



Qanat: Geocultural Heritage in The Geotourism Industry

Sajad Ferdowsi¹, | Hamideh Saderi Osguie² | Helia Shokripour²

1. Assistant Professor, Department of Tourism Management and Economics, Faculty of Tourism, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. M.A. in Tourism Management, Faculty of Tourism, University of Tehran, Tehran, Iran.

✉Corresponding Author: Sajad.ferdowsi@ut.ac.ir

Received:
29 June 2025

Accepted:
08 August 2025

Published:
22 September 2025

Keywords:

Geology,
Culture,
Tourism,
Development,
Conservation.

Extended abstract

Introduction

Qanats, as one of the most significant achievements of ancient civilizations in natural resource management, hold a unique place in the history of indigenous technologies. These underground water distribution systems, which first emerged on the Iranian plateau around three thousand years ago, were ingeniously designed to transport water from underground aquifers to the surface solely by relying on gravity, without the need for mechanical energy. Beyond their technical and hydrological significance, qanats also possess considerable cultural and social value. This study aims to analyze and explain the role of qanats in the geotourism industry by focusing on them as a hybrid geological-cultural heritage. Introducing qanats within the framework of geotourism can not only contribute to the active preservation of this heritage but also create opportunities for the economic and cultural development of host regions. Accordingly, the present research draws upon scientific sources to examine the potentials, opportunities, and challenges of utilizing qanats in the geotourism industry.

Cite this article: Ferdowsi, S., Saderi Osguie, H. & Shokripour, H. (2025). Qanat: Geocultural Heritage in the Geotourism Industry. *Journal of Aquifer and Qanat*, 6 (1), 51-66. DOI: <http://10.22077/jaaq.2025.9651.1117>



Copyright: © 2025 by the authors. Licensee Journal of Aquifer and Qanat. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

This research is a descriptive review in nature and method, relying on the study of documents and library resources. The purpose of the study is to identify and explain the significance of qanats as a part of geological-cultural heritage and to examine their role in the geotourism industry and sustainable development. The required data were gathered from written and digital sources, including books, scientific articles, expert reports, historical references, documents from international organizations such as UNESCO, and academic databases. The focus has been on reliable and specialized sources in the fields of geology, history, tourism, and sustainable development. The collected information was analyzed descriptively.

Materials and Methods

This research is a descriptive review in nature and method, relying on the study of documents and library resources. The purpose of the study is to identify and explain the significance of qanats as a part of geological-cultural heritage and to examine their role in the geotourism industry and sustainable development. The required data were gathered from written and digital sources, including books, scientific articles, expert reports, historical references, documents from international organizations such as UNESCO, and academic databases. The focus has been on reliable and specialized sources in the fields of geology, history, tourism, and sustainable development. The collected information was analyzed descriptively.

Results and Discussion

Qanat-based geotourism presents an important opportunity to highlight the technical, historical, and cultural values of these systems. Showcasing qanats through scientific visitor trails, educational workshops, and cultural tours can offer a unique attraction for both domestic and international tourists—especially those interested in history, geology, and traditional engineering. However, the sustainable development of qanats within the geotourism context faces structural, environmental, and institutional challenges. One of the major challenges is the declining role of qanats in water supply due to their replacement by modern technologies and mechanical pumping—often without considering sustainability principles. Additionally, the physical degradation of qanats due to urban expansion, land encroachment, and unregulated agricultural development poses serious threats. In many areas, the lack of proper tourism infrastructure, weak participatory planning, and low public awareness of the technical and environmental value of qanats are significant obstacles to sustainable development. In response to these challenges, a combination of technological, social, and institutional solutions could help revive the multifunctional roles of qanats. The use of modern technologies such as Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, and groundwater modeling for monitoring the health of qanats can provide a model for more precise management. Moreover, global experiences have shown that continuous education of residents and strengthening their role in decision-making can significantly enhance participation in the preservation and maintenance of traditional water resources. Ultimately, formulating interdisciplinary policies that foster collaboration between water management, cultural heritage, tourism, and educational institutions can provide a sustainable foundation for preserving qanats—transforming them from historical structures into living models of resource governance during times of crisis.

Conclusion

Qanats should rightfully be recognized as a prominent example of the coexistence of geological and cultural heritage. These ancient systems are not only a result of humanity's deep understanding of geological features and adaptability to environmental conditions, but also bear cultural, social, and technical significance, embodying the history of civilization in arid and semi-arid regions. Within the geotourism industry, qanats offer multifaceted potential for sustainable tourism development. By integrating geological, engineering, cultural, and aesthetic

elements, these structures can serve as educational, experiential, and cultural geosites. Furthermore, qanats can play a pivotal role in sustainable development. Their potential in water resource management, job creation, rural livelihood sustainability, and the transmission of indigenous knowledge provides a valuable foundation for achieving sustainable development goals at local and regional scales.



قنات: میراث زمین‌شناختی - فرهنگی در صنعت ژئوتوریسم

سجاد فردوسی^۱ | حمیده صادری اسگوئی^۲ | هلیا شکری پور^۲

۱. استادیار گروه مدیریت و اقتصاد گردشگری، دانشکده گردشگری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲. کارشناسی ارشد مدیریت جهانگردی، دانشکده گردشگری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

✉ نویسنده مسئول: Sajad.ferdowsi@ut.ac.ir

چکیده

شناسایی قنات‌ها به‌عنوان نمونه‌هایی از میراث زمین‌شناختی - فرهنگی نه تنها اهمیت تاریخی آن‌ها را برجسته می‌کند، بلکه می‌تواند مبنایی برای توسعه دانش ژئوتوریسم فراهم آورد؛ دانشی که به معرفی و بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی با ارزش زمین‌شناختی می‌پردازد. در این راستا، هدف این تحقیق، شناسایی و تبیین جایگاه قنات‌ها به‌عنوان بخشی از میراث زمین‌شناختی - فرهنگی و بررسی نقش آن‌ها در صنعت ژئوتوریسم و توسعه پایدار است. پژوهش حاضر به لحاظ ماهیت و روش از نوع توصیفی - تحلیلی است و با تکیه بر مطالعه اسناد و منابع کتابخانه‌ای انجام شده است. نتایج حاکی از آن است که قنات‌ها به‌عنوان نمادهای بارز هم‌زیستی میراث زمین‌شناختی و فرهنگی، به‌الگویی بی‌بدیل از تعامل هوشمندانه انسان با طبیعت بدل شده‌اند. در چارچوب صنعت ژئوتوریسم، قنات‌ها ظرفیتی چندوجهی برای توسعه گردشگری پایدار دارند. این ساختارها با ترکیب جنبه‌های زمین‌شناسی، مهندسی، فرهنگی و زیباشناسی، قابلیت آن را دارند تا به‌عنوان ژئوسایت‌هایی آموزشی، تجربی و فرهنگی مورد توجه قرار گیرند. افزون بر این، قنات‌ها می‌توانند نقش محوری در توسعه پایدار ایفا کنند. ظرفیت آن‌ها در مدیریت منابع آب، اشتغال‌زایی، پایداری معیشت‌های روستایی، و انتقال دانش بومی، زمینه‌ای ارزشمند برای تحقق اهداف توسعه پایدار در مقیاس محلی و منطقه‌ای فراهم می‌سازد. بنابراین لازم است رویکردهای چندبخشی برای حفاظت از قنات‌ها اتخاذ شود که ترکیبی از قانون‌گذاری، آموزش، پژوهش علمی، مشارکت محلی، و بهره‌گیری از فناوری باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۶/۳۱

کلیدواژه‌ها:

زمین‌شناسی،
فرهنگ،
گردشگری،
توسعه،
حفاظت.

مقدمه

قنات‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دستاوردهای تمدن‌های کهن در حوزه مدیریت منابع طبیعی، جایگاهی منحصر به‌فرد در تاریخ فناوری‌های بومی دارند. این سیستم‌های آبرسانی زیرزمینی، که نخستین نمونه‌های آن در فلات ایران و حدود سه هزار سال پیش شکل گرفتند، به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که بتوانند آب را بدون نیاز به انرژی‌های مکانیکی و تنها با تکیه بر نیروی جاذبه از سفره‌های زیرزمینی به سطح زمین منتقل کنند (Rahnemaei, 2017; Mark et al., 2013). فرایند احداث قنات که شامل حفر چاه‌های عمودی متوالی و اتصال آن‌ها به یک تونل افقی با شیب ملایم است، گویای درک عمیق سازندگان آن از شرایط زمین‌شناسی، هیدروژئولوژی و اقلیمی مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده است (Maghrebi et al., 2022; Behzadi et al., 2019). این سیستم‌ها در مناطقی چون ایران، شبه‌جزیره عربستان، شمال آفریقا و حتی جنوب اسپانیا، نقش مهمی در ایجاد و تداوم زیست‌پذیری مناطق کم‌آب ایفا کرده‌اند و به‌عنوان نمونه‌ای بی‌نظیر از مهندسی سنتی در جهان شناخته می‌شوند (Mansouri et al., 2023; Noori et al., 2013).

