

Article Type: Technical paper

نوع مقاله: فنی و ترویجی

The Kahrom Qanat, A Valve with Indigenous Technology and Its Role in The Stable Architecture from The Safavid Period in Isfahan

A. Alian¹, M. Taheri Dehkordi^{2*}

1- Ph.D. in Archaeology and Head of the Archaeology Department of Cultural Heritage in Isfahan, Iran. 2- Ph.D. Graduate in Archaeology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

*(Corresponding Author Email: M.taheri92@basu.ac.ir)

Received: 02-08-2024

Revised: 13-11-2024

Accepted: 11-12-2024

Available Online: 19-02-2025

قنات کهروم، دریچه‌ای به فن‌آوری بومی و نقش آن در معماری پایدار از دوره صفویه در اصفهان

علمدار علیان^۱، معصومه طاهری دهکردی^{۲*}

۱- دکتری باستان‌شناسی و مسئول بخش باستان‌شناسی میراث فرهنگی اصفهان، ایران.
۲- دانش آموخته دکتری باستان‌شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

*(رایانامه نویسنده مسئول، E-Mail: M.taheri92@basu.ac.ir)

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۱

Abstract

The formation of human communities in the central plateau of Iran due to the ruling system based on the characteristics of geography and arid and semi-arid climate is highly dependent on surface and groundwater resources. The Qanat is a sustainable system for supplying drinking water and irrigation according to the geographical conditions of each region; it is engineered to access groundwater resources in harmony with the environment and climate of a region. The Kahrom Qanat is one of the survivors of this ruling system in the Central Plateau from the Safavid period, which is an example of the development of sustainable architecture, native technology in the Central Plateau, and the focus of water management on sustainable, safe, and cost-effective management methods. This Qanat, in terms of its architectural type, is a continuation of Iran's Dastkand architecture and is made of marble. The research method is descriptive-analytical and collects field and library information. The findings of the research show that the geographical and topographic features of the region are the main factors in choosing the type of architecture of this Qanat. The purpose of this research is to analyze the physical structure and introduce the type of architectural index of the Kahrom Qanat and the optimal use of the potential of this Qanat in directing groundwater, which shows the presentation of an important architectural strategy in economic well-being in order to improve the quality of life. The results indicate that the Kahrom Qanat, in terms of architecture and functionality, is compatible with the indigenous technology and geographical conditions of the region, topography, land slope, and geological characteristics. **Keywords:** Qanat, Lenjan, Groundwater, Climate, Dastkand, Water Management.

چکیده

شکل‌گیری اجتماعات انسانی فلات مرکزی ایران به واسطه نظام حاکم بر اساس ویژگی‌های جغرافیا و اقلیم خشک و نیمه‌خشک، وابستگی بسیاری به منابع آب سطحی و زیرزمینی دارد. قنات به عنوان یک نظام پایدار در شیوه تأمین آب شرب و آبیاری متناسب با شرایط جغرافیایی هر منطقه است؛ که از لحاظ مهندسی جهت دسترسی به منابع آب زیرزمینی بر اساس سازگاری با محیط زیست و اقلیم یک منطقه ایجاد شده است. قنات کهروم یکی از بازماندگان این نظام حاکم در فلات مرکزی از دوره صفویه است، که نمونه توسعه معماری پایدار، فن‌آوری بومی در فلات مرکزی و تمرکز مدیریت آب بر روی شیوه‌های مدیریتی پایدار، ایمن و مقرون‌به‌صرفه است. این قنات به لحاظ نوع معماری، استمرار از معماری دستکند ایران و در سنگ حفر شده است. روش این پژوهش توصیفی-تحلیلی است و جمع‌آوری اطلاعات میدانی و کتابخانه‌ای است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، ویژگی‌های جغرافیایی و توپوگرافی منطقه، عامل اصلی در انتخاب نوع معماری این قنات دستکند است. هدف از این پژوهش، تحلیل ساختار کالبدی و معرفی نوع شاخص معماری دستکند قنات کهروم است؛ همچنین استفاده بهینه از پتانسیل این قنات در هدایت آب‌های زیرزمینی، که نشان از ارائه یک راهبرد مهم معماری در بهره‌مندی اقتصادی جهت ارتقای کیفیت زندگی است. این معماری حاصل برهم کنش‌های، تأثیرات متقابل انسان و محیط پیرامون و اوج هنر معماری در بستر زمین است. نتیجه نشان می‌دهد که قنات کهروم از لحاظ معماری و کاربرد، متناسب با فن‌آوری بومی و جغرافیایی منطقه، توپوگرافی، شیب زمین و ویژگی‌های زمین‌شناسی است. **واژه‌های کلیدی:** قنات، لنجان، آب‌های زیرزمینی، اقلیم، دستکند، مدیریت آب.

