌های آب شرب شهر کرمان در بعد اجتماعی

همان‌طور که در جدول (۱۲) نشان داده شده است از بین چالش‌های اجتماعی، مؤلفه تهدید بهداشت و سلامت با ارزش ۰/۱۸۰ در رتبه اول و به‌عنوان مهم‌ترین چالش، تشدید رقابت بین شهروندان در مصرف آب با ۰/۱۵۹ در رتبه دوم، احساس دلهره، نگرانی و اضطراب با ۰/۱۵۷ در رتبه سوم، پیش‌داوری قومی و محلی با ۰/۱۴۶ در رتبه چهارم، کاهش دلبستگی با ۰/۱۲۸ در رتبه پنجم، کاهش تعاملات اجتماعی با ۰/۱۲۰ در رتبه ششم و در نهایت مؤلفه افزایش مهاجرت از شهر با ارزش نهایی ۰/۱۰۸ در رتبه آخر و به‌عنوان کم‌اهمیت‌ترین چالش شناخته شده است. این نتایج نشان‌دهنده این مهم است که بحران آب شرب شهر کرمان از طریق کاهش کیفیت شیمیایی و آلودگی‌های میکروبی، سلامت شهروندان را تهدید کرده و منجر به بیماری می‌شود. هر چند در بین مردم این دلهره به‌وجود می‌آید که این بحران،

ممکن بقیه جنبه‌های زندگی آن‌ها را نیز تهدید کند که در نهایت باعث کاهش رفاه و کیفیت زندگی آن‌ها شود. به‌همین علت، یک رقابت بین آن‌ها شکل می‌گیرد که بدون در نظر گرفتن وابستگی‌های اجتماعی، برای تأمین آب آشامیدنی مورد نیاز خود تلاش کنند.

چالش‌های آب شرب شهر کرمان در بعد اقتصادی

همان‌طور که در جدول (۱۳) مشاهده می‌شود از بین چالش‌های اقتصادی آب شرب شهر کرمان، مؤلفه افزایش هزینه‌های زندگی با ارزش ۰/۳۲۲ به‌عنوان مهم‌ترین چالش و بیکاری (تعطیل شدن کارگاه‌ها) به‌عنوان کم‌اهمیت‌ترین چالش شناخته شده است. در این رابطه، می‌توان گفت که وقتی بحران آب شدید در شهر کرمان رخ داد می‌تواند منجر به بالا رفتن قیمت آب، درگیری شهروندان برای تأمین وسایل جمع‌کننده و ذخیره آب شود. از طرفی، حتی برخی شهروندان که به مشاغل مانند آشپزی، آشپزخانه و غیره مشغول هستند نتوانند به شغل خود ادامه دهند که این امر بر رفاه زندگی آن‌ها تأثیرگذار خواهد بود.

چالش‌های آب شرب شهر کرمان در بعد سیاسی

همان‌طور که نتایج جدول (۱۴) می‌دهد مؤلفه اختلاف و درگیری بین شهر با سایر شهرها با ارزش ۰/۱۸۰ در رتبه اول، افزایش نارضایتی مردم با ۰/۱۶۱ در رتبه دوم و بی‌اعتمادی نسبت به دولت با ارزش ۰/۱۴۳ در رتبه سوم قرار گرفت. از طرفی دیگر، شاخص‌های چنددستگی با ارزش ۰/۰۹۵ در رتبه ششم، قتل و کشته شدن افراد با ۰/۰۸۷ در رتبه هفتم و در نهایت استقلال طلبی با ۰/۰۷۸ در رتبه هشتم قرار گرفت. این نتایج نشان می‌دهد که در اثر کمبود و بحران آب شرب در شهر کرمان، اختلاف و درگیری بین شهر

جدول ۱۳- ارزش و رتبه مؤلفه‌های چالش‌های اقتصادی بحران آب شرب شهر کرمان

رتبه	ارزش	علامت اختصاری	مؤلفه
۱	۰/۳۲۲	W2	افزایش هزینه‌های زندگی
۲	۰/۲۸۸	W3	کاهش رفاه خانوارها
۳	۰/۲۰۲	W4	از بین رفتن مشاغل محلی
۴	۰/۱۸۶	W1	بیکاری، تعطیل شدن کارگاه‌ها
	۱		جمع

جدول ۱۴- ارزش و رتبه مؤلفه‌های چالش‌های سیاسی بحران آب شرب شهر کرمان

رتبه	ارزش	علامت اختصاری	مؤلفه
۱	۰/۱۸۰	W4	اختلاف و درگیری بین شهر با سایر شهرها
۲	۰/۱۶۱	W1	افزایش نارضایتی مردم
۳	۰/۱۴۳	W2	بی‌اعتمادی نسبت به دولت
۴	۰/۱۳۰	W3	درگیری و اختلاف مردم و مسئولین
۵	۰/۱۲۳	W8	بی‌تفاوتی سیاسی
۶	۰/۰۹۵	W6	چنددستگی
۷	۰/۰۸۷	W5	قتل و کشته شدن افراد
۸	۰/۰۷۸	W7	استقلال طلبی
	۱		جمع

کرمان با سایر شهرها بر سر آب شکل می‌گیرد که در این درگیری، ممکن است به کشته شدن افراد منجر شود و هر فرد بدن توجه به دولت و مسئولین، به درگیری با دولت بپردازد و در نهایت به نارضایتی آن‌ها بیانجامد. این چالش اهمیت زیادی دارد، اگر دولت نتواند آن را کنترل کند فاجعه بسیار نگران‌کننده‌ای به نام هرج‌ومرج و ناامنی شکل می‌گیرد.

