Journal of Geography and Planning
Online ISSN: 2717-3534 Print ISSN: 2008-8078
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

The reflection of the water crisis on the hydro political scenarios of the Zayandeh Rood watershed.

Morad Kaviani Rad [1]✉ | Mohammad Yousefi Shatoori [2] | Zakeyeh Aftabi [3]

1. Corresponding author Associate Professor of Political Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran (corresponding author) E-mai: kaviani@khu.ac.ir
2. Ph.D. student of Political Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran. E-mail: mohammadyuosefishatoori@gmail.com
3. D. student of Political Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran. . E-mail: aftabi_z@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 8 August 2023
Received in revised form 23 October 2023
Accepted 29 October 2023
Published online 20 November 2024

Keywords:
Hydropolitics of the Zayandeh Rood watershed, water crisis, critical situation, optimal management of water resources.

ABSTRACT

Security, stability, development, and prosperity are central concerns for all political systems that recognize the direct, complementary, and increasing relationship with available water resources. Consequently, water supply is a fundamental responsibility of the government. Over the past century, access to limited sources of freshwater by political and spatial units has encountered numerous significant challenges. In recent decades, the Zayandeh Rood catchment area has faced a series of issues stemming from both internal and external factors, leading to the depletion of most of its water resources and adversely affecting the security and development of the resident communities in the same proportion. The current article, which has a practical nature, has explained the reflection of the water crisis on the hydropolitical scenarios of the Zayandeh Rood watershed. The methodology governing descriptive-analytical research. The data required for the research were collected by library and field method (interview-questionnaire) and analyzed using Micmac, Scenario Wizard and Shannon entropy model software. The results of the research showed that out of 31 possible situations connected with seven scenarios with strong and likely compatibility, the situations that describe the hydropolitical scenarios of the Zayandeh Rood watershed as critical include the most possible possible situations. Therefore, the impact of the water crisis on the hydropolitical situation of the Zayandeh Rood catchment area became critical, and the optimal management of water resources at the national level and in accordance with it at the Zayandeh Rood catchment level was recognized as the most suitable solution to prevent the occurrence of a critical situation in the Zayandeh Rood catchment area. became.

Cite this article: Kaviani Rad, M.,Yousefi Shatoori, M., & Aftabi, Z. (2024). The reflection of the water crisis on the hydro political scenarios of the Zayandeh Rood watershed. *Journal of Geography and Planning*, 28 (89), 303-318. http//doi.org/10.22034/gp.2023.57904.3174

© The Author(s).
Publisher: University of Tabriz.
DOI: http//doi.org/10.22034/gp.2023.57904.3174

Extended Abstract

Introduction

Water is one of the pillars of sustainable development, socio-economic progress, dynamic ecosystems and the factor for the survival of humanity (Moorthy and Bibi, 2023:3), which today due to the increase in population, human demand (Richter et al, 2003: 207) and pressure on water resources. (Petelet-Giraud et al, 2018:619) is expanding. Rapid urbanization, mismanagement, climate change (Estrela et al, 2012:1155) and consecutive droughts are other factors affecting the lack of water resources (Karesdotter, 2023:2). With the occurrence of water shortage and the sensitivities caused by it, in the Zayandeh Rood catchment basin, where the water crisis has manifested itself in a widespread manner, during the recent decades, this problem has been caused by excessive water withdrawal and the development of unsuccessful water transfer plans, which with the inefficiency of the optimal management of water resources, It has had important adverse consequences on the state of the water resources of the basin and has involved the water security of the basin with a fundamental challenge. The future research raises the question of what is the reflection of the water crisis on the hydropolitical scenarios of the Zayandeh Rood watershed? Using the future research method, it has identified the most important factors influencing the water crisis in the Zayandeh Rood catchment area and finally investigated the impact of the water crisis on the hydropolitical scenarios of the Zayandeh Rood catchment area.

Data and Method

The present research is applied in nature. The required data has been collected by library and survey method (interview and questionnaire) and analyzed with a combined quantitative-qualitative approach and structural analysis and using Micmac, Scenario Wizard and Shannon entropy model software. In this research, first by referring to library resources, the most important factors affecting the water crisis in the Zayandeh Rood catchment area were identified and through interviews with experts, who were selected by the purposeful sampling method and continued until information saturation, the accuracy They were checked. Then, a researcher-made questionnaire was adjusted in the form of an impact analysis matrix, and in the Micmac software, the degree of connection of the variables with the relevant field was identified by experts, and 9 variables were identified as the key variables of the research. A total of 29 modes were considered for 9 key variables.

Results and Discussion

The results showed that there are seven models with strong and possible compatibility, 3500 models with weak compatibility and 993 incompatible models, regarding the hydropolitical future of the Zayandeh Rood watershed. Figure 3 shows the model table of scenarios with strong compatibility. In this panel, the blue color indicates a completely favorable situation, the green color indicates a semi-optimal situation, the yellow color indicates a static situation, the pink color indicates a situation on the verge of a crisis, and the red color indicates a critical situation. The table of patterns with strong compatibility consists of 31 possible states corresponding to seven patterns with strong and probable compatibility. As seen in Figure 2, the number of critical situations is superior to other possible situations. 53.3 percent of the possible situations on the table of strong and probable scenarios are

critical, 26.66 percent are semi-critical, 10 percent are semi-optimal, 6.6 percent are favorable, and 6.6 percent are in a static state. Therefore, taking into account that the critical situation with 53.3% was the most likely situation on the scenario page, the hydropolitical situation of the Zayandeh Rood watershed became critical.

Conclusion

The catchment area of Zayandeh Rood has found a worrying situation due to human activities and climate change. In such a way that the reflection of its environmental changes with the view of its extent and depth, the future full of concerns is open to the people and agents of this basin. On the basis of such characteristics and identifiers, it is inevitable to develop future hydropolitical scenarios of the Zaind Roud watershed. For this purpose, first, through library studies and interviews with research experts, the variables affecting the water crisis in the Zayandeh Rood catchment area were identified, and by using Micmac software, nine key variables (drivers) affecting the water crisis in the Zayandeh Rood catchment area were identified. . The way the variables are distributed in the scatter plane shows the instability of the system. With the perspective of the future research approach in this research, different states (uncertainty) from three to five assumptions and a total of 29 possible states were designed for the key drivers. The results of the research showed that the probability of a critical situation is higher than other possible events. In such a way that 53.3% of the situations governing the scenario page are in a critical state. The important issue in formulating future water crisis scenarios in the Zayandeh River catchment area is that the people involved in the field (influencers) can provide a suitable solution for the most likely possible scenario. Therefore, by looking at the hydropolitical situation of the Zayandeh Rood catchment area, the most suitable solution from the expert's point of view is the optimal management of water resources at the national level and correspondingly at the level of the Zayandeh Rood catchment area, which should be implemented in order to prevent the current critical situation from occurring. present in this basin, should be in the focus of attention of landowners and brokers on a national and local scale. There is a need to remind that the findings of the upcoming research can be used for awareness and future planning by the organizations and brokers involved.

References

Ataat, J., Salehian S., (2019), Analysis of sources and uses and instability of water resources in Zayandeh Rood watershed, Irrigation and Water Engineering of Iran, 10(3): 158-142. [In Persian]

Aftabi, Z., Kaviani Rad, M., Kardan Moghaddam, H. Explanation of future scenarios of hydropolitical relations of border rivers of Iran and Iraq, Water Management and Irrigation, 13(2): 487-507. [In Persian]

Aurouet, A., (2018), Multi-layered water resources, management, and uses under the impacts of global changes in a southern coastal metropolis: When will it be already too late? Crossed analysis in Recife, NE Brazil, Science of the Total Environment, 18(1): 645-657.

Abdini, I., Aghapour, M., (2022), Identifying key factors (drivers) of environmental citizenship (case study: citizens of Tabriz), Geography and Planning, 16(80): 185-202. [In Persian]

Berhanu, B., Seleshi, Y., & Melesse, A. M., (2014), Surface water and groundwater resources of Ethiopia: potentials and challenges of water resources development. Nile River Basin: ecohydrological challenges, climate change and hydropolitics, 58(4): 97-117.

-Brethaut, C., Ezbakhe, F., Mccracken, M., Wolf, A., Paltoun, J., (2022), Exploring discursive hydro politics: a conceptual framework and research agenda, International journal of water resources development. 38(1): 464-479.

-Dehkordi, S. K., Paknejad, H., Blaha, L., Svecova, H., Grabic, R., Simek, Z., Bittner, M., (2021), Instrumental and bioanalytical assessment of pharmaceuticals and hormone-like compounds in a major drinking water source—wastewater receiving Zayandeh Rood river, Iran, Environmental science and pollution research, 29(1): 9023- 9037.

Davoudi-Dahaghani, E., Ameri, M.A., (2018), Social and security consequences of inter-basin water transfer (Case study: Beheshtabad Chaharmahal and Bakhtiari to Zayandeh Rood, Isfahan), Journal of Police Geography, 7(25): 51-76. [In Persian]

De Stefano, L., Edwards, P., De Silva, L., Wolf, A. T., (2010), Tracking cooperation and conflict in international basins: Historic and recent trends, Water Policy, 12(1): 871–884.

Dolatyar, M., Gray, T.S., (2000), the politics of water scarcity in the middle east, environmental politics9(1): 65-88.

Estrela, T., Pérez-Martin, M. A., Vargas, E., (2012), Impacts of climate change on water resources in Spain, Hydrological Sciences Journal, 57(6): 1154-1167.

FAO (2014), Coping with water scarcity in agriculture a global framework for action in a changing climate. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. Available at http://www.fao.org/3/a-i6459e.pdf.

Fernández, J.E., Angel, M., (2020), Ecological City-States in an Era of Environmental Disaster: Security, Climate Change and Biodiversity, Sustainability, 12(14): 5532.

Gerlak, A., Varady, R; Haverland, A., (2009). Hydrosolidarity and international water governance. international negotioation, 14(1): 311-328.

-Kåresdotter, E., Skoog, G., Pan, H., & Kalantari, Z., (2023), Water-related conflict and cooperation events worldwide: A new dataset on historical and change trends with potential drivers, Science of The Total Environment 868(161555).

-Karthe, D., Chalov, S., & Borchardt, D., (2015), Water resources and their management in central Asia in the early twenty first century: status, challenges and future prospects. Environmental Earth Sciences, 173(1): 487-499.

Kavianirad, M., Sasanpour, F., and Nosrati, H., (2018), Analyzing the concept of water security from the perspective of political geography and geopolitics, Geopolitics Quarterly, 15(1): 23-59. [In Persian]

Kavianirad, M., (2019), Hydropolitics: strains and approaches. Tehran: Strategic Studies Research Institute Publications. [In Persian]

Kiyani Salmi, S., Nouri, S.H., and Sadrzadeh Khoei, A., (2014), Forecasting the irrigation status of Zayandeh River using a case study time series: East Jalga of Isfahan, Geography and Urban-Regional Analysis, 5(17): 1-18. [In Persian]

Khatibi, SH., Hasrat Arjjumend., (2019), Water Crisis in Making in Iran, Grassroots Journal of Natural Resources, 2(3): 2581-6853.

