



## The Effect of Local Water Governance on the use of Virtual Water: A Case Study of Isfahan Province

Afshin Mottaghi<sup>1</sup> | Hasan Sadrania<sup>2✉</sup> | Mohammad Yousefi Shatori<sup>3</sup>

1. Department of Political Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran. [A.mottaghi@Kh.ac.ir](mailto:A.mottaghi@Kh.ac.ir)

2. Corresponding Author, Department of Geography and Urban and Rural Planning, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran. [H.sadrانيا@hsu.ac.ir](mailto:H.sadrانيا@hsu.ac.ir)

3. Department of Political Geography, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran. [mohammadyousefishatooori@gmail.com](mailto:mohammadyousefishatooori@gmail.com)

### Article Information

#### Research Paper

**Vol:** 15  
**No:** 58  
**P:** 52-72  
**Received:** 2024-05-05  
**Revised:** 2024-06-24  
**Accepted:** 2024-07-13  
**Published:** 2025-02-01

#### Keywords:

- Local water governance
- Virtual water
- Isfahan Province
- Land use planning
- Water resources security

#### Cite this Article:

Mottaghi, Afshin., Sadrania, Hasan., & Yousefi Shatori, Mohammad (2025). The effect of local water governance on the use of virtual water: a case study of Isfahan province. *Journal of Arid Regions Geographic Studies*. 15(58): 52-72.  
doi: 10.22034/jargs.2024.455318.1110

**Publisher:** Hakim Sabzevari University

© The Author(s)



### Abstract

**Aim:** Identify the influential and key variables of local water governance regarding virtual water use in Isfahan Province.

**Material & Method:** The methodology governing the research is descriptive-analytical. The data needed for the research has been collected by library and field method (interview and questionnaire) and analyzed using the DEMATEL technique, FCOPRAS and FSOARA combined model and Vensim software.

**Finding:** The research results show the variables of the lack of proper water governance structure in Isfahan Province, neglecting the necessity of spatial planning, the development of water-bearing industries in Isfahan Province, etc. The partial balance from the point of view of water governance in Isfahan Province B, the existence of water mafia in Isfahan Province, unsustainable development, economic threats caused by the lack of agricultural products, insecurity of water resources in Isfahan Province, etc., are shown as disabled.

**Conclusion:** Based on the findings of the research, it can be stated that the variables of the development of water-bearing industries in Isfahan province, climate changes and rainfall patterns, lack of proper governance structure in Isfahan Province, social conflicts around the axis of water, unsustainable development and non-integrated allocation of water resources in Isfahan Province, inattention to necessity of land preparation and lack of policy reform and lobbying in the local water governance of Isfahan province, etc., were identified as key variables from the point of view of the research experts.

**Innovation:** This article explores the overlooked interactions between water governance and political, economic, social, and geographical approaches in water resources management. It innovatively analyzes how virtual water interacts with local water governance to address the water crisis in Isfahan province, using the DEMATEL technique, the FCOPRAS and FSOARA combined model, and Vensim software.

## **Extended Abstract**

### **1. Introduction**

In general, water is an irreplaceable element, and for the continuation and survival of many living things, this rare but important commodity seems very necessary. Thus, in the life cycle, the dependence of many human activities and functions on water has been revealed, and today, the increasing lack of water, especially in arid and semi-arid regions, makes water consumption in the agricultural, industrial, and domestic sectors unbalanced. This issue has affected other aspects of people's lives and made it essential in various fields, especially politics and governance. Because one of the important tasks of governments at local to transnational scales is water supply and integrated management of water resources, which is one of the effective mechanisms in solving the problem of imbalance between available water resources and their various uses; Iran is in the arid and semi-arid belt of the world and is considered among the countries with limited water resources. Iran's share of the world's freshwater resources is lower than other regions. In this regard, Isfahan Province has experienced a complex situation in the field of water resources during recent decades until today. On the one hand, Isfahan Province has been based on agriculture. In addition to maintaining this characteristic, the province's industrial development planning has been given attention in recent decades, emphasizing water-bearing industries. On the other hand, climatic conditions and the decrease in rainfall have reduced the availability of water sources. As a result of these events and activities, sustainable access to water resources has become one of the main challenges for the officials and residents of the province.

### **2. Materials and methods**

The methodology governing the research is descriptive-analytical. The data needed for the research was collected using the library and field method (interview and questionnaire) and analyzed using the DEMATEL technique, FCOPRAS, and FSOARA combined model and Vensim software. In library studies and document review, the variables that affect local water governance and its effect on virtual water use in Isfahan Province were identified and evaluated in brainstorming sessions with experts. Finally, 26 factors were identified as effective factors in local water governance on use. Virtual water was detected in Isfahan Province.

### **3. Discussion and results**

Indicators based on 26 effective issues in local water governance regarding virtual water use in Isfahan Province have been studied and identified. Also, 26 experts have been used to check the variables. The degree of importance of indicators is determined by  $(J_i+R_i)$ , and the relationship between criteria is determined by  $(J_i-R_i)$ . If  $J_i-R_i>0$ , the corresponding criterion is effective, and if  $J_i-R_i<0$ , the corresponding criterion is effective. In other words, the higher the value of  $J + R$ , the more interaction that variable has with other system factors. Thus, variables such as the lack of a proper water governance structure in Isfahan Province, neglecting the necessity of spatial planning, social conflicts around the axis of water in Isfahan Province, the development of water industries in Isfahan Province, the lack of balance and communication between institutions and trustees for coordination and coherence in the field of governance, lack of reform of politics and lobbying in local water governance in Isfahan Province, decrease in the quality of water resources in Isfahan Province, lack of appropriate policies to improve and balance part of the perspective of water governance in Isfahan Province, lack of proportional cultivation pattern in Isfahan Province, incidence of drought and spread desertification in Isfahan Province, increase in population in the province and excessive consumption of water in different areas, existence of water mafia in Isfahan Province, unstable development and non-integrated allocation of water in Isfahan Province, expansion of marginalization due to economic damage, destruction of livelihoods dependent on agriculture and growth of inappropriate jobs and etc., indicate high interaction and strong systemic connection with other variables. On the other hand, the vertical vector  $(J-R)$  shows the influencing power of each factor. Therefore, the lack of appropriate water governance structure in Isfahan Province, the lack of attention to the necessity of spatial planning, the development of water-bearing industries in Isfahan Province, the lack of balance and communication between institutions and creditors for coordination and coherence, the lack of a proportional cultivation model in Isfahan Province, the incidence of drought and the spread of desertification In Isfahan Province, etc., the cause of this model is considered to be systemic and factors

such as the expansion of marginalization due to economic damage, the lack of appropriate policies to improve and balance part of the water governance point of view in Isfahan Province, the existence of water mafia in Isfahan Province, Unsustainable development, economic threats caused by lack of agricultural products, insecurity of water resources in Isfahan Province, etc. are shown as handicaps. In general, if J-R is positive, the variable is considered a causal variable, and if it is negative, it is considered an effect.

#### **4. Conclusion**

In recent years, despite the growing crisis of water resources in Isfahan Province, as well as the excessive use of water resources and consumption, which indicates the existence of weak governance over water resources in the province, it has caused many officials to, and stakeholders should think of providing solutions to deal with this challenge. In this way, reducing many threats caused by water challenges in the province of Isfahan is necessary by using a favorable approach to local water governance and management. In this regard, virtual water should be considered as a new solution. The statistical data published by the Agricultural Jihad Organization and other institutions of the province indicate that despite the studies on changing the cultivation pattern, the need to pay attention to virtual water in the policy and planning field is still poorly understood. The foundation of such features and identifiers is to investigate the factors affecting local water governance in Isfahan Province in virtual water applications. In this way, with library studies and interviews with research experts, variables affecting local water governance in the use of virtual water in Isfahan Province have been identified and analyzed using the DEMATEL technique, FCOPRAS and FSOARA combined model, and Vensim software.

#### **5. Acknowledgment & Funding**

This research has not received any financial support from any specific institution or organization.

#### **6. Conflict of Interest**

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.



دانشگاه حکیم سبزواری

# مطالعات جغرافیایی مناطق خشک



## تأثیر حکمرانی محلی آب بر کاربست آب مجازی: مطالعه موردی استان اصفهان

افشین متقی<sup>۱</sup>، حسن صدرانیا<sup>۲</sup> , محمد یوسفی شاتوری<sup>۳</sup>

۱- گروه جغرافیای سیاسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. [A.mottaghi@Kh.ac.ir](mailto:A.mottaghi@Kh.ac.ir)

۲- نویسنده مسئول، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری و روستایی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار،

ایران. [H.sadrانيا@hsu.ac.ir](mailto:H.sadrانيا@hsu.ac.ir)

۳- گروه جغرافیای سیاسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. [mohammadyousefshatoori@gmail.com](mailto:mohammadyousefshatoori@gmail.com)

### چکیده:

**هدف:** شناسایی متغیرهای تأثیرگذار، تأثیرپذیر و کلیدی حکمرانی محلی آب بر کاربست آب مجازی استان اصفهان است.

**روش و داده:** روش‌شناسی حاکم بر پژوهش، توصیفی-تحلیلی است. داده‌های مورد نیاز پژوهش با روش کتابخانه‌ای و میدانی (مصاحبه و پرسشنامه) گردآوری و با بهره‌گیری از تکنیک DEMATEL، مدل ترکیبی FSOARA و FSOARA و نرم‌افزار Vensim مورد تحلیل قرار گرفته است.

**یافته‌ها:** نتایج پژوهش نشان می‌دهد که متغیرهای نبود ساختار حکمرانی مناسب آب در استان اصفهان، بی‌توجهی به ضرورت برنامه‌ریزی فضایی، توسعه صنایع آب‌بر در استان اصفهان و ... علت این مدل سیستمی محسوب می‌شوند و عواملی مانند گسترش حاشیه‌نشینی ناشی از آسیب‌های اقتصادی، عدم سیاست‌های مناسب برای بهبود و طرح تعادل بخشی از دیدگاه حکمرانی آب در استان اصفهان، وجود مافیای آب در استان اصفهان، توسعه ناپایدار، تهدیدات اقتصادی ناشی از کمبود محصولات کشاورزی، عدم امنیت منابع آب در استان اصفهان و ... به عنوان معلول نمایش داده شده است.

**نتیجه‌گیری:** بر مبنای یافته‌های تحقیق می‌توان عنوان کرد که متغیرهای توسعه صنایع آب‌بر در استان اصفهان، تغییرات اقلیمی و الگوی بارش، نبود ساختار حکمرانی مناسب در استان اصفهان، تعارضات اجتماعی حول محور آب، توسعه ناپایدار و تخصیص غیر یکپارچه منابع آب در استان اصفهان، بی‌توجهی به ضرورت آمایش سرزمین و عدم اصلاح سیاست‌ورزی و لابی‌گری در حکمرانی محلی آب استان اصفهان و ... از دیدگاه خبرگان پژوهش به ترتیب به عنوان متغیرهای کلیدی شناسایی شدند.

**نوآوری، کاربرد نتایج:** تعامل حکمرانی آب با رویکردهای سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و جغرافیایی در مدیریت منابع آب در دیگر مطالعات نیز مورد توجه قرار گرفته است؛ با این حال آنچه که در این میان مورد کم‌توجهی قرار گرفته است، چگونگی هم‌کنشی آن‌ها با یکدیگر است و این موضوعی است که این مقاله در نظر دارد آن را مورد بررسی قرار دهد. نوآوری تحقیق تحلیل چگونگی هم‌کنشی آب مجازی با حکمرانی محلی آب برای مدیریت بحران آب در استان اصفهان است که در این پژوهش با استفاده از تکنیک دیماتل (DEMATEL) مدل ترکیبی FSOARA و FSOARA و نرم‌افزار Vensim مورد تحلیل قرار گرفته است.

### اطلاعات مقاله

#### مقاله پژوهشی

شماره: ۱۵

دوره: ۵۸

صفحه: ۵۲-۷۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۶

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۳

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۱/۱۳

#### کلیدواژه‌ها:

- حکمرانی محلی آب
- آب مجازی
- استان اصفهان
- آمایش سرزمین
- امنیت منابع آبی

#### نحوه ارجاع به این مقاله:

متقی، افشین، صدرانیا، حسن و یوسفی شاتوری، محمد. (۱۴۰۳). تأثیر حکمرانی محلی آب بر کاربست آب مجازی: مطالعه موردی استان اصفهان. *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، ۵۲-۷۲ (۵۸): ۵۲-۷۲.  
doi: 10.22034/jargs.2024.455318.1110

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری



© نویسنده(گان).

