Journal of Sustainable City, 5 (4), 2022

Journal of Sustainable City

Journal Hopepage: www.jscity.ir

Research Paper

# Foresight of the Water Issue in Isfahan

Mohsen Taheri Demeneh [a*], Masoumeh Kazemi [b], Khosro Safri Gharibvand [c]

[a]. *Department of Industrial Engineering and Future Studies, Faculty of Engineering and Technology, Isfahan University, Isfahan, Iran*

[b]. *Department of Future Studies, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran,*

[c]. *Department of Executive Management, Dolatabad Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran*

A R T I C L E I N F O

*Keywords:*
Water Crisis,
Foresight,
Driving Forces,
Scenario Planning,
Isfahan City.

Received:
27 August 2022
Received in revised form:
3 December 2022
Accepted:
5 February 2023
pp. 53-71

A B S T R A C T

The purpose of this research is to identify the key variables and driving forces affecting the future of the water issue in the city of Isfahan and to compile the scenarios facing the city of Isfahan in the water issue. The current research method as an applied research and using the critical uncertainties approach has presented the future scenarios of water in Isfahan. To collect data, the method of library studies and expert panels has been used. Using the opinion of experts, 20 key factors in the form of five drivers, i.e. 1. The price of water, 2. Investing in new technologies, 3. Water policies, 4. urban population and 5. Water infrastructures were categorized. In the next stage, the two drivers of water policies and investment in new technologies as critical uncertainties were the basis for compiling the scenarios of Isfahan City in the field of water, and finally, four scenarios were compiled. The first scenario of the battle for the last sip narrates the situation in which Isfahan will face a severe drought; The second scenario, there is water but little, shows a situation where water policies are forward-looking and do not ignore long-term challenges, but technology is left out as a solution to solve problems in this area; The third scenario is water, but for the rich, it is a bipolar story about access to water; And the fourth scenario of green Isfahan describes a situation that city managers and officials, taking into account the potential of new technologies in the optimal management of water consumption and by adopting forward-looking policies, realize a green city that is favourable to different sections of the society. The results show that drivers and scenarios show that the most important factors determining the future water situation in Isfahan City are not environmental factors, but factors related to human decisions.

Citation: Taheri Demeneh, M., Kazemi, M., & Safri Gharibvand, K. (2022). Foresight of the Water Issue in Isfahan. *Journal of Sustainable City*, *5* (4), 53-71.

http://doi.org/10.22034/JSC.2021.236478.1265

∗ . Corresponding author (Email: m.taheri@ast.ui.ac.ir)

Copyright © 2022 The Authors. Published by Iranian Geography and Urban Planning Association. This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## Extended Abstract

### Introduction

Water is one of the most critical natural resources, and its preservation is essential for the survival and sustainable development of future generations on earth. Iran is one of the driest and semi-arid countries in the world due to low rainfall and inappropriate temporal and spatial distribution of rainfall and is one of the driest countries. And its large cities, as the most densely populated settlements, face more significant challenges to the sustainable water supply. Meanwhile, the city of Isfahan is facing dehydration due to being in a dry climate, reduced rainfall, increasing population and thus increasing water demand, development of high-consumption water industries around it, low efficiency of water consumption in agriculture, and problems in water management. Sustainable development of Isfahan requires management of these conditions and water resources because environmental sustainability, which includes water resources management, along with the five issues of livelihood, spatial form and infrastructure, financial resources, and governance, constitute the components of sustainable urban life development. On the other hand, the city's sustainable development ensures the sustainability of ecosystems and water resources for future generations. Therefore, facing these conditions has become the primary concern of water supply officials to develop and implement a wide range of strategies and integrated water management to ensure the sustainable development of Isfahan. In this context, foresight and managing uncertainties using scenarios will be of considerable help to urban planners. In this regard, the present study seeks to formulate scenarios for Isfahan in terms of water to obtain a piece of the puzzle of urban planning and foresight.

### Methodology

The present study is part of applied and qualitative researches in terms of purpose and data collection method, respectively. Future workshop methods, a panel of experts, and scenario planning with a critical uncertainty approach or Global Business Network (GBN) were used as foresight methods and in combined in this research. The panel of experts included 17 senior experts and city managers who were familiar with climate change and water issues.

### Results and discussion

Based on library studies and expert opinion, 20 critical factors were identified in the form of five drivers, including 1. water prices, 2. investment in new technologies, 3. water policies, 4. population, and 5. water infrastructure. And in the next step, the two drivers of water policies and investment in new technologies, as drivers of key uncertainties, became the basis for scenario development. In this research, four scenarios for the future of Isfahan were developed. The first scenario of "Battle for the Last Drink" narrates how Isfahan will face severe drought. Suppose the managers and officials of Isfahan are only thinking about solving the water crisis for today's citizens and do not use new technologies for optimal water management. In that case, groundwater resources will be depleted quickly, and the city will be affected by the drought such that the city will no longer be habitable. This scenario is the scariest and most believable image in front of the city of Isfahan. Climate migration and fear of drought will force thousands of Isfahan citizens to emigrate from Isfahan. The second scenario, "there is water but little," shows that water policies are forward-looking and do not ignore long-term challenges, but technology has been abandoned as a way to solve problems in this area. We need optimal water control and survival because groundwater aquifers have been reduced to a minimum, and annual rainfall is still declining. Therefore, according to foresight policies, steps should be taken towards optimal consumption, but in this scenario, the traditional solutions adopted still lack understanding of the potential of new technologies in the field of water. In the third scenario, "there is water, but for the rich," we see a dipole in access to water. The city's wealthy people, who can buy technology, have water, and the

less affluent, are deprived of water. Engineers usually take steps to address existing crises in communities by identifying them, but the managers must provide the conditions for the equitable use of technologies and their indigenous growth. Solving the water crisis in this scenario is more of a management issue in the social sciences than a technical one. In the fourth scenario of "Green Isfahan," city managers and officials, considering the potential of new technologies in the optimal management of water consumption and adopting foresight policies, will reach a desirable green city for different segments of society. Green Isfahan will be a living city with an identity that results from the future wisdom and intelligence of managers and the innovation of engineers.

## Conclusion

Future studies seek to keep the future open to all alternatives and propositions, and scenarios, as the most widely used method of future studies, are alternative and believable stories of the future that each of them has the potential to occur. The achievement of scenario planning is a kind of intelligence about the "what ifs" that each scenario presents to managers. The scenario planning results in Isfahan's water basin showed that the essential future drivers in the water basin are all cases that are somehow manageable by human factors. Water price drives, investment in new technologies, water policies, population, and water infrastructure are all things that can be changed by the decisions of human factors (managers and urban decision-makers).

## Funding

There is no funding support.

## Authors' Contribution

All of the authors approved thecontent of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

## Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

## Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

مجلـــه شـــــهر پـــایدار
Journal Hopepage: www.jscity.ir

مقاله پژوهشی

# آینده‌نگاری مسئله آب در شهر اصفهان

**محسن طاهری دمنه** [۱] – گروه مهندسی صنایع و آینده پژوهی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
**معصومه کاظمی** – گروه آینده‌پژوهی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
**خسرو صفری غریبوند** – گروه مدیریت اجرایی، واحد دولت‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی ، اصفهان، ایران

**اطلاعات مقاله**

**واژگان کلیدی:**
بحران آب، آینده‌نگاری، نیروهای پیشران، سناریونگاری، شهر اصفهان.

**تاریخ دریافت:**
۱۴۰۱/۰۶/۰۵
**تاریخ بازنگری:**
۱۴۰۱/۰۹/۱۲
**تاریخ پذیرش:**
۱۴۰۱/۱۱/۱۶
**صص.** ۷۱-۵۳

**چکیده**

هدف این پژوهش شناسایی متغیرهای کلیدی و پیشران‌های اثرگذار بر آینده مسئله آب در شهر اصفهان و تدوین سناریوهای پیش روی شهر اصفهان در مسئله آب می‌باشد. روش تحقیق حاضر به‌مثابه پژوهشی کاربردی و با بهره‌گیری از رویکرد عدم قطعیت‌های بحرانی به ارائه سناریوهای آینده آب در اصفهان پرداخته است. برای جمع‌آوری داده‌ها از روش مطالعات کتابخانه‌ای و پانل خبرگان استفاده‌شده است. با استفاده از نظر خبرگان ۲۰ عامل کلیدی در قالب پنج پیشران یعنی ۱. قیمت آب، ۲. سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین، ۳. سیاست‌های آب، ۴. جمعیت شهرنشین و ۵. زیرساخت‌های آب، دسته‌بندی شدند. در مرحله بعد، دو پیشرانِ سیاست‌های آب و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین به‌عنوان عدم قطعیت‌های بحرانی مبنای تدوین سناریوهای شهر اصفهان در حوزه آب قرار گرفتند و درنهایت چهار سناریو تدوین شد. سناریوی اول نبرد برای آخرین جرعه روایتگر وضعیتی است که اصفهان با خشک‌سالی شدید روبرو خواهد بود؛ سناریوی دوم آب هست ولی کم، وضعیتی را نشان می‌دهد که سیاست‌های آب آینده‌گرا هستند و چالش‌های بلندمدت را نادیده نمی‌گیرند، اما فناوری به‌مثابه راهکاری برای حل مشکلات این حوزه کنار گذاشته‌شده است؛ سناریوی سوم آب هست ولی برای ثروتمندان روایتگر یک دوقطبی بر سر دسترسی به آب است؛ و سناریوی چهارم اصفهانِ سبز وضعیتی را توصیف می‌کند که مدیران و مسئولین شهری با در نظر گرفتن پتانسیل فناوری‌های نوین در مدیریت بهینه مصرف آب و با اتخاذ سیاست‌های آینده‌نگاری، به شهری سبز که مطلوب اقشار مختلف جامعه باشد، تحقق می‌بخشند. نتایج نشان می‌دهد که پیشران‌ها و سناریوها نشان می‌دهند که مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده وضعیت آینده آب در شهر اصفهان نه عوامل محیطی، بلکه عوامل مربوط به تصمیمات انسانی هستند.

