University of Sistan and Baluchestan

Geography and Territorial Spatial Arrangement

Print ISSN: 2345 - 2277 Online ISSN: 2783 - 5278

Association of Geography and Planning of Border Areas of Iran

Analysis of the Resilience Status of Mashhad City in the Face of Water Insecurity

Abolfazl Mansouri Etminan [1], Keramatollah Ziari [2]✉, Ali Hosseini [3]

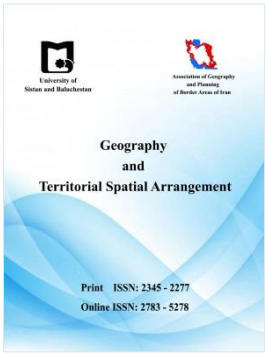
1. Ph.D student of Geography and Urban Planning, Kish International Campus, University of Tehran, Iran.
E-mail: mansouri.etminan@ut.ac.ir
2. Professor of the Department of Human Geography and Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Iran.
✉ E-mail: Zayyari@ut.ac.ir
3. Associate Professor of the Department of Human Geography and Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Iran.
E-mail: a.hosseini@ut.ac.ir

How to Cite: Mansouri Etminan, A; Ziari, K & Hosseini, A. (2024). Analysis of the Resilience Status of Mashhad City in the Face of Water Insecurity. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 14 (53), 25-30.

DOI: http://dx.doi.org/ 10.22111/GAIJ.2024.49465.3223

Article type:
Research Article

Received:
03/08/2024
Received in revised form:
11/11/2024
Accepted:
13/11/2024
Publisher online:
17/11/2024



Keywords:
Water Insecurity, Climate Change, Water Crisis, Urban Resilience, Mashhad City.

ABSTRACT

Today, water insecurity is one of the biggest threats to human life, which has faced the cities with many challenges such as threats to the health and livelihood of citizens, lack of safe and sanitary water, increase urban poverty, threats to food security, restrictions on economic development, etc. From this point of view, in recent decades, various solutions and perspectives have been proposed to solve this challenge and reduce its effects on the level of urban settlements. In the meantime, one of the most important solutions is paying attention to the concept of urban resilience, which has attracted a lot of attention in the field of urban planning in recent years. For this purpose, the current research has been carried out in order to measure the resilience of Mashhad city in the face of water insecurity. In this research, with a quantitative method, descriptive-analytical in nature and based on a measurement framework, researcher-made questionnaires based on the Likert scale using the Cochran formula and the snowball method were distributed among 400 citizens of Mashhad, 40 experts from Mashhad City Water and Wastewater Company and Khorasan Razavi Regional Water Company, as well as 40 experts and researchers related to the research topic in Mashhad and their output has been analyzed with one-sample t-test, Pearson's correlation test and multiple regression analysis. The results of this research show that the city of Mashhad did not have the necessary resilience to face water insecurity and reduce its effects (the average is lower than 3) and if its resilience capacity is strengthened in the context of drinking water supply and purification for citizens (correlation coefficient 0.868), water environmental sustainability (correlation coefficient 0.729), water governance (correlation coefficient 0.698), reducing water-related disasters (correlation coefficient 0.635) and increasing productivity and making affordable drinking water supply for citizens (correlation coefficient 0.548), we can expect the realization of water security at the level of this city.

© the Author(s). **Publisher**: University of Sistan and Baluchestan

Extended Abstract

Introduction

Today, one of the most important consequences of climate change on human settlements is the water crisis, which has affected most of the world's cities in recent years. Simultaneously with this phenomenon, the increase in water consumption demand due to the increase in population, groundwater pollution, change in water consumption pattern, inappropriate management of water resources and the like has in practice led to water insecurity in many of these cities. Thus, today, water insecurity in cities has faced many issues and problems, including social migrations, threats to the health and livelihood of citizens, lack of safe and sanitary water, social conflicts, increase in urban poverty, threats to food security, restrictions on economic development, etc; Therefore, in recent decades, various solutions and viewpoints have been proposed, one of the most important of which is to pay attention to the concept of urban resilience, which has attracted a lot of attention in the field of urban planning in recent years.

The city of Mashhad is not separate from this issue. In recent years, changes in the climate, weather conditions and temperature increase have caused the water resources of this city to face serious challenges. Also, along with the improper management of water resources, groundwater pollution and high water consumption, the alarm of water shortage and water insecurity should be sounded in Mashhad city. From this point of view, the continuation of water insecurity at the level of this city makes Mashhad face many issues and problems. All these issues make it necessary to make the citizens of this city resilient in the face of water insecurity and reduce its effects. With these interpretations, the present research was carried out in line with the assessment of resilience of the city of Mashhad in the face of water insecurity.

Study Area

The city of Mashhad, the capital of Khorasan Razavi province, the second most populous city in Iran, is located in the Kashafrud River basin, between Binaloud and Hezar Masjed mountains, in the northeast of Iran. Kashafrud River basin is a part of the Qaraqom basin, which is located in the north-east of the country and in the northern areas of Khorasan-Razavi province. It starts from the east of Qochan town and extends to the eastern heights, almost to the south-east of Mashhad. The city of Mashhad is one of the most important cultural, religious and touristic centers of the country due to the presence of the Holy Shrine of Imam Reza (AS), numerous shrines and historical buildings, Ferdousi Mausoleum, Basfa summer resorts and bungalows.

Material and Methods

On the one hand, this research was carried out in order to measure the state of Mashhad city from the perspective of its resilience in the face of water insecurity, and on the other hand, to explain the impact of resilience of this city in the face of water insecurity and reduce its effects. Thus, according to the content and nature, it was considered a quantitative research in terms of method, in terms of purpose, an applied research and in terms of nature, a descriptive-analytical research. In order to measure the situation of Mashhad city from the point of view of its resilience in the face of water insecurity, the number of two sets of questionnaires were distributed with 51 questions based on the Likert scale and using the Cochran formula among 400 citizens of Mashhad city and also using the snowball method between 40 experts from Mashhad City Water and Wastewater Company and Khorasan Razavi Regional Water Company, and also in order to explain the impact of resilience of Mashhad city in facing water insecurity and reducing its effects, a questionnaire with 18 questions based on the Likert scale and using the snowball method among 40 experts and elites of this city and familiar with the content of this research. Content validity (expert opinion) was used to determine the validity of research questionnaires and Cronbach's alpha was used for its reliability. Also, to analyze the research data, sample t-test, Pearson correlation test and multiple regression analysis were used.

Result and Discussion

The results of the sample T-test in order to measure the state of Mashhad city from the perspective of its resilience in the face of water insecurity showed that the city of Mashhad does not have favorable conditions in terms of providing safe and hygienic drinking water for citizens, the optimal quality of drinking water for citizens, hygiene and purification of drinking water for citizens, citizens' attention to the economic value of drinking water, productive use of drinking water for the economic growth of the city, provision of affordable drinking water for citizens, diversification of drinking water supply sources, protection of drinking water supply sources for citizens' consumption, preparedness against water-related disasters and reducing their effects, capacity to cope and adapt to the effects of water-related disasters, awareness and support of citizens

about water security, as well as the participation and cooperation of stakeholders in the process of ensuring water security. As a result, it can be concluded that the situation of the city of Mashhad was not favorable from the point of view of drinking water supply and purification for citizens, increasing productivity and making affordable drinking water supply for citizens, water environmental sustainability, reducing water-related disasters and water governance.
Also, the findings indicated that there is a meaningful, direct and somewhat strong relationship between the components of Mashhad's resilience in the face of water insecurity, including the drinking water supply and purification for citizens, water environmental sustainability, water governance, reducing water-related disasters and increasing productivity and making affordable drinking water supply for citizens, and the reduction of water insecurity and its effects. This indicates that strengthening the resilience capacity in Mashhad city can be effective in reducing water insecurity and its effects.

Conclusion

The results of this research show that the city of Mashhad did not have the necessary resilience to face water insecurity and reduce its effects (the average is lower than 3) and if its resilience capacity is strengthened in the context of drinking water supply and purification for citizens with a correlation coefficient of 0.868 (through accessibility, strengthening the quality, health and purification of drinking water for citizens), water environmental sustainability with a correlation coefficient of 0.729 (through diversifying the sources of drinking water supply and protecting the sources of drinking water supply for the consumption of citizens), water governance with a correlation coefficient of 0.698 (through raising awareness and supporting citizens about water security and the participation and cooperation of stakeholders in the process of ensuring water security), reducing water-related disasters with a correlation coefficient of 0.635 (in the framework of the city's preparedness against water-related disasters and reducing their effects and strengthening the capacity to deal with and adaptation measures at the city level against the effects of water-related disasters) and increasing productivity and making affordable drinking water supply for citizens with a correlation coefficient of 0.548 (in the context of citizens paying more attention to the economic value of drinking water, productive use of drinking water for the economic growth of the city, and cost-effective provision of drinking water for citizens), we can expect the realization of water security at the level of this city.

Key words: Water Insecurity, Climate Change, Water Crisis, Urban Resilience, Mashhad City.

References

Abbas, F., Al-Naemi, S., Farooque, A. A., & Phillips, M. (2023). A review on the water dimensions, security, and governance for two distinct regions. Water, 15(1), 208.

https://doi.org/10.3390/w15010208

Aboelnga, H. T., Ribbe, L., Frechen, F. B., & Saghir, J. (2019). Urban water security: Definition and assessment framework. Resources, 8(4), 178.

https://doi.org/10.3390/resources8040178

Armstrong, M. (2023). Where Water Stress Will Be Highest by 2040.

https://www.statista.com/chart/26140/water-stress-projections-global

Babel, M. S., Chapagain, K., Shinde, V. R., Prajamwong, S., & Apipattanavis, S. (2022). A disaggregated assessment of national water security: An application to the river basins in Thailand. Journal of Environmental Management, 321, 115974.

http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115974

Babel, M. S., Shinde, V. R., Sharma, D., & Dang, N. M. (2020). Measuring water security: A vital step for climate change adaptation. Environmental Research, 185, 109400.

http://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109400

Babel, M., Chapagain, K., & Shinde, V. R. (2023). How to measure urban water security? An introduction to the Water Security Assessment Tool (WATSAT). APN Science Bulletin, 13(1), 60-75.

http://doi.org/10.30852/sb.2023.2166

Bozorg- Haddad, O., Dehghan, P., Zareie, S., & Loáiciga, H. A. (2020). System dynamics applied to water management in lakes. Irrigation and Drainage, 69(4), 956-966.

https://doi.org/10.1002/ird.2470

Chapagain, K., Aboelnga, H. T., Babel, M. S., Ribbe, L., Shinde, V. R., Sharma, D., & Dang, N. M. (2022). Urban water security: A comparative assessment and policy analysis of five cities in diverse developing countries of Asia. Environmental Development, 43, 100713.

http://doi.org/10.1016/j.envdev.2022.100713

Cheshmehzangi. A. (2020). The city in need: urban resilience and city management in disruptive disease outbreak events. Springer, Singapore.

https://doi.org/10.1007/978-981-15-5487-2

Dehghan, P., Hosseinpour Moghadam, M., Lashkaripour, Gh., & Ghafouri, M. (2013). Investigating the geomorphological forms of the Kashfroud river basin (northeast of Iran). The 8th conference of the Engineering and Environmental Geology Society of Iran. Ferdousi University of Mashhad. *(In Pershian)*

http://profdoc.um.ac.ir/articles/a/1040677.pdf

Dolan, F., Lamontagne, J., Link, R., Hejazi, M., Reed, P., & Edmonds, J. (2021). Evaluating the economic impact of water scarcity in a changing world. Nature communications, 12(1), 1-10.

https://doi.org/10.1038/s41467-021-22194-0

Doshi, S., & Sharma, R. (2021). The role of water governance in ensuring water security: A case of Indian cities. In Climate Change and Water Security: Select Proceedings of VCDRR 2021 (pp. 267-276). Singapore: Springer Singapore.

https://doi.org/10.1007/978-981-16-5501-2_22

Habiba, U., Abedin, A., & Shaw, R. (2014). Defining Water Insecurity, In Water Insecurity: A Social Dilemma. Published online: 20, 3-20.

https://doi.org/10.1108/S2040-7262(2013)0000013007

Hekmat Nia, H., Nasiri Hinde Khale, I., Eskandari Nodeh, M., & Younsei Sandi, R. (2022). Explanation of physical criteria effective in improving the resilience of informal settlements against environmental hazards (case study: Hamedan city). Scientific research journal of natural environmental hazards, 12(35), 79-94. *(In Pershian)*

http://doi.org/10.22111/JNEH.2022.40625.1861

Hobbie, S. E., & Grimm, N. B. (2020). Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 375(1794), 20190124.

https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0124

Hoekstra, A. Y., Buurman, J., & Van Ginkel, K. C. (2018). Urban water security: A review. Environmental research letters, 13(5), 053002.

https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaba52

Iran Statistics Center. (2016). the results of the 8th general population and housing census. *(In Pershian)*

https://www.amar.org.ir

Jamali, S., Salehnia, N., Ansari, H., & Rahimi Agh Cheshme, F. (2022). Investigating the effect of the Covid-19 pandemic on Iran's water security, food security and environment. Journal of Water Management in Agriculture, 9(1), 161-180. *(In Pershian)*

https://www.sid.ir/paper/1031491/fa

Johannessen, Å., & Wamsler, C. (2017). What does resilience mean for urban water services?. Ecology and Society, 22(1).

https://doi.org/10.5751/ES-08870-220101

Kalra, R. (2020). Can urban ponds help tackle domestic water scarcity and build resilience?. Journal of Regional and City Planning, 31(2), 180-198.