چالش‌های آب شرب شهر کرمان در بعد محیط زیستی

نتایج حاصل از جدول (۱۵) حاکی از آن است که از بین چالش‌های محیط زیستی آب شرب شهر کرمان، مؤلفه کم‌شدن جذابیت‌های محیطی با ۰/۳۱۲ در رتبه اول و به‌عنوان مهم‌ترین چالش، کاهش تمیزی محیط شهری با ۰/۲۴۹ در رتبه دوم، تخریب و از بین رفتن منابع با ۰/۲۳۵ در رتبه سوم و در نهایت افزایش مناطق حاشیه‌نشین با ارزش ۰/۲۰۱ در رتبه آخر قرار گرفت. در این بعد، بحران آب شرب می‌تواند بر محیط طبیعی، فضای سبزی که با آب شرب آبیاری می‌شوند، تأثیر بگذارد و منجر به نابودی آن‌ها شود. در مرحله بعد، از آنجایی که این تکنیک قادر به در نظر گرفتن همه مؤلفه‌ها به‌صورت کلی (۲۳ مؤلفه) را ندارد، از تکنیک PIPRECIA استفاده شد، تا مهم‌ترین چالش از بین تمامی چالش‌ها مشخص شود. گام‌های این تکنیک به شرح ذیل پیموده شده است.

این تکنیک شباهت زیادی به تکنیک سوارا (روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی که از روش‌های تصمیم‌گیری ارزیابی وزن و اهمیت معیارها است) دارد و در دو قسمت وزن و رتبه پیپیشیا معمولی و پیپیشیا معکوس انجام می‌شود. مراحل این دو روش تا حدودی به یکدیگر شباهت دارد. منتهی در معمولی، اهمیت هر مؤلفه نسبت به مؤلفه قبل از خود و در معکوس، اهمیت هر مؤلفه نسبت به مؤلفه بعد از خود به‌دست می‌آید.

قسمت اول: مراحل پیپیشیا معمولی

در جدول (۱۶)، وزن و رتبه چالش‌های آینده بحران آب شرب شهر کرمان در تکنیک پیپیشیا معمولی ارائه شده است.

قسمت دوم: مراحل پیپیشیا معکوس

تمامی مراحل این قسمت نیز شبیه قسمت پیپیشیا معمولی است اما با این تفاوت از پایین به بالا انجام می‌شود. به‌عنوان مثال، در گام اول، اهمیت هر مؤلفه نسبت به مؤلفه بعد از خود، از پایین به بالا به دست می‌آید و مقدار SJ (ضریب اولیه) حاصل می‌شود.

در جدول (۱۷) وزن و رتبه چالش‌های آینده بحران آب شرب شهر کرمان در تکنیک پیپیشیا معکوس ارائه شده است. جهت اطمینان از میزان درست انجام‌شدن، تکنیک ضریب همبستگی بین دو جدول گرفته می‌شود. ضریب همبستگی بین ۱- تا ۱+ می‌باشد. هرچه به ۱ نزدیکتر باشد ضریب همبستگی بالایی دارد. در اینجا، مقدار همبستگی بین دو جدول برابر با ۰/۹۸۳ به‌دست آمد که حاکی از ضریب همبستگی بسیار بالا و قابل قبول بودن تکنیک است. در مرحله آخر، جهت رسیدن به وزن و رتبه نهایی، میانگین WJ از دو جدول گرفته می‌شود

جدول ۱۵- ارزش و رتبه مؤلفه‌های چالش‌های بحران آب شرب شهر کرمان

رتبه	ارزش	علامت اختصاری	مؤلفه
۱	۰/۳۱۲	W2	کم‌شدن جذابیت‌های محیطی
۲	۰/۲۴۹	W3	کاهش تمیزی محیط شهری
۳	۰/۲۳۵	W4	تخریب و از بین رفتن منابع
۴	۰/۲۰۱	W1	افزایش مناطق حاشیه‌نشین
	۱		جمع

جدول ۱۶- وزن و رتبه چالش‌های آینده بحران آب شرب شهر کرمان در تکنیک پیپریشیا معمولی