**استناد:** طاهری دمنه، محسن؛ کاظمی، معصومه و صفری غریبوند، خسرو. (۱۴۰۱). آینده‌نگاری مسئله آب در شهر اصفهان. *مجله شهر پایدار*، ۵ (۴)، ۷۱-۵۳.

http://doi.org/10.22034/JSC.2021.236478.1265

۱ . نویسنده مسئول
Email: m.taheri@ast.ui.ac.ir

## مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی (Distanont et al, 2017:375) و حفظ و نگهداری از آن برای بقاء و توسعه پایدار نسل‌های آینده بر روی زمین ضروری است. سفره‌های آب زیرزمینی، میزان بارش و آب‌های سطحی یعنی رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، آب شیرین موردنیاز برای اهداف مختلف بشر را فراهم می‌آورند، اما در سال‌های اخیر تقریباً در اکثر مناطق جهان به دلیل مصرف بیش‌ازاندازه، تغییرات آب و هوایی، عدم جایگزینی منابع و افزایش تقاضا، پتانسیل منابع آب کاهش‌یافته است (Gupta & Kumar, 2018:291) و بسیاری از کشورها دچار بحران آب‌شده‌اند. در این میان کشور ایران به دلیل نزولات جوی کم و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارش، در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان قرارگرفته و یکی از کم آب‌ترین کشورهای جهان به شمار می‌رود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که شاخص‌های آب در کشور به‌مراتب از متوسط استانداردهای جهانی پایین‌تر است. از طرف دیگر به دلیل افزایش جمعیت و به‌تبع آن گسترش صنایع، کشاورزی و شهرنشینی، روزبه‌روز با افزایش تقاضای آب مواجه هستیم (غفاری و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۴۱). برای مثال بر اساس شاخص فالکن مارک[1] وضعیت منابع آب ایران در آستانه بحران آبی است و بر اساس دو شاخص سازمان ملل و مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب، در وضعیت بحران آبی شدید قرار دارد (رجبی هشجین و عرب، ۱۳۸۵: ۲). در این میان استان اصفهان از لحاظ جغرافیایی از سه جهت در محاصره کویر قرارگرفته است (حاجی‌زاده میمندی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۷۲). این استان با مساحتی بالغبر ۱۰۷۰۱۹ کیلومترمربع و بارش متوسط ۱۵۰ میلی‌متر و حاکمیت اقلیم خشک و نیمه‌خشک در بیش از ۸۰ درصد مساحت آن، شرایط بروز خشک‌سالی را در بیشتر سال‌ها دارد. اصفهان خشک شدن زاینده‌رود را بارها تجربه کرده است و آمار بارش سالانه ایستگاه اصفهان نیز نشان از برتری تعداد سال‌های توأم با خشک‌سالی بر سال‌های توأم بر ترسالی دارد (گلستان‌نژاد، ۱۳۹۷: ۶۸). بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد در یک محدوده زمانی ۳۰ ساله بر مبنای شاخص بارش استانداردشده[2] حدود ۵۲ درصد از کل سطح جغرافیایی استان گرفتار خشک‌سالی شده است (رکن‌الدین افتخاری و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۴۹). بر اساس آخرین آمارها استان اصفهان از ابتدای سال آبی (مهر ۹۹) تا کنون ۱۱۵ میلی‌متر بارش داشته است که این میزان بارندگی نسبت به سال گذشته ۳۰ درصد و در مقایسه با میانگین بلندمدت ۲۸ درصد کاهش نشان می‌دهد. کاهش بارندگی سبب آن شده است که تنها ۲۳ درصد از سد مخزنی زاینده‌رود به‌عنوان مهم‌ترین منبع آب شرب شهر اصفهان آبگیری شود (خبرگزاری مهر، ۱۴۰۰). در طرف دیگر و در سمت مصرف و تقاضا، سرانه میزان آب مصرفی کل در شهر اصفهان در سال ۱۳۹۷، ۱۹۴ لیتر و سرانه آب شرب ۱۴۳ لیتر بوده است (آمارنامه شهرداری اصفهان، ۱۳۹۷: ۱۸۳ و ۱۹۴). این شرایط و افزایش جمعیت شهر اصفهان به دلیل نرخ مهاجرت بالا به این شهر، باعث افزایش تقاضا برای آب‌شده است و منابع آب سطحی رودخانه زاینده‌رود که ۹۴ درصد از آب مصرفی شهر اصفهان را تأمین می‌کند (آمارنامه شهرداری اصفهان، ۱۳۹۷: ۱۸۱)، تکافوی رشد تقاضا را نمی‌دهد و شهر ناگزیر است از منابع آب عمقی برای تامین این مصارف استفاده کند و یا به‌منظور تامین تقاضا، پروژه‌های انتقال آب بیشتری را اجرا نماید (خوش‌اخلاق، ۱۳۹۱: ۱۸). به‌تبع برداشت‌های بی‌رویه از منابع آب عمقی، دشت‌های استان را با خطر فرونشست مواجه کرده و پایین رفتن سطح منابع آب عمقی، افت کیفی آب و شور شدن آن را در پی داشته و کشاورزی منطقه را تهدید می‌کند (غفاری و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۴۳). در کنار عوامل ذکرشده، توسعه صنایع پُرمصرف آب (فولاد، پتروشیمی و نظایر آن)، راندمان پایین مصرف آب در بخش کشاورزی، استفاده بیش‌ازحد از چمن برای فضای سبز

1 . Falkenmark Water Stress Indicator
2 . Standard Precipitation Index (SPI)

شهری و مشکلات موجود در نحوه مدیریت آب، شهر اصفهان را با بحران کم‌آبی مواجه کرده است (بختیاری و همکاران، ۱۳۹۹: ۵۱۶). توسعه پایدار شهر اصفهان نیازمند مدیریت این شرایط و مدیریت منابع آب است، چراکه پایداری زیست‌محیطی که مدیریت منابع آب نیز جزئی از آن محسوب می‌شود، در کنار پنج موضوع امرارمعاش، فرم فضایی و زیرساخت‌ها، منابع مالی و حکمرانی، مؤلفه‌های توسعه پایدار شهری را تشکیل می‌دهند (آزادخانی و همکاران، ۱۳۹۶: ۷). از سوی دیگر توسعه پایدار شهر، پایداری اکوسیستم و منابع آبی را برای نسل‌های آینده تضمین می‌نماید (Apostolaki et al, 2019: 71). در سند آمایش استان اصفهان نیز بر احیا و استقرار مدیریت یکپارچه منابع آب و تأمین منابع پایدار و اصلاح ساختار اقتصاد آب به‌عنوان مأموریت‌های اصلی توسعه استان تأکید شده است (سند آمایش استان اصفهان، ۱۳۹۹: ۱۲). شهرهای آینده باید اطمینان حاصل کنند که می‌توانند به‌صورت پایدار نیازهای شهروندان خود را در سه موضوع اساسی یعنی آب، غذا و انرژی تأمین نمایند، در غیر این صورت به‌سرعت به سمت شرایط ناپایدار خواهند رفت. در مورد مسئله آب، با توجه به اثر تغییرات اقلیمی و خشک‌سالی بر روی منابع آبی شهر اصفهان به‌خصوص زاینده‌رود از یک‌سو و افزایش تقاضا برای آب چه به دلیل افزایش جمعیت در شهر اصفهان و چه به دلیل تقاضای بیشتر در حوزه آبریز زاینده‌رود از سوی دیگر، وضعیت آینده شهر اصفهان در مسئله آب مبهم و همراه با عدم قطعیت است. در این شرایط است که آینده‌نگاری و مدیریت عدم قطعیت‌ها با استفاده از سناریو، به برنامه ریزان شهری کمک شایان توجهی خواهد کرد. در این راستا تحقیق حاضر در پی آن است تا به تدوین سناریوهای پیش روی شهر اصفهان در مسئله آب بپردازد تا قطعه‌ای از پازل برنامه‌ریزی و آینده‌نگاری شهری به دست آید.

## مبانی نظری

آب به‌عنوان منبع حیات، مهم‌ترین عامل پیونددهنده سیستم‌های مختلف زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی در مقیاس‌های مختلف بین‌المللی، ملی، منطقه‌ای و محلی به شمار می‌رود (حسام و نگهبان، ۱۳۹۹: ۵۰۲). بسیاری از محققان 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: ۱۲۴). همچنین صاحب‌نظران حوزه دیپلماسی آب معتقدند خطر جنگ‌های داخلی درباره آب، بیشتر از جنگ‌های بین‌المللی است. در این خصوص، ۱۸۳۱ حادثه سیاسی برای دستیابی به آب رخ‌داده است که تعداد ۳۷ مورد منجر به تنش نظامی و درگیری شده است (داودی دهاقانی و عامری، ۱۳۹۸: ۵۳)، با این اوصاف، بحران آب صرفاً بیانگر وضعیت موجود در مسئله آب نیست، بلکه حاکی از بحران‌های امنیتی و ملی است که می‌توانند در کنار یکدیگر به یک فرا بحران تبدیل‌شده و حیات یک جامعه را متأثر سازند (عاملی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۷۳). در سال‌های اخیر تغییرات در منابع آبی روندی پویا داشته و عوامل متعددی در آن تأثیرگذار بوده‌اند (لیانی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۹۸) که در نتیجه مدیریت منابع آبی را به مسئله‌ای چندبعدی و سیستمی تبدیل کرده است (حسام و نگهبان، ۱۳۹۹: ۵۰۲). به همین دلیل است که اگر در گذشته مبحث مدیریت آب تنها از دید فنی موردبررسی قرار می‌گرفت، امروزه به دلیل تأثیر اجتماعی، اقتصادی و امنیتی آن، باید با دیدی جامع و سیستماتیک موردبررسی قرار گیرد (Barry,2007:137)، زیرا عدم قطعیت در روابط خطی و غیرخطی این ابعاد، مطالعه و ارزیابی مسائل و معضلات مدیریت منابع آب را پیچیده کرده است (لیانی و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۹۸). مدیریت منابع آب به تصمیم‌گیری‌ها و اقداماتی اشاره می‌کند که با هدف حل مشکلات مربوط به آب و کسب مزایای

بیشتر در بهره‌برداری از منابع آبی اتخاذ می‌شوند. زمانی که هیچ نوع برنامه‌ریزی و مدیریت دقیق و آینده‌نگری وجود نداشته باشد، این مشکلات می‌تواند باعث بروز خسارت‌های زیاد و از بین رفتن سلامت، ثروت و یا حتی زندگی مردم شوند (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۹: ۶۱). به‌واسطه مدیریت پایدار منابع آب و طراحی سیستم‌های منابع آبی پایدار، هم می‌توان اهداف و نیازهای اجتماعی نسل حاضر و آتی را تأمین نمود و هم می‌توان یکپارچگی اکولوژیکی، هیدرولوژیکی و محیط‌زیستی را تضمین کرد (یزدیان و ردایی، ۱۳۹۸: ۱۸۷). در کشورهای مختلف بنا بر شرایط موجود شیوه‌های متفاوتی برای مدیریت منابع آب و مواجهه با بحران کم‌آبی مورداستفاده قرارگرفته است. در ژاپن، استرالیا و جنوب غربی آمریکا از بهبود شیوه‌های آبیاری و کاهش مصرف آب کشاورزی استفاده می‌شود؛ در آمریکا و برزیل از قیمت‌گذاری مناسب آب برای اصلاح الگوی مصرف استفاده می‌شود؛ تصفیه آب فاضلاب و پسماندها شیوه دیگری است که در بسیاری از کشورها از جمله آفریقای جنوبی و آمریکا استفاده می‌شود؛ ابداع فناوری‌های جدید برای تولید و صرفه‌جویی در مصرف آب مانند طراحی‌های زیست سازگار[1] در آمریکا که موادی را طراحی کرده‌اند که قادر به تولید آب از مه خنک و بخارهای خورشیدی هستند؛ آموزش تغییر الگوی مصرف و سبک زندگی؛ بهبود حوضه آبریز و برداشت محصول؛ بهبود زیرساخت‌های توزیع؛ وضع خط‌مشی‌ها و قوانین بهتر و تحقیق و توسعه و نوآوری از جمله روش‌های مورداستفاده در دنیا در مدیریت مسئله آب است (Ganter, 2010). اما همان‌گونه که بیان شد مدیریت منابع آب تک‌بعدی نبوده و نیازمند دیدی جامع و سیستمی است. مدیریت یکپارچه منابع آب[2] رویکرد جامعی است که می‌تواند با ادغام مدیریت محیط فیزیکی با چهارچوب‌های اجتماعی – اقتصادی و سیاسی گسترده‌تر به مواجه با بحران کم‌آبی یا خشک‌سالی کمک نماید (Claassen, 2013: 323). هدف اساسی مدیریت یکپارچه منابع آب، انطباق هر چه بیشتر تقاضای سیستم‌های اجتماعی – اقتصادی آب با عرضه (کمیت و کیفیت) آب از طریق کنترل و مدیریت اداری (مقررات آب/ قوانین و زیرساخت) و بدون آسیب رساندن به پایداری اکوسیستم است (بهشتی و همکاران، ۱۳۹۹: ۶۱). مدیریت یکپارچه منابع آب در بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهایی مانند استرالیا و آفریقای جنوبی که با مشکل خشک‌سالی و بحران آب مواجه هستند مورداستفاده قرارگرفته است.

