

## Scenario planning for drinking water crisis management in Kerman city

Mojtaba Soleimani Damaneh 

of Geography and Urban Planning, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. Ph.D. student  
mojtaba\_soleymani71@pgs.usb.ac.ir

Hamid-Reza Rakhshaninasab \* 

Corresponding Author, Assistant Professor of Geography and Urban Planning, Department of Human Geography,  
University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

Hamid Nazaripour 

Assistant Professor of Climatology, Department of Natural Geography, University of Sistan and Baluchestan,  
Zahedan, Iran. h.nazaripour@gep.usb.ac.ir

### Abstract

**Objective:** Kerman metropolis is one of the developing and rapidly growing cities in Iran that witnesses a lot of migrations to it every year. This migration has doubled the pressure on underground aquifers, including drinking water. On the other hand, Kerman city is considered one of the desert and desert areas of Iran that always struggles with water shortage and water crisis. In this regard, the present study deals with the scenario development of drinking water crisis management in Kerman city.

**Method:** The present study is descriptive-analytical in nature and method and applied-developmental in purpose. The information was collected through library and field studies. The statistical population of the study includes experts in the relevant field, 35 of whom were selected as the sample size by the two-stage Delphi method. The data were analyzed using the Mic-Mac software, Scenario Wizard, and the SWOT technique.

**Results:** The results of the environmental survey indicate 30 key factors in drinking water management, of which 12 drivers and factors were selected as key factors, including a high level of public awareness of water consumption, proper use of water by citizens, prevention of excessive migration from surrounding villages and cities to Kerman city, equal use of water resources by citizens, a coherent water pricing system, elimination of illegal branches, replacement of worn-out water transmission pipes, use of non-potable water in green spaces, development of large-scale and long-term water-related programs, proper water management, and media advertising. In the Scenario Wizard software, 3 scenarios (warning, golden, and disaster) were selected, and the golden scenario, as the desired and intermediate scenario, can help manage drinking water in Kerman city.

**Conclusion:** Kerman citizens, with low culture and excessive greed, have fueled the water crisis without considering the importance and scarcity of water. These citizens have the least cooperation with the city administration. However, the city administration of Kerman has not fulfilled its role and duty in the field of sustainable water supply.

**Key Words:** Drinking water crisis, drinking water management, scenario writing, futures studies, Kerman city.

---

**Cite this article:** Soleimani Damaneh Mojtaba, Rakhshaninasab, Hamid-Reza, Nazaripour, Hamid (2025) Scenario planning for drinking water crisis management in Kerman city, Volume9, NO.2 fall & winter 2025, 142-169

**DOI:** 10.30479/JFS.2025.21266.1590

**Received on:** 30 December 2024 **Accepted on:** 1 February 2025

**Copyright** © 2025, The Author(s).



**Publisher:** Imam Khomeini International University

**Corresponding Author/ E-mail:** Hamid-Reza Rakhshaninasab rakhshaninasab\_h@gep.usb.ac.ir

## سناریودازی مدیریت بحران آب شرب در شهر کرمان

مجتبی سلیمانی دامنه <sup>ID</sup>

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.  
mojtaba\_solaymani71@pgs.usb.ac.ir

حمیدرضا رخشانی نسب <sup>ID</sup>

استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، گروه جغرافیای انسانی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. (نویسنده مسئول)  
rakhshaninasab\_h@gep.usb.ac.ir

حمید نظری پور <sup>ID</sup>

استادیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.  
h.nazaripour@gep.usb.ac.ir

### چکیده

هدف: کلانشهر کرمان یکی از شهرهای در حال توسعه و با رشد سریع در ایران است که سالانه شاهد مهاجرت های زیادی به خود است. این مهاجرت ها، فشار بر سفره های زیرزمینی از جمله آب شرب را دوچندان کرده است. از طرفی دیگر، شهر کرمان به عنوان یکی از نقاط بیابانی و کویری ایران محسوب می شود که همواره با کم آبی و بحران آب دست و پنجه نرم می کند. در این راستا، تحقیق حاضر به سناریو پردازی مدیریت بحران آب شرب در شهر کرمان می پردازد.

روش: تحقیق حاضر از نظر ماهیت و روش، توصیفی - تحلیلی و از نظر هدف، کاربردی - توسعه ای است. اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه ای و میدانی جمع آوری شده است. جامعه آماری تحقیق شامل متخصصین حوزه مربوط است که به روش دلفی دو مرحله ای، ۳۵ نفر از آنها به عنوان حجم نمونه انتخاب شده است. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم افزار میک مک، سناریو ویزارد و تکنیک سوات استفاده شده است.

یافته ها: نتایج پویش محیطی نشان دهنده ۳۰ عامل کلیدی در مدیریت آب شرب است که ۱۲ پیشران و عامل به عنوان عامل کلیدی انتخاب شدند که در این میان می توان به سطح بالای آگاهی مردم نسبت به مصرف آب، بهره برداری مناسب شهروندان از آب، جلوگیری از مهاجرت بی رویه از روستاهای و شهرهای اطراف به شهر کرمان، مصرف برابر شهروندان از توان منابع آبی، نظام منسجم قیمت گذاری آب، رفع انشعابات غیرقانونی، تعویض لوله های فرسوده انتقال آب، استفاده از آب غیر شرب در فضای سبز، تدوین برنامه های کلان و بلندمدت در رابطه با آب، مدیریت صحیح آب و تبلیغات رسانه ای اشاره کرد. در نرم افزار سناریو ویزارد، ۳ سناریو (هشدار، طلایی و فاجعه) انتخاب شد که سناریوی طلایی به عنوان سناریوی مطلوب و حد واسط، می تواند به مدیریت آب شرب شهر کرمان کمک کند.

نتیجه گیری: شهروندان کرمانی با فرهنگ پایین و از روی زیاده خواهی بدون توجه به اهمیت و کمبود آب، به بحران آب دامن زده اند. این شهروندان کمترین همکاری را با مدیریت شهری دارند. هرچند مدیریت شهری کرمان نقش و وظیفه خود را در زمینه عرضه آب پایدار به خوبی انجام نداده است.

واژگان کلیدی: بحران آب شرب، مدیریت آب شرب، سناریونویسی، آینده پژوهی، شهر کرمان.

\*استاد: سلیمانی دامنه، مجتبی. رخشانی نسب، حمیدرضا. نظری پور، حمید. (۱۴۰۳) سناریودازی مدیریت بحران آب شرب در شهر کرمان. دو فصلنامه علمی

آینده پژوهی ایران، مقاله پژوهشی، دوره ۹، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، ۱۴۲-۱۶۹

تاریخ دریافت مقاله ۱۴۰۳/۹/۱۰ تاریخ پذیرش نهایی ۱۴۰۳/۱۱/۱۳

ناشر: دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

## مقدمه

در سال‌های اخیر، خشکسالی و کم‌آبی‌های موجود در سطح دنیا، زندگی انسان‌ها را با مشکل مواجه کرده است به‌گونه‌ای که ادامه داشتن این کمبود و بحران‌های آبی به مناطق شهری و سکونتگاهی صدمات غیرقابل جبران فیزیکی و انسانی وارد کرده است (Brown, 2011: 133). البته امروزه این بحران و کمبود آب در کشورهای جهان سوم به یکی از اساسی‌ترین مشکلات تبدیل شده است و باعث شده است که آن‌ها و همه جهان در زمینه کاهش منابع آب شیرین دچار نگرانی شوند (سعیدی و صادقی ده چشمه، ۱۴۰۲: ۱۸۲). در این راستا پیش‌بینی شده است که تا سال ۲۰۵۰ اغلب مردم منطقه خاورمیانه و آفریقا با بحران و کمبود شدید آب مواجه می‌شوند (حاجی - قدیری و گودرزی، ۱۴۰۱: ۵). با وجود این، اگر مسئله کمبود و بحران آب در این کشورها و سراسر جهان مدیریت نشود، در آینده نزدیک سبب تنش‌زایی بین ملت‌ها خواهد شد (Burek et al, 2016).

نکته قابل توجه این است که فقط حدود یک درصد از منابع آب شیرین و ۰/۰۰۷ درصد از کل منابع آب برای استفاده انسان در دسترس است و به‌طور نابرابر توزیع شده است (Salameh et al, 2021: 10). در حال حاضر بیش از ۹۰ درصد از جمعیت جهان به آب آشامیدنی بهبودیافته دسترسی دارند، در مقایسه با ۷۶ درصد در سال ۱۹۹۰، این بهبودی برای ۲/۴ میلیارد نفر در بیش از ۲۰ سال است (گزارش توسعه جهانی آب سازمان ملل متحد، ۲۰۲۱). با توجه به این کمبود، حفظ و نگهداری از آن برای بقا و توسعه پایدار نسل‌های آینده بر روی زمین ضروری است. اما در سال‌های اخیر تقریباً در اکثر مناطق جهان به دلیل مصرف بیش از اندازه، تغییرات آب و هوایی، عدم جایگزینی منابع و افزایش تقاضا، پتانسیل منابع آب کاهش یافته است (Gupta & Kumar, 2018: 291). در این راستا از مهمترین نیازهای جوامع امروزی، حضور تفکر آینده‌پژوهی در حوزه‌های بحران آب برای چیره شدن بر مشکلات زیست‌محیطی و دستیابی به توسعه پایدار است. زیرا چالش‌های زیست‌محیطی از جمله آب از مهمترین چالش‌های امروزی می‌باشد (غفاری‌مقدم و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۰۲). چالش‌های آب بیشتر به پیش‌بینی‌ناپذیری آینده و نااطمینانی در رفتار بازیگران مؤثر بر آب مربوط می‌شوند. این نااطمینانی باعث گرایش تحقیقات بحران آب به سمت رویکردهای آینده‌پژوهی و سناریونگاری شده است (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۹).

تحقیقات نشان می‌دهد که منابع آب در ایران وضعیت مناسبی ندارد. چرا که ایران با داشتن منابع آبی محدود و یک‌سوم متوسط بارش دنیا، در موقعیتی خشک و کم‌آب قرار دارد. از طرفی دیگر، مهاجرت به شهرها، نیاز به محصولات غذایی، افزایش سطح بهداشت عمومی، آلودگی منابع آب، محدودیت منابع مالی، فرسو

+دگی شبکه‌های تأمین و توزیع آب، بهره‌برداری از این منابع اندک آب را نیز دچار چالش کرده است. به‌همین دلیل مسئله آب در ایران موضوعی مهم و استراتژیک و نیازمند راهبرد حل‌محور می‌باشد (اسدی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲). شهر کرمان در موقعیت بیابانی قرار گرفته است که عوامل اقلیمی آن مثل (دما، بارش، رطوبت و تبخیر) در وضعیت مناسبی قرار ندارد که به کمبود و بحران

آب در این شهر منجر شده است. از طرفی دیگر مسئله مهم این می باشد که عدم رعایت الگوهای مصرف آب از جانب شهروندان (مانند استفاده بیش از حد، استفاده از آب شرب در شستشوی ماشین، حیاط و کولر و ...) و در کنار آن مدیریت نه چنان مطلوب، کمبود آب شرب را شدت بخشیده است. شهروندانی که از آب شرب برای آبیاری باغچه خود استفاده می کنند و باعث هدر رفت قابل توجهی از آب شده است. در کنار این مسائل، مدیران و شهروندان کرمانی به آینده آب در این شهر توجهی اندک داشته اند و برنامه ریزی مناسب بلندمدت برای آینده آن ندارند. بنابراین لزوم توجه به برنامه ها، پیشران ها و الگوهای مناسب آب در این شهری ضروری است. با توجه به مسئله تحقیق، تحقیق حاضر به دنبال شناسایی پیشران های کلیدی و سناریوهای تأثیرگذار برای مدیریت آب شرب شهر کرمان می باشد.