Mirumachi, N., Allan, J. A., (2007), Revisiting transboundary water governance: Power, conflict cooperation and the political economy, In Proceedings from CAIWA international conference on adaptive and integrated water management: Coping with scarcity. Basel, Switzerland, Vol. 1215: 1-24.

Moorthy, R., & Bibi, S., (2023), Water Security and Cross-Border Water Management in the Kabul River Basin, Sustainability, 15(1): 792.

Nagheeby, M., Warner, J., (2018), The geopolitical overlay of the hydro politics of the harried river basin, international environmental agreements: politics, law and economic, 18(1): 839-860.

Neysiani, S. N., Roozbahani, A., Javadi, S., Shahdany, S. M. H., (2022), Water resources assessment of zayandeh-rood river basin using integrated surface water and groundwater footprints and K-means clustering method, Journal of Hydrology, l 614(128549): ۲۸-۱.

Owusu, P. A., Asumadu-Sarkodie, S., & Ameyo, P., (2016), A review of Ghana's water resource management and the future prospect, Cogent Engineering, 13(1): 1164275.

Petelet-Giraud, E., Cary, L., Cary, P., Bertrand, G., Giglio-Jacquemot, A., Hirata, R., ... &

Parvinzadeh, M., Valizadeh, R., Hosseinzadeh Delir, K., (2023), Analyzing the key drivers affecting the expansion of informal settlements with a future research approach, a case study of informal settlements in Tabriz metropolis, 27(8): 13-26. [In Persian]

Qadir, M., Sharma, B.R., Bruggeman, A., Choukr- Allah, R., Karajeh, F., (2007), Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scrce countries, Agricultural water management, 87:2-22.

Rai, S. P., Wolf, A. T., Sharma, N., & Tiwari, H., (2017), Hydro politics in transboundary water conflict and cooperation, River system analysis and management, 7(2) l: 353-368.

Remans., W. (1995). Water and war. Human tares Völkerrecht, vol 8, Pp 1–14.

Richter, B. D., Mathews, R., Harrison, D. L., & Wigington, R., (2003), Ecologically sustainable water management: managing river flows for ecological integrity, Ecological applications, 13(1): 206-224.

Salameh, M. T. B., Alraggad, M., & Harahsheh, S. T., (2020), The water crisis and the conflict in the Middle East, Sustainable Water Resources Management, vol 7, pp1-14.

Siwar, C., & Ahmed, F., (2014), Concepts, dimensions and elements of water security, Pakistan Journal of Nutrition, 13(5): 281.

Salmi, H.R., and Heydari, N., (2006), technical report; Evaluation of water resources and uses in Zayandeh Rood watershed, Iran Water Resources Research, 2(1): 72-76. [In Persian]

Sohelavand, L., Hagh Parast, F., Soltani, A.R., Faramarzi, M., (2021), Identification and analysis of key drivers affecting the provision of suitable housing for low-income groups in Tabriz city, Geography and Planning, 25(78). 242-219. [In Persian]

Talebi, M., Zokaie, M., Fazeli, M. O. H. A. M. M. A. D., Jomehpoor, M. A. H. M. O. U. D., (2019), Sociology of a crisis: The social pathology of the water crisis in the Zayandeh-Rood river basin, Interdisciplinary Studies in Humanities, 1(4): 133-165. [In Persian]

Tzanakakis, V.A.; Paranychianakis, N.V; Angelakis, A.N., (2020), Water Supply and Water Scarcity, 12(2347):1-24.

UN-Water (2006), Coping with water scarcity: a strategic issue and priority for system-wide action, Available at https://www.preventionweb.net/publications/view/1770.

-Wolf, A., (2007), Hydropolitical Vulnerability and Resilience Along International Waters: Europe, International Kindle Paperwhite, Illustrated Edition.

WWAP (2012), International decade for action water for life 2005-2015. Word Water Assessment Program. Available at https://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml

Yang, D., Yang, Y., Xia, J., (2021), Hydrological cycle and water resources in a changing world: A review, Geography and Sustainability, 2(1): 115–122.

Zarei, M., (2020), The water- energy- food nexus: a holistic approach for resource security in iran, Iraq and turkey, water- energy- nexus, 3: 81-94.

Zarepour Moshizi, M., Yousefi, A., Amini, A. M., Shojaei, P.,(2023), Rural vulnerability to water scarcity in Iran: an integrative methodology for evaluating exposure, sensitivity and adaptive capacity, GeoJournal, 88(2): 2121-2136.

Zeitoun, M; Warner, J., (2006), Hydro-hegemony—A framework for analysis of trans-boundary water conflicts. Water Policy, 8(1): 435–460.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جغرافیا و برنامه ریزی
شاپا چاپی: ۸۰۷۸-۲۰۰۸ شاپا الکترونیکی: ۳۵۳۴-۲۷۱۷
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

اثرات بحران آب بر تدوین سناریوهایِ هیدروپلیتیک محورِ فراورویِ حوضه آبریز زاینده‌رود

مراد کاویانی راد [۱] ✉ | محمد یوسفی شاتوری [۲] | زکیه آفتابی [۳]

۱. دانشیار جغرافیای سیاسی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران(نویسنده مسئول). رایانامه: kaviani@khu.ac.ir
۲. دانشجوی دکتری جغرافیای سیاسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: mohammadyuosefishatoori@gmail.com
۳. دانشجوی دکتری جغرافیای سیاسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه: aftabi_z@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۸/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۷
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۸/۳۰

کلیدواژه‌ها:
بحران آب، حوضه آبریز زاینده رود، مدیریت بهینه منابع آب، وضعیت بحرانی، هیدروپلیتیک.

چکیده

امنیت، ثبات، توسعه و رفاه در دستور کار همه نظام‌های سیاسی است که با منابع آب در دسترس، پیوندی مستقیم، هم‌افزا و فزاینده‌ای یافته‌اند. از این‌رو، تامین آب کارویژه حاکمیتی است. طی یک سده گذشته، دسترسی واحدهای سیاسی– فضایی و جوامع، به منابع محدود آب شیرین درگیر تنگناهای بنیادی فراوانی شده است. حوضه آبریز زاینده رود طی دهه‌های اخیر درگیر یک رشته مسائل با خاستگاه درون و برون حوضه‌ای شده است که به خشکیدن بخش اعظم آن انجامیده و به همان نسبت نیز امنیت و توسعه جوامع ساکن را متاثر کرده است. مقاله حاضر که ماهیتی کاربردی دارد به تبیین اثرات بحران آب بر تدوین سناریوهای هیدروپلیتیک محورِ فراورویِ حوضه آبریز زاینده رود پرداخته است. روش حاکم بر پژوهش توصیفی–تحلیلی است. داده‌های مورد نیاز پژوهش با روش کتابخانه‌ای و میدانی(مصاحبه– پرسشنامه) گردآوری و با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای Micmac، Scenario Wizard و مدل آنتروپی شانون بررسی شده است. نتایج پژوهش نشان داد که از ۳۱ وضعیت احتمالی پیونددار با هفت سناریو با سازگاری قوی و محتمل، وضعیت‌هایی که سناریوهای هیدروپلیتیک محور فراروی حوضه آبریز زاینده رود را بحرانی بیان می‌کنند، بیشترین وضعیت‌های احتمالی ممکن را در بر می‌گیرند. بنابراین، تاثیر بحران آب بر وضعیت هیدروپلیتیک محور فراروی حوضه آبریز زاینده رود بحرانی نمود یافت و راهکار مدیریت بهینه منابع آب در سطح ملی و متناسب با آن در سطح حوضه آبریز زاینده رود، مناسب‌ترین راهکار برای جلوگیری از رخداد وضعیت بحرانی حوضه آبریز زاینده رود شناخته شد.

استناد: کاویانی راد، مراد؛ یوسفی شاتوری، محمد؛ و آفتابی، زکیه (۱۴۰۳). اثرات بحران آب بر تدوین سناریوهایِ هیدروپلیتیک محورِ فراورویِ حوضه آبریز زاینده‌رود. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۸ (۸۹)، ۳۱۸-۳۰۳.
http//doi.org/10.22034/gp.2023.57904.3174

ناشر: دانشگاه تبریز.

© نویسندگان.

مقدمه

آب از ارکان توسعه پایدار، پیشرفت اجتماعی- اقتصادی، اکوسیستم‌های پویا و عامل بقاء بشریت است (Moorthy and Bibi, 2023: 3). بنابراین، درک تأثیرات مشترک دگرش‌های آب و هوا و فعالیت انسان بر فرایندهای هیدرولوژیک و منابع آب در مقیاس‌های زمانی و مکانی مورد توجه است(Yang et al,2021:116). با افزایش جمعیت، تقاضای انسان (Richter et al, 2003: 207) و فشار برمنابع آب(Petelet- Giraud et al, 2018:619) رو به گسترش نهاده است. شهرنشینی شتابان، سوء مدیریت، دگرش اقلیم(Estrela et al, 2012:1155) و خشکسالی‌های پیاپی از دیگر عوامل تاثیرگذار بر کمبود منابع آب به شمار می‌روند(Karesdotter, 2023:2). افزون بر عوامل برشمرده شده، توپوگرافی (Berhanu et al, 2014: 920) ، عوامل اجتماعی- فرهنگی(Karthe et al, 2014: 488) و اقتصادی (Rai et al, 2017: 354) بر پویایی‌های سیاسی منابع آب تاثیر می‌گذارند. بدین ترتیب، امروزه حفاظت و صیانت از منابع آب شیرین و تجدیدپذیر و بهره‌وری بهینه اقتصادی و عادلانه از آن به‌عنوان یکی از مهمترین چالش‌های بشری و توسعه پایدار است(داوودی دهقانی و عامری،۵۳:۱۳۹۸). در کشورهای غرب آسیا در تحول و توسعه پایدار، آب نقش حیاتی و راهبردی دارد(Qadir, 2007: 3) و این مسئله تا بدان جا پیش رفته که در بسیاری از کشورهای خشک و نیمه‌خشک این منطقه از جمله ایران، کمبود آب به بروز حساسیت‌هایی انجامیده که اغلب به عنوان موضوعی راهبردی در پیشبرد اهداف و منافع محلی و ملی مورد توجه قرار گرفته است(Zarei, 2020: 83). حوضه آبریز زاینده رود واقع در فلات مرکزی ایران در محدوده جمعیتی پرتراکم و اقلیم خشک و نیمه خشک غرب آسیا واقع است. دست‌اندازی‌های انسانی در این حوضه آبریز بر گستره و ژرفای بحران آب افزوده است. طی چند دهه گذشته مسئله آب و تأمین آن در حوضه آبریز زاینده رود یکی از دغدغه‌های اصلی این حوضه بوده است. وضعیت منابع و مصارف کنونی منابع آب در حوضه آبریز زاینده رود که با روند رو به تزایدِ نیازهای آب روبه‌رو است، دست کم طی یک دهه گذشته بحران آب را در بخش‌های مختلف خانگی، صنعتی و کشاورزی تجربه کرده و انتظار می‌رود با ادامه این وضعیت به‌عنوان یکی از مولفه‌های «تعیین‌کننده» در پایداری سکونتگاه‌ها و جوامع انسانی، بر اهمیت آن افزوده شود. با نگرش به این که حوضه آبریز زاینده رود با کمبود شدید آب روبه‌رو است و طی دهه‌های اخیر درگیر مسائل پیونددار با تنگناهای منابع آب بوده و این مسئله با برداشت بی‌رویه آب و توسعه طرح‌های ناموفق انتقال آب که با ناکارآمدی مدیریت بهینه منابع آب، پیامدهای ناگوار مهمی بر وضعیت منابع آب حوضه گذاشته و امنیت آبی حوضه را با چالش بنیادی درگیر کرده است، پژوهش پیش‌رِو با طرح این پرسش که بازتاب بحران آب بر سناریوهای هیدروپلیتیک محور فراروی حوضه آبریز زاینده رود کدام است؟ با بهره‌گیری از روش آینده پژوهی، به شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود و در نهایت به بررسی تاثیر بحران آب بر سناریوهای هیدروپلیتیک محور فراروی حوضه آبریز زاینده رود پرداخته است. هدف از انجام این پژوهش، پیش‌بینی اثرات بحران آب بر هیدروپلیتیک حوضه آبریز زاینده رود با بهره‌گیری از نظر کارشناسان خبره است. ضرورت و اهمیت این پیش‌بینی در دنیایی که به سرعت در حال تغییر است، پرداختن به اثرات کمبود آب در حوضه آبریز زاینده رود، مدیریت و برنامه‌ریزی برای مقابله با بحران آب و ارائه مناسب‌ترین راهکار برای کاهش اثرات بحران آب در این حوضه آبریز است.