ردیف	مؤلفه	SJ (ضریب اولیه)	KJ (ضریب تأثیر)	QJ (وزن اولیه)	WJ (وزن نهایی)
۱	افزایش مهاجرت‌ها از شهر کرمان	-	۱	۱	۰/۰۴۳۰
۲	احساس دلهره، نگرانی و اضطراب (کاهش امنیت روانی) ناشی از کمبود یا عدم وجود آب در بین شهروندان	۱/۰۱۵	۰/۹۸۵	۱/۰۱۵	۰/۰۴۳۶
۳	ایجاد پیش‌داوری‌های قومی و محله‌ای در زمینه کمبود آب	۰/۹۹۷	۱/۰۰۳	۱/۰۱۲	۰/۰۴۳۵
۴	کاهش دلبستگی و از بین رفتن حس تعلق به شهردر بین شهروندان	۰/۹۹۴	۱/۰۰۶	۱/۰۰۶	۰/۰۴۳۳
۵	کاهش تعاملات اجتماعی شهروندان	۰/۹۹۸	۱/۰۰۲	۱/۰۰۴	۰/۰۴۳۲
۶	هجوم و تشدید رقابت بین شهروندان در مصرف آب	۱/۰۱۲	۰/۹۸۸	۱/۰۱۶	۰/۰۴۳۷
۷	تهدید بهداشت و سلامت مردم	۱/۰۰۶	۰/۹۹۴	۱/۰۲۲	۰/۰۴۴۰
۸	بیکاری (تعطیل شدن کارگاه‌ها به‌خاطر کمبود آب)	۰/۹۷۶	۱/۰۲۴	۰/۹۹۸	۰/۰۴۲۹
۹	افزایش هزینه‌های زندگی (صرف هزینه در وسایل ذخیره آب مانند تانکر و غیره)	۱/۰۲۴	۰/۹۷۶	۱/۰۲۳	۰/۰۴۴۰
۱۰	کاهش رفاه خانوارها	۰/۹۹۴	۱/۰۰۶	۱/۰۱۶	۰/۰۴۳۷
۱۱	از بین رفتن مشاغل محلی (آشپزی و غیره)	۰/۹۸۵	۱/۰۱۵	۱/۰۰۱	۰/۰۴۳۱
۱۲	افزایش نارضایتی مردم از دولت	۱/۰۲۰	۰/۹۸۰	۱/۰۲۲	۰/۰۴۴۰
۱۳	بی‌اعتمادی مردم نسبت به دولت و مسئولان کشوری-استانی-شهرستانی و شهر	۰/۹۹۴	۱/۰۰۶	۱/۰۱۶	۰/۰۴۳۷
۱۴	باعث درگیری و اختلاف بین مردم و مسئولین	۰/۹۹۵	۱/۰۰۵	۱/۰۱۱	۰/۰۴۳۵
۱۵	درگیری و اختلاف بین شهر و سایر شهرهای استان	۱/۰۱۷	۰/۹۸۳	۱/۰۲۸	۰/۰۴۴۲
۱۶	قتل و کشته شدن افراد در درگیری	۰/۹۶۸	۱/۰۳۲	۰/۹۹۶	۰/۰۴۲۹
۱۷	چنددستگی بین اجتماعات شهر	۱/۰۰۳	۰/۹۹۷	۰/۹۹۹	۰/۰۴۳۰
۱۸	واگرایی و تلاش برای استقلال طلبی مردم	۰/۹۹۴	۱/۰۰۶	۰/۹۹۳	۰/۰۴۲۷
۱۹	بی‌تفاوت‌های سیاسی (بی‌تفاوتی مردم نسبت به دولت)	۱/۰۱۵	۰/۹۸۵	۱/۰۰۸	۰/۰۴۳۴
۲۰	افزایش مناطق حاشیه‌نشین	۰/۹۹۲	۱/۰۰۸	۱	۰/۰۴۳۰
۲۱	کم شدن جذابیت‌های محیطی (چشم‌اندازهای سبز شهری)	۱/۰۱۹	۰/۹۸۱	۱/۰۲۰	۰/۰۴۳۹
۲۲	کاهش تمیزی محیط شهری و اجتماعی	۰/۹۸۹	۱/۰۱۱	۱/۰۰۹	۰/۰۴۳۴
۲۳	تخریب و از بین رفتن منابع (طبیعی)	۰/۹۹۸	۱/۰۰۲	۱/۰۰۷	۰/۰۴۳۳
جمع				۲۳/۲۳۳	

جدول ۱۷- وزن و رتبه چالش‌های آینده بحران آب شرب شهر کرمان در تکنیک پیپیشیا معکوس

ردیف	مؤلفه	SJ (ضریب اولیه)	KJ (ضریب تأثیر)	QJ (وزن اولیه)	WJ (وزن نهائی)
۱	افزایش مهاجرت‌ها از شهر کرمان	۰/۹۸۵	۱/۰۱۵	۰/۹۹۷	۰/۰۴۳۱
۲	احساس دلهره، نگرانی و اضطراب (کاهش امنیت روانی) ناشی از کمبود یا عدم وجود آب در بین شهروندان	۱/۰۰۳	۰/۹۹۷	۱/۰۱۲	۰/۰۴۳۷
۳	ایجاد پیش‌داوری‌های قومی و محله‌ای در زمینه کمبود آب	۱/۰۰۶	۰/۹۹۴	۱/۰۰۹	۰/۰۴۳۶
۴	کاهش دلبستگی و از بین رفتن حس تعلق به شهرداریین شهروندان	۱/۰۰۲	۰/۹۹۸	۱/۰۰۳	۰/۰۴۳۳
۵	کاهش تعاملات اجتماعی شهروندان	۰/۹۸۸	۱/۰۱۲	۱/۰۰۱	۰/۰۴۳۳
۶	هجوم و تشدید رقابت بین شهروندان در مصرف آب	۰/۹۹۴	۱/۰۰۶	۱/۰۱۳	۰/۰۴۳۸
۷	تهدید بهداشت و سلامت مردم	۱/۰۲۴	۰/۹۷۶	۱/۰۱۹	۰/۰۴۴۰
۸	بیکاری (تعطیل شدن کارگاه‌ها به‌خاطر کمبود آب)	۰/۹۷۶	۱/۰۲۴	۰/۹۹۴	۰/۰۴۳۰
۹	افزایش هزینه‌های زندگی (صرف هزینه در وسایل ذخیره آب مانند تانکر و غیره)	۱/۰۰۶	۰/۹۹۴	۱/۰۱۸	۰/۰۴۴۰
۱۰	کاهش رفاه خانوارها	۱/۰۱۵	۰/۹۸۵	۱/۰۱۲	۰/۰۴۳۷
۱۱	از بین رفتن مشاغل محلی (آشپزی و غیره)	۰/۹۸۰	۱/۰۲۰	۰/۹۹۷	۰/۰۴۳۱
۱۲	افزایش نارضایتی مردم از دولت	۱/۰۰۶	۰/۹۹۴	۱/۰۱۷	۰/۰۴۴۰
۱۳	بی‌اعتمادی مردم نسبت به دولت و مسئولان کشوری-استانی-شهرستانی و شهر	۱/۰۰۵	۰/۹۹۵	۱/۰۱۱	۰/۰۴۳۷
۱۴	باعث درگیری و اختلاف بین مردم و مسئولین	۰/۹۸۳	۱/۰۱۷	۱/۰۰۶	۰/۰۴۳۵
۱۵	درگیری و اختلاف بین شهر و سایر شهرهای استان	۱/۰۳۲	۰/۹۶۸	۱/۰۲۳	۰/۰۴۴۲
۱۶	قتل و کشته شدن افراد در درگیری	۰/۹۹۷	۱/۰۰۳	۰/۹۹۰	۰/۰۴۲۸
۱۷	چنددستگی بین اجتماعات شهر	۱/۰۰۶	۰/۹۹۴	۰/۹۹۳	۰/۰۴۲۹
۱۸	واگرایی و تلاش برای استقلال طلبی مردم	۰/۹۸۵	۱/۰۱۵	۰/۹۸۷	۰/۰۴۲۷
۱۹	بی‌تفاوت‌های سیاسی (بی‌تفاوتی مردم نسبت به دولت)	۱/۰۰۸	۰/۹۹۲	۱/۰۰۲	۰/۰۴۳۳
۲۰	افزایش مناطق حاشیه‌نشین	۰/۹۸۱	۰/۰۱۹	۰/۹۹۴	۰/۰۴۳۰
۲۱	کم شدن جذابیت‌های محیطی (چشم‌اندازهای سبز شهری)	۱/۰۱۱	۰/۹۸۹	۱/۰۱۳	۰/۰۴۳۸
۲۲	کاهش تمیزی محیط شهری و اجتماعی	۱/۰۰۲	۰/۹۹۸	۱/۰۰۲	۰/۰۴۳۳
۲۳	تخریب و از بین رفتن منابع (طبیعی)	-	۱	۱	۰/۰۴۳۲
جمع					