با توجه به هدف و ماهیت تحقیق، سوالات تحقیق به شرح ذیل بیان شده است:

پیشران های کلیدی مؤثر بر مدیریت آب شرب در شهر کرمان کدام اند؟

سناریوهای مطلوب در زمینه بر مدیریت آب شرب در شهر کرمان کدام اند؟

### پیشینه پژوهش

امروزه بحران آب علی الخصوص آب شرب بیشترهای شهرهای دنیا را درگیر خود کرده است و مشکلات عدیده ای پیش روی شهروندان خود در زمینه دسترسی به وجود آورده است. با توجه به اهمیت این موضوع، اطلاع از آینده، شناسایی پیشران های کلیدی و مؤثر نیز قابل اهمیت است که این امر سبب شده است محققان داخلی و خارجی نگاه خود را معطوف به آینده نگاری آب کنند. در ذیل به نمونه هایی از این تحقیقات اشاره شده است:

رضاییان و رضاییان (۱۳۹۵)، به آینده پژوهی بحران آب در ایران به روش سناریوپردازی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ۴ سناریوی محتمل در این تحقیق شامل: الف) ایران ناامن می شود، تشدید بحران؛ ب) رفع بحران؛ ج) به تعویق افتادن بحران در کوتاه مدت؛ د) به تعویق افتادن بحران در بلندمدت. کریمی نژاد و همکاران (۱۳۹۷)، آسیب شناسی سیاست گذاری بحران آب در ایران با رویکرد آینده نگاری را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که در سیاست گذاری برای بحران آب ایران، شناخت دقیق و اصولی از نارسایی های حاکم صورت می گیرد اما باید به مواردی مانند: ریشه یابی مسائل، قانون گذاری، عدم تناقض تصمیم ها، استفاده از دانش بومی و متخصصین و ارزش گذاری مناسب آب نیز توجه کرد. مرجانی بجستانی (۱۳۹۹)، آینده پژوهی و برنامه ریزی سناریو در شرایط بحران منابع آب را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که عدم مدیریت منابع آب و خشکسالی های مستمر بدترین سناریو و مدیریت منابع آب و عدم خشکسالی، بهترین سناریوهای محتمل در آینده می باشند. طاهری دمنه و همکاران (۱۴۰۱)، آینده -نگاری مسئله آب در شهر اصفهان را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که پیشران ها و سناریوها نشان می دهند که مهمترین عوامل تعیین کننده وضعیت آینده آب در شهر اصفهان، نه عوامل محیطی، بلکه عوامل مربوط به تصمیمات انسانی هست. کاویانی راد و همکاران (۱۴۰۲)، به بررسی

سناریوهای فراوری بحران آب در شهرستان تایباد پرداختند و به این نتیجه رسیدند از ۱۸ وضعیت حاکم بر صفحه سناریو، وضعیت‌هایی که سناریوهای فراوری بحران آب در شهرستان تایباد را بحرانی بیان می‌کنند، بیشترین وضعیت‌های احتمالی ممکن را در بر می‌گیرند. ملکی و همکاران (۱۴۰۳)، تحلیل ساختاری پیشران‌های کلیدی مؤثر بر تنش آبی در کلانشهر اهواز را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که ۲ سناریوهای قوی، ۴ سناریوهای با سازگاری بالا (سناریوهای باورکردنی)، ۹۹۹۹ سناریوهای ضعیف که سناریوهای با سازگاری بالا (تعداد ۴ سناریوی فوق)، نشان‌دهنده وضعیت حاکم مؤثر بر آینده تنش‌های آبی ناشی از تغییر اقلیم بر امنیت فضا‌های شهری بر کلانشهر اهواز می‌باشد.

ارسین و هاکسترا (۲۰۱۴)، سناریوهای ردپای آب را برای سال ۲۰۲۰ بر اساس تعدادی از محرک‌های تغییر مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها چهار سناریو را در امتداد دو محور کردند که نشان‌دهنده دو بعد کلیدی عدم قطعیت است: جهانی‌سازی در مقابل خودکفایی منطقه‌ای و توسعه اقتصادمحور در مقابل توسعه مبتنی بر اهداف اجتماعی و زیست‌محیطی. گوپتا و کومار (۲۰۱۸)، سناریوی برنامه‌ریزی مدیریت منابع آب در منطقه نیمه‌خشک پرداختند و به این نتیجه رسیدند باید جبران کل تقاضای آب توسط تغذیه آب زیرزمینی با روش‌های کارآمد حفاظت از آب مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد تا بهترین معیار برای صرفه‌جویی در مصرف آب اتخاذ شود. مک و همکاران (۲۰۱۹)، تحولات احتمالی وضعیت آینده آب‌های سطحی اروپا را ارزیابی کردند و به این نتیجه رسیدند که دو سناریوی اقلیمی و سه خط داستانی تعریف شده است که کاربری زمین، مدیریت و تحولات جمعیتی را توصیف می‌کنند. محامد و همکاران (۲۰۲۰)، به ارزیابی سناریوهای سیاستی برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب در امارات پرداختند و به این نتیجه رسیدند که سناریوی افزایش پایداری با بارندگی به دلیل کاهش مصرف پیشنهادی معقول و قابل دستیابی مورد نیاز در بخش‌های مختلف تقاضا برای پذیرش توصیه می‌شود.

در مقایسه تحقیقات انجام شده، نوآوری تحقیق حاضر از این منظر دارای اهمیت است که مطالعات اندکی در رابطه با آینده‌پژوهی مدیریت آب شرب انجام شده است که اکثر تحقیقات به مدیریت آب در حالت کلی و در بخش کشاورزی توجهی ویژه‌ای داشته‌اند. از طرفی دیگر، در رابطه با محدوده مورد مطالعه، آینده‌پژوهی آب شرب انجام انجام نشده است. لذا تحقیق حاضر آینده‌پژوهی مدیریت آب شرب شهر کرمان را به‌عنوان شهر کویری و دارای کمبود آب شرب، مد نظر قرار داده است.

## چهارچوب نظری

بحران آب یک امر اجتماعی است. آب به‌عنوان یکی از پدیده‌های اساسی محیط‌زیستی، پدیده‌ای چندوجهی است بنابراین مدیریت آن نیز نیازمند بررسی‌های پیچیده و چندبعدی می‌باشد. در حالی که تا امروزه به بعد اجتماعی و جامعه‌شناختی آن توجهی اندکی شده و تمام تمرکز بر بعد فنی و زیستی بوده است (خسروی‌پور و سلیمانی هارونی، ۱۳۹۹: ۲). بحران آب را نمی‌توان تنها خاص مناطق خشک و نیمه‌خشک دانست بلکه ۴۳ کشور جهان درگیر این بحران هستند (Khatibi &

Arjjumend, 2019: 50). در این زمینه سازمان ملل متحد هشدار داده است که اگر میزان مصرف آب با روند کنونی ادامه یابد ۱۸ میلیارد نفر از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود منابع آبی روبه رو خواهند شد. همچنین مجمع جهانی اقتصاد بحران آب را چهارمین بحران احتمالی و دومین بحران تأثیرگذار در سطح جهان دانسته است (Zargan & Waez-Mousavi, 2016: 1). عصر حاضر دربرگیرنده بحران اساسی و حیاتی به نام آب است. امروزه بحران کم‌آبی برای مردم در سراسر کره زمین آسیب و تهدیدات جدی فراهم نموده است. در این میان، می‌توان به شرایط و موقعیت خاص ایران اشاره کرد که اختلال و نوسان در بارش آن، باعث بحرانی شدن وضعیت آب را در برخی مناطق شده است؛ البته ناگفته نماند روندهای نامتعادل مصرفی و افزایش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی به این بحران شدت بخشیده و جامعه انسانی را دچار تغییر، تحول و مشکل نموده است (علیی و همکاران، ۱۳۹۷: ۴).

افزایش رقابت‌های اقتصادی، رشد فزاینده جمعیت، نیاز روزافزون به مواد غذایی، مصرفی و انرژی و از طرفی توسعه شهرها و ابر شهرها، منابع حیاتی و زیست‌محیطی را مورد هجوم قرار داده و نسل آینده را با بحران‌های عظیم روبرو می‌کند. آب یکی از مهمترین منابع حیاتی انسان و یکی از سه عنصر اصلی اکوسیستم می‌باشد که بیش از سایر منابع حیاتی با بحران جدی و کمبود روبرو است. اهمیت آب از آنجا آشکار می‌شود که آب در پیدایش، تغییر و تکامل سکونت‌گاه‌های انسانی نقش بارزی داشته است به نحوی که بسیاری از مناطق جهان، وجود و حیات خود را مدیون آب می‌دانند. از جهتی آب شیرین قابل استفاده به گونه‌ای نامساوی و در کره زمین تقسیم شد است و دسترسی به آب به صورت نابرابر بین جوامع و گروه‌های مختلف وجود دارد (بشیری و همکاران، ۱۴۰۰). کافی بودن آب نباید صرفاً با توجه به کیفیت‌های حجمی و فناورانه تفسیر شود. آب باید به عنوان یک کالای فرهنگی و اجتماعی نه اینکه یک کالای اقتصادی نگریسته شود. آب پایدار باید تضمین کند که حق مزبور برای نسل‌های حاضر و آتی بر اساس شرایط متفاوت تغییر، تحقق می‌یابد و کافی بودن آب مورد نیاز برای حق بر آب ممکن کند. در این راستا، آب پایدار باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

الف کمیت: هر فردی باید در طول روز به آب کافی و مستمر جهت مصارف خانگی و شخصی مانند نوشیدن و رفع تشنگی، پختن غذا، شستن لباس، حمام و دستشویی و بهداشت دسترسی داشته باشد. البته برخی افراد به دلیل شرایط بهداشتی، کاری و آب و هوایی به آب اضافی نیاز دارند. در این بین، مقدار کمیت و دسترسی به آب برای افراد باید مطابق با خط‌مشی‌های سازمان بهداشت جهانی باشد.

ب- کیفیت: در کنار کمیت، افراد باید به آب مصارف شخصی و خانگی سالم و دارای کیفیت دسترسی داشته باشند. این آب باید دارای مواد شیمیایی، رادیولوژیکی و ریز نباشد چرا که سلامت و حیات فرد را به خطر می‌اندازد. هرچند که امروزه کیفیت آب شیرین پایین رفته و بر دامنه بسیاری از بیماری‌های خطرناک افزوده است.

ج- قابلیت دسترسی ایمن: هر فرد باید به آب، تسهیلات و خدمات آبی، بدون تبعیض دسترسی داشته باشد که این دسترسی چهار بعد اشتراک به شرح ذیل دارد:

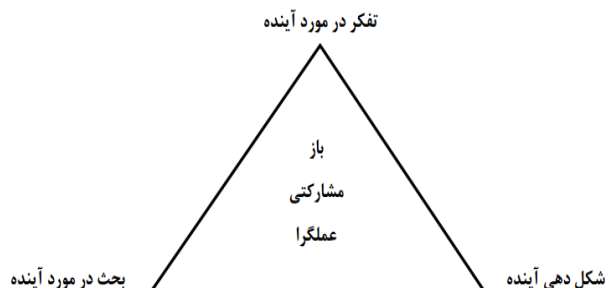
۱- قابلیت دسترسی فیزیکی: آب، تسهیلات و خدمات آبی باید برای همه بخش‌های جمعیت قابلیت دسترسی فیزیکی سالم داشته باشد. افراد باید در نزدیکی هر مکانی از جمله: مکان خانگی، مؤسسات آموزشی و محل کار به آب و خدمات آبی سالم و قابل قبول دسترسی داشته باشند. به گونه‌ای که در این دسترسی، امنیت فیزیکی فرد تهدید نشود. از طرفی دیگر تمامی کاربری‌ها باید دارای آب با کیفیت کافی، متناسب با فرهنگ و جنسیت، سبک زندگی و مقتضیات شخصی باشند.

۲- قابلیت دسترسی اقتصادی: تمامی افراد جدا از طبقه و گروه اقتصادی، باید به آب، تسهیلات و خدمات آبی قابلیت دسترسی داشته باشند. از طرفی دیگر باید تمامی منابع مالی مرتبط با آب (هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم با حفظ و تأمین آب) فراهم باشد به نحوی که کمبود آب به حقوق انسانی افراد صدمه نزند.

۳- نبود تبعیض: همه بخش‌های جامعه (از نزدیک‌ترین تا دورترین، آسیب‌پذیر و محروم) باید بدون تبعیض به آب، تسهیلات و خدمات آبی قابلیت دسترسی داشته باشند.

۴- قابلیت دسترسی به اطلاعات: قابلیت دسترسی شامل حق جست و جو، دریافت و فاش کردن اطلاعات مرتبط با موضوعات آب می شود (حاجی قدیری و گودرزی، ۱۴۰۱: ۷-۶).