بر اساس گزارش موسسه بین‌المللی مدیریت آب[3]، شش اقدام زیر برای جلوگیری از بحران آب کارساز هستند:

۱. جمع‌آوری اطلاعات با کیفیت و با دقت در مورد منابع آب، ۲. مراقبت بهتر از محیط‌زیست، ۳. اصلاح الگوی مصرف آب، ۴. بالا بردن بهره‌وری مصرف آب در بخش کشاورزی، ۵. مدیریت نیاز شهری و ۶. به‌کارگیری افراد متخصص و مجرب درزمینه آب (مهکویی، ۱۳۹۶: ۱۷۱).

در ایران حدود شش دهه از آغاز برنامه‌ریزی و مدیریت حوزه آب می‌گذرد (از سال ۱۳۲۸) و طی این دوره، برنامه‌های عمرانی و توسعه‌ای متعددی تدوین‌شده است. طی این مدت سه نوع برنامه یعنی برنامه عمرانی (متکی بر طرح و پروژه)، برنامه جامع ملی (شکل سنتی و متعارف برنامه) و برنامه ساختاری (شناخت چالش‌های اساسی فرآیند توسعه و سعی در فراهم ساختن الزامات تحقق توسعه پایدار) تهیه‌شده است. بااین‌حال، به دلایلی مانند نبود نوعی رویکرد سیستمی، عدم جامع‌نگری محیط انسانی و طبیعی، بی‌توجهی به پویایی محیط (توسعه، تغییر اقلیم، ...)، قصور در سیاست‌گذاری‌ها و بی‌توجهی و یا کم‌توجهی به جنبه‌های غیر سازه‌ای، پیش‌بینی‌ها و هدف‌گذاری‌ها متناسب با محتوای برنامه نبوده است (سالاریان و همکاران، ۱۳۹۸: ۸۶۶).

1 . Bioinspired design
2 . Integrated Water Resource Management (IWRM)
3 . international water management institute (IWMI)

با این اوصاف و به دلیل چندوجهی بودن مسئله آب، می‌توان گفت یکی از چالش‌های اصلی سیاست‌گذاری در حوزه مدیریت آب، ضرورت حل‌وفصل عدم قطعیت‌های مرتبط با آینده است، چراکه سیاست‌های آب برای دهه‌ها به هدایت اقدامات این حوزه می‌پردازد و در نتیجه، سیاست‌گذار یا تصمیم‌گیرنده این حوزه باید قادر به پیش‌بینی آینده و ارائه راه‌حل‌های متناسب با آن باشد. برنامه‌ریزی و مدیریت آب یک فعالیت بلندمدت است که نیازمند آینده‌نگاری است (Mohamed et al., 2020:100758). آینده‌نگاری و سناریو پردازی به‌واسطه ارائه تصاویر آینده در طیفی از داستان‌های آرمان‌شهری تا ویران شهری در انتخاب سیاست‌های آبی موثر هستند.

آینده‌نگاری به‌عنوان رویکردی نوین و بین‌رشته‌ای در برنامه‌ریزی و مدیریت موضوعات، ابزاری است که توانایی مدیریت پیچیدگی‌های بیان‌شده 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 تبدیل‌شده است و هدف آن آماده کردن ذهنیت افراد به‌منظور یکپارچه‌سازی آینده‌نگاری و استراتژی است (Bootz et al, 2019:81). کارآمدی تصمیم‌های امروز ارتباط نزدیکی با شناخت وضعیت آینده و نحوه مواجهه برنامه‌ریزان با آن دارد (Amer et al, 2013: 24).

از منظر ایجدیز[1](۲۰۱۵) آینده‌نگاری دارای ویژگی‌های پیش‌نگری[2]، جامعیت[3]، شبکه‌سازی اجتماعی[4]، چشم‌انداز استراتژیک[5] و تعریف اقدامات است. پروژه فورن[6] (۲۰۰۱) ویژگی‌های اقدام محوری، توجه به آینده‌های بدیل، مشارکت و بین‌رشته‌ای بودن را از ویژگی‌های آینده‌نگاری می‌داند. بکر[7] (۲۰۰۲) بر ویژگی فرآیند محور بودن و وجود آینده‌های بدیل در آینده‌نگاری تأکید می‌کند. ساریتاس[8] و همکاران (۲۰۰۶) معتقد هستند که فعالیت آینده‌نگاری باید بین بافت، محتوا و فرآیند ارتباط برقرار نماید. یعنی به‌منظور تعیین محتوا و فرآیند در فعالیت آینده‌نگاری باید بین بافت داخلی (ساختارها و رفتارها) و بافت خارجی (سیستم‌های اجتماعی، فن‌آوری و ...) ارتباط برقرار نمود. از نظر مارتین[9] (۱۹۹۵) نظام‌مندی، نگاه بلندمدت، تعادل میان «فشار علم – فنّاوری» با «کشش تقاضا»، تمرکز بر فناوری‌های نوظهور و توجه به منافع اجتماعی از ویژگی‌های آینده‌نگاری است. شناخت دقیق‌تر وضعیت آینده در گرو کاربرد روش‌های مناسب است. یکی از این روش‌ها که برای مدیریت نادانی‌های حاصل از عدم قطعیت و در شرایطی که دنیای پیش روی ما مملو از شگفتی سازهای مختلف است، به کار می‌آید، برنامه‌ریزی سناریو مبنا است (پریزادی و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۳). کاربرد نظام‌مند سناریوها به‌منظور شفاف‌سازی تفکر و اندیشه در مورد آینده از بعد از جنگ جهانی دوم آغاز شد و وزارت دفاع ایالات‌متحده از آن به‌عنوان یک روش برای برنامه‌ریزی نظامی در دهه ۱۹۵۰ در شرکت رند[10] استفاده کرد. پس‌ازآن روش سناریو پردازی به‌طور گسترده‌ای در پیش‌بینی‌های اجتماعی، تجزیه‌وتحلیل خط‌مشی و تصمیم‌گیری در دهه ۱۹۶۰ مورداستفاده قرار گرفت (Amer et al, 2013: 24) که نمونه بارز آن شرکت نفتی شل است (Royo et al, 2018: 31). بنا بر نظر گودت[11] (۲۰۰۰) سناریوها داستان‌هایی بدیل در مورد آینده‌های ممکن یک سیستم یا موجودیت هستند. آن‌ها

1 . Ejdys
2 . Anticipating
3 . Inclusivity
4 . Social networking
5 . Strategic vision
6 . FOREN
7 . Becker
8 . Saritas
9 . Martin
10 . RAND Corporation
11 . Godet

بیان‌کننده مجموعه‌ای از وقایع هستند که زمان حال را به سمت آینده هدایت می‌کنند. کان و وینر[1] سناریوها را به‌عنوان «مجموعه‌ای از وقایع و رویدادهای فرضی واقع در آینده که برای روشن‌سازی یک زنجیره احتمالی از وقایع علت و معلولی و نقاط تصمیم ساخته‌شده است» تعریف می‌کنند. در واقع برنامه‌ریزی سناریو مبنا به‌عنوان یک رویکرد عمل‌گرا به تدوین مسیرهای عاقلانه‌تر به سمت آینده کمک می‌کند (Bezjian et al, 2020). تدوین سناریو در خلق بینش‌های عمیق‌تر نسبت به عوامل زیربنایی تغییر و شناسایی مواردی که در گذشته نادیده گرفته می‌شدند سودمند است (Royo et al,. 2018: 31). بر خلاف پیش‌بینی که به برون‌یابی روندهای حال و گذشته می‌پردازد، برنامه‌ریزی سناریو مبنا روشی استراتژیک است که به‌صراحت با این هدف تدوین‌شده است که به مدیران اجازه دهد به تجدیدنظر در مورد آینده بپردازند و بهتر برای آن آماده شوند و با پیامدهای احتمالی آینده سازگار شوند (Mai & Smith, 2018: 336) و به روایت شومیکر[2] (۱۹۹۳) ذهنیت و وضعیت موجود را به چالش بکشانند. رایت[3] و همکاران (۲۰۱۳) سه هدف اصلی را برای مطالعاتی که از برنامه‌ریزی سناریو مبنا استفاده کرده‌اند، شناسایی نموده‌اند. آن‌ها تفکر متعارف را به‌واسطه این موارد به چالش می‌کشند: ۱) تغییر قالب‌های ذهنی و نوسازی مجدد ادراکات درون سازمان‌ها، ۲) بهبود تصمیم‌گیری در فرآیندهای توسعه استراتژی و ۳) بهبود ادراک ارتباطات، فرآیندهای علی و توالی منطقی وقایعی که احتمالاً آینده قریب‌الوقوع را شکل می‌دهند. در واقع استفاده از سناریوها منجر به ایجاد نوعی پیش‌آگاهی نسبت به آینده می‌شود. این پیش‌آگاهی در قالب داستان‌های مستقل از آینده، به مدیران و تصمیم‌گیران نشان می‌دهد که آینده بر روی همه امکان‌ها باز است و پیش اقدامات یا اقدامات آگاهانه و کنشگرانه فعلی آن‌ها مشخص‌کننده سمت‌وسوی آینده خواهد بود.