## ۱- مقدمه

از آنجا که آب برای بقای بسیاری از زیست‌مندان امری ضروری است و در چرخه بسیاری از فعالیت‌ها و عملکردهای انسانی وابستگی به آب آشکار شده است. امروزه کمبود آب باعث گردیده تا مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعتی و خانگی حالت نامتوازنی را پدیدآورد که این مسئله بر ابعاد زندگی بسیاری از انسان‌ها اثرگذار بوده و آن را به یکی از موضوعات بسیار مهم در عرصه‌های گوناگون به ویژه عرصه‌های سیاسی و حکمرانی مبدل کند. از آنجا که یکی از کارویژه‌های بسیاری از حکومت‌ها در مقیاس‌های محلی تا فراملی تأمین آب و مدیریت یکپارچه آن است و این امر به عنوان یک سازوکار در راستای رفع چالش‌های هم‌ناظری میان منابع آب در دسترس و مصارف متنوع آن محسوب می‌شود؛ با توجه به این که حدود ۳ درصد از منابع کل آب جهان برای اهداف خانگی، کشاورزی و صنعتی قابل استفاده است و این منبع اندک هم اغلب به جهت وابستگی آن به بارش و رواناب‌ها قابل پیش‌بینی نیست (Orubu, 2006)، استفاده از آب مجازی به عنوان رویکرد نوین در تصمیمات و سیاست‌گذاری‌ها کشورها در قالب حکمرانی آب می‌تواند پتانسیل‌های قابل توجهی را برای کمک به بهره‌وری و بهبود منابع محدود آب شیرین به ویژه در بخش کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک فراهم کند که از آن اغلب در مصرف کشاورزی و تولید مواد غذایی و خوراک دام در تولید محصولات صنعتی استفاده می‌شود (Bazrafshan et al, 2019; Yang & Zender, 2007). آب مجازی در اواسط دهه ۱۹۹۰ توسط آن وارد ادبیات منابع آب شد (Allan, 2003; Ovaisi et al., 2016; Amini & Pourkami, 2018; Wichelns, 2010) که از آن تاکنون تعبیر و نظرات مختلفی وجود دارد. در همین راستا، لانت<sup>۱</sup> «آب مجازی عبارت بهینه برای توصیف فرصت‌های بهبود مدیریت آب با محاسبه آب موجود در محصولات است»؛ آلن «آب مجازی چیزی شبیه به مفهوم مزیت نسبی است»؛ ویچ لنتز<sup>۲</sup> «آب مجازی صرفاً یک استعاره است نه یک مفهوم؛ زیرا فقط به وقف آب می‌پردازد»؛ مرت استدلال می‌کند که «آب مجازی آب واقعی است و تجارت آب مجازی جز تجارت غذا وجود ندارد» (Yang & Zehnder; 2007).

از زمانی که اصطلاح آب مجازی به صراحت در اواسط دهه ۱۹۹۰ مطرح شد، توجه فزاینده‌ای را در میان سیاست‌گذاران، جوامع علمی و عموم مردم به خود جلب کرد. به طوری که می‌توان با کمک این امر این امکان را برای کشورهای کم‌آب فراهم آورد که با واردات مواد غذایی بدون ایجاد گفتمان سیاستی در مورد کمبود آب ملی، با کمبود آب کنار بیایند (Ibid:2-3). با اجرای سیاست‌های تجاری‌سازی آب مجازی در مقیاس‌های کوچک و محلی که سهم بالقوه‌ای در کاهش کمیابی آب و بهبود مدیریت منابع آب محلی دارد (Rastgaripour et al., 2021)؛ با تکیه بر نقش آب به عنوان یکی از عوامل مهم در تولیدات محصولات زارعی، نشان می‌دهد که مبادلات آن (کشت محصولات زارعی کم مصرف و واردات محصولات غذایی پر مصرف) علاوه بر حفظ و پایداری منابع آب، می‌تواند به عنوان راهکاری نوین و بالقوه در راستای تأمین نیازهای غذایی آینده‌گان قلمداد شود (Aghajani et al., 2015). از همین روی، تجارت بین‌المللی کالاها باعث انتقال حجم عظیمی از آب مجازی شده که طی سال‌های اخیر به عنوان یکی از پارامترهای مهم در صرفه‌جویی منابع آب در مقیاس جهانی در نظر گرفته می‌شود (Muratoghlu, 2020). علاوه بر این، همان‌طوری که محصولات کشاورزی به فروش می‌رسد و تجارت می‌شود، آبی که برای تولید آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، اساساً معامله می‌شود. بدین ترتیب که شناسایی میزان آب مجازی تعبیه شده در یک محصول پیامدهایی را برای مدیریت، عمل و سیاست‌گذاری‌ها دارد و آن این اصطلاح را برای توصیف آب مورد استفاده در تولید محصولاتی که در بازارهای بین‌المللی معامله می‌شوند، مورد استفاده قرار داده است (Ray et al, 2018; Allan, 1997). در واقع، آب مجازی به جمع کل آب مورد نیاز یا حجم آب قابل استفاده شده در فرایند تولید یک محصول با توجه به شرایط اقلیمی، مکانی و زمانی گفته می‌شود که به واسطه عمق و مفهوم آن، در حال حاضر و حتی دهه‌های آینده می‌تواند از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های کلان آبی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک برخوردار باشد (Mardani et al., 2016). بنابراین، استفاده از رویکرد تجارت آب مجازی به عنوان یکی از روش‌های مدیریت منابع آب امروزه مورد تأکید بسیاری از کارشناسان و محققان بوده و راهکارهای مختلفی برای دستیابی به آن ارائه شده است و همچنین این مسئله می‌تواند با توجه به اثربخشی آن برای جلوگیری از بحران آب ضروری باشد و برای بهینه‌سازی اقتصاد تجارت آب مجازی یا تعادل میان صادرات و واردات آب مجازی با توجه به حفظ سطح درآمد تولیدکنندگان کالا و خدمات، مسائل زیست محیطی و اجتماعی ضروری است تا اثربخشی این ابزار در کنترل بحران منابع آب افزایش پیدا کند. با کمبود آب و تشدید آن تا سال

1. Lunt

2. Witch Lens

۲۰۲۵ که نیمی از مردم جهان با تنش آبی مواجه می‌شوند، این مشکل در ایران و سایر کشورهای خشک و نیمه خشک جهان مهم به نظر می‌رسد (Hajabi & Akhoondzadeh, 2020). بر این اساس، آب مجازی، آبی است که در یک محصول تجسم یافته نه به صورت واقعی بلکه به صورت مجازی اشاره به آبی دارد که برای تولید یک محصول مورد نیاز است. در واقع آب مجازی را آب جاسازی شده یا برون‌زا می‌نامند که اشاره به این واقعیت دارد که واردات آب مجازی به کشور به معنای استفاده از آب است (Hoekstra, 2003). از آنجا که حکمرانی خوب برای بخش آب ضروری است (Tortajada, 2010). بر این اساس، حکمرانی آب که با مدیریت منابع آب موضوعاتی به هم وابسته هستند، همواره در زمره بالاترین و اساسی‌ترین راهبردهای حیاتی بشر محسوب می‌شود که امروزه در کانون توجه اغلب سیاستمداران، مدیران، برنامه‌ریزان، اندیشمندان و حتی عموم مردم قرار گرفته است (Islamic Council Research Center, 2015). حکمرانی آب در سیاستگذاری شبکه‌های محلی، دولت باید ضمن تسهیل مشارکت مردم، مدیریت یکپارچه‌ای را در تخصیص منابع آب دنبال کند. به طوری که، بی‌توجهی به جوامع محلی در روند سیاستگذاری‌های منابع آبی، موجب خسارات شدیدی به آن‌ها شده و در برخی موارد مهاجرت و بالارفتن تقاضا برای منابع در راستای سیاست افزایش جمعیت را در پی داشته است (Badisar et al., 2019; Afsari et al., 2016). در همین راستا، حکمرانی آب به سیستم‌های متعدد سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و اجرای برای توسعه، مدیریت منابع آب بوده (Skouhi & Esmaili, 2021) که افراد و نهادهای مختلف از این مفهوم به طرق مختلفی در زمینه‌های گوناگون فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی، حقوقی و سیاسی استفاده می‌کنند. بدین ترتیب، حکمرانی آب را می‌توان به معنای وسیع آن در برگزیده امور اجتماعی، سازمان‌ها و نهادهای سیاسی، اقتصادی، اداری و نیز روابط آن‌ها با توسعه و مدیریت منابع آب در نظر گرفت (Tortajada, 2010) که از طریق آن‌ها دولت، بخش خصوصی و جامعه مدنی در مورد بهترین روش‌های استفاده، تخصیص، توسعه و مدیریت منابع آب تصمیم می‌گیرند (Ibid). در مقیاس محلی به عنوان یک تکنیک فضایی مفید که برای درک فرایندها و اقداماتی که در محدوده‌های جغرافیایی کوچک‌تر از "منطقه‌ای" رخ می‌دهد، است (Gao, 2020). در زمینه حکمرانی آب در مقیاس محلی، حکمرانی پایدار بر تمام جنبه‌ها و اولویت‌های سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی و فضایی تعریف می‌شود که به معنای دسترسی به آب در سطح محلی است (Bayu et al., 2020; Salari et al., 2014). بنابراین، حکمرانی آب که متأثر از ذی‌مدخلان از جمله سیاستگذاران است، مقیاس‌های جغرافیایی از محلی تا منطقه‌ای و ملی دارد. حکمرانی محلی آب ناظر بر چگونگی نقش‌آفرینی جوامع محلی از جمله کارشناسان، دستگاه‌های دولتی، سمن‌ها و نمایندگان آن‌ها در مدیریت منابع آب است. بر این اساس، با توجه به تمرکزگرایی که با نگاه ملی به مدیریت منابع آب وجود دارد و اغلب مانع از حکمرانی محلی آب می‌شود، سیستم مدیریت منابع آب قادر است تا با یک روند تمرکززدایی از قدرت، موجب خلق نگاه محلی به مدیریت منابع آب شود. از همین روی، با سیاستگذاری پایدار بر روی منابع آب که مستلزم به رسمیت شناختن نهادهای غیررسمی و محلی در چارچوب حقوقی است، نقش بازیگران محلی با نفوذ که تأثیر به‌سزایی بر خروجی‌های سیاستی دارند، به خوبی در نظر گرفته می‌شود. بدین ترتیب، حکمرانی محلی آب یک رویکرد مشارکتی از پایین به بالا در مدیریت منابع آبی به شمار می‌آید. در این حکمرانی همه ذی‌مدخلان از جمله کشاورزان محلی تا دارندگان و خواهندگان آب باید در نظر گرفته شوند که در نهایت، این امر مستلزم به رسمیت شناختن نهادهای غیررسمی و محلی در چارچوب حقوقی با در نظر گرفتن رویکردهای فرهنگی و اخلاقی است.

کشور ایران خشک و نیمه خشک است و سهم آن از منابع آب‌های شیرین نسبت به دیگر مناطق در سطح پایین‌تری قرار دارد. در حالی که یک درصد از جمعیت جهان به ایران اختصاص دارد، سهم آن از منابع آب شیرین تنها ۰/۳ درصد است. لازم به ذکر است، بخش کشاورزی در ایران بیشترین سهم آب مصرفی را به خود اختصاص داده که می‌توان سهم برداشت آب مصرفی در بخش کشاورزی را به ترتیب در دنیا ۶۹ درصد، در خاورمیانه ۸۴ درصد و در ایران ۹۲ درصد دانست (Marzbanet al., 2018). همچنین احداث برخی از صنایع آب‌بر در مناطق مرکزی ایران به عنوان یکی از چالش‌های شناخته شده آن باعث شده تا تأمین منابع آب آن‌ها شرایط زیستی بسیار سختی را به وجود آورد که این موضوع از یک سو موجب نارسایی در آبرسانی به حوزه‌ی کشاورزی شده و از سوی دیگر به بهره‌وری بهینه و عادلانه آب آسیب وارد کرده است. در همین راستا، استان اصفهان واقع در حوضه آبریز فلات مرکزی از جمله استان‌هایی است که موضوع آب در آن به یکی از مسأله‌های اصلی تبدیل شده است که اعتراضات کشاورزان اصفهانی در سال‌های اخیر نسبت به تأمین حق آبه زاینده‌رود از جمله نمونه‌های این مسئله است. دامنه اعتراضات به اندازه‌ای بود که در سال ۱۴۰۰ پس از حدود یک دهه اعتراض رئیس‌جمهور به مرکز بررسی‌های استراتژیک نهاد ریاست جمهوری ماموریت داد تا موضوع حق آبه زاینده‌رود را بررسی کند. این مرکز نیز در سال ۱۴۰۱ نتایج بررسی‌های خود را در قالب یک گزارش سیاستی ارائه داد که

رویکرد اصلی آن ضرورت بازنگری در نظام مدیریت آب و شکل‌گیری حکمرانی آب بوده است (Government information base, 2022).