آینده‌نگاری به عنوان رویکردی نوین در برنامه‌ریزی و مدیریت موضوعات، ابزاری است که توانایی مدیریت پیچیدگی‌های بیان شده در این حوزه را در اختیار دارد. آینده‌نگاری از زمان پیدایش تاکنون از یک حوزه مبتنی بر پیش‌بینی صرف به یک حوزه و زمینه برای تصمیم‌گیری و اقدام تبدیل شده است و هدف آن آماده کردن ذهنیت افراد به منظور یکپارچه‌سازی آینده‌نگاری و استراتژی است (Bootz et al, 2019: 81). آینده‌نگاری رویکرد و فرآیندهایی که باعث بهبود تصمیم‌گیری می‌شوند را شامل می‌شود. این رویکردها شامل مثلثی با ۳ فرآیند: «تفکر در مورد آینده»، «بحث در مورد آینده» و «شکل‌دهی آینده» است. هدف آینده‌نگاری، غیب‌گویی و پیشگویی درباره آینده از پیش تعیین شده نیست بلکه ما را برای ساخت آینده‌ای بهتر یاری می‌دهد (قلعه نوی و همکاران، ۱۳۹۶: ۵۲). به طور کلی، چارچوب آینده‌یژه، در قالب شکل (۱) ارائه شده است.



شکل ۱: تعریف مفهومی آینده‌نگاری (مرکز تحقیقات خدمات علمی وابسته به اتحادیه اروپا-مؤسسه مطالعات فناوری‌های آینده<sup>۱</sup>)

آینده و وضعیت آتی حجم مصارف و منابع آبی نامشخص است. بعضی از این عدم قطعیت‌ها به علت عوامل کنترل‌نشده‌ی مانند آب و هوا به وجود می‌آید، اما دیگر عوامل تأثیرگذار می‌تواند تحت تأثیر انتخاب‌های جمعی مردم جهان قرار گیرند. این عوامل می‌تواند شامل درآمد و رشد جمعیت، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آب، تخصیص آب به استفاده‌های مختلف، اصلاح مدیریت آب و تغییرات تکنولوژیکی و غیره باشد. تصمیم‌گیری‌های سیاسی و اقدامات میلیاردها نفر از افراد جهان، عامل اساسی در عرضه و تقاضای آب د بلندمدت است (Rosegrant et al, 2002). از طرفی دیگر، مشکلات مربوط به آب می‌تواند ناشی از پر آبی، کم‌آبی یا آب کم‌کیفیت در نتیجه آلودگی باشد. زمانی که هیچ نوع برنامه‌ریزی و مدیریتی دقیق و آینده‌نگر انجام نگیرد، این مشکلات می‌تواند موجب بروز خسارت‌های بزرگ و از بین رفتن ثروت، سلامت و یا حتی زندگی مردم شوند (Dong, 2014). بر این اساس در آینده‌نگاری آب، ساختاری جامع از سیستم‌های اثرگذار بر موجودیت منابع آبی شناخته می‌شود، که بررسی جزء به جزء عوامل تأثیرگذار بر هر یک می‌تواند در شناسایی و پیش‌راندن‌های کلیدی در این حوزه کمک زیادی کند (Loucks et al, 2005). آینده‌نگاری آب آنقدر دارای اهمیت است که پروژه‌های جهانی سمت و سوی مطالعه آن را داشته‌اند. از جمله مهمترین موارد می‌توان به پروژه‌هایی مانند: چشم‌انداز جهانی آب و آینده‌های جهان اشاره کرد که در آن‌ها بر مبنای رویکرد سناریونویسی، ارزیابی قابلیت دسترسی و تقاضای آب در مقیاس جهانی و پس از آن در مقیاس‌های قاره‌ای و ملی تمرکز شده است (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۰۸).

## روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر در زمره تحقیقات کاربردی و از نظر ماهیت و روش، توصیفی-تحلیلی می‌باشد. اطلاعات تحقیق از ۲ طریق: کتابخانه‌ای و میدانی گراوری شد. در زمینه کتابخانه‌ای با مراجعه به کتب، مقالات، اسناد و .... اطلاعات چارچوب نظری جمع‌آوری شد و در روش میدانی، از طریق پرسش‌نامه، نظر متخصصین درباره آب شرب شهر کرمان جويا گردید. بدین منظور جامعه آماری تحقیق شامل تمامی متخصصین و کارشناسان مربوطه و شاغل در سازمان و اداره‌های (آب و فاضلاب، استاندارد، فرمانداری، شهرداری، جهاد کشاورزی و دانشگاه) می‌باشد که به‌صورت هدفمند و از طریق دلفی دو مرحله‌ای، ۳۵ نفر از آن‌ها به‌عنوان حجم نمونه انتخاب شد. داده‌های تحقیق از طریق نرم‌افزارهای میک‌مک و سناریوویزارد با نسخه ۴ و همچنین تکنیک سوات مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

در پژوهش حاضر، از رویکرد آینده‌پژوهی برای شناسایی عوامل کلیدی تأثیرگذار بر مدیریت آب شرب در کرمان استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا عوامل مؤثر از طریق روش پویش محیطی شناسایی شدند و سپس این متغیرها طی دو مرحله، به‌وسیله روش دلفی و از طریق پرسش‌نامه (طیف لیکرت) به ۳۵ نفر از کارشناسان متخصص در این زمینه ارائه شد، که در مرحله اول، از اعضای پنل دلفی خواسته شد میزان اهمیت هر متغیر را بر اساس طیف لیکرت ۵ درجه (از ۱ تا ۵)

مشخص کرده و در صورت نیاز، متغیرهای دیگری را که در پرسش‌نامه به آن‌ها اشاره نشده است را پیشنهاد دهند. بررسی پاسخ‌ها نشان داد که متغیرهای پیشنهادی با متغیرهای شناسایی شده از روش پوشش محیطی یکسان بودند؛ بنابراین، این متغیرها ادغام و در نهایت ۳۰ عامل در پنج بعد اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی، کالبدی، محیطی-جغرافیایی و مدیریتی شناسایی شدند؛ در مرحله دوم نیز برای اطمینان از توافق جمعی میان خبرگان درباره متغیرهای پیشنهادی در هر بعد، این عوامل جهت تأیید نهایی در اختیار کارشناسان قرار گرفته‌اند. نتایج دور دوم پرسش‌نامه‌ها نشان داد که همه عوامل شناسایی شده مورد تأیید قرار گرفته شده است و در این مرحله، دور دلفی جهت شروع مرحله بعد اتمام یافته است (جدول ۱).

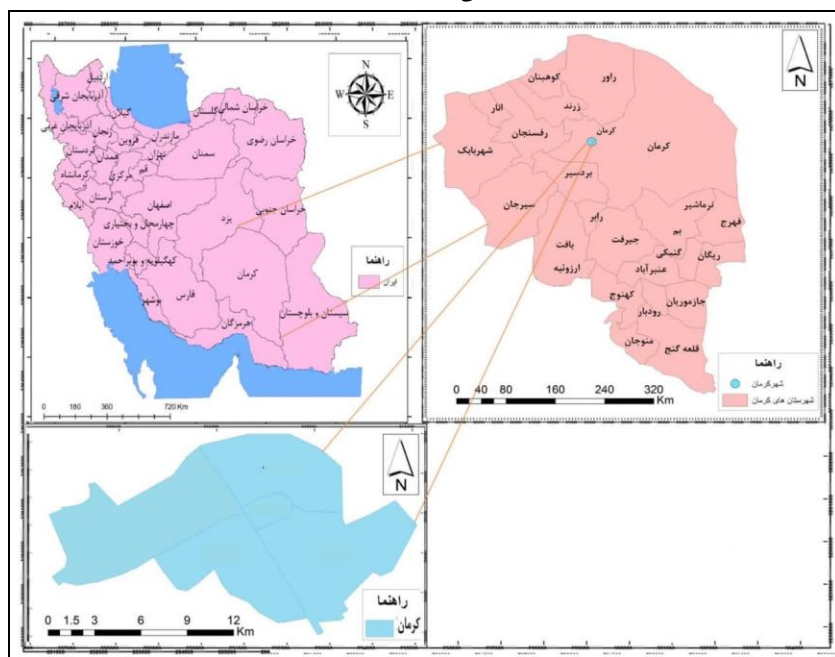
جدول ۱: عوامل اولیه و مؤثر بر مدیریت آب شرب در شهر کرمان

| متغیر                                              | کد متغیر | بعد               |
|----------------------------------------------------|----------|-------------------|
| مهاجرت از روستاها و شهرهای اطراف به شهر کرمان      | X1       | اجتماعی فرهنگی    |
| سطح پایین آگاهی مردم نسب به مصرف آب                | X2       |                   |
| استفاده و بهره‌وری نامناسب شهروندان از آب          | X3       |                   |
| اعتقادات مذهبی شهروندان در استفاده درست از آب      | X4       |                   |
| عدم رعایت قوانین شرکت آب و فاضلاب از سوی شهروندان  | X5       |                   |
| مصرف بیشتر از توان تولید منابع آب از جانب شهروندان | X6       |                   |
| سطح درآمد شهروندان                                 | X7       | اقتصادی           |
| پایین بودن قیمت آب                                 | X8       |                   |
| عدم محاسبه تصاعدی قیمت آب                          | X9       |                   |
| عدم توجه به اقتصاد آب در مکان‌یابی شهرک‌های جدید   | X10      |                   |
| عدم وجود نظام منسجم قیمت‌گذاری آب                  | X11      | کالبدی و زیرساختی |
| فرسوده بودن لوله‌های انتقال آب                     | X12      |                   |
| کنتورهای خراب منازل                                | X13      |                   |
| لوله‌کشی غیراستاندارد منازل                        | X14      |                   |
| انشعابات غیرقانونی و غیرمجاز منازل                 | X15      |                   |
| صنایع آب بر در شهر                                 | X16      |                   |
| استفاده از آب در ساخت و ساز                        | X17      |                   |
| موقعیت جغرافیایی کرمان                             | X18      | محیطی و جغرافیایی |
| کاهش بارندگی                                       | X19      |                   |
| تبخیر و ترق آب                                     | X20      |                   |
| افت کمی و کیفی آب                                  | X21      |                   |
| الوده شدن منابع آبی توسط پساب‌های صنعتی            | X22      |                   |
| استفاده از آب شرب در فضای سبز                      | X23      |                   |
| عدم تدوین برنامه‌های کلان و بلندمدت در رابطه با آب | X24      | مدیریتی           |
| عدم تفکیک بین آب شرب با سایر منابع آبی             | X25      |                   |
| حمایت‌های ضعیف از پروژه‌های آبی                    | X26      |                   |
| کمبود تصفیه‌خانه‌های شهری و صنعتی                  | X27      |                   |
| عدم وجود مدیریت صحیح آب                            | X28      |                   |
| بهره‌برداری نامناسب مسئولین از سازه‌های آبی        | X29      |                   |
| عدم تبلیغات رسانه‌ای                               | X30      |                   |

منبع: مطالعات نگارنده، ۱۴۰۲

## محدوده مورد مطالعه

شهر کرمان، در مرکز استان و شهرستان کرمان، جنوب شرقی ایران و در فاصله ۱۰۶۰ کیلومتری از تهران قرار دارد. مختصات جغرافیایی این شهر، 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 می‌باشد. وسعت این شهر معادل ۴۴۶۳۰ کیلومتر مربع (۲۴/۴ درصد مساحت استان) است. شهر کرمان از شمال به خراسان جنوبی از شرق به کویر لوت از غرب به رفسنجان، بردسیر، رابر و از جنوب به شهرستان‌های فهرج، نرماشیر، بم و جیرفت و از شمال شرقی به شهرستان‌های راور و زرنده منتهی می‌گردد. ارتفاع متوسط شهر کرمان از سطح دریا حدود ۱۷۵۵ متر و در یک موقعیت پائیکوهی قرار دارد. جمعیت شهر کرمان در سال ۱۴۰۰ برابر با ۶۱۹۵۶۵ نفر می‌باشد (معاونت برنامه‌ریزی کرمان، ۱۴۰۲) (شکل ۲).



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

## یافته‌های پژوهش

بررسی ویژگی‌های توصیفی اعضای پنل دلفی نشان می‌دهد که از میان ۳۵ کارشناس مصاحبه‌شده، ۲۳ نفر (۶۵/۷ درصد) مرد و ۱۲ نفر (۴۳/۳ درصد) زن؛ ۱۰ نفر (۲۸/۶ درصد) دارای سن ۲۰ تا ۳۵ سال، ۲۱ نفر (۶۰ درصد) بین ۳۵ تا ۵۰ سال و ۴ نفر (۱۱/۴ درصد) دارای سن ۵۰ سال به بالا؛ ۱۳ نفر (۳۷/۱ درصد) دارای مدرک لیسانس، ۱۴ نفر (۴۰ درصد) فوق‌لیسانس و ۸ نفر (۲۲/۹ درصد) دارای مدرک دکترا؛ ۵ نفر (۱۴/۳ درصد) در دانشگاه، ۱۷ نفر (۴۸/۶ درصد) در آب و فاضلاب، ۲ نفر (۵/۷ درصد) در شهرداری و فرمانداری، ۳ نفر (۸/۶ درصد) در استانداری و ۶ نفر (۱۷/۱ درصد) در جهاد کشاورزی می‌باشد.