بختیاری و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیق خود با عنوان «بررسی الگوی فضایی مصرف آب خانگی در اصفهان و تحلیل عوامل اجتماعی و فرهنگی موثر بر آن» به این نتیجه دست یافتند که شش متغیر؛ نوع مالکیت مسکونی، تحصیلات سرپرست خانوار، سن سرپرست خانوار، نوع واحد مسکونی، مدت سکونت در واحد مسکونی و مساحت زیربنای واحد مسکونی- به‌طور مستقیم در میزان مصرف آب خانوار تأثیرگذار بوده‌اند. شعبانعلی فمی و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیق خود با عنوان «تحلیل راهبردهای سازگاری کشاورزان کوچک‌مقیاس با شرایط خشک‌سالی در استان اصفهان» با بهره‌گیری از ماتریس سوات (SWOT) به شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای پیش روی سازگاری کشاورزان کوچک‌مقیاس با شرایط خشک‌سالی در استان اصفهان پرداخته و درنهایت راهبردهایی ارائه دادند. بهشتی و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیق خود با عنوان «شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی و پیشران‌های موثر در مدیریت یکپارچه منابع آب بر مبنای رویکرد آینده‌پژوهی (مطالعه موردی: شهرستان تبریز)» بر مبنای دیدگاه مدیریت یکپارچه منابع آبی به این نتیجه دست یافتند عوامل زیست‌محیطی و اقتصادی بیشترین سهم را به‌عنوان متغیرهای اصلی در مدیریت یکپارچه منابع آب داشته‌اند. حاتمی و نوربخش (۱۳۹۸) در تحقیق خود با عنوان «بازسازی معنایی بحران آب در شرق اصفهان بر اساس نظریه زمینه‌ای» به این نتیجه دست یافتند که از نظر کشاورزان بحران آب موجود رابطه مستقیمی با حکمرانی غلط آب داشت که خود را در قالب یک حکمرانی سراسر دولتی و فارغ از دخالت ذی‌نفعان اجتماعی نشان داده بود. کریمی سلطانی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیق خود با عنوان «بحران آب در ایران و راهکارهایی برای مدیریت صحیح و عبور از آن» بیان کردند برای مقابله با بحران آب فعلی باید راندمان آب در بخش کشاورزی از ۳۵ درصد به ۷۰ درصد بهبود یابد. به‌علاوه، بر اهمیت مدیریت آب مجازی توسط دولت، احیا شیوه‌های سنتی ذخیره و بهره‌برداری از آب‌های

1 . Kahn & Wiener
2 . Schoemaker
3 . Wright

سطحی و زیرزمینی تأکید کردند. مُحامِد[1] و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق خود با عنوان «ارزیابی سناریوهای سیاست‌گذاری در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب در یک منطقه خشک» با توجه به افزایش تقاضای آب در ابوظبی به ارزیابی شرایط آینده عرضه و تقاضای آب در این منطقه پرداخته و راهبردهایی را برای مدیریت آب مشخص کردند. شیرمحمدی[2] و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق خود با عنوان «تجزیه‌وتحلیل مبتنی بر سناریو به‌منظور مدیریت یکپارچه منابع آبی تحت تغییرات آینده کاربری زمین در منطقه دریاچه ارومیه ایران» به این نتیجه رسیدند که برای کاهش برداشت آب، باغداری باید بین ۲۷ تا ۴۰ درصد کاهش یابد و زمین‌های زراعی دیم باید افزایش پیدا کنند. گوپتا و کومار[3] (۲۰۱۸) در تحقیق خود با عنوان «برنامه‌ریزی سناریو مبنا برای مدیریت منابع آب در منطقه سمی ارابد هند» با استفاده از متغیرهای ورودی میزان بارش، تبخیر، جمعیت و آبیاری محصول به ارائه ۶ سناریو برای ۲۰۲۵ این منطقه پرداختند. پروسکوریاکوا[4] و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق خود با عنوان «روندهای جهانی آب و سناریوهای آینده توسعه پایدار: موردمطالعه روسیه» با پویش محیطی، روندهای جهانی کلیدی حوزه آب و عدم قطعیت‌های مرتبط با آن را شناسایی و بر اساس سه حوزه پایداری سیستم‌های آب، استفاده آب توسط بخش خانگی و صنعت و محصولات و خدمات جدید آب، چهار سناریو برای ۲۰۳۰ روسیه ارائه دادند. ساندو[5] و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق خود با عنوان «برنامه‌ریزی سناریو مبنا شامل خدمات اکوسیستمی برای منطقه ساحلی استرالیای جنوبی» بر اساس رشد سریع اقتصادی و افزایش جمعیت در مناطق ساحلی، چهار سناریوی قابل‌قبول تا سال ۲۰۵۰ را شناسایی کردند. ساراس‌وات[6] و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیق خود با عنوان «مدل‌سازی سناریویی مدیریت یکپارچه آب شهری با هدف حکمرانی پایدار آب در دره کاتماندو نپال» بعد از بررسی روندها و تحلیل سیاست‌های موجود، با هدف دستیابی به امنیت آب به تدوین چهار سناریو «خوش بینانه»، «متوسط یک» و «متوسط دو» و «روال معمول» برای سال ۲۰۳۰ نپال پرداختند. بعد از مرور بر ادبیات پژوهش می‌توان نوآوری پژوهش حاضر بررسی آینده مسئله آب در سطح کلان‌شهر اصفهان دانست.

## روش پژوهش

تحقیق حاضر به لحاظ هدف کاربردی است و از منظر شیوه گردآوری اطلاعات، پژوهشی کیفی است. روش‌های کارگاه آینده، پانل خبرگان و سناریونگاری با رویکرد عدم قطعیت‌های بحرانی یا GBN[7]، به‌عنوان روش‌های آینده‌نگاری و در ترکیب با یکدیگر در این پژوهش مورداستفاده قرار گرفتند. به‌منظور شناسایی فهرست اولیه عواملِ موثر بر آینده آب در شهر اصفهان از روش مطالعات کتابخانه‌ای استفاده شد. در این مرحله از پژوهش علاوه بر مقالات و پژوهش‌های ملی و بین‌المللی که به موضوع آینده آب پرداخته بودند، اسناد بالادستی شهر اصفهان در سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی این استان، سند آمایش استان اصفهان، گزارش‌ها و آمارنامه‌های شهرداری اصفهان و اسناد شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان مورداستفاده قرار گرفتند. سپس این فهرست اولیه در پانل خبرگان موردبحث و بررسی قرار گرفت تا عوامل کلیدی شناسایی شوند. عوامل کلیدی، عواملی هستند که تأثیر بالایی روی آینده مسئله موردپژوهش داشته باشند، محیطی باشند و تا حدی نا اطمینانی در مورد آینده آن‌ها وجود داشته باشد. سپس با بحث در مورد ماهیت علت و معلولی

1 . Mohamed
2 . Shirmohammadi
3 . Gupta & Kumar
4 . Proskuryakova
5 . Sandhu
6 . Saraswat
7 . Global Business Network (شبکه جهانی کسب‌وکار)

عوامل کلیدی، پیشران‌های تغییر به دست آمدند و درنهایت با استفاده از ماتریس ابهام و اهمیت، دو پیشران اصلی و عدم قطعیت‌های حیاتی شناسایی و در مرحله سناریونگاری مورداستفاده قرار گرفتند. قبل از برگزاری پانل‌های خبرگان، سه کارگاه آینده‌پژوهی برگزار شد تا آینده‌نگاری و روش‌های آن معرفی‌شده و اعضاء پانل با آن‌ها آشنا شوند. همچنین از بین ۲۶ نفر از افرادی که در کارگاه‌ها شرکت می‌کردند و همگی از کارشناسان ارشد و مدیران شهری درگیر و آشنا با مباحث تغییرات اقلیمی و آب بودند، درنهایت ۱۷ نفر از افراد علاقه‌مند که مشارکت و حضور کامل در کارگاه‌های اولیه داشتند انتخاب و به پانل خبرگان دعوت شدند. مشخصات جمعیت‌شناسی این ۱۷ نفر در جدول شماره ۱ آمده است.

**جدول ۱. مشخصات جمعیت شناختی پنل خبرگان**

| ردیف | ویژگی | توصیف |
|---|---|---|
| ۱ | جنسیت | ۱۳ نفر مرد، ۴ نفر زن |
| ۲ | مقطع تحصیلی | ۶ نفر کارشناسی، ۸ نفر کارشناسی ارشد، ۳ نفر دکتری |
| ۳ | سابقه فعالیت | بین شش تا بیست سال |

## بحث و یافته‌ها

در مرحله اول تحقیق ابتدا یک جلسه توجیهی با خبرگان برگزار شد. در این جلسه محقق لزوم پیاده‌سازی تحقیق در شهر اصفهان و خروجی‌های احتمالی طرح که می‌توانند در فرایند برنامه‌ریزی مورداستفاده مدیران قرار گیرند را تشریح کرد. در مرحله دوم به‌منظور شناسایی عوامل کلیدی موثر بر آینده آب در شهر اصفهان از چارچوب دسته‌بندی[1](PESTEL) استفاده شد. در واقع از شرکت‌کنندگان در پانل خبرگان خواسته شد تا از بین لیست اولیه عوامل استخراج‌شده در مرحله مطالعات کتابخانه‌ای، عوامل کلیدی موثر بر آینده آب در شهر اصفهان را در این شش دسته‌بندی (سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، محیط‌زیستی و قانونی) نام ببرند. اگر یکی از خبرگان عامل جدیدی را معرفی می‌کرد در پانل به بحث گذاشته می‌شد و در صورت تأیید اعضاء در لیست عوامل کلیدی قرار می‌گرفت. لیست نهایی عوامل کلیدی در جدول شماره ۲، آمده است.

**جدول ۲. عوامل کلیدی تأثیرگذار بر آینده آب شهر اصفهان**

| ردیف | حوزه | عوامل کلیدی تغییر |
|---|---|---|
| ۱ | اجتماعی (۵ عامل) | جمعیت، تأمین پایدار غذا، سبک زندگی، مهاجرت، فرهنگ‌سازی مصرف آب |
| ۲ | اقتصادی (۴ عامل) | تولید ناخالص داخلی، ساختار صنعت، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های شهری، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی |
| ۳ | تکنولوژیک (۴ عامل) | تصفیه فاضلاب، بهبود بهره‌وری در استفاده از آب، کشاورزی شهری، ذخیره‌سازی آب‌های ناشی از بارندگی |
| ۴ | سیاسی (۲ عامل) | تحریم، ناامنی ناشی از بی‌ثباتی سیاسی |
| ۵ | زیست‌محیطی (۲ عامل) | گرم شدن کره زمین، انتشار گازهای گلخانه‌ای |
| ۶ | قانونی (۳ عامل) | سیاست‌های مدیریت آب، قوانین معماری و شهرسازی پایدار، قیمت آب |

در مرحله سوم برای شناسایی پیشران‌ها با دعوت دوباره از خبرگان، پنل خبرگان تشکیل و به بحث در مورد چگونگی شناسایی پیشران‌ها پرداخته شد. نیروی پیشران، امر صاحب توان علی و نیرویی است که بالقوه می‌تواند تغییراتی بزرگ ایجاد کند. به دیگر بیان، پیشران‌ها روندهای بیرونی هستند که می‌توانند همه متغیرهای کلیدی را تحت تأثیر قرار دهند.

1 . Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal

در روش سناریونگاری، نیروهای پیشران هستند که عدم قطعیت را ایجاد می‌کنند. در واقع بر اساس رویکرد استنتاجی در سناریونگاری، مهم‌ترین عواملی که نقش اصلی را برای ساخت سناریوها ایفا می‌نمایند، عدم قطعیت‌های اصلی درزمینه پژوهش هستند. پیشران‌ها اصولاً از طریق خبرگی و در جلسات پانل قابل‌شناسایی هستند. در اینجا هر پیشران اصلی دارای سه ویژگی زیر است:

۱. دارای بیشترین اهمیت و تأثیرگذاری

۲. دارای بیشترین عدم قطعیت و پیش‌بینی‌ناپذیری

۳. استقلال نسبی نسبت به دیگر پیشران‌ها (مرزبان، ۱۳۹۶: ۱۴۶).

بنابراین سعی شد تا عوامل کلیدی شناسایی‌شده بر اساس مفاهیم مشترک در یک دسته قرار گیرند.