در مجموع با توجه به وضعیت پیچیده استان اصفهان که طی چند دهه اخیر تا به امروز در حوزه منابع آبی خود تجربه نموده است. از یک سو استان اصفهان از گذشته کشاورزی پایه بوده و افزون بر حفظ این ویژگی برنامه‌ریزی توسعه صنعتی استان در دهه‌های اخیر با تأکید بر صنایع آب‌بر مورد توجه قرار گرفته و از سوی دیگر شرایط اقلیمی و کاهش بارش از منابع آب در دسترس فروکاسته است. در نتیجه این رخدادها و کنشگری‌ها، دسترسی پایدار به منابع آب به یکی از چالش‌های اصلی مسئولان و باشندگان استان تبدیل شده است. برابر تحقیقات انجام شده میزان مصرف آب در بخش کشاورزی حدود ۷۰ درصد است (Barati et al., 2023) که بر این بنیاد مقاله حاضر در نظر دارد چگونگی اثرگذاری حکمرانی آب در مدیریت آب مجازی در بخش کشاورزی را به عنوان یکی از ضرورت‌های مدیریت منابع آب استان اصفهان مورد مطالعه قرار دهد. این پژوهش با طرح این پرسش که مهم‌ترین عوامل کلیدی و تأثیرگذار حکمرانی محلی آب بر کاربست آب مجازی در استان اصفهان کدامند؟ سعی کرده تا با کمک روش دیمتل<sup>۱</sup> به عنوان یک الگوی فناورانه و نه یک نرم‌افزار، به شناسایی الگوی روابط علی میان یک دسته شاخص و تعیین متغیرهای کلیدی آن به منظور اصلاح و کاربرد حکمرانی محلی آب استان اصفهان بپردازد. همچنین در این پژوهش سعی شده تا با درک روابط علی شاخص‌های مؤثر حکمرانی محلی آب بر کاربست آب مجازی در استان اصفهان به منظور شناسایی و بهتر نمایان‌گر شدن متغیرها، نتایج تحقیق در قالب نرم‌افزار ونسیم<sup>۲</sup> شبیه‌سازی شود.

لازم به ذکر است، جستارهای آب مجازی و حکمرانی آب از پر بسامدترین موضوعات در حوزه منابع آب و حوضه‌های آبریز هستند و محققین به روش‌های مختلفی این دو مقوله را مورد توجه قرار داده‌اند.

گل‌پذیر و همکاران، در پژوهشی به این مسأله پاسخ دادند که کشور ایران به دلیل واقع شدن در اقلیم خشک و نیمه خشک و همچنین رشد روزافزون جمعیت و افزایش مصرف آب با خطر بحران کم‌آبی مواجه است و برای مقابله با این بحران باید نسبت به مدیریت آب با حساسیت بیشتری برخورد شود. بخش کشاورزی مسئولیت تأمین امنیت غذایی جمعیت کشور را به عهده دارد و به شدت به آب وابسته است. ارزش‌گذاری صحیح اقتصادی منابع آب یکی از راه‌های صرفه‌جویی آب در بخش کشاورزی است. تغییر الگوی کشت و واردات محصولات کشاورزی از جمله اقدامات این ساز و کار است. این تحقیق تلاش داشته این دو موضوع را در دو شهرستان استان اصفهان ارزیابی کند. بر اساس یافته‌های آن‌ها، با توجه به سناریوهای بررسی شده در این تحقیق با در نظر گرفتن مفهوم آب مجازی و میزان سوددهی محصولات، می‌توان الگوی کشت را به نحوی تغییر داد که ارزش اقتصادی آب افزایش یابد (Golpazir et al., 2023).

اویسی و همکاران، در پژوهشی به این مسأله پرداختند که تغییرات اقلیمی، رشد جمعیت، گسترش فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی استان اصفهان را با بحران آب مواجه کرده است. در این مقاله برای مقابله با این بحران بررسی آب مجازی و ردپای اکولوژیک آب محصولات راهبردی در بخش کشاورزی برای مدیریت منابع آبی در معرض خطر در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ در نظر گرفته شده است. بر اساس یافته‌های آن‌ها، استان اصفهان تا سال ۱۳۸۶ صادرکننده آب مجازی محصول گندم بوده و در سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۹۴ تنها واردکننده آب مجازی بوده است که دلایل آن افزایش سالیانه جمعیت و وجود خشکسالی بوده است (Ovaysi et al., 2016).

پیری و همکاران و همچنین مبارکی و همکاران، در پژوهش‌های جداگانه‌ای، به بررسی مسأله ردپای آب محصولات عمده کشاورزی شهرستان اصفهان و تعیین الگوی کشت بهینه از منظر ردپای آب و آب مجازی پرداخته‌اند. آن‌ها در نتایج خود بیان کرده‌اند که دانه‌های روغنی و حبوبات بیشترین ردپای آب را داشتند. گیاهان علوفه‌ای، صیفی‌جات و سبزیجات به ترتیب بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب و کم‌ترین ردپای آب را داشتند. در گروه غلات نیز گندم، ذرت علوفه‌ای و پیاز به ترتیب بیش‌ترین آب را دارند و برای کشت در اصفهان توصیه نشده‌اند (Piri et al., 2022; Mobaraki et al., 2021).

مردانی و همکاران، در پژوهشی به این مسأله پرداخته‌اند که بهینه‌سازی مبادلات آب مجازی در ۲۳ شهرستان واقع در استان اصفهان بوده است. همچنین این مقاله تلاش کرده تا میزان صادرات و واردات آب مجازی را در استان اصفهان بررسی کند. استانی

1. DEMATAL

2. Vensim

که بر اساس شاخص فالکن مارک در وضعیت کمبود بسیار شدید منابع آب قرار دارد. با این حال در شهرستان‌های اصفهان و کاشان که بیشترین جمعیت را دارند و از بحران آب رنج می‌برند. محصولات آبیاری مانند گندم و برنج کشت می‌شود که گسترش اراضی تحت آبیاری، توسعه شبکه آبیاری و توسعه صنایع در استان اصفهان حجم قابل ملاحظه‌ای از منابع آب استان به ویژه زاینده‌رود را مصرف می‌کند. همچنین یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که کاهش ۳۰ و ۴۷ درصدی سطح زیر کشت در دو گروه اصلی غلات و علوفه و افزایش سطح زیر کشت گروه اصلی باغی و صیفی به ترتیب با ۳۹ و ۷۷ درصد افزایش باعث بهبود شاخص خالص واردات آب مجازی خواهد شد. در مجموع افزایش ۱۹ درصدی تولید کل، افزایش تقریبی ۵۷ درصدی سود خالص کل در الگوی کشت پیشنهادی نسبت به الگوی جاری می‌تواند نتایج مورد قبولی را فراهم آورد (Mardani et al., 2016).

نبی افجدی و شریف‌زاده، در پژوهشی به صورت موردی به ارزیابی عملکرد حکمرانی آب در زیر حوضه‌های زاینده‌رود در اصفهان و چهار محال بختیاری می‌پردازند. آن‌ها بر اساس یافته‌های خود به این نتیجه رسیده‌اند که ظرفیت انطباق‌پذیری در حوضه زاینده‌رود و دو زیر حوضه آن پایین است. هرچند عملکرد سازمان‌های مرتبط در هر زیرحوضه با دیگری متفاوت است، در مجموع نتایج نشان می‌دهد که تاب‌آوری و انطباق آن‌ها برای مقابله با چالش‌ها پایین است (Nabi Afjadi & Sharifzadeh, 2023).

حاتمی و نوربخش، در پژوهشی به درک معنایی بحران آب نزد کشاورزان سه شهر زیار، اژیه و ورزنه در شرق اصفهان پرداخته‌اند. آن‌ها در یافته‌های خود، حکمرانی غلط آب را به عنوان یک مقوله هسته‌ای استخراج کرده‌اند به گونه‌ای که کشاورزان این شهرستان‌ها بر این باورند که بحران آب ارتباط مستقیمی با آن دارد. در این شیوه یک ساختار سراسر دولتی و فارغ از دخالت ذی نفعان اجتماعی امر مدیریت منابع آب را در دست دارد (Hatami & Nourbakhsh, 2018).

در مجموع، از تحقیقات بررسی شده چنین برداشت می‌شود که توجه به مدیریت و کنترل آب مجازی به عنوان یک راهکار در مدیریت منابع آب مورد توجه قرار گرفته است و حکمرانی آب با رویکردهای سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و جغرافیایی سعی در کاربست این ساز و کار برای مدیریت بحران آب دارد. با این حال آنچه که در این میان مورد کم‌توجهی قرار گرفته است، چگونگی هم‌کنشی آن‌ها با یکدیگر است و این موضوعی است که این مقاله در نظر دارد آن را مورد بررسی قرار دهد.

## ۲- مواد و روش

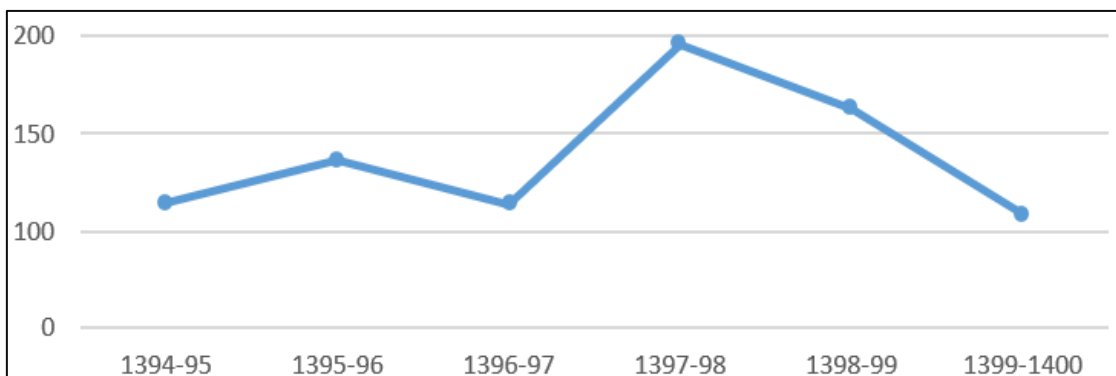
### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

استان اصفهان عمدتاً دارای آب و هوای خشک و نیمه خشک است و میانگین بارش سالانه آن چیزی حدود ۱۶۳ میلی‌متر است. این استان دارای مساحتی حدود ۱۰۷۰۱۹ کیلومتر مربع (۶/۵۵ درصد از مساحت کل کشور) است و در مرکز ایران واقع شده است که از نظر جمعیتی حدود ۶/۵ درصد از جمعیت کل کشور را به خود اختصاص داد و می‌توان آن را از منظر جمعیتی از استان‌های پر جمعیت کشور نام برد که طی چند دهه اخیر به سبب تحولات اقتصادی ناشی از سرمایه‌گذاری‌های کلان ملی و توسعه یافتگی، جمعیت غیربومی زیادی را از سایر استان‌های کشور به خود جذب کرده است و سومین استان پر جمعیت کشور محسوب می‌شود. این استان همواره دارای ۸۹۴۰ بنگاه اقتصادی، ۷۳ شهرک صنعتی، تولیدات ۴۵ درصدی نساجی کشور، سهم ۲۰ درصدی تولیدات فرآورده‌های نفتی و ۷۰ درصد تولیدات آهن و فولاد کشور، رتبه دوم تولیدات دامی با ۴/۸ درصد و ارزش افزوده کشاورزی ۶ درصدی، سهم ۴/۲ درصد از کل اراضی کشاورزی کشور، رتبه نخست صنعت کشاورزی را به خود اختصاص داده است که همه این موارد نیازمند مصرف زیاد آب است. همچنین استان اصفهان به طور کلی دارای سه نوع آب و هوا است که عبارتند از: آب و هوای بسیار خشک تا نیمه خشک گرم (دشت‌های شرقی، مرکزی و شمال‌شرقی)؛ آب و هوای نیمه مرطوب تا سرد (نواحی مرتفع غربی و جنوبی) و آب و هوای نیمه خشک (نواحی مرتفع مرکزی و شمالی) است که با توزیع ناهمگون زمانی و مکانی بارش، وضعیت منابع آب استان را در حالی متفاوتی قرار داده است. (Statistical Yearbook of Isfahan Province, 2018; Bagheri et al, 2022; Bagheri et al, 2023; Agricultural Jihad Organization of Esfahan Province, 2019)

جدول ۱. وضعیت بارش سال زراعی استان اصفهان

سال زراعی	بارش	بارش سال زراعی گذشته	بارش بلند مدت	تفاوت نسبت به بلند مدت (درصد)
۱۳۹۵-۹۶	۱۳۶/۸	۱۱۴/۳	۱۶۸/۷	-۳۱/۹
۱۳۹۶-۹۷	۱۱۴	۱۳۲	۱۵۷/۶	-۴۳/۶
۱۳۹۷-۹۸	۱۹۵/۹	۱۰۸/۲	۱۵۷/۶	۳۸/۳
۱۳۹۸-۹۹	۱۶۳	۱۹۵/۹	۱۵۷/۶	۵/۸
۱۳۹۹-۱۴۰۰	۱۰۸/۸	۱۵۶/۴	۱۵۶/۴	-۳۰/۴

