



Research Paper

Ecological civilization in Iran: The role of Qanats and Ab-anbars in environmental sustainability

Habib Sharafi Safa¹

Received: Apr. 23, 2025; Accepted: Aug. 12, 2025

ABSTRACT

Iran faces a persistent shortage of surface water and rising environmental pressures. Qanāts (subterranean aqueducts) and ab-anbārs (water reservoirs) are historic storage and distribution systems that regulate land use and symbolize an ecological civilization balancing human needs with local ecosystems. Using these systems as an analytical framework, this study assesses environmental sustainability under climate change and population pressures and clarifies Iran's water governance context. Drawing on historical analyses, hydrological data, and models of water variability, the research clarifies relationships among water heritage, land use, and urban development, underscoring the need for an integrated water-policy approach, ecosystem protection, and enhanced socio-environmental resilience. Applying a descriptive-analytic method with document and library analyses, the study examines traditional water-supply systems and presents data, historical evidence, and cross-cultural experiences as exemplars addressing Iran's water crisis. Findings suggest regeneration and distribution mechanisms remain adaptable to climate change but require institutional and technological improvements.

Keywords: ecological civilization, environment, water management, Qanāts, Ab-anbārs

1. Assistant Professor, Department of History, Sayyed Jamaledin Asadabadi University, Asadabad, Iran
✉ h.sharafisafa@sjau.ac.ir



Interdisciplinary Studies
in the Humanities

Volume 17
Issue 4
Autumn 2025

INTRODUCTION

In the geography of Iran, given the country's arid and semi-arid climate, water has played a crucial role as a vital resource in meeting the daily needs of humans, as well as in agricultural and industrial activities. The management of water resources has always been a primary priority for rulers. Therefore, one of the most important strategies for water resource management has been the diversion and extraction of groundwater and surface water, along with the optimization of limited water resource management with minimal costs and continuous utilization by Iranians. By employing methods such as qanats and ab anbars, Iranians were able to effectively utilize water resources and facilitate agriculture in desert regions. Canals and channels, as linear elements, have also been responsible for the management of water transfer—from the outlet of the qanat to the reservoirs or ab anbars. It is in this context that water management cultures and settlement patterns emerged and became enduring. This infrastructure not only demonstrated effective management of water resources but also reflected a profound understanding by Iranians of the interconnected relationship between water resources, architecture, and social needs. As a result, ancient water supply systems have played a significant role in sustaining life and shaping urban development in Iran's arid regions, so that in cities with qanats, main streets often followed the path of these qanats, and alleys were aligned with subsidiary channels. This sustainable water management system has not only shaped the physical landscape but also significantly influenced Iranian culture and civilization.

Today, water crisis has become one of Iran's major challenges, stemming from climate change, population growth, and management instabilities. Therefore, a review of traditional water management methods is essential. Studying successful traditional practices can help develop sustainable solutions and guide the creation of a sustainable ecological civilization.

This paper analyzes historical water management methods in Iran, their cultural and social impacts, and offers suggestions to address contemporary challenges. The primary goal of this research is to understand past experiences and utilize them as models for a sustainable future in water resource management, with an emphasis on fostering better harmony between humans and nature. Despite historical fluctuations in water management effectiveness, qanats and ab anbars remain practical and cost-effective solutions to modern water scarcity issues and are being revitalized in Iran and other countries.

METHODOLOGY

The research methodology employed in this study is of a qualitative nature, utilizing a descriptive-analytical approach. Its primary aim is to examine and analyze historical sources and credible scientific documentation related to water resource management

within Iranian civilizations. This methodological framework enables us, through meticulous investigation of historical texts, scholarly articles, and the theories of experts in the field, to develop comprehensive and precise insights into traditional water management practices and their socio-cultural impacts on Iranian societies. In this research, an initial phase involves reviewing and collecting library sources, academic articles, research studies, as well as historical manuscripts to extract pertinent information. Subsequently, common patterns will be identified and subjected to detailed analysis. The goal of this process is to uncover historical experiences and to elucidate traditional water management techniques—such as qanats and ab anbars—within an interactive framework of human-environment interaction in the context of Iranian civilization.

FINDINGS

The findings of this research indicate that the qanat system has operated efficiently by leveraging its unique architectural design to transport groundwater to the surface with minimal cost and negligible water wastage. Furthermore, ab anbars have played a vital role in the storage of rainwater and qanat-derived water, effectively preventing water loss during the winter season. These processes have significantly contributed to economic prosperity and the developmental growth of urban and rural areas. Additionally, social customs and specific regulations have historically been instrumental in ensuring the equitable distribution and conservation of water resources. Religious teachings have also emphasized the importance of respecting and protecting natural resources. Collectively, these practices exemplify a sophisticated and culturally mature approach to sustainable water resource management in Iran.

CONCLUSION

Water resource management in Iranian civilizations, particularly within the framework of an ecological civilization, has served as a vital tool for ensuring the continuity of life and sustainable development. Throughout Iran's history, ancient societies demonstrated a profound understanding of their geographical and climatic requirements, establishing advanced systems such as qanats and ab anbars. These systems not only functioned as mechanisms for securing water supply in harsh conditions but also acted as symbols of technological innovation and social cooperation in natural resource management. Qanats, as a fundamental component of water management in Iran, intelligently transported underground water from deep beneath the earth to the surface. This method not only minimized evaporation losses but also preserved high water quality. Concurrently, irrigation channels facilitated cultivation in arid regions, thereby enabling sustainable agriculture despite limited water resources. Furthermore, social customs and laws played a significant role in shaping water management practices. Consequently, the results of this study suggest that revisiting historical experiences in water management, with an emphasis on



Interdisciplinary
Studies in the Humanities

Abstract



approaches aligned with ecological principles, can offer effective solutions to Iran's current water crisis. The integration of traditional techniques alongside modern technologies can enhance water management practices and resource conservation efforts. Ultimately, this research emphasizes that achieving a sustainable ecological civilization in the future necessitates a thorough understanding of Iran's collective historical experiences and knowledge. These experiences constitute a valuable repository of insights and effective strategies that can inform the development of sustainable and efficient water policies, thereby contributing to the preservation of natural resources in both current and future contexts.

NOVELTY

1. Integration of ancient water systems with modern ecological analytics

- *Idea*: Combine qanats and ab anbars with contemporary hydrological modeling and remote sensing.
- *Benefit*: Data-driven restoration and efficient water use that respects historical practices.

2. Adaptive governance framework grounded in collective memory

- *Idea*: Institutionalize social customs and customary laws around water within an ecologically principled policy framework.
- *Benefit*: Equitable access, drought resilience, and community-led stewardship.

3. Hybrid infrastructure that preserves quality and minimizes losses

- *Idea*: Hybrid systems blending subterranean conveyance with precision surface irrigation and nature-based solutions.
- *Benefit*: Reduced evaporation, maintained water quality, and enhanced ecological resilience.

CONFLICT OF INTEREST

No conflict of interest has been declared by the author.

BIBLIOGRAPHY

- Afshar, I. (1966). Bist Shahr va Hezār farsang [Twenty Cities and a Thousand Farsangs]. *Yaghma Magazine*, 214, 87-94. [In Persian]
- Ahmad Safari, S. (2024). Barrasi-ye Ma'māri-ye Qanāt va Mo'arifi-ye Qanāt-hā-ye šahr-e Qazvīn [Studying the architecture of the aqueducts and introducing the aqueducts of Qazvin city]. *Archaeology of Iran*, 1(14), 87-104. [In Persian]
- Ahmadvand, A., & Zand, E. (2023). Ecological civilization. *Iran Nature*, 8(3), 19-23. doi: 10.22092/irn.2023.129541 [In Persian]
- Amirian, M., & Amirian, A. (2018). Modiriyat-e ma'nābe āb dar šabakeha-ye Iran-e bāstān [Water Resources Management in Ancient Iranian Networks]. *Fifth Iranian Water Resources Management Conference*. [In Persian]
- Ardakani, M.R. (2012). *Ecology*. Tehran, Iran: Tehran University Press. [In Persian]
- Asgari, M., & Javanmiripour, M., & Khakipour, L., Etemad, & Asgari, M. (2012). An examination of traditional water supply management methods in the central dry and semi-dry regions of Iran; a case study of the city of Robat Karim. *Journal of Environmental Studies, Natural Resources and Sustainable Development*, 6(1), 19-32. [In Persian]
- Asgari, N. (2009). Āb anbār sardār bozorg ghazvin va naqshe ān dar zendegi farhangi [The Sardar Bozorg Ab Anbar of Qazvin and its Role in the Cultural]. *Farhang-e Mardom Journal*, 31&32, 193-204. [In Persian]
- Ashrafi, N., & Safdarian, G. (2015). The impact of qanats as sustainable urban infrastructures on the process of formation of urban structures and architecture. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 5(S1), 892-901.
- Babak Rad's, J. (1971). Asār-e Sāsāni khali-j-e fārs [Sasanian Artifacts of the Persian Gulf]. *Historical Studies*, 6 (4), 1-30.
- Bahar, M.T. (1935). *Tārīx-e Sīstān* [The History of Sistan]. Tehran, Iran: Čāp-e Malek-o-šo'arā-ye Bahār. [In Persian]
- Bosworth, C.E. (1983). *Ghaznavids: their empire in Afghanistan and Eastern Iran* (H. Anousheh, Trans). Tehran, Irqan: Amir Kabir. [In Persian]
- Chardin, J. (1957). *Chardin's Travelogue* [safari nāma-ye šārdan] (M. Abbasi, Trans). Tehran, Iran: Amir Kabir. [In Persian]
- Chauveau, M. (2001). *Les qanates dans les ostraca de Manawir*. In Séminaire tenu au Collège de France (Persika 2). Paris.
- Cheraghi, Z. (2021). Madiriat-e ab dar hozehāy-e rodxānei va qanāti-y4 Iran [Water management in river-based and qanat-based regions]. *Economic History Studies of Iran*, 10(1), 103-122. doi: 10.30465/sehs.2021.33568.1647 [In Persian]



Interdisciplinary
Studies in the Humanities

Abstract



- Christensen, A.E. (1972). *Irān dar zamān Sāsānian* [Iran sous les Sassanides] (R. Yasemi, Trans). Tehran, Iran: Ibn-e Sinā. [In Persian]
- Dehkhoda, A. (1998). *Loqat-Nāme* [Dictionary]. Tehran, Iran: University of Tehran. [In Persian]
- Diakonov, M.M., (2011). *Tarikh-i Irān-e Bāstān* [History of ancient Iran]. (Roohi Arbab, Trans). Tehran, Iran: Scientific and Cultural Press. [In Persian]
- Ensafpour, G. (1976). *Tarix-e zendegi eqtesādī rustāeiān va tabaghāt ejtemāei iran* [History of the Economic Life of the Villagers and the Social Classes of Iran]. Tehran, Iran: Andisheh. [In Persian]
- Esmaeili, P., & Adelfar, B. (2008). Nezām-e ābiyāri-e Irān dar ruzgār-e Sāsāniyān [The irrigation system of Iran in the Sassanid era]. *Historical Research*, 3(8), 9-22. [In Persian]
- Frazier, A.E., Bryan, B.A., Buyantuev, A., & et al. (2019). Ecological civilization: perspectives from landscape ecology and landscape sustainability science. *Landscape Ecol* 34, 1-8. doi:10.1007/s10980-019-00772-4
- Ghirshman, R. (1967). *Iran az āghāz tā eslam* [L'Iran des origines a l'Islam] (M. Moein, Trans). Tehran, Iran: Negāh. [In Persian]
- Goblot, H. (1992). *Qanāt fani barāye dast yabi ba āb* [Les qanats: une technique d'acquisition de l'eau] (A.Moghaddam., & M.H. Yazdi, Trans). Mashhad, Iran: Astān-e Quds Razavi. [In Persian]
- Haeri, M.R. (2007). *Qanāt dar Iran* [Qanat in Iran]. Tehran, Iran: Cultural Research Office. [In Persian]
- Herodotus. *Tarikh-i Herodotus* [The History of Herodotus] (V. Mazandarani, Trans). Tehran, Iran: Iranian Academy of Literature and Arts. [In Persian]
- Hozhabri A. (2022). Pišnāhādi bar eh-yāye berkeh-hā, sāmāneh-ye zakhīre-ye āb-e shirin dar navāhi-ye shomāli-ye Khalij-e Fārs [A Proposal to Restore the Ponds, a Fresh Water Storage System in the Northern Areas of the Persian Gulf]. *Parseh J Archaeol Stud*. 6(19),157-193. doi:10.30699/PJAS.6.19.157 [In Persian]
- Ibn al Balkhi. (2006). *Fārs-nāme* (G. Le Strange., & R.A. Nicholson, ed). Tehran, Iran: Asātir. [In Persian]
- Jam, A. (2018). negāhi be ghavaed-e taqsim āb az doreh bāstān ta iran moāser [A look at the rules of water distribution from ancient times to contemporary Iran. Tehran, Iran: Sedā-ye Mirās. [In Persian]
- Janebollahi, M. (2019). Naqš-e hoquq-e 'orfi dar modiriyat-e sonnatī-ye tozī' va taqsim va pāydāri-ye āb-e qanāt [The Role of Customary Law in the Traditional Management of Distribution and Stability of Aqueduct Water]. *Indigenous Knowledge*, 6(12), 205-250. doi: 10.22054/qjik.2021.55557.1229 [In Persian]