جدول ۱۸- وزن و رتبه نهایی چالش‌های آینده بحران آب شرب شهر کرمان در تکنیک پیپریشیا

ردیف	مؤلفه	WJ (وزن نهایی)	رتبه
۱	درگیری و اختلاف بین شهر و سایر شهرهای استان	۰/۰۴۴۲۶۸	۱
۲	تهدید بهداشت و سلامت مردم	۰/۰۴۴۰۴۷	۲
۳	افزایش هزینه‌های زندگی (صرف هزینه در وسایل ذخیره آب مانند تانکر و ...)	۰/۰۴۴۰۴۷	۳
۴	افزایش نارضایتی مردم از دولت	۰/۰۴۴۰۰۳	۴
۵	کم‌شدن جذابیت‌های محیطی (چشم‌اندازهای سبز شهری)	۰/۰۴۳۸۷۱	۵
۶	هجوم و تشدید رقابت بین شهروندان در مصرف آب	۰/۰۴۳۷۸۴	۶
۷	کاهش رفاه خانوارها	۰/۰۴۳۷۸۴	۷
۸	احساس دلهره، نگرانی و اضطراب (کاهش امنیت روانی) ناشی از کمبود یا عدم وجود آب در بین شهروندان	۰/۰۴۳۷۴	۸
۹	بی‌اعتمادی مردم نسبت به دولت و مسئولان کشوری-استانی-شهرستانی و شهر	۰/۰۴۳۷۴	۹
۱۰	ایجاد پیش‌داوری‌های قومی و محله‌ای در زمینه کمبود آب	۰/۰۴۳۶۰۹	۱۰
۱۱	باعث درگیری و اختلاف بین مردم و مسئولین	۰/۰۴۳۵۲۲	۱۱
۱۲	بی‌تفاوت‌های سیاسی (بی‌تفاوتی مردم نسبت به دولت)	۰/۰۴۳۳۹۱	۱۲
۱۳	کاهش تمیزی محیط شهری و اجتماعی	۰/۰۴۳۳۹۱	۱۳
۱۴	کاهش دلبستگی و از بین رفتن حس تعلق به شهر در بین شهروندان	۰/۰۴۳۳۴۸	۱۴
۱۵	تخریب و از بین رفتن منابع (طبیعی)	۰/۰۴۳۳۰۴	۱۵
۱۶	کاهش تعاملات اجتماعی شهروندان	۰/۰۴۳۲۶۱	۱۶
۱۷	از بین رفتن مشاغل محلی (آشپزی و ...)	۰/۰۴۳۱۳۲	۱۷
۱۸	افزایش مهاجرت‌ها از شهر کرمان	۰/۰۴۳۰۸۹	۱۸
۱۹	افزایش مناطق حاشیه‌نشین	۰/۰۴۳۰۴۵	۱۹
۲۰	بیکاری (تعطیل شدن کارگاه‌ها به‌خاطر کمبود آب)	۰/۰۴۳۰۰۲	۲۰
۲۱	چنددستگی بین اجتماعات شهر	۰/۰۴۳۰۰۲	۲۱
۲۲	قتل و کشته‌شدن افراد در درگیری	۰/۰۴۲۸۷۳	۲۲
۲۳	واگرایی و تلاش برای استقلال‌طلبی مردم	۰/۰۴۲۷۴۵	۲۳
جمع		۱	

تا وزن و رتبه نهایی به دست آید (جدول ۱۸).

همان‌طور که در جدول (۱۸) مشاهده می‌شود نتایج حاصل از تکنیک پییریشیا حاکی از آن است که از بین چالش‌های آینده بحران آب شرب شهر کرمان، چالش درگیری و اختلاف بین شهر و سایر شهرهای استان با وزن $0/044268$ به عنوان مهم‌ترین چالش و در رتبه اول، تهدید بهداشت و سلامت مردم با $0/044047$ در رتبه دوم، افزایش هزینه‌های زندگی (صرف هزینه در وسایل ذخیره آب مانند تانکر و ...) با $0/044047$ در رتبه سوم، افزایش نارضایتی مردم از دولت با $0/044003$ در رتبه چهارم، کم شدن جذابیت‌های محیطی (چشم‌اندازهای سبز شهری) با $0/043871$ در رتبه پنجم و از طرفی دیگر افزایش مناطق حاشیه‌نشین با $0/043045$ ، بیکاری (تعطیل شدن کارگاه‌ها بخاطر کمبود آب) با $0/043002$ ، چنددستگی بین اجتماعات شهر با $0/043002$ ، قتل و کشته‌شدن افراد در درگیری با $0/042873$ و واگرایی و تلاش برای استقلال‌طلبی مردم با $0/042745$ در رتبه ۱۹ تا ۲۳ قرار گرفته‌اند.