Source: (National Meteorological Organization, 2023)



شکل ۱. وضعیت بارش سال زراعی استان اصفهان

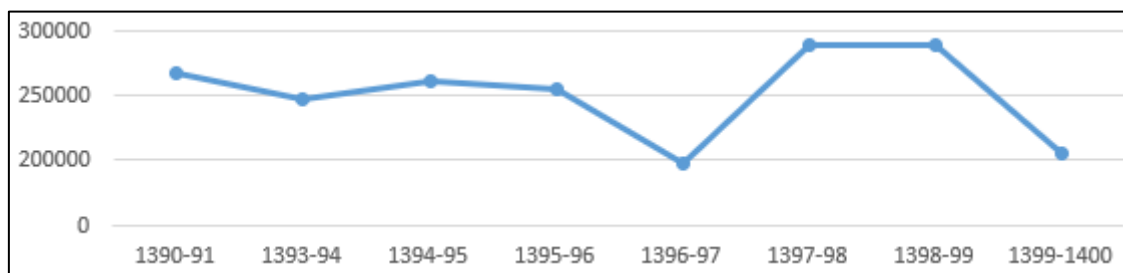
جدول شماره ۱ که وضعیت بارش استان اصفهان در سال‌های زراعی (۱۳۹۴ تا ۱۴۰۰) را نشان می‌دهد. داده‌ها بیانگر آن است که استان اصفهان بیش از یک دهه با کم‌آبی و خشکسالی‌های مداوم همراه بوده است. میزان بارندگی سال زراعی جاری استان نیز تا تاریخ ۱۶/۰۱/۱۴۰۳ حدود ۱۴۴/۴ میلی‌متر بوده که نسبت به مدت مشابه سال قبل آن ۱۸/۲ درصد و نسبت به میانگین بلند مدت ۹/۶ درصد کاهش داشته است. تفاوت میانگین دمای سال زراعی تا تاریخ ۱۳/۰۱/۱۴۰۳ نسبت به بلند مدت نیز نشان می‌دهد که استان اصفهان ۱/۸ درجه سلسیوس گرم‌تر شده است (National Meteorological Organization, 2022). بر این اساس پیش‌بینی می‌شود که استان اصفهان در سال زراعی جاری نیز با وضعیت خشکسالی همراه باشد. لازم به ذکر است، این داده‌ها اهمیت و ضرورت مدیریت منابع آب استان را نشان می‌دهد.

جدول ۲. سطح زیر کشت سالانه محصولات استان اصفهان (هکتار)

سال زراعی	سطح زیر کشت محصولات سالانه		
	جمع	آبی	دیم
۱۳۹۰-۹۱	۲۶۸۱۲۳	۲۴۱۴۳۵	۲۶۶۸۸
۱۳۹۳-۹۴	۲۴۷۴۱۵	۲۲۲۰۸۰	۲۵۳۳۵
۱۳۹۴-۹۵	۲۶۰۸۲۵	۲۳۲۱۶۱	۲۸۶۶۴
۱۳۹۵-۹۶	۲۵۴۶۵۰	۲۲۵۳۷۱	۲۹۲۷۹
۱۳۹۶-۹۷	۱۹۶۷۹۴	۱۷۶۷۸۵	۲۰۰۰۹
۱۳۹۷-۹۸	۲۸۹۹۷۳	۲۵۳۵۸۵	۳۶۴۸۸
۱۳۹۸-۹۹	۲۸۹۱۱۱	-	-
۱۳۹۹-۱۴۰۰	۲۰۵۸۵۴	۱۹۴۹۰۱	۱۰۹۵۲

Source: (Isfahan Province Agricultural Jihad Organization: 2019 and authors' calculations)

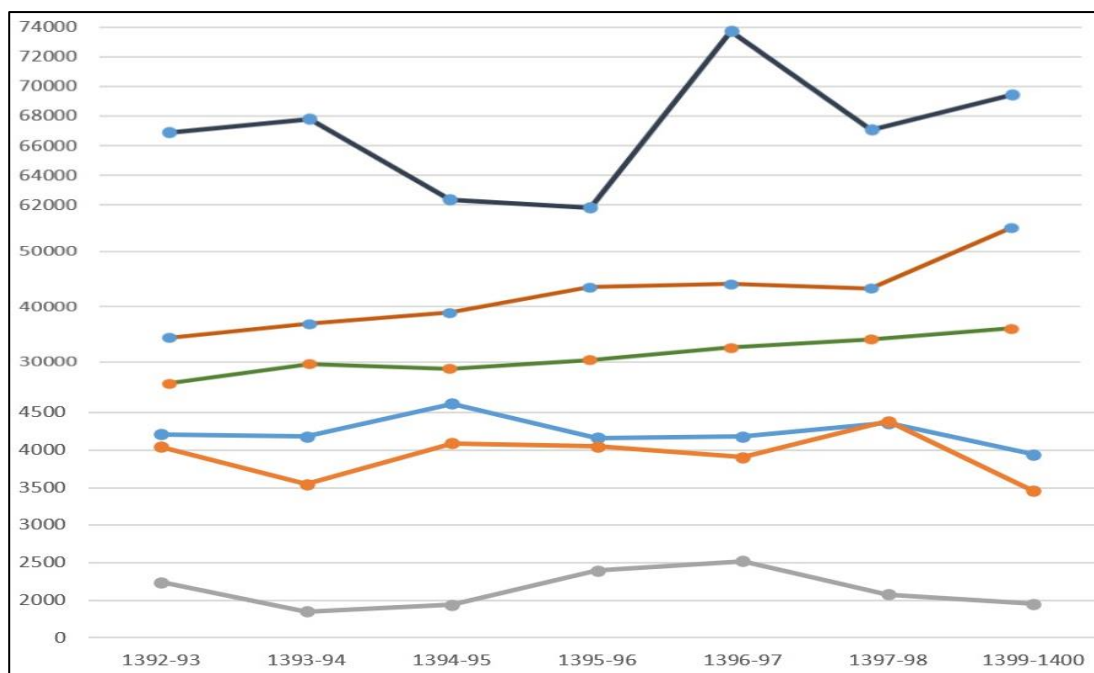
شکل ۲. سطح زیر کشت سالانه محصولات استان اصفهان (هکتار)



جدول ۳. سطح زیر کشت و مقدار تولید سالانه محصولات زراعی راهبردی در استان اصفهان (هکتار-تن-کیلوگرم در هکتار)

محصول	۱۳۹۰-۹۱		۱۳۹۷-۹۸			۱۳۹۲-۹۳			۱۳۹۹-۱۴۰۰	
	سطح	تولید	عملکرد	تولید	سطح	عملکرد	تولید	سطح	تولید	
گندم	۷۶۴۰۵	۳۳۲۴۷۷	۴۳۶۴	۲۸۰۳۴۲	۶۴۹۳۹	۴۲۱۲	۲۱۵۳۷۱	۳۷۲۰۰	۱۴۶۶۹۰	
جو	۵۱۷۱۷	۱۸۷۹۸۴	۳۹۰۵	۱۸۶۹۳۴	۴۲۶۱۷	۴۰۴۱	۱۹۹۲۳۰	۴۰۵۴۳	۱۴۰۲۴۳	
پیاز	-	-	۶۷۱۰۶	۳۹۰۳۵۰	۵۸۱۷	۶۶۹۰۵	۲۴۴۲۰۵	۴۹۰۳	۳۴۰۵۸۱	
چغندر قند	۳۰۴۲	۹۱۹۲۲	۴۳۳۱۸	۶۰۴۷۲	۱۳۹۶	۳۴۴۱۴	۵۳۷۵۵	۱۶۱۲	۸۷۵۰۸	
سیب زمینی	-	-	۳۴۱۰۳	۵۲۸۰۹۴	۱۵۴۸۵	۲۶۱۶۶	۴۶۸۲۷۰	۱۳۶۹۵	۴۹۴۳۴۹	
کلزا	۲۰۳۷	۳۰۳۰	۲۰۷۵	۱۱۶۶	۵۶۲	۲۲۴۰	۷۱۹	۳۳۷	۶۵۸	

Source: (Isfahan Province Agricultural Jihad Organization: 2019 and authors' calculations)



شکل ۳. وضعیت عملکرد تولید محصولات کشاورزی در استان اصفهان. از پایین به بالا عملکرد کلزا، جو، گندم، سیب زمینی، چغندر قند و پیاز مبتنی بر داده‌های جدول شماره ۳

مجموع اراضی زراعی استان حدود ۴۸۶ هزار هکتار است که در سال‌های نرمال حدود ۷۰ درصد آن به کشت محصولات زراعی مانند انواع غلات، حبوبات و محصولات علوفه‌ای، جالیزی و انواع سبزی و صیفی و گیاهان زینتی اختصاص می‌یابد و تولید سالانه محصولات زراعی استان در شرایط عادی حدود ۴/۶ میلیون تن است. مجموع اراضی باغی استان نیز حدود ۷۹ هزار هکتار است و بیشتر شامل محصولاتی مانند انواع سیب درختی، انار، به، انگور، بادام، پسته، گلابی و زردآلو است. مجموع تولیدات باغی و گلخانه‌ای

استان در شرایط عادی حدود ۸۰۰ هزار تن برآورد شده است (Agricultural Jihad Organization of Isfahan Province, 2019).

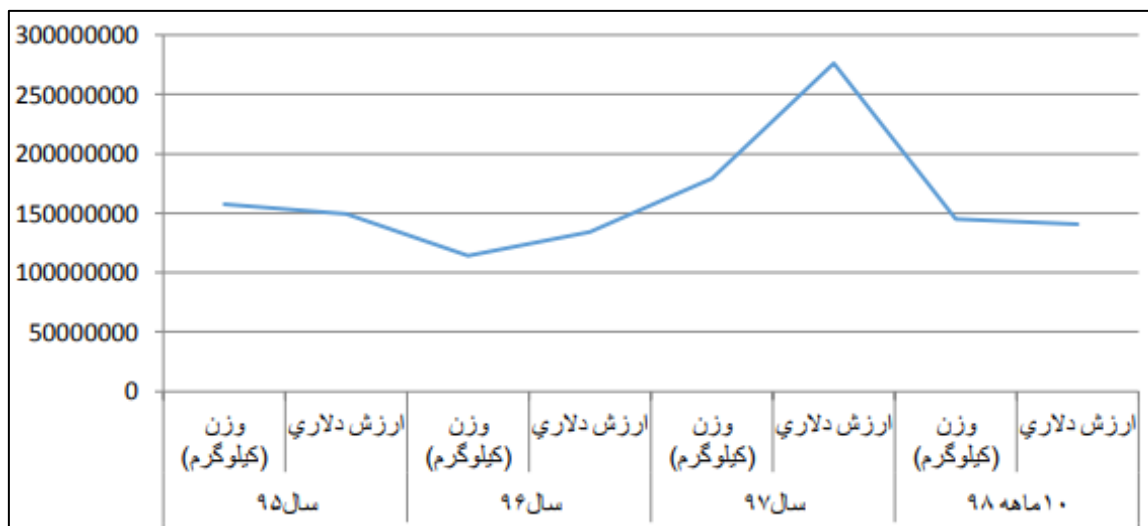
داده‌های این بخش (جدول ۳ و شکل ۳) نشان می‌دهد علی‌رغم این که سازمان جهاد کشاورزی استان برنامه‌ریزی لازم برای مدیریت منابع آب را در دستور کار خود قرار داده، اما آنچه که در میزان سطح زیر کشت و عملکرد تولید محصولات کشاورزی تعیین کننده بوده میزان بارش بوده است. این در حالی است که بیش از یک دهه است که استان اصفهان با مشکل خشکسالی روبه‌رو است. از مجموع ۳۵ دشت استان، ۲۷ دشت در وضعیت ممنوعه یا ممنوعه بحرانی قرار دارند. تخلیه مداوم منابع آب‌های زیرزمینی و عدم تجدید آن‌ها باعث افت سطح آن‌ها و سپس بروز پدیده فرونشست شده که به معنی تخریب دائمی سفره‌های آب زیرزمینی است. استان اصفهان با ۱۶ هزار چاه غیرمجاز پس از آذربایجان غربی و تهران در رده سوم دارندگان بیشترین چاه غیرمجاز در کشور است. بر اساس شاخص‌های بلندمدت ۵۴/۴ درصد مساحت استان اصفهان درگیر خشکسالی شدید است (Bagheri et al, 2022). براساس اطلاعات اطلس آب وزارت نیرو کسری تجمعی مخازن آب زیرزمینی استان اصفهان منتهی به سال آبی ۱۳۸۹-۹۰ حدود ۱۳۰۰۰ میلیون مترمکعب بوده است (Ministry of Energy, 2021). آمارهای موجود نشان می‌دهد که از سال ۱۳۹۵ تاکنون سرعت فرونشست زمین در اصفهان افزوده شده و از دو درصد مساحت استان به ده درصد افزایش یافته است. علی‌رغم وضع موجود استان در فرونشست زمین، برابر داده‌های جدول همچنان حدود ۷۲ درصد نیاز آبی کشت بهاره و پاییزه از آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود.