در مرحله اول، پس از انتخاب و تأیید عوامل اولیه توسط کارشناسان، برای شناسایی پیشران‌های کلیدی مؤثر بر مدیریت آب شرب در شهر کرمان از نرم‌افزار میک‌مک استفاده شد. در این مرحله، عوامل مؤثر به صورت پرسشنامه در قالب یک ماتریس  $30 \times 30$  تنظیم شدند و در اختیار اعضای پنل دلفی قرار گرفتند تا میزان تأثیرگذاری هر یک از عوامل بر سایرین را با استفاده از اعداد "۰: بدون تأثیر؛ ۱: تأثیر ضعیف؛ ۲: تأثیر متوسط؛ ۳: تأثیر زیاد" ارزیابی کنند. سپس نتایج حاصله وارد نرم‌افزار میک‌مک شدند. نتایج نشان داد که درجه پرشدگی ماتریس  $69/20$  درصد است، به این معنا که بیش از ۶۹ درصد از متغیرهای مورد بررسی بر یکدیگر تأثیر داشته‌اند. همچنین، از مجموع ۹۰۰ رابطه قابل ارزیابی در ماتریس،  $30/78$  درصد آن عدد صفر (از تقسیم ۹۰۰ بر ۲۷۷ ضربدر ۱۰۰) بود که نشان می‌دهد این عوامل تأثیر متقابل بر یکدیگر نداشته‌اند. از سوی دیگر،  $21/67$  درصد از روابط دارای تأثیر ضعیف (از تقسیم ۹۰۰ بر ۱۹۵ ضربدر ۱۰۰)،  $24/89$  درصد تأثیر متوسط (از تقسیم ۹۰۰ بر ۲۲۴ ضربدر ۱۰۰) و  $22/67$  درصد آن‌ها دارای تأثیر زیاد (از تقسیم ۹۰۰ بر ۲۰۴ ضربدر ۱۰۰) بوده‌اند جدول (۲). علاوه بر این، ماتریس پس از دو بار چرخش داده‌ای از نظر شاخص‌های آماری، به درجه‌ای از مطلوبیت و بهینگی ۱۰۰ درصد برخوردار بوده که حاکی از روایی بالای پرسشنامه و پاسخ‌های آن است.

جدول ۲: تحلیل اولیه داده ماتریس و تأثیرات متقاطع

| شاخص  | ابعاد<br>ماتریس | تعداد<br>تکرار | تعداد<br>صفرها | تعداد<br>یک | تعداد<br>دو | تعداد<br>۳ | تعداد<br>P | کل  | درجه<br>پرشدگی |
|-------|-----------------|----------------|----------------|-------------|-------------|------------|------------|-----|----------------|
| مقدار | ۳۰              | ۲              | ۲۷۷            | ۱۹۵         | ۲۲۴         | ۲۰۴        | ۰          | ۹۰۰ | ۶۹,۲۲٪         |

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

## ارزیابی وضعیت تأثیرات مستقیم بر اساس تأثیرگذاری و تأثیرپذیری

با توجه به وزن‌های به‌دست‌آمده از پرسشنامه و تکمیل ماتریس، نرم‌افزار میک‌مک روابط بین متغیرها را محاسبه کرده و به هر عامل یک امتیاز عددی اختصاص داده است. در این ماتریس، جمع اعداد هر سطر نشان‌دهنده میزان تأثیرگذاری یک متغیر و جمع اعداد هر ستون نشان‌دهنده میزان تأثیرپذیری آن از سایر متغیرهاست. در نهایت، بر اساس امتیازات به‌دست‌آمده، متغیرها از نظر تأثیرگذاری و تأثیرپذیری (مستقیم و غیرمستقیم) رتبه‌بندی شده‌اند. این فرآیند دو نوع تحلیل و گراف را ارائه می‌دهد: یکی برای نمایش تأثیرات مستقیم و دیگری برای نمایش تأثیرات غیرمستقیم. در ادامه، به هر یک از این تحلیل‌ها پرداخته شده است.

در ماتریس تحلیل ساختاری، برای بررسی تأثیرگذاری مستقیم متغیرها، جمع اعداد سطرهای هر متغیر نشان‌دهنده میزان تأثیرگذاری و جمع اعداد ستون‌های هر متغیر بیانگر میزان تأثیرپذیری آن متغیر است؛ میزان تأثیرات مستقیم متغیرها بر یکدیگر در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳: تأثیرات مستقیم متغیرها بر مدیریت آب شرب در شهر کرمان (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳)

| ردیف | متغیر                                              | میزان تأثیرگذاری | میزان تأثیرپذیری | رتبه | رتبه | میزان تأثیرگذاری                                   | میزان تأثیرپذیری | متغیر | ردیف |
|------|----------------------------------------------------|------------------|------------------|------|------|----------------------------------------------------|------------------|-------|------|
| ۱    | مهاجرت از روستاها و شهرهای اطراف به شهر کرمان      | ۷۳               | ۳۷               | ۷    | ۱۶   | صنایع آب بر در شهر                                 | ۱۴               | ۴۵    | ۲۸   |
| ۲    | سطح پایین آگاهی مردم نسب به مصرف آب                | ۷۵               | ۳۹               | ۴    | ۱۷   | استفاده از آب در ساخت و ساز                        | ۷۶               | ۴۱    | ۲    |
| ۳    | استفاده و بهره‌وری نامناسب شهروندان از آب          | ۷۶               | ۴۳               | ۱    | ۱۸   | موقعیت جغرافیایی کرمان                             | ۱۹               | ۴۴    | ۲۵   |
| ۴    | اعتقادات مذهبی شهروندان در استفاده درست از آب      | ۲۷               | ۴۸               | ۱۶   | ۱۹   | کاهش بارندگی                                       | ۲۰               | ۴۷    | ۲۴   |
| ۵    | عدم رعایت قوانین شرکت آب و فاضلاب از سوی شهروندان  | ۲۴               | ۳۴               | ۲۱   | ۲۰   | تبخیر و تعرق آب                                    | ۲۳               | ۴۰    | ۲۲   |
| ۶    | مصرف بیشتر از توان تولید منابع آب از جانب شهروندان | ۶۹               | ۳۹               | ۱۲   | ۲۱   | افت کمی و کیفی آب                                  | ۲۴               | ۴۵    | ۱۸   |
| ۷    | سطح درآمد شهروندان                                 | ۳۱               | ۴۳               | ۱۳   | ۲۲   | الوده شدن منابع آبی توسط پساب- های صنعتی           | ۲۴               | ۴۵    | ۱۹   |
| ۸    | پایین بودن قیمت آب                                 | ۱۰               | ۴۳               | ۲۹   | ۲۳   | استفاده از آب شرب در فضای سبز                      | ۷۴               | ۴۰    | ۵    |
| ۹    | عدم محاسبه تصاعدی قیمت آب                          | ۲۱               | ۴۱               | ۲۳   | ۲۴   | عدم تدوین برنامه‌های کلان و بلندمدت در رابطه با آب | ۷۰               | ۴۰    | ۱۱   |
| ۱۰   | عدم توجه به اقتصاد آب در مکان‌یابی شهرک‌های جدید   | ۲۸               | ۳۸               | ۱۵   | ۲۵   | عدم تفکیک بین آب شرب با سایر منابع آبی             | ۲۶               | ۴۶    | ۱۷   |
| ۱۱   | عدم وجود نظام منسجم قیمت‌گذاری آب                  | ۷۲               | ۳۸               | ۹    | ۲۶   | حمایت‌های ضعیف از پروژه‌های آبی                    | ۱۶               | ۴۵    | ۲۶   |
| ۱۲   | فرسوده بودن لوله‌های انتقال آب                     | ۷۱               | ۳۹               | ۱۰   | ۲۷   | کمبود تصفیه‌خانه‌های شهری و صنعتی                  | ۲۴               | ۴۴    | ۲۰   |
| ۱۳   | کنتورهای خراب منازل                                | ۱۵               | ۴۵               | ۲۷   | ۲۸   | عدم وجود مدیریت صحیح آب                            | ۷۳               | ۴۱    | ۶    |
| ۱۴   | لوله‌کشی غیر استاندارد منازل                       | ۳                | ۴۳               | ۳۰   | ۲۹   | بهره‌برداری نامناسب مسئولین از سازه‌های آبی        | ۳۰               | ۳۸    | ۱۴   |
| ۱۵   | انشعابات غیر قانونی و غیر مجاز منازل               | ۷۵               | ۴۰               | ۳    | ۳۰   | عدم تبلیغات رسانه‌ای                               | ۷۲               | ۴۴    | ۸    |

### وضعیت کلی سیستم به لحاظ پایداری و ناپایداری برای متغیرهای تأثیرات مستقیم

در روش میک‌مک، پس از تحلیل عوامل با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک، نحوه توزیع و پراکنش متغیرها در نمودار پراکنندگی از نظر پایداری و ناپایداری سیستم مشخص می‌شود. در این نمودار، زمانی سیستم (با داشتن متغیرهای بسیار تأثیرگذار، متغیرهای تأثیرپذیر و متغیرهای مستقل) دارای وضعیت پایدار، ثبات و استمرار است که پراکنندگی متغیرها به شکل I باشد.

از طرف دیگر، زمانی سیستم (با داشتن متغیرهای دووجهی، تأثیرگذار، تأثیرپذیر، مستقل و تنظیمی) ناپایدار و بدون ثبات است که متغیرها به سمت انتهای نمودار و در اطراف آن پراکنده شوند. در نهایت در سیستم‌های پایدار، جایگاه و نقش هر یک از عوامل به‌وضوح مشخص است؛ اما در سیستم‌های ناپایدار، وضعیت پیچیده‌تر بوده و متغیرها حول محور قطری صفحه پراکنندگی قرار می‌گیرند.

صفحه پراکنش متغیرها تأثیرگذار بر مدیریت آب شرب در شهر کرمان، نشانگر آن است که اکثر متغیرها حول محور قطری صفحه پراکندگی شده‌اند و سیستم دارای وضعیت ناپایداری می‌باشد. بدین منظور چهار دسته متغیر در این سیستم قابل‌شناسایی است که در ادامه به هر کدام از آن‌ها اشاره شده است (شکل ۳):



شکل ۳: گراف پراکندگی متغیرها در نمودار تاثیر مستقیم

## متغیرهای تأثیرگذار

این متغیرها آن دسته از متغیرهایی هستند که میزان تأثیرگذاری آن‌ها به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از تأثیرپذیری‌شان است؛ بنابراین، این متغیرها به عنوان متغیرهای ورودی، بیشترین تأثیر را در مدیریت آب شرب شهر کرمان دارند. همچنین، با توجه به شناسایی سیستم به عنوان سیستم ناپایدار، این متغیرها در قسمت شمال غربی نمودار قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده تأثیرگذاری کلان آن‌ها بر کل سیستم است. بیشتر این متغیرها در بعد اجتماعی-فرهنگی جای دارند و شامل موارد زیر هستند:

- اجتماعی و فرهنگی: سطح پایین آگاهی مردم نسبت به مصرف آب، مهاجرت از روستاها و شهرهای اطراف به شهر کرمان، مصرف بیشتر از توان تولید منابع آب از جانب شهروندان
- اقتصادی: عدم وجود نظام منسجم قیمت گذاری آب
- کالبدی: انشعابات غیر قانونی و غیر مجاز منازل، فرسوده بودن لوله‌های انتقال آب
- محیطی و جغرافیایی: استفاده از آب شرب در فضای سبز
- مدیریتی: عدم تدوین برنامه‌های کلان و بلندمدت در رابطه با آب