میله چاه‌ها و مظهر خروجی است که همچنان نیز فعال است. خروجی‌های منتهی شده از قنات کهروم در گذشته تا حدود ۱۵۰ لیتر در ثانیه بود و امکان آبیاری ۱۵۰ هکتار (۳۷۰ هکتار) زمین کشاورزی را فراهم می‌نمود. اما اکنون دیگر خبری از این حجم آب‌دهی نیست! آب‌دهی قنات در حال حاضر چیزی حدود ۲۵ لیتر در ثانیه است؛ حفر بی‌رویه چاه‌های مختلف در حریم قنات باعث شده که قنات کهروم دیگر مانند گذشته پرآب نباشد، اما هنوز هم جهت مصارف کشاورزی و آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این قنات در حال حاضر منبع آبیاری باغ شخصی و استخر پرورش ماهی است.

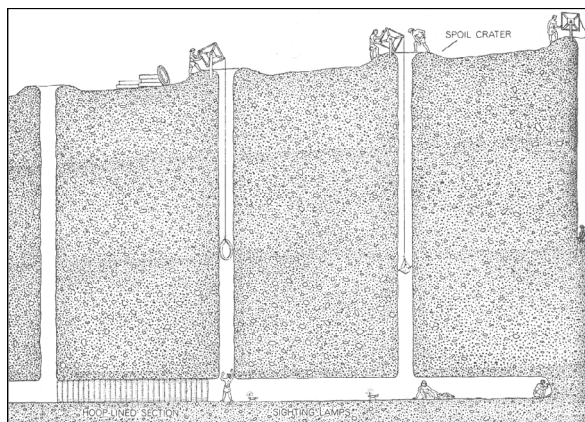
• قنات

کمی بارش و نوسانات شدید و عدم اطمینان جهت دریافت حداقل بارش، سبب شد که از گذشته‌های دور به منابع آب‌های زیرزمینی توجه خاص شود و روش‌های متنوعی برای استحصال آب ایجاد گردد. مردم ایران نیز با آگاهی از این مسئله، دست به ابتکاری جالب زده‌اند، که آن را قنات یا کاریز نام نهاده‌اند، چرا که انتقال و مدیریت آب به کمک تونل‌ها از حوضه آبریز آب‌های زیرزمینی انجام می‌شود نه از چشمه‌های سطحی و حفر کانال‌های انتقال آب. احداث قنات یکی از روش‌ها برای بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی جهت رونق بخشیدن به سکونتگاه‌ها و فعالیت‌های کشاورزی جوامع بوده است (نوری و همکاران، ۱۳۹۵). قنات، مطمئن‌ترین و پایدارترین سازه برای تأمین آب در مناطق روستایی به ویژه در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک و عامل نیرومندی برای دستیابی به توسعه پایدار در روستاهاست (حسینی و جهان‌دیده، ۱۳۹۵). قنات برای آبرسانی به مناطق کم آب جهت تأمین آب شرب انسان، دام، زراعت، با کار گروهی، مدیریت و برنامه‌ریزی به وجود آمده است (عشقی‌زاده و نورا، ۱۳۸۹). فناوری قنات از طریق ایجاد شیوه اشتراک و مدیریت منابع آب، پاسخی طبیعی به شرایط خشک محیط‌های جغرافیایی است. این فناوری همان نیروی محرکه گسترش جهت افزایش سکونتگاه‌های انسانی در طول زمان، در کنار یک منبع قابل اعتماد آب است (حسینی و