فراتر از اهمیت فنی و هیدرولوژیکی، قنات‌ها از ابعاد فرهنگی و اجتماعی نیز واجد ارزش بالایی هستند. نحوه ساخت، نگهداری و مدیریت این سیستم‌ها بر مبنای مشارکت جمعی، تقسیم عادلانه منابع و سنت‌های بومی، گویای نظام‌های پیچیده‌ای از همکاری و حکمرانی در جوامع تاریخی است (Islami et al., 2023). در بسیاری از نقاط ایران، قنات‌ها محور شکل‌گیری سکونت‌گاه‌ها، الگوهای کشاورزی و شبکه‌های اقتصادی بوده‌اند و تأثیر مستقیم بر چشم‌انداز فرهنگی و سبک زندگی جوامع محلی داشته‌اند (Wittenberg & Aksoy, 2024). انتقال دانش مربوط به قنات‌ها از نسلی به نسل دیگر، نشان‌دهنده میراثی زنده از «دانش بومی» است که در دل سنت‌های بوم‌محور آبیاری، کشاورزی، و مدیریت منابع طبیعی نهفته است (Navarro et al., 2020; Loon et al., 2020). افزون بر آن، قنات‌ها از طریق نقش‌شان در توسعه کشاورزی پایدار، پایداری اجتماعی و امنیت غذایی، به شکل‌گیری تمدن‌های بزرگ در نواحی بیابانی کمک کرده‌اند (Rayne & Donoghue, 2018; Boselli et al., 2025).

زمین‌شناسی نیز قنات‌ها نمونه‌ای از همزیستی خردمندانه انسان با محیط زیست و منابع طبیعی‌اند. بهره‌گیری از ساختارهای زمین‌شناسی، لایه‌های آبدار، و شیب طبیعی زمین برای استخراج و انتقال آب، مصداقی از به‌کارگیری دانش زمین‌محور در معماری هیدرولیکی سنتی است (Luijendijk & Bruggeman, 2008). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که این سازه‌ها با کاهش تبخیر، کنترل فرسایش خاک و حفظ رطوبت زمین، نقشی مهم در تثبیت اکوسیستم‌های زراعی و تقویت تنوع زیستی در نواحی خشک دارند (Charbonnier & Hopper, 2018). در این میان، شناسایی قنات‌ها به‌عنوان نمونه‌هایی از میراث زمین‌شناختی نه تنها اهمیت تاریخی آن‌ها را برجسته می‌کند، بلکه می‌تواند مبنایی برای توسعه دانش ژئوتوریسم فراهم آورد؛ دانشی که به معرفی و بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی با ارزش زمین‌شناختی می‌پردازد. در این پژوهش تلاش شده است با تمرکز بر قنات‌ها به‌عنوان یک میراث ترکیبی زمین‌شناختی-فرهنگی، نقش آن‌ها در صنعت ژئوتوریسم تحلیل و تبیین گردد. با توجه به این‌که امروزه ژئوتوریسم به‌عنوان شاخه‌ای نوظهور از گردشگری علمی و پایدار، در پی ایجاد پیوند میان شناخت علمی محیط‌زیست با آموزش عمومی، حفاظت و توسعه اقتصادی جوامع محلی است، قنات‌ها به‌عنوان بستر مناسبی برای تحقق این اهداف شناخته می‌شوند (Nováková, 2024). معرفی قنات‌ها در چارچوب ژئوتوریسم نه تنها می‌تواند به حفاظت فعال این میراث کمک کند، بلکه فرصت‌هایی را برای توسعه اقتصادی-فرهنگی مناطق میزبان فراهم می‌آورد. بر این اساس، پژوهش حاضر با تکیه بر منابع علمی، به بررسی قابلیت‌ها، فرصت‌ها و چالش‌های استفاده از قنات‌ها در صنعت ژئوتوریسم پرداخته است.

مواد و روش

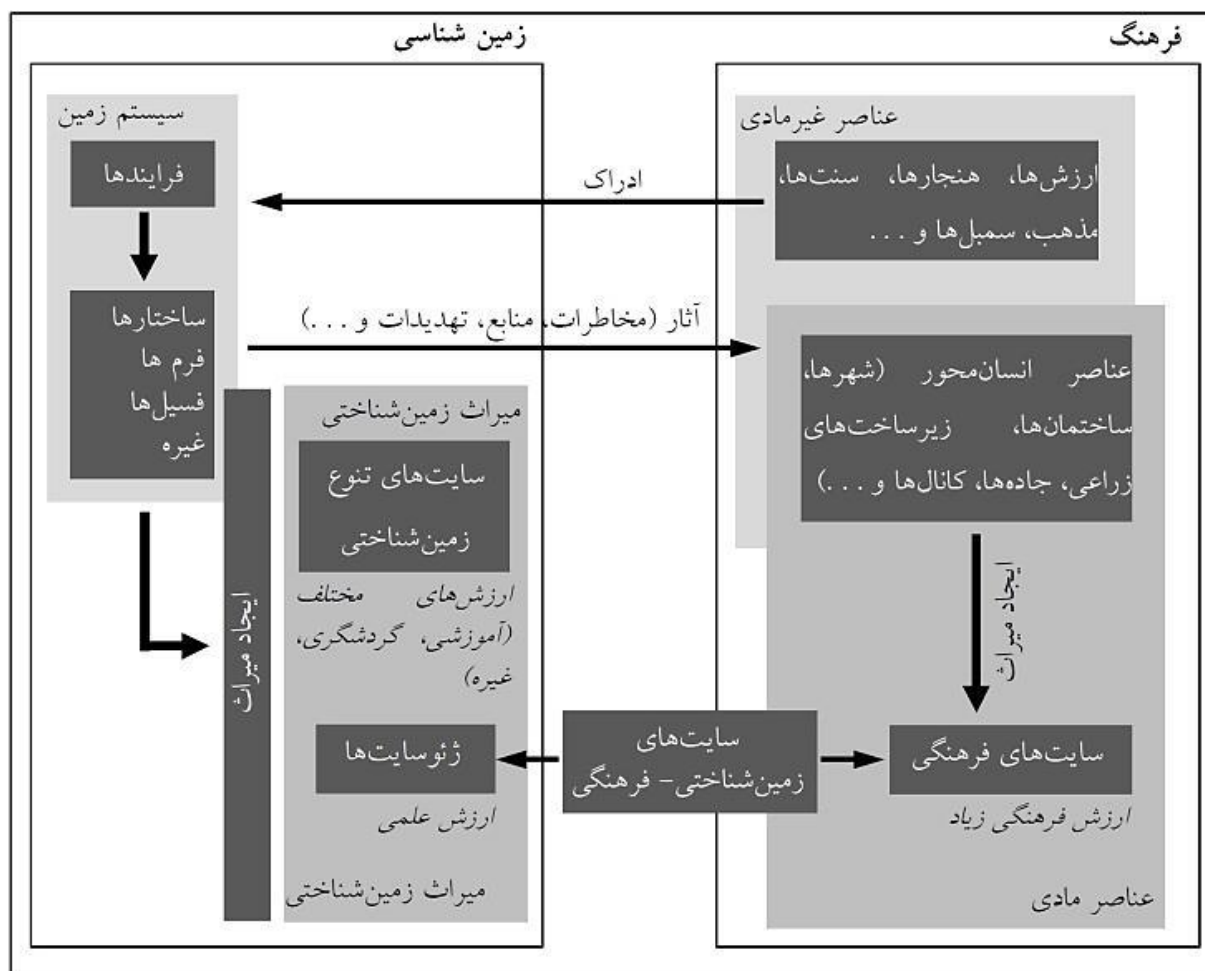
پژوهش حاضر به لحاظ ماهیت و روش از نوع مروری توصیفی است و با تکیه بر مطالعه اسناد و منابع کتابخانه‌ای انجام شده است. هدف این تحقیق، شناسایی و تبیین جایگاه قنات‌ها به‌عنوان بخشی از میراث زمین‌شناختی-فرهنگی و بررسی نقش آن‌ها در صنعت ژئوتوریسم و توسعه پایدار است. داده‌های مورد نیاز این

پژوهش از طریق مطالعه منابع مکتوب و دیجیتال شامل کتاب‌ها، مقالات علمی، گزارش‌های تخصصی، منابع تاریخی، مستندات سازمان‌های بین‌المللی مانند یونسکو، و پایگاه‌های اطلاعاتی علمی گردآوری شده است. تمرکز بر منابع معتبر و تخصصی در حوزه‌های زمین‌شناسی، تاریخ، گردشگری، و توسعه پایدار بوده است. اطلاعات گردآوری‌شده در این پژوهش به صورت توصیفی مورد بررسی قرار گرفتند.