جدول ۴. اطلاعات و شاخص‌های کشاورزی استان اصفهان

سناریوی آبی				شرح شاخص
نرمال	کم آبی خفیف	کم آبی متوسط	کم آبی شدید	
۲۲۷۸۰۰۱	۱۸۶۱۳۳۶	۱۲۸۳۴۱۴	۱۱۳۹۵۸۶	آب زیرزمینی (هزار مترمکعب)
۹۶۶۹۲۸	۷۷۱۸۸۸	۴۸۲۴۳۰	۲۰۲۸۱۶	آب سطحی (هزار مترمکعب)
۳۲۴۴۹۲۹	۲۶۳۳۲۲۴	۱۷۶۵۸۴۳	۱۳۴۲۳۹۲	جمع آب قابل استفاده (هزار مترمکعب)
۳۰۳۹۱۰	۲۸۱۵۴۲	۲۰۳۰۹۱	۱۷۵۶۷۷	سطح زیر کشت (هکتار)
۵۷۸۲۸۸۲	۴۹۲۳۲۴۸	۲۸۵۲۱۰۷	۲۳۳۹۹۳۰	تولید (تن)
۱۸۷۶۶۱۶	۱۷۵۴۸۶۶	۱۳۳۶۲۷۶	۱۱۹۶۹۱۰	نیاز آبی خالص (هزار مترمکعب)
۳۳۲۷۶۸۴	۳۰۹۹۶۷۶	۲۳۰۴۰۲۰	۲۰۲۷۰۷۶	نیاز آبی ناخالص (هزار مترمکعب)
۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	راندمان آبیاری (درصد)

Source: (Isfahan Province Agricultural Jihad Organization, 2021)

داده‌های جدول شماره ۴ نشان می‌دهد که حجم آب قابل دسترس از میزان آب ناخالص مورد نیاز بسیار کمتر است. با وجود این کسری در منابع آب در دسترس، استان اصفهان یکی از استان‌هایی است که به صادرات آب مجازی اقدام می‌کند.



شکل ۴. آمار صادرات محصولات کشاورزی استان اصفهان

Source: (Isfahan Province Agricultural Jihad Organization, 2021)

## ۲-۲- روش پژوهش

روش‌شناسی حاکم بر پژوهش، توصیفی-تحلیلی است. داده‌های مورد نیاز پژوهش با روش کتابخانه‌ای و میدانی (مصاحبه و پرسش‌نامه) گردآوری و با بهره‌گیری از تکنیک DEMATEL، مدل ترکیبی FCOPRAS و FSOARA و نرم‌افزار Vensim مورد تحلیل قرار گرفته است.

در مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی اسناد متغیرهایی که بر چگونگی حکمرانی محلی آب و اثر آن بر کاربست آب مجازی در استان اصفهان شناسایی و در جلسات طوفان فکری با خبرگان مورد ارزیابی قرار گرفت، در نهایت ۲۶ عامل به عنوان گویه‌های مؤثر در حکمرانی محلی آب بر کاربست آب مجازی در استان اصفهان شناسایی شد.

جدول ۵. گویه‌های مؤثر در حکمرانی محلی آب بر کاربست آب مجازی در استان اصفهان

متغیرهای تأثیرگذار	متغیرهای تأثیرگذار
توسعه صنایع آب بر در استان اصفهان	نبود ساختار حکمرانی مناسب آب در استان اصفهان
تهدیدات اقتصادی ناشی از کمبود یا کاهش محصولات کشاورزی در استان اصفهان	عدم تعامل و ارتباط نهادها و گرداران برای هماهنگی و انسجام در زمینه حکمرانی
عدم حرکت مناسب به سمت حکمرانی محلی آب موفق با هم‌افزایی و خرد جمعی در استان اصفهان	عدم اصلاح سیاست‌ورزی و لابی‌گری‌ها در حکمرانی محلی آب استان اصفهان
عدم سیاست‌های مناسب برای بهبود و طرح تعادل بخشی از دیدگاه حکمرانی آب در استان اصفهان	بی‌توجهی به ضرورت برنامه‌ریزی فضایی (برنامه‌ریزی آمایش سرزمین) در اتخاذ رویکرد بخشی به مدیریت آب استان اصفهان
عدم امنیت منابع آب در استان اصفهان	تغییرات اقلیمی و الگوی بارش در استان اصفهان
تخلیه جمعیت روستاهای استان اصفهان	افزایش تهدیدات امنیت غذایی در استان اصفهان
کاهش کیفیت منابع آب در استان اصفهان	کاهش منابع آب‌های زیرزمینی در اصفهان
توسعه ناپایدار و تخصیص غیریکپارچه آب در استان اصفهان	افزایش جمعیت در استان اصفهان و مصارف بی‌رویه آب در حوزه‌های مختلف
گسترش حاشیه‌نشینی ناشی از آسیب‌های اقتصادی در استان اصفهان	نابودی معیشت وابسته به کشاورزی در رشد مشاغل کاذب در استان اصفهان
بروز خشکسالی‌ها و گسترش بیابان‌زایی در استان اصفهان	عدم فعال‌سازی شورای هماهنگی مدیریت بین بخشی منابع آب در حوضه آبریز زاینده رود و استان اصفهان
وجود مافیای آب در استان اصفهان	تعارضات اجتماعی حول محور آب در استان اصفهان
تشدید فرونشست زمین در اصفهان	نبود الگوی کشت مناسب در استان اصفهان
شفاف نبودن منابع و مصارف آب در استان اصفهان	اصلاح شبکه‌های توزیع آب آشامیدنی در استان اصفهان

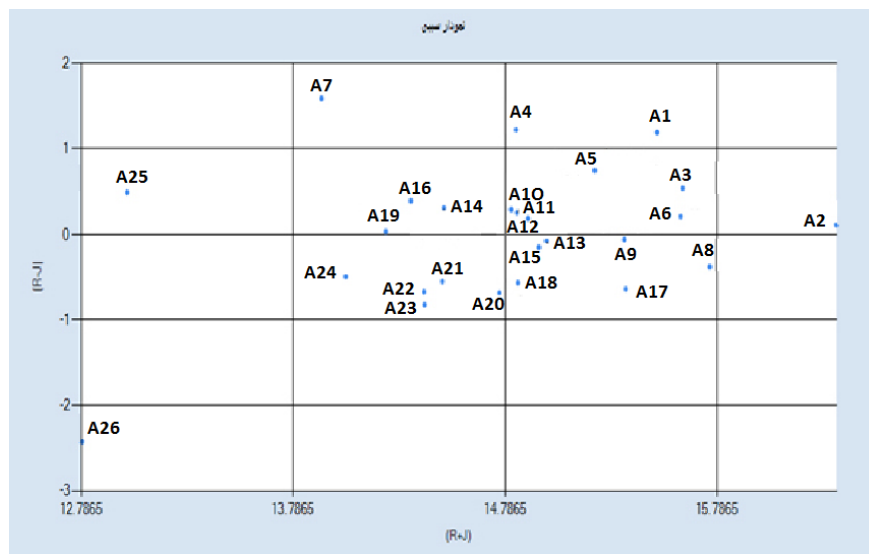
## ۳- یافته‌ها

## ۳-۱- شناسایی روابط میان متغیرها با تکنیک دیمتل

متغیرهای شناسایی شده در قالب پرسش‌نامه متقاطع طراحی و در اختیار خبرگان پژوهش قرار گرفت. اطلاعات پرسش‌نامه، داده‌های لازم را جهت محاسبات تکنیک دیمتل فراهم آورد.

جدول ۶. محاسبه روابط میان متغیرها با تکنیک DEMATEL

کد	متغیرهای تأثیرگذار بر کاربست آب مجازی در حکمرانی محلی استان اصفهان	مجموع ستونی R	مجموع ستونی J	R+J	R-J
A1	نبود ساختار حکمرانی مناسب آب در استان اصفهان	8.3454	7.1561	15.5014	1.1893
A2	بی توجهی به ضرورت برنامه‌ریزی فضایی (برنامه‌ریزی آمایش سرزمین) در اتخاذ رویکردبخشی به مدیریت آب استان اصفهان	8.2303	8.1178	16.3481	0.1125
A3	تعارضات اجتماعی حول محور آب در استان اصفهان	8.0792	7.5437	15.6228	0.5355
A4	توسعه صنایع آب‌بر در استان اصفهان	8.029	6.808	14.837	1.2209
A5	عدم تعامل و ارتباط نهادها و گرداران برای هماهنگی و انسجام در زمینه حکمرانی	7.9768	7.2315	15.2083	0.7453
A6	عدم اصلاح سیاست‌ورزی و لابی‌گری‌ها در حکمرانی محلی آب استان اصفهان	7.9109	7.7028	15.6137	0.2081
A7	عدم حرکت مناسب به سمت حکمرانی محلی آب موفق با هم افزایی و خرد جمعی در استان اصفهان	7.7531	6.1666	13.9197	1.5865
A8	کاهش کیفیت منابع آب در استان اصفهان	7.6849	8.0664	15.7512	-0.3815
A9	عدم سیاست‌های مناسب برای بهبود و طرح تعادل بخشی از دیدگاه حکمرانی آب در استان اصفهان	7.6436	7.7033	15.3468	-0.0597
A10	نبود الگوی کشت مناسب در استان اصفهان	7.5499	7.2631	14.813	0.2867
A11	بروز خشکسالی‌ها و گسترش بیابان‌زایی در استان اصفهان	7.547	7.2939	14.8409	0.253
A12	افزایش جمعیت در استان اصفهان و مصارف بی‌رویه آب در حوزه‌های مختلف	7.5383	7.3547	14.893	0.1836
A13	وجود مافیای آب در استان اصفهان	7.4512	7.529	14.9801	-0.0778
A14	تغییرات اقلیمی و الگوی بارش در استان اصفهان	7.4007	7.0962	14.4968	0.3045
A15	توسعه ناپایدار و تخصیص غیریکپارچه آب در استان اصفهان	7.3961	7.5494	14.9455	-0.1532
A16	عدم فعال‌سازی شورای هماهنگی مدیریت بین بخشی منابع آب در حوضه آبریز زاینده رود و استان اصفهان	7.3665	6.9747	14.3411	0.3918
A17	گسترش حاشیه‌نشینی ناشی از آسیب‌های اقتصادی در استان اصفهان	7.3572	7.9975	15.3547	-0.6402
A18	نابودی معیشت وابسته به کشاورزی در رشد مشاغل کاذب در استان اصفهان	7.1383	7.7071	14.8455	-0.5688
A19	شفاف نبودن منابع و مصارف آب در استان اصفهان	7.1275	7.0953	14.2228	0.0321
A20	تخلیه جمعیت روستاهای استان اصفهان	7.0353	7.7236	14.7589	-0.6883
A21	کاهش منابع آب‌های زیرزمینی در اصفهان	6.9675	7.5217	14.4892	-0.5542
A22	افزایش تهدیدات امنیت غذایی در استان اصفهان	6.8654	7.5376	14.403	-0.6722
A23	عدم اصلاح شبکه‌های توزیع آب آشامیدنی در استان اصفهان	6.7903	7.6153	14.4057	-0.825
A24	تهدیدات اقتصادی ناشی از کمبود یا کاهش محصولات کشاورزی در استان اصفهان	6.7693	7.2636	14.0328	-0.4943
A25	تشدید فرونشست زمین در اصفهان	6.7457	6.2566	13.0023	0.4891
A26	عدم امنیت منابع آب در استان اصفهان	5.1827	7.6064	12.7892	-2.4237