جهان‌دیده، ۱۳۹۵). قنات به عنوان شریان حیاتی شهری معرفی می‌گردد که بهره‌گیری از آن در ایجاد زیرساخت‌های شهری قادر بوده تا توسعه افقی شهرسازی و معماری را در فلات مرکزی ایجاد و تحت تأثیر قرار دهد. چنین نقشی ساخت برخی ابنیه عام‌المنفعه که در ارتباط با قنات شکل یافته‌اند، نظیر آب انبار، پایاب، حمام، سقاخانه را پررنگ‌تر نموده است (کلانتری، ۱۳۹۶). قنات را می‌توان مولفه‌ای برآمده از بر هم کنش اقلیم، جغرافیا و نیازهای جوامع بشری برای استقرار و سکونت دائم دانست، که بر خلاف چشمه‌ها و آبراه‌ها در تمام طول سال دارای آبی گوارا و سالم هست (میرجانی و همکاران، ۱۳۹۷). قنات‌ها مجموعه‌ای از چند میله و یک کوره است که با

در دره سند در موهنجو-دارو و هاراپا در حدود ۲۶۰۰-۱۹۰۰ قبل از میلاد، سیستم پیچیده برای تأمین آب و فاضلاب ایجاد کردند که تأمین آب به کمک ۷۰۰ چاه هدایت می‌شد و نه تنها نیازهای داخلی را تأمین می‌کرد، بلکه سیستمی از حمام‌های خصوصی و یک حمام بزرگ برای استفاده عمومی را نیز پوشش می‌داد (Jenson, ۱۹۸۹). در بین‌النهرین در شهر سومری نیپور، نیز طی کاوش‌های باستان‌شناسی، لوله‌های سفالی و همچنین اتصالات جهت انتقال آب کشف شد (Adams, ۱۹۸۱)؛ و این فناوری در ایران به قنات معروف شد (Voudouris و همکاران، ۲۰۱۳). قنات یکی از مهم‌ترین اختراعات در بحث استفاده از تکنیک‌های مهندسی تأمین آب در مناطق با شرایط آب و هوای خشک و کم‌آب است. قنات کارکردهای متفاوتی در ابعاد اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی و زیست‌محیطی دارد، به گونه‌ای که می‌توان آن را عاملی نیرومند در تحول اقتصاد، فرهنگ، تاریخ و جلوگیری از تخریب سفره‌های آب زیرزمینی در نواحی خشک و نیمه‌خشک دانست. بنابراین آب به عنوان مهم‌ترین ماده حیات و یکی از زیربناهای توسعه پایدار مطرح می‌شود (اشرفی خیرآبادی، ۱۴۰۲) و قرار گرفتن در یک کمربند خشک از نظر بارش‌های جوی سبب شده که ایران با پدیده کم‌آبی به عنوان یک پدیده اقلیمی رو به رو باشد؛ و کم‌بودن شاخص ذخیره آب‌های سطحی، وقوع خشکسالی را بیشتر مهیا کرده است.