طبق تحقیقات و مطالعات صورت گرفته از شهروندان و متخصصین و همچنین مشاهدات میدانی، آب شرب شهر کرمان در حال حاضر وضعیت مناسبی ندارند به‌نحوی که این بحران آب شرب در زمینه اجتماعی (عدم رعایت الگوی مصرف از جانب شهروندان)، اقتصادی (هزینه و قیمت پایین)، کالبدی (فرسودگی زیرساخت‌ها)، محیطی (موقعیت بیابانی و کویری شهر و کمبود بارندگی) و مدیریتی (عدم مدیریت صحیح و یکپارچه) صادق است. به‌طورکلی این وضعیت برگرفته از عدم رعایت در مصرف شهروندان در مرحله اول است که با بی‌اعتنایی بسیار زیاد از طریق‌های مختلف سعی در مصرف زیاد آب می‌کنند. نکته قابل توجه در زمینه انتقال صنایع به خارج از شهر این می‌باشد که علاوه بر اینکه در هدر رفت آب شرب صرفه‌جویی می‌شود از آلودگی هوای شهر نیز جلوگیری می‌شود. البته ممکن است که هزینه‌های زیادی به‌دلیل فاصله زیاد بین صنایع و مصرف شهروندان ایجاد کند. با وجود این مشکلات، انتقال صنایع بسیار ضروری است چرا که آب شرب اولویت اصلی در شهر کرمان است که با کمبود آب شرب مواجه می‌باشد. در این بین، این بحران آب شرب در شهر کرمان در کنار عدم رعایت الگوی مصرف از جانب شهروندان می‌تواند از چالش‌های دیگری ناشی شود. به‌طورمثال، بالغ بر ۸۰ درصد این کارواش‌های شهر کرمان از آب شرب استفاده می‌کنند. در صورتی که در کشورهای اروپایی و توسعه یافته، کارواش‌ها از آب بازیافت شده بارندگی و فاضلاب استفاده می‌کنند. در کنار کارواش‌ها، فضای سبز شهر کرمان به‌طور کامل و صد در صد

وابسته به آب شرب هستند که می‌توان به جنگل پردیسان قائم اشاره کرد. برخی از کارگاه‌ها و کارخانه‌های صنعتی که در شهر قرار دارد در روند فرآوری و تولید، به‌طور کامل وابسته به آب شرب هستند، درحالی که با انتقال این صنایع به خارج از شهر و نزدیک به منابع آب غیرشرب، می‌توان کمک بسیار زیادی به جلوگیری از هدررفت آب کرد. از دیگر چالش‌های آب شرب شهر کرمان، افزایش روند مهاجرت به شهر، جمعیت شهر و مساحت شهر است. از زمان تشکیل شهر تا کنون، بر جمعیت و مساحت آن افزوده شده است که این جمعیت نیازمند آب شرب است که باید تأمین شود. در نهایت می‌توان به وضعیت بد عوامل اقلیمی در سال‌های مختلف (بارندگی، رطوبت، دما و تبخیر) اشاره کرد. به‌نحوی که میزان بارندگی در شهر کرمان از حد نرمال پایین است، میزان دما در فصل تابستان نیز بالا است.

در کنار این چالش‌های موجود آب شرب در شهر کرمان، ممکن است در آینده چالش‌های دیگری به وجود آید. به‌طورمثال، روند افزایش مهاجرت از شهر کرمان به شهرهای دیگر شدت می‌گیرد شهروندانی که به‌دلیل کم‌آبی یا نبود آب، به مهاجرت فکر می‌کنند. از طرفی دیگر، نبود یا کمبود آب، سلامت و بهداشت مردم به‌شدت تهدید می‌شود و باعث بروز بیماری مختلف می‌شود، چنددستگی و نارضایتی مردم از مدیران شهری به‌دلیل عملکرد پایین و ضعف، بسیار افزایش می‌یابد و بسیاری از تبعات و چالش‌های دیگر که ممکن است شکل بگیرد.

نتیجه‌گیری

شهر کرمان همانند بسیاری از شهرهای ایران با بحران و کمبود آب شرب مواجه است. موقعیت اقلیمی نامناسب آن از یک طرف و موارد اجتماعی و فرهنگی شهروندان از طرفی دیگر، بر دامنه این بحران افزوده است. این بحران می‌تواند در آینده چالش‌های دیگری مانند مهاجرت و حاشیه‌نشینی را به وجود آورد. در صورتی که مدیران و مسئولین نتوانند این وضعیت را حل کنند در آینده مشکلات زیادی به‌وجود می‌آورد. بنابراین تحقیق حاضر به بررسی چالش‌های موجود و آینده آب شرب شهر کرمان می‌پردازد. نتایج تحقیق حاکی از آن است در زمینه آب شرب شهر کرمان می‌توان به چالش‌های موجود شامل: پایین رفتن سطح منابع تأمین‌کننده آب شرب، افزایش جمعیت، شهرنشینی و مساحت، مصرف زیاد آب در کارواش‌ها، فضای سبز و صنایع، انشعابات غیرمجاز و موقعیت بد اقلیمی اشاره کرد. همچنین از بین چالش‌های آینده، بعد