شکل ۵. روابط علت و معلولی بین متغیرها

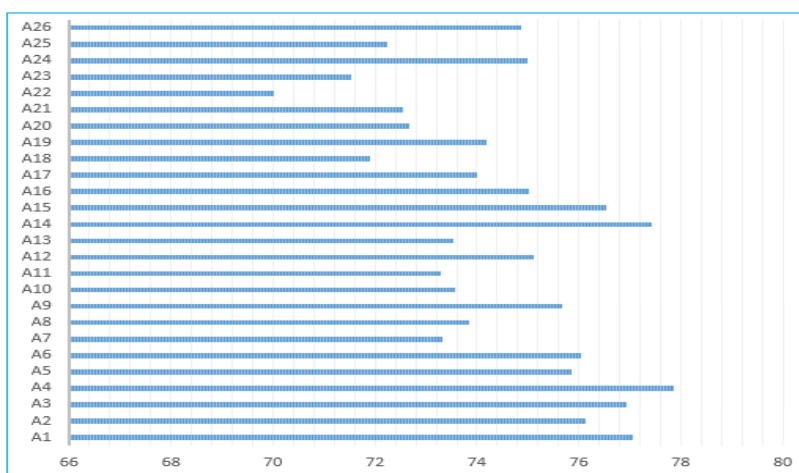
بررسی شاخص‌ها بر اساس ۲۶ متغیر و شاخص مطابق جدول (۱) پرداخته شد. برای بررسی متغیرها از نظر ۲۶ خبره استفاده شده است. میزان اهمیت شاخص‌ها با  $(J_i + R_i)$  و رابطه بین معیارها با  $(J_i - R_i)$  مشخص می‌شود. اگر  $J_i - R_i > 0$  باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر  $J_i - R_i < 0$  باشد معیار مربوطه اثرپذیر است. به عبارتی هرچه مقدار  $J + R$  بیشتر باشد، آن متغیر تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. بنابراین متغیرهایی مانند نبود ساختار حکمرانی مناسب آب در استان اصفهان، بی‌توجهی به ضرورت برنامه‌ریزی فضایی، تعارضات اجتماعی حول محور آب در استان اصفهان، توسعه صنایع آب‌بر در استان اصفهان، عدم تعادل و ارتباط نهادها و گرداران برای هماهنگی و انسجام در زمینه حکمرانی، عدم اصلاح سیاست‌ورزی و لابی‌گری‌ها در حکمرانی محلی آب در استان اصفهان، کاهش کیفیت منابع آب در استان اصفهان، عدم سیاست‌های مناسب برای بهبود و طرح تعادل بخشی از دیدگاه حکمرانی آب در استان اصفهان، نبود الگوی کشت متناسب در استان اصفهان، بروز خشکسالی و گسترش بیابان‌زایی در استان اصفهان، افزایش جمعیت در استان و مصارف بی‌رویه آب در حوزه‌های مختلف، وجود مافیای آب در استان اصفهان، توسعه ناپایدار و تخصیص غیریکپارچه آب در استان اصفهان، گسترش حاشیه‌نشینی ناشی از آسیب‌های اقتصادی، نابودی معیشت وابسته به کشاورزی و رشد مشاغل کاذب و ... نشان‌دهنده تعامل بالا و ارتباط سیستمی قوی با سایر متغیرها هستند. از سویی دیگر همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد بردار عمودی  $(J - R)$  قدرت تأثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. بنابراین متغیر نبود ساختار حکمرانی مناسب آب در استان اصفهان، بی‌توجهی به ضرورت برنامه‌ریزی فضایی، توسعه صنایع آب‌بر در استان اصفهان، عدم تعادل و ارتباط نهادها و گرداران برای هماهنگی و انسجام، نبود الگوی کشت متناسب در استان اصفهان، بروز خشکسالی و گسترش بیابان‌زایی در استان اصفهان و ... علت این مدل سیستمی محسوب می‌شوند و عواملی مانند گسترش حاشیه‌نشینی ناشی از آسیب‌های اقتصادی، عدم سیاست‌های مناسب برای بهبود و طرح تعادل بخشی از دیدگاه حکمرانی آب در استان اصفهان، وجود مافیای آب در استان اصفهان، توسعه ناپایدار، تهدیدات اقتصادی ناشی از کمبود محصولات کشاورزی، عدم امنیت منابع آب در استان اصفهان و ... به عنوان معلول نمایش داده شده است. به‌طور کلی اگر  $J - R$  مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود.

### ۳-۲- تعیین ضریب اهمیت و رتبه‌بندی متغیرهای شناسایی شده

متغیرها در قالب پرسش‌نامه متقاطع کلیدی دیگری طراحی و در اختیار جامعه آماری پژوهش قرار گرفت، اطلاعات پرسش‌نامه داده‌های لازم را جهت وزن‌دهی به متغیرهای شناسایی شده بر کاربست آب مجازی در حکمرانی محلی استان اصفهان با مدل ترکیبی FSOARA و FCOPRAS فراهم کرد.

جدول ۷. ضریب اهمیت و رتبه‌بندی متغیرهای تأثیرگذار بر کاربست آب مجازی در حکمرانی محلی استان اصفهان

رتبه	امتیاز از ۱۰۰	متغیرهای تأثیرگذار بر کاربست آب مجازی در حکمرانی محلی استان اصفهان	کد
۳	۷۷/۰۶	نبود ساختار حکمرانی مناسب آب در استان اصفهان	A1
۶	۷۶/۱۲	بی‌توجهی به ضرورت برنامه‌ریزی فضایی (برنامه‌ریزی آمایش سرزمین) در اتخاذ رویکردبخشی به مدیریت آب	A2
۴	۷۶/۹۲	تعارضات اجتماعی حول محور آب در استان اصفهان	A3
۱	۷۷/۸۷	توسعه صنایع آب‌بر در استان اصفهان	A4
۸	۷۵/۸۵	عدم تعامل و ارتباط نهادها و گرداران برای هماهنگی و انسجام در زمینه حکمرانی	A5
۷	۷۶/۰۳	عدم اصلاح سیاست‌ورزی و لابی‌گری‌ها در حکمرانی محلی آب استان اصفهان	A6
۱۰	۷۵/۳۲	عدم حرکت مناسب به سمت حکمرانی محلی آب موفق با هم‌افزایی و خرد جمعی در استان اصفهان	A7
۱۷	۷۳/۸۶	کاهش کیفیت منابع آب در استان اصفهان	A8
۹	۷۵/۶۷	عدم سیاست‌های مناسب برای بهبود و طرح تعادل‌بخشی از دیدگاه حکمرانی آب در استان اصفهان	A9
۱۸	۷۳/۵۶	نبود الگوی کشت مناسب در استان اصفهان	A10
۲۰	۷۳/۲۸	بروز خشکسالی‌ها و گسترش بیابان‌زایی در استان اصفهان	A11
۱۱	۷۵/۱۲	افزایش جمعیت در استان اصفهان و مصارف بی‌رویه آب در حوزه‌های مختلف	A12
۱۹	۷۳/۵۴	وجود مافیای آب در استان اصفهان	A13
۲	۷۷/۴۳	تغییرات اقلیمی و الگوی بارش در استان اصفهان	A14
۵	۷۶/۵۴	توسعه ناپایدار و تخصیص غیریکپارچه آب در استان اصفهان	A15
۱۲	۷۵/۰۱	عدم فعال‌سازی شورای هماهنگی مدیریت بین بخشی منابع آب در حوضه آبریز زاینده رود و استان اصفهان	A16
۱۶	۷۴/۰۱	گسترش حاشیه‌نشینی ناشی از آسیب‌های اقتصادی در استان اصفهان	A17
۲۴	۷۱/۸۹	نابودی معیشت وابسته به کشاورزی در رشد مشاغل کاذب در استان اصفهان	A18
۱۵	۷۴/۱۸	شفاف نبودن منابع و مصارف آب در استان اصفهان	A19
۲۱	۷۲/۶۷	تخلیه جمعیت روستاهای استان اصفهان	A20
۲۲	۷۲/۵۴	کاهش منابع آب‌های زیرزمینی در اصفهان	A21
۲۶	۷۰/۰۲	افزایش تهدیدات امنیت غذایی در استان اصفهان	A22
۲۵	۷۱/۵۴	عدم اصلاح شبکه‌های توزیع آب آشامیدنی در استان اصفهان	A23
۱۳	۷۴/۹۸	تهدیدات اقتصادی ناشی از کمبود یا کاهش محصولات کشاورزی در استان اصفهان	A24
۲۳	۷۲/۲۳	تشدید فرونشست زمین در اصفهان	A25
۱۴	۷۴/۸۶	عدم امنیت منابع آب در استان اصفهان	A26



شکل ۶. نمودار ضریب اهمیت متغیرهای مؤثر حکمرانی محلی آب بر کاربست آب مجازی در استان اصفهان

با توجه به جدول ۷ و شکل ۶ متغیرهای توسعه صنایع آب بر در استان اصفهان، تغییرات اقلیمی و الگوی بارش، نبود ساختار حکمرانی مناسب در استان اصفهان، تعارضات اجتماعی حول محور آب، توسعه ناپایدار و تخصیص غیر یکپارچه منابع آب در استان اصفهان، بی‌توجهی به ضرورت آمایش سرزمین و عدم اصلاح سیاست‌ورزی و لابی‌گری در حکمرانی محلی آب استان اصفهان از دیدگاه خبرگان پژوهش به ترتیب به عنوان متغیرهای کلیدی شناسایی شدند.

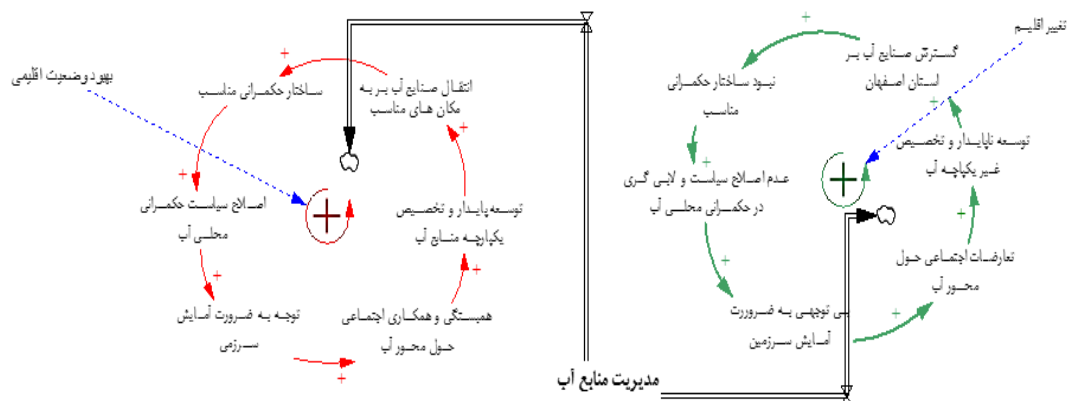
#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

مطابق با یافته‌های پژوهش می‌توان ادعا نمود که موضوع مقابله با خشکسالی و مدیریت اثرات آن در استان اصفهان در قالب طرح‌هایی مانند مطالعات الگوی کشت مورد بررسی قرار گرفته اما هنوز اثرات آن در مدیریت منابع آب به صورت ملموس مشاهده نمی‌شود. با وجود وضعیت موجود هنوز صادرات آب مجازی در استان یکی از اولویت‌های استان است. در برنامه‌های توسعه پنج ساله ششم نیز برای استان توسعه بخش کشاورزی پیش‌بینی شده است. لذا چنین برآورد می‌شود که هنوز موضوع آب مجازی و حکمرانی منابع آب در استان اصفهان به اولویت سیاست‌گذاری تبدیل نشده است. در حال حاضر تلاش مسئولان برای انتقال بین حوضه‌ای آب به استان اصفهان و تغذیه ذخایر آب سد زاینده رود از طریق تونل‌های کوه‌رنگ به عنوان نقطه امید دست اندرکاران برای جبران کاهش منابع آب مورد نیاز در بخش‌های مختلف است. راندمان پایین عملکرد محصولات نیز بر نیاز آبی استان افزوده است. هر چند در مطالعات الگوی کشت به تغییر برخی از محصولات اشاره شده است اما همچنان غلات ۴۳ درصد سطح زیر کشت اراضی زراعی استان را به خود اختصاص می‌دهد. با وجود این در بخش افزایش راندمان عملکرد محصولات در حالت کم آبی شدید تنها به ۵۹ درصد اکتفا شده است. از این رو به نظر می‌رسد هنوز موضوع آب مجازی و حکمرانی منابع آب موضوعاتی هستند که با کم توجهی همراه هستند.