- Janebollahi, N. (2004). Čhel goftār dar mardom-shenāsi-ye Meybod [Forty Speeches on the Anthropology of Meybod]. Tehran, Iran: Roshanan Publications. [In Persian]
- khatami, S.S., Bouzarjomehri, K., Zarrin, A. & Falsolayman, M. (2022). Analysis of Water Resources Management Studies in Iran and the World. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 11(2), 251-271. doi: 10.22067/geoh.2022.73891.1136 [In Persian]
- Khawrizmi, A.M. (1968). *Mafatih-al-'ulum* (European printing).
- Khosravi, K. (1973). *Nezāmhāy-e bahre-bardāri az zamin dar iran bāstān ta saljuqhiān* [Land utilization systems in ancient Iran until the Seljuks]. Tehran, Iran: Payam Publications. [In Persian]
- Kordvani, P. (2007). Manābe' va Masā'el-e āb dar Iran [Water Resources and Issues in Iran]. Tehran, Iran: Tehran University Press. [In Persian]
- Labaf Khaniki, M. (2014). Peydāyeš-e qanāt, pāsoxi be tağyir-e eqlīm dar falāt-e Irān [The emergence of the Qanat as a response to climate change in the Iranian Plateau]. *Journal of Athar*, 35(67), 77-84. [In Persian]
- Lambton, A. (1983). *mālek va zare dar Iran* [Landlord and peasant in Persia] (M. Amiri, Trans). Tehran, Iran: Elmi va Farhangi. [In Persian]
- Maleki, A., & Khorsandi, A. (2005). *Qanāt dar Iran* [Qanat in Iran]. Tehran, Iran: Urban Processing and Planning Company. [In Persian]
- Mansouri, S.A. (2020). Qanat [cistern]. *Journal of Manzar*, 12(53), 3-3. doi: 10.22034/manzar.2020.120516 [In Persian]
- Mohammadjani, E., & Yazdanian, N. (2014). *Tahlīl-e vaz'iyat-e bohrān-e āb dar kešvar va elzāmāt-e modiriyat-e ān* [Analysis of the water crisis situation in the country and the requirements for its management]. *Ravand Quarterly*, 21(65-66), 117-144. [In Persian]
- Mokhtarnia, K., Talebian, M.H. & Heidari, S. (2019). Recognizing Indigenous Water Management Systems in the Balade of Ferdows (Toon) before 1971/1350 (SH). *Indigenous Knowledge*, 6(12), 371-409. doi:10.22054/qjik.2017.14159.1032 [In Persian]
- Moradi, H. (2024). olguye estegharāri-e dashte neyriz dar doran sasani ta ghoron-e metakher eslāmi (estan fars) [Settlement Patterns of Neyriz Plain in the Sasanian and Islamic Periods]. *Journal of Archaeology*, 4(1), 85-101. doi:10.22034/4.1.5 [In Persian]
- Mossadegh, A. (2011). Masāref-e āb dar Iran va Jahān [Water Consumption in Iran and the World]. Tehran, Iran: Iranian Agricultural Science Publications. [In Persian]
- Naeini, M.A. (2003). *Gozāreš-e Kavir* [Desert Report: Travelogue of Safa al-Saltaneh Naeini]. Tehran, Iran: Etelaat. [In Persian]
- Najafloo, P., Yaghoubi, J., & Nikbakht, J. (2019). Traditional Utilization Management of Water Resources in the Villages of Iran. *Journal of Water and Sustainable Development*, 6(2), 27-38. doi: 10.22067/jwsd.v6i2.79333. [In Persian]



Interdisciplinary
Studies in the Humanities

Abstract



- Niazi, M. (2007). Āb anbārhāy-e Kāshān [water reservoirs in Kashan]. *Iranian People's Culture Journal*, 10, 191-214. [In Persian]
- Nizām al-Mulk, A.H. (1969). *Siasat-nameh* [The ways of kings] (J. Shaar, Ed.). Tehran, Iran: Šerkat-e Sahāmi-ye Ketābhā-ye Jibi. [In Persian]
- Ostrom, V. (2009). A generic approach to the governance of common-pool resources. In F. Berkes (Ed.), *Governing the Commons* (pp. 210-235). MIT Press.
- Petrushevslcii, I.P. (1965). *Keshvārzi Va Munasebāte Arzi dar Irane Ahde Moghol* [Agriculture and Agrarian Relations in Iran in the Mongol Period] (K. Keshavarz, Trans). Tehran, Iran: Institute for Social Studies and Research Publications. [In Persian]
- Pigulevskaia, N.V. (1988). Šahrhā-ye Irān dar ruzgār-e Pārtiān va Sāsāniān [Iranian Cities in the Parthian and Sasanian Periods] (E. Reza, Trans). Tehran, Iran: Elmi va Farhangi. [In Persian]
- Pirnia, M.K., & Afshar, K. (1977). *Rāh va Rebāt* [Road and Bridge]. Tehran, Iran: National Organization for the Preservation of Antiquities. [In Persian]
- Pouriafar, M. R. (1995). *Urban aesthetics and architecture in the settlements along the Persian Gulf*. *Tehran Times*, 17(205), 4.
- Pourjafar, M.R. (2002). Eḡyā-ye sistem-e ābrasāni-ye sonnati dar manāteq-e ḡāšiye-ye Xalij-e Fārs [Revival of the traditional water supply system in the Persian Gulf coastal areas]. *Geographical Research*, 67, 39-49. [In Persian]
- Pourshabanian, Z. (2013). Āb-anbār-e Šayx 'Ali Xān Zangana-ye Asadābād [Sheikh Ali Khan Zanganeh Reservoir]. *Miras-e Javid*, 81, 94-85. [In Persian]
- Qomi, H.M. (2006). *Tārix-e Qom* [History of Qom] (J.D. Tehrani, Ed.). Qom, Iran: Ayatollāh Mar'ashi Library. [In Persian]
- Reza, E., & Gholamreza., & Shushtari, M., & Entezami, A. (1977). *Āb va fann-e ābyāri dar Irān-e bāstān* [Water and Irrigation Technology in Ancient Iran]. Tehran, Iran: Sahāmi-ye Čāp Company]. [In Persian]
- Sadeghi Younesi, H. (1999). *Fonon-e bahreh mandi az ab* [Water utilization techniques]. First Conference on Culture and Natural Heritage, October 14-16, Tabriz: National Cultural Heritage Organization. [In Persian]
- Sedaqat Kish, J. (2004). Āb anbār [Water Reservoir]. *Vaqf-e Mirās-e Jāvidān*, 45, 76-81. [In Persian]
- Seyed Sajjadi, M. (1987). *Qanāt. kāriz: tarikhcheh, sakhtemān ve chegounegi gostarsh ān dar jahan* [Qanat. Kariz: History, Construction and How It Spreads in the World]. Tehran, Iran: Italian Cultural Association. [In Persian]

- Shahrivari, N., & Yousefifar, S. (1396). Barrasi-ye karkardhâ-ye penhân-e âb-anbârhâ-ye vaqfi-ye Tehrân dar dore-ye Qājār [Investigating the hidden functions of Tehran's endowment water reservoirs during the Qajar period]. *Tahghighât-e Târikh-i Eghtesâdi-ye Iran*, 6 (1), 55-139. [In Persian]
- Shahrzadi, R. (1977). Qanun-e madani-ye Zartoštiân dar zamâne Sāsâniân: *Goftari darbâre-ye ketâb mâtikân hizâr dâdestân* [A discussion about the book Matikan Hezar Dadestan]. Tehran, Iran: Zoroastrian Association. [In Persian]
- Sharajsharifi, M. (2023). Artificial Intelligence in Sustainable Urban Housing and Infrastructure Planning: A Systematic Review of Emerging Approaches and Challenges. *Journal of Cyberspace Studies*, 7(2), 321-343. doi: 10.22059/jcss.2023.102629
- Sharajsharifi, M., Sharifi Poor Bgheshmi, M. S., & Aeini, B. (2025). Artificial Intelligence for equitable urban housing: Insights from U.S. sustainable planning experts. *Code, Cognition & Society*, 1(1), 141-163. doi: 10.22034/ccsr.2025.531875.1011
- Siriux, M. (1960). Kârvânsarâhâ-ye Irân va sâxtemân-hâ-ye kuçak miyân-râh-hâ [Caravanserais d'Iran et petites constructions routieres]. Tehran, Iran: National Organization for the Preservation of Antiquities of Iran. [In Persian]
- Slovic, S. (2012). Landmarks in Chinese ecocriticism and environmental literature: the emergence of a new ecological civilization; social sciences in China Today, <http://www.csstoday.com/Item/268.aspx>
- UNESCO. (2016). *The Persian Qanat*. <https://whc.unesco.org/en/list/1506/>
- Yarshater, E. (1977). *Dânešnâme-ye Irân va Eslâm* [Encyclopedia of Iran and Islam]. Tehran, Iran: Book Translation and Publishing Company. [In Persian]
- Zhang, J., Fu, B. (2023). Eco-civilization: A complementary pathway rooted in theory and practice for global sustainable development. *Ambio*, 52, 1882-1894. doi:10.1007/s13280-023-01902-8



Interdisciplinary
Studies in the Humanities

Abstract



مقاله پژوهشی

تمدن اکولوژیک در ایران: قنات‌ها و آب‌انبارها و نقش آن‌ها در پایداری محیطی

حبیب شرفی صفا^۱

دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۴؛ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۱

چکیده

ایران با کمبود قابل توجه منابع آب سطحی و فشارهای شدید زیست‌محیطی مواجه است. قنات‌ها و آب‌انبارها به‌عنوان سازه‌های تاریخی با کارکردهای ذخیره‌سازی، توزیع آب و تنظیم کاربری زمین، نماد «تمدن اکولوژیک» هستند که همواره تعادل بین نیازهای انسانی و ظرفیت‌های اکوسیستم‌های محلی را مدنظر داشته‌اند. در این پژوهش، این سامانه‌های آبی به‌عنوان قاب تحلیلی برای ارزیابی پایداری محیطی در پرتو تغییرات اقلیمی و فشارهای جمعیتی در نظر گرفته می‌شوند تا زمینه‌سازی سیاستی و مدیریتی پایداری در ایران روشن شود. همچنین، با بهره‌گیری از تحلیل‌های تاریخی و داده‌های هیدرولیکی، این مطالعه به دنبال تبیین روابط پیچیده بین میراث آبی، کاربری اراضی و توسعه شهری است تا لزوم یکپارچه‌سازی سیاست‌های آب، حفاظت از اکوسیستم‌های محلی و تقویت تاب‌آوری اجتماعی-محیطی را برجسته سازد. این پژوهش با استفاده از رویکرد توصیفی و تحلیلی و تحلیل اسناد و منابع کتابخانه‌ای، به بررسی مدیریت منابع آبی در بستر تمدن اکولوژیک پرداخته است. هدف، تحلیل سیستم‌های هوشمند آب‌رسانی سنتی در ایران نظیر قنات‌ها و آب‌انبارها و ارائه داده‌ها و شواهد تاریخی و تجربیات تمدن‌های مختلف به عنوان نمونه‌های موفق حل بحران آب در ایران است. یافته‌ها نشان می‌دهد که سازوکارهای بازتولید ذخایر آبی و توزیع آب در قنات‌ها و آب‌انبارها همچنان در برخورد با تغییرات اقلیمی و گریز از سیاست‌های قدیمی، قابلیت تطبیق دارند اما به بهبودهای نهادی و فناوری نیاز دارند. ترکیب فناوری‌های سنتی با سیاست‌گذاری‌های مدرن، با تأکید بر مشارکت جامعه محلی و مدیریت مشارکتی، به تقویت کارکردهای زیست‌محیطی و اجتماعی-اقتصادی این سامانه‌ها می‌انجامد. این پژوهش، با تأکید بر سابقه تاریخی، مشارکت‌های محلی و سازوکارهای نهادی، مسیریابی برای احیاء، حفاظت و بهره‌برداری پایدار از قنات‌ها و آب‌انبارها را پیشنهاد می‌کند که هم‌زمان با حفظ سرمایه‌های طبیعی و فرهنگی-اجتماعی، امنیت آبی و تاب‌آوری اکوسیستم را ارتقا می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: تمدن اکولوژیک، محیط زیست، مدیریت آب، قنات‌ها، آب‌انبارها