https://doi.org/10.5614/jpwk.2020.31.2.5

Kaviani Rad, M., Sasanpour, F., & Nousrati, H. (2019). Analyzing the concept of water security from the perspective of political geography and geopolitics. Geopolitics Quarterly, 15(1), 23-59. *(In Pershian)*

http://doi.org/20.1001.1.17354331.1398.15.53.2.3

Khatibi, S., & Arjjumend, H. (2019). Water crisis in making in Iran. Grassroots Journal of Natural Resources, 2(3), 45-54.

http://journals.grassrootsinstitute.net/journal1-natural-resources/ ISSN: 2581-6853

Khorasan Razavi Regional Water Company. (2024). Mashhad holy water statistics. *(In Pershian)*

www.khrw.ir/uploaded_files/DCMS/wysiwyg/files/AmarnamehMashhad14030430_118.pdf

Krueger, E., Rao, P. S. C., & Borchardt, D. (2019). Quantifying urban water supply security under global change. Global Environmental Change, 56, 66-74.

https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.03.009

Kumar Mishra, B., Gautam, A., Kumar, P., Saraswat, Ch., & Chakraborty, Sh. (2021). Water Security in a Changing Environment: Concept, Challenges and Solutions. Water 2021, 13, 490. Water Quality Assessments for Urban Water Environment, 181.

https://doi.org/10.3390/w13040490

Leal Filho, W., Totin, E., Franke, J. A., Andrew, S. M., Abubakar, I. R., Azadi, H., ... & Global Adaptation Mapping Initiative Team. (2022). Understanding responses to climate-related water scarcity in Africa. Science of the Total Environment, 806, 150420.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150420

Maleki, A. (2021). Planning aimed at improving water resilience in urban areas of Tehran. Master's thesis in urban planning. Faculty of Art and Architecture.Mazandaran University. *(In Pershian)*

https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/2b7ace671ad0d563976a6c75f37b1ff1

Maleki, N., Shakeri Bostanabad, R., Salehi Kamroudi, M., & Seyedabadi, S. (2021). Investigating the status of the combined index of water security of Iran's provinces in the period of 2011-2016: an application of multi-criteria analysis methods. Journal of Water and Sustainable Development, 8(2), 21-32. *(In Pershian)*

http://doi.org/10.22067/JWSD.V8I2.1028

Marcal, J., Antizar-Ladislao, B., & Hofman, J. (2021). Addressing water security: An overview. Sustainability, 13, 13702.

https://doi.org/10.3390/su132413702

Mashhad City Municipality. (2023). *(In Pershian)*

https://www.mashhad.ir

Mehrabi, Sh., Yazdani, M., & Ghorbani, M. (2022). Assessment the resilience of the social-ecological system against the reduction of available water (case study: Harchegan village). Two scientific and research quarterly of crisis management, 21, 67-80. *(In Pershian)*

http://doi.org/20.1001.1.23453915.1401.11.1.4.1

Mokhtari Hashi, H. (2022). Politics and space: a theoretical analysis of the impact of neoliberalism on the water crisis. Space Planning and Planning Quarterly, 26(1), 1-29. *(In Pershian)*

http://doi.org/10.50541/HSMSP.26.1.1

National Intelligence Council. (2021). Water Insecurity Threatening Global Economic Growth, Political Stability. Future of Water, NIC.

www.dni.gov/files/images/globalTrends/GT2040/NIC_202102489_Future_of_Water_18nov21_UNOURCED.pdf

Pan, Y. H., Gu, C. J., Ma, J. Z., Zhang, T. S., & Zhang, H. (2014). Water Poverty Index in the inland river basins of Hexi Corridor, Gansu province. Advanced Materials Research, 864, 2371-2375.

https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.864-867.2371

Saikia, P., Beane, G., Giné Garriga, R., Avello, P., Ellis, L., Fisher, S., Leten, J., Ruiz-Apilánez, I., Shouler, M., Ward, R., & Jiménez, A. (2022). City Water Resilience Framework: A governance based planning tool to enhance urban water resilience. Sustainable Cities and Society, 77, 103497.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103497

Salemi Sarmast, S., & Zahrai, B. (2021). Assessment of Iran's water security at the provincial level using a composite index. Water and Irrigation Management Quarterly, 11(3), 617-632. *(In Pershian)*

http://doi.org/10.22059/JWIM.2021.327554.903

Scott, D., Iipinge, K. N., Mfune, J. K., Muchadenyika, D., Makuti, O. V., & Ziervogel, G. (2018). The story of water in Windhoek: a narrative approach to interpreting a transdisciplinary process. Water, 10(10), 1366.

https://doi.org/10.3390/w10101366

Singh, V., & Pandey, A. (2020). Urban water resilience in Hindu Kush Himalaya: Issues, challenges and way forward. Water Policy, 22(S1), 33-45.

https://doi.org/10.2166/wp.2019.329

Swatuk, L. A., Brill, G., Buchner-Marais, C., Carden, C., Conradie, E., Day, J., ... & Ncube, B. (2021). Towards the Blue-Green city: Building urban water resilience. Water Resources Institute.

https://wrcwebsite.azurewebsites.net/wpcontent/uploads/mdocs/Towards%20a%20blue%20green%20city_final%20web.pdf

The United Nations World Water Development Report. (2015). Water for a Sustainable World. (Vol. 1). UNESCO publishing.

https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1711Water%20for%20a%20Sustainable%20World.pdf

UNICEF. (2021). Urban Water Scarcity Guidance Note Preventing zero.

www.unicef.org/media/95381/file/Urban-Water-Scarcity-guidance-note.pdf

United Nations Water funds toolbox. (2023). what is water security? Infographic.

https://waterfundstoolbox.org/getting-started/what-is-water-security

United Nations. (2023). Water and Disasters.

https://www.unwater.org/water-facts/water-and-disasters

Yadegarifar, F., Budineh, M., & Ismail Nejad, M. (2023). Assessing the resilience of Zahedan city against water crisis and drought. Applied Research Journal of Geographical Sciences, 22(68), 364- 345. *(In Pershian)*

http://doi.org/10.52547/jgs.23.68.345

Yazdian, M., Radai, M., & Zakizadeh, H. (2019). Realization of water security in historical water structures of desert cities (case study: Yazd city). Environmental Science Quarterly, 4(2), 1512- 1522. *(In Pershian)*

https://www.jess.ir/article_93316.html

Zakeri, M. A., Mirnia, S. K., & Moradi, H. (2022). Assessment of water security in the large watersheds of Iran. Environmental Science & Policy, 127, 31-37.

https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.10.009

Ziari, K., Mansouri Etminan, A., & Mohammadi Yalsui, M. (2022). Investigating and analyzing the role of institutional resilience in facing the effects of climate change on cities (case study: Mashhad city). Quarterly Journal of Geography and Urban Space Development, article ready for publication. *(In Pershian)*

https://doi.org/10.22067/jgusd.2022.78089.1237

Zuniga-Teran, A. A., Gerlak, A. K., Mayer, B., Evans, T. P., & Lansey, K. E. (2020). Urban resilience and green infrastructure systems: Towards a multidimensional evaluation. Current Opinion in Environmental Sustainability, 44, 42-47.

https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.05.001

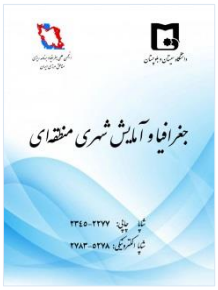
جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای
شاپا چاپی: ۲۳۴۵-۲۲۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۵۲۷۸
دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحلیل وضعیت تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی*

ابوالفضل منصوری اطمینان [۱]، کرامت اله زیاری [۲*]، علی حسینی [۳]

مقاله پژوهشی

جغرافیا و آمایش شهری–منطقه‌ای
زمستان ۱۴۰۳، سال ۱۴، شمارهٔ ۵۳
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۳
صفحات : ۵۲-۲۵



واژه‌های کلیدی:
ناامنی آبی، تغییرات اقلیمی، بحران آب، تاب‌آوری شهری، شهر مشهد.

چکیده

امروزه ناامنی آبی یکی از بزرگ‌ترین خطرات برای حیات بشر محسوب می‌شود و شهرها را با چالش‌های عدیده‌ای همچون: تهدید سلامت و معیشت شهروندان، کمبود آب سالم و بهداشتی، افزایش فقر شهری، تهدید امنیت غذایی، محدود نمودن توسعهٔ اقتصادی شهری و غیره روبرو نموده است. از این منظر، طی دهه‌های اخیر برای حل این چالش و کاهش اثرات آن در شهرها، راه‌حل‌ها و دیدگاه‌های مختلفی مطرح شده که یکی از مهم‌ترین این راه‌حل‌ها، توجه به مفهوم تاب‌آوری شهری بوده که طی سال‌های اخیر، توجه زیادی را در حوزهٔ شهرسازی به خود جلب نموده است. به همین منظور، پژوهش حاضر در راستای سنجش وضعیت تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی انجام گرفته است. در این پژوهش با روش کمی، ماهیت توصیفی- تحلیلی و مبتنی بر چهارچوب سنجشی، پرسش‌نامه‌هایی محقق‌ساخته بر اساس طیف لیکرت و با استفاده از فرمول کوکران بین ۴۰۰ نفر از شهروندان شهر مشهد و همچنین با استفاده از روش گلوله‌برفی بین ۴۰ نفر از کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی و ۴۰ نفر از متخصصان و پژوهشگران مرتبط با موضوع پژوهش در سطح شهر مشهد توزیع شده و برونداد آن‌ها با آزمون تی‌تک نمونه‌ای، آزمون همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون چندگانه، مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که شهر مشهد از تاب‌آوری لازم برای مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن برخوردار نبوده (پایین‌بودن میانگین آن از ۳) و در صورت تقویت ظرفیت تاب‌آوری آن در بستر تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آن برای شهروندان (ضریب همبستگی ۰/۸۶۸)، پایداری محیط زیست آب (ضریب همبستگی ۰/۷۲۹)، حکمروایی آب (ضریب همبستگی ۰/۶۹۸)، کاهش بلایای مرتبط با آب (ضریب همبستگی ۰/۶۳۵) و بهره‌وری و مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان (ضریب همبستگی ۰/۵۴۸)، می‌توان انتظار تحقق امنیت آبی در سطح این شهر را داشت.

مقدمه

امروزه بسیاری از شهرهای جهان با پیامدهای برآمده از تغییرات اقلیمی[1] از جمله: افزایش میزان دما، کاهش میزان بارش، خشکسالی، افزایش رخداد سیلاب، افزایش آلودگی هوا و غیره مواجهه هستند (Hobbie & Grimm, 2020: 1). در این میان، یکی از مهم‌ترین پیامدهای ناشی از تغییرات اقلیمی بر سطح سکونتگاه‌های انسانی، بحران آب می‌باشد که طی سال‌های اخیر بیشتر شهرهای جهان را درگیر نموده است (Unicef, 2021: 6). همزمان با این پدیده، تقاضای روزافزون مصرف آب متأثر از افزایش جمعیت (Armstrong, 2023: 1)، آلودگی آب‌های زیرزمینی،

1. Climate Change

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول «ابوالفضل منصوری اطمینان» با عنوان «ارائه الگوی تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهری در مواجهه با ناامنی آبی (مطالعه موردی: شهر مشهد)» است که با راهنمایی دکتر «کرامت اله زیاری» و دکتر «علی حسینی» در پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران در حال انجام است.

۱- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، پردیس بین‌المللی کیش، دانشگاه تهران، ایران. mansouri.etminan@ut.ac.ir
۲- استاد گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران. (نویسنده مسئول) Zayyari@ut.ac.ir
۳- دانشیار گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ایران. a.hosseini@ut.ac.ir

تغییر الگوی مصرف آب، مدیریت نامناسب منابع آب و غیره در عمل، منجر به ناامنی آبی[1] در سطح بسیاری از این شهرها شده است (Swatuk et al, 2021: 3).

در حقیقت، بر اساس آمار و اطلاعات در دسترس، در حال حاضر ۱/۱ میلیارد نفر در جهان به آب سالم دسترسی ندارند و ۲/۵ میلیارد نفر از بهداشت مناسب محروم هستند (United Nations, 2023: 1). از سوی دیگر، هم‌اکنون منابع آب زیرزمینی، تأمین‌کنندهٔ بیش از ۵۰ درصد آب شرب و ۴۳ درصد از آب بخش کشاورزی جهان است. همچنین بیش از ۲۰ درصد از منابع آب زیرزمینی جهان با اضافه برداشت روبرو است که در صورت ادامهٔ روند موجود و عدم تغییر رویهٔ کنونی در الگوی مصرف منابع آب، پیامدهایی چون افت سطح ایستایی آب زیرزمینی و نفوذ آب شور به آبخوان‌ها در مناطق تحت تاثیر، انتظار می‌رود که تمام این موارد بر کاهش میزان امنیت آبی کشورها تأثیرگذار باشند (یزدیان و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۵۱۳)؛ از این‌رو ارتقای امنیت آبی، یکی از اهداف بخش آب جهان تا سال ۲۰۵۰ جهت توسعهٔ پایدار است (United Nations World Water Development, 2015: 1).