اجتماعی با ارزش ۰/۲۵۹ در رتبه اول و به عنوان مهم ترین چالش، بعد اقتصادی با ۰/۲۵۰ در رتبه دوم، بعد سیاسی با ۰/۲۴۶ در رتبه سوم و در نهایت بعد محیط زیستی با ارزش نهایی ۰/۲۴۳ در رتبه آخر و به عنوان کم اهمیت ترین چالش بحران آب شیرین شهر کرمان شناخته شده است. به نحوی که چالش درگیری و اختلاف بین شهر و سایر شهرهای استان با وزن ۰/۴۴۲۶۸ به عنوان مهم ترین چالش و در رتبه اول، تهدید بهداشت و سلامت مردم با ۰/۴۴۰۴۷ در رتبه دوم، افزایش هزینه های زندگی (صرف هزینه در وسایل ذخیره آب مانند تانکر و غیره) با ۰/۴۴۰۴۷ در رتبه سوم، افزایش نارضایتی مردم از دولت با ۰/۴۴۰۰۳ در رتبه چهارم، کم شدن جذابیت های محیطی (چشم اندازهای سبز شهری) با ۰/۴۳۸۷۱ در رتبه پنجم قرار گرفته اند. لازم است نتایج تحقیق حاضر با سایر تحقیقات مقایسه شوند. نتایج تحقیق با تحقیق پاپلی یزدی و همکاران (۱۳۹۶)، که معتقدند تغییرات جمعیتی، بیکاری و فقر، کاهش کیفیت زندگی و اختلافات نزاع و درگیری ها به عنوان پیامدهای اجتماعی عینی و تغییر نگرش ها و عقاید مذهبی مردم، از بین رفتن اعتماد، کاهش سرمایه اجتماعی و مشارکت مردمی و کاهش امید به زندگی، به عنوان پیامدهای اجتماعی ذهنی از یافته های این پژوهش است، در یک جهت می باشد. از طرفی دیگر نتایج تحقیق اسدی و همکاران (۱۴۰۰) که به این نتیجه رسیدند در مباحث بحران آب دو عامل نقش محوری و تعیین کننده در کاهش یا تشدید آن ایفا می کند. شامل: ۱- عامل طبیعی مربوط به اقلیم کشور و تغییرات آن و ۲- عامل انسانی که عمده آن به مدیریت به معنی اعم و مدیریت منابع آب به طور خاص، مرتبط است، با نتایج تحقیق حاضر در یک جهت است.

پیشنهادهای

- جلوگیری از مهاجرت های بی رویه از شهرهای اطراف به ویژه شهرهای جنوبی استان به شهر کرمان.
- اجرای برنامه های آموزشی جامع برای ارتقاء آگاهی عمومی و تشویق به مصرف بهینه آب با برگزاری کارگاه ها، سمینارها و دوره های آموزشی برای اقشار مختلف جامعه.
- اصلاح نظام قیمت گذاری آب با رویکرد پلکانی برای کاهش مصرف بی رویه و تشویق به مصرف بهینه با ارائه مشوق های مالی و تخفیف های ویژه به مشترکین کم مصرف.
- استفاده از فناوری های نوین در خانه ها و ادارات جهت کاهش هدر رفت آب مانند نصب شیرهای آب هوشمند (فناوری و هوشمندسازی آب).

- تلفیق سیستم های هشداردهنده هوشمند با برنامه نوسازی لوله های فرسوده، به صورت پیاده سازی برنامه جامع نوسازی شبکه لوله های فرسوده با استفاده از سیستم های هشداردهنده.
- اجرای طرح جامع مدیریت و نظارت بر مصرف آب شرب در آبیاری فضا های سبز شهری با الزام شهرداری به استفاده از منابع آب جایگزین و تجهیز سامانه های آبیاری به ابزارهای اندازه گیری هوشمند.
- تدوین و اجرای برنامه های بلندمدت و جامع با بهره گیری از تجربیات کشورهای موفق در مدیریت بحران آب (ونکوور کانادا^{۱۶}، ریکیاویک ایسلند^{۱۷} و نیویورک آمریکا^{۱۸}).

سپاسگزاری

نویسندگان لازم می دانند از بنیاد ملی علم ایران (صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور) به دلیل حمایت از رساله دکتری و مقاله مستخرج از آن (به شماره طرح: ۹۹۰۳۰۲۷۴) به راهنمایی نویسنده دوم و مشاوره نویسنده سوم تشکر و قدردانی نمایند.