ادبیات و مبانی نظری پژوهش

ادبیات پژوهش

هیدروپلیتیک: از آنجا که آب و کمبود آن بر ثبات، رفاه و امنیت تأثیرگذاشته و تهدیدی علیه حیات و بقای جوامع و واحدهای سیاسی-فضایی است، این چنین وضعیتی اغلب با هماوردی و کشمکش در مناسبات قدرت همراه شده است. بر این اساس، تلاش برای تأمین آب منجر به طیفی از مناسبات قدرت از همزیستی(همکاری و تعامل) تا کشمکش و جنگ میان دارندگان آب و نیازمندان به آب شده که طی چندین دهه اخیر، با محدودیت منابع آب موجود در زمین به همراه

افزایش گسترش صنعت، افزایش جمعیت، افزایش درخواست برای آب، آلودگی منابع آب شیرین، دگرگونی‌های اقلیمی و آب و هوایی و تغییر الگوی بارش به سیاسی‌شدن آب از مقیاس فروملی تا جهانی انجامیده است که بر بنیاد چنین شناسه‌ها و ویژگی‌هایی، جستار هیدروپلیتیک در ادبیات آب ظهور یافت (کاویانی‌راد، ۲۷:۱۳۹۹). اصطلاح هیدروپلیتیک که توسط واتربری[1] معرفی شد، به معنای سیاست متأثر از منابع آب معرفی شد(Nagheeby and Warner, 2018:839). هدف مطالعات هیدروپلیتیک، شناخت رابطه ثبات سیاسی جوامع، امنیت منطقه‌ای، توسعه اقتصادی و توسعه پایدار با مسئله آب است(Turton and Henwood, 2002:9) که در آغاز ناظر بر مناسبات سیاسی کشورها بر سر دسترسی به منابع آب شیرین بود اما بعدها دایره فراگیری آن به مباحث فروملی نیز گسترش یافت(کاویانی راد و صدرانیا، ۱۴۰۰: ۱۷). به عبارتی، هیدروپلیتیک دانشی است که درهم تنیدگی مناسبات قدرت با اندرکنش های جوامع و واحدهای سیاسی– فضایی بر سر منابع آب شیرین از مقیاس محلی تا جهانی را مطالعه می‌کند(کاویانی راد و همکاران، ۴۰:۱۳۹۸) .

نابرابری در حوزه هیدروپلیتیک پیشینه دیرپایی دارد که این موضوع ریشه در توزیع نابرابر منابع طبیعی در سطح کره زمین دارد. نابرابری‌های طبیعی، جغرافیایی و زیست محیطی با افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه و سطح بی-سابقه مصرف انسان در کشورهای ثروتمند و تازه صنعتی شده، تشدید شده (Kehl, 2011: 221) و زمینه‌ی شکل‌گیری بحران‌های جدی در کشورهای مختلف را در پی داشته است.

بحران آب: با وجود اینکه ۷۱ درصد از سطح کره زمین را آب فرا گرفته است؛ تنها ۲/۵ درصد از آب موجود در زمین را آب شیرین تشکیل می‌دهد(Owusu et al, 2016: 3) که حدود ۹۹ درصد آن در یخچال‌ها و کلاهک‌های یخی، رطوبت خاک و عمق بسیار زیاد قرار دارد که دسترسی به آن را ناممکن می‌نماید(Siwar and Ahmed, 2014: 2) به‌گونه‌ای‌که، فقط حدود یک درصد از منابع آب شیرین و ۰/۰۰۷ درصد از کل منابع آب (Wolf 2007: 242) به راحتی برای استفاده انسان در دسترس است(Salameh et al, 2020: 3). این در حالی است که توزیع مکانی و زمانی مقدار آب تجدیدپذیر کاملاً متغیر است و متناسب با توزیع جمعیت و نیازهای آبی جوامع بشری نیست(Maxme,2018: 45) . بدین ترتیب، بحران آب از نگرانی‌های اساسی طی چند دهه اخیر بوده و به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین خطرات جهانی در دهه‌های آینده، بیشتر ساکنان زمین را آسیب‌پذیر می‌کند(Tzanakakis et all, 2020:1) .

یافته‌ها گویای آن هستند که امروزه بحران آب یکی از مهم‌ترین مسائلی است(FAO, 2014: 5) که بشر با آن درگیر است. به‌گونه‌ای که تشدید کمبود آب و کاهش میزان دسترسی به آن به گسترش فزاینده فقر در مناطق خشک و نیمه خشک جهان انجامیده است. زیرا آب شیرین برای توسعه جوامع بشری حیاتی است (UN-Water, 2006:3). همچنین، بحران آب را نمی‌توان تنها خاص مناطق خشک و نیمه خشک دانست. بلکه ۴۳ کشور جهان درگیر این بحران هستند (Khatibi, 2019: 50). در این باره، سازمان ملل متحد نیز چند سال پیش هشدار داد اگر میزان مصرف آب با روند کنونی ادامه یابد، ۱.۸ میلیارد نفر از مردم جهان تا سال ۲۰۲۵ با کمبود منابع آبی روبه‌رو خواهند شد(WWAP, 2012: 4). بحران آب می‌تواند نتیجه دو سازوکار باشد: کمبود فیزیکی منابع آبی و کمبود آب اقتصادی. بدین معنا که کمبود فیزیکی برونداد ناکافی بودن منابع طبیعی آب برای تامین تقاضای آب و کمبود آب اقتصادی نتیجه مدیریت ضعیف منابع آبی است. بر پایه گزارش سازمان ملل وضعیت دوم در کشورها یا مناطقی که درگیر کم‌آبی هستند، بیشتر از کشورهایی است که آب کافی برای تامین نیازهای خانگی، صنعتی، کشاورزی و محیطی دارند، مشاهده می‌شود(Fernández, 2020:5). از دیگر سو، الگوهای مصرف آب در مناطق مختلف جهان متفاوت است (Roster and Ortiz-Ospina, 2016) . بنابراین، دولت نقش مهم و اساسی در بحران آب دارد که با اتخاذ تصمیم‌گیری‌های مناسب با وضعیت محیطی کشور می‌تواند در کاهش این بحران نقش بسزایی ایفا کند. زیرا دولت‌ها مالک مشترک منابع کلان سامانه آب جهانی به‌شمار می‌آیند.

1- Waterbury

بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود: طی یک دهه گذشته، بحران آب بخش اعظم حوضه آبریز زاینده رود را در بر گرفته و خسارت‌های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی بی‌شماری بر این حوضه آبریز وارد کرده است. خشک شدن رودخانه زاینده رود و تالاب گاوخونی، کاهش منابع آب زیرزمینی، فرونشست زمین، کاهش کیفیت آب و تخریب اکوسیستم از مهمترین آثار بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود است(ذاکری مهابادی و همکاران، ۱۴۰۱: ۴۵-۴۶).

بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود ابعاد بسیار گسترده‌ای را در بر می‌گیرد و آثار و پیآمدهای سوء آن نه تنها در سطح حوضه بلکه در سطح ملی تاثیرگذار بوده و به منافع و اقتدار ملی آسیب می‌رساند(اسماعیلی، ۱۳۹۹:۵۸۰؛ ضیایی، ۱۳۹۳:۲۰). از منظر امنیتی، بحران آب به بی‌ثباتی و اعتراضات اجتماعی منجر می‌گردد و در بعد فرهنگی با تأکید بر هویت شهروندان ساکن حوضه، بر دگرگونی‌های فرهنگی نقش اساسی داشته و تداوم آن بر فعل و انفعالات اجتماعی تأثیر گذاشته است. از همین روی، عدم برنامه‌ریزی صحیح، تبادل اطلاعات از دست رفته، تصمیم‌گیری متمرکز و غیر شفاف و فقدان مسئولیت‌پذیری باعث شده تا بعد سیاسی بحران آب در این حوضه حالت وسیع‌تری را طی کند و ابعاد گسترده‌تری را شامل شود. بنابراین، در بعد سیاسی- نهادیِ بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود می‌توان به فقدان ظرفیت دولت در اجرای سیاست‌ها و بی‌نظمی اداری اشاره نمود که منجر به ناهماهنگی در سطح حوضه آبریز زاینده رود و اجرای قوانین مربوط به برداشت آب و دیگر مسائل اصولی در این حوضه شده است(Trottier,2008:197). علاوه بر مسائل و ابعاد اشاره شده نمی‌توان از بعد زیست محیطی بحران آب در این حوضه غافل شد. زیرا این بعد بسیار جدی است و با کاهش شدید منابع آب‌های زیرزمینی و برداشت‌های غیر قانونی آب در بالادست، بحران آب ناشی از آن باعث گستردگی این بعد شده است(Enteshari et al, 2020:62; Madani and Marino, 2009: 2163). بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود از بعد فرهنگی، اجتماعی، زیست محیطی، امنیتی و سیاسی با مشکلات در دسترس بودن آب مواجه است. از همین روی، بحران آب مستقیماً بر فرایندهای زندگی روزمره ساکنان حوضه آبریز زاینده رود و دیگر حوضه‌های مناطق خشک و نیمه خشک به لحاظ ابعاد مختلف تأثیر گذاشته است که به واسطه بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب ناشی می‌شود. به طور کلی، بحران آب به عنوان یک پدیده پیچیده تلقی می شود. به ویژه هنگامی که تعاملات در یک حوزه اجتماعی-اکولوژیکیِ یکسان، متفاوت باشد(Cantillana et al, 2022:40).