دیدگاه‌ها و مفاهیم نظری

قنات‌ها به عنوان میراث زمین‌شناختی - فرهنگی

قنات‌ها را می‌توان به‌درستی در شمار نمونه‌های برجسته میراث زمین‌شناختی - فرهنگی (Geocultural) دانست؛ میراثی که در آن، تعامل پیچیده و دیرپای انسان با ساختارهای زمین‌شناختی و شرایط محیطی، به شکلی زنده و کارآمد به تصویر کشیده شده است. در ادبیات علمی، میراث زمین‌شناختی - فرهنگی به سایت‌هایی اطلاق می‌شود که در آن‌ها عناصر طبیعی زمین‌شناختی مانند لندفرم‌ها، برون‌زدگی‌های سنگی یا ساختارهای زمین‌ریخت‌شناسی با دارایی‌های فرهنگی، تاریخی یا مذهبی درهم‌تنیده شده‌اند (شکل ۱) (Reynard & Giusti, 2018).



شکل ۱. میراث زمین‌شناختی - فرهنگی حاصل تعامل فرهنگ و زمین‌شناسی (Reynard & Giusti, 2018).

Fig 1. Geocultural heritage resulting from the interaction of culture and geology (Reynard & Giusti, 2018).

ارزش فرهنگی میراث زمین‌شناختی از سه نقطه نظر، قابل بررسی است. اولاً، با توجه به اینکه لندفرم‌ها یا اشکال زمین‌شناسی به عنوان عناصر میراثی، به وضوح نتیجه فرایند ادراکی هستند، لذا میراث زمین‌شناختی همانند دیگر میراث طبیعی، بخشی از میراث فرهنگی یک جامعه، ملت یا انسان‌ها، می‌باشد (Panizza and Piacente, 2003). دوماً ممکن است رابطه قوی بین میراث فرهنگی و عناصر زمین‌شناسی، مانند یادبودهای تاریخی و بقایای باستان‌شناسی، وجود داشته باشد؛ در نهایت، فرایندهای زمین‌شناسی می‌توانند بر میراث فرهنگی تأثیر گذاشته و گاهی موجب تخریب آن نیز شوند. در این میان، تفاوت‌هایی بین حمایت از طبیعت و حمایت از میراث فرهنگی وجود دارد (Lowenthal, 2005). به دنبال تمرکز بر میراث زمین‌شناختی و همچنین روابط بین لندفرم‌ها و ساختارهای زمین‌شناسی و عناصر فرهنگی، زمینه‌های پژوهشی خاصی همچون زمین‌شناسی فرهنگی (Andersen et al., 2015) و ژئومورفولوژی فرهنگی (Panizza and Piacente, 2003, 2009) پدید آمده است. در زمین‌شناسی فرهنگی، چنین بیان می‌شود که فرهنگ یک جامعه، می‌تواند تحت تأثیر زمین‌شناسی قرار بگیرد. برون زدگی‌های سنگی یا دیواره غارها، مؤید هنر سنگی هستند، لندفرم‌ها علامت‌هایی دال بر مهاجرت هستند، منابع معدنی بر سکونتگاه‌های انسانی تأثیر گذاشته‌اند (مانند شهرهای معدنی و چشمه‌های آب گرم)، اما در برخی روایات، افسانه‌هایی درباره اشکال انسان‌گونه لندفرم‌ها خلق شده‌اند. ژئومورفولوژی فرهنگی، به عنوان رشته‌ای قلمداد می‌شود که به بررسی اجزای ژئومورفولوژیکی یک قلمرو می‌پردازد که در آن هم خصوصیات فرهنگی مناظر و هم تعاملات آن با میراث فرهنگی، از نوع باستانی، تاریخی، معماری و غیره، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در این میان، قنات‌ها نه تنها نمایانگر درک عمیق انسان از سیستم‌های زمین‌شناختی مانند سفره‌های آب زیرزمینی و شیب زمین‌اند، بلکه به عنوان نشانه‌ای از هوش فرهنگی و فنی تمدن‌های کهن، از ارزش میراثی دوگانه برخوردارند.

قنات‌ها با قدمتی بیش از سه هزار سال، فناوری‌ای بومی هستند که در پاسخ به چالش‌های اقلیمی مناطق خشک و نیمه‌خشک شکل گرفته‌اند (Mostafaeipour, 2010).

بهره‌گیری از نیروی جاذبه برای انتقال آب از سفره‌های زیرزمینی به سطح زمین، بدون اتکا به منابع انرژی فسیلی، نمایانگر تعادل تحسین‌برانگیزی میان نیازهای انسانی و ظرفیت‌های اکولوژیکی محیط زیست است (Ghaderian, 2022). در نتیجه، قنات‌ها نه فقط به عنوان ساختارهایی مهندسی شده، بلکه به عنوان جلوه‌هایی از فرهنگ بومی، مشارکت اجتماعی و دانش اقلیمی جوامع انسانی به شمار می‌آیند. در چارچوب ژئومورفولوژی فرهنگی، قنات‌ها در دسته سایت‌هایی قرار می‌گیرند که به واسطه تأثیرپذیری از ساختارهای زمین‌ریخت‌شناسی و هم‌زمان تأثیرگذاری بر آن‌ها، توانسته‌اند شرایط زیستی و تمدنی جدیدی را در قلمروهای بیابانی پدید آورند (Panizza & Piacente, 2003). این سامانه‌ها با ایجاد رطوبت در نواحی خشک، موجب رشد پوشش گیاهی، تقویت تنوع زیستی و حتی شکل‌گیری پدیده‌های جدید زمین‌ریخت‌شناسی در محیط‌های اطراف خود شده‌اند (Daneshvar et al., 2023; Zaina et al., 2022). از این رو، می‌توان آن‌ها را عاملی در تحول زمین‌شناسی محلی و منطقه‌ای نیز دانست که بستر توسعه جوامع انسانی و به وجود آمدن سکونتگاه‌ها را فراهم آورده‌اند (Soroush et al., 2020; Çiftçi & Leventeli, 2017).

اما ارزش فرهنگی قنات‌ها تنها در قابلیت مهندسی و اکولوژیکی آن‌ها خلاصه نمی‌شود. در طول قرون متمادی، قنات‌ها به کنون‌هایی برای شکل‌گیری مناسبات اجتماعی، قوانین عرفی در توزیع منابع آبی، گسترش مشاغل تخصصی و انتقال دانش فنی میان نسل‌ها تبدیل شده‌اند (Guliyev et al., 2024; Amiraslani & Dragovich, 2010). این ساختارها در بسیاری از فرهنگ‌ها نماد همزیستی انسان با طبیعت، خرد جمعی و شیوه‌های پایدار معیشتی بوده‌اند که امروزه نیز همچنان به عنوان الگوهای برای مدیریت منابع طبیعی در شرایط ناپایدار اقلیمی تلقی می‌شوند (Chambers & Wisdom, 2009). از سوی دیگر، ثبت جهانی قنات‌ها در فهرست میراث جهانی یونسکو گواهی بر اهمیت جهانی و چندبعدی این سیستم‌های آبی است. در سال ۲۰۱۶، ۱۱ قنات ایرانی با ویژگی‌های فنی، معماری، و زیست‌محیطی منحصربه‌فرد، به عنوان نمونه‌هایی از مهندسی پایدار و تعامل انسانی با محیط‌زیست در فهرست یونسکو به ثبت رسیدند.