- آقامیری، حمیده سادات، و رحمانی، بیژن. (۱۳۹۷). تأثیر مهاجرت‌های روستایی در امنیت غذایی با تأکید بر منابع آب، مطالعه موردی: روستاهای شهرستان خوانسار استان اصفهان. فصلنامه جغرافیا، ۱۶(۵۹)، ۷۶-۵۶.
https://mag.iga.ir/article_246083.html?lang=fa
- اسدی، مراد، مظاهری، مهدی، و عبدالمنافی، نرجس. (۱۴۰۰). بررسی تحلیلی شرایط موجود و تبیین وضعیت آینده بحران آب در کشور. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، دفتر مطالعات زیربنایی گروه آب. تهران.
<https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1681436>
- افضلی، رسول، ذکی، یاشار، کاویانی‌راد، مراد، و محمدخانی، عماد. (۱۳۹۹). مطالعه تطبیقی تغییر اقلیم و چالش‌های امنیتی بحران آب در شهرهای دو حوضه آبریز مرکزی و دریاچه ارومیه. نشریه جغرافیای اجتماعی شهری، ۷(۱۶)، ۱۸۹-۱۶۷.
[doi:10.22103/JUSG.2020.2010](https://doi.org/10.22103/JUSG.2020.2010)
- اداره زمین‌شناسی کرمان. (۱۳۹۴). اسناد و مطالعات زمین‌شناسی استان کرمان ۱۳۹۹، کرمان، ایران. <https://www.gsi-kerman.ir>
- براتی، غلامرضا. (۱۳۹۸). چالش‌های بحران کم آبی در ایران در حوزه‌های سیاست‌گذاری، فرهنگ و پژوهش. توسعه پایدار محیط جغرافیایی، ۱(۱)، ۸۲-۹۱.
[doi: 10.52547/sdge.1.1.82](https://doi.org/10.52547/sdge.1.1.82)
- بزی، خدارحم، جوادی، معصومه، و حسین‌نژاد، مجتبی. (۱۳۸۹). بحران آب در خاورمیانه (چالش‌ها و راهکارها). چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام. زاهدان.
<https://civilica.com/doc/3855>
- پاپلی‌یزدی، محمدحسین، جمعه‌پور، محمود، و مهدی‌زاده اردکانی، محمد. (۱۳۹۶). بررسی پیامدهای اجتماعی بحران کمبود منابع آب در مناطق کویری (مطالعه موردی شهرستان اردکان). فصلنامه علوم اجتماعی، ۲۴(۷۷)، ۹۹-۱۳۶.
<https://doi.org/10.22054/qjss.2017.7922>
- حاتمی، عباس، و نوربخش، سوسن. (۱۳۹۸). بازسازی معنایی بحران آب در شرق اصفهان بر اساس نظریه زمینه‌ای. جامعه‌شناسی کاربردی، ۳۰(۱)، ۱۴۲-۱۲۳.
[doi: 10.22108/jas.2018.109357.1299](https://doi.org/10.22108/jas.2018.109357.1299)
- رضایان، احد، و رضایان، علی‌حسین. (۱۳۹۵). آینده‌پژوهی بحران آب در ایران به روش سناریوپردازی. فصلنامه اکوهیدرولوژی، ۳(۱)، ۱۷-۱.
[doi: 10.22059/ije.2016.59185](https://doi.org/10.22059/ije.2016.59185)
- زارع، آمنه، حاج‌امینی، مهدی، و فیض‌پور، محمدعلی. (۱۴۰۱). عوامل مؤثر بر تقاضای آب صنعتی در ایران و چالش پیشرو. آب و توسعه پایدار، ۹(۲)، ۴۶-۳۳.
[doi: 10.22067/jwsd.v9i2.2203.1129](https://doi.org/10.22067/jwsd.v9i2.2203.1129)
- زندحسامی، حسام، و فرهادی، کاوه. (۱۳۹۶). بازاندیشی بر نظام آینده‌اندیشی ایران (مطالعه موردی: بحران آب). فصلنامه علوم اجتماعی، ۲۴(۷۷)، ۳۶۰-۳۱۴.
[doi: 20.1001.1.17351162.1396.24.77.7.0](https://doi.org/10.22067/jwsd.v9i2.2203.1129)
- زینتی فخرآباد، محمدمهدی، و عسگری مقدم، مصطفی. (۱۴۰۰). آینده پژوهی پیامدهای امنیتی بحران منابع آبی در نواحی مرزی ایران. جغرافیا و روابط انسانی، ۴(۳)، ۱۷-۱.
[doi: 10.22034/gahr.2021.301648.1602](https://doi.org/10.22034/gahr.2021.301648.1602)

1. Africa
2. San Cristóbal
3. Galápagos
4. Uzbekistan
5. Turkmenistan
6. Tajikistan
7. Kyrgyzstan
8. Kazakhstan
9. Australia
10. Pakistan
11. Nigeria
12. Best-Worst Method
13. pivot pairwise relative criteria importance assessment
14. Analytic hierarchy process
15. Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis
16. Vancouver
17. Reykjavík
18. New York