مبانی نظری پژوهش

رویکردهای مختلف و باورهای ناهمسانی درباره مناسبات هیدروپلیتیک در میان کارشناسان و کارگزاران وجود دارد(آفتابی و همکاران، ۱۴۰۲: ۴۸۹). از دهه ۱۹۹۰ بین دو گروه که بر جنگ و صلح تمرکز داشتند، مباحث دوگانه درگیری و همکاری بر سَر منابع آب مطرح شد(Warner,2012: 175). بدین معنا که مدیریت و شیوه تخصیص منابع آب می‌تواند به ایجاد همکاری یا تنش بین ذینفعان مختلف در یک حوضه آبریز بینجامد(آفتابی و همکاران، ۱۴۰۲: ۴۹۸) سه گروه با دیدگاه و نظرات متفاوت نسبت به مدیریت منابع آب(Nagheeby and Warner; 2018: 840; Berthaut et al, 2020: 470) در طی زمان شکل گرفته است.

گروه نخست: این گروه که ایده‌هایشان از نظریه‌های بدبینانه نئومالتوسیایی و نو واقع‌گرایی سرچشمه می‌گیرد(Nagheeby and Warner, 2018: 841) بر این باور هستند که کمبود آب در شرایط سیاسی ناپایدار به درگیری مسلحانه و جنگ آب پایه می‌انجامد(Star, 1991; Dolatyar and Gray, 2000) .

گروه دوم: گروه دوم لیبرال‌ها هستند. این گروه خوش‌بین‌تر هستند و ایده آب در برابر صلح را مطرح کردند. آنها پس از تامل در درگیری‌های تاریخی و رویکردهای نظری موجود به این نتیجه رسیده‌اند که آب از ویژگی‌ها و زمینه‌های گسترده‌ای برای همکاری منطقه‌ای و بین‌المللی برخوردار است (Wolf, 2007; Gerlak et al, 2009; .Destefano et al, 2010)

گروه سوم: تغییر در درک تضاد و همکاری تعاملات منابع آب در سطوح چندگانه سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، حقوقی، فنی و غیره گروه دیگری(Nagheeby and Warner, 2018: 844) از نظریه‌پردازان حاکمیت آب‌های فرامرزی را پدید آورد که بر این باور هستند، همکاری و تعارض مطلق وجود ندارد و زمینه‌های همکاری و تعارض در یک حوضه توامان وجود دارند (Zitoun and Warner, 2006; Mirumachi and Allan, 2007). از آنجا که درک سازوکار درگیری و همکاری در یک حوضه آبریز به هیچ وجه چالشی ساده نیست، نویسندگان این مقاله مبنای نظری پژوهش خود را بر پایه گروه سوم(تضاد و درگیری توامان در یک حوضه آبریز) در نظر گرفته‌اند.

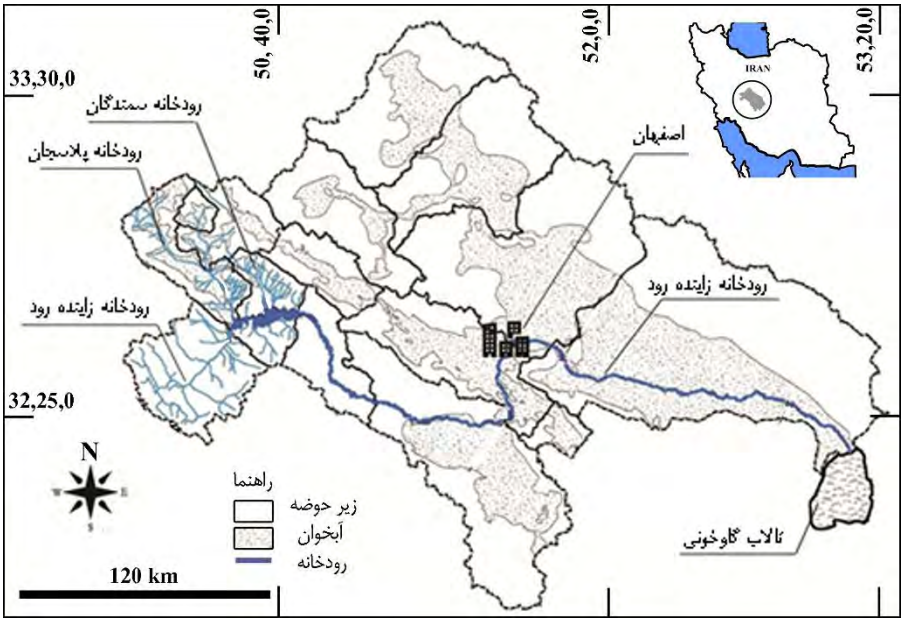
داده و روشها

پژوهش حاضر ماهیت کاربردی دارد. داده‌های مورد نیاز پژوهش با روش پویش محیطی و روش دلفی گردآوری شده است. به منظور انجام روش پویش محیطی از مقالات آنلاین، مروری بر نوشتارهای منتشر شده (پروین زاده و همکاران، ۱۴۰۲: ۱۶– ۱۷) در زمینه موضوع مورد بررسی، استفاده شد. دلفی یک روش سیستماتیک و تکرار شونده جهت پیش بینی آینده است که بر اساس ورودی‌های مستقل از گروهی از کارشناسان خبره عمل می‌کند(عابدینی و آقاپور، ۱۴۰۱: ۱۹۱). این پژوهش با رویکرد آمیخته و تحلیل ساختاری و با بهره گیری از نرم افزارهای Micmac ، Scenario Wizard و مدل آنتروپی شانون مورد بررسی و واکاوی قرار گرفته است. در این پژوهش، ابتدا با مراجعه به منابع کتابخانه‌ای، مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود شناسایی و از طریق مصاحبه با خبرگان، که با روش نمونه گیری هدفمند انتخاب شده‌اند و تا اشباع اطلاعات ادامه داشته است، صحت آن‌ها بررسی شد. سپس پرسشنامه محقق ساخته‌ای در قالب ماتریس تحلیل اثرات، تنظیم و در نرم‌افزار Micmac میزان ارتباط متغیرها با حوزه مربوط توسط خبرگان شناسایی و ۹ متغیر به عنوان متغیرهای کلیدی پژوهش شناسایی شدند. در مجموع ۲۹ حالت برای ۹ متغیر کلیدی در نظر گرفته شد. بر پایه متغیر های کلیدی و حالت‌های مختلف آن پرسشنامه‌ای به صورت متقاطع، طراحی و در اختیار جامعه آماری تحقیق قرار گرفت. پرسشنامه‌های تکمیل شده در نرم‌افزار Scenario Wizard از طریق دستور Ensemble وارد شد. وزن‌دهی به پرسشنامه به صورت مقایسه زوجی و میزان ارتباط بین متغیرها با اعداد بین ۳– تا ۳ سنجیده شد. سبد سناریوهای فراوری هیدروپلیتیک حوضه آبریز زاینده‌رود شناسایی و محتمل‌ترین سناریو تحلیل شد. سرانجام راهکارهای مناسب با محتمل‌ترین سناریو تدوین و در قالب پرسشنامه محقق ساخته دیگری تنظیم و در اختیار جامعه آماری پژوهش قرار گرفت. تا افزون بر بررسی صحت آنها به رتبه بندی آنها با مدل آنتروپی شانون اقدام شود.

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز زاینده رود(شکل ۱) در بخش میانی فلات ایران، ما بین ارتفاعات زاگرس و ارتفاعات مرکزی ایران واقع شده است. مساحت حوضه آبریز زاینده رود ۲۶۹۷۲ کیلومتر مربع است. ۹۳ درصد این حوضه در استان اصفهان و ۷ درصد آن در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است. میزان بارندگی در بخش‌های مختلف این حوضه متفاوت است. به گونه‌ای که، در منطقه چلگرد–کوهرنگ واقع در استان چهار محال و بختیاری میزان بارش متوسط دراز مدت سالانه حدود ۱۴۰۰ میلیمتر است، در حالی که در منتهی‌الیه حوضه یعنی تالاب گاوخونی، بارش متوسط سالانه از حدود ۸۰ میلیمتر تجاوز نمی کند. به طور کلی میانگین بارش حوضه ۲۷۸ میلیمتر است. این حوضه از نظر جمعیتی، یکی از متراکم ترین حوضه‌های جمعیتی و اولین حوضه صنعتی کشور شناخته می‌شود(صفوی و راست قلم، ۱۳۹۵:۱۳). و دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است(سالمی و مورای راست،۱۳۸۶:۲).

رودخانه زاینده رود با طول ۳۵۰ کیلومتر که از ارتفاعات زردکوه سرچشمه و از مغرب به مشرق تا باتلاق گاوخونی جریان دارد(اسماعیلی، ۱۳۹۹: ۵۶۸)، مهمترین رودخانه این حوضه آبریز است که از اواسط سال ۱۳۸۰ پیوسته جریان طبیعی خود را از دست داده و به رودخانه فصلی تبدیل شده است(طالبی صومعه سرایی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۳۲).



شکل(۱). حوضه آبریز زاینده رود

منبع: (Enteshari et al, 2020: 61)

شناسایی متغیرهای تأثیرگذار بر بحران آب حوضه آبریز زاینده رود

در پژوهش حاضر، ابتدا از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و تحلیل محتوای مصاحبه با خبرگان، ۸۰ متغیر تأثیرگذار بر بحران آب حوضه آبریز زاینده رود شناسایی شد.