با توجه به وضعیت نابسامان منابع آب در استان اصفهان و حساسیت‌های ناشی از تهدیدات و پیامدهای ناشی از بحران آب در آن، بدون شک این مسأله باعث شده تا امروزه مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعتی و شرب مورد اهمیت قرار گیرد. با کاهش منابع آب‌های زیرزمینی در استان که در سال ۱۳۹۹ حدود ۴۰۸ میلیون متر مکعب به طور سالیانه تخمین زده شد (Isfahan Regional Water Joint Stock Company) و پیروی از یک الگوی کشت غرقابی به همراه الگوی مصرف بهینه و عدم شفاف‌سازی در تخصیص، توزیع و مصرف آب در بخش‌های مختلف از جمله صنایع آب بر در استان اصفهان و نیز انتقال آب از سرشاخه‌های منابع آبی استان نظیر چشمه‌ی دیمه و تونل کوه‌رنگ در استان چهارمحال و بختیاری و رودخانه پلاسجان و چشمه لنگان و مرغاب در استان اصفهان به سایر حوضه‌ها و استان‌های همجوار که حاکی از وجود شکاف در حکمرانی منابع آب استان دارد، باعث شده تا علاوه بر این که بر دامنه بحران آب و کاهش کمیّت و کیفیت منابع آب در استان اصفهان بیافزاید؛ باعث افزایش تهدیدات اقتصادی، غذایی و اجتماعی شود. نتایج تحقیق مطابق شکل (۷) با استفاده از مدل Vensim نشان می‌دهد ساختار مدیریت منابع آب در استان اصفهان پیچیده و در وضعیت نامناسبی قرار دارد. توسعه صنایع آب بر در استان اصفهان، تغییرات اقلیمی و الگوی بارش، نبود ساختار حکمرانی مناسب در استان اصفهان، تعارضات اجتماعی حول محور آب، توسعه ناپایدار و تخصیص غیر یکپارچه منابع آب در استان اصفهان، بی‌توجهی به ضرورت آمایش سرزمین و عدم اصلاح سیاست‌ورزی و لابی‌گری در حکمرانی محلی آب استان را از مهم‌ترین عوامل شناسایی شده دانست که دارای قدرت تأثیرگذاری بیشتری بوده‌اند. به طوری که، می‌توان با اصلاح و بازمهندسی حکمرانی منابع آب در استان اصفهان به ویژه در مقیاس محلی، مدیریت و کنترل آب مجازی به عنوان یک راهکار مطلوب در مدیریت بهینه منابع آب در مقیاس محلی به کار گرفت. از این روی، با توجه به نتایج تحقیق، کاربرد آب مجازی می‌تواند در جلوگیری از رخداد وضعیت بحرانی منابع آب در استان اصفهان قلمداد کرد.

طی سال‌های اخیر با وجود بحران فزاینده منابع آب در استان اصفهان و همچنین استفاده بی‌رویه از منابع و مصارف آب که حاکی از وجود حکمرانی ضعیف بر روی منابع آب استان است، سبب گردیده تا با توجه به پیامدها و تهدیدات ناشی از آن‌ها، بسیاری از مسئولان و ذی‌مدخلان به فکر ارائه راهکارهایی برای مقابله با این چالش باشند. بدین ترتیب لازم است تا با به کارگیری یک رویکرد مطلوب در حکمرانی و مدیریت محلی آب استان اصفهان بسیاری از تهدیدات ناشی از چالش‌های آبی استان را کاهش داد که در این راستا، مدیریت و کنترل آب مجازی به عنوان راهکاری نوین بایستی مورد توجه قرار گیرد. داده‌های آماری منتشر شده از سوی سازمان جهاد کشاورزی و دیگر نهادهای استان بیانگر آن است که با وجود مطالعات تغییر الگوی کشت، هنوز ضرورت توجه به آب مجازی در عرصه سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی به خوبی درک نشده است. بنیاد این چنین ویژگی‌ها و شناسه‌هایی بررسی عوامل

مؤثر بر حکمرانی محلی آب استان اصفهان در کاربست آب مجازی بسیار ضروری به نظر می‌رسد. بدین ترتیب، با مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان تحقیق، متغیرهای تأثیرگذار بر حکمرانی محلی آب در کاربست آب مجازی استان اصفهان شناسایی و با بهره‌گیری از تکنیک DEMATEL، مدل ترکیبی FCOPRAS و FSOARA و نرم‌افزار Vensim مورد تحلیل قرار گرفته است. از همین رو، ۶ متغیر نبود ساختار حکمرانی مناسب آب در استان اصفهان، بی‌توجهی به ضرورت برنامه‌ریزی فضایی، توسعه صنایع آب‌بر در استان اصفهان، عدم تعادل و ارتباط نهادها و گرداران برای هماهنگی و انسجام، نبود الگوی کشت متناسب در استان اصفهان، بروز خشکسالی و گسترش بیابان‌زایی در استان اصفهان و ... از ۲۶ متغیر به عنوان متغیرهای علی و نیز ۶ متغیر گسترش حاشیه‌نشینی ناشی از آسیب‌های اقتصادی، عدم سیاست‌های مناسب برای بهبود و طرح تعادل بخشی از دیدگاه حکمرانی آب در استان اصفهان، وجود مافیای آب در استان اصفهان، توسعه ناپایدار، تهدیدات اقتصادی ناشی از کمبود محصولات کشاورزی، عدم امنیت منابع آب در استان اصفهان و ... به عنوان متغیرهای معلول در حکمرانی محلی آب استان اصفهان به منظور کاربست آب مجازی مورد شناسایی قرار گرفتند. لازم به ذکر است استنتاج نتایج این رتبه‌بندی نشان داده که از ۲۶ متغیر تأثیرگذار، ۷ متغیر توسعه صنایع آب‌بر در استان اصفهان، تغییرات اقلیمی و الگوی بارش، نبود ساختار حکمرانی مناسب در استان اصفهان، تعارضات اجتماعی حول محور آب، توسعه ناپایدار و تخصیص غیر یکپارچه منابع آب در استان اصفهان، بی‌توجهی به ضرورت آمایش سرزمین و عدم اصلاح سیاست‌ورزی و لابی‌گری در حکمرانی محلی آب استان اصفهان از دیدگاه خبرگان پژوهش به ترتیب به عنوان متغیرهای کلیدی شناسایی شدند که به منظور کاربست آب مجازی بایستی مورد توجه قرار گیرند.



شکل ۷. شبیه سازی نتایج تحقیق در نرم افزار Vensim با نام مدل صفر و صد

## ۵- سپاس‌گزاری

این مقاله با حمایت‌های مادی و معنوی معاونت پژوهشی دانشگاه حکیم سبزواری و معاونت پژوهشی دانشگاه خوارزمی انجام شده است.

## ۶- فهرست منابع

- اسکوهی، مائده و اسماعیلی، کاظم (۱۴۰۰). تحلیلی بر نظریه‌های حکمرانی و مدیریت منابع آب در ایران. نشریه آب و توسعه پایدار، سال هشتم، شماره ۱، صص ۱-۱۰. doi: 10.22067/jwsd.v8i1.88216
- افسری، عبدالحمید، حاجی ناصری، سعید، فاضلی، محمد و داوود فیرحی (۱۳۹۶). مدل داده بنیاد بررسی جامعه شناختی حکمرانی آب در بحران دریاچه ارومیه. فصلنامه مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی، دوره ۷، شماره ۲۵، زمستان. [https://sspp.iranjournals.ir/article\\_29726.html](https://sspp.iranjournals.ir/article_29726.html)
- امینی، سید جواد و فتح اله پور کامی، فرج اله. (۱۳۹۹). کنکاش و تحلیلی سیاستی بر حکمرانی آب در ایران. پژوهش‌های برنامه و توسعه، (۲)، ۱۶۹-۱۹۸. doi: 10.22034/pbr.2020.104647
- اویسی فاطمه، فتاحی اردکانی احمد، فهرستی ثانی مسعود. بررسی آب مجازی و ردپای اکولوژیک آب در محصول گندم آبی استان اصفهان. علوم آب و خاک. ۱۳۹۸؛ ۲۳ (۱): ۸۷-۹۹. <https://jstnar.iut.ac.ir/article-1-3636-fa.html>

- آقاجانی، محبوبه، مصطفی‌زاده فرد، بهروز و نوابیان، مریم. (۱۳۹۵). بررسی آب مجازی درون‌حوزه‌ای در حوضه آبریز سفیدرود. تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۷(۳)، ۵۶۹-۵۷۹. doi: 10.22059/ijswr.2016.59327
- باقری، مهرداد، مختاری هشی، حسین، گندمکار، امیر و خادم‌الحسینی، احمد. (۱۴۰۲). شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر بحران آب در استان اصفهان. جغرافیا (فصلنامه علمی انجمن جغرافیایی ایران)، ۲۱(۷۷)، ۱۳-۲۹. [https://mag.iga.ir/article\\_704875.html](https://mag.iga.ir/article_704875.html)
- باقری، مهرداد، مختاری هشی، حسین، گندمکار، امیر و خادم‌الحسینی، احمد. (۱۴۰۱). تأثیر بحران آب بر تخریب بنیادهای زیستی؛ مورد مطالعه: فرونشست زمین در استان اصفهان. آمایش سیاسی فضا، ۴(۴) ۳۶۳-۳۸۶. <https://psp.modares.ac.ir/article-42-61123-fa.html>
- بدیسار، سیدناصرالدین، احمدی، سیدمحمدصادق، مدبرنژاد، عاطفه سادات (۱۳۹۹). ارزیابی شاخص‌های حکمرانی خوب در بخش آب. نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۲۲، شماره ۲ (پیاپی ۹۳)، صفحات ۲۷۵-۲۸۶. <https://sanad.iau.ir/fa/Article/837688>
- پایگاه اطلاع‌رسانی دولت (۱۴۰۱). ضرورت بازنگری در نظام مدیریت آب و شکل‌گیری حکمرانی آب برای حل مسئله زاینده رود، قابل دسترس در آدرس: <https://dolat.ir/detail/383189>
- پیری، حلیمه و مبارکی، مجتبی (۱۴۰۰). تعیین الگوی کشت محصولات کشاورزی شهرستان اصفهان با استفاده از ردپای آب و آب مجازی. مجله محیط زیست و مهندسی آب، دوره ۸، شماره ۲، صص ۵۰۷-۵۱۸. doi: 10.22034/jewe.2021.297869.1604
- حاتمی، عباس، نوربخش، سوسن (۱۳۹۸). بازسازی معنایی بحران آب در شرق اصفهان براساس نظریه‌ی زمینه‌ای. جامعه‌شناسی کاربردی (مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان). دوره ۳۰، شماره ۱ (پیاپی ۷۳)، صص ۱۲۳-۱۴۲. SID. <https://sid.ir/paper/371264/fa>
- رستگاری‌پور، فاطمه، سالاری، امیر و عزیززاده، فاطمه. (۱۴۰۰). تعیین شاخص‌های آب مجازی و ردپای اکولوژیک آب چغندر قند (مطالعه موردی: شهرستان تربت‌حیدریه). راهبردهای توسعه روستایی، ۸(۲)، ۲۳۳-۲۴۳. doi: 10.22048/rdsj.2021.271470.1916
- سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان (۱۴۰۰). برنامه سازگاری بخش کشاورزی استان اصفهان با شرایط کم‌آبی تا افق ۱۴۰۲. قابل دسترس در آدرس: <https://agri-es.ir/Portals/0/boudjeh-kamabi-1402.pdf>
- سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان (۱۴۰۰). گزارش آماری و تحلیلی از عملکرد و برنامه‌های سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان طی سال‌های ۹۲ الی ۹۸.
- سازمان هواشناسی کشور (۱۴۰۲). سالنامه سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲. قابل دسترس در آدرس: <https://ndc.irimo.ir/far/index.php>
- سازمان هواشناسی کشور (۱۴۰۳). تحلیل بارش و دما در سال آبی جاری و پیش‌بینی آن برای هفته‌های آینده. قابل دسترس در آدرس: [https://ndc.irimo.ir/far/web\\_directory/9913-](https://ndc.irimo.ir/far/web_directory/9913-)
- سالاری فاطمه، قربانی مهدی، ملکیان، آرش (۱۳۹۴). پایش اجتماعی شبکه ذی‌نفعان در حکمرانی محلی منابع آب (منطقه مورد مطالعه: حوضه آبخیز رزین، شهرستان کرمانشاه). نشریه مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، دوره ۶۸، شماره ۲، صص ۲۸۷-۳۰۵ (۴) ۷۴۶-۷۳۵. doi: 10.22059/jrwm.2015.54931
- سالنامه آماری استان اصفهان ۱۳۹۸
- شرکت سهامی آب منطقه ای اصفهان (۱۳۹۹). <https://www.esrw.ir/cs/News/118/1146>
- عربی یزدی، اعظم، نیک‌نیا، ناصر، مجیدی، نجمه، امامی، حسین (۱۳۹۳). بررسی امنیت آبی در اقلیم‌های خشک از دیدگاه شاخص ردپای آب (مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی). نشریه آبیاری و زهکشی ایران ۸(۴) ۷۴۶-۷۳۵. [https://idj.iaid.ir/article\\_54821.html](https://idj.iaid.ir/article_54821.html)
- گلپذیر، مهدی، ابراهیمی، کیومرث، مدرسی، فرشته، شمسی، محمد (۱۴۰۲). کمی‌سازی ارزش اقتصادی منابع آب کشاورزی استان اصفهان با رویکرد اصلاح الگوی کشت و بر مبنای آب مجازی. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۵۴-۲(۳)، DOI: <http://doi.org/10.22059/IJAEDR.2023.353719.669200> ۵۷۵-۵۹۲