هم جنبه‌های زیبایی‌شناسانه و فرهنگی را در خود جای داده‌اند. در این راستا، ژئوتوریسم، به‌عنوان یکی از شاخه‌های نوین و در حال رشد گردشگری، بر شناخت، تفسیر و حفظ میراث زمین‌شناختی تمرکز دارد. برخلاف گردشگری سنتی که اغلب به زیبایی‌شناسی مناظر طبیعی بسنده می‌کند، ژئوتوریسم تلاش دارد تا با ارائه فرصت‌های آموزشی و تجربی، درکی عمیق‌تر از فرایندهای زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و تعاملات انسانی با این فرایندها را فراهم آورد (Hose, 1995; Newsome & Dowling, 2010). این رویکرد نه تنها به حفظ ارزش‌های زمین‌شناختی کمک می‌کند، بلکه موجب ارتقای آگاهی محیط‌زیستی، درک فرهنگی، و توسعه‌ی پایدار نیز می‌شود. ژئوتوریسم با تأکید بر حس مکان و پیوند ژرف میان انسان و محیط طبیعی، به ابزاری مؤثر در ترویج مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی و اجتماعی بدل شده است (Dowling & Newsome, 2018). در این میان، Newsome & Dowling (۲۰۰۶)، ژئوتوریسم را مشتمل بر سه مفهوم می‌دانند: گردشگری، شکل، فرایند. بر این اساس، مفهوم گردشگری، شامل جاذبه‌ها، تاسیسات اقامتی، تورها، فعالیت‌ها، تفسیر، و برنامه‌ریزی و مدیریت معرفی شده است؛ همچنین مؤلفه‌های مفهوم فرایند، شامل فعالیت تکنونیک، فرایندهای آذرین، هوازدگی، فرسایش، و رسوب مطرح شده است؛ در نهایت مفهوم شکل نیز، به مناظر، لندفرم‌ها، رسوبات، سنگ‌ها، و فسیل‌ها اشاره دارد (شکل ۲).

در بطن ژئوتوریسم، مفهوم ژئولندسکیپ یا چشم‌انداز زمین‌شناختی مطرح می‌شود که مجموعه‌ای از لندفرم‌ها، فرایندهای زمین‌شناسی و تعاملات انسانی را دربر می‌گیرد (Reynard, 2005). این چشم‌اندازها با دربر داشتن عناصر فرهنگی - طبیعی، بستری مناسب برای فعالیت‌های ژئوتوریستی فراهم می‌کنند و به عنوان پلی میان دانش علمی و تجربه‌ی زیسته جوامع محلی عمل می‌نمایند. در این میان، قنات‌ها به‌عنوان یکی از کهن‌ترین فناوری‌های مدیریت منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، نمونه‌ای بارز از این پیوند میان طبیعت و فرهنگ محسوب می‌شوند. بررسی پروژه‌های موفق ژئوتوریسم مرتبط با قنات‌ها، ظرفیت بالای این سازه‌ها را در جذب گردشگران و ترویج توسعه پایدار نشان می‌دهد. نمونه برجسته‌ای از

(Moayedfar and Fatemi, 2021). این اقدام نه‌فقط به دیده‌شدن جهانی قنات‌ها کمک کرد، بلکه زمینه‌ساز توسعه گردشگری پایدار، تقویت هویت محلی و افزایش درآمد‌های منطقه‌ای شد (Kolchakovski & Тодорова, 2017). با این حال، این ثبت جهانی الزاماتی چون مدیریت پایدار، نظارت بر مخاطرات طبیعی و انسانی، و به‌روزرسانی ساختارهای حفاظتی را نیز ضروری کرده است (Maghrebi et al., 2022; Tesfamichael, 2023). امروزه با تشدید فشارهای ناشی از تغییرات اقلیمی، توسعه ناپایدار و بهره‌برداری بیش‌ازحد از منابع آب زیرزمینی، بسیاری از قنات‌ها در معرض زوال یا نابودی قرار گرفته‌اند (Branduini et al., 2021; Ghachi et al., 2021). این امر تهدیدی جدی برای تداوم تاریخی، اجتماعی و زیست‌محیطی جوامعی است که قرن‌ها بر پایه این سامانه‌ها استوار بوده‌اند. مطالعات معاصر پیشنهاد می‌کنند که بازنگری در شیوه‌های مدیریت آب، با الهام از اصول قنات‌ها، می‌تواند به بازسازی تعادل انسان-محیط و مقابله با بحران‌های آبی در حوزه آب و اقلیم کمک کند (Salarian et al., 2023; Sultanbekova et al., 2021). در نهایت، قنات‌ها را باید نه‌تنها به عنوان میراثی فنی یا تاریخی، بلکه به‌مثابه نمادی زنده از پیوند انسان با زمین تلقی کرد؛ پیوندی که حاصل تعامل هوشمندانه با ویژگی‌های زمین‌شناختی است و از طریق آداب، رسوم، و ساختارهای اجتماعی غنی شده است. در جهانی که به‌شدت به دنبال راه‌حل‌های پایدار برای چالش‌های زیست‌محیطی و منابع طبیعی است، میراث زمین‌شناختی - فرهنگی قنات‌ها می‌تواند الگویی راهبردی برای توسعه‌ی مبتنی بر احترام به طبیعت و حفظ فرهنگ‌های بومی ارائه دهد.

قنات‌ها و صنعت ژئوتوریسم

قنات‌ها به عنوان نمودی از سازگاری بشر با محیط خشک و کم‌آب و بازتابی از دانش زمین‌شناسی و مهندسی بومی، حامل روایت‌های فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی‌اند که در طول تاریخ در جوامع مختلف شکل گرفته‌اند (Nasiri & Mafakheri, 2015; Maghrebi et al., 2022). از این رو، قنات‌ها می‌توانند به‌عنوان جاذبه‌های ژئوتوریستی منحصربه‌فردی مطرح شوند که هم بعد آموزشی دارند و

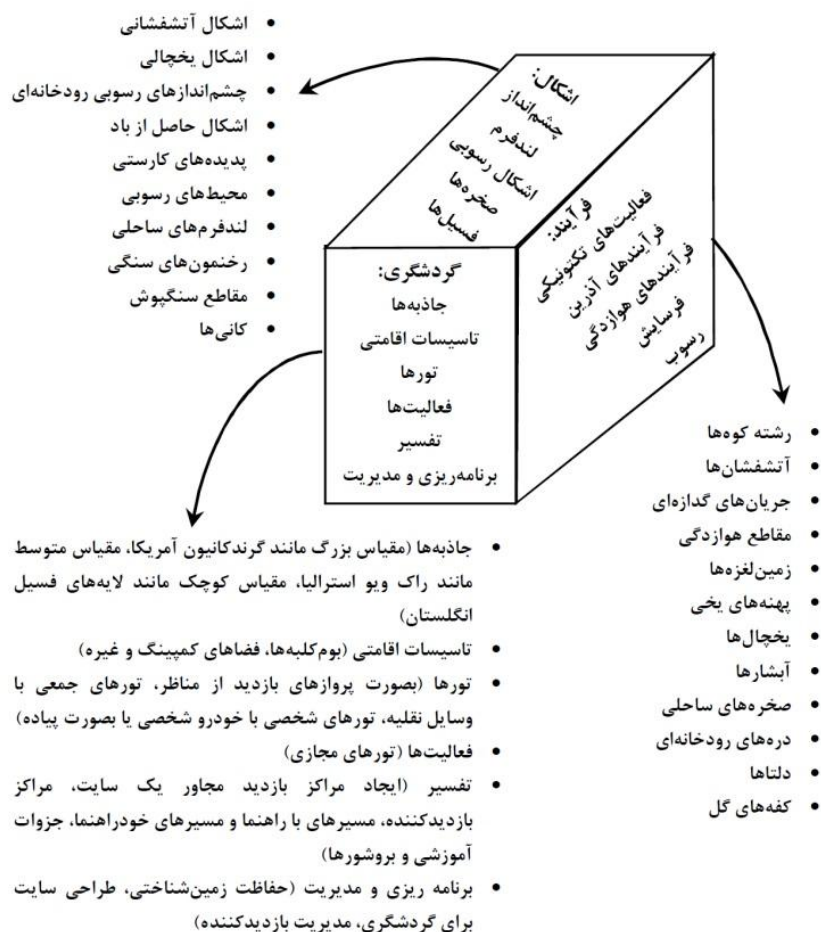
جذاب‌تر ارتباط برقرار کنند (Moayedfar and Fatemi, 2021).

به‌طور کلی، قنات‌ها در صنعت ژئوتوریسم، نمادی از تعامل هوشمندانه بشر با زمین و طبیعت هستند.