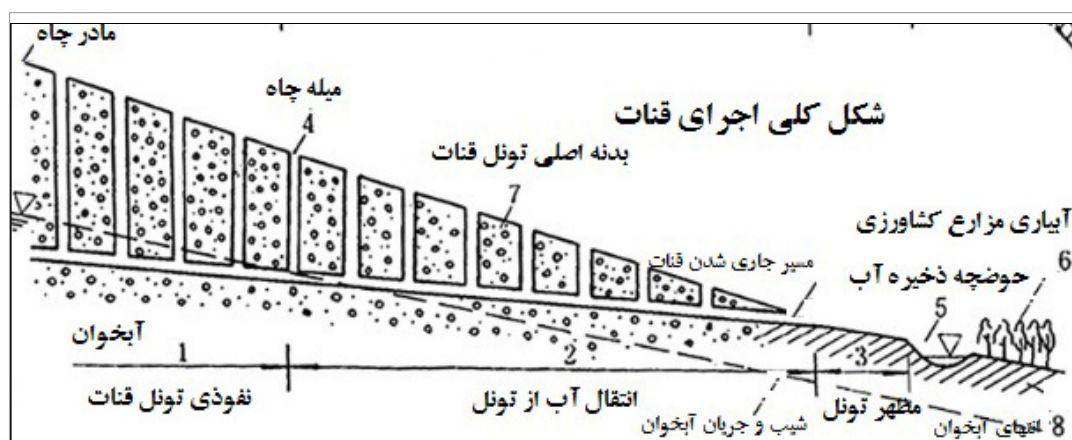
قنات یک رویکرد قدیمی و سنتی بهره‌برداری از منابع آب در شرایط کم‌آبی است (Abbasnejad و همکاران، ۲۰۱۶). خشکسالی از جمله اصلی‌ترین و قدیمی‌ترین بلایایی طبیعی است که انسان از دیرباز با آن آشنا بوده است و روی آوردن به روش‌های سنتی مهار آب، ذخیره و ... از مهم‌ترین راهکارهای مقابله با آن بوده است (نوروزی و محمدی، ۱۳۹۵). میراث جهانی قنات ایرانی در زیست‌بوم و حفاظت از منابع طبیعی ایران به عنوان یک داد و ستد فرهنگی و طبیعی میان انسان و طبیعت از گذشته‌های دور مطرح بوده است (آشتیانی و همکاران، ۱۴۰۲). منطقه لنجان در جنوب‌غربی استان اصفهان، آب مورد نیاز خود برای کشاورزی را از طریق رودخانه زاینده‌رود تأمین می‌کند و در بخش‌های دیگر به علت عدم دسترسی به رودخانه و کم بودن نزولات جوی می‌بایست از آب‌های زیرزمینی به صورت حفر قنات استفاده کند. قنات کهروم یکی از مهم‌ترین قنات‌های ساخته شده در بستر سنگی است که در فهرست آثار ملی ایران به شماره ۳۳۷۷۷ در تاریخ ۱۴۰۰/۰۸/۱۰ به ثبت رسیده است. این قنات در شهرستان لنجان در بخش باغبادران و متعلق به دوره صفویه و به عنوان یکی از قنات‌های نادر در ایران که در یک بستر سنگی ایجاد شده و با مجموعه طولانی از تونل‌ها،

و عمود بر آن حفر شده و از آن برای ورود و خروج گروه مقنّی، وسایل و ابزار آلات مورد نیاز، تهویه کوره و در نهایت خارج ساختن مواد لایروبی شده از آنها، استفاده می‌شود. معمولاً عمق چاه‌ها از مظهر به طرف مادرچاه افزایش می‌یابد. جنس بدنه میله چاه‌ها سنگ‌کاری شده یا ساده است (شکل ۱). ۵- مادر چاه: آخرین میله چاه موجود در خلاف جهت جریان آب کوره قنات را، مادر چاه می‌گویند. مادر چاه انتهای مسیر قنات از عمیق‌ترین میله چاه‌ها است (چهری و رحیمی، ۱۴۰۰) (شکل ۲).