امنیت آب عبارت است از: «دسترسی مطمئن به آب از حیث کمی و کیفی، در حدی که سلامت و معیشت پایدار را برای مصرف‌کنندگان اعم از انسان و غیر انسان تأمین کند» (Kalra, 2020: 181). در واقع، امنیت آبی به‌معنای ظرفیت‌های جامعه در دسترسی پایدار به مقدار آب مورد نیاز و کافی با سطح کیفیت مطلوب برای تداوم زندگی، رفاه و توسعهٔ اقتصادی- اجتماعی با حصول اطمینان از توانایی مقابله با مخاطرات آبی و نیز حفاظت از زیست‌بوم‌ها در شرایطی که صلح و ثبات سیاسی برقرار شود، می‌باشد (مالکی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۲)؛ از این رو، در یک دسته-بندی کلی می‌توان امنیت آبی را در مقوله‌هایی از جمله: موجودبودن آب سالم و کافی، تأمین نیازهای اساسی انسان، پایداری محیط زیست، دسترسی عادلانه به آب، ثبات سیاسی، توسعهٔ اقتصادی- اجتماعی و حفظ و پایداری محیط زیست خلاصه نمود (Babel et al, 2022: 11).

بدین‌ترتیب، امروزه تأمین امنیت آبی به‌عنوان یک چالش ضروری شناخته شده است به طوری‌که عدم توجه کافی به آن منجر به تهدید زندگی، رفاه و معیشت میلیاردها نفر می‌شود (Dolan et al, 2021: 2). از این منظر و مبتنی بر تحلیل محتوای پژوهش‌های گوناگون، امروزه ناامنی آبی، شهرها را با مسائل و مشکلات عدیده‌ای ازجمله: مهاجرت-های اجتماعی، تهدید سلامت و معیشت شهروندان، کمبود آب سالم و بهداشتی، تعارضات اجتماعی، افزایش فقر شهری، تهدید امنیت غذایی، محدودیت در توسعهٔ اقتصادی و غیره روبرو نموده است (مهرابی و همکاران، ۱۴۰۱: ۶۸؛ سالمی سرمست و زهرایی، ۱۴۰۰: ۶۱۸) و (Chapagain et al, 2022: 4; Unicef, 2021: 2; National Intelligence Council, 2021: 1)؛ بنابراین، در دهه‌های اخیر برای حل این چالش و کاهش اثرات آن بر سطح سکونتگاه‌های شهری، راه‌حل‌ها و دیدگاه‌های مختلفی مطرح شده است که یکی از مهم‌ترین این راه‌حل‌ها، توجه به مفهوم تاب‌آوری شهری[2] بوده که طی سال‌های اخیر توجه زیادی را در حوزهٔ شهرسازی به خود جلب نموده است.

تاب‌آوری شهری واژه‌ای است برای نشان‌دادن این‌که چگونه بازیگران و زیرساخت‌ها در تمام مقیاس‌ها (فردی، خانگی، جامعه، سازمان و منطقه) به ظرفیتی برای زنده‌ماندن، پاسخ، بهبودی، سازگاری و تکامل در واکنش به مشکلات و حوادث مزمن و حاد که موجب اختلال در سیستم‌ها و عملکرد روزمره می‌شوند، کمک می‌کنند (Zuniga-Tera, 2020: 43)؛ از این‌رو تاب‌آوری در مواجهه با ناامنی آبی ممکن است شامل: جنبه‌های اکولوژیکی

[1]. Water insecurity
[2]. Urban resilience

کیفیت آب یا کاهش رخداد سیلاب شهری، زیرساخت‌های مهندسی‌شده برای اطمینان از تأمین آب ایمن و قابل دسترس، مدیریت اجتماعی فراگیر و عادلانهٔ این سیستم‌ها و همچنین مدیریت منابع آب باشد (Krueger et al, 2019: 68).

در باب موضوع پژوهش حاضر، باید اذعان داشت که تاکنون پژوهش علمی پیرامون آن در سطح کشور انجام نگرفته است و اصولاً این دو موضوع (تاب‌آوری شهری و ناامنی آبی، کم‌آبی، تنش آبی، بحران آب) به‌صورت جداگانه مطرح شده‌اند. با این وجود، در ادامه به بیان برخی از پژوهش‌هایی که به نحوی با محتوای پژوهش حاضر در ارتباط هستند، اشاره شده است. سایکیا[1] و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به ارائهٔ یک ابزار برنامه‌ریزی برای تاب‌آوری آب شهری مبتنی بر حکمروایی به نام چهارچوب تاب‌آوری آب شهری اقدام نموده‌اند که این چهارچوب، شهرها را قادر می‌سازد تا به‌طور جمعی تاب‌آوری آب شهری را ارزیابی و برنامه‌ریزی کنند. علاوه بر آن، لئال فیلهو[2] و همکاران (۲۰۲۲)، در پژوهشی به بررسی اثرات تغییرات آب‌وهوایی بر بخش‌های کلیدی مرتبط با آب از جمله سیستم غذایی، شهرها، معیشت و رفاه، امنیت و غیره پرداخته‌اند. از دید آن‌ها، هماهنگی بین سازمانی، برنامه‌ریزی برای کاهش اثرات تغییرات اقلیمی در ارتباط با آب، افزایش آگاهی نسبت به دلایل کمبود آب، یکپارچه‌سازی دانش بومی در راستای رسیدگی به بحران‌های آب از جمله راهکارهای سازگاری و برنامه‌ریزی برای مواجهه با کمبود آب در آفریقا محسوب می‌شوند. همچنین سینگ و پانده[3] (۲۰۲۰) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که تقاضا برای آب شهری در هندوکش هیمالیا بسیار بیشتر از میزان عرضهٔ آن است و از این منظر، حکمرانی آب در این منطقه هنوز مغفول مانده و چالش‌های مربوط به تاب‌آوری آب شهری هنوز به خوبی تبیین نشده‌اند. از سوی دیگر، جوهانسن و وامسلر[4] (۲۰۱۷) در پژوهشی اذعان داشتند که ایجاد تاب‌آوری در مواجهه با کمبود آب شهرها برای پایداری، نیاز به تشخیص و مدیریت سه سطح (ملاحظات اجتماعی- اقتصادی، خطرات خارجی و سیستم‌های اجتماعی- اکولوژیکی بزرگ‌تر) دارد و در این بین نقش یادگیری اجتماعی و آگاهی اجتماعی نیز بسیار پررنگ است. در پژوهش‌های داخلی نیز، یادگاری‌فر و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که وضعیت تاب‌آوری اقتصادی، اجتماعی و نهادی در شهرستان زاهدان پایین‌تر از میانگین مطلوب است و در این شهرستان مشکلات زیادی در زمینه آب در نقاط روستایی و شهری وجود دارد و اثرات بحران آب بر ساختار اقتصادی، اجتماعی و محیطی روستاها بسیار منفی بوده که باعث مهاجرت روستاییان به شهر زاهدان شده است. همچنین، ملکی (۱۴۰۰) در پژوهشی ابتدا ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های مختلف تاب‌آوری مربوط به بحران آب در حوزه‌های مختلف را استخراج و سپس با اشاره به اهمیت و نقش مهم برنامه‌ریزی شهری با مدیریت منابع آب، به ارائهٔ راهبردهای مرتبط با برنامه‌ریزی شهری در راستای تحقق مدیریت تاب‌آور آب در مناطق شهری تهران پرداخته است.

در ایران نیز مانند بسیاری از کشورها، ناامنی آبی رو به گسترش است. براساس شاخص مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب[5]، ایران در وضعیت بحران شدید آبی قرار دارد (Khatibi & Arjjumend, 2019: 46) و با نرخ بهره‌برداری کنونی، ۱۲ استان از ۳۱ استان ایران طی ۵۰ سال آینده، سفره‌های آب زیرزمینی خود را به‌طور کامل خالی خواهند نمود. استان خراسان رضوی و شهر مشهد نیز مجزا از این مسئله نیست. در سال‌های اخیر عواملی مانند: تغییرات اقلیمی،

1. Saikia
2. Leal Filho
3. Singh & Pandey
4. Johannessen & Wamsler
5. International Institute of Water Management

وضعیت آب‌وهوایی و افزایش درجهٔ حرارت، منابع آبی شهر مشهد را با چالشی جدی مواجه ساخته و مدیریت نامناسب منابع آبی، آلودگی آب‌های زیرزمینی و مصرف بی‌رویهٔ آب، زنگ خطر را در این شهر به صدا درآورده است. تداوم این وضعیت، شهر مشهد را با مسائل و مشکلات عدیده‌ای از جمله: مهاجرت ساکنان، به خطر افتادن سلامت و معیشت شهروندان، دسترسی ناکافی به آب، مشکل در تأمین برق ساکنان و واحدهای تجاری، اختلال در روند زندگی شهروندان، افزایش بیماری‌ها، امکان آشوب‌های اجتماعی، افزایش بی‌اعتمادی ساکنان به نهادهای مدیریت شهری و غیره مواجه ساخته و تمامی این مسائل، لزوم تاب‌آوری شهروندان را در مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن ضرورت بخشیده است. با این تفاسیر، پژوهش حاضر در راستای وضعیت‌سنجی تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی انجام شده است.

با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده در ارتباط با تاب‌آوری شهری و ناامنی آبی، بحران آب و کم آبی می‌توان گفت که وجه‌تمایز پژوهش حاضر در قیاس با سایر پژوهش‌ها، در ماهیت موضوعی و مکانی آن است. در حقیقت، کمبود پژوهش علمی در باب این موضوع در سطح کشور و جهان و همچنین فقدان چنین پژوهشی در شهر مشهد، می‌تواند این عنوان را در زمرهٔ نخستین پژوهش‌ها قرار دهد.

مبانی نظری پژوهش

امنیت آبی، اولین‌بار به عنوان یک چالش سیاسی در اجلاس جهانی آب[1] در سال ۲۰۰۰ میلادی در لاهه[2] مطرح شد و از آن زمان در دستور کار سازمان‌های بین‌المللی باقی‌مانده است (Hoekstra et al, 2018: 3). ماهیت امنیت آب گویای دسترسی به آب کافی با کیفیت و حجم مناسب برای حفظ پایداری اکوسیستم خشکی، تنوع زیستی و امنیت غذایی است (Zakeri et al, 2022: 33). در حقیقت، امنیت آب عبارت است از؛ دسترسی مطمئن به مقدار قابل قبول کمی و کیفی آب برای تولید، حیات و سلامتی، با درنظر گرفتن میزان قابل قبولی از ریسک که بتواند اثرات غیر قابل پیش‌بینی مرتبط با آب را در جامعه پوشش دهد (Kumar Mishra et al, 2021: 2)؛ بنابراین، امنیت آبی زمانی برقرار است که هر فرد در جامعه به آب سالم با مقدار کافی و هزینه‌ای قابل قبول برای یک زندگی پاک، سالم و مولد دسترسی داشته باشد، در حالی‌که اطمینان حاصل شود، محیط زیست محافظت شده و بهبود می‌یابد (جمالی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۶۷-۱۶۶). در واقع، امنیت آب نتیجهٔ تعامل میان آب به‌عنوان یک منبع طبیعی، محیط زیست و جامعه (فعالیت‌های اقتصادی) است. بدین‌ترتیب، امنیت آبی تحت تاثیر متغیرهایی همچون: تغییرات اقلیمی، رشد جمعیت، توسعه فعالیت‌های اقتصادی، کاربری اراضی، سیستم‌های هیدرولیک و غیره قرار دارد (یزدیان و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۵۱۵). به بیانی بهتر، طبق پژوهش‌های انجام‌شده، عواملی همچون: کم‌آبی و بحران آب (مختاری هشی، ۱۴۰۱: ۳)، تغییرات اقلیمی (Habiba et al, 2014: 5)، افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی (Armstrong, 2023: 1)، مدیریت متفرق منابع آب (Bozorg Haddad et al, 2020: 957) و همچنین توسعه اقتصادی و تغییر الگوی مصرف (کاویانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۸: ۳۹) در پیدایش ناامنی آبی در سطح سکونتگاه‌های انسانی و از جمله شهرها تأثیرگذار هستند.