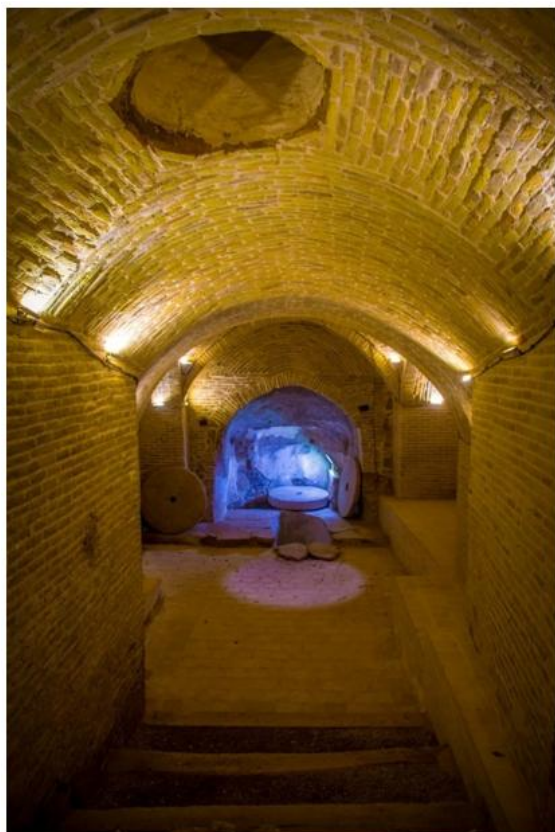
این سیستم‌ها با دارا بودن ویژگی‌های زمین‌شناسی، مهندسی، زیست‌محیطی و فرهنگی، بستری غنی برای روایت‌گری و آموزش فراهم می‌کنند و می‌توانند در توسعه‌ی پایدار گردشگری نقش کلیدی ایفا نمایند. با بهره‌گیری از مدل‌های مشارکتی، فناوری نوین و برنامه‌ریزی دقیق، می‌توان از ظرفیت‌های قنات‌ها در راستای افزایش آگاهی، درآمدزایی و حفاظت از میراث بهره‌برداری کرد؛ مسیری که نه تنها به حفظ منابع طبیعی و فرهنگی کمک می‌کند، بلکه آینده‌ای روشن‌تر برای جوامع محلی و گردشگران در پی خواهد داشت.

این امر را می‌توان در شهر یزد در ایران مشاهده کرد (شکل ۳). یزد، با دارا بودن شبکه‌ای گسترده از قنات‌ها و ثبت جهانی در فهرست میراث جهانی یونسکو، به یکی از مقصدهای ژئوتوریسم در منطقه تبدیل شده است (Moayedfar and Fatemi, 2021). بازدیدکنندگان در این شهر نه تنها از سازه‌های قنات بازدید می‌کنند، بلکه از طریق روایت‌های محلی، نمایشگاه‌های فرهنگی و مراکز بازدیدکننده، درک عمیق‌تری از نقش تاریخی، اجتماعی و زیست‌محیطی قنات‌ها به دست می‌آورند.

استفاده از فناوری‌های نوین مانند واقعیت افزوده و اپلیکیشن‌های تعاملی نیز توانسته‌اند به تجربه‌ی گردشگران در بازدید از قنات‌ها عمق ببخشند. با ارائه نقشه‌های تعاملی، مستندات تاریخی و شبیه‌سازی ساختارهای قنات، گردشگران می‌توانند درک دقیق‌تری از این سازه‌ها پیدا کنند و با میراث فرهنگی به‌گونه‌ای تازه و



شکل ۲. مفهوم‌سازی ماهیت و قلمرو ژئوتوریسم (Newsome & Dowling, 2006)
Fig 2. Conceptualizing the nature and scope of geotourism (Newsome & Dowling, 2006)



شکل ۳. قنات زارچ، یزد، ایران (www.tourism.yazdcity.ir).
Fig 3. Zarch Qanat, Yazd, Iran (www.tourism.yazdcity.ir)

آب، قابلیت آن را دارند که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در رشد اقتصادی، اشتغال‌زایی و آموزش محیط‌زیست نقش‌آفرینی کنند (Nasiri & Mafakheri, 2015). با این حال، در سال‌های اخیر، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، خشکسالی‌های مکرر و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آبی، موجب آسیب‌پذیری بیشتر این سامانه‌ها شده است. در زمینه توسعه پایدار گردشگری، قنات‌ها با قابلیت‌های فرهنگی و زیست‌محیطی خود، بستری برای توسعه ژئوتوریسم، اکوتوریسم و گردشگری آموزشی فراهم می‌آورند. اما افزایش فشار توریستی بدون برنامه‌ریزی می‌تواند خود به عاملی در تخریب فیزیکی یا فرهنگی این سیستم‌ها تبدیل شود. امروزه گردشگرانی که به دنبال تجربه‌های اصیل، فرهنگی و پایدار هستند، از بازدید از قنات‌ها استقبال می‌کنند؛ زیرا این ساختارهای تاریخی نه تنها شهادی بر مهارت مهندسی و زیست‌سازگاری نسل‌های پیشین هستند، بلکه می‌توانند روایت‌گر روش‌های سنتی استفاده بهینه از منابع طبیعی باشند

قنات‌ها و توسعه پایدار

قنات‌ها به‌عنوان سیستم‌های آبیاری باستانی، نقشی چندوجهی در توسعه پایدار ایفا می‌کنند و می‌توانند الگویی ارزشمند برای ترکیب مؤثر میان حفظ محیط‌زیست، پایداری فرهنگی و توسعه اقتصادی در چارچوب گردشگری پایدار باشند. با این حال، بهره‌برداری از ظرفیت‌های قنات بدون توجه به تهدیدها و محدودیت‌های موجود، نمی‌تواند به توسعه‌ای متوازن بینجامد. تغییرات اقلیمی، کاهش بارندگی، فشار جمعیتی و مهاجرت از روستاها از جمله عواملی هستند که پایداری عملکرد قنات‌ها و قابلیت استفاده آن‌ها در مسیر توسعه پایدار را با چالش مواجه کرده‌اند. در این شرایط، ضرورت دارد نقش قنات‌ها نه فقط به‌عنوان فرصت، بلکه به‌مثابه نظام‌هایی آسیب‌پذیر در برابر فشارهای انسانی و محیط‌زیستی تحلیل شود. قنات‌ها نه تنها میراثی تاریخی از تمدن‌های کهن در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌آیند، بلکه به‌عنوان ابزاری برای مدیریت پایدار منابع

توزیع محصولات کشاورزی نیز تقویت می‌شود (Hu et al., 2012)، اما کاهش بهره‌وری زمین‌های کشاورزی ناشی از تغییرات اقلیمی و کمبود آب، بهره‌مندی از این مزایا را محدود کرده است.

از بُعد آموزشی، قنات‌ها ابزاری قدرتمند برای ترویج آموزش محیط‌زیست و فرهنگ پایداری به شمار می‌روند. این سامانه‌ها با ارائه نمونه‌ای عینی از هماهنگی میان انسان و طبیعت، می‌توانند در برنامه‌های آموزشی مدارس و دانشگاه‌ها گنجانده شوند تا دانش‌آموزان و دانشجویان با شیوه‌های بومی و کم‌مصرف استخراج آب آشنا شوند (Mark et al., 2017). تورهای آموزشی و کارگاه‌های بازدید از قنات‌ها نه تنها موجب ارتقاء آگاهی محیط‌زیستی می‌شوند، بلکه زمینه‌ساز فهم عمیق‌تر از فرهنگ‌های بومی، حکمرانی مشارکتی منابع و اهمیت میراث فرهنگی در توسعه پایدار هستند (Meseguer et al., 2023; Saghafian, 2004). اما برای اثربخشی چنین برنامه‌هایی، باید موانعی چون کمبود منابع مالی، نبود زیرساخت‌های مناسب و فقدان برنامه‌ریزی آموزشی هدفمند نیز مورد توجه قرار گیرد. قنات‌ها همچنین می‌توانند در توسعه سیاست‌های مدیریت منابع طبیعی نقش‌آفرینی کنند. به عنوان نظامی مشارکتی برای بهره‌برداری از آب، قنات‌ها نشان می‌دهند که چگونه مالکیت جمعی و تصمیم‌گیری مشارکتی می‌تواند منجر به استفاده پایدار از منابع محدود شود.

این الگوهای تاریخی از حکمرانی منابع می‌توانند الهام‌بخش مدل‌های نوین مدیریت منابع آبی در شرایط بحرانی امروز باشند (Branduini et al., 2021; Çiftçi & Leventeli, 2017). با این وجود، نادیده گرفتن این ظرفیت‌ها در سیاست‌گذاری‌های کلان، و تقابل آن‌ها با رویکردهای مهندسی مدرن، می‌تواند اثربخشی آن‌ها را کاهش دهد.