## متغیرهای دوجهی

متغیرهای دوجهی به آن دسته از متغیرهایی اطلاق می‌شود که دارای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بالایی هستند؛ به‌طوری‌که هر اقدامی بر روی این متغیرها بر سایر متغیرها نیز تأثیر می‌گذارد. این متغیرها به دو دسته متغیرهای ریسک و هدف تقسیم می‌شوند. در نمودار، متغیرهای ریسک در اطراف خط قطری ناحیه شمال شرقی قرار دارند که از ظرفیت بسیار بالایی برای تبدیل شدن به عوامل کلیدی برخوردار هستند. در مقابل، جایگاه و محل متغیرهای هدف در زیر ناحیه قطری شمال شرقی صفحه می‌باشد که اهداف و نتایج تکاملی سیستم را بیان می‌کنند. با انجام تغییرات در این متغیرها می‌توان به تکامل سیستم بر اساس برنامه‌ها و اهداف تعیین شده دست یافت. در این پژوهش، متغیرهای دوجهی در بخش ریسک پراکنده شده و در ابعاد مختلف جای گرفته‌اند که شامل متغیرهای زیر هستند:

- اجتماعی و فرهنگی: استفاده و بهره‌وری نامناسب شهروندان از آب
- کالبدی: استفاده از آب در ساخت و ساز
- مدیریتی: عدم تبلیغات رسانه‌ای، عدم وجود مدیریت صحیح آب

## متغیرهای مستقل

این متغیرها دارای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری پایین هستند و در ناحیه جنوب غربی نمودار قرار دارند. بیشترین تعداد متغیرها در این دسته جای گرفته‌اند؛ به عبارتی، از مجموع ۳۰ متغیر، ۴ متغیر در این گروه قرار دارند که عمدتاً به ابعاد اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی و کالبدی مربوط می‌شوند و به شرح زیر هستند:

- اجتماعی و فرهنگی: عدم رعایت قوانین شرکت آب و فاضلاب از سوی شهروندان
- اقتصادی: عدم توجه به اقتصاد آب در مکان‌یابی شهرک‌های جدید
- کالبدی: محیطی-جغرافیایی: تبخیر و تعرق آب،
- مدیریتی: بهره‌برداری نامناسب مسئولین از سازه‌های آبی

## متغیرهای تأثیرپذیر

متغیرهای تأثیرپذیر، متغیرهایی هستند که مهم‌ترین ویژگی‌هایشان تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری بسیار بالا است. این متغیرها به‌عنوان عوامل نتیجه نیز محسوب می‌شوند و در ناحیه جنوب شرقی نمودار قرار دارند. در این دسته از متغیرها به دلیل ناپایداری سیستم، مجموعه‌ای از تمام متغیرها و ابعاد مختلف جمع شده است. این متغیرها به شرح زیر هستند:

- اجتماعی و فرهنگی: اعتقادات مذهبی شهروندان در استفاده درست از آب
  - اقتصادی: عدم محاسبه تصاعدی قیمت آب، سطح درآمد شهروندان، پایین بودن قیمت آب
  - کالبدی: کنتورهای خراب منازل، لوله‌کشی غیراستاندارد منازل، صنایع آب‌بر در شهر
  - محیطی و جغرافیایی: موقعیت جغرافیایی کرمان، کاهش بارندگی، افت کمی و کیفی آب، آلوده شدن منابع آبی توسط پساب‌های صنعتی
  - مدیریتی: عدم تفکیک بین آب شرب با سایر منابع آبی، حمایت‌های ضعیف از پروژه‌های آبی، کمبود تصفیه‌خانه‌های شهری و صنعتی
- از مقایسه نتایج تحلیل تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم، این نتیجه به دست می‌آید که این ۴ دسته از متغیرها در تأثیرات مستقیم، با درجاتی از تغییر در تأثیرات غیرمستقیم نیز تکرار شده‌اند؛ بنابراین، در این بخش از گروه‌بندی متغیرها صرف‌نظر شده است.
- نکته مهم: در مرکز گراف پراکندگی متغیرها، فاکتو یا عاملی قرار نگرفته است بنابراین در این سیستم متغیر تنظیمی وجود ندارد.

### انتخاب پیشران‌های کلیدی اثرگذار بر مدیریت آب شرب در شهر کرمان

پس از تحلیل‌های انجام شده با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک، از میان ۳۰ عامل مؤثر در مدیریت آب شرب شهر کرمان، ۱۲ عاملی که بالاترین امتیاز را از مجموع امتیازها کسب کرده‌اند، به عنوان عوامل کلیدی مؤثر بر مدیریت آب شرب این شهر انتخاب شده‌اند، این عوامل همچنین در گراف تأثیرات مستقیم در بخش تأثیرگذار و گاه به دلیل امتیاز بالا در بخش دوجهی قرار گرفته‌اند جدول (۴). از میان ۱۲ عامل انتخاب شده، سه متغیر شامل مهاجرت از روستاها و شهرهای اطراف به شهر کرمان (X1)، سطح پایین آگاهی مردم نسبت به مصرف آب (X2)، بهره‌برداری نامناسب شهروندان از آب (X3) و مصرف بیشتر از ظرفیت تولید منابع آب توسط شهروندان (X6) مربوط به بعد اجتماعی و فرهنگی هستند. همچنین سه متغیر شامل فرسوده بودن لوله‌های انتقال آب (X12)، انشعابات غیر-قانونی و غیرمجاز منازل (X15) و استفاده از آب در ساخت و ساز (X17) به بعد کالبدی مرتبط می‌شوند. سه متغیر عدم تدوین برنامه‌های کلان و بلندمدت در رابطه با آب (X24)، عدم وجود مدیریت صحیح آب (X28) و عدم تبلیغات رسانه‌ای (X30) در بعد مدیریتی جای دارند. همچنین متغیر عدم وجود نظام منسجم قیمت‌گذاری آب (X11) در بعد اقتصادی و متغیر استفاده از آب شرب در فضای سبز (X23) نیز به بعد محیطی - جغرافیایی تعلق دارند؛ بنابراین، بیشترین عوامل کلیدی در سه بعد اجتماعی و فرهنگی، کالبدی و محیطی قرار دارند (جدول ۴).

جدول ۴- عوامل کلیدی مؤثر بر مدیریت آب شرب در شهر کرمان

| رتبه | اثرات مستقیم |                   |       |                   | اثرات غیرمستقیم |                      |       |                      |
|------|--------------|-------------------|-------|-------------------|-----------------|----------------------|-------|----------------------|
|      | متغیر        | تأثیرگذاری مستقیم | متغیر | تأثیرپذیری مستقیم | متغیر           | تأثیرگذاری غیرمستقیم | متغیر | تأثیرپذیری غیرمستقیم |

|     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| ۳۸۰ | X4  | ۶۰۰ | X2  | ۳۸۲ | X4  | ۶۰۵ | X3  | ۱  |
| ۳۷۴ | X19 | ۵۹۱ | X1  | ۳۷۴ | X19 | ۶۰۵ | X17 | ۲  |
| ۳۶۹ | X25 | ۵۹۰ | X15 | ۳۶۶ | X25 | ۵۹۷ | X2  | ۳  |
| ۳۵۸ | X22 | ۵۸۶ | X23 | ۳۵۸ | X13 | ۵۹۷ | X15 | ۴  |
| ۳۵۷ | X16 | ۵۸۵ | X3  | ۳۵۸ | X16 | ۵۸۹ | X23 | ۵  |
| ۳۵۷ | X26 | ۵۸۴ | X17 | ۳۵۸ | X21 | ۵۸۱ | X1  | ۶  |
| ۳۵۶ | X13 | ۵۷۲ | X30 | ۳۵۸ | X22 | ۵۸۱ | X28 | ۷  |
| ۳۵۳ | X21 | ۵۷۰ | X11 | ۳۵۸ | X26 | ۵۷۳ | X11 | ۸  |
| ۳۵۲ | X30 | ۵۶۷ | X28 | ۳۵۰ | X18 | ۵۷۳ | X30 | ۹  |
| ۳۵۲ | X18 | ۵۶۳ | X12 | ۳۵۰ | X27 | ۵۶۵ | X12 | ۱۰ |
| ۳۴۹ | X27 | ۵۵۹ | X24 | ۳۵۰ | X30 | ۵۵۷ | X24 | ۱۱ |
| ۳۴۳ | X7  | ۵۴۷ | X6  | ۳۴۲ | X3  | ۵۴۹ | X6  | ۱۲ |

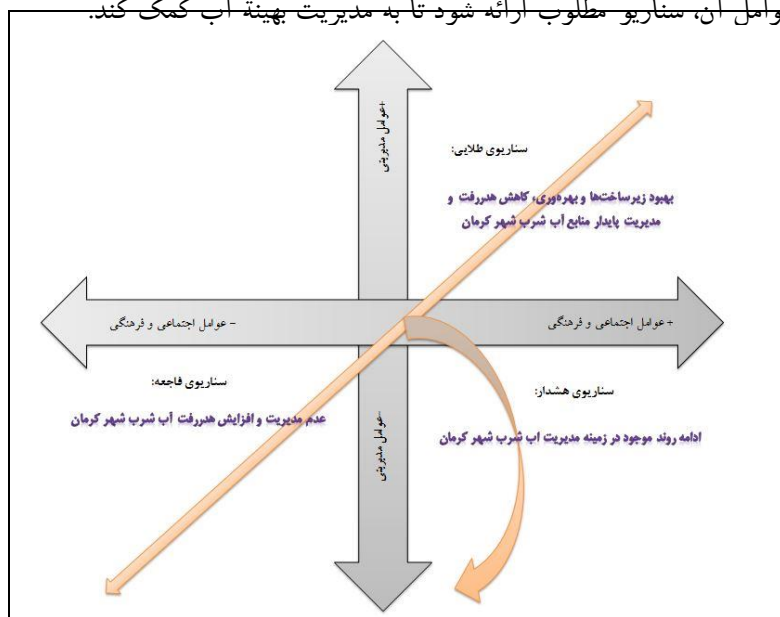
منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳

### تحلیل کیفی منطق سناریوها در انطباق با نتایج سناریو ویزارد

در این پژوهش، برای تدوین سناریوها از روش استقرایی استفاده شده است. برخلاف روش قیاسی که تنها بر عوامل پیشران با بالاترین عدم قطعیت‌های بحرانی تمرکز می‌کند، روش استقرایی تمامی عوامل پیشران و کلیدی را در نظر گرفته و همه آن‌ها را در شکل‌دهی به سناریوها دخیل می‌داند. در واقع این انتخاب و رویکرد باعث شده است که تمامی پیشران‌های کلیدی و سناریورها مطلوب برای دو بعد مهم و اساسی (اجتماعی و فرهنگی و مدیریتی) در مدیریت آب شرب شهر کرمان شناسایی و برنامه‌ریزی شود. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از نرم‌افزار میک‌مک، ۱۲ عامل کلیدی و پیشران شناسایی شد که وضعیت‌های احتمالی آن‌ها تعریف گردیده و در تدوین سناریوها مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس نتایج حاصل از نرم‌افزار سناریوویزارد و نظر کارشناسان، ۱۰ سناریوی قوی، ۳۳ سناریوی باورپذیر و ۵۵۵۳ سناریوی ضعیف استخراج شد. در ادامه جهت ارزیابی سناریوهای حاصل از نرم‌افزار سناریوویزارد و دسته‌بندی سناریوها، از روش و تحلیل کیفی جهت انطباق آن‌ها با منطق ایجاد سناریوها استفاده می‌شود. این رویکرد علاوه بر تکمیل نتایج کمی و اعتبار بخشیدن به یافته‌های تحقیق، به محقق امکان می‌دهد تا با ارائه‌ای ملموس‌تر از موضوع، اشراف و تسلط بیشتری بر روند پژوهش داشته باشد.