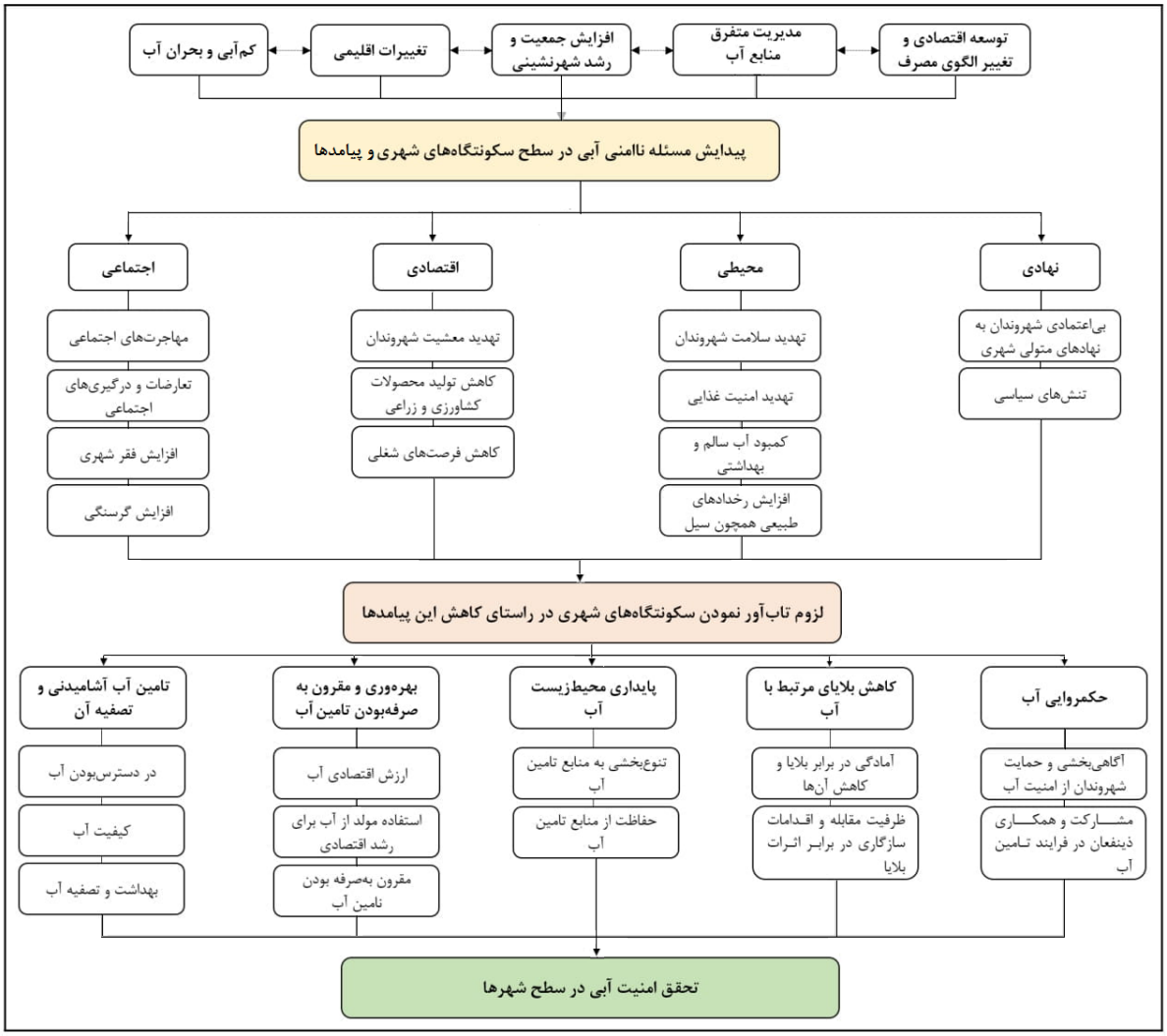
[1]. Global Water Summit
[2]. Hague

بدین‌ترتیب، امروزه ناامنی آبی یکی از بزرگ‌ترین خطرات برای حیات بشر محسوب می‌شود به‌طوری‌که محققان انجمن جهانی اقتصاد[1] در سال ۲۰۰۹ بر این عقیده بودند که با توجه به ارتباط نزدیک امنیت آبی و تولید مواد غذایی، انرژی، آب‌وهوا، رشد اقتصادی و امنیت انسانی، عمده‌ترین خطری که جهان امروز را به چالش می‌کشاند، ناامنی آبی است (Pan et al, 2014: 2372). از این منظر، آب از مؤلفه‌های اساسی در توسعه است و توسعه نیز به نوبهٔ خود امنیت بیشتر را به‌دنبال دارد (Chapagain et al, 2022: 5). هیچ کشوری بدون برخورداری از آب کافی نمی‌تواند ثبات سیاسی، اقتصادی و اجتماعی خود را حفظ کند؛ بنابراین، دسترسی به منابع آب شیرین با امنیت و ثبات اقتصادی و اجتماعی رابطهٔ تنگاتنگی دارد و عدم دسترسی به آب، توسعهٔ اقتصادی را مختل می‌کند و عدم توسعه اقتصادی یا نرخ پایین توسعه و رشد اقتصادی، امنیت غذایی، رفاه اجتماعی و اقتصادی را به مخاطره می‌اندازد و در نهایت منجر به فروپاشی اجتماعی، اقتصادی و سیاسی جوامع می‌شود. با این تفاسیر، از جمله پیامدهای اجتماعی ناامنی آبی در سطح شهرها، می‌توان به؛ مهاجرت‌های اجتماعی، تعارضات و درگیری‌های اجتماعی، افزایش فقر شهری، کاهش رفاه و بهروزی شهروندان، کاهش استانداردهای زندگی، افزایش گرسنگی در بین شهروندان و غیره اشاره نمود. از پیامدهای اقتصادی می‌توان محدود نمودن توسعهٔ اقتصادی، تهدید معیشت شهروندان، افزایش نرخ بیکاری، کاهش تولید محصولات کشاورزی و زراعی و غیره را نام برد. از پیامدهای محیطی می‌توان به؛ تهدید سلامت شهروندان، تهدید امنیت غذایی شهروندان، کاهش آب سالم و بهداشتی برای شهروندان، گسترش بیماری‌ها، افزایش رخدادهای طبیعی همچون: سیل، فرونشست زمین، خشکسالی و غیره، آسیب‌رساندن به زیرساخت‌ها و تجهیزات زیربنایی و روبنایی، آلودگی محیط زیست شهری، تهدید سفره‌های آب زیرزمینی، از بین‌بردن تنوع زیستی شهر اشاره نمود و از پیامدهای نهادی می‌توان ایجاد تنش‌های سیاسی- اجتماعی، ناکارآمد ساختن کارایی و اثربخشی اقدامات نهادهای متولی شهرها، بی‌اعتمادسازی شهروندان نسبت به نهادهای متولی شهرها و غیره را نام برد (مهرابی و همکاران، ۱۴۰۱: ۶۸؛ سالمی سرمست و زهرایی، ۱۴۰۰: ۶۱۸؛ یزدیان و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۵۱۲) و (Swatuk et al, 2021: 4; Unicef, 2021: 2; Dolan et al, 2021: 3; National Intelligence Council, 2021: 1; Kalra, 2020: 182; United Nations World Water Development, 2015: 2; Pan et al, 2014: 2371). بدین‌ترتیب، تاب‌آور نمودن سکونتگاه‌های انسانی و ازجمله شهرها در مواجهه با ناامنی آبی، می‌تواند در ارتقای امنیت آبی شهرها به‌مثابه یکی از اهداف بخش آب جهان تا سال ۲۰۵۰ با دید توسعهٔ پایدار، مثمر ثمر باشد.

تاب‌آوری شهری به مفهوم توانایی شهر برای حفظ عملکردهایی است که رفاه شهروندان را فراهم کند (حکمت‌نیا و همکاران، ۱۴۰۲: ۸۰). در حقیقت، رویکرد تاب‌آوری شهری به‌عنوان سازگاری و انعطاف‌پذیری جامعه محلی در مقابل تغییرات حاصل از بروز سوانح و بحران‌های طبیعی و انسان‌ساخت همراه با کاهش آسیب‌پذیری اجتماعی- اقتصادی، کالبدی- زیرساختی و برای ارتقای کیفیت زندگی مطرح می‌باشد (Cheshmehzangi, 2020: 121). تاب‌آوری در مواجهه با ناامنی آبی ممکن است شامل جنبه‌های اکولوژیکی کیفیت آب یا کاهش رخدادهای مرتبط با مخاطرات آبی همچون سیلاب شهری، زیرساخت‌های مهندسی‌شده برای اطمینان از تأمین آب ایمن و قابل دسترس، بهره‌وری آب، مدیریت اجتماعی فراگیر و عادلانه این سیستم‌ها و همچنین مدیریت منابع آب باشد (Krueger et al, 2019: 69-70). در این بین، حکمروایی آب نقش مهمی در مدیریت منابع آب دارد. در واقع، حکمروایی آب به کلیت نظام‌هایی اطلاق می‌شود که در تصمیم‌گیری دربارهٔ توسعه و مدیریت منابع آب دخیل

[1]. World economic forum

هستند. بدین‌ترتیب، در حکمروایی آب راه و رسم تصمیم‌گیری دربارۀ آب مطرح است؛ یعنی حکمروایی آب تعیین می‌کند که آب از کجا، چه زمان، چگونه، توسط چه کسی و تحت چه شرایطی تامین می‌شود. همچنین طریقه‌ای که درباره تخصیص و تنظیم آب تصمیمات لازم گرفته می‌شود و نهادهای رسمی و غیر رسمی که توسط آن‌ها سیاست-ها اعمال و اجرا شوند، مشخص می‌شود. حکمروایی آب دارای ابعاد گوناگون اجتماعی، اقتصادی، محیط‌زیستی و نهادی است. در بعد اجتماعی حکمروایی به استفاده عادلانه از منابع آب، در بعد اقتصادی حکمروایی به استفادۀ بهینه از آب و نقش آب در رشد کلی اقتصادی، در بعد محیط‌زیستی حکمروایی به استفاده پایدار از آب و یکپارچگی اکوسیستم‌ها با تاکید بر نقش اساسی آن برای حفظ محیط زیست سالم و در بعد نهادی حکمروایی به اعطای فرصت‌های دموکراتیک برابر به ذینفعان و شهروندان برای تأثیرگذاری و نظارت بر فرآیندها و نتایج سیاسی و با هدف تضمین برابری بیشتر آب برای زنان و همچنین سایر گروه‌های محروم از نظر اجتماعی، اقتصادی و سیاسی توجه شده است (Doshi & Sharma, 2021: 268-269)؛ بنابراین، تاب‌آوری شهری در مواجهه با ناامنی آبی می‌تواند از طریق تأمین آب آشامیدنی و تصفیه پساب (با تأمین دسترسی شهروندان به آب آشامیدنی، بهبود کیفیت آب آشامیدنی و بهداشت و تصفیه پساب)، ارتقای بهره‌وری و مقرون‌به‌صرفه نمودن تأمین آب آشامیدنی (با تأکید بر ارزش اقتصادی آب آشامیدنی، استفاده مولد از آب آشامیدنی برای رشد اقتصادی، مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی)، پایداری محیط زیست آب (تنوع‌بخشی به منابع تأمین آب آشامیدنی و حفاظت از منابع تأمین آب آشامیدنی)، کاهش بلایای مرتبط با آب (با آمادگی در برابر بلایای مرتبط با آب و کاهش آن‌ها و ظرفیت مقابله و اقدامات سازگاری در برابر اثرات بلایا) و حکمروایی آب (آگاهی‌بخشی و حمایت شهروندان از امنیت آب و مشارکت و همکاری ذینفعان در فرآیند تأمین آب) به تحقق امنیت آبی در سطح سکونتگاه‌های شهری کمک نماید (شکل ۱). چراکه جهان دارای امنیت آبی، منجر به کاهش فقر، ارتقای آموزش، حفاظت از محیط‌زیست، بهبود عدالت اجتماعی و بهبود استانداردهای سطح زندگی می‌شود و با پیامدهای مدیریت ضعیف آب مقابله می‌کند.



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

روش پژوهش

پژوهش حاضر در راستای سنجش وضعیت تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی انجام گرفت. در حقیقت این پژوهش از یک‌سو به‌دنبال وضعیت‌سنجی شهر مشهد از منظر تاب‌آوری آن در مواجهه با ناامنی آبی و از سوی دیگر به دنبال تبیین میزان تأثیرگذاری تاب‌آوری این شهر در مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن بود. بدین ترتیب، با توجه به محتوا و ماهیت از حیث روش، پژوهشی کمی، به لحاظ هدف، پژوهشی کاربردی و به لحاظ ماهیت، پژوهشی توصیفی- تحلیلی تلقی شد؛ بنابراین، مبتنی بر مرور مبانی و مفاهیم مرتبط با ناامنی آبی و تاب-آوری شهری، به تدوین مدل مفهومی این پژوهش اقدام (شکل ۱) و در ادامه مبتنی بر آن، به نگاشت چهارچوب سنجشی پژوهش مشتمل بر مؤلفه‌ها و شاخص‌های تلفیقی تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهری در مواجهه با ناامنی آبی مبادرت گردید (جدول ۱).