در نهایت، حفظ و احیای قنات‌ها نه تنها به حفاظت از تاریخ و میراث فرهنگی می‌انجامد، بلکه پاسخی به چالش‌های محیط‌زیستی و اجتماعی معاصر نیز هست. با سرمایه‌گذاری در آموزش، زیرساخت گردشگری پایدار و مشارکت جوامع محلی، قنات‌ها می‌توانند نقش حیاتی در تحقق اهداف توسعه پایدار ایفا کنند. این امر نیازمند سیاست‌گذاری جامع، حمایت نهادهای دولتی و بین‌المللی،

(Sutresna et al., 2019; Nguyen et al., 2020). این گردشگری فرهنگی-آموزشی می‌تواند موجب افزایش آگاهی بازدیدکنندگان نسبت به ضرورت حفاظت از منابع آب و شیوه‌های سنتی سازگار با محیط‌زیست شود (Manian et al., 2022; Bhuiyan & Darda, 2021). با این حال، تحقق چنین اهدافی نیازمند چارچوب‌های حفاظتی، آموزش مستمر و کنترل آثار منفی زیست‌محیطی گردشگری است.

از منظر اقتصادی، قنات‌ها می‌توانند فرصت‌های جدیدی برای درآمدزایی و اشتغال در جوامع محلی ایجاد کنند. با این حال، فرسودگی سازه‌ها، مهاجرت نیروی کار، و کاهش درآمدهای کشاورزی ناشی از تغییرات اقلیمی، بهره‌برداری پایدار از این منابع را تهدید می‌کند. از آن‌جا که بسیاری از مناطق برخوردار از قنات با کاهش منابع درآمد سنتی و مهاجرت جمعیت مواجه‌اند، توسعه گردشگری مبتنی بر قنات‌ها می‌تواند این روند را معکوس کند. از طریق طرح‌های گردشگری جامعه‌محور، ساکنان محلی می‌توانند در فرآیند گردشگری مشارکت فعال داشته و از منافع اقتصادی آن برخوردار شوند، در حالی که به حفظ و معرفی میراث فرهنگی خود نیز کمک می‌کنند (Trišić et al., 2021; Daneshvar et al., 2023). نقش قنات‌ها در تقویت معیشت روستایی، به ویژه از طریق کشاورزی پایدار، ساخت و نگهداری سامانه‌های قنات و مشاغل وابسته در بخش گردشگری، بارز است (Zaina et al., 2012; Hu et al., 2022). ولی استمرار این نقش مستلزم مقابله با چالش‌هایی نظیر کم‌آبی، نبود نیروی کار متخصص، و عدم صرفه اقتصادی در برخی مناطق است. قنات‌ها همچنین به‌طور مستقیم بر اشتغال‌زایی تأثیرگذار هستند. فعالیت‌های مرتبط با ساخت، مرمت و نگهداری قنات‌ها نیازمند نیروی کار ماهر است و می‌تواند اشتغال محلی را در زمینه‌هایی چون مهندسی سنتی، راهنمایی گردشگران، تولید صنایع‌دستی مرتبط با میراث فرهنگی و خدمات گردشگری ارتقاء دهد (Maghrebi et al., 2022). با این حال، کاهش تمایل نسل‌های جوان به فعالیت در این حوزه‌ها و عدم حمایت‌های نهادی، روند انتقال دانش سنتی را با خطر مواجه ساخته است. علاوه بر این، از آن‌جا که قنات‌ها منبعی پایدار برای کشاورزی فراهم می‌آورند، اشتغال در حوزه‌های کشاورزی، فرآوری مواد غذایی و

محل بازدید از سازه‌های آبی و بازارچه‌های صنایع دستی مرتبط با آن‌ها حاصل می‌شود (Mousazadeh et al., 2023). در این مناطق، مشارکت فعال جوامع محلی در برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های گردشگری منجر به بهبود کیفیت زندگی، حفظ سنت‌ها و افزایش حس تعلق فرهنگی شده است (Putra et al., 2022). ژئوتوریسم قنات‌محور همچنین فرصت‌های آموزش محیط‌زیستی و ارتقاء آگاهی عمومی نسبت به پایداری منابع را فراهم می‌کند، به‌ویژه اگر مدل‌های گردشگری مسئولانه با تمرکز بر کاهش پسماند، مدیریت منابع و تفسیر زیست‌محیطی طراحی شوند.

با این حال، توسعه پایدار قنات‌ها در بستر ژئوتوریسم با چالش‌های ساختاری، محیط‌زیستی و نهادی روبه‌روست. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، کاهش نقش قنات‌ها در تأمین آب به دلیل جایگزینی آن‌ها با فناوری‌های مدرن و پمپاژ مکانیزه است، که اغلب بدون در نظر گرفتن معیارهای پایداری صورت می‌گیرد (Boselli et al., 2025). این روند باعث تضعیف نقش اقتصادی قنات‌ها و بی‌ارزش شدن تدریجی دانش بومی مرتبط با آن‌ها شده است (Nasiri & Mafakheri, 2015). همچنین، تخریب فیزیکی قنات‌ها به دلیل گسترش شهرها، زمین‌خواری و توسعه بی‌ضابطه کشاورزی از دیگر تهدیدهای اصلی است. طبق مطالعه‌ای میدانی، حدود ۴۳٪ از تخریب چاه‌های قنات مستقیماً ناشی از این فعالیت‌ها است (Maghrebi et al., 2022). علاوه بر این، تغییرات اقلیمی، کاهش بارندگی، و افت سطح آب‌های زیرزمینی نیز منجر به خشک‌شدن بسیاری از قنات‌های قدیمی شده است (Daneshvar et al., 2023; Naydenov, 2022). در بسیاری از مناطق، نبود زیرساخت مناسب گردشگری، ضعف برنامه‌ریزی مشارکتی، و عدم آگاهی عمومی نسبت به ارزش‌های فنی و زیست‌محیطی قنات‌ها، مانعی جدی در مسیر توسعه پایدار محسوب می‌شود.

در پاسخ به این چالش‌ها، مجموعه‌ای از راهکارهای فناورانه، اجتماعی و نهادی می‌تواند زمینه‌ساز احیای کارکرد چندبعدی قنات‌ها شود. استفاده از فناوری‌های نوین نظیر سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سنجش از دور و مدلسازی منابع زیرزمینی برای پایش سلامت قنات‌ها، به‌ویژه در کشورهای دارای تجربه مشابه مانند

و درک عمومی نسبت به اهمیت این میراث زنده است (Moghadam et al., 2020; Kouider et al., 2024). بنابراین، قنات‌ها را می‌توان به‌عنوان نمادی زنده از توسعه پایدار در نظر گرفت که پیوندی عمیق میان محیط‌زیست، فرهنگ و اقتصاد برقرار می‌سازد. با این حال، بهره‌گیری مؤثر از این نماد، تنها زمانی ممکن خواهد بود که تهدیدهای ساختاری و محیطی آن نیز در کانون توجه قرار گیرد و اقدامات اصلاحی در کنار سیاست‌های توسعه‌ای به‌کار گرفته شود.

یافته‌ها و بحث

قنات‌ها به‌عنوان یکی از پیچیده‌ترین نظام‌های آبرسانی سنتی، دارای ظرفیت‌های گسترده‌ای برای تحقق توسعه پایدار، به‌ویژه در بستر ژئوتوریسم هستند. این سامانه‌ها، که قدمت آن‌ها در ایران به حدود ۳۰۰۰ سال پیش بازمی‌گردد (Megdiche-Kharat et al., 2018)، نه تنها معرف دانش بومی و فن‌آوری پیشرفته‌ی سازگار با اقلیم خشک‌اند، بلکه نمونه‌ای از تعامل پایدار انسان با طبیعت محسوب می‌شوند (Rémini & Achour, 2013). در حال حاضر، بیش از ۳۷۰۰۰ قنات فعال در ایران شناسایی شده که حدود ۱۱ درصد از کل منابع تأمین آب کشور را به خود اختصاص داده‌اند (Megdiche-Kharat et al., 2018). طول کلی این سامانه‌ها بالغ بر ۳۲ هزار کیلومتر است (Hu et al., 2012; Zaina et al., 2022) و برخی از آن‌ها تا عمق ۵۰۰ متر و دی‌هایی معادل ۱۰۰۰ لیتر بر ثانیه را پوشش می‌دهند (Feo et al., 2013)، که این حجم از انتقال طبیعی آب بدون مصرف انرژی، نمونه‌ای کم‌نظیر از مهندسی پایدار محسوب می‌شود.