لذا بر اساس رویکرد استقرایی برای تدوین منطق سناریوها، لازم است که هر ۱۲ عامل پیشران شناسایی شده در فرآیند شکل‌گیری سناریوها دخیل داده شوند. این عوامل را می‌توان در دو بُعد یا گروه‌بندی کلی به‌عنوان نگه‌دارنده‌های پیشران‌ها جای داد، دوبعدی که در اینجا می‌توانند این ۱۲ عامل را در برگیرند شامل بُعد "اجتماعی و فرهنگی" و بُعد "مدیریتی" می‌باشند. این دو بُعد با ابعادی که در ابتدا برای تعریف عوامل کلیدی در نظر گرفته شده، متفاوت هستند و تفاوت اصلی آن در مقیاس عوامل است، به عبارتی در تعریف عوامل کلیدی، مقیاس هر عامل مدنظر بوده است، اما

اینجا اولویت بر ماهیت و پیامدهای هر عامل است و این دو بُعد به خوبی تمام پیشرانها را پوشش می‌دهند. در واقع هرکدام از این ابعاد تعدادی از عوامل را پوشش می‌دهند به‌طوری‌که بُعد "اجتماعی و فرهنگی" شامل عواملی مانند مهاجرت از روستاها و شهرهای اطراف به شهر کرمان، سطح پایین آگاهی مردم نسبت به مصرف آب، استفاده و بهره‌وری نامناسب شهروندان از آب، مصرف بیشتر از توان تولید منابع آب از جانب شهروندان، انشعابات غیرقانونی و غیرمجاز منازل و استفاده از آب در ساخت و ساز می‌باشد و بُعد "مدیریتی" نیز عواملی مانند عدم وجود نظام منسجم قیمت‌گذاری آب، فرسوده بودن لوله‌های انتقال آب، استفاده از آب شرب در فضای سبز، عدم تدوین برنامه‌های کلان و بلندمدت در رابطه با آب، عدم وجود مدیریت صحیح آب و عدم تبلیغات رسانه‌ای را در برمی‌گیرد. در شکل (۴)، منطق سناریوها با توجه به این دو بُعد "اجتماعی و فرهنگی" و "مدیریتی" در زمینه مدیریت آب شرب شهر کرمان به تصویر کشیده شده است. لازم به ذکر است که افق سناریوها در سال ۱۴۱۳ می‌باشد. در واقع انتخاب رویکرد استقرایی برای سناریوهای مدیریت بحران آب شرب در شهر کرمان باعث شده است که دو بُعد اجتماعی و فرهنگی و مدیریت که به عنوان تقاضا و عرضه برای آب نقش‌آفرینی کنند به خوبی از یکدیگر تفکیک شوند و برای هریک از عوامل آن، سناریو مطلوب ارائه شود تا به مدیریت بهینه آب کمک کند.



شکل ۴: شکل‌گیری منطق سناریو با دو بُعد در زمینه مدیریت آب شرب در شهر کرمان

طبق نتایج شکل (۴)، رویکرد و منطق استقرایی در سناریوهای آب شرب کرمان، سبب شناسایی دو بُعد اصلی در مدیریت بحران آب شرب شهر کرمان شده است. چرا که بُعد اجتماعی فرهنگی (شهروندان و فرهنگ مصرف آن‌ها) در هدر رفت، کمبود و بحران آب شرب شهر کرمان نقش اساسی ایفا کرده‌اند. این شهروندان با زیاده‌خواهی، به استفاده بی‌رویه از آب دامن زده‌اند در حالی که با مصرف بهینه از آب می‌توانند زندگی و حیات پایداری را برای نسل حاضر و آینده رقم بزنند.

از طرفی مدیریت شهری شهر کرمان با نظارت دقیق تر و از طریق برنامه های آینده نگری می تواند آب پایداری را برای شهروندان کرمانی عرضه کند.

### گروه بندی و تحلیل سناریوهای منتخب

همانطور که بالا ذکر شد طبق منطق استقرایی و با توجه به انتخاب عوامل کلیدی، درمجموع، ۳۳ سناریوی باورکردنی را می توان در سه گروه طلایی، هشدار و فاجعه دسته بندی کرد. هر یک از این گروه ها شامل چند سناریو با ویژگی های تقریباً مشترک هستند، با تفاوت های جزئی در یکی یا چند وضعیت از میان ۳۳ عامل کلیدی بر اساس شکل بالا، سه سناریوی طلایی، سناریو هشدار و سناریوی فاجعه در محور مربوطه موقعیت خود را پیدا می کنند. سناریوی طلایی که بهبود زیرساخت ها و بهره وری، کاهش هدررفت و مدیریت پایدار منابع آب شرب شهر کرمان را توصیف می کند، زمانی محقق خواهد شد که وضعیت عوامل اجتماعی و فرهنگی و مدیریتی با روند مثبت و رو به رشدی مواجه باشد. در مقابل، سناریوی فاجعه دقیقاً در شرایطی عکس سناریوی طلایی رخ می دهد و با سناریوی طلایی در تضاد است و در این گروه از سناریوها، وضعیت بحرانی غالب است. سناریوی هشدار که به ادامه روند موجود مدیریت آب شرب در شهر کرمان اشاره دارد، در ناحیه ای با کمی بهبود در عوامل اجتماعی و فرهنگی و افت در عوامل مدیریتی قرار می گیرد.

### تحلیل و تفسیر پیامد و نتایج سناریو

- سناریو طلایی: بهبود زیرساخت ها و بهره وری، کاهش هدر رفت و مدیریت پایدار منابع آب شرب شهر کرمان

سناریوی طلایی تحقیق، سناریوی "بهبود زیرساخت ها و بهره وری، کاهش هدر رفت و مدیریت پایدار منابع آب شرب شهر کرمان" می باشد که از میان ۳۳ سناریو باورکردنی، سناریوهای اول، دوم، هفتم، نوزدهم، بیستم، بیست و دوم، بیست و سوم، بیست و چهارم و سیام به عنوان سناریو طلایی انتخاب شده اند و مطلوب ترین حالت نیز مربوط به سناریوی اول می باشد که در آن اکثر عوامل کلیدی در وضعیت مطلوب قرار دارند. این سناریو برای آینده، چشم اندازی بسیار مناسبی را ترسیم می کند.

از آنجایی که هر سناریو دارای مسیر مشخص با ابزار و لوازم است بنابراین مسیر سناریوی طلایی تحقیق حاضر نیز از این امر تبعیت می کند و پیش نیازهایی لازم دارد. مهم ترین این پیش نیازها هم در دو محور اجتماعی و فرهنگی و مدیریتی خلاصه شده اند.

همان طور که در بالا ذکر شده است سناریوی طلایی زمانی محقق می شود که دو بعد اجتماعی و فرهنگی و مدیریتی دارای روند مثبت باشد که در این سناریو شاهد آن هستیم. ویژگی این سناریوها محوریت بر مدیریت و کنترل مهاجرت به شهر کرمان و تقویت زیرساخت های شهری متناسب با افزایش جمعیت و راه اندازی کمپین های گسترده آموزش و فرهنگ سازی در سطح شهر برای شهروندان در مورد اهمیت مصرف بهینه آب و شیوه های صرفه جویی می باشد و همچنین

استفاده از فناوری‌های نوین در خانه‌ها و ادارات جهت کاهش هدر رفت آب مانند نصب شیرهای آب هوشمند، سیستم‌های بازچرخانی آب و ابزارهای کنترل مصرف آب، کاهش مصرف آب از طریق فرهنگ‌سازی و اجرای سیاست‌های مدیریت مصرف، توسعه نظام قیمت‌گذاری عادلانه و شفاف آب، بازسازی و به‌روزرسانی کامل شبکه لوله‌های انتقال آب با استفاده از فناوری‌های نوین و مواد مقاوم، به‌طوری که هدررفت آب به حداقل برسد و کیفیت آب حفظ شود، رفع انشعابات غیرقانونی و ساماندهی منابع آب با همکاری و هماهنگی بین نهادهای محلی و دولت، استفاده از فناوری‌های نوین و مقررات سخت‌گیرانه برای کاهش مصرف آب در ساخت و ساز و افزایش بهره‌وری همراه با تدوین استانداردهای سبز ساختمانی، توسعه روش‌های آبیاری هوشمند و کاهش مصرف آب در فضای سبز، تدوین و اجرای برنامه‌های کلان و بلندمدت جامع با همکاری نهادهای مختلف برای مدیریت پایدار منابع آبی و پیش‌بینی بحران‌های آینده، ایجاد و اجرای یک سیستم مدیریت جامع، کارآمد و مبتنی بر فناوری‌های نوین برای بهبود بهره‌وری و پایداری منابع آبی و راه‌اندازی و اجرای کمپین‌های رسانه‌ای مستمر و خلاقانه برای افزایش آگاهی عمومی و ترویج فرهنگ مصرف بهینه آب، با همکاری رسانه‌های مختلف و بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین ارتباطی از جمله وضعیت‌های حاکم بر این سناریوها می‌باشد.

- سناریوی ایستا یا هشدار: ادامه روند موجود در زمینه مدیریت آب شرب شهر کرمان بر اساس نتایج به‌دست آمده از نرم‌افزار سناریو ویزارد، این دسته از سناریوها وضعیت ایستا و تداوم روند فعلی را برای مدیریت آب شرب در شهر کرمان پیش‌بینی می‌کنند و نشان‌دهنده روند ضعیفی در بهبود وضعیت مدیریت آب شرب در این شهر هستند. این سناریو در شرایط نامطلوب و ایستا، با رشد منفی عوامل مدیریتی و وضعیت مطلوب و کمی رو به بهبود عوامل اجتماعی و فرهنگی به وقوع می‌پیوندد. در نتیجه، شاهد تأثیرات کوچکی در این حیطه می‌باشیم به‌طوری‌که اگر این تأثیرات کوچک نتوانند محور اجتماعی و فرهنگی ماتریس را به سمت مثبت سوق دهند، مسیر این سناریو به‌سوی سناریو فاجعه تغییر خواهد کرد.

این سناریو دارای ویژگی‌هایی در دو بعد اجتماعی و فرهنگی و محور مدیریتی می‌باشد که در این شرایط این سناریو و وضعیت به وقوع خواهد پیوست:

محور اجتماعی و فرهنگی: در این بعد عواملی از جمله ادامه روند موجود در زمینه مهاجرت از روستاها و شهرهای اطراف به شهر کرمان، آموزش و آگاهی‌بخشی به مردم در مورد مصرف بهینه آب به‌شکل پراکنده و محدود، ادامه روند موجود در زمینه استفاده و بهره‌وری نامناسب شهروندان از آب، ادامه روند موجود در زمینه مصرف آب توسط شهروندان، ادامه روند موجود در زمینه رفع انشعابات غیرقانونی و غیرمجاز منازل و اجرای محدود و غیرموثر مقررات برای مدیریت مصرف آب در ساخت و ساز که تأثیرات موقتی و متوسطی بر کاهش مصرف دارد، مطرح می‌باشد.

محور مدیریتی: این بعد دارای ویژگی‌هایی از جمله ادامه وضعیت کنونی و بی‌توجهی به قیمت‌گذاری آب، تعویض محدود و تدریجی لوله‌های فرسوده با اولویت در مناطق بحرانی، که مشکلات نشأت

آب کاهش یابد اما به طور کامل مشکلات شبکه رفع نمی شود، ادامه روند استفاده از آب شرب برای آبیاری فضای سبز بدون تغییرات، تدوین برنامه های مقطعی و غیرمستمر که تا حدی مشکلات جاری را مدیریت می کنند اما به تأمین آب شرب پایدار و برنامه ریزی بلندمدت نمی انجامند، حفظ وضعیت موجود مدیریت آب با برنامه ریزی های پراکنده و ناهماهنگ که تنها پاسخگوی نیازهای کوتاه مدت است و تغییرات پایدار ایجاد نمی کند و تبلیغات رسانه ای محدود و پراکنده که تنها تأثیر کوتاه مدت دارد و تغییرات قابل توجهی در رفتار مصرف کنندگان ایجاد نمی کند، می باشد. بنابراین، در آینده کوتاه مدت، سناریوی هشدار به روند موجود خود ادامه می دهد اما احتمال دارد عوامل اجتماعی و فرهنگی بهبودی کوتاه مدت داشته باشند و عوامل مدیریتی افت کنند. اما در آینده بلندمدت ممکن است که عدم فرهنگ سازی مردم در زمینه مصرف آب شرب باعث ارتقاء عوامل اجتماعی و فرهنگی نشود و بردار این سناریو به سمت سناریوی فاجعه حرکت کند. لازم به ذکر است این دسته از سناریوها در برخی از فاکتور دارای روندی مطلوب و بحرانی می باشد.

سناریوی فاجعه: عدم مدیریت و افزایش هدر رفت آب شرب شهر کرمان در واقع سناریوی فاجعه با عدم مدیریت پایدار و افزایش هدر رفت آب شرب روبرو است، این سناریو در شرایط وضعیت نامطلوب عوامل مدیریتی و وضعیت نامطلوب اجتماعی و فرهنگی به وقوع خواهد پیوست و هر دو بعد در این سناریو دارای رشد منفی هستند.