البته باید متذکر شد که در این مرحله ممکن است عوامل مرحله قبل تکرار نشوند، بلکه در فرایند ذهن انگیزی به علل ایجادکننده عوامل کلیدی پرداخته شود تا درنهایت پیشران‌های ایجادکننده عوامل بالا شناسایی شوند. بدین ترتیب پس از برگزاری پانل خبرگان جدول شماره ۳ تنظیم، تأیید و نهایی شد.

**جدول ۳. پیشران‌های تغییر در حوزه آب در شهر اصفهان**

| ردیف | نیروهای پیشران |
|---|---|
| ۱ | سیاست‌های مدیریت آب |
| ۲ | قیمت آب |
| ۳ | سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین |
| ۴ | جمعیت |
| ۵ | سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آب شامل شبکه توزیع آب، تصفیه‌خانه‌های آب شرب، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب |

به‌منظور تشخیص عدم قطعیت‌های کلیدی از میان لیست پیشران‌های بالا از پرسش‌نامه استفاده شد. از خبرگان حاضر در پانل خواسته شد تا پیشران‌ها را بر اساس دو شاخص میزان ابهام و اهمیت تأثیرگذاری، نمره دهی کنند. ابهام و اهمیت در طیف لیکرت سه‌تایی (ابهام زیاد، متوسط و کم) و (اهمیت تأثیرگذاری زیاد، متوسط و کم) نمره دهی می‌شوند. سپس، هر یک از مقیاس‌های لیکرت به مقیاس عددی تبدیل شدند. عدد یک معرف ابهام و اهمیت زیاد، عدد ۰/۵ معرف ابهام یا اهمیت متوسط و عدد ۰/۱ معرف ابهام یا اهمیت کم است که در جدول شماره ۴ ضرب آن‌ها در یک مقیاس ۳×۳ به نمایش گذاشته است. بدین ترتیب میزان اهمیت – عدم قطعیت از طریق رابطه ۱ به دست می‌آید.

**جدول ٤. ماتریس محاسبه امتیاز عدم قطعیت**

| نفر i | β | | |
|---|---|---|---|
| α | بسیار مهم | اهمیت متوسط | اهمیت کم |
| خیلی مبهم | ۱ | ۰/۵ | ۰/۱ |
| متحمل | ۰/۵ | ۰/۲۵ | ۰/۰۵ |
| خیلی بعید | ۰/۱ | ۰/۰۵ | ۰/۰۱ |

رابطه ۱) $$r_{ij} = \alpha_{ij}\beta_{ij}$$

که در این رابطه، $r_{ij}$ امتیاز عدم قطعیت ارزیابی‌شده توسط خبره j برای عامل i است که i برابر عدد ترتیبی عامل کلیدی و $i \in (۱, m)$ است، m معرف تعداد عوامل کلیدی و j نشان‌دهنده عدد ترتیبی خبره $j \in (۱, n)$ و n معرف تعداد

خبرگان است.$\alpha_{ij}$ میزان ابهام عامل i ارزیابی‌شده توسط خبره j و $\beta_{ij}$میزان اهمیت عامل i ارزیابی‌شده توسط خبره j است. متوسط امتیاز هر عامل کلیدی از رابطه ۲ محاسبه و برای رتبه‌بندی آن‌ها به کار می‌رود که در آن $R_i$ امتیاز عدم قطعیت عامل i است (قاضی‌نوری و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۷۷).

رابطه ۲)

$$R_i = \frac{\sum_j^n = 1 r_{ij}}{n} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} \alpha_{ij}\beta_{ij}$$

رتبه‌بندی عدم قطعیت‌ها بر اساس امتیازشان انجام می‌گیرد و دو عامل اول به‌عنوان بحرانی‌ترین آن‌ها و برای تشکیل منطق سناریوها انتخاب می‌شوند. ازآنجاکه میزان متوسط دو شاخص اهمیت و ابهام ۰/۲۵ است، این مقدار حد عدم قطعیت در نظر گرفته می‌شود و عواملی که مقدار آن‌ها بیشتر از ۰/۲۵ باشد، عدم قطعیت محسوب می‌شوند. از سوی دیگر دو عاملی که بیشترین مقدار را داشته باشند به‌عنوان عدم قطعیت کلیدی شناسایی‌شده و در سناریوها مورداستفاده قرار می‌گیرند. جدول شماره ۵ پیشران‌های تغییر و امتیاز هر کدام بر اساس رابطه شماره دو را نشان می‌دهد.

**جدول ۵. نمره عدم قطعیت هر کدام از پیشران‌ها**

| پیشران‌های تغییر | نمره عدم قطعیت |
|---|---|
| قیمت آب | ۰/۴ |
| سیاست‌های آب | ۰/۸ |
| زیرساخت‌های آب | ۰/۵ |
| سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین | ۰/۸۵ |
| جمعیت | ۰/۶ |

بر اساس نتایج حاصل دو پیشران سیاست‌های آب و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین به‌عنوان دو عدم قطعیت اصلی تحقیق حاضر انتخاب و سناریوها بر اساس این دو عدم قطعیت تدوین شدند (شکل شماره ۱). در مورد اسامی چهار سناریو در پانل خبرگان بحث و تبادل‌نظر شد و در انتها روایتی از هر یک از سناریوها تدوین شد. در تدوین روایت هر سناریو سعی شد همگی عوامل کلیدی و پیشران‌ها به‌نوعی منعکس‌شده باشند.

**شکل ۱. سناریوهای آینده آب شهر اصفهان**

**سناریوی اول: نبرد برای آخرین جرعه (سیاست‌های حل بحران و عدم استفاده از فناوری‌های نوین)**

دیگر از آوازه اصفهان، نصف جهان خبری نیست. زاینده‌رود خشک است و با خاکی تکیده چشم امید به ابرهای سرگردانِ بی‌بارش دارد. وزش باد خس و خاشاک تشنه را بر روی پل‌های سی‌وسه‌پل و خواجو جابجا می‌کند. سیاست‌های سال جاری فقط به حل بحران‌های موجود می‌پردازند. فناوری‌های نوین جایی در مدیریت منابع آبی ندارند، اندک اندیشه‌ای برای آینده وجود ندارد و مدیران سرگرم حل مسائل اکنون می‌باشند. در تمامی ماه‌های گذشته به شناسایی مسائل روزمره پرداخته‌شده که موجب غلفت از آتیه گشته است. تمامی مدیران شهری از رده‌های ارشد تا سطح عملیاتی بدون برنامه‌های بلندمدت هستند و بزرگ‌ترین مسئله تأمین آب آشامیدنی مردم است. آب شرب برخی از مناطق به‌صورت جیره‌بندی و با استفاده از تانکرهای مخصوص حمل آب که هزینه بسیار زیادی را به شهر تحمیل می‌کند، تأمین می‌شود. جلسات متعدد مدیران شهر در ماه‌های گذشته با وزیر نیرو، معاونین او و نمایندگان مجلس راه به‌جایی نبرده است. شهرداری و شرکت آب و فاضلاب جلسه‌ای برای جیره‌بندی آب در سه منطقه جدید اصفهان ترتیب داده‌اند. در این جلسه گزارشی از اختراع یک شرکت دانش‌بنیان برای تولید آب شرب از فاضلاب با استفاده از روش اسمز معکوس ارائه شد. اما اغلب مدیران بدون حتی شنیدن توضیحات بیشتر با بهانه‌هایی مانند هزینه، عدم استقبال مردم و دردسرهای قانونی، بی‌خیال آن شدند. صف‌های طولانی در امتداد خیابان‌هایی با درختان خشک، منظره هر روز شهر است. چشم جمعیتِ در صف به انتهای خیابان است تا ببیند کی شیرهای مخصوص که توسط شرکت آب تعبیه‌شده‌اند بازخواهند شد. غروب نزدیک است اما خبری از باز شدن شیرهای آب نیست[۱].

**سناریوی دوم: آب هست ولی کم (سیاست‌های آینده‌گرا و عدم استفاده از فناوری‌های نوین)**

شرکت آب و فاضلاب با تلاش‌های فراوان در سرچشمه‌های کارون که خود رو به خشکی است، یک تونل حفر کرده است تا بتواند آب شرب شهر اصفهان را تأمین کند. همچنین طرح انتقال آب خلیج‌فارس به اصفهان در هیات نمایندگان استان تصویب‌شده است و به‌زودی در مجلس مطرح می‌شود. مدیران ارشد شرکت و وزارت نیرو از نیروهای مسلح برای حفاظت از مسیرها و خط لوله درخواست کمک کرده‌اند. برای ذخیره آب در تابستان، آب شهر کاملاً جیره‌بندی شده است و مصارف بالا جریمه‌های سنگینی می‌شوند. هیچ صنعتی حق برداشت از رودخانه زاینده‌رود را ندارد، اما فاضلابِ شهر به‌صورت کامل در اختیار صنایع قرار می‌گیرد و تقریباً هر روز در استانداری برای حق برداشت از فاضلاب بین صنایع دعواست. شهر پر است از پوسترهایی که شهروندان را به مصرف کمِ آب تشویق می‌کنند. مدیران شهری نسبت به آینده شهر مخصوصاً ضربه خوردن به صنعت گردشگری نگران هستند، اما هیچ راه‌حلی به‌جز انتقال آب، جیره‌بندی و کنترل شدید مصرف آب ندارند. فضای سبز شهری آسیب زیادی دیده است اما همچنان با چنگ و دندان قسمت‌هایی از آن حفظ‌شده است. چشم امید همه درختان شهر به آب خلیج‌فارس است.

**سناریوی سوم: آب هست ولی برای ثروتمندان (سیاست‌های حل بحران و استفاده از فناوری‌های نوین)**

چند شرکت بزرگ توانسته‌اند فناوری تولید آب از تصفیه فاضلاب و اتمسفر را وارد کنند و تولید آب را در انحصار بگیرند. به مدد این فناوری‌ها آب شرب به‌اندازه کافی وجود دارد، اما مردم باید هزینه زیادی برای آب بپردازند. چند

۱. اگر این سناریو از نظر خوانندگان بعید و دور از ذهن می‌آید، لطفاً گزارش‌های آب‌رسانی با تانکر به مناطقی از شهر اصفهان در تابستان سال ۱۴۰۰ را مطالعه بفرمایند.

مجتمع لوکس در شهر از این فناوری‌ها استفاده می‌کنند. سیاست‌های حاکمیتی در شهر همچنان بر وجود بحران آب اصرار می‌ورزند و راهکارهای آن‌ها همچنان مبتنی بر مدیریت بحران با استفاده از برنامه‌های جیره‌بندی آب است. ولی مردم با دیدن فناوری‌هایی که تنها در دست عده کمی قرارگرفته‌اند، یقین دارند که مسئله آب حل‌شدنی است و این سوء مدیریت است که باعث وضعیت ناخوشایند شهر در مورد آب‌شده است. یک خیریه با همکاری چند نفر از متمولین شهر چند ایستگاه بزرگ آب در شهر راه انداخته‌اند و با یک نوع کوپن دیجیتال آب را بین مردم شهر تقسیم می‌کنند. دسترسی به آب به یک معیار طبقه اجتماعی تبدیل‌شده است و مرز میان فقیر و غنی را مشخص می‌کند. یکی از روزنامه‌های محلی عکسی از یکی از ثروتمندان در استخر خصوصی‌اش را در کنار عکس یک مخزن آب خالی مدرسه‌ای در شهر قرار داده است و به‌طعنه نوشته: آب هست ولی برای از ما بهترون...