ژئوتوریسم مبتنی بر قنات‌ها، فرصت مهمی برای معرفی ارزش‌های فنی، تاریخی، و فرهنگی این سامانه‌ها است. بازنمایی قنات‌ها در قالب مسیرهای بازدید علمی، کارگاه‌های آموزشی و تورهای فرهنگی، می‌تواند جذابیتی منحصر به فرد برای گردشگران داخلی و بین‌المللی به‌ویژه علاقه‌مندان به تاریخ، زمین‌شناسی، و مهندسی سنتی ایجاد کند (Nasiri & Mafakheri, 2015; Moayedfar & Fatemi, 2021). در برخی مناطق، نظیر یزد و گناباد که ثبت جهانی یونسکو شده‌اند، قنات‌ها سالانه پذیرای هزاران گردشگر هستند و بخش قابل توجهی از درآمد محلی از

نمونه‌های موفق ملی و فراملی در بهره‌برداری ژئوتوریستی از قنات‌ها، مانند یزد در ایران یا پروژه‌های اردن و شمال آفریقا، نشان می‌دهند که قنات‌ها می‌توانند پیوندی سازنده میان دانش بومی، مشارکت محلی، فناوری نوین و تفسیر علمی ایجاد کنند؛ پیوندی که به ارتقای آگاهی، خلق ارزش اقتصادی و حفاظت از میراث منجر می‌شود.

افزون بر این، قنات‌ها می‌توانند نقش محوری در توسعه پایدار ایفا کنند. ظرفیت آن‌ها در مدیریت منابع آب، اشتغال‌زایی، پایداری معیشت‌های روستایی، و انتقال دانش بومی، زمینه‌ای ارزشمند برای تحقق اهداف توسعه پایدار در مقیاس محلی و منطقه‌ای فراهم می‌سازد. حضور قنات‌ها در فهرست میراث جهانی یونسکو نه تنها نشانه‌ای از اهمیت جهانی آن‌هاست، بلکه بیانگر مسئولیت‌پذیری بیشتر در قبال حفاظت و بهره‌برداری آگاهانه از آن‌ها نیز هست. با توجه به چالش‌های معاصر همچون تغییرات اقلیمی، کاهش منابع آب و فراموشی دانش بومی، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی، تمرکز بیشتری بر جنبه‌های زیر صورت گیرد:

مطالعه تطبیقی قنات‌ها با دیگر فناوری‌های بومی مدیریت آب در مناطق خشک؛

ارزیابی ظرفیت‌های آموزشی- تجربی قنات‌ها در قالب ژئوتوریسم مشارکتی؛

تحلیل اقتصادی مشارکت جوامع محلی در پروژه‌های ژئوتوریستی مرتبط با قنات‌ها؛

استفاده از فناوری‌های نوین مانند واقعیت افزوده برای ارتقاء تجربه گردشگری قنات‌محور؛

توسعه چارچوب‌های سیاست‌گذاری برای حفاظت از قنات‌ها در قالب برنامه‌های بین‌رشته‌ای توسعه پایدار.

هم‌زمان، برای تحقق عملی این چشم‌انداز، پیشنهادات کاربردی زیر در راستای توجه بیشتر به نقش و اهمیت قنات‌ها و حفاظت از آن‌ها مدنظر است:

ایجاد ژئوسایت‌های رسمی قنات‌محور در چارچوب ژئوپارک‌های ملی و جهانی؛

راه‌اندازی مراکز تفسیر در نزدیکی قنات‌های مهم برای آموزش، روایت علمی و جذب گردشگر؛

تدوین بسته‌های آموزشی برای سطوح مختلف تحصیلی با تمرکز بر قنات به عنوان پدیده‌ای زمین‌شناختی- فرهنگی؛

مراکش و تونس، موفق بوده و می‌تواند الگویی برای مدیریت دقیق تر قنات‌ها در ایران نیز باشد (Qodri et al., 2024; Luo et al., 2014). تلفیق این فناوری‌ها با دانش بومی، باعث افزایش کارایی و مقبولیت سیاست‌های حفاظتی در سطح محلی می‌شود (Taghavijeloudar et al., 2013; Radaei et al., 2023). همچنین، تجربه‌های جهانی نشان داده‌اند که آموزش مستمر ساکنان محلی و تقویت نقش آن‌ها در تصمیم‌گیری، می‌تواند نرخ مشارکت در حفاظت و نگهداری از منابع آبی سنتی را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد (Boselli et al., 2025). ثبت جهانی قنات‌ها در فهرست یونسکو نه تنها به شناخت جهانی و جذب گردشگر کمک کرده، بلکه امکان دسترسی به حمایت‌های بین‌المللی و سرمایه‌گذاری در حوزه مرمت و آموزش را نیز فراهم کرده است (Mousazadeh et al., 2023). در نهایت، تدوین سیاست‌های میان‌رشته‌ای که تعامل بین نهادهای آب، میراث فرهنگی، گردشگری و آموزش را تسهیل کند، می‌تواند بستری پایدار برای حفظ قنات‌ها فراهم آورد و آن‌ها را از یک سازه تاریخی به یک الگوی زنده برای حکمرانی منابع در دوران بحران تبدیل نماید.

نتیجه‌گیری

قنات‌ها را باید به‌درستی یکی از نمادهای بارز هم‌زیستی میراث زمین‌شناختی و فرهنگی دانست. این سامانه‌های باستانی، نه تنها حاصل شناخت عمیق انسان از ویژگی‌های زمین‌شناسی و توان سازگاری با شرایط محیطی‌اند، بلکه به‌عنوان سازه‌هایی با بار فرهنگی، اجتماعی و فنی، تاریخ تمدن در مناطق خشک و نیمه‌خشک را در خود جای داده‌اند. قنات‌ها با بهره‌گیری از اصول زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی، به الگویی بی‌بدیل از تعامل هوشمندانه انسان با طبیعت بدل شده‌اند؛ تعاملی که از دل آن، هم بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی و هم شکل‌گیری ساختارهای اجتماعی و فرهنگی غنی پدید آمده است. در چارچوب صنعت ژئوتوریسم، قنات‌ها ظرفیتی چندوجهی برای توسعه گردشگری پایدار دارند. این ساختارها با ترکیب جنبه‌های زمین‌شناسی، مهندسی، فرهنگی و زیباشناختی، قابلیت آن را دارند تا به‌عنوان ژئوسایت‌هایی آموزشی، تجربی و فرهنگی مورد توجه قرار گیرند.

Daneshvar, M., Ebrahimi, M., & Ahmadi, F. (2023). Efficiency assessment of the environmental variables in the qanat systems based on major hydrological basins in Iran. *Applied Water Science*, 13(4). <https://doi.org/10.1007/s13201-023-01905-6>

Dowling, R., & Newsome, D. (2018). Geoheritage and geotourism. In *Geoheritage* (pp. 305-321). Elsevier.

Dowling, R.K., Newsome, D. (Eds.), (2006). *Geotourism*. Elsevier/Heinemann Publishers, Oxford.

Feo, G., Angelakis, A., Antoniou, G., El-Gohary, F., Haut, B., Passchier, C., ... & Zheng, X. (2013). Historical and technical notes on aqueducts from prehistoric to medieval times. *Water*, 5(4), 1996-2025. <https://doi.org/10.3390/w5041996>

Ghachi, N., Rémini, B., & Hamoudi, S. (2021). When the modifications made to the foggara disturb the environment. *Geoscience Engineering*, 67(2), 52-63. <https://doi.org/10.35180/gse-2021-0052>

Ghaderian, M. (2022). Collaboration between nature and humans in the desert. *Blue Papers*, 1(1), 139-149. <https://doi.org/10.58981/bluepapers.2022.1.14>

Guliyev, A., Babayeva, T., İslamzade, R., İslamzade, T., Yelmarlı, T., Nesirov, E., ... & Ашырова, H. (2024). Sustainable agriculture through qanat systems in Karabakh: water and soil characteristics in the context of climate change. *Eurasian Journal of Soil Science (Ejss)*, 13(4), 303-311. <https://doi.org/10.18393/ejss.1509552>

Hose, T.A. (1995). Selling the story of Britain's stone. *Environ. Interpret*, 10 (2), 16_17.

Hu, W., Zhang, J., & Liu, Y. (2012). The Qanats of Xinjiang: historical development, characteristics, and modern implications for environmental protection. *Journal of Arid Land*, 4(2), 211-220. <https://doi.org/10.3724/sp.j.1227.2012.00211>

Kolchakovski, D. and Тодорова, A. (2017). Is the natural monument "Markovi Kuli" on the UNESCO list of Yes or no. *International Scientific Conference GEOBALCANICA*, 49-54. <https://doi.org/10.18509/gbp.2017.07>

Loon, A., Lester-Moseley, I., Rohse, M., Jones, P., & Day, R. (2020). Creative practice as a tool to build resilience to natural hazards in the global south. *Geoscience Communication*, 3(2), 453-474. <https://doi.org/10.5194/gc-3-453-2020>

Lowenthal, D. (2005). Natural and cultural heritage. *Int. J. Heritage Stud*, 11 (1), 81_92.