جدول(۱). متغیرهای تأثیرگذار بر بحران آب حوضه آبریز زاینده رود

کد	مولفه های اصلی	متغیرهای تأثیرگذار
x1	مدیریتی– سیاسی	تضعیف رویکرد منافع جمعی در حوضه آبریز
x2		شفاف نبودن منابع و مصارف آب حوضه آبریز
x3		نبود برنامه ریزی دقیق برای تأمین حقابه گاوخونی
x4		ضعف در برنامه ریزی برای تأمین حقآبه زیست محیطی رودخانه شهر اصفهان
x5		نبود ساختار حکمرانی مناسب آب در حوضه آبریز
x6		بوروکراسی گسترده آب در حوضه آبریز
x7		کاهش سطح اعتماد در بعد مدیریتی و سیاسی حوضه آبریز
x8		مواضع معارض سیاسی نمایندگان استان های حوضه آبریز
x9		وجود مافیای آب در حوضه آبریز
x10		مدیریت ناکارآمد منابع آب در حوضه آبریز
x11		کاهش شمار گردشگران داخلی و خارجی به علت قطع جریان آب در شهر اصفهان
x12		نداشتن عزم جدی در میان مدیران استان های حوضه آبریز برای حل مشکل بحران آب
x13	اقتصادی	بروز حساسیت های ویژه ناشی از معیشت ساکنان حوضه آبریز
x14		نداشتن عزم جدی در میان مدیران استان های حوضه آبریز برای حل مشکل بحران آب
x15		کاهش تولیدات کشاورزی در حوضه آبریز
x16		گسترش حاشیه نشینی ناشی از آسیب های اقتصادی در استان های حوضه آبریز
x17		نابودی معیشت وابسته به کشاورزی و رشد مشاغل کاذب در میان ساکنان حوضه آبریز
x18		کاهش تولیدات صنعتی در استان های حوضه آبریز

کد	مولفه های اصلی	متغیرهای تأثیرگذار
x19		افزایش فقر و بیکاری ناشی از کمبود آب در بستر رودخانه زاینده رود
x20		پرداخت خسارات ناشی از کم آبی یا خشکسالی به کشاورزان در بالادست یا پائین دست حوضه
x21		افزایش سطح زیر کشت محصولات باغی در بالادست حوضه آبریز
x22	اقلیمی- زیست‌محیطی	تشدید فرونشست زمین در اصفهان
x23		کاهش میزان بارندگی در بالادست و پائین دست حوضه آبریز
x24		تشدید فرایند خشکیدن تالاب گاوخونی
x25		بروز تغییرات آب و هوایی در حوضه آبریز
x26		پیدایش کانون های ریزگردهای سمی در حوضه آبریز
x27		کاهش میزان منابع آب های زیرزمینی در استان اصفهان و چهارمحال و بختیاری
x28		تهدید حیات زیستمندان و پایداری آن ها در حوضه آبریز
x29		کاهش رطوبت در ورودی تالاب گاوخونی
x30		افزایش کدورت آب در بالادست حوضه آبریز
x31		تشدید آلودگی هوا در حوضه آبریز
x32		کاهش فضاهای زیستی قابل سکونت شهروندان در حوضه آبریز
x33		برداشت های بی رویه آب از سفره های آب های زیرزمینی
x34		گسترش بیابان زایی در حوضه آبریز
x35		تغییر الگوهای بارش در استان چهارمحال و بختیاری
x36		افزایش میزان تبخیر ناشی از گرم شدن حوضه آبریز
x37		نابودی زمین های حاصلخیز در بالادست و پائین دست حوضه آبریز
x38		افزایش دما ناشی از تغییرات اقلیمی در حوضه آبریز
x39		افزایش تعداد دشت های ممنوعه در استان اصفهان
x40		کاهش کیفیت منابع آب های زیرزمینی-سطحی در حوضه آبریز
x41		کاهش شدید ذخیره مخازن آب سطحی در سد زاینده رود
x42	اجتماعی- فرهنگی	بروز بحران های اجتماعی در حوضه آبریز
x43		بروز آسیب های فرهنگی در حوضه آبریز
x44		کاهش سطح مشارکت ذی‌نفعان در حوضه آبریز
x45		افزایش جمعیت در حوضه آبریز
x46		کاهش سطح همکاری های اجتماعی در حل معضل آب حوضه آبریز
x47		گسترش فعالیت های نابه هنجار اجتماعی و بزهکاری ها در حوضه آبریز
x48		تخلیه جمعیت روستاهای واقع در حوضه آبریز
x49		افزایش مهاجرت های جمعی در حوضه آبریز
x50		بروز نارضایتی های اجتماعی ناشی از کمبود آب در حوضه آبریز
x51	سلامتی و بهداشتی	افزایش بیماری های جسمی و روحی در حوضه آبریز
x52		انتشار گسترده غبارهای سمی ناشی از تالاب گاوخونی
x53	جغرافیایی- تاریخی	تهدید بقا و تمدن تاریخی اصفهان
x54		موقعیت پائین دستی حوضه
x55		موقعیت جغرافیایی کلّی حوضه
x56		توزیع جغرافیایی نامتناسب آب در حوضه آبریز
x57		موقعیت بالادستی حوضه
x58	امنیتی- حقوقی	نبود نظام توزیع عادلانه آب در بالادست حوضه آبریز
x59		افزایش تنش درون استانی و بین استانی در حوضه آبریز
x60		ضعف سیستم حقوقی در حوضه آبریز
x61		افزایش تنش های محلی در حوضه آبریز
x62		شکستن خط انتقال آب به یزد توسط کشاورزان شرق اصفهان

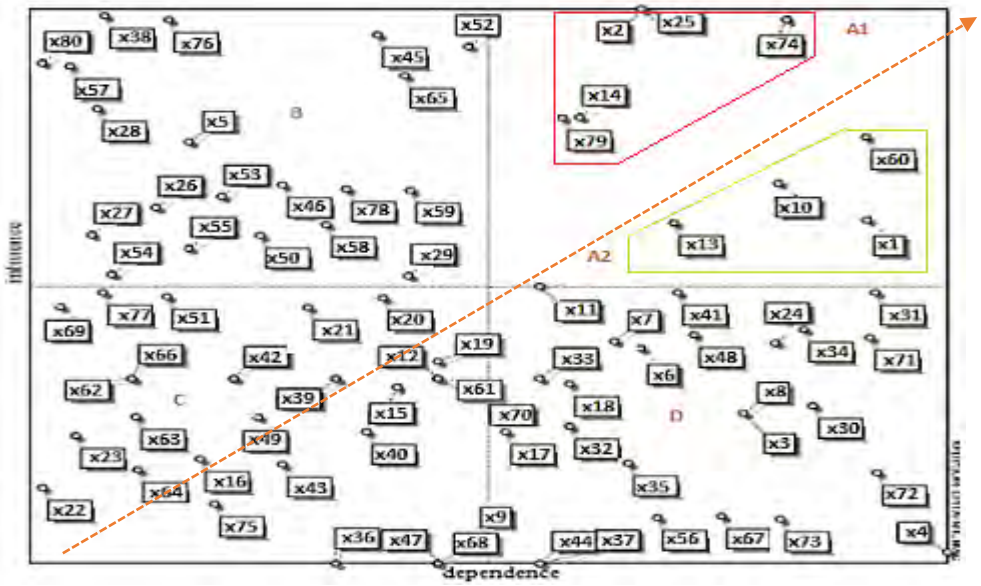
کد	مولفه های اصلی	متغیرهای تأثیرگذار
x63		افزایش تهدیدات امنیت غذایی در حوضه آبریز
x64		کاهش امنیت آبی در حوضه آبریز
x65		تشدید فعالیت های غیرقانونی در حوضه
x66		تهدید امنیت اقتصادی ناشی از کاهش تولیدات کشاورزی و صنعتی در حوضه آبریز
x67	فنی-مهندسی	نبود الگوی متناسب آبخیزداری در حوضه آبریز
x68		افزایش بندها و سدهای آبخیزداری در حوضه آبریز
x69		برداشت غیر مجاز آب در پشت بندها و سدهای احداث شده مسیر رودخانه
x70		بارگذاری های بیش از اندازه پروژه های انتقال آب در حوضه
x71		کاهش آبدهی رودخانه در پائین دست حوضه
x72		بالا بودن حجم صادرات آب مجازی در حوضه آبریز
x73		نبود الگوی کشت مناسب در حوضه
x74		توسعه صنایع آب بر در استان اصفهان
x75		اصلاح شبکه های توزیع آب آشامیدنی
x76	علمی	ضعف نظام برنامه ریزی تخصصی و کارشناسی در حوضه آبریز
x77		امکان احیای زاینده رود به روش علمی-تخصصی
x78		نبود اجماع نظر یا راهکار علمی در حل مسأله زاینده رود
x79		نبود بهره گیری لازم از نظرات نخبگان و کارشناسان علمی در حوضه آبریز
x80		پائین بودن سطح سواد زیست محیطی شهروندان در حوضه

شناسایی متغیرهای کلیدی تأثیرگذار بر بحران‌آب در حوضه آبریز زاینده‌رود

برای انتخاب متغیرهای کلیدی از روش تحلیل ساختاری استفاده شده است. بدین منظور از پرسشنامه ای در قالب ماتریس متقاطع استفاده شد تا وضعیت هر یک از متغیرها در سیستم مشخص شود. پس از تعیین ارزش هر یک از متغیرها بر پایه پنل خبرگی، نتایج پرسشنامه‌های ماتریس تحلیل اثرات به نرم افزار Micmac فراخوانده شد. این نرم افزار یکی از بهترین نرم افزارهایی است که جهت محاسبات ماتریس تحلیل متقاطع، طراحی شده است(سهیلی وند و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۳۹). خروجی این نرم افزار متغیرهای کلیدی را مشخص کرد.

تحلیل سیستم و تعیین تأثیرگذاری-تأثیرپذیری متقابل متغیرها بر یکدیگر

متغیرهای کلیدی متغیرهایی هستند که هم قابل دستکاری و کنترل باشند و هم بر پویایی و تغییر سیستم تاثیر بگذارند. با این توصیف متغیرهایی که تاثیر بسیار بالایی دارند اما قابل کنترل نیستند را نمی‌توان متغیر کلیدی به‌شمار آورد. با نگرش به شکل ۳ متغیرهای قرار گرفته در ناحیه B محور مختصات چنین وضعیتی دارند و برنامه‌ریزان به ندرت قادر به تغییر این متغیرها هستند. متغیرهای قرار گرفته در ناحیه C شبکه مختصات، تاثیرگذاری و تاثیرپذیری بسیار کمی دارند و نمی‌توانند متغیرهای کلیدی محسوب شوند(مستقل). متغیرهای قرار گرفته در ناحیه D به دلیل وابستگی به دیگر متغیرها خاصیت راهبردی و کلیدی ندارند و بیشتر نتیجه دیگر متغیرها به‌شمار می‌آیند(تاثیرپذیر). اما متغیرهای ناحیه A راهبردی و کلیدی هستند چرا که هم قابلیت کنترل توسط سیستم مدیریتی را دارند و هم در سیستم، تاثیرگذاری قابل قبولی دارند و به دو دسته متغیرهای ریسک(A1) و هدف(A2) تقسیم می‌شوند. متغیرهای ریسک قابلیت بیشتری برای تبدیل شدن به متغیر-های کلیدی سیستم را دارند.



شکل(۲). نمودار پراکندگی متغیرهای تاثیرگذار و جایگاه آن در محور تأثیرگذاری ـ تأثیرپذیری

بر پایهٔ مطالب پیش‌گفته و شکل شماره ۱، نه متغیر: تضعیف رویکرد منافع جمعی در حوضه (X1)، شفاف نبودن میزان منابع و مصارف آب در حوضه آبریز(X2)، مدیریت ناکارآمد منابع آب در حوضه آبریز (X10)، حکمرانی غیر مشارکتی در حوضه آبریز(X13)، نداشتن عزم جدی در میان مدیران استان‌های حوضه آبریز برای حل مشکل بحران آب (X14)، تغییرات آب و هوایی در حوضه آبریز (X25)، ضعف سیستم حقوقی در حوضه آبریز(X60)، توسعه صنایع آب بر در استان اصفهان (X74) و نبود بهره‌گیری لازم از نظرات نخبگان و کارشناسان علمی در حوضه آبریز(X79) به عنوان متغیرهای کلیدی تأثیرگذار بر بحران آب حوضه آبریز زاینده رود شناسایی شدند.