**سناریوی چهارم: اصفهان سبز (سیاست‌های آینده‌گرا و استفاده از فناوری‌های نوین)**

وزش نسیم بهاری در برگ‌های شاداب و سرزنده نشان از جاری بودن روح زندگی در شهر اصفهان دارد. از چند سال قبل مدیران شهری سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی را برای توسعه تصفیه‌خانه‌های مدرن انجام داده‌اند. یک هیات سنگاپوری مشاور این طرح بود، اما قسمت اعظم کار توسط شرکت‌های ایرانی انجام شد. این تصفیه‌خانه مدرن بیش از ۷۰ درصد فاضلاب شهر اصفهان را به آب شرب با استانداردهای جهانی تبدیل کرده و به شبکه بازمی‌گرداند. شهر اصفهان قادر است سالانه به‌صورت متوسط ۵۰ درصد از بارش‌ها را جمع‌آوری و در سفره‌های آب زیرزمینی ذخیره‌سازی کند. همچنین چند شرکت بزرگ دستگاه‌های تولید آب از اتمسفر را در شهر نصب می‌کنند. آبیاری فضای سبز شهر مبتنی بر تکنولوژی‌های آبیاری دقیق است و ساختمان‌های جدید در صورتی اجازه احداث خواهند داشت که سیستم مدیریت هوشمند مصرف آب شامل شیرهای هوشمند و تصفیه‌خانه داشته باشند و برای تأمین حداقل ۵۰ درصد برق مصرفی از انرژی‌های سبز استفاده کنند. در معماری شهری معیارهای معماری مبتنی بر کشاورزی[1] رعایت می‌شود و شهرداری به خانه‌هایی که کشاورزی عمودی[2] و مسقف[3] داشته باشند، تخفیف‌های قابل‌توجهی در عوارض شهری ارائه می‌دهد. آوازه اصفهان به‌عنوان شهری نمونه در حوزه مدیریت آب یادآور دوران طلایی شهر است.

## نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تدوین سناریوهای آب در شهر اصفهان انجام شد. با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و نظر خبرگان ۲۰ عامل کلیدیِ شناسایی‌شده در قالب پنج نیروی پیشران یعنی: ۱. قیمت آب، ۲. سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین، ۳. سیاست‌های آب، ۴. جمعیت و ۵. زیرساخت‌های آب دسته‌بندی شدند. عوامل شناسایی‌شده در این تحقیق با نتایج حاصل از برخی پژوهش‌های انجام‌شده هم‌راستا هستند: حاتمی و نوربخش (۱۳۹۸) به سیاست‌های اتخاذشده و شیوه حکمرانی به‌عنوان یک عامل کلیدی در بحران آب اشاره می‌کنند؛ عبداللهی و همکاران (۱۳۹۸) نیز به سیاست‌گذاری غلط به‌طور اعم و سیاست قیمت‌گذاری نامناسب به‌طور اخص اشاره می‌کنند؛ گوپتا و کومار[4] (۲۰۱۸) و ساندو[5] و همکاران (۲۰۱۸) به عامل جمعیت اشاره می‌کنند؛ گانتر (۲۰۱۰) از عوامل زیرساخت‌های توزیع آب و

1 . Agritecture
2 . Vertical farming
3 . Indoor farming
4 . Gupta & Kumar
5 . Sandhu

فناوری‌های نوین به‌عنوان عواملی کلیدی در این حوزه یاد می‌کند؛ شعبانعلی فمی و همکاران (۱۳۹۹) بر استفاده از دانش مدرن در مدیریت خشک‌سالی و بهره‌برداری از تجهیزات مدرن و جدید تأکید می‌کنند؛ یزدیان و ردایی (۱۳۹۸) بر طراحی و ایجاد زیرساخت‌های چند عملکردی سازگارانه تأکید می‌کنند و بهشتی و همکاران (۱۳۹۹) نیز در تحقیق خود به عوامل جمعیت و سرمایه‌گذاری و زیرساخت‌های آبی اشاره می‌کنند.

در مرحله بعد دو پیشران سیاست‌های آب و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین به‌عنوان پیشران‌های حاملِ عدم قطعیت‌های کلیدی، مبنای تدوین سناریو قرار گرفتند. وقتی از عدم قطعیت صحبت به میان می‌آید، در واقع صحبت از نادانی‌ها در مورد وضعیت آینده یک پیشران مهم است. در این مطالعه وضعیت آینده استفاده از فناوری‌های نوین مانند تصفیه آب، کشاورزی شهری، تولید آب از اتمسفر و.. به‌عنوان یک عدم قطعیت در نظر گرفته شد. بدین معنا که در آینده این پیشران می‌تواند وضعیتی در طیفی از به‌کارگیری تا عدم استفاده از فناوری داشته باشد. در مورد سیاست‌های آب در شهر اصفهان نیز به همین ترتیب سیاست‌های آب طیفی از سیاست‌های حل بحران تا سیاست‌های آینده‌گرا را در برمی‌گیرد. بر این اساس در منطق سناریونگاری دو دویی، چهار سناریو تدوین می‌شود. هر سناریو یک داستان باورپذیر از آینده است که فراتر از پیش‌بینی‌ها امکان تحقق دارد.

سناریوی اول نبرد برای آخرین جرعه روایتگر وضعیتی است که اصفهان با خشک‌سالی شدید روبرو خواهد بود. درصورتی‌که مدیران و مسئولین شهر اصفهان فقط به فکر حل بحران آب برای امروز شهروندان باشند و از فناوری‌های نوین جهت مدیریت بهینه آب استفاده نکنند، منابع آب زیرزمینی به‌سرعت تمام می‌شوند و خشک‌سالی شهر را فرامی‌گیرد به‌گونه‌ای که دیگر شهر قابلیت سکونت و استفاده برای افراد را ندارد، این سناریو ترسناک‌ترین تصویر پیش روی شهر اصفهان است. مهاجرت‌های اقلیمی و ترس از خشک‌سالی هزاران شهروند اصفهانی را مجبور به مهاجرت از اصفهان خواهد کرد.

سناریوی دوم آب هست ولی کم، وضعیتی را نشان می‌دهد که سیاست‌های آب آینده‌گرا هستند و چالش‌های بلندمدت را نادیده نمی‌گیرند، اما فناوری به‌مثابه راه‌کاری برای حل مشکلات این حوزه کنار گذاشته‌شده است. همگی ما می‌دانیم که برای بقاء نیازمند کنترل و مصرف بهینه آب هستیم، زیرا سفره‌های آب زیرزمینی به حداقل ممکن کاهش‌یافته‌اند و میزان بارش‌های سالیانه نیز همچنان در حال کاهش‌اند. بنابراین با توجه به سیاست‌های آینده‌نگاری باید در راستای مصرف بهینه گام‌هایی برداشت اما در این سناریو همچنان راه‌حل‌های اتخاذشده سنتی و فاقد درک پتانسیل فناوری‌های نوین در حوزه آب هستند. در سناریوی سوم آب هست ولی برای ثروتمندان، شاهد یک دوقطبی بر سر دسترسی به آب هستیم. ثروتمندان شهر که توانایی خرید فناوری را دارند، دارایان آب و اقشار کمتر مرفه، محرومین از آب هستند. معمولاً مهندسین با مشخص‌سازی بحران‌های موجود در جوامع در راستای رفع آن‌ها با به‌کارگیری تکنولوژی‌های نوین گام برمی‌دارند، اما این مدیران هستند که باید شرایط لازم برای بهره‌برداری عادلانه از فناوری‌ها و رشد بومی آن‌ها را فراهم آورند. حل بحران آب در این سناریو، بیشتر از آنکه یک مسئله فنی باشد، یک مسئله مدیریتی و در ساحت علوم اجتماعی است.

درنهایت در سناریوی اصفهان سبز، مدیران و مسئولین شهری با در نظر گرفتن پتانسیل فناوری‌های نوین در مدیریت بهینه مصرف آب و با اتخاذ سیاست‌های آینده‌نگاری، به شهری سبز که مطلوب اقشار مختلف جامعه باشد، خواهند رسید. اصفهان سبز در واقع یک شهر زنده و با هویت خواهد بود که حاصل خرد و هوشمندی آینده مدیران و نوآوری مهندسان است.

آینده‌پژوهی به دنبال گشوده نگه‌داشتن آینده بر روی تمام جایگزین‌ها و گزاره‌های بدیل است (طاهری‌دمنه و همکاران، ۱۳۹۸: ۸۲) و سناریوها به‌عنوان پرکاربردترین روش آینده‌پژوهی، داستان‌های بدیل و باورپذیری از آینده هستند که هر کدام پتانسیل وقوع دارند. سناریوها هیچ ادعایی نسبت به پیش‌بینی آینده ندارند. در واقع در تفکر سناریویی تلاشی برای پیش‌بینی آینده نمی‌شود، بلکه آنچه دستاورد و حاصل سناریونگاری است، نوعی هوشمندی نسبت به «چه می‌شود اگرهایی» است که هر سناریو پیش روی مدیران می‌گذارد. هوشمندی نه دانش پاسخ به سؤالات، بلکه توانایی پرسیدن سؤالات درست است. برای مثال باید پرسید: «چه می‌شود اگر مدیران شهری از دیدگاه‌های آینده‌نگرانه و مبتنی بر توسعه پایدار در مدیریت آب و همچنین از پتانسیل فناوری‌های نوین برای نوآوری در این زمینه استفاده نکنند؟» این سؤال و سؤالات مشابه که از دل داستان سناریوها بیرون می‌آیند، فاقد گزاره‌های ادعایی در مورد پیش‌بینی آینده هستند، بلکه می‌کوشند عواقب یک آینده باورپذیر را تصویرسازی کند. هدف عمده این تحقیق نیز همین بود. نتایج سناریونگاری در حوزه آب شهر اصفهان نشان داد که پیشران‌های مهم آینده، همگی مواردی هستند که به‌نوعی توسط عامل انسانی مدیریت‌پذیر هستند. پیشران‌های قیمت آب، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین، سیاست‌های آب، جمعیت و زیرساخت‌های آب همگی مواردی هستند که با تصمیمات عوامل انسانی یعنی همان مدیران و تصمیم‌گیران شهری می‌توان وضعیت آینده آن‌ها را تغییر داد. یکی از مهم‌ترین نتایج پژوهش حاضر نیز همین است که سناریوهای آینده آب در شهر اصفهان نشان می‌دهند که با وجود تغییرات اقلیمی با سه کلان‌روند گرمایش جهانی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و بحران آب که به تشدید یکدیگر نیز کمک می‌کنند، اما همچنان انسان با تصمیمات امروزش می‌تواند داستان آینده را تغییر دهد. به‌عبارت‌دیگر تصمیمات امروز مدیران و مسئولان مسئله آب در شهر اصفهان در اتخاذ یا عدم اتخاذ سیاست‌های آینده‌گرا در حوزه آب و استفاده یا عدم استفاده از فناوری‌های نوین و انقلاب صنعتی چهارم در این حوزه، پررنگ‌ترین ابعاد مشخص‌کننده وضعیت آینده شهر اصفهان در مسئله آب است.