۱. استادیار، گروه تاریخ، دانشگاه سیدجمال‌الدین اسدآبادی، اسدآباد، ایران

H.sharafisafa@sju.ac.ir ✉

۱. مقدمه

مسئله آب در ایران از گذشته‌های دور به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک جغرافیایی و نوار بیابانی ۲۵ تا ۴۵ درجه عرض شمالی اهمیت فراوانی داشته است. وجود احکامی برای آب در کتاب‌های اوستا، دینکرد و بندهشن از عهد باستان و ایزدان آب در اسطوره‌ها بیانگر اهمیت آب و رسیدگی به آن از گذشته بوده، تا آنجا که شرق شناسان و جامعه شناسان غربی از تمدن ایرانی به عنوان «تمدن و دولت آبی» یاد کرده‌اند (خاتمی و همکاران، ۱۴۰۱، ۲۵۲). امروزه نیز منابع آبی به عنوان یک امر نامحدود و فراوان تلقی نمی‌گردد و دولت‌ها و متفکران این حوزه به این امر معتقدند که باید از ذخایر آب با حداکثر احتیاط و با کمترین میزان هدر رفت آن استفاده نمود (اردکانی، ۱۳۹۱، ۱۶۷). در همین راستا از قدیمی‌ترین ایام، تمدن‌هایی نظیر بین‌النهرین و مصر و ایران اهتمام بسیاری در طراحی و استفاده صحیح از منابع آبی داشتند که در این بین ایران سهم بسزایی از این دانش‌ها را به خود اختصاص داده است (کردوانی، ۱۳۸۶، ۱۳۲). امروزه نیز بررسی وضعیت مصرف آب در ایران نشان می‌دهد که بیش از ۹۰٪ آب مصرفی در بخش کشاورزی استفاده می‌شود (محمدجانی و یزدانیان، ۱۳۹۳). با این وجود، راندمان بهره‌وری آب بسیار پایین بوده و عملاً اتلاف آب بسیار زیاد است (مصدق، ۱۳۹۰، ۲۳). لذا، توجه به برنامه‌های مدیریتی بهره‌برداری از منابع آبی، در تمامی زمان‌ها امری اجتناب‌ناپذیر به حساب می‌آید. در همین راستا راه و روش‌های سنتی تأمین و مدیریت منابع آبی وابسته به موقعیت و شرایط جغرافیایی مناطق، مختلف بوده به این معنا که هر منطقه و ناحیه‌ای با توجه به وضعیت جغرافیایی و امکانات و دانش‌های بومی و محلی خود که همواره در حال تکامل بوده، دسترسی به آب حاصل از نزولات آسمانی یا آب‌های زیر زمینی را محیا می‌کرده است (نجف‌لو، یعقوبی و نیکبخت، ۱۳۹۸، ۳۰). از جمله این روش‌های بومی قنات‌ها و آب‌ابنارها بودند که در نواحی خشک و نیمه خشک برای مدیریت منابع آبی از آن استفاده می‌شدند.



قنات‌ها و آب‌انبارها به‌عنوان سازه‌های با قدمت چندین هزارساله، نمایانگر یک «تمدن اکولوژیک» هستند که با رویکردهای بوم‌شناختی و فرهنگی چندلایه، تعادلی میان نیازهای انسانی و ظرفیت‌های اکوسیستم‌های محلی ایجاد کرده‌اند. این سامانه‌ها اگرچه برای تأمین آب و تنظیم جانمایی مصارفی چون کشاورزی، خانگی و صنعتی به‌کار گرفته شده‌اند، اما با فشارهای معاصر، از جمله کاهش منابع، فرسایش زیرساختی، بی‌ثباتی‌های اقلیمی و ناپایداری شبکه‌های توزیع، به‌خوبی پاسخگوی الزامات پایداری محیطی نیستند. از این منظر پرسش اصلی این است که چگونه می‌توان مفهوم «تمدن اکولوژیک» را به‌عنوان چارچوبی تحلیلی برای ارزیابی پایداری منابع آب در ایران به‌کار گرفت و شاخص‌های مناسبی برای سنجش کارکردهای قنات‌ها و آب‌انبارها در سه حوزه زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی تدوین کرد؟ در این راستا، به‌منظور بازتعریف و بازتولید کارکردهای این سامانه‌ها در شرایط امروز، باید به این پرسش‌ها پاسخ داده شود که منابع آب تاریخی چگونه با تغییرات اقلیمی و فشارهای جمعیتی و کاربری زمین همسویا ناسازگار شده‌اند و چه سازوکارهای بازتولید ذخایر آبی و توزیع آب در این شبکه‌ها وجود داشته یا می‌تواند داشته باشد. آیا مدل‌های مدیریتی که ترکیبی از فناوری‌های سنتی با سیاست‌گذاری‌های نوین آبی را دربرداشته باشند می‌توانند به هم‌زیستی مؤثر بین حفظ میراث و پاسخگویی به تقاضاهای آینده برسند؟ آن‌هم در شرایطی که پژوهش‌ها در حوزه به‌کارگیری فناوری‌های نوین در برنامه‌ریزی‌های پایدار زیرساخت‌های شهری نشان می‌دهد که فناوری‌هایی نوین، حتی هوش مصنوعی، به‌خودی‌خود تضادی با دانش بومی و فناوری‌های سنتی ندارند و می‌توانند به مدیریت انرژی، نظارت محیطی و طراحی‌های زیرساختی کمک کنند (شرح‌شریفی، ۲۰۲۳).

دامنه پژوهش نیز به‌روشنی این‌گونه مشخص می‌شود که مناطق مرکزی و شرقی ایران با داشتن شبکه‌های قناتی گسترده و تاریخچه طولانی مناسب برای بازبینی هستند و بررسی اسناد تاریخی و منابع علمی می‌تواند روند توسعه، کارکرد و بازتولید این سامانه‌ها را روشن سازد. همچنین جنبه‌های پایداری از ابعاد محیطی، اقتصادی و اجتماعی - فرهنگی در کنار فناوری و نوآوری مدنظر است تا بتوان هم‌زمان به حفظ سرمایه‌های طبیعی و سرمایه‌های



فرهنگی-اجتماعی پرداخت. هدف این پژوهش، ارائه یک چارچوب مفهومی و شاخص‌های پایداری برای ارزیابی کارکردهای قنات‌ها و آب‌انبارها در بستر اکولوژیک-اجتماعی ایران است و از این منظر، تحلیل تاریخی-ساختاری از کارکرد این سامانه‌ها در مواجهه با فشارهای معاصر و آینده‌نگری درباره تغییرات اقلیمی دنبال می‌شود. همچنین به مدل‌های مدیریتی و سیاستی می‌پردازد که احیاء، حفظ و بهره‌برداری پایدار از منابع آبی تاریخی را با تأکید بر مشارکت جامعه محلی و نهادهای دولتی و خصوصی ممکن سازد.

۲. روش تحقیق

در این مقاله، روش تحقیق به کاررفته از نوع کیفی و به صورت توصیفی-تحلیلی است که هدف آن بررسی و تحلیل منابع تاریخی و مستندات علمی معتبر در زمینه مدیریت منابع آبی در تمدن‌های ایرانی می‌باشد. این رویکرد تحقیق به ما این امکان را می‌دهد که با کاوش دقیق در منابع و متون تاریخی، مقالات علمی و نظریات متخصصان این حوزه، تصاویر جامع و دقیقی از شیوه‌های مدیریت منابع آبی و تأثیرات آن بر جوامع ایرانی به دست آوریم. در این پژوهش، ابتدا به بررسی و جمع‌آوری منابع کتابخانه‌ای، مقالات و پژوهش‌ها و همچنین متون تاریخی خواهیم پرداخت تا اطلاعات مورد نیاز استخراج شود. پس از جمع‌آوری داده‌ها، الگوهای مشترک شناسایی و تحلیل خواهند شد. هدف از این تحلیل شناسایی تجربیات تاریخی و معرفی فنون سنتی مدیریت آب در تمدن‌های ایرانی از قبیل قنات‌ها و آب‌انبارها در یک فرایند تعاملی بین انسان و محیط است. در پایان، یافته‌های به دست آمده دسته‌بندی شده و به منظور ارائه پیشنهادات و راهکارهای معاصر در مدیریت منابع آب مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

۳. پیشینه و مبانی نظری تحقیق

تمدن اکولوژیک^۱ نوعی تمدن انسانی است که بر روابط هماهنگ بین انسان‌ها و محیط



زیست تمرکز دارد و تأکید اصلی آن بر هماهنگی طبیعت، بوم‌شناسی، اقتصاد و جامعه است (ژائو، ژو، یین، ۲۰۲۳). تمدن اکولوژیکی در ساده‌ترین شکل خود، یک حالت تعادل پویا است که در آن انسان‌ها و طبیعت با هم تعامل و عملکرد هماهنگ دارند. (فرایزر و همکاران، ۲۰۱۹) این رویکرد با کنار رفتن تدریجی سرمایه داری و کمونیسم، مطرح شده که نه به دست افراد یا عواطف و منافع طبقه خاص، بلکه با عنوان نوع دوستی، استدلال و دانش، راهبری می‌شود. تمدن اکولوژیکی رشد اقتصادی و توزیع ثروت را به چالش کشیده و بر «بوم‌سپهر» تأکید می‌کند و در جستجوی آگاهی از همه اکوسیستم‌ها و انواح حیات روی زمین است و مسئولیت در برابر اینها را آموزش می‌دهد. تمدن اکولوژیکی ما را به پیوند زدن سعادت کره زمین با سعادت نوع بشر یا هر چه می‌تواند دال بر ثروت یا عدالت باشد، فرا می‌خواند (احمدوند و زند، ۱۴۰۲، ۱۹). از این رو تمدن اکولوژیکی در معنای «همزیستی انسان‌ها با طبیعت» و «وحدت انسان و طبیعت» دانسته شده است (فرایزر و همکاران، ۲۰۱۹). این مفهوم تا اواسط دهه ۲۰۰۰ میلادی که اصطلاح «تمدن اکولوژیکی» توسط حزب کمونیست چین به عنوان یک هدف صریح ترجمه و پذیرفته شد، کاربرد عملی گسترده‌ای نداشت (ژانگ و فو، ۲۰۲۳). از آن زمان، چین این مفهوم را با قدرت پذیرفته است، به ویژه به عنوان یک هدف و رویکرد اصلی که در چندین کنگره ملی حزب کمونیست چین ذکر شده و در «سیزدهمین برنامه پنج ساله» چین (۲۰۱۶-۲۰۲۰) گنجانده شده است (اسلاویک، ۲۰۱۲). در دهه‌های اخیر با احیای این رویکرد در چین در سایر مناطق نظیر ایران نیز مورد توجه پژوهشگران بوده است.

تمدن اکولوژیکی در ایران را می‌توان به عنوان چارچوبی نظری-کاربردی برای فهم عمیق تعامل انسان-محیط با محوریت منابع آبی تعریف کرد. این چارچوب سه ستون اصلی را در نظر می‌گیرد: ۱) سرمایه‌های زیستی-اجتماعی-فرهنگی به عنوان پیوسته‌های با توان تولیدی و پایداری بلندمدت؛ ۲) بازتولید و حفظ این سرمایه‌ها از طریق سازوکارهای نهادی، فناوریانه و فرهنگی؛ و ۳) طراحی‌های اکولوژیکی با هدف کاهش هدررفت و افزایش کارایی





منابع آب که به طور مداوم به عنوان سرمایه‌ای حیاتی برای کشاورزی، شهرنشینی و اقتصاد روستایی ایران مطرح می‌شود (فرایزر و همکاران، ۲۰۱۹، ۱-۸). در این چارچوب، آب صرفاً یک منبع فیزیکی نیست بلکه سرمایه‌ای زیستی-اجتماعی-فرهنگی است که کارایی مدیریت آن به بازتولید و تداوم سرمایه‌های مرتبط با کشاورزی، بافت شهری و ساختارهای اجتماعی وابسته است (استروم، ۲۰۰۹، ۲۱۰-۲۳۵). این رویکرد قالب پژوهشگران ایرانی نسبت به مدیریت منابع آبی در دهه‌های اخیر بوده که البته سابقه آن را باید در ایام پیش از رواج و فراگیری مفهوم اکولوژیک دانست که با عناوین مختلف مدیریت منابع آبی در تلاش برای بررسی ارتباط انسان و محیط زیست برآمده‌اند اما در دهه‌های اخیر به صورت یک رویکرد قالب مطالعات مدیریتی آب درآمده است. دسته دیگر مطالعات این حوزه نیز مربوط به برخی نگرش‌های تاریخی و تمدنی به مقوله مدیریت منابع آبی بوده و در تلاش برای بکارگیری روش‌های سنتی مدیریت آب و بهره‌گیری از تجربیات گذشتگان در احیاء و حفاظت از منابع آبی بوده است. نتایج پژوهش‌های دسته اخیر طراحی‌های اکولوژیک با هدف کاهش هدررفت و افزایش کارایی منابع آب را اثبات می‌کند و نشان می‌دهد که سیستم‌های باستانی آب‌رسانی نقش مهمی در تداوم حیات و شکل‌دهی به توسعه شهری در مناطق خشک ایران داشته به طوری که در شهرهای برخوردار از قنات، خیابان‌های اصلی معمولاً مسیر قنات‌ها را دنبال می‌کردند و کوچه‌ها با کانال‌های فرعی همسو بودند. این سیستم مدیریت منابع آب پایدار نه تنها چشم‌انداز فیزیکی شهرها در گذشته را شکل داده، بلکه عمیقاً بر فرهنگ و تمدن ایرانیان نیز تأثیر نهاده است (صفاری، ۱۴۰۳، ۹۴).