یافته‌های تحقیق

سناریوهای هیدروپلیتیک محورِ فراروی حوضه آبریز زاینده‌رود

حالت های احتمالی پیش روی متغیرهای کلیدی

حالت‌های مختلفی پیشِ روی نُه متغیر کلیدی قابل تصور است که در مدیریت آینده حوضه آبریز زاینده‌رود اهمیت بسزایی دارد. مطابق وضعیت های احتمالی در مجموع ۲۹حالت برای نه متغیر کلیدی طراحی و در جدول شماره ۲ بیان شده است.

جدول۲- حالت‌های احتمالی فراروی متغیرهای کلیدی تاثیرگذار بر بحران آب حوضه آبریز زاینده رود

کد	متغیر کلیدی	حالت	شرح حالت‌های احتمالی	وضعیت
A	تضعیف رویکرد منافع جمعی در حوضه	A1	توجه به منافع جمعی در حوضه	نیمه مطلوب
		A2	ادامه روند موجود	ایستا
		A3	عدم توجه گسترده به منافع جمعی در حوضه	بحرانی
B	شفاف نبودن میزان منابع و مصارف آب در حوضه آبریز	B1	توجه به میزان منابع و مصارف آب در حوضه	مطلوب
		B2	ادامه روند موجود	ایستا
		B3	تضعیف نظارت جامع بر میزان برداشت	نیمه بحرانی
		B4	عدم یکپارچگی در شفاف سازی منابع و مصرف آب در حوضه	بحرانی

کد	متغیر کلیدی	حالت	شرح حالت‌های احتمالی	وضعیت
C	مدیریت ناکارآمد منابع آب در حوضه آبریز	C1	بهبود مدیریت نسبی در حوضه آبریز	نیمه مطلوب
		C2	ادامه روند موجود	ایستا
		C3	گسترش نسبی تضاد بین مدیران	نیمه بحرانی
		C4	عدم توجه به مدیریت یکپارچه و اصولی در حوضه	بحرانی
D	حکمرانی غیر مشارکتی در حوضه آبریز	D1	توجه به حکمرانی مشارکتی در حوضه	مطلوب
		D2	ادامه روند موجود	ایستا
		D3	عدم توجه به حکمرانی مشارکتی در حوضه	بحرانی
E	نداشتن عزم جدی در میان مدیران استان‌های حوضه آبریز	E1	افزایش عزم جدی مسئولان	نیمه مطلوب
		E2	کم توجهی مسئولان به بحران آب	نیمه بحرانی
		E3	بی توجهی مسئولان به حل بحران آب	بحرانی
F	تغییرات آب و هوایی در حوضه آبریز	F1	بهبود وضعیت اقلیمی	نیمه مطلوب
		F2	ادامه روند موجود	ایستا
		F3	تشدید وضعیت موجود	بحرانی
G	ضعف سیستم حقوقی در حوضه آبریز	G1	بهبود رژیم حقوقی در بهره برداری از منابع آب	مطلوب
		G2	پیروی از الگوی نامناسب حقوقی در زمینه فعالیت ها و بهره برداری از آب حوضه	نیمه بحرانی
		G3	عدم رژیم حقوقی مناسب در زمینه بهره برداری از منابع آب حوضه	بحرانی
H	نبود بهره‌گیری لازم از نظرات نخبگان و کارشناسان علمی در حوضه آبریز	H1	بهره گیری از نظرات نخبگان و کارشناسان	مطلوب
		H2	عدم توجه کافی به نظرات متخصصان اعم از کارشناسان علمی و نخبگان	نیمه بحرانی
		H3	بی توجهی به نظرات کارشناسان	بحرانی
I	توسعه صنایع آب بر در استان اصفهان	I1	انتقال صنایع آب بر در استان اصفهان به نقاط با ظرفیت منابع آبی مناسب	نیمه مطلوب
		I2	بهره برداری از منابع آب در صنایع آب بر استان اصفهان	نیمه بحرانی
		I3	ایجاد صنایع آب بر جدید در استان اصفهان	بحرانی

شناسایی الگو سناریوهایِ محتملِ فراروی هیدروپلیتیک حوضه آبریز زاینده رود

پس از تهیه فهرست حالت‌های احتمالی مربوط به نُه متغیر کلیدی، به طراحی پرسش‌نامه در قالب ماتریس متقاطع کلیدی پرداخته شد و در اختیار جامع آماری پژوهش قرار گرفت. نتایج پرسش‌نامه داده‌های لازم را برای شناسایی الگو سناریوهای ممکن، توسط نرم‌افزارScenario wizard فراهم کرد. با نگرش به این مسئله که در اینجا هدف تهیه الگو سناریوهای ممکن از ۲۹ حالت احتمالی مربوط به نه متغیر کلیدی است، انتظار می‌رود بیش از۴۵۰۰ الگو سناریو تلفیقی محتمل از میان این حالات احتمالی ممکن استخراج شود که در برگیرنده همه وضعیت‌های فراروی هیدروپلیتیک ایران در حوضه آبریز زاینده رود باشد. نتایج به‌دست آمده از نرم‌افزارScenario wizard نشان داد که هفت الگو با سازگاری قوی و محتمل، ۳۵۰۰ الگو با سازگاری ضعیف و ۹۹۳ الگو ناسازگار، پیش‌روی آینده هیدروپلیتیک حوضه آبریز زاینده رود وجود دارد. شکل ۳ تابلوی الگو سناریوهای با سازگاری قوی را نشان می‌دهد. در این تابلو، رنگ آبی وضعیت کاملا مطلوب، سبز نشان‌دهنده وضعیت نیمه مطلوب، رنگ زرد بیانگر وضعیت ایستا، رنگ صورتی وضعیت در آستانه بحران و رنگ قرمز نشان دهنده وضعیت بحرانی است. تابلوی الگوهای با سازگاری قوی از ۳۱ وضعیت احتمالی مربوط به هفت الگو با سازگاری قوی و محتمل تشکیل شده است.

شکل(۳). تابلوی الگو سناریوهای با سازگاری قوی و محتمل فراروی هیدروپلیتیک حوضه آبریز زاینده رود

همان‌گونه که در شکل۲ دیده می‌شود تعداد وضعیت‌های بحرانی بر دیگر وضعیت‌های ممکن برتری دارد. از وضعیت-های احتمالی حاکم بر صفحه تابلوی سناریوهای قوی و محتمل ۵۳/۳ درصد بحرانی، ۲۶/۶۶ درصد نیمه بحرانی، ۱۰درصد نیمه مطلوب، ۶/۶ درصد مطلوب و ۶/۶ درصد در وضعیت ایستا قرار داشته‌اند. بنابراین با توجه به اینکه وضعیت بحرانی با کسب ۵۳/۳ درصد بیشترین وضعیت احتمالی حاکم بر صفحه سناریو را به خود اختصاص داد، وضعیت فراروی هیدروپلیتیک حوضه آبریز زاینده رود بحرانی نمود یافت.

محتمل‌ترین سناریو: بازتاب بحران‌آب بر هیدروپلیتیک حوضه آبریز زاینده رود، بحرانی است:

طی چند دهه اخیر حوضه آبریز زاینده رود از مناطق درگیر مسئله بحران آب بوده که امروزه به سبب بسیاری از عوامل و دلایل، وضعیت حوضه بیش از پیش با بحران آب رو به رو شده است. بنابراین، منابع آب حوضه در دهه های اخیر روند کاهشی داشته اما مصارف آب حوضه روند متفاوتی داشته است؛ به گونه‌ای که حجم مصرفی آب آشامیدنی همچنان روند افزایشی داشته اما تخصیص آب به بخش کشاورزی مختل شده است. با بروز ناپایداری منابع آب کشاورزی، بخش اعظم مسیر رودخانه زاینده رود از جریان دائمی آب محروم شده و اختصاص آب به بخش کشاورزی در بخش میانی و پایین دست حوضه با مشکل رو به رو شده است. با بروز ناپایداری منابع آب، کشاورزان برای جبران کاهش آب رودخانه، به بهره برداری بیشتر از آب زیرزمینی پرداخته‌اند که خود روند ناپایداری منابع آب حوضه را تشدید کرده است که با ادامه این روند پایداری محیطی و حیات انسانی در حوضه با خطر جدی روبه‌رو است(اطاعت و صالحیان، ۱۴۲:۱۳۹۹). به همین دلیل، با ارزیابی کلی از منابع و مصارف آب در حوضه آبریز زاینده رود، استنتاج می‌شود که با روند سوء مدیریتی و اجرایی در بخش آب و همچنین گسترش بی‌رویه شبکه های آبیاری جدید به شیوه غرقابی و عدم توازن و تعادل در عرضه و تقاضا برای مصارف آب در بخش های گوناگون به ویژه صنایع و کشاورزی، موجب شده تا حوضه آبریز زاینده رود در سال‌های آینده با تنش‌های آبی شدیدتری روبه‌رو شود و اساساً با تعریف طرح‌های جدید انتقال آب از حوضه به حوضه‌های مجاور برای تأمین منابع آب دیگر استان ها نیز، حوضه یاد شده با مسائل بسیاری مانند مهاجرت، فرونشست زمین و غیره رو به رو شود.

بنابراین، با نگرش به ناپایداری‌های منابع آب در حوضه آبریز زاینده رود که از یک سو امنیت زیست محیطی حوضه را دچار مخاطره کرده و از دیگر سو حوضه را ناپایدار کرده است، می توان انتظار داشت که با خشکیدن رودخانه و فشار بر

آبخوان‌های زیرزمینی این مسائل تشدید شده که آسیب‌های دوچندانی برای ساکنان منطقه، خصوصا شرق استان اصفهان ایجاد کرده است(سالمی و حیدری،۱۳۸۵:۳۶ ؛ صالحیان و رحمانی فضلی،۱۳۹۷:۳۹۲؛ کیانی سلمی و همکاران،۱۳۹۴:۲).

راهکارهای ارائه شده برای وضعیت بحرانی هیدروپلیتیک حوضه آبریز زاینده رود

برای جلوگیری از رخداد وضعیت بحرانی هیدروپلیتیک حوضه آبریز زاینده رود راهکارهایی در قالب جدول۳ تنظیم و برای بررسی راهکارهای تدوین شده، پرسش‌نامه محقق ساخته‌ای تدوین و در اختیار خبرگان پژوهش قرار گرفت تا افزون بر بررسی صحت راهکارهای تدوین شده به رتبه‌بندی آنها پرداخته شود.