در ادامه این پژوهش، پیشنهاد می‌شود مطالعات بعدی به بررسی پابرجایی برنامه‌های راهبردی شهر اصفهان در فضای سناریوهای ایجادشده بپردازند. همچنین تدوین شاخص‌های نشانگر برای هر سناریو که یکی از قدم‌های تدوین سناریو است، می‌تواند دستمایه پژوهش‌های بعدی باشد. همچنین پژوهشگران می‌توانند از روش‌های دیگری مانند شبیه‌سازی و ره نگاشت به‌منظور بررسی وضعیت آینده آب در شهر اصفهان یا هر منطقه جغرافیایی دیگر استفاده کنند. ترکیب روش سناریو با روش‌های دیگر آینده‌نگاری مانند روش تحلیل لایه‌ای علی یا برنامه‌ریزی فرض‌بنیاد نیز می‌تواند دستمایه پژوهش‌های بعدی باشد.

به مدیران شهر اصفهان پیشنهاد می‌شود برای مواجهه با بحران آب در سال‌های آتی از رویکردهای فرا و میان‌رشته‌ای استفاده کنند، زیرا مسئله آب یک مسئله تک‌بعدی و صرفاً فنی نیست، بلکه ما با یک چالش چندبعدی مواجه هستیم. همچنین توصیه می‌شود که مدیران و مسئولان مسئله آب در شهر اصفهان نوآوری‌های حوزه آب را به‌صورت جدی پیگیری کنند. شهرهای بزرگی در دنیا مانند لس‌آنجلس در آمریکا و چینگ دائو در چین توانسته‌اند با استفاده از این نوآوری‌ها بر بحران آب فائق آیند، اما استفاده از این نوآوری‌ها نیاز به ایجاد هوشمندی آینده دارد. برای برون‌رفت از بحران آبی کنونی و قدم برداشتن در مسیر توسعه پایدار، سواد[1] و هوشمندی[2] آینده ضروری است.

1 . Future literacy
2 . Future intelligence

## تقدیر و تشکر

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

## منابع

۱) آزادخانی، پاکزاد؛ بریمی‌پور، سونیا و سلاورزی‌زاده، محمد. (۱۳۹۶). نقش راهبردی توسعه شهری (CDS) در توسعه گردشگری شهر اصفهان. *فصلنامه مطالعات عمران شهری*، ۱ (۳)، ۱۷-۴.

۲) آمارنامه شهرداری اصفهان. (۱۳۹۷). *فصل هفتم: آب و برق*. ۱۷۲-۱۹۵.

۳) بختیاری، نرگس؛ زنگنه، یعقوب؛ تقوایی، مسعود و زنگنه، مهدی. (۱۳۹۹). بررسی الگوی فضایی مصرف آب خانگی در اصفهان و تحلیل عوامل اجتماعی و فرهنگی موثر بر آن. *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۵۲ (۲)، ۵۳۱-۵۱۵.

۴) بهشتی، محمدباقر؛ بهبودی، داود؛ زالی، نادر و احمدزاده دلجوان، فهیمه. (۱۳۹۹). شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی و پیشران‌های موثر در مدیریت یکپارچه منابع آب بر مبنای رویکرد آینده‌پژوهی (مطالعه موردی: شهرستان تبریز). *اکوهیدرولوژی*، ۷ (۱)، ۷۶-۵۹.

۵) پریزادی، طاهر؛ مصطفوی‌صاحب، سوران و شاه‌محمدنژاد، سمیه. (۱۳۹۶). آینده‌نگری نظام سکونتگاهی در برنامه‌ریزی سناریو مبنا؛ بهبود برنامه‌ریزی و آمایش منطقه‌ای (موردمطالعه: استان اصفهان). *آمایش سرزمین*، ۹ (۱)، ۱۱۰-۸۱.

۶) حاتمی، عباس و نوربخش، سوسن. (۱۳۹۸). بازسازی معنایی بحران آب در شرق اصفهان بر اساس نظریه زمینه‌ای، *جامعه‌شناسی کاربردی*، ۳۰ (۱)، ۱۴۲-۱۲۳.

۷) حاجی‌زاده میمندی، مسعود؛ افراسیابی، حسین و بهارلوئی، مریم. (۱۳۹۷). مطالعه کیفی مصرف آب در نگاه زنان شهر اصفهان. *زن در توسعه و سیاست*، ۱۶ (۲)، ۲۹۳-۲۷۱.

۸) حسام، مهدی و نگهبان، سعید. (۱۳۹۹). بررسی شبکه روابط اجتماعی بهره‌برداران از منابع آب در راستای مدیریت بهینه (مطالعه موردی: نخلستان‌های بخش شرقی شهر فدامی، شهرستان داراب). *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۵۲ (۲)، ۵۱۴-۵۰۱.

۹) خبرگزاری مهر. (۱۴۰۰). *زنگ خطر تشنگی اصفهان در تابستان ۱۴۰۰ به صدا در آمد*، [ https:// www.mehrnews.com /news/5185220]

۱۰) خوش‌اخلاق، رحمان؛ سادات‌سجادی، مرضیه؛ رجبی، مصطفی و خاشعی، مهدی. (۱۳۹۱). ارزیابی تابع تقاضای کلی آب (مطالعه موردی استان اصفهان). *اقتصاد منابع طبیعی*، ۱ (۱)، ۲۰-۱.

۱۱) داودی دهاقانی، ابراهیم و عامری، محمدعلی. (۱۳۹۸). پیامدهای اجتماعی و امنیتی انتقال آب بین حوضه‌ای (موردمطالعه: بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری به زاینده‌رود اصفهان). *پژوهشنامه جغرافیای انتظامی*، ۷ (۲۵)، ۷۶-۵۱.

۱۲) رجبی‌هشجین، مهدی و عرب، داود رضا. (۱۳۸۵). شاخص فقر آبی؛ ابزاری کارآمد برای ارزیابی وضعیت منابع آبی جهان. *دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، ۲ بهمن ۱۳۹۸، دانشگاه صنعتی اصفهان، صص. ۸-۱.*

۱۳) رکن‌الدین افتخاری، عبدالرضا؛ موسوی، سیدمحمد؛ پورطاهری، مهدی و فرج زاده اصل، منوچهر. (۱۳۹۳). تحلیل نقش تنوع معیشتی در تاب‌آوری خانوارهای روستایی در شرایط خشک‌سالی مطالعه موردی: مناطق در معرض خشک‌سالی استان اصفهان. *پژوهش‌های روستایی*، ۵ (۳)، ۶۳۹-۶۶۲.

۱۴) سالاریان، محمد؛ داوری، کامران؛ علیزاده، امین؛ لگزیان، محمد و فاضلی، محمد. (۱۳۹۸). چارچوب دست‌یابی به چشم‌انداز مشترک در مدیریت مشارکتی- راهبردی آب (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کشف رود). *اکوهیدرولوژی*، ۶ (۴)، ۸۸۶-۸۶۵

۱۵) سند آمایش استان اصفهان. (۱۳۹۹). *مصوب شورای عالی آمایش سرزمین*. ۱۲-۱۹.

۱۶) شعبانعلی فمی، حسین؛ سواری، مسلم؛ معتقد، مهسا؛ محمدزاده نصرآبادی، مهناز؛ افشاری، سمیرا و بقایی، مسیب. (۱۳۹۹).

تحلیل راهبردهای سازگاری کشاورزان کوچک‌مقیاس با شرایط خشک‌سالی در استان اصفهان. *برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۲۴* (۱)، ۴۷-۲۱.

۱۷) طاهری‌دمنه، محسن؛ طایفه‌هاشمی، شیدا و حیدری‌دارانی، زهرا. (۱۳۹۸). آینده‌نگاری شرکتی در سازمان‌های دولتی با رویکرد سناریونگاری (موردمطالعه: شرکت گاز استان اصفهان). *مدیریت سازمان‌های دولتی*، ۷ (۴)، ۹۶-۷۹.

۱۸) عاملی، سعیدرضا؛ بیچرانلو، عبدالله؛ بهار، مهری و غلامی، فرزاد. (۱۳۹۸). تدوین الگوی مفهومی ارتباطات آب؛ ظرفیت‌های ارتباطات برای مدیریت بحران آب در ایران. *مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی*، ۱۱ (۳)، ۱۹۹-۱۷۱.

۱۹) عبداللهی، عظیمه السادات؛ صالحی، صادق؛ زاهدی مازندرانی، محمدجواد و ذکایی، محمدسعید. (۱۳۹۸). برساخت اجتماعی خشک‌سالی در میان کشاورزان (موردمطالعه: بخش مرکزی و غربی استان اصفهان). *پژوهش‌های روستایی*، ۱۰ (۱)، ۱۲۹-۱۱۴.

۲۰) غفاری، صدیقه؛ مرادی، حمیدرضا و مدرس، رضا. (۱۳۹۷). مقایسه تغییرات زمانی و مکانی سطح آب زیرزمینی دشت‌های اصفهان- برخوار، نجف‌آباد و چادگان. *پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، ۵۰ (۱)، ۱۶۰-۱۴۱

۲۱) قاضی‌نوری، سیدسپهر؛ ثقفی، فاطمه و میرزایی، مریم. (۱۳۹۵). آینده صنعت نرم‌افزار در ایران با رویکرد توسعه سناریو. *مدیریت فناوری اطلاعات*، ۸ (۴)، ۷۹۰-۷۷۱.

۲۲) کریمی سلطانی، پیمان؛ جواهری، فرهاد و ظاهری، جمیل. (۱۳۹۴). بحران آب در ایران و راهکارهایی برای مدیریت صحیح و عبور از آن. *اولین همایش مدیریت تقاضا و بهره‌وری مصرف آب، ۱۶ مهر ۱۳۹۴، همدان، صص ۲۶-۱۵.*

۲۳) گلستان‌نژاد، ابوالقاسم. (۱۳۹۷). *اطلس کلان‌شهر اصفهان*. اصفهان: معاونت برنامه‌ریزی، پژوهش و فناوری اطلاعات شهرداری اصفهان.

۲۴) لیانی، قاسم؛ بخشوده، محمد و زیبایی، منصور. (۱۳۹۹). کاربرد روش سیستم دینامیک در ارزیابی اثرات سیاست‌های مدیریت تقاضای آب در حوضه آبریز رودخانه خیرآباد. *تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، ۵۱ (۲)، ۲۱۶-۱۹۵.

۲۵) مرزبان، احسان. (۱۳۹۶). *سناریوهای آینده حکمرانی در عرصه تسهیلات عام‌المنفعه (موردمطالعه: توزیع انرژی برق)*. رساله دکتری آینده‌پژوهی، به راهنمایی دکتر محمدی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران.

۲۶) مهکویی، حجت. (۱۳۹۶). تحلیلی بر بحران منابع آب در کشورهای اسلامی منتخب. *مطالعات سیاسی جهان اسلام*، ۶ (۲۲)، ۱۹۹-۱۶۹

۲۷) یزدیان، مهدی و ردایی، مهجبین. (۱۳۹۸). تبیین سیستم مدیریت پایدار منابع آب با تأکید بر ارزش‌های نهفته در سازه‌های آبی تاریخی (نمونه موردی: شهر کویری یزد). *محیط‌زیست و مهندسی آب*، ۵ (۳)، ۱۹۹-۱۸۶.