جدول ۱. چهارچوب سنجشی پژوهش

مفهوم	عرصه‌ها	مؤلفه‌ها	شاخص‌ها	جامعه هدف
تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهری در مواجه با ناامنی آبی	تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آن	در دسترس بودن آب آشامیدنی	دسترسی شهروندان به آب آشامیدنی سالم و بهداشتی، سرمایه-گذاری در تأسیسات تأمین آب آشامیدنی، سرانه مصرف آب آشامیدنی شهروندان، سرانه آب‌های زیرزمینی قابل آشامیدنی در دسترس، سرانه آب‌های سطحی قابل آشامیدنی در دسترس	کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی
			رضایت شهروندان از دسترسی به آب سالم و بهداشتی	شهروندان
		کیفیت مطلوب آب آشامیدنی	رضایت شهروندان از کیفیت آب آشامیدنی	
			مناسب بودن هزینه تکنولوژی‌های بهبود کیفیت آب آشامیدنی	کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی
		بهداشت و تصفیه آب آشامیدنی	میزان تصفیه آب‌های خاکستری برای مصرف، دسترسی شهروندان به سیستم‌های دفع فاضلاب، نبود بیماری‌های ناشی از آب	
			پذیرش آب بازیافتی توسط شهروندان برای آشامیدن	شهروندان
	بهره‌وری و مقرون به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی	اهتمام به ارزش اقتصادی آب	میزان توجه به ارزش واقعی آب آشامیدنی، آموزش شهروندان در باب مصرف بهینه آب آشامیدنی، صرفه‌جویی آب آشامیدنی توسط شهروندان، استفاده شهروندان از دستگاه‌هایی با برچسب‌گذاری بهره-وری آب آشامیدنی، اخذ مالیات از شهروندان برای تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آب‌های خاکستری	شهروندان
			وجود کنتورهای هوشمند آب آشامیدنی	کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی
		استفاده مولد از آب آشامیدنی برای رشد اقتصادی	بهره‌وری آب آشامیدنی در بخش کشاورزی شهر، بهره‌وری آب آشامیدنی در بخش صنعتی شهر، بهره‌وری آب آشامیدنی در بخش تجاری- خدماتی شهر	
		مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان	مناسب بودن هزینه خدمات تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان، مناسب بودن هزینه تصفیه آب برای مشترکان شهر	
			مناسب بودن تعرفه آب آشامیدنی برای شهروندان	شهروندان
	پایداری محیط‌زیست آب	تنوع‌بخشی به منابع تأمین آب آشامیدنی	تصفیه فاضلاب، تصفیه پساب صنعتی، تصفیه آب‌های سیلابی	کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی
			برداشت آب باران	شهروندان
		حفاظت از منابع تأمین آب آشامیدنی	وجود بام‌های سبز، وجود سنگ‌فرش‌های نفوذپذیر، وجود تالاب‌ها و حوضچه‌های شهری، وجود بیوسوال‌ها	
	کاهش بلایای مرتبط با آب	آمادگی در برابر بلایای مرتبط با آب و کاهش آن‌ها	وجود ذخیره‌سازی‌های پیشرفته آب، وجود زیرساخت‌های مقاوم در برابر بلایای آبی، وجود سیستم‌های پیش‌بینی کننده و هشدار اولیه، وجود گونه‌های گیاهی مقاوم در برابر بلایای آبی، تحت پوشش بیمه بودن شهروندان	شهروندان
		ظرفیت مقابله و اقدامات سازگاری در برابر اثرات بلایای مرتبط با آب	ظرفیت مقابله شهروندان در برابر بلایای آبی، ظرفیت مقابله مدیریت شهری در برابر بلایای آبی، وجود زیرساخت‌های سبز (همچون بام‌های سبز، سنگ‌فرش‌های نفوذپذیر و غیره)	
			سرمایه‌گذاری در نوآوری‌های مربوط به زیرساخت‌های سبز	کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی

مفهوم	عرصه‌ها	مؤلفه‌ها	شاخص‌ها	جامعه هدف
	حکمروایی آبی	آگاهی‌بخشی و حمایت شهروندان از امنیت آب	وجود کمپین‌های آگاهی عمومی در باب آموزش صرفه‌جویی در مصرف آب آشامیدنی، وجود برنامه‌های آموزشی در مدارس برای صرفه‌جویی در مصرف آب آشامیدنی، وجود برنامه‌های افزایش آگاهی در باب آب آشامیدنی در شبکه‌های اجتماعی، تمایل شهروندان به عضویت در کمپین‌های آگاهی‌بخشی در باب ارزش آب آشامیدنی	شهروندان
		مشارکت و همکاری ذینفعان در فرایند تأمین امنیت آب	وجود برنامه‌ها و طرح‌های مشخص توسط مدیریت شهری برای رویارویی در قبال بلایای مرتبط با آب، وجود طرح و برنامه‌های مدیریت شهری برای مدیریت تقاضای مصرف آب آشامیدنی، وجود طرح و برنامه‌های مدیریت شهری برای تشویق شهروندان به راه-اندازی کسب‌وکارهای سازگار با کم‌آبی، برگزاری همایش‌های فرهنگی- هنری توسط مدیریت شهری و سازمان‌های مردم‌نهاد در باب صرفه‌جویی در مصرف آب آشامیدنی برای تمامی مصرف-کنندگان، تبلیغات تلویزیونی در مورد صرفه‌جویی در مصرف آب آشامیدنی و نحوه نصب دستگاه‌هایی با برچسب‌گذاری بهره‌وری آب، حمایت‌های مالی از مشترکان برای نصب سیستم‌های تصفیه آب-های خاکستری	

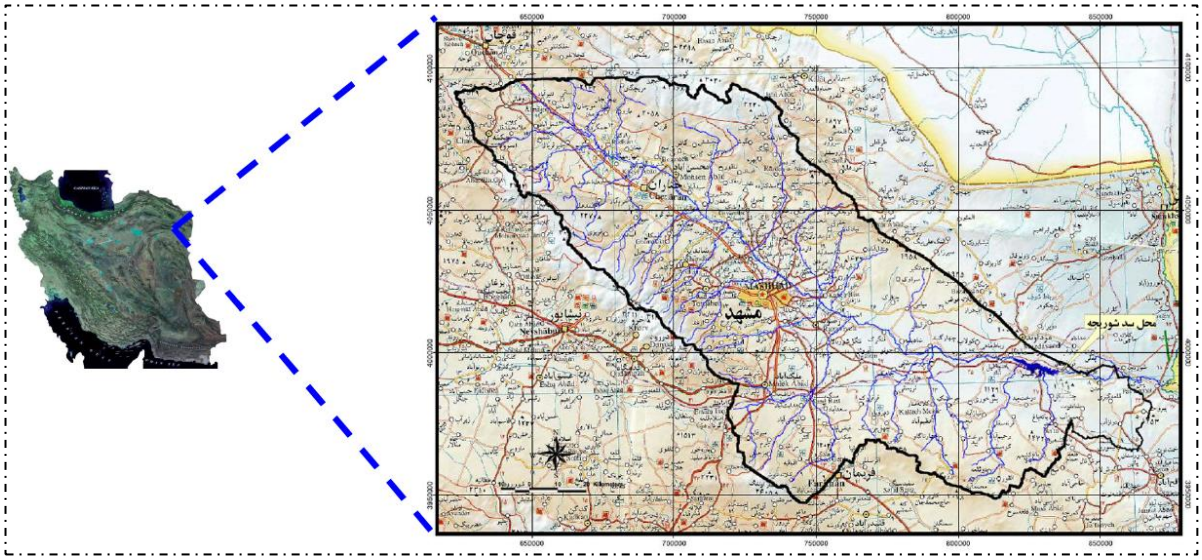
(منبع: نویسندگان به استناد از Abbas et al, 2023; Babel et al, 2023; United Nations, 2023; United Nations Water funds toolbox, 2023; Chapagain et al, 2022; Babel et al, 2022; Marcal et al, 2022; Babel et al, 2020; Aboelnga et al, 2019; Scott et al, 2018)

در راستای سنجش وضعیت شهر مشهد از منظر تاب‌آوری آن در مواجهه با ناامنی آبی، تعداد دو دسته پرسش‌نامه با ۵۱ سوال بر اساس طیف لیکرت و با استفاده از فرمول کوکران بین ۴۰۰ نفر از شهروندان شهر مشهد و همچنین با استفاده از روش گلوله‌برفی بین ۴۰ نفر از کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی و همچنین در راستای تبیین میزان تأثیرگذاری تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن نیز پرسش‌نامه‌ای با ۱۸ سوال بر اساس طیف لیکرت و با استفاده از روش گلوله‌برفی بین ۴۰ نفر از متخصصان و نخبگان این شهر و آشنا به محتوای این پژوهش توزیع شد. برای تعیین روایی پرسش‌نامه‌های پژوهش از اعتبار محتوایی (نظر متخصصان) و برای پایایی آن از آلفای کرونباخ استفاده شد که مقدار آن برای پرسش‌نامه شهروندان ۰/۷۸۳، پرسش‌نامه کارشناسان ۰/۷۴۱ و پرسش‌نامه متخصصان ۰/۷۶۴ بود که نشان از پایایی مطلوب پرسش‌نامه‌های این پژوهش دارد. همچنین برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات پژوهش از آزمون تی‌تک نمونه‌ای، آزمون همبستگی پیرسون و تحلیل رگرسیون چندگانه بهره گرفته شد.

معرفی محدودهٔ مورد مطالعه

شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی، دومین شهر پرجمعیت ایران، در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه و در حوضهٔ آبریز کشف رود، بین رشته کوه‌های بینالود و هزار مسجد و در شمال شرقی ایران واقع شده است. حوضه آبریز کشف رود، بخشی از حوضه آبریز قره‌قوم می‌باشد که در شمال شرق کشور و در نواحی شمالی استان خراسان رضوی قرارگرفته و از شرق شهرستان قوچان شروع و به سمت ارتفاعات شرقی، تقریباً تا جنوب شرق مشهد کشیده شده است (شکل ۲). شهر

مشهد به‌دلیل وجود بارگاه قدسی حضرت امام رضا (ع)، زیارتگاه‌ها و بناهای تاریخی متعدد، آرامگاه فردوسی، ییلاقات و تفرجگاه‌های باصفا یکی از عمده‌ترین کانون‌های فرهنگی، مذهبی و گردشگری کشور به‌شمار می‌رود (شهرداری شهر مشهد، ۱۴۰۲). این شهر طی دهه‌های اخیر از رشد جمعیتی بالایی برخوردار بوده است، طوری که طی سال‌های ۹۵-۱۳۳۵، جمعیت شهر مشهد از ۲۴۱۹۸۹ نفر به ۳۰۰۱۱۸۴ نفر رسیده است. همچنین بر اساس آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، این شهر دارای ۹۱۴۱۴۶ خانوار و بعد خانوار آن نیز ۳/۲۸ نفر بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).



شکل ۲. موقعیت شهر مشهد در حوضه آبریز کشف رود

(منبع: دهقان و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۶۶۰)

بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، سدهای تأمین‌کنندهٔ آب شرب شهر مشهد، شامل سدهای دوستی، اَرداک، طرُق و کاردِه است که سد دوستی، به‌عنوان مهم‌ترین منبع تأمین‌کننده آب این کلان‌شهر، اکنون تنها ۵ درصد پرشدگی دارد. همچنین، سد طرق ۱۳ درصد، کارده ۱۵ درصد و سد ارداک نیز ۲۰ درصد آب دارد. طبق پیش‌بینی‌ها تا تابستان سال ۱۴۰۴، آبی در این سدها وجود نخواهد داشت. در حقیقت، هرچند حجم ذخیره و درصد پر بودن این سدها در قیاس با سال ۱۴۰۲، بیشتر بوده‌اند؛ اما با این وجود، میزان حجم ذخیره (۲۲۴ میلیون مترمکعب) و همچنین درصد پر بودن این سدها (۱۷ درصد) تا حدود زیادی پایین است. علاوه بر این، از مجموع ۹۹۴/۵ میلیون مترمکعب آب مصرفی شهر مشهد در بخش‌های مختلف، ۱۷۸/۶ میلیون مترمکعب آن از آب‌های سطحی (سدها) و ۸۱۵/۹ میلیون مترمکعب نیز از آب‌های زیرزمینی (چاه‌ها که ۵۸۷۵ حلقه چاه فعال در سطح شهر مشهد وجود دارند که از این تعداد، ۴۳۱۹ حلقه چاه به‌صورت مجاز و ۱۵۵۶ حلقه چاه نیز به صورت غیرمجاز حفر شده‌اند) برداشت شده است (شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی، ۱۴۰۳). این مسئله مخازن ذخیره آب‌های سطحی و زیرزمینی شهر مشهد را با کسری زیادی روبرو نموده است که تمامی این مسائل در عمل منجر شده تا این شهر در حال حاضر با بحران آب مواجه باشد. بدین‌ترتیب، مسائلی همچون کم‌آبی، پدیدهٔ تغییر اقلیم و اثرات برآمده از آن (نظیر کاهش ۴۱/۲ میلی‌متری بارش سالانه) (زیاری و همکاران، ۱۴۰۱)، شرایط بحرانی تأمین آب به لحاظ

افزایش تقاضا برای مصرف آن توسط زائران و گردشگران، مدیریت نامناسب منابع آب، تغییر الگوی مصرف آب و امثال آن در عمل منجر به ناامنی آبی در سطح شهر مشهد شده است.

یافته‌های پژوهش

همان‌طور که اشاره شد، در گام اول این پژوهش، مبتنی بر پرسشگری از شهروندان و کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی، به وضعیت‌سنجی تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی مبادرت و در گام بعدی مبتنی بر پرسشگری از متخصصان و نخبگان مرتبط با موضوع این پژوهش، به تبیین میزان تأثیرگذاری تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن اقدام شده است.