- Ahmad, S., Jia, H., Ashraf, A., Yin, D., Chen, Z., Xu, C., & Ahmed, R. (2023). Water resources and their management in Pakistan: a critical analysis on challenges and implications. *Water-Energy Nexus*, 6, 137-150. doi: [10.1016/j.wen.2023.10.001](https://doi.org/10.1016/j.wen.2023.10.001)
- Avazpour, B., Osmond, P., & Corkery, L. (2023). The dynamic challenges of mainstreaming water sensitive cities in our built environment: Lessons from Australia. *Cities*, 143, 104615. doi: [10.1016/j.cities.2023.104615](https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104615)
- Barry, J. (2007). *Environment and Social Theory*. Volume 2. Publisher Routledge. London. doi: [10.4324/9780203946923](https://doi.org/10.4324/9780203946923)
- Chang, I.S., Zhao, M., Chen, Y., Guo, X., Zhu, Y., Wu, J., & Yuan, T. (2020). Evaluation on the integrated water resources management in China's major cities - Based on City Blueprint Approach. *Journal of Cleaner Production*, 262, 121410. doi: [10.1016/j.jclepro.2020.121410](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121410)
- Distanont, A., Khongmalai, O., Rassameethes, R., & Distanont, S. (2017). Collaborative triangle for effective community water resource management in Thailand. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 39(3), 374-380. doi: <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2017.07.015>
- Emenike, C. P., Tenebe, I. T., Omole, D. O., Ngene, B. U., Oniemayin, B. I., Maxwell, O., & Onoka, B. I. (2017). Accessing safe drinking water in sub-Saharan Africa: Issues and challenges in South-West Nigeria. *Sustainable cities and society*, 30, 263-272. doi: [10.1016/j.scs.2017.01.005](https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.01.005)
- Grube, A. M., Stewart, J. R., & Ochoa-Herrera, V. (2020). The challenge of achieving safely managed drinking water supply on San Cristobal island, Galápagos. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 228, 113547. doi: [10.1016/j.ijheh.2020.113547](https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113547)
- Gupta, R., & Kumar, G. (2018). Scenario planning for water resource management in semiarid zone. *Physics and Chemistry of the Earth*, 105, 290-299. doi: [10.1016/j.pce.2017.12.004](https://doi.org/10.1016/j.pce.2017.12.004)
- Isukuru, E. J., Opha, J. O., Isaiiah, O. W., Orovwighose, B., & Emmanuel, S. S. (2024). Nigeria's water crisis: Abundant water, polluted reality. *Cleaner Water*, 2, 100026. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clwat.2024.100026>
- Kersulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243258. doi: [10.3846/jbem.2010.12](https://doi.org/10.3846/jbem.2010.12)
- Li J., Fei L., Li S., Xue C., Shi Z., & Hinkelmann, R. (2020). Development of "water-suitable" agriculture based on a
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمان. (۱۴۰۲). گزارش و سالنامه آماری شهرستان کرمان ۱۳۹۹. کرمان، ایران. <https://kerman.mporg.ir>
- سازمان هواشناسی کشور. (۱۴۰۳). گزارش هواشناسی شهرستان کرمان ۱۳۹۹. کرمان، ایران. <https://www.irimo.ir>
- سعیدی، جعفر، و صادقی ده‌چشمه، ستار. (۱۴۰۲). تحلیل سناریوهای پیامدهای امنیتی بحران آب در استان چهارمحال و بختیاری. فصلنامه جغرافیا، ۲۱(۷۶)، ۱۸۱-۲۱۰. doi: [20.1001.1.27833739.1402.21.76.9.0](https://doi.org/10.1001.1.27833739.1402.21.76.9.0)
- شهرداری کرمان. (۱۳۹۵). سند چشم‌انداز توسعه شهر کرمان. کرمان. ایران. <https://kerman.ir>
- شهرداری کرمان. (۱۳۹۹). اسناد و آمار شهرداری کرمان ۱۳۹۹. <https://kerman.ir>
- شهرداری کرمان. (۱۴۰۲). سند مطالعات طرح جامع شهر کرمان ۱۴۰۲. کرمان. ایران. <https://kerman.ir>
- شرکت آب و فاضلاب کرمان. (۱۴۰۱). اسناد و مطالعات سازمان ۱۴۰۱. کرمان، ایران. <https://abfakerman.ir>
- عاملی، سعیدرضا، بیچرانلو، عبدالله، بهار، مهری، و غلامی، فرزاد. (۱۳۹۸). تدوین الگوی مفهومی ارتباطات آب، ظرفیت‌های ارتباطات برای مدیریت بحران آب در ایران. مطالعات میان رشته‌ای در علوم انسانی، ۱۱(۳)، ۱۷۷-۱۹۹. doi: [10.22035/isih.2020.3515.3719](https://doi.org/10.22035/isih.2020.3515.3719)
- قشقایی‌زاده، نسیم، مرادی، عباس، ملکیان، آرش، حلی‌ساز، ارشک، و مهدوی، رسول. (۱۳۹۷). چالش آب شهری و بررسی سناریوهای مدیریت رواناب‌های شهری (مطالعه موردی: بخشی از شهر بندرعباس). دانش شهرسازی، ۲(۳)، ۷۱-۸۳. doi: [10.22124/upk.2018.10984.1116](https://doi.org/10.22124/upk.2018.10984.1116)
- محمدی ده‌چشمه، مصطفی، و گنخکی، عقیل. (۱۴۰۱). چالش‌های حکمروایی و مدیریت یکپارچه منابع آب شهرها (مطالعه شهرهای استان بوشهر). آب و توسعه پایدار، ۹(۱)، ۱۱-۲۴. doi: [10.22067/jwsd.v9i1.2110.1089](https://doi.org/10.22067/jwsd.v9i1.2110.1089)
- محمدی، صدیقه، ناصری، فرزین، و نظری‌پور، حمید. (۱۳۹۷). بررسی تغییرات زمانی و اثر خشکسالی هواشناسی بر منابع آب زیرزمینی دشت کرمان با استفاده از شاخص‌های بارش استاندارد (SPI) و منابع آب زیرزمینی (GRI). اکوهیدرولوژی، ۱۵(۱)، ۱۱-۲۲. doi: [10.22059/ije.2017.225328.434](https://doi.org/10.22059/ije.2017.225328.434)
- مرادی‌طادی، محمدرضا. (۱۳۹۶). آب و سیاست، نگاهی به فرایند سیاسی شدن آب. فصلنامه مطالعات میان رشته‌ای در علوم انسانی، ۹(۴)، ۷۱-۹۰. doi: [10.22631/isih.2017.1981.2512](https://doi.org/10.22631/isih.2017.1981.2512)
- مرادی، امین، پوری‌رحیم، علی‌اکبر، و محمودزاده، امیر. (۱۳۹۵). چالش‌های مدیریت یکپارچه آب و فاضلاب شهری: نمونه موردی رومانی. مهندسی و مدیریت ساخت، ۱۱(۱)، ۳۸-۴۲. https://www.jecm.ir/article_33503.html
- مرکز آمار ایران. (۱۴۰۲). آمار و اسناد مرکز آمار ایران ۱۴۰۲. <https://amar.org.ir>

- statistical analysis of factors affecting irrigation water demand. *Science of The Total Environment*, 744, 140986. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140986>
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57. doi: [10.1016/j.omega.2014.11.009](https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009)
 - Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Karabasevic, D., Smarandache, F., & Turskis, Z. (2017). The use of the pivot pairwise relative criteria importance assessment method for determining the weights of criteria: Infinite Study. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, XX (4) 2017. doi: [10.1016/j.ejor.2008.05.087](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.087)
 - Statistical Center of Iran. (2011). Statistical Pocketbook of the Islamic Republic of Iran. Volume 2. Publisher: Management & Planning Organization. Tehran, Iran.
 - Vieira, E.O. (2020). Integrated Water Resources Management: Theoretical Concepts, Basis, Responsibilities, and Challenges of IWRM. Volume 1. Integrated Water Resource Management. First edition. Springer publishing. Cham, Sweden. doi: [10.1016/j.pce.2007.07.031](https://doi.org/10.1016/j.pce.2007.07.031)
 - Wang, X., Chen, Y., Fang, G., Li, Z., & Liu, Y. (2022). The growing water crisis in Central Asia and the driving forces behind it. *Journal of Cleaner Production*, 378, 134574. doi: [10.1016/j.jclepro.2022.134574](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134574)
 - World Economic Forum. (2021). Circular Water Cities: A circular water economy for cleaner, greener, healthier, more prosperous cities. In collaboration with the Swiss Agency for Development and Cooperation. Volume 1. published by the World Economic Forum. Cologny, Switzerland. <https://www.weforum.org/publications/circular-cities-a-circular-water-economy-for-cleaner-greener-healthier-more-prosperous-cities/>