از نظریات دسته نخست می‌توان به پژوهش خاتمی و همکاران (۱۴۰۱) با عنوان «واکاوی مطالعات مدیریت منابع آب در ایران و جهان» اشاره نمود که نگارنده به مطالعه مدیریت منابع آبی در دو سطح ملی-جهانی و تاریخی-زیست‌محیطی پرداخته است. در اثر دیگر با عنوان «تأثیر قنات‌ها به عنوان زیرساخت‌های پایدار شهری بر روند شکل‌گیری سازه‌ها و معماری شهری» از اشرفی و صفدریان (۱۳۹۴) با رویکردی اکولوژیک به قنات‌ها به عنوان یکی از زیرساخت‌های پایدار شهری در مناطق گرم و خشک پرداخته شده است. یا در پژوهش

دیگری از این دست با عنوان «بررسی قنات‌ها، قلعه‌ها و آسیاب‌ها از دیدگاه جغرافیایی اکولوژیک» اثر زارع شاه‌آبادی و الفتی (۱۳۸۸) رویکرد اکولوژیک به قنات مشاهده می‌گردد. در بخش دیگری از نظریات مربوط به مدیریت منابع آبی در پیوند با مفهوم اکولوژیکی، رویکرد تمدنی مطرح بوده و سوابق تاریخی بخش جدایی ناپذیر آن به حساب می‌آید. برجسته‌ترین آثار این حوزه عبارتند از: «الگوی استقرار دشت نیریز در دوران ساسانی تا قرون متأخر اسلامی استان فارس» اثر حسن مرادی (۱۴۰۳)، «به اشتراک گذاشتن دانش بومی در مقابله با کم‌آبی» اثر برزگر و همکاران (۱۳۹۷)، «مدیریت بومی قنات زارچ» اثر بوزرجمهر و خاتمی (۱۳۹۶)، «مدیریت بومی قنات بلده» اثر مختارنیا و همکاران (۱۳۹۵)، «تقسیم آب سنتی در شهرستان برخوار» اثر ایزدخواستی و همکاران (۱۳۹۵)، «پیدایش قنات پاسخی به تغییر اقلیم در فلات ایران» اثر مجید لباف خانیکی (۱۳۹۴)، «مدیریت آب در شبکه‌های ایران باستان» از امیریان (۱۳۹۲)، با پیوند دو رویکرد مذکور یعنی رویکرد زیست محیطی و تاریخی می‌توان به مدیریت پایدار منابع آبی دست یافت که پژوهش حاضر در تلاش برای دستیابی به این امر مهم است. بنابراین، با توجه به بحران‌های آب در ایران، چارچوب تمدن اکولوژیک می‌تواند با تاکید بر سرمایه‌های زیستی-اجتماعی-فرهنگی، بازتولید این سرمایه‌ها و طراحی‌های اکولوژیک برای کاهش مصرف آب، به سیاست‌گذاری‌های پایدار و عدالت آبی پیوند بخورد و سازوکارهای نهادین، فناورانه و اجتماعی لازم برای پذیرش و اجرای این سیاست‌ها را تقویت کند. به این ترتیب، پژوهش‌های آبی-اکولوژیکی به تقویت هم‌گرایی بین علم، سیاست و مدیریت منابع آب در سطح ملی و منطقه‌ای کمک می‌کنند و امکان طراحی راهبردهای جامع برای مدیریت پایدار آب در ایران را فراهم می‌آورند.

۴. تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۴-۱. مدیریت منابع آب در عهد باستان

با وجود اینکه سابقه مدیریت منابع آبی در ایران به دوره‌های پیش از تأسیس نخستین دولت‌های محلی باز می‌گردد، اما توسعه و سازمان‌یابی رسمی این نظام‌ها از زمان





حکمرانی هخامنشیان آغاز شد. در این دوره، با شکل‌گیری یک سرزمین متحد و یکپارچه تحت سلطه هخامنشیان، توجه ویژه‌ای به تأمین منابع آبی معطوف گردید. به‌ویژه، تأمین آب برای کشاورزی و پاسخگویی به نیازهای جمعیت رو به رشد، به یک ضرورت حیاتی تبدیل شد. از این منظر، ساخت و توسعه شبکه‌های قنات به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین سازوکارهای تأمین پایدار آب، گسترش یافته و نقش مهمی در مدیریت منابع آبی ایفا کرد. گفته شده در این دوره، افرادی که به حفر و انتقال آب‌های زیرزمینی اقدام می‌کردند، تا پنج سال از پرداخت مالیات معاف بودند (اشرفیان و صفدری، ۱۳۹۴، ۸۹۴). افزون بر این، توسعه شهرهای بزرگ ایران نظیر ری، توس و نیشابور در دوره هخامنشی به تأمین آب‌های زیرزمینی و بهره‌برداری از قنات‌ها وابسته بوده و حفر قنات‌های متعدد در سرزمین‌های تحت سلطه هخامنشیان، مستند بر این فرض است (مالکی و خورسندی، ۱۳۸۴، ۱۷). هرودت (۴۲۵ ق.م) نیز به شیوه مدیریت منابع آبی در دوره هخامنشیان اشاره دارد و بیان می‌کند که در زمان حکومت پارس‌ها، تمام تنگه‌ها مسدود گردیده و آب با ساخت سدها انبار می‌شد که در مواقع بی‌آبی، پس از دریافت هزینه‌ای به‌عنوان مالیات، در اختیار مردم قرار می‌گرفت (هرودت، ۲۳۱). دیاکونوف نیز اشاره دارد که در قلمرو هخامنشیان، تأکید بر آبیاری مصنوعی بوده و تلاش می‌شد سیستم آبیاری تحت کنترل باشد و در بابل، مؤدیان مالیات، آب را با بهای زیادی به ساکنان اجاره می‌دادند (دیاکونوف، ۱۳۸۰، ۱۲۰). یافته‌های باستان‌شناسی از خرشاء مصر (۱۳۷۲ ه.ش/ ۱۹۹۴ م.) نیز شواهدی از مدیریت منابع آبی از سوی هخامنشیان در این محل دارد. در اسناد به‌دست‌آمده از این مکان، شواهدی از حقوق آب، حقوق مالک و کاربران آب و همچنین تکنیک‌های بهینه‌سازی استفاده از منابع آبی در آبیاری مزارع مشاهده می‌شود (چوؤو، ۲۰۱۱). به گفته «گیرشمن»، در دوره هخامنشی، شبکه گسترده‌ای از قنات‌ها وجود داشته و افراد در طول سال به لایروبی و حفر قنات‌های جدید می‌پرداختند (گیرشمن، ۱۳۴۶، ۶). گزارش‌ها نشان می‌دهد که در این زمان حاکمیت از طرح‌های تشویقی و تخفیف‌های

مالیاتی نیز برای ترغیب افراد به آبادانی و نگهداری قنات‌ها استفاده می‌کرده، به‌گونه‌ای که معافیت‌های مالیاتی ممکن بود تا پنج نسل در میان خانواده‌فرد برقرار باشد (انصاف پور، ۱۳۵۵، ۱۹۰).

با ظهور ساسانیان و تأسیس شهرهای جدید، نگرانی‌ها درخصوص تأمین آب این شهرها دوباره به اولویت اصلی تبدیل شد. در این دوران، اتحاد دین و دولت و رسمیت یافتن دین زرتشتی که به زراعت، اصلاح زمین و آبیاری تأکید می‌کرد، اقدامات مرتبط با آبیاری و کشاورزی را توسعه داد. در دوره ساسانیان، بندها و سدهای متعددی برای آبیاری زمین‌های دو طرف رودخانه و بهره‌برداری از آن‌ها به‌منظور چرخاندن سنگ‌های آسیاب ساخته شد؛ تخمین زده می‌شود تعداد این بندها به حدود نوزده بند برسد و در نقاتی مانند خلیج فارس، قشم و رود کارون به ثبت رسیده است (رضا و همکاران، ۱۳۵۰، ۱۸۶-۲۰۳). به گزارش تاریخ سیستان، نگهداری و حفاظت از این سدها که مستلزم هزینه‌های سالیانه بالایی بود، بر عهده دولت نهاده شد (تاریخ سیستان، ۱۳۱۴، ۳۳). همچنین، احیای قنات‌های آسیب‌دیده نیز از دیگر وظایف حکومتی به‌شمار می‌رفت (اشرفیان و صفدری، ۱۳۹۴، ۸۹۴). افزون بر این، ساسانیان به تدوین کتاب آیین نامک پرداختند که حاوی قوانین و آئین‌های ناظر بر سیستم‌های آبرسانی دوران پیش از اسلام بود (مالکی و خورسندی، ۱۳۸۴، ۱۸). تأسیس دیوان «کاست فزود» نیز به‌عنوان یکی از اقدامات اداری و حقوقی ساسانیان، تحت تأثیر توجه حاکمان این سلسله به تأسیسات آبی و به‌کارگیری روش‌های نوین آبیاری و توزیع آن‌ها شکل گرفت (اسمعیلی و عادل‌فر، ۱۳۸۷، ۱۰، ۱۷). این دیوان مسئولیت‌های متعددی از جمله نظارت بر اجرای مقررات آبیاری، نگهداری تأسیسات، نگارش حقاچه، دریافت آب‌بها و مرمت مجاری آب و سدها را بر عهده داشت و روابط میان مالکان و زارعان را نیز تنظیم می‌کرد (کریستن‌سن، ۱۳۵۱، ۳۳۴). خوارزمی در تعریف این دیوان می‌نویسد: «دیوانی است که در آن مبلغ خراج هر یک از صاحبان و کاستی و فزونی آن و همچنین تغییر اسامی مالکان از اسمی به اسم دیگر ثبت می‌شد» (خوارزمی، ۱۳۴۷، ۶۹). با ثبت





منظم قوانین حقوقی مربوط به قنات‌ها در دیوان کاست فزود، میزان حق‌آبه‌ها و مالکیت‌ها مشخص شد و اگر یکی از مالکان قنات‌ها از پرداخت حق عضویت و اشتراک سالانه خودداری می‌کرد، سهم او به دیگری واگذار می‌شد. همچنین حقوق افرادی که به حفر قنات می‌پرداختند یا قنات‌ها از اراضی آن‌ها می‌گذشت، به روشنی در این قوانین تعیین شده بود (شهرزادی، ۱۳۵۶، ۷۵). ماتیکان هزار دادستان نیز عنوان رساله‌ای در زمینه قوانین مربوط به حقوق و مالکیت آب بود که در این دوره نوشته شد و نشان می‌دهد که در دوران ساسانی مالکیت خصوصی زمین و آب به رسمیت شناخته شده بود (خسروی، ۱۳۵۲).