این سناریو دارای ویژگی هایی از جمله عدم مدیریت و برنامه ریزی و افزایش مهاجرت های بی رویه به شهر کرمان و عدم پاسخگویی زیرساخت های آب رسانی به نیاز جمعیت، عدم فرهنگ سازی و نادیده گرفتن سطح اطلاعات و آگاهی مردم در مورد مصرف بهینه آب، عدم توجه به فناوری های مختلف جهت صرفه جویی در آب و فرهنگ سازی در زمینه بهره وری بهینه از آب توسط شهروندان، بحران آب در شهر کرمان به دلیل مصرف بیش از توان تولید، عدم وجود نظام منسجم قیمت گذاری آب و افزایش تنش های اجتماعی و اقتصادی ناشی از کمبود آب، ادامه استفاده از لوله های فرسوده و عدم توجه به تعمیرات و بازسازی زیرساخت ها، که باعث افزایش هدررفت آب، کاهش کیفیت و تأثیرات منفی بر تأمین پایدار آب شرب می شود، بی توجهی و عدم رفع انشعابات غیرقانونی، عدم کنترل و مدیریت مصرف آب در پروژه های ساختمانی که منجر به افزایش فشار بر منابع آب شرب، هدررفت بیشتر و تشدید بحران کم آبی می شود، استفاده بی رویه از آب شرب برای آبیاری فضای سبز، عدم تدوین برنامه های کلان و بلندمدت که منجر به ضعف مدیریت منابع، بروز بحران های آبی شدید و کاهش اطمینان از تأمین آب شرب در آینده می شود، عدم مدیریت صحیح و جامع که منجر به بهره برداری ناپایدار، هدررفت شدید منابع، کاهش کیفیت آب شرب و تشدید بحران های آبی در شهر می شود و عدم هرگونه تبلیغات رسانه ای و اطلاع رسانی، که منجر به افزایش بی رویه مصرف آب، ادامه رفتارهای نادرست مصرفی و تشدید بحران کمبود آب شرب می شود می باشد.

## نتیجه‌گیری

مدیریت آب شرب در شهر کرمان، به دلیل قرارگیری این منطقه در اقلیم خشک و نیمه‌خشک، با چالش‌های جدی مانند کاهش منابع آبی، افزایش جمعیت و تغییرات اقلیمی از عوامل مؤثر در بحران آب این منطقه مواجه است، اما آنچه می‌تواند به‌عنوان نوآوری این تحقیق مورد توجه قرار گیرد استفاده از روش‌های آینده‌پژوهی به‌عنوان ابزاری برای تحلیل و پیش‌بینی شرایط آتی ضروری است. از آنجا که برنامه‌ها، پیش‌بینی‌ها و اقدامات انجام‌شده برای مدیریت آب شرب، به‌ویژه در منطقه مورد مطالعه و انتخاب استراتژی مناسب با توجه به دیدگاه‌های سنتی مدیریت شهری، بسیار مؤثر نبوده است و برخی از عواملی که در مدیریت آب شرب در گذشته نقش داشته‌اند، بر اساس پیش‌بینی‌ها، در حال حاضر روند قبل را طی نکرده‌اند، همچنین به وجود آمدن عوامل در حال ظهور و تسهیل کانال‌های ارتباطی، سرعت تغییر یا شدت و ضعف نقش برخی از عوامل در طول زمان و مشکلات ناشی از مدیریت شهری با دیدگاهی از بالا به پایین، همگی باعث شده‌اند که اقدامات و پیش‌بینی‌های مناسبی اندیشیده نشود؛ در این شرایط، بازنگری در رویکردهای کلان مدیریتی و استفاده از ابزارهای نوین برنامه‌ریزی ضروری به‌نظر می‌رسد، ابزارهایی که به موج سوم مدیریت، یعنی تطبیق‌پذیری با آینده را معنا ببخشند؛ به عبارت دیگر، در محیطی پر از تغییر، بی‌ثباتی و عدم اطمینان، رویکردی که موفقیت بیشتری خواهد داشت تلاش برای ساختن آینده‌ای مطلوب است. هرچند این کار ریسک‌های خود را دارد، اما به‌مراتب عاقلانه‌تر از انتظار منفعلانه برای رویارویی با آینده است. در واقع آینده‌پژوهی با تحلیل روندهای جمعیتی، زیست‌محیطی و اقتصادی، به مدیران و سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا تصمیمات بهینه‌ای در راستای تأمین و مدیریت پایدار منابع آب اتخاذ کنند. این روش می‌تواند راه‌حل‌های نوآورانه و بلندمدت برای بهبود مدیریت آب شرب را در کرمان ارائه دهد و از بحران‌های آینده جلوگیری کند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که متغیرهای تأثیرگذار بر مدیریت آب شرب شهر کرمان در بعد اجتماعی و فرهنگی شامل (سطح بالای آگاهی مردم نسبت به مصرف آب، بهره‌برداری مناسب شهروندان از آب، جلوگیری از مهاجرت‌های بی‌رویه از روستاهای و شهرهای اطراف به شهر کرمان، مصرف بهینه و اندازه شهروندان از توان تولید منابع آبی)، در بعد اقتصادی شامل نظام منسجم قیمت‌گذاری؛ در بعد کالبدی شامل (رفع انشعابات غیرقانونی و تعویض لوله‌های فرسوده انتقال آب) در بعد محیطی (استفاده از غیر شرب در فضای سبز) و در بعد مدیریتی (تدوین برنامه‌های کلان و بلندمدت در رابطه با آب، مدیریت صحیح آب و تبلیغات رسانه‌ای) می‌باشد. همچنین نتایج نشان‌دهنده وجود سه سناریوی (فاجعه، هشدار و طلایی) در افق ۱۴۱۳ می‌باشد که سناریو فاجعه با داشتن شرایط بحران، بدبینانه به نظر می‌رسد. سناریوی فاجعه نیز به دلیل ادامه وضع موجود و عدم تغییر شرایط، نتیجه‌ای به دنبال ندارد. در نهایت اتفاق نظر متخصصین بر روی سناریوی طلایی است از آن به عنوان سناریوی مطلوب تحقیق نام برده شده است. در نظر گرفتن سناریو طلایی و زیر مجموعه‌های

آن، می‌توان به مدیریت آب شرب شهر کرمان کمک کرد. در این زمینه باید تمامی شرایط سناریوی طلایی محقق شود.

نتایج تحقیق حاضر با تحقیق طاهری‌دمنه و همکاران (۱۴۰۱) که معتقد بودند که مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده وضعیت آینده آب در شهر اصفهان نه عوامل محیطی، بلکه عوامل مربوط به تصمیمات انسانی هستند، در یک راستا می‌باشد. همچنین با نتایج تحقیق بهشتی و همکاران (۱۳۹۹) که معتقد بودند عوامل زیست‌محیطی و اقتصادی بیشترین سهم را به‌عنوان متغیرهای اصلی در این مجموعه دارند و تأثیر بیشتری بر آینده منابع آبی خواهند داشت و انتظار می‌رود پیشران سازنده منابع آبی شهرستان از بین مؤلفه‌های زیست‌محیطی و اقتصادی باشد، در یک راستا نمی‌باشد.

در نهایت در راستای عوامل کلیدی مؤثر بر مدیریت آب شرب و رسیدن به سناریوی طلایی، با استفاده از روش سوات و شناسایی نقاط ضعف، قوت، فرصت و تهدید هر کدام از عوامل کلیدی و سناریوی مربوطه، به ارائه راهکارهایی در این زمینه پرداخته شده است:

- توسعه زیرساخت‌های پایدار و مدیریت تقاضا از طریق برنامه‌ریزی بلندمدت و کنترل رشد شهری با برنامه‌ریزی بلندمدت برای توسعه زیرساخت‌ها به صورت توسعه و تقویت شبکه‌های انتقال و توزیع آب، ساخت تصفیه‌خانه‌های جدید و ایجاد سیستم‌های ذخیره‌سازی آب با ظرفیت بالا با هدف مقابله با افزایش جمعیت و نیازهای جدید.

- اجرای برنامه‌های آموزشی جامع برای ارتقای آگاهی عمومی و تشویق به مصرف بهینه آب با برگزاری کارگاه‌ها، سمینارها و دوره‌های آموزشی برای اقشار مختلف جامعه، از کودکان تا بزرگسالان باهدف آگاهی‌بخشی درباره اهمیت مصرف بهینه آب و تأثیرات آن بر منابع آبی شهر و همچنین بهره‌گیری از پلتفرم‌های دیجیتال، شبکه‌های اجتماعی و رسانه‌های محلی برای انتشار محتوای آموزشی، نکات صرفه‌جویی و معرفی روش‌های ساده و کاربردی برای کاهش مصرف آب در زندگی روزمره.

- استفاده صحیح شهروندان از تجهیزات هوشمند و مزایای آن‌ها در صرفه‌جویی و مدیریت مصرف آب و همچنین نصب و توسعه زیرساخت‌های هوشمند مانند کنتورهای هوشمند، شیرهای آب هوشمند و سیستم‌های پایش آنلاین برای کنترل و نظارت دقیق بر مصرف آب و کاهش هدررفت.

- تقویت تعامل و همکاری میان ارگان‌های دولتی، شهرداری، مدارس و نهادهای اجتماعی برای هماهنگ‌سازی فعالیت‌ها، تأمین منابع لازم برای برنامه‌های آموزشی و حمایت از طرح‌های ابتکاری که به کاهش وابستگی به منابع آب شرب کمک کند و همچنین راه‌اندازی کمپین‌های آگاهی‌بخشی با پیام‌های ساده و جذاب از طریق رسانه‌های محلی، شبکه‌های اجتماعی و نصب بیلبوردها و پوسترها در سطح شهر، با هدف تأکید بر اهمیت صرفه‌جویی و اثرات آن بر پایداری منابع آبی.

- اصلاح نظام قیمت‌گذاری آب با رویکرد پلکانی برای کاهش مصرف بی‌رویه و تشویق به مصرف بهینه با ارائه مشوق‌های مالی و تخفیف‌های ویژه به مشترکین کم‌مصرف، همراه با اطلاع‌رسانی درباره اهمیت مصرف بهینه آب و پیامدهای مثبت آن بر پایداری منابع آبی و همچنین تعیین قیمت‌های

متفاوت برای آب بر اساس میزان مصرف؛ به طوری که قیمت آب برای مشترکین پرمصرف به طور پلکانی افزایش یابد، در حالی که مشترکین کم مصرف از قیمت های معقول و ترجیحی بهره مند شوند. - ایجاد نظام تشویقی برای همکاری اجتماعی در جمع آوری انشعابات غیرمجاز و تأمین آب به صورت قانونی با ارائه مشوق های مالی و تعرفه های پایین برای مشترکینی که انشعابات غیرمجاز را گزارش می کنند یا به جمع آوری آن ها کمک می کنند و همچنین برگزاری کارگاه ها و جلسات آموزشی برای افزایش آگاهی اهالی در مورد پیامدهای استفاده از انشعابات غیرمجاز و نحوه استفاده از منابع آب قانونی.

- اجرای طرح جامع مدیریت و نظارت بر مصرف آب شرب در آبیاری فضاهای سبز شهری با الزام شهرداری به استفاده از منابع آب جایگزین و تجهیز سامانه های آبیاری به ابزارهای اندازه گیری هوشمند تحت نظارت وزارت نیرو شامل توسعه و پیاده سازی سیستم های بازیافت و استفاده از آب خاکستری، آب تصفیه شده و دیگر منابع جایگزین برای آبیاری فضاهای سبز بزرگ و نصب حسگرهای هوشمند برای پایش دقیق میزان مصرف آب شرب در مناطق مختلف شهری.

- تقویت نظارت بر شبکه توزیع و اقدامات پیشگیرانه مانند نصب سیستم های هوشمند تشخیص نشت و مدیریت آب و همچنین، اجرای قوانین سخت گیرانه تر برای جلوگیری از انشعابات غیرمجاز و تشویق سازندگان به استفاده از روش های صرفه جویانه در مصرف آب ضروری است. این اقدامات باید با برنامه ریزی بلندمدت برای بهینه سازی شبکه توزیع و حفظ منابع در دوره های کم آبی همراه باشد تا فشار بر تأمین آب شرب کاهش یابد و پایداری منابع تضمین شود.

- 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.

- تدوین و اجرای برنامه های بلندمدت و جامع با بهره گیری از تجربیات کشورهای موفق در مدیریت بحران آب.

- تدوین و اجرای برنامه های مدیریت عرضه بر مبنای تقاضا با تمرکز بر تاب آوری در برابر بحران های کم آبی و تغییرات اقلیمی.