- **وضعیت‌سنجی تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی**

همان‌طور که اشاره شد، به‌منظور سنجش وضعیت شهر مشهد از منظر تاب‌آوری آن در مواجهه با ناامنی آبی، پرسش‌نامه‌هایی مبتنی بر طیف لیکرت بین شهروندان و کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی توزیع شد و نتایج آن با استفاده از آزمون تی‌تک نمونه‌ای مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای به‌منظور وضعیت‌سنجی شهر مشهد از منظر تاب‌آوری آن در مواجهه با ناامنی آبی

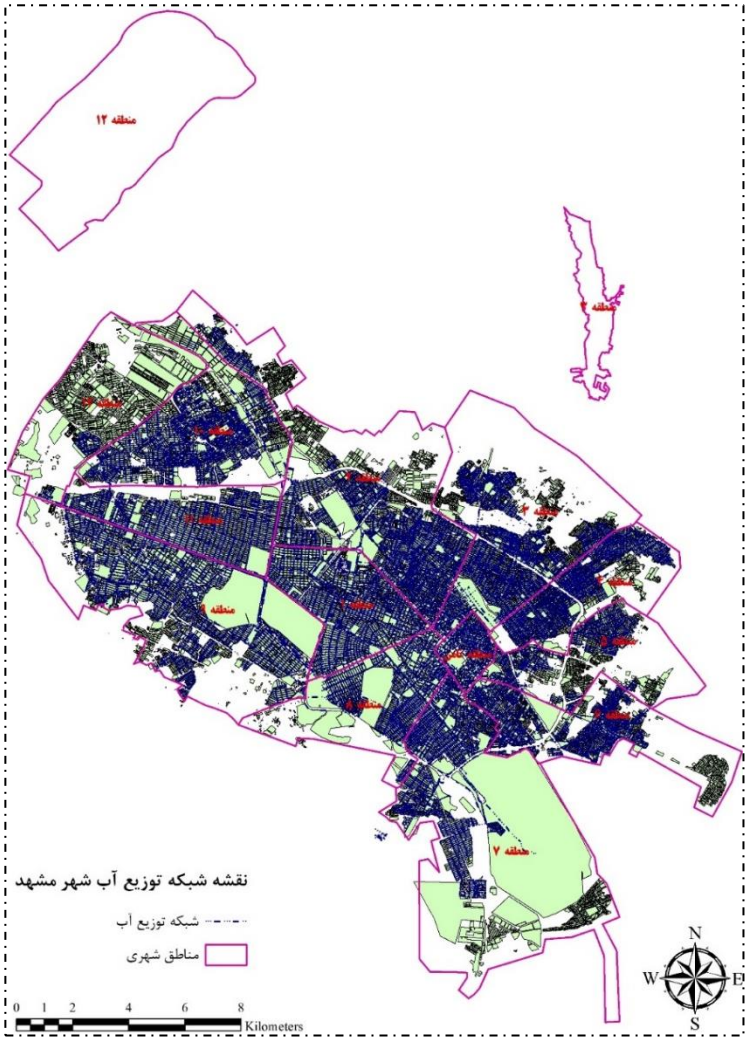
		آزمون تی تک نمونه‌ای					
عرصه‌ها	مؤلفه‌ها	شاخص‌های سنجشی تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی	میانگین معیار= ۳				
			مقدار تی	سطح معناداری	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪	
						حد پایین	حد بالا
تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آن	در دسترس بودن آب آشامیدنی	دسترسی شهروندان به آب آشامیدنی سالم و بهداشتی	۶/۶۷۶	۰/۰۰۰	۳/۸	۰/۵۶	۱/۰۴
		سرمایه‌گذاری در تأسیسات تأمین آب آشامیدنی	-۲/۱۲۴	۰/۰۳۷	۲/۸۵	-۰/۲۶	-۰/۰۲
		رضایت شهروندان از دسترسی به آب سالم و بهداشتی	-۵/۱۲۲	۰/۰۰۰	۲/۶۹	-۰/۴۳	-۰/۱۹
		سرانه مصرف آب آشامیدنی شهروندان	۹/۸۷۴	۰/۰۰۰	۴	۰/۸	۱/۲
		سرانه آب‌های زیرزمینی قابل آشامیدنی در دسترس	-۳/۲۶۷	۰/۰۲۶	۲/۷۵	-۰/۳۲	-۰/۰۸
		سرانه آب‌های سطحی قابل آشامیدنی در دسترس	-۱۰/۹۲۹	۰/۰۰۰	۱/۶	-۱/۶۶	-۱/۱۴
	کیفیت مطلوب آب آشامیدنی	رضایت شهروندان از کیفیت آب آشامیدنی	-۲/۳۹۶	۰/۰۱۷	۲/۸۴	-۰/۲۹	-۰/۰۳
		مناسب بودن هزینه تکنولوژی‌های بهبود کیفیت آب آشامیدنی	-۶/۶۸۴	۰/۰۰۰	۲/۴	-۰/۸۶	-۰/۳۴
	بهداشت و تصفیه آب آشامیدنی	میزان تصفیه آب‌های خاکستری برای مصرف شهروندان	-۱۲/۴۹۰	۰/۰۰۰	۱/۴	-۱/۸۶	-۱/۳۴
		پذیرش آب بازیافتی توسط شهروندان برای آشامیدن	-۲۴/۵۶۱	۰/۰۰۰	۱/۹۳	-۱/۱۶	-۰/۹۹
		دسترسی شهروندان به سیستم‌های دفع فاضلاب	۱۲/۴۹۰	۰/۰۰۰	۳/۸	۰/۶۷	۰/۹۳
		نبود بیماری‌های ناشی از آب	-۱/۶۶۹	۰/۰۰۰	۲/۸	-۰/۴۴	-۰/۰۴
بهره‌وری و مقرون‌به‌صرفه تأمین آب آشامیدنی	اهتمام به ارزش اقتصادی آب	میزان توجه به ارزش واقعی آب آشامیدنی	-۲/۶۹۶	۰/۰۱۷	۲/۸۲	-۰/۳۱	-۰/۰۵
		آموزش شهروندان در باب مصرف بهینه آب آشامیدنی	-۷/۵۵۶	۰/۰۰۰	۲/۵۱	-۰/۶۲	-۰/۳۶
		صرفه‌جویی آب آشامیدنی توسط شهروندان	-۶/۸۲۲	۰/۰۰۰	۲/۵۶	-۰/۴۸	-۰/۲۵
		استفاده شهروندان از دستگاه‌هایی با برچسب‌گذاری بهره‌وری آب آشامیدنی	-۱۹/۶۲۹	۰/۰۰۰	۲/۰۲	-۱/۰۸	-۰/۸۸
		اخذ مالیات از شهروندان برای تأمین آب آشامیدنی و	-۲۵/۸۳۲	۰/۰۰۰	۱/۸۶	-۱/۱۹	-۱/۰۳

عرصه‌ها	مؤلفه‌ها	شاخص‌های سنجشی تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی	آزمون تی تک نمونه‌ای				
			میانگین معیار= ۳				
			مقدار تی	سطح معناداری	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪	
						حد پایین	حد بالا
		تصفیه آب‌های خاکستری					
		وجود کنتورهای هوشمند آب آشامیدنی	۲/۰۶۹	۰/۰۳۵	۳/۲۵	۰/۰۴	۰/۴۴
	استفاده مولد از آب آشامیدنی برای رشد اقتصادی	بهره‌وری آب آشامیدنی در بخش کشاورزی شهر	-۷/۶۴۹	۰/۰۰۰	۲/۴	-۰/۷۶	-۰/۴۴
		بهره‌وری آب آشامیدنی در بخش صنعتی شهر	-۹/۵۴۷	۰/۰۰۳	۲/۲	-۰/۸۲	-۰/۵۱
		بهره‌وری آب آشامیدنی در بخش تجاری- خدماتی شهر	-۹/۵۱	۰/۰۰۰	۲/۲۵	-۰/۷۹	-۰/۴۷
	مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان	مناسب بودن هزینه خدمات تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان	-۴/۶۸۴	۰/۰۰۰	۲/۴	-۰/۸۶	-۰/۳۴
		مناسب بودن هزینه تصفیه آب برای مشترکان شهر	-۴/۶۸۴	۰/۰۰۰	۲/۴	-۰/۸۶	-۰/۳۴
		مناسب بودن تعرفه آب آشامیدنی برای شهروندان	-۱۳/۷۱۶	۰/۰۰۰	۲/۳۲	-۰/۷۷	-۰/۵۸
پایداری محیط‌زیست آب	تنوع‌بخشی به منابع تأمین آب آشامیدنی	برداشت آب باران	-۱۴/۲۰۸	۰/۰۰۰	۲/۲	-۰/۹۱	-۰/۶۹
		تصفیه فاضلاب	-۳/۱۲۲	۰/۰۰۳	۲/۸	-۰/۳۳	-۰/۰۷
		تصفیه پساب صنعتی	-۳/۱۲۲	۰/۰۰۳	۲/۶	-۰/۶۶	-۰/۱۴
		تصفیه آب‌های سیلابی	-۱۰/۹۲۹	۰/۰۰۰	۱/۶	-۱/۶۶	-۱/۱۴
	حفاظت از منابع تأمین آب آشامیدنی	وجود بام‌های سبز	-۷/۵۱۲	۰/۰۰۰	۲/۵	-۰/۶۳	-۰/۳۷
		وجود سنگ‌فرش‌های نفوذپذیر	-۶/۷۸۲	۰/۰۰۰	۲/۵۵	-۰/۵۸	-۰/۳۲
		وجود تالاب‌ها و حوضچه‌های شهری	-۱۱/۹۴۹	۰/۰۰۰	۲/۳۲	-۰/۷۹	-۰/۵۷
		وجود بیوسوال‌ها	-۲۸/۲۷۱	۰/۰۰۰	۱/۸۵	-۱/۲۴	-۱/۰۷
کاهش بلایای مرتبط با آب	آمادگی در برابر بلایای مرتبط با آب و کاهش آن-ها	وجود ذخیره‌سازی‌های پیشرفته آب	-۱۴/۷۲۲	۰/۰۰۰	۲/۱۹	-۰/۹۲	-۰/۷
		وجود زیرساخت‌های مقاوم در برابر بلایای آبی	-۵/۸۵۱	۰/۰۰۰	۲/۶۴	-۰/۴۸	-۰/۲۴
		وجود سیستم‌های پیش‌بینی کننده و هشدار اولیه	-۸/۴۹۲	۰/۰۰۰	۲/۴۶	-۰/۶۶	-۰/۴۱
		وجود گونه‌های گیاهی مقاوم در برابر بلایای آبی	-۱۰/۹۳۱	۰/۰۰۰	۲/۳۵	-۰/۷۷	-۰/۵۴
		تحت پوشش بیمه بودن شهروندان	-۱۷/۰۵۸	۰/۰۰۰	۲/۰۵	-۱/۰۶	-۰/۸۴
	ظرفیت مقابله و اقدامات سازگاری در برابر اثرات بلایای مرتبط با آب	ظرفیت مقابله شهروندان در برابر بلایای آبی	-۸/۳۷۷	۰/۰۰۰	۲/۵	-۰/۶۲	-۰/۳۹
		ظرفیت مقابله مدیریت شهری در برابر بلایای آبی	-۱۳/۹۴۲	۰/۰۰۰	۲/۲۳	-۰/۸۸	-۰/۶۶
		وجود زیرساخت‌های سبز (همچون بام‌های سبز، سنگ‌فرش‌های نفوذپذیر و غیره)	-۴/۳۸۸	۰/۰۰۰	۲/۷۱	-۰/۴۳	-۰/۱۶
		سرمایه‌گذاری در نوآوری‌های مربوط به زیرساخت‌های سبز	-۶/۹۸۲	۰/۰۰۰	۲	-۱/۲۹	-۰/۷۱
حکمروایی آب	آگاهی‌بخشی و حمایت شهروندان از امنیت آب	وجود کمپین‌های آگاهی عمومی در باب آموزش صرفه‌جویی در مصرف آب آشامیدنی	-۱۱/۹۵۳	۰/۰۰۰	۲/۲۶	-۰/۸۷	-۰/۶۲
		وجود برنامه‌های آموزشی در مدارس برای صرفه‌جویی در مصرف آب آشامیدنی	-۴/۵۳۲	۰/۰۰۰	۲/۷	-۰/۴۴	-۰/۱۷
		وجود برنامه‌های افزایش آگاهی در باب آب آشامیدنی در شبکه‌های اجتماعی	-۹/۷۳۹	۰/۰۰۰	۲/۳۸	-۰/۷۵	-۰/۵

عرصه‌ها	مؤلفه‌ها	آزمون تی تک نمونه‌ای				
		شاخص‌های سنجشی تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی	میانگین معیار= ۳			
			مقدار تی	سطح معناداری	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪
						حد پایین / حد بالا
		تمایل شهروندان به عضویت در کمپین‌های آگاهی-بخشی در باب ارزش آب آشامیدنی	-۷/۵۳۵	۰/۰۰۰	۲/۵۵	-۰/۵۶ / -۰/۳۳
	مشارکت و همکاری ذینفعان در فرایند تأمین امنیت آب	وجود برنامه‌ها و طرح‌های مشخص توسط مدیریت شهری برای رویارویی در قبال بلایای مرتبط با آب	-۱۰/۸۲۸	۰/۰۰۰	۲/۳۸	-۰/۷۴ / -۰/۵۱
		وجود طرح و برنامه‌های مدیریت شهری برای مدیریت تقاضای مصرف آب آشامیدنی	-۱۴/۷۴۸	۰/۰۰۰	۲/۳۲	-۰/۷۸ / -۰/۵۹
		وجود طرح و برنامه‌های مدیریت شهری برای تشویق شهروندان به راه‌اندازی کسب‌وکارهای سازگار با کم‌آبی	-۲۹/۴۹۱	۰/۰۰۰	۱/۸۶	-۱/۲۱ / -۱/۰۶
		برگزاری همایش‌های فرهنگی- هنری توسط مدیریت شهری و سازمان‌های مردم‌نهاد در باب صرفه‌جویی در مصرف آب آشامیدنی برای تمامی مصرف‌کنندگان	-۱۰/۴۰۴	۰/۰۰۰	۲/۳۵	-۰/۷۷ / -۰/۵۳
		تبلیغات تلویزیونی در مورد صرفه‌جویی در مصرف آب آشامیدنی و نحوه نصب دستگاه‌هایی با برچسب‌گذاری بهره‌وری آب	-۸/۷۹۵	۰/۰۰۰	۲/۴۶	-۰/۶۶ / -۰/۴۲
		حمایت‌های مالی از مشترکان برای نصب سیستم‌های تصفیه آب‌های خاکستری	-۲۸/۰۵۵	۰/۰۰۰	۱/۸	-۱/۲۸ / -۱/۱۲

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

همان‌طور که جدول (۲) نشان می‌دهد، در سطح معناداری ۹۵ درصد، می‌توان اذعان داشت که شهر مشهد به لحاظ در دسترس قرار دادن آب آشامیدنی سالم و بهداشتی برای شهروندان (شبکه توزیع آب سالم و بهداشتی در سطح شهر مشهد نیز گویای این مطلب است که بیشتر شهروندان ساکن در مناطق حاشیه‌ای این شهر، دسترسی مناسبی به آب سالم و بهداشتی ندارند (شکل ۳)، کیفیت مطلوب آب آشامیدنی برای شهروندان، بهداشت و تصفیه آب آشامیدنی برای شهروندان، اهتمام شهروندان به ارزش اقتصادی آب آشامیدنی، استفاده مولد از آب آشامیدنی برای رشد اقتصادی شهر، تأمین آب آشامیدنی به‌صرفه برای شهروندان، تنوع‌بخشی به منابع تأمین آب آشامیدنی، حفاظت از منابع تأمین آب آشامیدنی برای مصرف شهروندان، آمادگی در برابر بلایای مرتبط با آب و کاهش اثرات آن‌ها، ظرفیت مقابله و اقدامات سازگاری در برابر اثرات بلایای مرتبط با آب، آگاهی‌بخشی و حمایت شهروندان از امنیت آب و همچنین مشارکت و همکاری ذینفعان در فرایند تأمین امنیت آب از شرایط مساعدی برخوردار نبوده که از برآیند آن‌ها می‌توان استنباط نمود که وضعیت شهر مشهد از منظر تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آن برای شهروندان، بهره‌وری و مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان، پایداری محیط‌زیست آب، کاهش بلایای مرتبط با آب و حکمروایی آب مطلوب نبوده است. در نتیجه می‌توان گفت که شهر مشهد از تاب‌آوری لازم در راستای مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن برخوردار نبود.