- مبارکی، مجتبی و مبارکی، مرتضی (۱۴۰۰). بررسی ردپای آب، آب مجازی و بهره‌وری مصرف آب سه گروه از محصولات پاییزه و بهار، سبزیجات، صنعتی و علوفه‌ای در شهرستان اصفهان. فصلنامه علمی تخصصی مهندسی آب. زمستان ۱۳۹۹. <https://sanad.iau.ir/Journal/jwe/Article/1024527>
- مردانی، مصطفی، ضیائی، سامان و نیکویی، علیرضا. (۱۳۹۶). بهینه‌سازی مبادلات آب مجازی در الگوی کشت منطقه‌ای استان اصفهان با استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی چندمعیاره. اقتصاد کشاورزی و توسعه، (۴)۲۵، ۳۹-۸۸. doi: 10.30490/aead.2018.60994
- مرزبان، حسین، صدراپی جواهری، احمد، زیبایی، منصور، ناظم السادات، سید محمد جعفر و لیلا کریمی (۱۳۹۸). بررسی وضعیت منابع و مصارف آب در ایران و راهکارهای بهبود وضعیت. مجله آب و فاضلاب، (۴)۳۰، صص ۱۶-۳۲.
- مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۵). بررسی تطبیقی و ارائه پیشنهادهایی برای بهبود ساختار حاکمیتی مدیریت آب در ایران.
- نبی افجادی، سمیرا و شریف‌زاده، مریم (۱۴۰۲). ارزیابی عملکرد حکمرانی آب در زیرحوضه‌های زاینده‌رود: تحلیل مقایسه‌ای زیرحوضه‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری. تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران: 54(1), 131-148. doi: 10.22059/ijaedr.2021.316510.668999
- هاشمی، سید مختار. (۱۴۰۱). حکمرانی محلی آب در ایران: پیامدها و توصیه‌های سیاستی. آب و توسعه پایدار، (۱)۹، ۱۳۵-۱۴۴. [https://jwsd.um.ac.ir/article\\_42615.html](https://jwsd.um.ac.ir/article_42615.html)

## References

- Afsari, A. , Haji Naseri, S. , Fazeli, M. and Feirahi, D. (2018). A Sociological Examination of Water Governance in Lake Urmia Crisis: Grounded Theory Model. Strategic Studies of public policy, 7(25), 53-72. [https://sspp.iranjournals.ir/article\\_29726.html](https://sspp.iranjournals.ir/article_29726.html). [In Persian]
- Aghajani, M. , Mostafazadeh Fard, B. and Navabian, M. (2016). Investigating interbasin virtual water in Sefidroud basin. Iranian Journal of Soil and Water Research, 47(3), 569-579. doi: 10.22059/ijswr.2016.59327. [In Persian]
- Agricultural Jihad Organization of Isfahan Province (2019). A statistical and analytical report on the performance and programs of the Agricultural Jihad Organization of Isfahan province during the years 1992 to 1998. [In Persian]
- Agricultural Jihad Organization of Isfahan Province (2019). Adaptation program of the agricultural sector of Isfahan province with water shortage conditions until the horizon of 1402. Available at: <https://agri-es.ir/Portals/0/boudjeh-kamabi-1402.pdf>. [In Persian]
- Allan, J.A. (1997). "Virtual Water: A Long Term Solution for Water Short Middle Eastern Economies". British Association Festival of Science, University of Leeds, UK.
- Allan, J.A.(2003). Virtual Water - the Water, Food, and Trade Nexus. Useful Concept or Misleading Metaphor?, Water International 28(1), pp106-113.
- Amini, S. J. and Fathollahpour kami, F. (2020). Policy investigation on Iranian water governance. Program and Development Research, 1(2), 169-198. doi: 10.22034/pbr.2020.104647. [In Persian]
- Arabi Yazdi, A., Niknia, N., Majidi, N., Emami, H. (2013). Investigating water security in dry climates from the perspective of water footprint index (case study: South Khorasan province). Iran Irrigation and Drainage Journal 8(4) 735-746. [https://idj.iaid.ir/article\\_54821.html](https://idj.iaid.ir/article_54821.html). [In Persian]
- Badisar, S.N., Ahmadi, S.M.S., Modabbaranjad, A.S. (2019). Evaluation of good governance indicators in the water sector. Journal of Environmental Sciences and Technology, Volume 22, Number 2 (93 series), pages 275-286. <https://sanad.iau.ir/fa/Article/837688> [In Persian]
- Bagheri, M., Mokhtari Hashi, H., Gandomkar, A. and khademolhoseiny, A. (2023). Identification and Ranking of the Factors Affecting the Water Crisis in Isfahan Province. *Geography*, 21(77), 13-29. [https://mag.iga.ir/article\\_704875.html?lang=en](https://mag.iga.ir/article_704875.html?lang=en). [In Persian]
- Bagheri, M., Mokhtari Heshi, H, Gandomkar, A., and Khadem Al-Hosseini, A. (2022). The impact of the water crisis on the destruction of biological foundations; Case study: land subsidence in Isfahan province. Space political organization, 4 (4): 363-386. <https://psp.modares.ac.ir/article-42-61123-fa.html> [In Persian]
- Barati, A.A., Dehghani Pour, M., Adeli Sardooei, M. (2023). Water crisis in Iran: A system dynamics approach on water, energy, food, land and climate (WEFLC) nexus, Science of The Total Environment, Volume 882, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163549>.
- Bayu, T., Kim, H and Oki, T. (2020). Water Governance Contribution to Water and Sanitation Access Equality in Developing Countries, water Resources Research, Vol 56, Issus 4. April.

- Bazrafshan, O., et al. (2019). Virtual water trade and water footprint accounting of Saffron production in Iran, *Agricultural water Management*, 2019, vol. 213, issue C, 368-374.
- Beit Elahi, A. (2024). Iran ranked second in the world's subsidence rate. Available at: <https://www.ecoiran.com/fa/tiny/news-60907>. **[In Persian]**
- D'Odorico, P., et al (2019), Global virtual water trade and the hydrological cycle: patterns, drivers, and socio-environmental impacts, *Enviromental Research letters*, Vol 14, Number 4.
- Faramarzi, M., et al(2010), Uncertainty based assessment of dynamic freshwater scarcity in semi-arid watersheds of Alberta, Canada, *Journal of hydrology: Regional studies*, Vol 9, February 2017, pp48-68.
- Golpazir, M., Ebrahimi, K., Modrasi, F., Shamsi, M. (2023). Quantifying the economic value of agricultural water resources in Isfahan province with the approach of modifying the cultivation pattern and based on virtual water. *Iranian Journal of Economic Research and Agricultural Development*, 54-2 (3), 575-592 DOI:<http://doi.org/10.22059/IJAEDR.2023.353719.669200>. **[In Persian]**
- Government information base (2022). The need to review the water management system and the formation of water governance to solve the Zayandeh River problem, available at: <https://dolat.ir/detail/383189>. **[In Persian]**
- hashemi, M. (2022). Local Water Governance in Iran: Policy Implications and Recommendations. *Journal of Water and Sustainable Development*, 9(1), 135-144. [https://jwsd.um.ac.ir/article\\_42615.html?lang=en](https://jwsd.um.ac.ir/article_42615.html?lang=en) **[In Persian]**
- Hatami, A., Nourbakhsh, S. (2018). Reconstructing the meaning of the water crisis in the east of Isfahan based on contextual theory. *Applied Sociology (Isfahan University Humanities Research Journal)*. Volume 30, Number 1 (series 73), pp. 123-142. SID. <https://sid.ir/paper/371264/fa> **[In Persian]**
- Hejabi, S.h., and Akhoondzadeh, T. (2020). The Relationship between Virtual Water Exports and the Country's Water Resources Inventory, Iran. *Econ. Rev.* Vol. 23, No. 3, 2019. pp. 693-713. **[In Persian]**
- Hoekstra, A.Y. (2003). Virtual water trade Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, February 2003, Value of Water Research Report Series No. 12.
- Isfahan Regional Water Joint Stock Company (2019). <https://www.esrw.ir/cs/News/118/1146> **[In Persian]**
- Islamic Council Research Center (2015). Comparative study and suggestions for improving the governance structure of water management in Iran. **[In Persian]**
- Mardani, M. , Ziaei, S. and Nikouei, A. (2018). Optimizing the Trade of Virtual Water in Regional Cropping Pattern of the Isfahan Province: Application of Multi-Criteria Models. *Agricultural Economics and Development*, 25(4), 39-88. doi: 10.30490/aead.2018.60994. **[In Persian]**
- Marzban, H., Sadraei J., Ahmed, S, Mansour, Nazim Al Sadat, S.M.J, and Karimi, L. (2018). Investigating the situation of water resources and consumption in Iran and ways to improve the situation. *Water and Wastewater Journal*, 30(4), pp. 16-32. **[In Persian]**
- Mobaraki, M., and Mobaraki, M. (2021). Investigation of water footprint, virtual water and water consumption efficiency of three groups of autumn and spring crops, vegetables, industrial and fodder in Isfahan city. *Specialized scientific quarterly of water engineering*. Winter 2019. <https://sanad.iau.ir/Journal/jwe/Article/1024527>. **[In Persian]**
- Muratoghlu, A(2020). Assessment of wheat's water footprint and virtual water trade: a case study for Turkey, *Ecology Processes*, (2020) 9:13 <https://doi.org/10.1186/s13717-020-0217-1> .
- Nabi Afjadi, S., and Sharifzadeh, M. (2023). Evaluation of water governance performance in Zayandehroud sub-basins: comparative analysis of Isfahan, Chaharmahal and Bakhtiari sub-basins. *Economic Research and Agricultural Development of Iran*, 54(1), 131-148. doi: 10.22059/ijaedr.2021.316510.668999 **[In Persian]**
- National Meteorological Organization (2023). Almanac of the agricultural year 1401-02. Available at: <https://ndc.irimo.ir/far/index.php>. **[In Persian]**
- National Meteorological Organization (2024). Analysis of precipitation and temperature in the current water year and its forecast for the coming weeks. Available at: [https://ndc.irimo.ir/far/web\\_directory/9913-](https://ndc.irimo.ir/far/web_directory/9913-) **[In Persian]**
- Orubu, C. (2006). Water Resources, Environment and Sustainable Development in Nigeria, *Journal of Human Ecology*, Vol 19, Issu 3, pp 169-181.
- Oskouhi, M. and Esmaili, K. (2021). Analysis of Governance Theories and Water Resources Management in Iran. *Journal of Water and Sustainable Development*, 8(1), 1-10. doi: 10.22067/jwsd.v8i1.88216. **[In Persian]**
- Oveisi F, Fattahi Ardakani A, Fehrest Sani M. Investigation of Virtual Water and Ecological Footprints of Water in Wheat Fields of Isfahan Province. *jwss* 2019; 23 (1) :87-99. <https://jstnar.iut.ac.ir/article-1-3636-en.html>. **[In Persian]**

- Piri, H. and Mobaraki, M. (2022). Determining Cultivation Pattern of Isfahan Agricultural Crops using Water Footprint and Virtual Water. *Environment and Water Engineering*, 8(2), 507-518. doi: 10.22034/jewe.2021.297869.1604 **[In Persian]**
- Rastegaripoor, F. , Salari, A. and azizzadeh, F. (2021). Determination of virtual water indices and ecological footprint of sugar beet water in villages of Torbat Heydarieh city. *Rural Development Strategies*, 8(2), 233-243. doi: 10.22048/rdsj.2021.271470.1916 **[In Persian]**
- Ray, C., McInnesband, D., and Sanderson, M. (2018). Virtual water: its implications on agriculture and trade, *WATER INTERNATIONAL* 2018, VOL. 43, NO. 6, pp 717- 730.
- Salari, F., Ghorbani, M., and Malekian, A. (2014). Social monitoring of stakeholders' network in local governance of water resources (study area: Rezin watershed, Kermanshah city). *Pasture and watershed magazine (Natural Resources of Iran)*, volume 68, number 2, pp. 287-305 8(4) 735-746. doi: 10.22059/jrwm.2015.54931. **[In Persian]**
- Statistical Yearbook of Isfahan Province (2018). **[In Persian]**
- Tortajade, C(2010). Water Governance: Some Critical Issues, *International Journal Of Water Resources Development*, Vol. 26, 2010 - Issue 2, pp297-307.
- Vos, J. & Hinojosa, L (2016). Virtual water trade and the contestation of hydrosocial territories, *Water International*, Vol 41, Issus 1, pp37-53.
- Wichelns, D (2010). Virtual Water: A Helpful Perspective, but not a Sufficient Policy Criterion, *Water Resources Management*, 24, pp2203–2219.
- Yang, H & Zehnder, A(2007), “Virtual water”: An unfolding concept in integrated water resources management, *Water Resources Research*, Vol 43, Issus 12, December 2007.