- ایجاد کمپین های اطلاع رسانی جامع و استفاده از تکنیک های نوین برای آگاهی بخشی عمومی.

## **منابع و مآخذ**

اسدی، مراد؛ مظاهری، مهدی؛ عبدالمنافی جهرمی، نرجس السادات (۱۴۰۰). بررسی تحلیلی شرایط موجود و تبیین وضعیت آینده بحران آب در کشور. ماهنامه گزارش های کارشناسی مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، ۲۹ (۱۱)، ۱-۲۷.

بشیری، سعید؛ بیات، بهرام؛ جمشیدی، شروین؛ صالح زاده، رضا (۱۴۰۰). تبیین ابعاد و مؤلفه های تاب آوری در مدیریت بحران آب (مورد مطالعه: شهر تهران). فصلنامه علمی مطالعات بین رشته ای دانش راهبردی، ۱۱ (۴۴)، ۶۱-۹۶.

بهشتی، محمدباقر؛ بهبودی، داوود؛ زالی، نادر؛ احمدزاده دلجوان، فهیمه (۱۳۹۹). سناریوهای مدیریت آب بر مبنای رویکرد آینده پژوهی: مطالعه موردی شهرستان تبریز. آینده پژوهی ایران، ۵ (۲)، ۲۰۳-۲۲۸.

- حاجی‌قدیری، شیرین؛ گورزی، غلامرضا (۱۴۰۱). سناریوهای آینده بحران آب در افق ۲۰۵۰. مدیریت راهبردی و آینده‌پژوهی، ۵ (۱)، ۱-۱۹.
- خسروی‌پور، بهمن؛ سلیمانی هارونی، خدیجه (۱۳۹۹). بحران آب یک امر اجتماعی و نیازمند همیاری علوم. فصلنامه مطالعات محیط‌زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار، ۴ (۱)، ۶-۱.
- رضایان، احد؛ رضایان، علی‌حسین (۱۳۹۵). آینده‌پژوهی بحران آب در ایران به روش سناریوپردازی. اکوهیدرولوژی، ۳ (۱)، ۱-۱۷.
- سعیدی، جعفر؛ صادقی ده‌چشمه، ستار (۱۴۰۲). تحلیل سناریوهای پیامدهای امنیتی بحران آب در استان چهارمحال و بختیاری. فصلنامه جغرافیا، ۲۱ (۷۶)، ۱۸۱-۲۱۰.
- طاهری‌دمنه، محسن؛ کاظمی، معصومه؛ صفری‌غریبوند، خسرو (۱۴۰۱). آینده‌نگاری مسئله آب در شهر اصفهان. مجله شهر پایدار، ۵ (۴)، ۵۳-۷۱.
- علیانی، علی‌اکبر؛ رستمی، سجاد؛ کرمی، سمیه (۱۳۹۷). بحران کم‌آبی و مخاطرات اجتماعی آن در ایران؛ نقد و راهکارها. ماهنامه پژوهش ملل، شماره ۲۹.
- غفاری‌مقدم، زهرا؛ مرادی، ابراهیم؛ هاشمی‌تبار، محمود؛ سردارشرکی، علی (۱۴۰۰). تحلیلی بر بحران آب در بخش کشاورزی منطقه سیستان در سناریوهای مختلف: رهیافت آینده‌پژوهی. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۵ (۲)، ۲۱۷-۲۰۱.
- قلعه‌نوی، مریم؛ عبدی، فرشید؛ خلیلی دامغانی، کاوه (۱۳۹۶). آینده‌نگاری «واگذاری فرآیندهای صدور مجوز ساختمانی در شهرداری‌های ایران» با استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر چارچوب کارت امتیازی متوازن. فصلنامه آینده‌پژوهی مدیریت، ۲۸ (۱۰۸)، ۵۱-۷۴.
- کاویانی‌راد، مراد؛ گلثومیان، حمیدرضا؛ آفتابی، زکیه (۱۴۰۲). سناریوهای فراروی بحران آب در شهرستان تایباد با رویکرد سناریوپژوهی. جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، ۲۱ (۳)، ۳۶۴-۳۳۵.
- کریمی‌نژاد، مزده؛ گلشنی، علیرضا؛ بوستانی، فردین (۱۳۹۷). آسیب‌شناسی سیاست‌گذاری بحران آب در ایران با رویکرد آینده‌نگاری. نشریه راهبرد، ۲۷ (۸۹)، ۹۵-۱۲۴.
- گزارش توسعه جهانی آب سازمان ملل متحد (۲۰۲۱).
- مرجانی‌بجستانی، سیدمرتضی؛ اکبری، مرتضی؛ قربانپوردشتکی، علی؛ چمانده، مهدی (۱۳۹۹). اولویت‌بندی پیشران‌های مدیریت فضای سبز مبتنی بر آینده‌پژوهی و برنامه‌ریزی سناریو در شرایط بحران منابع آب. جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۷ (۲)، ۸۶-۶۵.
- ملکی، سعید؛ مرادی، هوشنگ؛ امان‌پور، سعید (۱۴۰۳). تحلیل ساختاری پیشران‌های کلیدی مؤثر بر تنش‌های آبی در شهرهای ایران (مطالعه موردی: کلان‌شهر اهواز). فصلنامه چشم‌انداز شهرهای آینده، ۵ (۳)، معاونت برنامه‌ریزی کرمان (۱۴۰۲).

## References

- Aliei, A., Rostami, S., & Karami, S. (2018). The water scarcity crisis and its social risks in Iran; Critique and solutions. Monthly Journal of National Research, No. 29. (In Persian)
- Asadi, M., Mazaheri, M., & Abdolmanafi Jahromi, N. (2021). Analytical study of the current conditions and explanation of the future status of the water crisis in the country. Monthly Journal of Expert Reports of the

- Research Center of the Islamic Consultative Assembly, 29 (11), 1-27. (In Persian)
- Bashiri, S., Bayat, B., Jamshidi, Sh., & Salehzadeh, R. (2021). Explanation of the dimensions and components of resilience in water crisis management (case study: Tehran). *Quarterly Journal of Interdisciplinary Studies of Strategic Knowledge*, 11 (44), 61-96. (In Persian)
- Beheshti, M.B., Behboudi, D., Zali, N., & Ahmadzadeh Deljavan, F. (2020). Water management scenarios based on the futures approach: a case study of Tabriz city. *Iranian Futures Studies*, 5 (2), 203-228. (In Persian)
- Bootz, J. p., Durance, P., & Monti, R. (2019). Foresight and knowledge management: New developments in theory and practice. *Technological Forecasting & Social Change*, 140, 80- 83
- Brown, A., & Kernaghan, S. (2011). beyond climate-proofing: Taking an integrated approach to building climate change resilience in Asian cities. *UGEC Viewpoints* 6 (November 2011), pp. 4-7.
- Burek, P., Satoh, Y., Fischer, G., Kahil, M.T., Scherzer, A., and Tramberend, S. (2016). *Water Futures and Solution: Fast Track Initiative (Final Report)*. IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).
- Dong, C. (2014). Probabilistic scenario-based decision making for water resources planning and management. PhD.thesis. Hohai University. Nanjing, China.
- Ercin, A. E., & Hoekstra, A. Y. (2014). Water footprint scenarios for 2050: A global analysis. *Environment international*, 64, 71-82.
- Ghafari Moghadam, Z., Moradi, E., Hashemi-Tabar, M., & Sardar-Shahraki, A. (2021). An analysis of the water crisis in the agricultural sector of Sistan region in different scenarios: A futures research approach. *Water Research in Agriculture*, 35 (2), 201-217. (In Persian)
- Ghale-Novti, M., Abdi, F., & Khalili-Damghani, K. (2017). Foresight of “Delegating the Processes of Issuing Building Permits in Iranian Municipalities” Using Multi-Criteria Decision Making Based on the Balanced Scorecard Framework. *Quarterly Journal of Management Futures Research*, 28 (108), 51-74. (In Persian)
- Gupta, R., & Kumar, G. (2018). Scenario planning for water resource management in semiarid zone. *Physics and Chemistry of the Earth*, 105, 290-299.
- Haji-Qadiri, Sh., & Godarzi, Gh. (2022). Future scenarios of water crisis in the horizon of 2050. *Strategic Management and Futures Research*, 5 (1), 1-19. (In Persian)
- Karimi-Nejad, M., Golsheni, A.R., & Bustani, F. (2018). Pathology of water crisis policymaking in Iran with a foresight approach. *Strategy Journal*, 27 (89), 95-124. (In Persian)

- Kaviani-Rad, M., Golsoomian, H.R., & Aftab, Z. (2023). Scenarios for the water crisis in Taybad city with a scenario study approach. *Geography and Regional Development*, 21 (3), 335-364. (In Persian)
- Kerman Planning Deputy (2023). (In Persian)
- Khatibi, Sh., & Arjjumend, H. (2019). Water crisis in making in Iran. *Grassroots Journal of Natural Resources*, 2(3), 2581-6853.
- Khosravi-Pour, Bahman; Soleimani Haruni, Khadija (2019). Water crisis is a social issue that requires the cooperation of sciences. *Quarterly Journal of Environmental Studies, Natural Resources and Sustainable Development*, 4 (1), 1-6. (In Persian)
- Loucks, DP., Van Beek, E., Stedinger, JR., Dijkman, JP., & Villars, MT. (2005). *Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications*. Paris: UNESCO.
- Mack, L., Andersen, H. E., Beklioğlu, M., Bucak, T., Couture, R. M., Cremona, F., ... & Birk, S. (2019). The future depends on what we do today—Projecting Europe's surface water quality into three different future scenarios. *Science of the total environment*, 668, 470-484.
- Maleki, S., Moradi, H., & Amanpour, S. (2024). Structural analysis of key drivers affecting water stress in Iranian cities (case study: Ahvaz metropolis). *Future Cities Perspectives Quarterly*, 5 (3). (In Persian)
- Marjani-Bajestani, S.M., Akbari, M., Ghorbanpour-Dashtaki, A., & Chamandeh, M. (2020). Prioritizing drivers of green space management based on futures studies and scenario planning in conditions of water resources crisis. *Geography and Urban Space Development*, 7 (2), 65-86. (In Persian)
- Mohamed, M. M., El-Shorbagy, W., Kizhisseri, Mohamed I., Chowdhury, R., & McDonald, A. (2020). Evaluation of policy scenarios for water resources planning and management in an arid region. *Hydrology. Regional Studies*, 32, 100758.
- Rahnama, M.R., & Marouf, A. (2015). Scenario-based study in urban and regional studies, *Research Center of Islamic Council of Mashhad*. (In Persian)
- Rezaian, A., & Rezaian, A.H. (2016). Future study of water crisis in Iran using scenario-based method. *Ecohydrology*, 3 (1), 1-17. (In Persian)
- Rosegrant, MW., Cai, X., & Cline, SA. (2002). *World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity*. Washington DC, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Saeedi, J., & Sadeghi Deh-Cheshmeh, S. (2023). Analysis of scenarios of security consequences of water crisis in Chaharmahal and Bakhtiari Province. *Quarterly Journal of Geography*, 21 (76), 181-210. (In Persian)

- Salameh, M. T. B., Alraggad, M., & Harahsheh, S. T. (2021). The water crisis and the conflict in the Middle East. *Sustainable Water Resources Management*, 7, 1-14.
- Tabesh, M., Behboudian, S., & Heydarzadeh, R. (2018). Long-term forecasting of drinking water demand using probability functions (case study: Neyshabur city). *Environment*, 44 (3), 503-518. (In Persian)
- Taghvaei, M., & Hosseinihah, H. (2017). Development of tourism industry based on futures research and scenario writing method (case study: Yasuj city). *Tourism Planning and Development*, 6 (23), 8-30. (In Persian)
- Taheri-Demneh, M., Kazemi, M., & Safari-Gharibond, Kh. (2022). Future study of water problem in Isfahan city. *Sustainable City Journal*, 5 (4), 53-71. (In Persian)
- United Nations World Water Development Report (2021). (In Persian)
- Zareh, E., Hosseini, S., Ghobadi, M., & Afshin, J. (2019). Future study of systematic effort in the 21st century. *Quarterly Journal of Industrial Management and Engineering*, 1 (1), 71-82. (In Persian)
- Zargan, J., & Waez-Mousavi, S. M. (2016). Water crisis in Iran: Its intensity, causes and confronting strategies. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(44), 1-6.