شکل ۳. شبکه توزیع آب شهر مشهد

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

- **تبیین میزان تأثیرگذاری تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن**

پس از وضعیت‌سنجی تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی، در این بخش همان‌طور که اشاره شد، مبتنی بر پرسشگری از متخصصان و نخبگان مرتبط با موضوع این پژوهش، با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون (جدول ۳) و تحلیل رگرسیون چندگانه (جدول ۴) به تبیین میزان تأثیرگذاری تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن اقدام گردید.

جدول ۳. نتایج آزمون همبستگی پیرسون به‌منظور تبیین رابطهٔ بین تاب‌آوری شهر مشهد و کاهش ناامنی آبی و اثرات آن

رابطهٔ بین تاب‌آوری شهر مشهد و کاهش ناامنی آبی و اثرات آن	کاهش ناامنی آبی و اثرات آن	
	سطح معناداری	ضریب همبستگی پیرسون
تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آن	۰/۰۰۰	۰/۸۶۸
بهره‌وری و مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی	۰/۰۰۰	۰/۵۴۸
پایداری محیط‌زیست آب	۰/۰۰۰	۰/۷۲۹
کاهش بلایای مرتبط با آب	۰/۰۲۵	۰/۶۳۵
حکمروایی آب	۰/۰۴۲	۰/۶۹۸
تاب‌آوری شهری	۰/۰۰۶	۰/۷۲۳

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین تاب‌آوری شهر مشهد و کاهش ناامنی آبی و اثرات آن (جدول ۳) حاکی از آن است که بین عرصه‌های سازندهٔ تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی از جمله تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آن (شامل در دسترس‌بودن آب آشامیدنی، کیفیت مطلوب آب آشامیدنی و بهداشت و تصفیه آب آشامیدنی)، پایداری محیط زیست آب (شامل تنوع‌بخشی به منابع تأمین آب آشامیدنی و حفاظت از منابع تأمین آب آشامیدنی)، حکمروایی آب (شامل آگاهی‌بخشی و حمایت شهروندان از امنیت آب و مشارکت و همکاری ذینفعان در فرآیند تأمین امنیت آب)، کاهش بلایای مرتبط با آب (شامل آمادگی در برابر بلایای مرتبط با آب و کاهش آن‌ها و ظرفیت مقابله و اقدامات سازگاری در برابر اثرات بلایای مرتبط با آب) و بهره‌وری و مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی (شامل توجه به ارزش اقتصادی آب آشامیدنی، استفاده مولد از آب آشامیدنی برای رشد اقتصادی و مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان) و کاهش ناامنی آبی و اثرات آن رابطهٔ معناداری (سطح معناداری برای تمامی متغیرها کمتر از ۰/۰۵) وجود دارد. همچنین شدت و جهت رابطه بین این دو متغیر نشان از وجود رابطه مستقیم و تا حدودی قوی بین تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن دارد که این امر نشانگر آن است که تقویت ظرفیت تاب‌آوری در سطح شهر مشهد در عمل می‌تواند بر کاهش ناامنی آبی و اثرات آن مثمر ثمر باشد.

جدول ۴. نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه به‌منظور تبیین میزان تأثیرگذاری تاب‌آوری شهر مشهد بر کاهش ناامنی آبی و اثرات آن

متغیرهای تبیین‌کننده	ضریب همبستگی (R)	ضریب تعیین تعدیل‌شده (Adjusted R^2)	ضریب رگرسیونی استانداردشده (Beta)	آماره F	آماره t	سطح معناداری
تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آن	۰/۷۲۳	۰/۶۴۸	۰/۲۷۸	۲۸/۲۴۱	۱۴/۵۴۳	۰/۰۰۴
بهره‌وری و مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی			۰/۱۱۶		۶/۳۴۲	۰/۰۳۴
پایداری محیط‌زیست آب			۰/۲۳۲		۱۲/۷۵۱	۰/۰۲۵
کاهش بلایای مرتبط با آب			۰/۱۶۴		۸/۹۸۷	۰/۰۱۴
حکمروایی آب			۰/۲۰۹		۱۰/۶۴۲	۰/۰۲۸

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۳)

همچنین نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه به‌منظور تبیین میزان تأثیرگذاری تاب‌آوری شهر مشهد بر کاهش ناامنی آبی و اثرات آن (جدول ۴) حاکی از آن است که عرصه‌های سازندۀ تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی از جمله تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آن (شامل در دسترس‌بودن آب آشامیدنی، کیفیت مطلوب آب آشامیدنی و بهداشت و تصفیه آب آشامیدنی)، پایداری محیط‌زیست آب (شامل تنوع‌بخشی به منابع تأمین آب آشامیدنی و حفاظت از منابع تأمین آب آشامیدنی)، حکمروایی آب (شامل آگاهی‌بخشی و حمایت شهروندان از امنیت آب و مشارکت و همکاری ذینفعان در فرآیند تأمین امنیت آب)، کاهش بلایای مرتبط با آب (شامل آمادگی در برابر بلایای مرتبط با آب و کاهش آن‌ها و ظرفیت مقابله و اقدامات سازگاری در برابر اثرات بلایای مرتبط با آب) و بهره‌وری و مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی (شامل توجه به ارزش اقتصادی آب آشامیدنی، استفاده مولد از آب آشامیدنی برای رشد اقتصادی و مقرون‌به‌صرفه بودن تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان) به‌طور معنی‌داری کاهش ناامنی آبی و اثرات آن را در سطح این شهر تبیین می‌کند که مقدار آن برابر با ۶۴/۸ درصد است. به عبارتی دیگر، عرصه‌های سازندۀ تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی، ۶۴/۸ درصد از تغییرات کاهش ناامنی آبی و اثرات آن در سطح این شهر را تبیین می‌کند که مقدار قابل توجهی است. همچنین با توجه به سطح معناداری و ضریب رگرسیون استانداردشده برای هر یک از عرصه‌های سازندۀ تاب‌آوری شهر مشهد، تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آن (با ضریب ۰/۲۷۸) در قیاس با سایر عرصه‌ها، می‌توانند تأثیر بیشتری بر کاهش ناامنی آبی و اثرات آن در سطح شهر مشهد داشته باشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس آمار و اطلاعات موجود، شهر مشهد طی پنج دهۀ اخیر با افزایش ۸/۲ درجه‌ی سلسیوس دما و کاهش ۳۱ روزی تعداد روزهای یخبندان مواجه بوده که این آمارها به نحوی حکایت از بروز پدیدۀ تغییر اقلیم در سطح شهر مشهد دارد. یکی از مهم‌ترین اثرات این پدیده، کاهش میزان بارش سالانه در سطح این شهر (کاهش ۴۱/۲ میلی‌متری بارش) بوده که این مسئله در عمل در بحران و کمبود آب در سطح شهر مشهد اثرگذار بوده است. از سوی دیگر، به واسطۀ واقع‌شدن حرم مطهر امام رضا (ع) در شهر مشهد، این شهر اولین کلان‌شهر مذهبی کشور نیز محسوب می‌شود و سالانه حدود ۲۵ میلیون نفر زائر و گردشگر به این شهر سفر می‌کنند که این مسئله نیز شرایط تأمین آب به لحاظ افزایش تقاضا برای آن‌را در شهر مشهد با مشکلاتی مواجه می‌کند. علاوه بر آن، مدیریت نامناسب منابع آب و روند روزافزون جمعیت شهری آن نیز بر افزایش تقاضای آب شهری افزوده است که تمامی این موارد در عمل منجر به ناامنی آبی در سطح شهر مشهد شده است که این مسئله لزوم تاب‌آور نمودن شهروندان این شهر را در مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن ضرورت بخشیده است.

بدین‌ترتیب، پژوهش حاضر در راستای سنجش وضعیت تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی صورت گرفت. در حقیقت این پژوهش از یک‌سو به‌دنبال وضعیت‌سنجی شهر مشهد از منظر تاب‌آوری آن در مواجهه با ناامنی آبی و از سوی دیگر به‌دنبال تبیین میزان تأثیرگذاری تاب‌آوری این شهر در مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن بوده است؛ بنابراین، براساس مبانی و مفاهیم مرتبط با پژوهش، به نگاشت چهارچوب سنجشی این پژوهش مشتمل بر مؤلفه‌ها و شاخص‌های تلفیقی تاب‌آوری سکونتگاه‌های شهری در مواجهه با ناامنی آبی مبادرت شد. جهت بررسی

چهارچوب سنجشی از پیمایش اجتماعی (پرسشگری از شهروندان، کارشناسان شرکت آب و فاضلاب شهر مشهد و شرکت آب منطقه‌ای خراسان رضوی و متخصصان و نخبگان آشنا به محتوای پژوهش) استفاده شد.

نتایج این پژوهش بیانگر آن بود که شهر مشهد از تاب‌آوری لازم برای مواجهه با ناامنی آبی و کاهش اثرات آن برخوردار نبوده و در صورت تقویت تاب‌آوری آن در بستر تأمین آب آشامیدنی و تصفیه آن برای شهروندان (از طریق دسترس‌پذیر نمودن، تقویت کیفیت، بهداشت و تصفیه آب آشامیدنی برای شهروندان)، افزایش بهره‌وری و مقرون-به‌صرفه نمودن تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان (در بستر توجه بیشتر شهروندان به ارزش اقتصادی آب آشامیدنی، استفاده مولد از آب آشامیدنی برای رشد اقتصادی شهر و مقرون‌به‌صرفه نمودن تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان)، پایداری محیط‌زیست آب (از طریق تنوع‌بخشی به منابع تأمین آب آشامیدنی و حفاظت از منابع تأمین آب آشامیدنی برای مصرف شهروندان)، کاهش بلایای مرتبط با آب (در بستر آمادگی شهر در برابر بلایای مرتبط با آب و کاهش اثرات آن‌ها و تقویت ظرفیت مقابله و اقدامات سازگاری در سطح شهر در برابر اثرات بلایای مرتبط با آب) و حکمروایی آب (از طریق آگاهی‌بخشی و حمایت شهروندان از امنیت آب و مشارکت و همکاری ذینفعان در فرآیند تأمین امنیت آب) می‌توان انتظار تحقق امنیت آبی در سطح این شهر را داشت.

بایستی اذعان داشت که متناسب با محتوای موضوع حاضر، پژوهش‌های در خور توجهی صورت نگرفته، اما با این وجود، این پژوهش تا حدودی با پژوهش‌های سینگ و پانده (۲۰۲۰) و یادگاری‌فر و همکاران (۱۴۰۲) در ارتباط می‌باشد. با این تفاسیر، تقویت تاب‌آوری شهر مشهد در مواجهه با ناامنی آبی مستلزم اقداماتی است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره شده است:

- تقویت دسترسی شهروندان در سطح مناطق حاشیه‌ای شهر به آب آشامیدنی سالم از طریق متنوع کردن منابع تأمین آب همچون: برداشت آب باران، سیستم‌های مدیریت آب سیلابی، بازیافت آب خاکستری و استفاده مجدد از تصفیه پساب.
- بهره‌گیری از شیوه‌های زیرساخت‌های سبز در راستای تقویت منابع تأمین آب آشامیدنی برای شهروندان شهر مشهد.
- تشویق شهروندان در مناطق ۱۳ و ۱ به کاهش مصرف آب از طریق کمپین‌های آگاهی عمومی، تبلیغات در شبکه‌های مجازی و غیره.
- اخذ مالیات از مشترکان پرمصرف شهر و هزینه‌کرد آن در زیرساخت‌های تامین آب آشامیدنی برای شهروندان حاشیه شهر.
- بهره‌گیری از اصول طراحی شهری حساس به آب در توسعه‌های جدید در بخش شرقی شهر مشهد.
- بسترسازی در راستای حصول به مدیریت یکپارچه آب در سطح شهر مشهد.
- اعطای تسهیلات ویژه به شهروندان برای راه‌اندازی کسب‌وکارهای سازگار با کم آبی.
- بسترسازی به‌منظور ایجاد هماهنگی و همگرایی بین تمامی ذینفعان مؤثر بر تأمین آب شهروندان شهر مشهد.
- فرهنگ‌سازی در بین شهروندان در باب پذیرش آب بازیافتی برای آشامیدن.
- اعطای کمک‌های مالی به شهروندان شهر مشهد به‌منظور نصب سیستم‌های تصفیه آب‌های خاکستری.