جدول شماره (۳). راهکارها و رتبه بندی راهکارها تدوین شده برای وضعیت بحرانی هیدروپلیتیک زاینده رود با روش آنتروپی شانون

راهکارها	وزن نهایی	رتبه
مدیریت بهینه منابع آب در سطح ملی و متناسب با آن در سطح حوضه آبریز زاینده رود	۰/۱۰۴	۱
برگزاری جلسات مکرر مسئولان با نخبگان علمی و محققان حوضه مدیریت منابع آب	۰/۰۹۶	۲
بکارگیری دیپلماسی آب فعالانه و مدیریت یکپارچه منابع آب به منظور غلبه بر نقاط ضعف حوضه	۰/۰۸۴	۳
بهره‌گیری از تجارت آب مجازی برای مقابله با بحران آب در سطح محلی	۰/۰۸۳	۴
شفاف سازی میزان منابع و مصارف آب در حوضه در بخش‌های گوناگون	۰/۰۷۹	۵
اصلاح الگوهای مصرف آب در بخش کشاورزی و آموزش کشاورزان جهت ترویج آگاهی برای مصرف	۰/۰۷۶	۶
انتقال آب از حوضه‌های پر آب کارون بزرگ و خلیج فارس به حوضه زاینده رود به صورت اصولی	۰/۰۷۱	۷
اصلاح گزینه‌های تولید کشت محصولاتی که به آب کمتری نیاز دارند به جای محصولات با نیاز آبی زیاد	۰/۰۶۸	۸
انتقال صنایع آب بَر از حوضه آبریز زاینده رود به نزدیک دریا	۰/۰۶۷	۹
بهره‌گیری از فرصت‌های محیطی در حوضه و استفاده از رویکرد همه جانبه در کنترل منابع آب حوضه	۰/۰۶۳	۱۰
استفاده از الگوی کشت مناسب برای مقابله با تهدیدات ناشی از کمبود آب در حوضه	۰/۰۵۵	۱۱
جلوگیری از کشت محصولات پر آب‌بر در بخش کشاورزی	۰/۰۴۷	۱۲
بهره گیری از روش های نوین آبیاری	۰/۰۴۴	۱۳

با نگرش به جدول۳ راهکار مدیریت بهینه منابع آب در سطح ملی و متناسب با آن در سطح حوضه آبریز زاینده رود بهترین و مناسب ترین راهکار از دیدگاه خبرگان شناخته شد.

بحث و بررسی

کمبود آب اساساً تهدیدکننده حیات، مدنیت و بقاء جوامع و واحدهای سیاسی–فضایی است که با توجه به ناهمسانی و توزیع نامتوازن منابع آب بر روی زمین، در قالب دامنه‌ای از همکاری تا کشاکش واحدهای سیاسی–فضایی و جوامع حاشیه حوضه‌های آبریز در مقیاس‌های فروملی تا منطقه‌ای منجر شده است(کاویانی‌راد، ۱۴۰۱:۴۰). کشور ایران دارای اقلیمی خشک و نیمه خشک است که بحران آب یکی از شاخص‌ها و مولفه‌های پایدار آن به شمار می‌رود. بر پایه داده‌ها و اطلاعات از پیش بررسی شده موجود، وضعیت منابع آب در ایران حالتی نگران کننده و بحرانی را پیموده است. مطالعاتی که به بررسی وضعیت منابع آب در حوضه آبریز زاینده رود به صورت موردی و با روش‌های گوناگون پرداخته است (اطاعت و صالحیان، ۱۳۹۹؛ طالبی صومعه سرایی و دیگران، ۱۳۹۸؛ اسماعیلی، ۱۳۹۹، زاکری مهابادی و همکاران، ۱۴۰۱؛ Zarepour Moshizi et al, 2023; Neysiani et al, 2022; Dahkordi, 2021; Talbi, 2019) بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود را تایید کرده‌اند.

پژوهش حاضر به بررسی اثرات بحران آب بر سناریوهای هیدروپلیتیک محورِ فراروی حوضه آبریز زاینده‌رود با رویکرد آینده پژوهی و بر پایه پنل خبرگی پرداخته است و نشان داد: وضعیت هیدروپلیتیک محورِ فراروی تأثیر بحران آب در حوضه آبریز زاینده‌رود بحرانی است. بنابراین نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات انجام شده همخوانی و مطابقت دارد. و این هشداری برای کارگزاران، سمن‌ها، شهروندان متعهد، سازمان های محیط زیست و رسانه‌هاست که حوضه آبریز زاینده رود را دریابند. از این رو، برنامه‌های راهبردی مبتنی بر توسعه همه جانبه منابع برای تضمین مدیریت خوب منابع آب، حداقل تلفات و ضایعات آب باید توسط مسئولان کشور در حوضه آبریز زاینده رود هر چه سریع تر اتخاذ شود.

نتیجه‌گیری

طی چند دهه گذشته بحران فزاینده منابع آب در حوضه آبریز زاینده رود، تنش‌هایی در حوزه‌های اجتماعی، اقتصادی، سیاسی، زیست محیطی و حتی صنعتی را پدید آورده که از یک سو امنیت، ثبات و رفاه ساکنان آن را متأثر کرده و از سوی دیگر زیست شهروندان، بقا و امنیت ملی کشور را دچار مخاطره کرده است. این مسئله تا به امروز پیامدهای ویرانگری در سطح محلی و ملی به بار آورده است. در بسیاری از مناطق این حوضه مسئله تأمین آب به ابرچالش مبدل شده و در قالب شکنندگی محیط زیست و نابودی زیست بوم‌ها نمود یافته است. در این باره، حوضه آبریز زاینده رود به واسطه عملکرد انسانی و دگرش اقلیم، وضعیت نگران‌کننده‌ای یافته است. به‌گونه‌ای که بازتاب دگرگونی‌های زیست محیطی آن با نگرش به گستره و ژرفای آن، آینده پر دغدغه‌ای فراروی مردم و کارگزاران این حوضه گشوده است. بر بنیاد چنین ویژگی‌ها و شناسه‌هایی، تدوین سناریوهای فراروی هیدروپلیتیک حوضه آبریز زایند رود گریزناپذیر است. نتایج پژوهش نشان داد، احتمال رخداد وضعیت بحرانی بیش‌تر از دیگر رویدادهای ممکن است. به‌گونه‌ای که ۵۳/۳ درصد از وضعیت‌های حاکم بر صفحه سناریو در وضعیت بحرانی قرار دارند. مسئله مهم در تدوین سناریوهای پیشِ رو بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود آن است که دست اندرکاران حاضر در عرصه(تأثیرگذار) بتوانند برای محتمل‌ترین سناریوی ممکن راهکار مناسب به دست دهند. بنابراین، با نگرش به وضعیت هیدروپلیتیک محور فراروی حوضه آبریز زاینده رود، مناسب‌ترین راهکار از دیدگاه خبرگان، مدیریت بهینه منابع آب در سطح ملی و متناسب با آن در سطح حوضه آبریز زاینده رود شناسایی شد که باید برای جلوگیری از رخداد وضعیت بحرانی حال حاضر در این حوضه، در کانون توجه قلمرو‌داران و کارگزاران در مقیاس ملی و محلی قرار گیرد. نیاز به یاداوری است که یافته‌های پژوهش پیش‌رو می‌تواند برای آگاهی‌بخشی و برنامه‌ریزی آینده توسط سازمان‌ها و کارگزاران دست‌اندرکار مورد بهره برداری قرار گیرد. در ادامه پیشنهادات کاربردی و پژوهشی در راستای هدف پژوهش ارائه گردیده است.

پیشنهادات کاربردی

- برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری برای تصفیه فاضلاب‌ها و بازچرخانی پساب.
- بهینه‌سازی استفاده از منابع آب با به‌کارگیری فنون مدیریت منابع آب، بهره‌برداری بهینه و هوشمندانه منابع آب در بخش کشاورزی.
- افزایش سیستم‌های نوین آبیاری و آبرسانی و به روز رسانی این سیستم‌ها.
- هدایت صنایع آب‌بر به مناطق پر آب.
- آموزش شهروندان از طریق رسانه‌ها و سیستم‌های آموزش همگانی برای مدیریت مصرف آب خانگی.
- اجرای برنامه‌های کنترل و مدیریت منابع آب شامل نظارت بر برداشت غیرقانونی آب.
- اجرای برنامه‌های گردآوری و بازچرخانی آب فاضلاب.
- شیرین کردن آب دریای عمان و انتقال آن به حوضه آبریز زاینده رود.

پیشنهادات پژوهشی

- انجام مطالعات پیرامون منابع تامین آب حوضه آبریز زاینده رود.

- انجام پژوهش به منظور بررسی تاثیر مدیریت منابع آب حوضه آبریز زاینده رود بر کاهش بحران آب در این حوضه.
- بررسی نقش رسانه‌ها در آموزش همگانی برای مصرف بهینه منابع آب.
- برگذاری جلسات هم‌اندیشی با اساتید، پژوهشگران و فعالان بخش محیط زیست.