Luijendijk, E. and Bruggeman, A. (2008). Groundwater resources in the Jabal al Hass region, northwest Syria: an assessment of past use and future potential. *Hydrogeology Journal*, 16(3), 511-530. <https://doi.org/10.1007/s10040-008-0282-5>

Maghrebi, M., Noori, R., Sadegh, M., Sarvarzadeh, F., Akbarzadeh, A., Karandish, F., ... & Taherpour, H. (2022). Anthropogenic decline of ancient,

توانمندسازی جوامع محلی در زمینه گردشگری، صنایع دستی و روایتگری قنات‌ها؛ طراحی پروژه‌های پایلوت برای آزمون مدل‌های گردشگری پایدار مبتنی بر قنات؛ تقویت همکاری نهادی میان سازمان‌های میراث فرهنگی و گردشگری، منابع آب، و زمین‌شناسی برای حفاظت چندبعدی و یکپارچه از قنات‌ها.

منابع

Amiraslani, F. and Dragovich, D. (2010). Cross-sectoral and participatory approaches to combating desertification: the Iranian experience. *Natural Resources Forum*, 34(2), 140-154. <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2010.01299.x>

Andersen, C.L., Luhr, S.C., Loveland, A.M. (2015). *The Origin of Landscape: Wyoming's Cultural Geology Guide*. Wyoming State Geological Survey, Laramie.

Behzadi, S., Mousavi, Z., & Norouzi, E. (2019). Mapping historical water-supply qanat based on fuzzy method. An application to the Isfahan Qanat (Isfahan, Iran). *Numerical Methods in Civil Engineering*, 3(4), 24-32. <https://doi.org/10.29252/nmce.3.4.24>

Boselli, V., Borroni, M., Kassout, J., Houssni, M., Kettouch, A., & Cristoforetti, S. (2025). Qanats: ancient innovations nurturing sustainable futures in water management. *Blue Papers*, 4(1). <https://doi.org/10.58981/bluepapers.2025.1.05>

Branduini, P., Zaina, F., Zavvari, F., & Nabati Mazloumi, Y. (2021). Qanats as an Endangered Traditional Hydraulic Heritage. An Integrated Methodology for Documenting, Restoring, and Reusing an Ancient Iranian Qanat. In *Proceedings of the joint international event 9th ARQUEOLÓGICA 2.0 & 3rd GEORES*, Valencia (Spain). 26-28 April 2021 (pp. 142-158). Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/arqueologica9.2021.12102>

Chambers, J. and Wisdom, M. (2009). Priority research and management issues for the imperiled Great Basin of the western United States. *Restoration Ecology*, 17(5), 707-714. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100x.2009.00588.x>

Charbonnier, J. and Hopper, K. (2018). The qanāt: a multidisciplinary and diachronic approach to the study of groundwater catchment systems in archaeology. *Water History*, 10(1), 3-11. <https://doi.org/10.1007/s12685-018-0214-9>

Çiftçi, I. and Leventeli, Y. (2017). Example of qanats for the sustainability of groundwater usage, Antalya, Turkey. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, 95, 022027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/95/2/022027>

- Rayne, L. and Donoghue, D. (2018). A remote sensing approach for mapping the development of ancient water management in the Near East. *Remote Sensing*, 10(12), 2042. <https://doi.org/10.3390/rs10122042>
- Rémini, B. and Achour, B. (2013). The qanat of the greatest western erg. *American Water Works Association*, 105(5), 104-107. <https://doi.org/10.5942/jawwa.2013.105.0074>
- Reynard, E. (2005). Geomorphosites et paysages. *Geomorphol. Relief Proc. Environ.* 11 (3), 181_188 (in French).
- Reynard, E., Giusti, C., (2018). The landscape and the cultural value of geoheritage. In: Reynard, E., Brilha, J. (Eds.), *Geoheritage: Assessment, Protection, and Management*. Elsevier, Amsterdam, pp. 147_166.
- Salarian, M., Mackialeagha, M., & Behbahaninia, A. (2023). Determination and classification of qanat water quality based on groundwater quality indices in the east of Tehran, Iran. *Journal of Advances in Environmental Health Research*, 11(2), 125-133. <https://doi.org/10.34172/jaehr.2023.16>
- Soroush, M., Mehrtash, A., Khazraee, E., & Ur, J. (2020). Deep learning in archaeological remote sensing: automated qanat detection in the Kurdistan region of Iraq. *Remote Sensing*, 12(3), 500. <https://doi.org/10.3390/rs12030500>
- Sultanbekova, A., Mitusov, A., Azami, A., & Sagintayev, J. (2021). Karizes and current prospects for their use in Kazakhstan. *Central Asian Journal of Water Research*, 181-198. <https://doi.org/10.29258/cajwr/2021-r1.v7-2/181-198.eng>
- Tesfamichael, T. (2023). Reconciling development infrastructure and heritage protection, through heritage impact assessments: a case study of the UNESCO World Heritage Site of the Omo Valley of Ethiopia. *Journal of Heritage Management*, 8(1), 64-78. <https://doi.org/10.1177/24559296221150750>
- Wittenberg, H. and Aksoy, H. (2024). From cut-in to qanats - ancient groundwater extraction techniques. *Turkish Journal of Civil Engineering*, 35(2), 65-85. <https://doi.org/10.18400/tjce.1247836>
- Zaina, F., Branduini, P., & Zavvari, F. (2022). Applying ICOMOS-IFLA principles for the conservation, management, and reuse of a historical hydraulic system: the no-ras qanat in north-western Iran. *Heritage*, 5(4), 3165-3187. <https://doi.org/10.3390/heritage5040163>
- sustainable water systems: qanats. *Ground Water*, 61(1), 139-146. <https://doi.org/10.1111/gwat.13248>
- Mansouri, B., Pourkhabbaz, A., Ebrahimpour, M., Babaei, H., & Hamidian, A. (2013). Bioaccumulation and elimination rate of cobalt in *Capoeta fusca* under controlled conditions. *Chemical Speciation and Bioavailability*, 25(1), 52-56. <https://doi.org/10.3184/095422913x13581898658634>
- Mark, M., Lightfoot, D., & Fattahi, M. (2017). The sustainability of ancient water control techniques in Iran: an overview. *Water History*, 10(1), 13-30. <https://doi.org/10.1007/s12685-017-0200-7>
- Megdiche-Kharrrat, F., Ragala, R., & Moussa, M. (2018). Promoting a sustainable traditional technique of aquifer water acquisition common to arid lands: a case study of Ghassem Abad Qanat in Yazd province (Iran). *Water Science & Technology Water Supply*, 19(2), 527-535. <https://doi.org/10.2166/ws.2018.098>
- Moayedfar, S. & Fatemi, M. (2021). Sustainable tourism development in historic cities of arid regions with the revival of qanat (Yazd City). *Geojournal of Tourism and Geosites*, 35(2), 428-436. <https://doi.org/10.30892/gtg.35222-669>
- Mostafaiepour, A. (2010). Historical background, productivity, and technical issues of qanats. *Water History*, 2(1), 61-80. <https://doi.org/10.1007/s12685-010-0018-z>
- Nasiri, F. and Mafakheri, M. (2015). Qanat water supply systems: a revisit of sustainability perspectives. *Environmental Systems Research*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40068-015-0039-9>
- Navarro, B., Fernández, M., Ramón, A., & Rosillo, S. (2020). The hydraulic heritage of the gallery system of zucaña (Almansa-Se España) and its geological and hydrogeological conditions. *Boletín Geológico Y Minero*, 131(1), 7-24. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.131.1.001>
- Newsome, D., Dowling, R.K. (Eds.), (2010). *Geotourism: The Tourism of Geology and Landscape*. Goodfellow Publishers, Oxford.
- Noori, R., Maghrebi, M., Jessen, S., Bateni, S., Heggy, E., Javadi, S., ... & AghaKouchak, A. (2023). Decline in Iran's groundwater recharge. *Nature Communications*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42411-2>
- Nováková, L. (2024). Unesco water structures: heritage, innovation and sustainable use. *Culture Society Economy Politics*, 4(2), 27-45. <https://doi.org/10.2478/csep-2024-0009>
- Panizza, M., Piacente, S., (2003). *Geomorfologia culturale*. Pitagora, Bologna (in Italian).
- Rahnemaei, M. (2013). Achieving groundwater sustainability in Iran through qanat rejuvenation. *Hydrology Current Research*, 04(02). <https://doi.org/10.4172/2157-7587.1000150>