منابع

جمالی، صابر؛ صالح‌نیا، نرگس؛ انصاری، حسین؛ رحیمی آغ چشمه، فرشته. (۱۴۰۱). بررسی اثر همه‌گیری کووید ۱۹ بر امنیت آبی، امنیت غذایی و محیط‌زیست ایران، نشریه مدیریت آب در کشاورزی، جلد ۹، شماره ۱، صص ۱۸۰-۱۶۱.

https://www.sid.ir/paper/1031491/fa

حکمت‌نیا، حسن؛ نصیری هنده خاله، اسماعیل؛ اسکندری نوده، محمد؛ یونسی سندی، ریحانه. (۱۴۰۲). تبیین معیارهای کالبدی مؤثر در ارتقای تاب‌آوری سکونتگاه‌های غیر رسمی در برابر مخاطرات محیطی (موردمطالعه: شهر همدان)، مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۱۲، شماره ۳۵، صص ۹۴-۷۹.

http://doi.org/10.22111/JNEH.2022.40625.1861

دهقان، پوریا؛ حسین‌پور مقدم، منا؛ لشکری‌پور، غلامرضا؛ غفوری، محمد. (۱۳۹۲). بررسی اشکال ژئومورفولوژی حوضهٔ آبریز رودخانه کشف رود (شمال شرق ایران)، هشتمین همایش انجمن زمین‌شناسی مهندسی و محیط‌زیست ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

http://profdoc.um.ac.ir/articles/a/1040677.pdf

زیاری، کرامت اله؛ منصوری اطمینان، ابوالفضل؛ محمدی یل‌سویی، مهرداد. (۱۴۰۱). بررسی و تحلیل نقش تاب‌آوری نهادی در مواجهه با اثرات تغییرات اقلیمی بر شهرها (مورد پژوهی: شهر مشهد)، فصلنامه جغرافیا و توسعه فضای شهری، مقاله آماده انتشار.

https://doi.org/10.22067/jgusd.2022.78089.1237

سالمی سرمست، سینا؛ زهرایی، بنفشه. (۱۴۰۰). ارزیابی امنیت آبی ایران در سطح استانی با استفاده از شاخص ترکیبی، فصلنامه مدیریت آب و آبیاری، دوره ۱۱، شماره ۳، صص ۶۳۲-۶۱۷.

http://doi.org/10.22059/JWIM.2021.327554.903

شهرداری شهر مشهد. (۱۴۰۲).

https://www.mashhad.ir

شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی. (۱۴۰۳). آمارنامه آب مشهد مقدس.

www.khrw.ir/uploaded_files/DCMS/wysiwyg/files/AmarnamehMashhad14030430_118.pdf

کاویانی‌راد، مراد؛ ساسان‌پور، فرزانه؛ نصرتی، حمیدرضا. (۱۳۹۸). واکاوی مفهوم امنیت آب از منظر جغرافیای سیاسی و ژئوپلیتیک، فصلنامه ژئوپلیتیک، سال پانزدهم، شماره اول، صص ۵۹-۲۳.

http://doi.org/20.1001.1.17354331.1398.15.53.2.3

مالکی، نادر؛ شاکری بستان‌آباد، رضا؛ صالحی کمرودی، محسن؛ سیدآبادی، سعیده. (۱۴۰۰). بررسی وضعیت شاخص ترکیبی امنیت آبی استان‌های ایران در بازه ۹۵-۱۳۹۰: کاربردی از روش‌های تحلیل چندمعیاره، نشریه آب و توسعه پایدار، سال هشتم، شماره ۲، صص ۳۲-۲۱.

http://doi.org/10.22067/JWSD.V8I2.1028

مختاری هشی، حسین. (۱۴۰۱). سیاست و فضا: تحلیل نظری تاثیر نئولیبرالیسم بر بحران آب، فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۲۶، شماره ۱، صفحات ۲۹-۱.

http://doi.org/10.50541/HSMSP.26.1.1

مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵). نتایج هشتمین سرشماری عمومی نفوس و مسکن.

https://www.amar.org.ir

ملکی، آمنه. (۱۴۰۰). برنامه‌ریزی با هدف ارتقای تاب‌آوری آب در مناطق شهری تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران.

https://ganj.irandoc.ac.ir/#/articles/2b7ace671ad0d563976a6c75f37b1ff1

مهرابی، شهباز؛ یزدانی، محمدرضا؛ قربانی، مهدی. (۱۴۰۱). ارزیابی تاب‌آوری سیستم اجتماعی- اکولوژیک در برابر کاهش آب قابل دسترس (مطالعه موردی: روستای هرچگان)، دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، شماره ۲۱، صص ۸۰-۶۷.

http://doi.org/20.1001.1.23453915.1401.11.1.4.1

یادگاری‌فر، فاطمه؛ بودینه، محمدرضا؛ اسمعیل‌نژاد، مرتضی. (۱۴۰۲). ارزیابی تاب‌آوری شهرستان زاهدان در برابر بحران آب و خشکسالی، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست‌ودوم، شماره ۶۸، صص ۳۶۴-۳۴۵.

http://doi.org/10.52547/jgs.23.68.345

یزدیان، مهدی؛ ردایی، مهجین؛ زکی‌زاده، حسین. (۱۳۹۸). تحقق امنیت آبی در سازه‌های آبی تاریخی شهرهای کویری (مطالعه موردی: شهر یزد)، فصلنامه مطالعات علوم محیط‌زیست، دورهٔ چهارم، شماره دوم، صص ۱۵۲۲-۱۵۱۲.

https://www.jess.ir/article_93316.html

References

Abbas, F., Al-Naemi, S., Farooque, A. A., & Phillips, M. (2023). A review on the water dimensions, security, and governance for two distinct regions. Water, 15(1), 208.

https://doi.org/10.3390/w15010208

Aboelnga, H. T., Ribbe, L., Frechen, F. B., & Saghir, J. (2019). Urban water security: Definition and assessment framework. Resources, 8(4), 178.

https://doi.org/10.3390/resources8040178

Armstrong, M. (2023). Where Water Stress Will Be Highest by 2040.

https://www.statista.com/chart/26140/water-stress-projections-global

Babel, M. S., Chapagain, K., Shinde, V. R., Prajamwong, S., & Apipattanavis, S. (2022). A disaggregated assessment of national water security: An application to the river basins in Thailand. Journal of Environmental Management, 321, 115974.

http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115974

Babel, M. S., Shinde, V. R., Sharma, D., & Dang, N. M. (2020). Measuring water security: A vital step for climate change adaptation. Environmental Research, 185, 109400.

http://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109400

Babel, M., Chapagain, K., & Shinde, V. R. (2023). How to measure urban water security? An introduction to the Water Security Assessment Tool (WATSAT). APN Science Bulletin, 13(1), 60-75.

http://doi.org/10.30852/sb.2023.2166

Bozorg- Haddad, O., Dehghan, P., Zareie, S., & Loáiciga, H. A. (2020). System dynamics applied to water management in lakes. Irrigation and Drainage, 69(4), 956-966.

https://doi.org/10.1002/ird.2470

Chapagain, K., Aboelnga, H. T., Babel, M. S., Ribbe, L., Shinde, V. R., Sharma, D., & Dang, N. M. (2022). Urban water security: A comparative assessment and policy analysis of five cities in diverse developing countries of Asia. Environmental Development, 43, 100713.

http://doi.org/10.1016/j.envdev.2022.100713

Cheshmehzangi. A. (2020). The city in need: urban resilience and city management in disruptive disease outbreak events. Springer, Singapore.

https://doi.org/10.1007/978-981-15-5487-2

Doshi, S., & Sharma, R. (2021). The role of water governance in ensuring water security: A case of Indian cities. In Climate Change and Water Security: Select Proceedings of VCDRR 2021 (pp. 267-276). Singapore: Springer Singapore.

https://doi.org/10.1007/978-981-16-5501-2_22

Dolan, F., Lamontagne, J., Link, R., Hejazi, M., Reed, P., & Edmonds, J. (2021). Evaluating the economic impact of water scarcity in a changing world. Nature communications, 12(1), 1-10.

https://doi.org/10.1038/s41467-021-22194-0

Habiba, U., Abedin, A., & Shaw, R. (2014). Defining Water Insecurity, In Water Insecurity: A Social Dilemma. Published online: 20, 3-20.

https://doi.org/10.1108/S2040-7262(2013)0000013007

Hobbie, S. E., & Grimm, N. B. (2020). Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 375(1794), 20190124.

https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0124

Hoekstra, A. Y., Buurman, J., & Van Ginkel, K. C. (2018). Urban water security: A review. Environmental research letters, 13(5), 053002.

https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaba52

Johannessen, Å., & Wamsler, C. (2017). What does resilience mean for urban water services?. Ecology and Society, 22(1).

https://doi.org/10.5751/ES-08870-220101

Kalra, R. (2020). Can urban ponds help tackle domestic water scarcity and build resilience?. Journal of Regional and City Planning, 31(2), 180-198.

https://doi.org/10.5614/jpwk.2020.31.2.5

Khatibi, S., & Arjjumend, H. (2019). Water crisis in making in Iran. Grassroots Journal of Natural Resources, 2(3), 45-54.

http://journals.grassrootsinstitute.net/journal1-natural-resources/ ISSN: 2581-6853

Krueger, E., Rao, P. S. C., & Borchardt, D. (2019). Quantifying urban water supply security under global change. Global Environmental Change, 56, 66-74.

https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.03.009

Kumar Mishra, B., Gautam, A., Kumar, P., Saraswat, Ch., & Chakraborty, Sh. (2021). Water Security in a Changing Environment: Concept, Challenges and Solutions. Water 2021, 13, 490. Water Quality Assessments for Urban Water Environment, 181.

https://doi.org/10.3390/w13040490

Leal Filho, W., Totin, E., Franke, J. A., Andrew, S. M., Abubakar, I. R., Azadi, H., ... & Global Adaptation Mapping Initiative Team. (2022). Understanding responses to climate-related water scarcity in Africa. Science of the Total Environment, 806, 150420.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150420

Marcal, J., Antizar-Ladislao, B., & Hofman, J. (2021). Addressing water security: An overview. Sustainability, 13, 13702.

https://doi.org/10.3390/su132413702

National Intelligence Council. (2021). Water Insecurity Threatening Global Economic Growth, Political Stability. Future of Water, NIC.

www.dni.gov/files/images/globalTrends/GT2040/NIC_202102489_Future_of_Water_18nov21_UNOURCED.pdf

Pan, Y. H., Gu, C. J., Ma, J. Z., Zhang, T. S., & Zhang, H. (2014). Water Poverty Index in the inland river basins of Hexi Corridor, Gansu province. Advanced Materials Research, 864, 2371-2375.

https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.864-867.2371

Saikia, P., Beane, G., Giné Garriga, R., Avello, P., Ellis, L., Fisher, S., Leten, J., Ruiz-Apilánez, I., Shouler, M., Ward, R., & Jiménez, A. (2022). City Water Resilience Framework: A governance based planning tool to enhance urban water resilience. Sustainable Cities and Society, 77, 103497.

https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103497

Singh, V., & Pandey, A. (2020). Urban water resilience in Hindu Kush Himalaya: Issues, challenges and way forward. Water Policy, 22(S1), 33-45.

https://doi.org/10.2166/wp.2019.329

Scott, D., Iipinge, K. N., Mfune, J. K., Muchadenyika, D., Makuti, O. V., & Ziervogel, G. (2018). The story of water in Windhoek: a narrative approach to interpreting a transdisciplinary process. Water, 10(10), 1366.

https://doi.org/10.3390/w10101366

Swatuk, L. A., Brill, G., Buchner-Marais, C., Carden, C., Conradie, E., Day, J., ... & Ncube, B. (2021). Towards the Blue-Green city: Building urban water resilience. Water Resources Institute.

https://wrcwebsite.azurewebsites.net/wpcontent/uploads/mdocs/Towards%20a%20blue%20green%20city_final%20web.pdf

The United Nations World Water Development Report. (2015). Water for a Sustainable World. (Vol. 1). UNESCO publishing.

https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1711Water%20for%20a%20Sustainable%20World.pdf

UNICEF. (2021). Urban Water Scarcity Guidance Note Preventing zero.

www.unicef.org/media/95381/file/Urban-Water-Scarcity-guidance-note.pdf

United Nations. (2023). Water and Disasters.

https://www.unwater.org/water-facts/water-and-disasters

United Nations Water funds toolbox. (2023). what is water security? Infographic.

https://waterfundstoolbox.org/getting-started/what-is-water-security

Zakeri, M. A., Mirnia, S. K., & Moradi, H. (2022). Assessment of water security in the large watersheds of Iran. Environmental Science & Policy, 127, 31-37.

https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.10.009

Zuniga-Teran, A. A., Gerlak, A. K., Mayer, B., Evans, T. P., & Lansey, K. E. (2020). Urban resilience and green infrastructure systems: Towards a multidimensional evaluation. Current Opinion in Environmental Sustainability, 44, 42-47.

https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.05.001