منابع

- اسماعیلی، محمد مهدی.(۱۳۹۹). بحران تأمین آب در حوضه آبریز زاینده رود؛ مسائل سیاسی و اجتماعی و راهکارهایی برای مدیریت آن، *فصلنامه مطالعات و تحقیقات اجتماعی در ایران*، ۹(۳): ۵۶۷-۵۸۵.
- اطاعت جواد؛ صالحیان سعید.(۱۳۹۹). تحلیل منابع و مصارف و ناپایداری منابع آب در حوضه آبریز زاینده رود، *مهندسی آبیاری و آب ایران*، ۱۰(۳): ۱۵۸- ۱۴۲.
- آفتابی زکیه؛ کاویانی راد مراد؛ کاردان مقدم حمید. تبیین سناریوهای فراروی مناسبات هیدروپلیتیک رودخانه های مرزی ایران و عراق، *مدیریت آب و آبیاری*، ۱۳(۲): ۵۰۷- ۴۸۷.
- پروین زاده محمود؛ ولی زاده رضا؛ حسین زاده دلیر کریم. (۱۴۰۲). واکاوی پیشرانهای کلیدی موثر بر گسترش اسکان غیررسمی با رویکرد آینده پژوهی، *نمونه موردی سکونت گاه های غیر رسمی کلانشهر تبریز*، ۲۷(۸): ۲۶-۱۳.
- داوودی‌دهاقانی ابراهیم؛ عامری محمدعلی. (۱۳۹۸). پیآمدهای اجتماعی و امنیتی انتقال آب بین حوضه‌ای(مطالعه موردی: بهشت آباد چهارمحال و بختیاری به زاینده رود اصفهان)، *پژوهشنامه جغرافیای انتظامی*، ۷(۲۵): ۵۱-۷۶.
- ذاکری مهابادی، اسماعیل؛ یزدانی زازرانی، محمدرضا؛ محمدی کنگرانی، حنانه. (۱۴۰۱). بررسی علل بحران در سیاست های آب زاینده رود؛ مطالعه موردی شهرستان های غربی استان اصفهان، *فصلنامه سیاستگذاری عمومی*، ۸(۱): ۴۳-۵۹.
- سالمی حمیدرضا و حیدری نادر.(۱۳۸۵). گزارش فنی؛ ارزیابی منابع و مصارف آب در حوضه آبریز زاینده رود، *تحقیقات منابع آب ایران*، ۲(۱): ۷۲-۷۶.
- سالمی حمیدرضا؛ موارای راست هاموند .(۱۳۸۳). سیمای کلی هیدرولوژی حوضه‌آبریز زاینده‌رود، *نشریه آب و فاضلاب*، دوره ۱۵، شماره ۲(مسلسل ۵۰)، تابستان: ۲-۱۳.
- سهیلی وند لیلا؛ حق پرست، فرزین؛ سلطانی، علیرضا؛ فرامرزی مهسا. (۱۴۰۰). شناسایی و تحلیل پیشران های کلیدی موثر بر تامین مسکن مناسب برای گروه های کم درآمد در شهر تبریز، *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۲۵(۷۸). ۲۴۲-۲۱۹.
- صفوی حمید رضا؛ راست قلم مهدی.(۱۳۹۵)، راهکار برون رفت از بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود: مدیریت توأمان تأمین و مصرف آب، *تحقیقات منابع آب ایران*، سال دوازدهم، شماره ۴، زمستان: ۱۲-۲۲.
- ضیائی، لطف الله.(۱۳۹۳)، بحران آب در حوضه زاینده رود(مولفه ها و راهکارها)، *ماهنامه دانش نما*، ۲۳۰(۲۳۲): ۸-۲۱.
- طالبی صومعه سرایی مهشید؛ ذکایی محمد سعید؛ فاضلی محمد و جمعه پور محمود.(۱۳۹۸). جامعه شناسی یک بحران : آسیب شناسی بحران آب در حوضه آبریز زاینده رود، *مطالعات میان رشته‌ای در علوم انسانی*، ۱۱(۴): ۱۳۳-۱۶۵.
- عابدینی، عیسی؛ آقاپور، مهدی. (۱۴۰۱). شناسایی عوامل کلیدی(پیشران ها) شهروندی زیست محیطی(مطالعه موردی: شهروندان تبریز)، *جغرافیا و برنامه ریزی*، ۱۶(۸۰): ۲۰۲-۱۸۵.
- کاویانی راد، مراد؛ صدرانیا، حسن. (۱۴۰۰). هیدروپلیتیک: آینده پژوهی مناسبات هیدروپلیتیک ایران و افغانستان در حوضه آبریز هریرود. تهران: *انتشارات پژوهشکده مطالعات راهبردی*.
- کاویانی‌راد، مراد؛ ساسان‌پور فرزانه و نصرتی حمیدرضا. (۱۳۹۸). واکاوی مفهوم امنیت آب از منظر جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک، *فصلنامه ژئوپلیتیک*، ۱۵(۱): ۲۳-۵۹.
- کاویانی‌راد، مراد (۱۳۹۹). هیدروپلیتیک: سویه‌ها و رویکردها. تهران: *انتشارات پژوهشکده مطالعات راهبردی*.
- کیانی سلمی صدیقه؛ نوری سید هدایت الله و صدرزاده خویی امیر.(۱۳۹۴). پیش‌بینی وضعیت آبدهی زاینده رود با استفاده از سری زمانی مورد شناسی: شرق جلگه اصفهان، *جغرافیا و آمایش شهری-منطقه ای*، ۵(۱۷): ۱-۱۸.
- Enteshari, S., Safavi, H.R., van der Zaag, P., (2020), ***Simulating the interactions between the water and the socio-economic system in a stressed endorheic basin,*** Hydrological Sciences Journal, 65(13): 2159-2174.
- Madani, K., and Mariño, M.A., (2009), ***System Dynamics Analysis for Managing Iran's Zayandeh-Rud River Basin,*** Water Resour Manage, 23:2163–2187.

- Berhanu, B., Seleshi, Y., & Melesse, A. M., (2014), ***Surface water and groundwater resources of Ethiopia: potentials and*** **challenges of water resources development. Nile River Basin: ecohydrological challenges**, climate change and hydropolitics, 58(4): 97-117.
- Brethaut, C., Ezbakhe, F., Mccracken, M., Wolf, A., Paltoun, J., (2022), ***Exploring discursive hydro politics: a conceptual framework and research agenda***, International journal of water resources development. 38(1): 464-479.
- Cantillana, R., Iniesta-Arandia, I., (2022), ***Beyond scarcity and its management: Sociocultural dimensions of the water crisis in the Atacama Desert,*** Water Policy, 24(7):1124.
- De Stefano, L., Edwards, P., De Silva, L., Wolf, A. T., (2010), ***Tracking cooperation and conflict in international basins: Historic and recent trends***, Water Policy, 12(1): 871–884.
- Dehkordi, S. K., Paknejad, H., Blaha, L., Svecova, H., Grabic, R., Simek, Z., Bittner, M., (2021***), Instrumental and bioanalytical assessment of pharmaceuticals and hormone-like compounds in a major drinking water source—wastewater receiving Zayandeh Rood river, Iran***, Environmental science and pollution research, 29(1): 9023- 9037.
- Dolatyar, M., Gray, T.S., (2000), the ***politics of water scarcity in the middle east***, environmental politics9(1): 65-88.
- Estrela, T., Pérez-Martin, M. A., Vargas, E., (2012), Impacts ***of climate change on water resources in Spain***, Hydrological Sciences Journal, 57(6): 1154-1167.
- FAO (2014), ***Coping with water scarcity in agriculture a global framework for action in a changing climate.*** Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. Available at http://www.fao.org/3/a-i6459e.pdf.
- Fernández, J.E., Angel, M., (2020), ***Ecological City-States in an Era of Environmental Disaster: Security, Climate Change and Biodiversity***, Sustainability, 12(14): 5532.
- Gerlak, A., Varady, R; Haverland, A., (2009). ***Hydrosolidarity and international water governance***. international negotioation, 14(1): 311-328.
- Kåresdotter, E., Skoog, G., Pan, H., & Kalantari, Z., (2023***), Water-related conflict and cooperation events worldwide: A new dataset on historical and change trends with potential drivers***, Science of The Total Environment 868(161555).
- Karthe, D., Chalov, S., & Borchardt, D., (2015), ***Water resources and their management in central Asia in the early twenty first century: status, challenges and future prospects***. Environmental Earth Sciences, 173(1): 487-499.
- Kehl, J. R., (2011), ***Hydropolitical complexes and asymmetrical power: Conflict, cooperation, and governance of international river systems***, Journal of World-Systems Research, 218-235.
- Khatibi, SH., Hasrat Arjjumend., (2019), ***Water Crisis in Making in Iran,*** Grassroots Journal of Natural Resources, 2(3): 2581-6853.
- Mirumachi, N., Allan, J. A., (2007), ***Revisiting transboundary water governance: Power, conflict cooperation and the political economy,*** In Proceedings from CAIWA international conference on adaptive and integrated water management: Coping with scarcity. Basel, Switzerland, Vol. 1215: 1-24.
- Mirumachi, N., Allan, J. A., (2007). ***Revisiting transboundary water governance: Power, conflict cooperation and the political economy***. In *Proceedings from CAIWA international conference on adaptive and integrated water management: Coping with scarcity. Basel, Switzerland* (Vol. 1215).
- Moorthy, R., & Bibi, S., (2023*), **Water Security and Cross-Border Water Management in the Kabul River Basin***, Sustainability, 15(1): 792.
- Nagheeby, M., Warner, J., (2018*), **The geopolitical overlay of the hydro politics of the harried river basin,*** international environmental agreements: politics, law and economic, 18(1): 839-860.
- Neysiani, S. N., Roozbahani, A., Javadi, S., Shahdany, S. M. H., (2022), ***Water resources assessment of zayandeh-rood river basin using integrated surface water and groundwater footprints and K-means clustering method***, Journal of Hydrology, l 614(128549): 1-28.

- Owusu, P. A., Asumadu-Sarkodie, S., & Ameyo, P., (2016), ***A review of Ghana's water resource management and the future prospect,*** Cogent Engineering, 13(1): 1164275.
- Petelet-Giraud, E., Cary, L., Cary, P., Bertrand, G., Giglio-Jacquemot, A., Hirata, R., ... & Aurouet, A., (2018*),* ***Multi-layered water resources, management, and uses under the impacts of global changes in a southern coastal metropolis: When will it be already too late? Crossed analysis in Recife, NE Brazil,*** Science of the Total Environment, 18(1): 645-657.
- Qadir, M., Sharma, B.R., Bruggeman, A., Choukr- Allah, R., Karajeh, F., (2007), ***Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scrce countries,*** Agricultural water management, 87:2-22.
- Rai, S. P., Wolf, A. T., Sharma, N., & Tiwari, H., (2017*),* ***Hydro politics in transboundary water conflict and cooperation,*** River system analysis and management, 7(2) l: 353-368.
- Remans., W. (1995*).* ***Water and war***. Human tares Völkerrecht, vol 8, Pp 1–14.
- Richter, B. D., Mathews, R., Harrison, D. L., & Wigington, R., (2003), ***Ecologically sustainable water management: managing river flows for ecological integrity,*** Ecological applications, 13(1): 206-224.
- Salameh, M. T. B., Alraggad, M., & Harahsheh, S. T., (2020*),* ***The water crisis and the conflict in the Middle East,*** Sustainable Water Resources Management, vol 7, pp1-14.
- Siwar, C., & Ahmed, F., (2014), ***Concepts, dimensions and elements of water security,*** Pakistan Journal of Nutrition, 13(5): 281.
- starr, J.R., (1991), ***water wars***. foreign policy. 82(1), 17-36.
- Talebi, M., Zokaie, M., Fazeli, M. O. H. A. M. M. A. D., Jomehpoor, M. A. H. M. O. U. D., (2019*),* ***Sociology of a crisis: The social pathology of the water crisis in the Zayandeh-Rood river basin,*** Interdisciplinary Studies in Humanities, 1(4): 133-165.
- Trottier, J. (2008), ***Water crises: Political construction or physical reality*****?** Contemporary Politics 14(2):197-214.
- Turton, A., Henwood, R.(Eds.)., (2002), ***Hydropolitics in the developing world: A Southern African perspective***. IWMI.
- Tzanakakis, V.A.; Paranychianakis, N.V; Angelakis, A.N., (2020), ***Water Supply and Water Scarcity***, 12(2347):1-24.
- UN-Water (2006), ***Coping with water scarcity: a strategic issue and priority for system-wide action***, Available at https://www.preventionweb.net/publications/view/1770.
- Wolf, A., (2007***), Hydropolitical Vulnerability and Resilience Along International Waters: Europe***, International Kindle Paperwhite, Illustrated Edition.
- WWAP (2012), ***International decade for action water for life 2005-2015. Word Water Assessment Program.*** Available at https://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml
- Yang, D., Yang, Y., Xia, J., (2021), ***Hydrological cycle and water resources in a changing world: A review,*** Geography and Sustainability, 2(1): 115–122.
- Zarei, M., (2020), ***The water- energy- food nexus: a holistic approach for resource security in iran, Iraq and turkey,*** water- energy- nexus, 3: 81-94.
- Zarepour Moshizi, M., Yousefi, A., Amini, A. M., Shojaei, P., (2023***), Rural vulnerability to water scarcity in Iran: an integrative methodology for evaluating exposure, sensitivity and adaptive capacity,*** GeoJournal, 88(2): 2121-2136.
- Zeitoun, M; Warner, J., (2006***), Hydro-hegemony—A framework for analysis of trans-boundary water conflicts.*** Water Policy, 8(1): 435–460.