۲-۴. مدیریت منابع آب در دوره اسلامی

در دوره اسلامی، با وجود توجه دین اسلام به آب و سفارش‌های مرتبط با آن، ناآشنایی اعراب با سیستم‌های آبیاری مانند قنات در سده‌های نخستین، زمینه‌ساز بروز اختلافات متعددی شد (چراغی، ۱۴۰۰، ۱۱۰). به‌منظور حل و فصل نارضایتی‌های مردمی از وضعیت مدیریت منابع آبی، به دستور عبدالله بن طاهر (۱۸۲-۲۳۰ ه.ق) رساله القنی به‌عنوان مرجع حقوقی در مورد قنات‌ها نگارش شد (گوبلو، ۱۳۷۱). افزون بر این، دولت و اهالی ناظرانی برای اداره و مدیریت منابع آبی تعیین کردند که در تاریخ قم (قرن چهارم قمری) به نظارت این افراد بر تقسیم‌بندی آب در مناطق مختلفی مانند قم، مرو، نیشابور و برپایی دیوان آب اشاره شده است (قمی، ۱۳۸۵، ۱۵۸). باسورث از نام این ناظران محلی آب در مرو و نیشابور با عناوینی مانند «قوم» و «حفاظه» یاد می‌کند که وظیفه‌شان تقسیم و توزیع آب، پاک‌نگه‌داشتن مجاری آب‌ها و قنوات بوده است (باسورث، ۱۳۶۲، ۱۵۷). خوارزمی نیز وظیفه مسئولان آب را در ثبت مشخصات مالکان آب و ثبت کلیه نقل و انتقال‌ها، اعم از خرید و فروش، رهن و هبه در دفاتر دیوان آب دانسته تا از بروز اختلاف در این خصوص جلوگیری شود (خوارزمی، ۱۳۴۷). حساسیت رسیدگی و مدیریت منابع آبی موجب شد تا حتی خواجه نظام‌الملک طوسی، وزیر بزرگ عهد سلجوقی (۴۷۱-۳۹۷ ه.ق)، یکی از وظایف مهم پادشاهان در قبال

مردم را رسیدگی به کاریزها و آبادی مزارع بداند و خود نیز مدت‌هایی در این زمینه به مدیریت و داوری پیردازد (نظام‌الملک، ۱۳۴۸، ۱۴؛ و نائینی، ۱۳۸۲، ۷۷). بر پایه تحقیقی که حسن مرادی در نیریز فارس انجام داده است، نشان می‌دهد که در این دوره ماندگاه‌های عشایری بسیاری به دور از قنات‌ها و در کنار چشمه‌ها تأسیس شده‌اند (مرادی، ۱۴۰۳، ۹۴). این روند در دوره ایلخانان مغول نیز ادامه یافت و با تغییر شیوه‌های زمین‌داری و جایگزینی نظام تیول‌داری به جای فئودالی، و عدم احترام به مالکیت خصوصی آب در ایران، تشدید شد. به دنبال این وضعیت، بخش بزرگی از اراضی حاصلخیز کشاورزی ایران در سده‌های میانی تاریخ به حالت بایر و متروکه درآمد (پطروشفسکی، ۱۳۴۴، ۱/۱۹۸-۱۹۹؛ و جم، ۱۳۹۷). با این حال، با گذشت زمان و گسترش تجارت و ارتباطات، نیاز به تأمین آب در شهرها افزایش یافت و قنات‌ها به‌عنوان یک راه‌حل به صرفه در کلان‌شهرهایی همچون تبریز و شیراز به کار گرفته شدند (همان، ۲۰۰-۱۹۷). در زمان تیموریان، نظام آبیاری مجدداً تحت توجه خاصی قرار گرفت و تعدادی از قنات‌ها ترمیم و به خوبی نگهداری شدند.

در قرن‌های پایانی تاریخ ایران (قرن چهاردهم تا نوزدهم)، با افزایش جمعیت و تغییرات زیست‌محیطی، قنات‌ها به‌عنوان یک عنصر اساسی در زندگی اقتصادی و اجتماعی مردم نقش مهمی ایفا کردند. در این دوران، به ویژه در دوره صفوی و همچنین دوران افشاریه و زندیه، تعمیر و نگهداری کاریزها و حتی حفر قنات‌های جدید به‌طور جدی در دستور کار قرار گرفت (مالکی و خورسندی، ۱۳۸۴، ۱۹). در این زمان، قنات‌ها نه تنها برای تأمین آب شرب و مصارف کشاورزی بلکه برای تأمین آب در مراسم‌های عمومی و مذهبی نیز اهمیت بسزایی پیدا کردند. همچنین، در سفرنامه شاردن اشاره شده که دولت صفوی کنترل دقیقی بر جریان آب رودخانه‌ها داشته است (شاردن، ۱۳۳۶، ۴/۳۰۵). گزارش‌های مورخان به رسیدگی بهاء‌الدین محمد بن عزالدین حسین معروف به شیخ بهایی (۹۵۳ق-۱۰۳۱ق) از دانشمندان بنام عهد صفوی به دعاوی آبی و حل اختلافات روستاییان دارد (لمبتون، ۱۳۶۲، ۳۹۴). به‌طور کلی،



مدیریت و تقسیم آب در رودخانه‌های بزرگ تحت نظارت دولت بود و تأیید و امضای پادشاه یا وزیر وقت ضروری به شمار می‌رفت.

۵. روش‌ها و سامانه‌های سنتی مدیریت منابع آب در تمدن‌های اکولوژیک

۵-۱. قنات‌ها: ساختار، جامعه و مدیریت منابع در منظر تاریخی و فنی

۵-۱-۱. قنات‌ها، رویکردی جمعی به پایداری تاریخی

«قنات» به‌عنوان یک شیوه استخراج آب‌های زیرزمینی، فرهنگ استفاده از آب را در تمامی ابعاد محیطی، اجتماعی و اقتصادی دربر می‌گیرد (حائری، ۱۳۸۶، ۲۸). درواقع قنات‌ها به‌عنوان پاسخ‌های انسانی به تغییرات اقلیمی و نیاز به سازگاری با محیط ایجاد شدند. جوامعی که پیش از این در حاشیه رودخانه‌های دائمی فلات ایران ساکن بودند، با وقوع تغییرات اقلیمی ناگزیر به تطبیق خود با شرایط جدید شدند که این تطبیق به تحولات فرهنگی و تمدنی گسترده‌ای منجر گردید. درواقع، راه‌ها و روش‌های سنتی تأمین آب، وابسته به منطقه جغرافیایی بوده به این معنا که هر منطقه خشک یا نیمه خشک، با توجه به وضعیت جغرافیایی، امکانات موجود و دانش بومی - محلی، دسترسی به آب از طریق قنات یا نزولات آسمانی را مهیا کرده است (عسگری و همکاران، ۱۴۰۱، ۲۰). این دگرذیسی بر تمامی ابعاد جوامع، از نهادهای سیاسی گرفته تا خصائل اجتماعی، هنر و علم نیز تأثیر گذاشت (لباف، ۱۳۹۳، ۸۱). شواهد تاریخی نیز نشان می‌دهد که احداث قنات‌ها با بهره‌مندی‌های اجتماع از آن ارتباط تنگاتنگی داشته به گونه‌ای که در آثاری نظیر ماتیکیان هزاردستان (قانون مدنی پارسیان در عهد ساسانی) طول قنات‌ها و قوانین استفاده از آن کاملاً مشخص گردیده و در این خصوص به مواردی از جمله پرداخت غرامت و خسارات به خانه‌های اشخاصی که در پی احداث قنات دچار آسیب دیدگی شده‌اند، اشاره گردیده و بانی قنات را موظف به پرداخت خسارت نموده است (پیگولوسکایا، ۱۳۶۷، ۲۹۲)؛ یا در قانون دیگری از قنات‌ها در یزد و محلات آن اشاره شده که اگر عبور قنات سودی برای مردم محله نداشت اجازه عبور قنات را به صاحبان قنات نمی‌دادند:



«مثلاً پیشکار قنات قطب آباد اردکان روی میدان بزرگ در محله فیروزآباد میبند بود ولی چون عمق آن زیاد بود و سودی برای مردم نداشت از اینجا به بعد دیگر چاه به آن‌ها ندادند و کندن پیشکار متوقف شد ولی به عکس قنات صدرآباد اردکان به علت عمق کم آب اجازه عبور یافت...» (جانب‌الهی، ۱۳۹۸، ۲۱۱).

قنات‌ها همچنین بر الگوهای ساخت و ساز و معماری شهرها و روستاها تأثیر گذار بوده‌اند. پژوهش اشرفی و صفدریان نشان می‌دهد که قنات‌ها و بادگیرها به عنوان دو عنصر کلیدی در شکل‌گیری و توسعه معماری فضای شهری در فلات ایران به شمار می‌آیند و مزایای زیادی در بهبود کیفیت زندگی فراهم کرده‌اند (اشرفیان و صفدری، ۱۳۹۴، ۸۹۷). قنات‌ها بر طرح‌بندی شهری که اغلب منعکس‌کننده شبکه توزیع آب‌های زیربنایی است، تأثیر نهاده، به طوری که در شهرهای دارای قنات، خیابان‌های اصلی معمولاً مسیر قنات‌های اولیه را دنبال می‌کنند، در حالی که کوچه‌ها با کانال‌های فرعی همسو هستند. قرارگیری قنات‌ها که توسط عواملی مانند شیب زمین و عمق سطح آب تعیین می‌شود، توسعه ارگانیک ساختارهای شهر را باعث می‌شود و در نهایت این سیستم مدیریت آب پایدار نه تنها چشم‌انداز فیزیکی را شکل داده بلکه عمیقاً بر فرهنگ و تمدن منطقه تأثیر گذاشته است (صفاری، ۱۴۰۳، ۹۴). لذا، قنات‌ها می‌توانند به عنوان پاسخی جمعی به چالش‌های اقلیمی تلقی شوند که طی زمان به یک تکنولوژی پیشرفته در مدیریت منابع آب تبدیل گردیدند. این سیستم‌های آبی، به دلیل هزینه‌های نگهداری پایین و عمر مفید و طولانی نسبت به دیگر روش‌های تأمین آب، بستر مناسبی برای رشد روحیه مشارکت و همکاری در جوامع فراهم کردند و نقش موثری در برقراری پیوندهای تعاملی میان انسان و محیط زیست ایفا کردند (لباف، ۱۳۹۳، ۸۱). بدین ترتیب، قنات‌ها شرایط مساعدی برای همبستگی اجتماعی و مشارکت در امور مختلف ایجاد کرده و فرهنگ زندگی گروهی و پایداری را در جامعه ترویج دادند.



۵-۲. ساختار و معماری قنات‌ها به‌عنوان چارچوب حفاظت منابع آب

سیستم قنات علاوه بر تأثیر مستقیم بر شکل‌گیری سکونتگاه‌ها و رونق کشاورزی، الهام‌بخش یک سبک خاص از معماری نیز بوده است (یونسکو، ۲۰۱۶). از این رو قنات‌ها را می‌توان به لحاظ ساختار و معماری و انواع آن، به سه دسته تقسیم کرد: الف) قنات‌های ساده که متشکل از تونل‌های زیر زمینی با تعدادی چاه عمیق است؛ ب) قنات‌های دوطبقه‌ای که در این نوع قنات به جای یک تونل سراسری، دو نیم تونل ایجاد شده که یکی از آنها با فاصله‌ای در بالای دیگری قرار گرفته است؛ ج) قنات‌های منشعب از رودخانه که در این نوع از قنات‌ها، آب را از رودخانه می‌گیرند و به زمین‌های زراعی هدایت می‌کنند (سیدسجادی، ۱۳۶۲، ۶۴). هر قنات نیز به لحاظ ساختمان و اجزاء آن به دو بخش اصلی «سطحی» و «زیرسطحی» یا «تره کار» و «خشکه کار» تقسیم می‌شود (لباف، ۱۳۹۳، ۷۸). بخش نخست را که در لایه آبدار حفر شده را «تره کار» گویند که نقش اصلی را در جمع‌آوری و استحصال آب دارد و بخش دوم که بین مظهر و چاه مادر قرار گرفته و آن را «خشکه کار» گویند که شامل کوره‌ها و میله‌ها است و آب جمع‌آوری شده از طریق آن در لایه‌های بدون آب حفر شده به سطح زمین راه پیدا می‌کند (لباف، ۱۳۹۳، ۷۸؛ امیریان، ۱۳۹۷). به عبارتی، ساختار قنات از یک دهانه باز، یک کانال قنات و تعدادی چاه عمودی تشکیل شده که مجرای زیرزمینی یا همان کوره را در فاصله ۲۰ تا ۳۰ متری به سطح متصل می‌کند و اصطلاحاً به آن‌ها «شفت دسترسی» گویند که افزون بر اینکه به عنوان مجرای تخلیه مواد حفاری شده مورد استفاده قرار می‌گیرد در تهویه و بازدیدهای آتی جهت لایروبی قنات نیز سهم بسزایی ایفا می‌کند (اشرفیان و صفدری، ۱۳۹۴، ۸۹۷). اما چنانچه بخواهیم تقسیم‌بندی دقیق‌تری از قنات ارائه دهیم باید معماری آن را به پنج بخش مجزا تقسیم کنیم که عبارت است از: مادرچاه، میله‌ها، مجرا، مظهر قنات و هرهنج.