## References

1) Abdullahi, A. Sadat., Salehi, S., Zahedi Mazandarani, M. J., & Zokaei, M. S. (2019). The Social Construction of Drought among Farmers: A Case Study of the Central and Western Parts of Isfahan Province. Journal of Rural Research, 10 (1), 114-129. [In Persian].
2) Ameli, S. R., Bicharanlou, A., Bahar, M., & Gholami, F. (2019). The Conceptual Model of Water Communication; the Potentialitis of Communication to Manage Water Crisis in Iran. Interdisciplinary Studies in the Humanities, 11 (3), 171-199. [In Persian].
3) Amer, M., Dain, T. U., & Jetter, A. (2013) A review of scenario planning. Futures, 46, 23-40.
4) Apostolaki, S., Koundouri, P., & Pittis, N. (2019). Using a systemic approach to address the requirement for Integrated Water Resource Management within the Water Framework Directive. Science of the Total Environment, 679, 70–79
5) Azadkhani, P., Barimipour, S., & Salavarzizadeh, M. (2017). The role of the city development strategy in tourism development in pment strategy in tourism development in

Isfahan City. Journals of Urban Development Studies, 1 (3), 4-17. [In Persian].
6) Baktiyari, N., Zanganeh, Y., Taghvai, M., & Zanganeh, M. (2020). Study of spatial pattern of domestic water consumption in Isfahan and Analysis of Socio-cultural Factors Affecting on it. Human Geography Research, 52 (2), 515-531. [In Persian].
7) Barry, J. (2007). Environment and Social Theory. edition 2, Publisher Routledge London.
8) Becker, P. (2002). corporate foresight in Europe: a first overview, Institute for Science and Technology Studies. Working Paper University of Bielefeld Germany.
9) Beheshti, M. B., Behboudi, D., Zali, N., & Ahmadzadeh Deljavan, F. (2020). Analysis and Identification of Key Factors and Drivers Affecting Integrated Water Resources Management based on Futures Studies Approach (Case Study of Tabriz County). Eco Hydrology, 7 (1), 59-76. [In Persian].
10) Bezjian, J., Stoyanova, V., McKiernan, P., & MacKay, R. Bradley. (2020). Synthesizing scenario planning and industry recipes through an analysis of the Hollywood film industry. Technological Forecasting & Social Change, 150, 119777
11) 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
12) Claassen, M. (2013). Integrated Water Resource Management in South Africa. International Journal of Water Governance, 1, 323–338
13) Davoodi Dehaghani, E., & Ameri, M. A. (2019). Social and security consequences of inter-basin water transfer (Case study: Beheshtabad Chaharmahal and Bakhtiari to Zayandehrud of Isfahan. Police Geography, 7 (25), 51-76. [In Persian].
14) 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
15) Ejdys, J., Nazarko, J., Nazarko, Ł., & Halicka, K. (2015). *Foresight application for transport sector, in: Clean Mobility and Intelligent Systems, Michele.* Fiorini, Jia-Chin. Lin (Eds), London: The Institution of Engineering and Technology, 377-402.
16) FOREN. (2001). *A Practical Guide to Regional Foresight (FOREN), European Commission Research Directorate General – Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) (eds*). European Communities, STRATA Programme, v–viii, Available at: http: //Foresight.jrc.ec.europa.eu.
17) Ganter, J. C. (2010). *Experts Name the Top 19 Solutions to the Global Freshwater Crisis*. https://www.circleofblue.org/2010/world/experts-name-the-top-19-solutions-to-the-global-freshwater-crisis/
18) Ghafari, S., Moradi, H., & Modares, R. (2018). Comparison of Temporal and Spatial Changes of Groundwater Level in Isfahan-Borkhar, Najafabad and Chadegan Plains. Physical Geography Research Quarterly, 50 (1), 141-160. [In Persian].
19) GhaziNoory, S. S., Saghafi, F., & Mirzaei, M. (2016). The future of software industry in Iran with a scenario development approach. *Journal of Information Technology Management*, *8*(4), 771-790. [In Persian].
20) Godet, M. (2000). the art of scenarios and strategic planning: Tools and pitfalls. *Technological Forecasting and Social Change, 65*, 3-22.
21) Golestan Nejad, A. (2015). *Isfahan Metropolis Atlas, Isfahan: Deputy of Planning*. Research and Information Technology of Isfahan Municipality. [In Persian].
22) Gupta, R. & Kumar, G. (2018). Scenario planning for water resource management in semi-arid zone. *Physics and Chemistry of the Earth, 105*, 290-299
23) Hadjizadeh Meimandi, M., Afrsiabi, H., & Baharluoei, M. (2018). A qualitative study about water consumption in women views, Isfahan. Women in Development and Politics, 16(2), 271-293. [In Persian].
24) Hatami, A., & Norbakhsh, S. (2019). Semantic Reconstruction of the Water Crisis in the

East of Isfahan Based on Grounded Theory. Applied Sociology, 30(1), 123-142. [In Persian].

25) Hesam, M., & Negahban, S. (2020). Network Analysis Community Relations of Water Resources Beneficiaries in Order to Urban Optimize Management (Case Study: Palm Groves in the Eastern Part of the Fadami city – Darab- Fars). *Human Geography Research, 52*(2), 501-514. [In Persian].
26) Isfahan province planning document. (2020). *approved by the Supreme Council of Land Management*, 12-19. [In Persian].
27) Karimi Soltani, P., Javaheri, F., & Zaheri, J. (2015). Water crisis in Iran and solutions for proper management and overcoming it. *the first conference on water demand and productivity management, October 8, Hamedan, 15-26.* [In Persian].
28) Khoshakhlagh, R., Sadat Sajadi, M., Rajabi, M., & Khashei, M. (2012). Evaluation of total water demand function (Case study of Isfahan province). Natural Resources Economics, 1 (1), 1-20. [In Persian].
29) Layani, Gh., Bakhshoodeh, M. & Zibaei, M. (2020). A System Dynamics Approach for Evaluating the Impacts of Water Demand Management Policies in Kheirabad River Basin. Journal of Agricultural Economics and Development Research, 51(2), 195-216. [In Persian].
30) Mahkoui, H. (2017). An Analysis of Water Resources Crisis in Selected Islamic Countries. *Political Studies of Islamic World, 6*(2), 169-199. [In Persian].
31) Mai, T. & Smith, C. (2018) Scenario-based planning for tourism development using system dynamic modelling: A case study of Cat Ba Island, Vietnam. *Tourism Management, 68,* 336–354
32) Martin, Ben R. (1995). Foresight in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management, 7*(2), 139-168.
33) Marzban, E. (2018). *the scenarios of future governance in public utilities (case of study: power energy distribution).* A dissertation submitted to Graduate Studies Office in Partial Fulfillment of the requirements for the degree of Phd in Futures Studies, Under Supervison of Dr Mohammadi, Faculty of Management, Univercity of Tehran. [In Persian].
34) Mehr News Agency. (2021) *Isfahan thirst bell rang in the summer of 2022*. [https: // www.mehrnews.com / news / 5185220]. [In Persian].
35) 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.
36) Parizadi, T., Mostafavi Sahib, S., & Shah Mohamadnejad, S. (2017). Foresight Settlement System in Scenario Planning, Improvement Regional Planning (Case Study: Isfahan Province). *Town and country planning, 9*(1), 81-110. [In Persian].
37) Proskuryakova, Liliana N., Saritas, O., & Sivaev, S. (2018). Global water trends and future scenarios for sustainable development: the case of Russia. *cleaner production, 170*, 867-879
38) Rajabi Hashjin, M. & Arab, D. R. (2007). The Water Poverty Index is an effective tool for assessing the state of the world's water resources. *the second conference on water resources management, February 23, Isfahan University of Technology, 1-8.* [In Persian].
39) Roknedin eftekhari, A., Moosavi, S. M., Poortaheri, M. & Farajzadeh Asl, M. (2014). Analysis of the role of livelihood diversity to rural household resilience in drought condition: case study of the drought exposed areas of Isfahan province. *Journal of Rural Research, 5*(3), 639-662. [In Persian].
40) Royo, M. G., Parikh, P., Mutwiri, F., Harper, J., Bukachi, V., & Mulligan, J. (2018). Using Future Scenario Planning as a tool for informed decision making on infrastructure interventions in Kibera, Nairobi in Kenya. *Habitat International, 79,* 30–41
41) Salarian, M., Davary, K., Alizadeh, A., Lagzian, M., & Fazeli, M. (2019). A Framework to

Achieve a Shared Vision in the Collaborative-Strategic Management of Water (Case study: Kashafrood basin). *journal of Ecohydrology, 6* (4), 865-886. [In Persian].

42) Sandhu, H S., Clarke, B. D., Baring, R., Anderson, Sh., Fisk, C., Dittmann, S., Walker, S., Sutton, P. C., Kubiszewski, I., & Costanza, R. (2018) Scenario planning including ecosystem services for a coastal region in South Australia. *Ecosystem Services, 31,* 194–207

43) Saraswat, Ch., Mishra, B. K., & Kumar, P. (2017). Integrated urban water management scenario modeling for sustainable water governance in Kathmandu Valley, Nepal. *Sustain Sci, 12*, 1037–1053

44) Saritas, O., Taymaz, E., & Tumer, T. (2007). Vision 2023: Turkey's national Technology Foresight Program: A contextualist analysis and discussion. *Technological Forecasting & Social Change,74*, 1374–1393

45) Schoemaker, P. JH. (1993). Multiple scenario development: its conceptual and behavioral foundation. *Strategic Management Journal, 14*, 193–213.

46) Shabanali Fami, H., Savari, M., Motaghed, M., Mohammadzadeh Nasrabadi, M., Afshari, S., & Baghaee, M. (2020). Analysis of adaptation strategies of farmers to drought conditions in Isfahan province. *Spatial Planning and preparation, 24*(1), 21-47. [In Persian].

47) Shirmohammadi, B., Malekian, A., Salajegheh, A., Taheri, B., Azarnivand, H., Malek, Z., & Verburg, P. H. (2020). Scenario analysis for integrated water resources management under future land use change in the Urmia Lake region, Iran. *Land Use Policy, 90*, 104299

48) Statistics of Isfahan Municipality. (2018) *Isfahan: Municipality*. 172-195. [In Persian].

49) Taheri Demneh, M., Tayefe Hashemi, Sh., & Heidari Darani, Z. (2019). Corporate Foresight in State Organizations with Scenario Planning Approach Case study: Isfahan Gas Company. *Journal of Public Organzations Management, 7*(4), 85-102. [In Persian].

50) Wright, G., Bradfield, R., & Cairns, G. (2013). Does the intuitive logics method—and its recent enhancements—produce ‘effective’ scenarios?. *Technological Forecasting and Social Change, 80*(2), 631–642.

51) Yazdian, M. & Radaei, M. (2019). Explaining Sustainable Water Resources Management System with Emphasis on the Hidden Values of Historic Hydraulic Structures (Case Study of Yazd Desert City). *Environment and Water Engineering, 5*(3), 186-199. [In Persian].