مادر چاه: این بخش آخرین چاه در دامنه کوهستان است که مجرای زیر زمینی به آن

ختم می‌شود و سرچشمه قنات به شمار می‌رود؛



میله‌ها؛ از بخش‌های اساسی قنات محسوب می‌شوند که وظیفهٔ هوادهی و تخلیه خاک را برعهده دارند؛

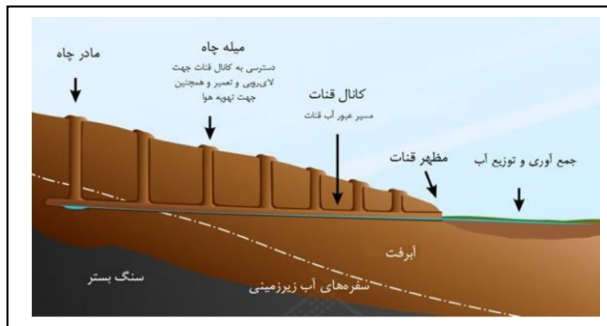
مجرای: از دیگر بخش‌های اصلی قنات مجرای آن است که وظیفهٔ انتقال آب از مادرچاه به مظهر قنات را برعهده دارد؛

مظهر قنات: محل خروج آب است و اغلب در مجاورت روستا یا قصبه قرار می‌گیرد تا آب برای مصرف اهالی در دسترس باشد؛

هرهنج: در مواقعی به دلیل فاصله و یا عمق مظهر قنات، آب قنات در تمام مظهرها قابل استفاده نبوده و به همین علت برای رفع این مشکل از یک نهر یا کانال کوچک رو باز برای انتقال آب از مظهر به محل مورد نظر استفاده می‌شود که به آن «هرهنج» گویند (صفاری، ۱۴۰۳، ۹۵):

بنابراین، قنات‌ها به عنوان شبکه‌ای از چاه‌ها و تونل‌های زیرزمینی، آب را از منابع زیرزمینی به سطح زمین انتقال می‌دهند و امکان بهره‌برداری از این منابع را در مناطق کم‌آب فراهم می‌کنند. در واقع، قنات یک فن‌آوری است که سفره‌های زیرزمینی و مخازن طبیعی را که بر اثر نفوذ آب باران و برف و یا طبقات رس و ماسه‌ای زمین به وجود آمده‌اند را بازیابی کرده و بدون اینکه از انرژی مستقیم استفاده کند با بهره‌گیری از «شیب زمین» به سطح انتقال می‌دهد (صفاری، ۱۴۰۳، ۹۱؛ منصوری، ۱۳۹۹، ۳). شیب زمین در میزان آبدهی قنات مؤثر بوده و طول قنات را نیز مشخص می‌کند. هرچه شیب زمین کمتر، طول قنات بیشتر و هرچه شیب بیشتر باشد، طول قنات کمتر می‌شود (امیریان، ۱۳۹۷). تعیین شیب زمین به قدری در حفر قنات اهمیت داشته که حتی اگر در منطقه‌ای شیب زمین اندک بود از احداث قنات صرف‌نظر می‌شد، چرا که چنین قناتی طولانی و پرهزینه می‌شد (جانب‌الهی، ۱۳۸۳، ۴۱). اما در شرایط اضطراری چنانچه ناخواسته و یا بر اثر اشتباهات محاسباتی مظهر قنات بالاتراز محل مورد نظر ظاهر می‌شد با ساخت آسیا در مسیر قنات این مشکل برطرف می‌شد که گاه برای چنین انتقالی مجبور به ساخت چندین آسیا می‌شدند.





شکل ۱. ساختار قنات‌ها (منبع: اشرفیان و صفدری، ۱۳۹۴)

۵-۳-۱. فن حفاظت و نگهداری پایدار قنات

بخش دیگری از اقدامات فنی در قنات‌ها مربوط به حفظ و نگهداری سازه قنات و نیز جلوگیری از هدر رفت آب است. در بخش نخست که مربوط به حفاظت از سازه قنات بود، اقدامات متعددی از جمله مقاوم‌سازی قنات صورت می‌گرفت. مقاوم‌سازی قنات در مواقعی که جنس خاک شولاتی بوده و امکان فروریزی کانال وجود داشته، یک امر ضروری به حساب می‌آمد. این اقدام را به اصطلاح «پشته کردن» قنات می‌نامیدند که در صورت تعلل و عدم انجام مقاوم‌سازی از حجم آب آن کاسته می‌شد، لذا باید مرتب نسبت به لایروبی آن اقدام لازم به عمل می‌آمد (صفاری، ۱۴۰۳، ۹۳). از دیگر اقدامات حفاظتی در قنات‌ها، می‌توان به پیش‌گیری از سیل زدگی، لایروبی قنات، جلوگیری از هدر رفت قنات و حفاظت از جداره‌های قنات اشاره کرد. در قسمت‌هایی که قنات از خاک لغزنده و نرم برخوردار بود، با استفاده از سنگ‌چین مقاوم‌سازی می‌شد. بخش دیگر حفاظت و نگهداری قنات، فرهنگ استفاده از قنات و جلوگیری از هدر رفت آب بود. در این قسمت عباراتی نظیر «آب‌هرزی»، «مراقبت پی‌اوکن» و «تغییر رژیم‌های آبی» به چشم می‌خورد که ناظران قنات‌ها به صورت روزانه، سالانه و فصلی برای جلوگیری از هدر رفت آب اتخاذ می‌کردند. در همین راستا، کشاورزان با تغییر رژیم آبیاری در زمستان و هدایت آب قنات به باغات، مزارع و آب‌انبارها، از هدررفت آب جلوگیری می‌کردند. در این نوع آبیاری، علاوه بر استفاده بهینه از آب قنات



در زمستان که به «یخ آب» نیز معروف بوده است، آفت‌زدایی مزارع انجام شده و خاک نرم و ترد می‌شد، که زمین‌ها را برای شخم زدن آماده می‌ساخت. همچنین بخشی از آب قنات نیز در زمستان صرف ذخیره‌سازی در آب‌انبارها برای مصارف خانگی و کشاورزی می‌شد. (جانب الهی، ۱۳۸۳، ۱۳۱) افزون بر این، میزان آبدهی قنات‌ها بر اساس تعامل دو جانبه با زمین‌ها تغییر می‌کرد؛ به این معنا که با کاهش آبدهی قنات، زمین‌ها به قطعات کوچکتری تقسیم می‌شدند تا آبیاری راحت‌تر انجام شود. (همان، ۱۳۴) لذا در این بخش، صرفه جویی (تغییر رژیم آبیاری، ذخیره‌سازی برای شرب و فروش آب زمستانی)، تغییر در شیوه کشت، تغییر در نوع کشت، تغییر در شیوه آبیاری و تقسیم آب از مهم‌ترین راهکارها برای حفاظت از قنات‌ها به حساب می‌آید.

۵-۲. آب‌انبارها: تاریخ، معماری و معنای فرهنگی در بستر پایداری اکولوژیک

۵-۲-۱. تحلیل تاریخی - فنی آب‌انبارها در حفاظت از منابع آبی

آب‌انبارها که با اسامی مختلفی نظیر «آب‌گیر»، «یخدان» و به تعبیر علامه دهخدا «آبگیر» و «مصنع» شناخته می‌شوند، از دیگر شیوه‌های مدیریتی منابع آبی در کنار قنات‌ها می‌باشند (دهخدا، ۱۳۷۷؛ و پطروشفسکی، ۱۳۴۴، ۱۹۷-۲۰۰). به این سازه‌های آبی در نواحی جنوبی ایران اصطلاحاً «برکه» یا «برکه» نیز گفته می‌شود (هژبری، ۱۴۰۱، ۱۶۱؛ و افشار، ۱۳۴۵، ۸۷). اما نام اصلی آنها همان «آب‌انبار» است که در منابع قدیمی نیز به همین صورت ذکر شده است (ابن بلخی، ۱۳۸۵، ۱۵۶).

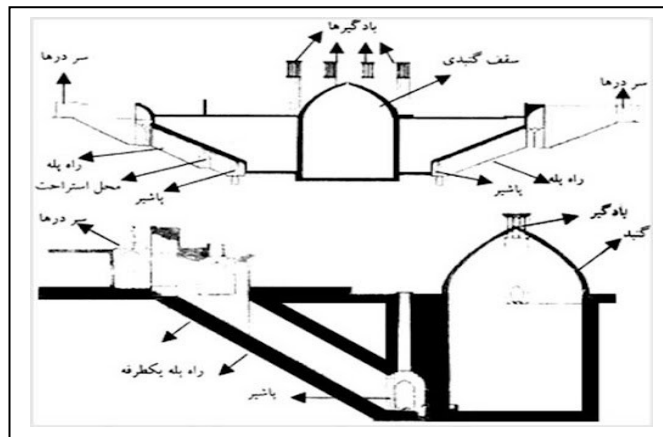
آب‌انبار طرح هوشمندانه مناطق گرم و خشک جهت حفظ و ذخیره‌سازی آب شیرین باران، مقابله با بی‌آبی، شوری و تلخی آب بوده است (هژبری، ۱۴۰۱، ۱۵۹). این سازه‌های آبی با قابلیت ذخیره‌سازی آب، مکان‌هایی بودند که غالباً پایین‌تر از سطح زمین احداث می‌شدند و در گذشته به علت پایین بودن هزینه ساخت و مقاومت بدنه آن در مقابل فشار آب در ایران رایج گردیده و گسترش یافتند (هژبری، ۱۴۰۱، ۱۵۸). در ساخت این سازه‌های آبی نیز عمدتاً از مصالح محلی از قبیل: آجر، سنگ، شفته آهک و ساروج استفاده می‌شده که هریک با ویژگی‌های خاص خود این بناهای آبی را در برابر رطوبت و گذر زمان حفاظت





و نگهداری می‌کردند (یارشاطر، ۱۳۵۶، ۸). افزون بر مصالح، ساخت آب‌انبارها به دلایل متعددی بستگی داشت، از جمله موقعیت مالی افراد سازنده که این امر در استفاده از مصالح و شکل و نماسازی مؤثر بود، وضع منطقه، نوع آب‌انبارها برحسب منطقه کم جمعیت یا پرجمعیت، نزدیکی به جاده، روستا، شهر و موقعیت طبیعی منطقه و نیز قرارگیری در پستی و بلندی (صداقت‌کیش، ۱۳۸۳، ۷۷). از این رو آب‌انبارها به لحاظ اهداف سازندگان آن به دو دسته آب‌انبارهای همگانی (در محلات و شهرها، روستاها، قلعه‌ها، میان راهی، بیابانی) و آب‌انبارهای خصوصی درون خانه‌ها تقسیم می‌شدند (صادقی، ۱۳۷۸، ۱۹۷-۱۹۹). در کل فلات ایران نیز به لحاظ ساختار، غالباً دو دسته آب‌انبار رواج داشته است: دسته نخست، آب‌انبارهای استوانه‌ای شکل بودند که در زمین کنده می‌شدند، این نوع از آب‌انبارها به طور کوچک (با گنجایش ۲۰ تا ۳۰ متر مکعب آب) یا بزرگ (با گنجایش ۸۴ تا ۸۸ متر مکعب آب) ساخته می‌شدند. آب‌انبارهای نوع دوم به صورت تالارهای ستون‌دار و به شکل هشت گوش ساخته می‌شدند (صداقت‌کیش، ۱۳۸۳، ۷۶). در هر آب‌انبار نیز معمولاً سه قسمت اصلی شناخته شده بود: قسمت «توره» یا «خزینه» که به صورت دایره یا چهارگوش ساخته می‌شده و بر فراز آن گنبدی قرار می‌گرفته و برای خنکی و عدم هرزروی آب از کف آن، به جای شفته، از سرب گداخته (پیرینا و افسر، ۱۳۵۰، ۱۲۶) و یا به قولی ساروج استفاده می‌شده است (هژبری، ۱۴۰۱، ۱۶۸). قسمت دوم، بادگیر آب‌انبار بوده که از بالای ساختمان آب‌انبار به خزینه‌گاه تا سطح آب می‌رسید. این بادگیرها وظیفه انتقال باد خنک به سطح آب را داشتند. همچنین در قسمت بالا گنبد قرار گرفته بود که مصالح ساخت آن عمدتاً از سنگ و گچ با اندودی از ساروج و نیز کاهگل بوده است. کاهگل از یک طرف محافظ خوبی برای سنگ گچ به کار رفته در ساخت گنبد بوده و از طرف دیگر تا حدودی مانع نفوذ گرما و سرما به داخل می‌شد (پورجعفر، ۱۳۸۱، ۴۱). قسمت سوم، گورو (پاراچینه، پاشیر = پلکان) بوده که دارای پلکانی با شیب تند بود و معمولاً دو تا سه متر پهنا و ۵۰ سانتیمتر بلندی داشته‌اند. (صداقت‌کیش، ۱۳۸۳، ۷۶)؛ و پورشعبانیان، ۱۳۹۲، ۸۶). در اغلب موارد در پایین دست پله‌ها و در قسمت پاگرد، اتاقک یا

سردابی برای استراحت افراد و یا با کاربری قهوه‌خانه ساخته می‌شد که این اتاق را در جنوب ایران و در شیراز و لار («خون») می‌نامیدند (هژبری، ۱۴۰۱، ۱۶۹). در مدخل آب‌انبار نیز سکوهایی تعبیه می‌شده و با آجر، کاشی و مقرنس تزئین می‌شد و همیشه کتیبه‌ای با نام سازنده آن در بالای مدخل قرار می‌گرفت (پیرنیا و افسر، ۱۳۵۰، ۱۲۶). همچنین در مواقعی هم که شهر دارای اقلیت‌های دینی بوده و یا سازنده قنات فرد یهودی بوده نظیر آب‌انبار میدانگاه آقا در کاشان دو راه پله مجزا یکی برای کلیمیان و دیگری برای مسلمانان در نظر گرفته می‌شد (صادقی، ۱۳۷۸، ۲۰۲). بنابراین، این بناها از بخش‌های مشترکی نظیر منبع ذخیره آب، پوشش منبع، هواکش و بادگیر، راه پله و پاشیر و سردر تزئینی، ساخته می‌شدند و با توجه به جغرافیای قرار گرفتگی و نیز کاربردها و اهداف سازندگان آن در محلات تفاوت‌ها و اشتراکاتی داشتند.



شکل ۲. ساختار آب‌انبار (منبع www.google.com)

۵-۲-۱. جایگاه فرهنگی-اجتماعی آب‌انبارها در پایداری محیطی

آب‌انبارها افزون بر نقش مهمی که در زندگی روزمره مردم داشته‌اند از موقعیت خاصی نیز در فرهنگ و اعتقادات مردم برخوردار بوده‌اند (نیازی، ۱۳۸۶، ۱۹۴). این سازه‌های





آبی در نقطه مرکزی شهر علاوه بر تأمین نیاز آب، نشانه عالی از نیاز به زندگی اجتماعی شهری بوده‌اند (آیت‌الله‌زاده شیرازی، ۱۳۴۹، ۳۱). پیدایش شهرها و محله‌های جدید در کنار آب‌انبارها به سان عناصر مرکزیت دهنده در کنار مساجد و مدارس و بازارها و محلی برای تعاملات اجتماعی، نمود می‌یافت (شهریوری و یوسفی‌فر، ۱۳۹۶، ۴۰). از این رو، استقرار آب‌انبارها در روستاها و شهرها نیز بر اساس یک ضابطه منظم و در پیوند با جامعه شهری و روستایی شکل می‌گرفت که مهم‌ترین ارکان آن، سهولت دسترسی به آب قنات برای تأمین آب آب‌انبار، دسترسی بهتر مردم محله به آب‌انبارها و تعداد آنها در بافت با توجه به نیاز ساکنان، بود (نیازی، ۱۳۸۶، ۱۹۷). این مسئله به قدری مهم است که در برنامه‌ریزی شهری معاصر نیز به صورت جدی دنبال می‌شود و برای پاسخ‌گویی به آن از فناوری‌های نوین بهره گرفته می‌شود؛ به گونه‌ای که با شناسایی نواحی کم‌برخوردار، بهبود نظام تخصیص منابع و ارتقای شفافیت در فرآیند تصمیم‌گیری، زمینه تحقق عدالت اجتماعی در مقیاس شهری فراهم می‌گردد (شرح شریفی و همکاران، ۲۰۲۵).

معماری خاص آب‌انبارها و تزئینات متعدد به کار رفته در آن نیز این بنا را از حالت بی‌روح خارج ساخته و بنایی منحصر به فرد می‌ساخت. هنر تزئین نمای خارجی آب‌انبارها به خصوص سردر و ورودی آنها در برخی از موارد انتخاب اشعار برای کتیبه بالای سردر همگی نشان‌دهنده آن است که این بناها با بسیاری از ویژگی‌ها و روحیات ساکنان پیرامون خود، ارتباط نزدیک و مستحکمی داشته‌اند (همان، نیازی، ۱۳۸۶، ۱۹۴). همین امر موجب گردیده که رفته رفته آبادی‌های بزرگ در مناطق مختلف گرم و خشک ایران به وجود آیند (بابک‌راد، ۱۳۵۰، ۶).

۲-۲-۵. پایداری محیطی و حفاظت از آب‌انبارها: رویکرد فنی-مدیریتی

آب‌انبارها در شکل ابتدایی خود گودال‌هایی بودند که به مرور زمان برای جلوگیری از آلودگی‌ها و تبخیر آب مسقف گردیدند (عسگری، ۱۳۸۸، ۱۹۵). این سازه‌های آبی نه تنها نمایان‌گر توسعه و شهرنشینی بودند، بلکه جنبه‌های مذهبی و زیست‌محیطی از جمله تأمین

بهداشت و طهارت برای مسلمانان و کمک به تداوم سکونت در شرایط خاص جغرافیایی را داشتند (پوریافر، ۱۹۹۵، ۵). از این رو اقدامات بهداشتی بسیاری در آب‌انبارها جهت حفاظت از سلامت آب صورت می‌گرفت تا آب آلوده در داخل چاه باقی نمانده یا وارد چاه نشود. اما اصولاً عمل انبار کردن آب و راکد ماندن آن باعث آلودگی می‌شد برای حل این مشکل و جهت گوارایی آب، بادگیرهایی در سقف آب‌انبار تعبیه می‌شد و برای بهداشت آب در گذشته از موادی چون آهک، نمک، رهاسازی ماهی (رفع باکتری آب)، زغال (خاصیت بوگیری) و خشت (خاصیت رسوب زدایی املاح آب) استفاده می‌کردند (عسگری، ۱۳۸۸، ۱۹۵). به خصوص اینکه اهالی نیز در هدایت آب‌های سالم به آب‌انبار کمک رسانی می‌کردند، به طوری که مردم به محض مشاهده ابر و آغاز بارش باران پشت بام‌ها را جارو کرده و ناودان‌ها را برای این منظور آماده می‌ساختند تا هم تمام آب باران جمع‌آوری شود و هم با حداقل آلودگی ممکن به آب‌انبار انتقال یابد (عسگری، ۱۳۸۸، ۱۹۵).

همچنین در آب‌گیری آب‌انبار نیز نهایت دقت به عمل می‌آمد، برای این منظور و به جهت آب‌گیری انبارها آب را از کوهستان می‌آوردند و توسط حوضچه‌های شنی تصویه می‌کردند و به مخزن هدایت می‌شد، همچنین بسیار دقت می‌شده که مخزن پاک باشد (صادقی، ۱۳۷۸، ۲۰۲). برای پاک کردن خزینه، سعی می‌شده آب به سطح گل آلود برسد، در این حال، استفاده از آب ممنوع می‌شده و ته مانده را از طریق شیر خالی می‌کردند و با رفتن داخل خزینه از طریق سوراخی که بر گنبد قرار داشت لجن آن را بیرون می‌کردند (سیروف، ۱۳۴۹، ۲۲۹). لذا، کمتر اتفاق می‌افتاد که آب این آب‌انبارها ناسالم باشد. همچنین برای خنکی آب و عدم هرز روی آب از کف آن، به جای شفته، آن را با سرب گداخته می‌پوشاندند (صداقت‌کیش، ۱۳۸۳، ۷۶). نوع سقف بنا نیز به گونه‌ای طراحی شده بود تا حداکثر نور خورشید را به صورت مورب دریافت کند و این خود کمکی بود بر خنک ماندن فضای زیر سقف آب‌انبار، در ضمن در مواقعی که هوا آرام بود و باد نمی‌وزید در محیط داخل آب‌انبار و زیر سقف، هوا خنک‌تر از بیرون می‌ماند. هنگامی که باد می‌وزید جریان هوا سبب تبخیر سطحی در محیط زیر گنبد



می‌شد و همین تبخیر مقداری از گرمای سطح آب را می‌گرفت و در نتیجه همیشه آب انبار چند درجه خنک‌تر از هوای اطراف بود (عسگری، ۱۳۸۸، ۱۹۶).

بنابراین، آب‌انبارها با کارکرد مدیریت منابع آبی، امروزه هم در بحران آبی و خشکسالی که مناطق مختلف کشور را تهدید می‌کند، می‌تواند الگویی برای شهرسازی و مدیریت منابع آبی باشد.

۶. نتیجه‌گیری

مدیریت منابع آبی در تمدن‌های ایرانی، به ویژه در بستر تمدن اکولوژیک، ابزاری حیاتی برای تضمین استمرار زندگی و توسعه پایدار بوده است. در تاریخ ایران، جوامع باستانی با درک عمیق از الزامات جغرافیایی و اقلیمی خود، سیستم‌های پیشرفته‌ای مانند قنات‌ها و آب‌انبارها را ایجاد کردند. این سیستم‌ها نه تنها به‌عنوان ابزاری برای تأمین آب در شرایط سخت، بلکه به‌عنوان نمادهایی از فناوری و همکاری اجتماعی در مدیریت منابع طبیعی عمل کردند. قنات‌ها، به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی مدیریت آب در ایران، به طرز هوشمندانه‌ای آب‌های زیرزمینی را از اعماق زمین به سطح منتقل می‌کردند. این روش نه تنها از تبخیر آب جلوگیری می‌کرد، بلکه کیفیت بالای آب را نیز حفظ می‌نمود. در کنار این، کانال‌های آبیاری امکان کشت در مناطق خشک را فراهم می‌کردند و بدین ترتیب، کشاورزی پایدار را در شرایطی که منابع آبی محدود بود، تسهیل می‌نمودند. علاوه بر این، آداب و قوانین اجتماعی نیز تأثیر زیادی بر روش‌های مدیریت آب داشتند. در فرهنگ ایرانیان باستان، احترام به منابع آبی و توزیع عادلانه آب نتیجه همبستگی اجتماعی و همکاری بین اعضای جامعه بود. آموزه‌های فلسفی و دینی مانند زرتشتی، به‌ویژه تأکید بر اهمیت حفاظت از منابع طبیعی، نشان‌دهنده دیدگاه عمیق فرهنگی به موضوع آب و حیات بود. اما در دنیای امروز، وضعیت مدیریت منابع آبی در ایران با چالش‌های جدی مواجه است. تغییرات اقلیمی، رشد جمعیت و ناکارآمدی‌های مدیریتی موجب بروز بحران آب شده است. این چالش‌ها به‌ویژه در مناطق خشک و



نیمه‌خشک کشور به وضوح مشاهده می‌شود و نیاز به رویکردهای جدیدی را برای مدیریت آب به وجود آورده است.

بنابراین، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بازنگری در تجربیات تاریخی مدیریت منابع آبی و توجه به روش‌های سازگار با اصول اکولوژی، می‌تواند راهکارهای مؤثری برای مقابله با بحران آب امروز ایران ارائه دهد. به کارگیری تکنیک‌های سنتی در کنار فناوری‌های نوین می‌تواند به بهبود وضعیت آب و مدیریت منابع آبی کمک کند. در نهایت، این مقاله تأکید می‌کند که برای دستیابی به یک تمدن اکولوژیک پایدار در آینده، توجه به تاریخ و تجربیات جمعی جوامع ایرانی در زمینه مدیریت منابع آبی ضروری است. این تجربیات، گنجینه‌ای از دانش و راهکارهای مؤثر را در اختیار ما قرار می‌دهند که می‌توانند به شکل‌دهی سیاست‌های کارآمد و پایدار در مدیریت آب کمک کنند و در ریع راستای حفظ منابع طبیعی در شرایط کنونی و آینده کشور مفید واقع شوند.



تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی از سوی نویسنده گزارش نشده است.

منابع

- ابن بلخی (۱۳۸۵). فارسنامه (به کوشش گای لسترنج و رینولد ال نیکلسون). تهران: اساطیر.
- احمد صفاری، شیمیا (۱۴۰۳). بررسی معماری قنات و معرفی قنات‌های شهر قزوین. نشریه باستان‌شناسی ایران، ۲۶، ۱۱۴-۸۷.
- احمدوند، عباس؛ و زند، اسکندر (۱۴۰۲). تمدن اکولوژیک. طبیعت ایران، ۸(۳)، ۱۹-۲۳. doi: 10.22092/irn.2023.129541
- اردکانی، محمدرضا (۱۳۹۱). اکولوژی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- اسمعیلی، پوریا؛ و عادل‌فر، باقرعلی (۱۳۸۷). نظام آبیاری ایران در روزگار ساسانیان. پژوهش‌های تاریخی، ۳(۸)، ۲۲-۹.
- افشار، ایرج (۱۳۴۵). بیست شهر و هزار فرسنگ. مجله یغما، ۲۱۴، ۹۴-۸۷.
- امیریان، مصطفی؛ امیریان، عبدالرحیم (۱۳۹۷). مدیریت منابع آب در شبکه‌های ایران باستان. پنجمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تهران، ایران.
- انصاف‌پور، غلامرضا (۱۳۵۵). تاریخ زندگی اقتصادی روستائیان و طبقات اجتماعی ایران. تهران: اندیشه.
- بابکراد، جواد (۱۳۵۰). آثار ساسانی خلیج فارس «جزیره قشم». بررسی‌های تاریخی، ۶(۴)، ۳۰-۱.
- باسورث، کلیفورد ادموند (۱۳۶۲). تاریخ غزنویان (ترجمه: حسن انوشه). تهران: امیرکبیر.
- بهار، محمدتقی (۱۳۱۴). تاریخ سیستان. تهران: چاپ ملک‌الشعرا بهار.
- پطروشفسکی، ایلیا پاولوویچ (۱۳۴۴). کشاورزی و مناسبات ارزی در ایران عهد مغول (ترجمه: کریم کشاورز). تهران: انتشارات مؤسسه مطالعات و تحقیقات اجتماعی.
- پورجعفر، محمدرضا (۱۳۸۱). احیاء سیستم آبرسانی سنتی در مناطق حاشیه خلیج فارس. تحقیقات جغرافیایی. ۶۷، ۴۹-۳۹.
- پورشعبانیان، زهرا (۱۳۹۲). آب‌انبار شیخ علیخان زنگنه اسدآباد. نشریه وقف میراث جاوید، ۸۱، ۹۴-۸۵.
- پیرنیا، محمدکریم؛ و کرامت‌الله افسر (۱۳۵۰). راه و رباط. سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران. تهران، ایران: سازمان ملی حفاظت از آثار باستانی.
- پیگولوسکایا، نینا؛ و دیگران (۱۳۶۷). شهرهای ایران در روزگار پارتیان و ساسانیان (ترجمه: عنایت‌الله رضا). تهران: علمی و فرهنگی.
- جانب‌الهی، محمدمسعود (۱۳۸۳). چهل گفتار در مردم‌شناسی میبد (دفتر اول: فرهنگ و فن آوری قنات، نقش قنات در معماری سنتی). تهران: انتشارات روشنان.



- جانب‌الهی، محمدمسعود (۱۳۹۸). نقش حقوق عرفی در مدیریت سنتی توزیع و تقسیم و پایداری آب قنات. دو فصلنامه دانش‌های بومی ایران، ۶(۱۲)، ۲۰۳-۱۵۱. doi:10.22054/qjik.2021.55557.1229
- جم، افشین (۱۳۹۷). نگاهی به قواعد تقسیم آب از دوره باستان تا ایران معاصر. تهران: صدای میراث.
- چراغی، زهره (۱۴۰۰). مدیریت آب در حوزه‌های رودخانه‌ای و قناتی ایران (دوره باستان تا عصر صفوی). تحقیقات تاریخ اقتصادی ایران، ۱۰(۱)، ۱۲۲-۱۰۳. doi:10.30465/sehs.2021.33568.1647
- حانری، محمدرضا (۱۳۸۶). قنات در ایران. تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- خاتمی، سیده‌سمیه؛ بوزرجمهری، خدیجه؛ زرین، آذر؛ و فال سلیمان، محمود (۱۴۰۱). واکاوی مطالعات مدیریت منابع آب در ایران و جهان. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱۱(۲)، ۲۵۱. doi:10.22067/geoh.2022.73891.1136
- خسروی، خسرو (۱۳۵۲). نظام‌های بهره‌برداری از زمین در ایران باستان تا سلجوقیان. تهران: پیام.
- خوارزمی، ابوعبدالله محمد (۱۳۴۷). مفاتیح العلوم (چاپ اروپا). دهخدا، علی‌اکبر (۱۳۷۷). لغت‌نامه. تهران: دانشگاه تهران.
- دیاکونوف، م.م. (۱۳۸۰). تاریخ ایران باستان (ترجمه: روحی ارباب). تهران: انتشارات علمی و فرهنگی.
- رضا، عنایت‌الله؛ غلامرضا، کوروس؛ شوشتری، محمد علی؛ و انتظامی، علی‌اکبر (۱۳۵۰). آب و فن آبیاری در ایران باستان. تهران: شرکت سهامی چاپ.
- سیدسجادی، منصور (۱۳۶۶). قنات. کاریز: تاریخچه، ساختمان و چگونگی گسترش آن در جهان. تهران: انجمن فرهنگی ایتالیا.
- سیروف، ماکسیم (۱۳۴۹). کاروانسراهای ایران و ساختمان‌های، کاروانسراهای ایران و ساختمان‌های کوچک میان‌راه‌ها. تهران: سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران.
- شاردن، ژان (۱۳۳۶). سیاحت نامه شاردن (ترجمه: محمد عباسی). تهران: امیرکبیر.
- شهرزادی، رستم (۱۳۵۶). قانون مدنی زرتشتیان در زمان ساسانیان: گفتاری درباره کتاب ماتیکان هزار دادستان. تهران: انجمن زرتشتیان.
- شهریوری، نسرین؛ و یوسفی‌فر، شهرام (۱۳۹۶). بررسی کارکردهای پنهان آب‌انبارهای وقفی تهران در دوره قاجار. تحقیقات تاریخ اقتصادی ایران، ۶(۱)، ۵۵-۱۳۹.
- صادقی یونسی، حسن (۱۳۷۸). فنون بهره‌مندی از آب. نخستین همایش فرهنگ و میراث طبیعی (صص ۱۶-۱۴) تبریز: سازمان میراث فرهنگی کشور.
- صداقت‌کیش، جمشید (۱۳۸۳). آب‌انبار، نشریه وقف میراث جاویدان، ۴۵، ۸۱-۷۶.
- عسگری، محمد؛ جوانمیری‌پور، محسن؛ خاکی‌پور، لیلا؛ اعتماد، وحید؛ و عسگری، مریم (۱۴۰۱). بررسی روش‌های مدیریت سنتی تأمین آب در مناطق خشک و نیمه خشک مرکزی ایران؛ مطالعه موردی: شهر رباط کریم. فصلنامه مطالعات محیط زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار، ۶(۱)، ۳۲-۱۹.





عسگری، نصرالله (۱۳۸۸). آب‌انبار سردار بزرگ قزوین و نقش آن در زندگی فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی مردم محله راه ری سابق. نشریه فرهنگ مردم، ۳۱ و ۳۲، ۱۹۳-۲۰۴.

قمی، حسن بن محمد بن حسن (۱۳۸۵). تاریخ قم (ترجمه جلال‌الدین تهرانی). قم: کتابخانه آیت الله مرعشی (ره).

کردوانی، پرویز (۱۳۸۶). منابع و مسائل آب در ایران. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

کریستن سن، آرتور (۱۳۵۱). ایران در زمان ساسانیان (ترجمه: رشید یاسمی). تهران: ابن‌سینا.

گولبو، هانری (۱۳۷۱). قنات فنی برای دست یابی به آب (ترجمه: ابوالحسن سرو مقدم و محمد حسین پاپلی یزدی). مشهد: معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی.

گیرشمن، رومن (۱۳۴۶). ایران از آغاز تا اسلام (ترجمه: محمد معین). تهران: نگاه.

لباف خانیکی، مجید (۱۳۹۳). پیدایش قنات پاسخی به تغییر اقلیم در فلات ایران. فصلنامه اثر، ۳۵ (۶۷)، ۸۴-۷۷.

لمبتون، آن (۱۳۶۲). مالک و زارع در ایران (ترجمه: منوچهر امیری). تهران: علمی و فرهنگی.

مالکی، احمد؛ و خرسندی، احمد (۱۳۸۴). قنات در ایران. تهران: شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.

محمدجانی، اسماعیل؛ و یزدانیان، نازنین (۱۳۹۳). تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت آن. فصلنامه روند، ۲۱ (۶۵ و ۶۶)، ۱۱۷-۱۴۴.

مختارنیا، کاظم؛ حیدری، شاهین؛ طالبیان، محمدحسن (۱۳۹۵). بازشناسی سازمان نیروی انسانی در سیستم مدیریت بومی آب بلده. دوفصلنامه دانش‌های بومی ایران، ۶ (۱۲)، ۳۷۱-۴۰۹. doi: 10.22054/qjik.2017.14159.1032%20

مرادی، حسن (۱۴۰۳). الگوی استقرار دشت نیریز در دوران ساسانی تا قرون متأخر اسلامی (استان فارس). مجله باستان‌شناسی، ۴ (۱)، ۸۵-۱۰۱. doi:10.22034/4.1.5

مصدق، احمد (۱۳۹۰). مصارف آب در ایران و جهان. تهران: انتشارات علم کشاورزی ایران.

منصوری، سیدامیر (۱۳۹۹). قنات، ردّ حیات. منظر، ۱۲ (۵۳)، ۳-۳۰.

ناینی، میرزا علی‌خان (۱۳۸۲). گزارش کویر سفرنامه صفاء السلطنه ناینی. تهران: اطلاعات.

نجف‌لو، پریسا؛ یعقوبی، جعفر؛ و نیکبخت، جعفر (۱۳۹۸). مدیریت بهره‌برداری سنتی از منابع آب در روستاهای ایران. فصلنامه آب و توسعه پایدار، ۶ (۲)، ۲۷-۳۸. doi: 10.22067/jwsd.v6i2.79333.

نظام‌الملک، ابوعلی حسن بن علی (۱۳۴۸). سیاست نامه (به کوشش جعفر شعار). تهران: شرکت سهامی کتاب‌های جیبی.

نیازی، محسن (۱۳۸۶). آب‌انبارهای کاشان. نشریه فرهنگ مردم ایران، ۱۰، ۱۹۱-۲۱۴.

هرودوت (بی‌نا). تواریخ (ترجمه: وحید مازندرانی). تهران: فرهنگستان ادب و هنر ایران.

هژبری. علی (۱۴۰۱). پیشنهادی برای احیای برکه‌ها، سامانه ذخیره آب شیرین در نواحی شمالی خلیج فارس.

فصلنامه مطالعات باستان‌شناسی پارسه، ۶(۱۹)، ۱۵۷-۱۹۳. doi:10.30699/PJAS.6.19.157.193-157

یارشاطر، احسان (۱۳۵۶). دانشنامه ایران و اسلام. تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.

Ashrafi, N., & Safdarian, G. (2015). The impact of qanats as sustainable urban infrastructures on the process of formation of urban structures and architecture. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 5(S1), 892-901.

Chauveau, M. (2001). *Les qanates dans les ostraca de Manawir*. In Séminaire tenu au Collège de France (Persika 2). Paris.

Frazier, A.E., Bryan, B.A., Buyantuev, A., & et al. (2019). Ecological civilization: perspectives from landscape ecology and landscape sustainability science. *Landscape Ecol* 34, 1-8. doi:10.1007/s10980-019-00772-4

Ostrom, V. (2009). A generic approach to the governance of common-pool resources. In F. Berkes (Ed.), *Governing the Commons* (pp. 210-235). MIT Press.

Pouriafar, M. R. (1995). *Urban aesthetics and architecture in the settlements along the Persian Gulf*. *Tehran Times*, 17(205), 4.

Sharajsharifi, M. (2023). Artificial Intelligence in Sustainable Urban Housing and Infrastructure Planning: A Systematic Review of Emerging Approaches and Challenges. *Journal of Cyberspace Studies*, 7(2), 321-343. doi: 10.22059/jcss.2023.102629

Sharajsharifi, M., Sharifi Poor Bgheshmi, M. S., & Aeni, B. (2025). Artificial Intelligence for equitable urban housing: Insights from U.S. sustainable planning experts. *Code, Cognition & Society*, 1(1), 141-163. doi: 10.22034/ccsr.2025.531875.1011

Slovic, S. (2012). Landmarks in Chinese ecocriticism and environmental literature: the emergence of a new ecological civilization; social sciences in China Today, <http://www.csstoday.com/Item/268.aspx>

UNESCO. (2016). *The Persian Qanat*. <https://whc.unesco.org/en/list/1506/>

Zhang, J., Fu, B. (2023). Eco-civilization: A complementary pathway rooted in theory and practice for global sustainable development. *Ambio*, 52, 1882-1894. doi:10.1007/s13280-023-01902-8