شکل ۱- میله چاه و کاربری آن (منبع: <http://waterhistory.org>)

شیبی کمتر از شیب زمین، آب را در لایه‌های آبدار مناطق مرتفع به کمک نیروی ثقل و بدون کار نیروی کشش و هیچ نوع انرژی الکتریکی یا حرارتی با جریان طبیعی، جمع‌آوری و به نقاط پست‌تر می‌رساند. در حقیقت قنات نوعی زهکشی زیرزمینی است که آب جمع‌آوری شده توسط این زهکشی به سطح زمین آورده می‌شود (حسینی و جهان‌دیده، ۱۳۹۵؛ پاپلی یزدی و لباف خانیکی، ۱۳۸۸). پایداری و طول عمر قنات مدیون طراحی آن است. مقنّی ابتدا مکان مناسب را به عنوان منبع اولیه آب شناسایی، سپس «چاه مادر» را حفر نموده تا به سطح آب برسند. اگر این چاه یا آبخوان، آب کافی داشت، مقنّی شروع به ترسیم مسیر قنات از مادر چاه به سطح نموده، سپس با در نظر گرفتن شیب زمین، جریان آب را ثابت می‌کرد. بنابراین هر قنات از بخش‌هایی تشکیل می‌شود که عبارتند از: ۱- هرنج: کانال کوچک روباز که آب را از مظهر به محل مورد استفاده انتقال می‌دهد (حائری، ۱۳۸۶). ۲- مظهر به عنوان محلی که در ابتدای مسیر کوره قنات، از آنجا که آب در سطح زمین ظاهر می‌شود. ۳- کوره قنات (سوق یا سوقه): زهکش یا مجرای زیرزمینی مظهر تا مادر چاه قنات با سطح مقطع بیضی کف پهن یا تخم مرغی شکل بوده است. وظیفه کوره (مجرای آب)، آبیگری از آبخوان و جمع‌آوری و انتقال آب به مظهر قنات به کمک نیروی ثقل است. ۴- میله چاه: چاه‌هایی است که در طول مسیر کوره قنات



شکل ۲- مراحل حفر قنات (منبع: Abbasnejad و همکاران، ۲۰۱۶؛ اضافات نگارندگان)

۱- قنات‌های که در طول مسیر دره‌ها است به گونه‌ای که قنات بالادست، قنات پایین‌دست را تغذیه می‌کند؛ این قنات‌ها معمولاً طول کوتاه‌تری دارند ۲- قنات‌های دامنه کوه و تپه‌ها که این نوع قنات در دامنه کوه‌ها و مشرف به دشت حفر می‌شود و شامل رسوبات سیلابی و واریزهای کوه و تپه‌ها بوده و منطقه نفوذ آب زیرزمینی و انتقال به سفره آب زیرزمینی است ۳- قنات‌های آبیگری از چشمه زیرزمینی یا چشمه قنات که گاهی در عمق دره‌های مرتبط با کوه‌های آهکی یا حد فاصل این کوه‌ها با دشت و یا در محل شکستگی متعلق به این کوه‌ها، چشمه‌هایی وجود دارد که

قنات‌ها را می‌توان از لحاظ نوع محیط جغرافیایی در سه دسته ۱- کوهستانی ۲- دشتی (آبرفتی) و ۳- آبیگری و رودخانه‌ای تقسیم‌بندی نمود (طباطبائی، ۱۴۰۲). عمق مادر چاه و طول قنات در مناطق کوهستانی کم و دبی آنها متغیر و تابع نزولات جوی است. در این نقاط به دلیل ضخامت کم آبرفت و محدود بودن لایه آبدار و حریم قنات، حفر چاه متداول نبوده و به علت کوتاه بودن طول قنات هزینه نگهداری و احیای این نوع قنات کم است. قنات‌های کوهستانی معمولاً در چهار گروه دسته‌بندی می‌شوند:

روی چشمه‌ها را معمولاً واریزهای کوه‌ها یا آبرفت پوشانده است و با حفر قنات در این محل‌ها می‌توان از آب این چشمه‌ها، بهره برد. ۴- قنات‌های سنگی که این نوع قنات در نواحی کوهستانی حفر می‌شود و معمولاً طول کوتاهی دارند و دبی آنها معمولاً کم و ثابت است (طباطبائی، ۱۴۰۲). قنات کهروم در دسته چهارم از قنات‌های کوهستانی و از نوع قنات‌های سنگی به صورت دستکند است. معماری دستکند گونه خاصی از معماری است که در آن هیچ مصالحی برای تولید فضا استفاده نمی‌شود و بر خلاف اصول معماری متعارف، مسائل ایستایی در این نوع معماری چندان مورد بحث نیست. این نوع معماری را می‌توان به نوعی تولید فضا از طریق ایجاد فضاهای منفی در بستر کوه و سنگ دانست که از ترکیب فضاهای پر و خالی متولد می‌شود و به نوعی پاسخگویی به نیازهای اقلیمی بشر است (محمدی‌فر و همتی، ۱۳۹۵). در حقیقت دستکند فقط با شکل دادن یک فضا در دل سنگ ایجاد می‌شود. این قنات نیز با برداشتن بخش‌های صخره‌ای و سنگی، فضای متفاوت را ایجاد شده است. در حفر این قنات تنها لازم بود با کندن بستر سنگی با کمک ابزارهای مانند کلنگ، چکش و قلم فضای متناسب برای جاری شدن آب را آماده سازند. معماری دستکند همان تلاش انسان جهت هماهنگی با طبیعت

است. دبی این قنات در حال حاضر ۶ تا ۲۵ لیتر بر ثانیه و بدون نوسان و مناسب برای شرب و کشاورزی است.

• فن‌آوری بومی

با توجه به نقش سازه بومی قنات، ارتباطات گروه‌های انسانی بخش جدایی‌ناپذیر آن است. دانش و فن‌آوری بومی در حفر قنات ثابت کرد که این کار فقط با همکاری گروهی اجرا می‌شود. با توجه به کارکرد قنات، ایجاد سازوکارهای قانونی برای جلوگیری از تجاوز به حریم این سازه، لایروبی، حفاظت‌های کمی و کیفی آب قنات، در حقیقت ارج نهادن به ارزش قنات و حفظ ساختارهای اجتماعی، فرهنگی متأثر از قنات است (جدول ۱). قنات کهروم همان استفاده از دانش و فن‌آوری بومی منطقه است که توانست سودمندترین و سازگارترین شیوه بهره‌برداری جهت استفاده از منابع آب را فراهم آورد. حفر این قنات در سنگ، یک فناوری جدید در انتقال آب بود که با محیط بومی منطقه نیز سازگار است. نتایج نشان می‌دهد بیشترین آسیبی که امروزه بر سازه و معماری قنات‌ها چه از لحاظ کمی و چه کیفی وارد می‌شود، عدم لایروبی و بازسازی قنات، عدم تعادل در میزان برداشت آب نسبت به آبخوان و نفوذ به حریم قنات است.

جدول ۱- قنات کهروم در توسعه دانش بومی و پایداری معماری

عنوان	توضیحات
دانش بومی	حفر قنات پاسخ به یکی از دغدغه‌های گذشتگان در بهره‌مندی از منبع آب جهت رفع نیاز کشاورزی و آب شرب است. دانشی بومی که برای به ثمر نشستن نیاز به یک پایداری و مشارکت مردمی در ساخت و بهره‌مندی از آن است. شیوه حفر قنات در هر منطقه متناسب با زیست محیط و اقلیم همان جاست و این همان الگوی توسعه پایدار در دانش بومی است. بنابراین از طرح تا اجرا مبتنی بر دانش بومی است.
توسعه اجتماعی	توسعه اجتماعی همان پیشرفت‌ها در یک جامعه، متناسب با سطح زندگی آنان است. پس توسعه اجتماعی به دنبال افزایش سطح رفاه است. یکی از راه‌های رسیدن به توسعه اجتماعی در هر جامعه‌ای مشارکت در انجام فعالیت‌های سودآور از یک منبع مشترک است. بنابراین مشارکت در یک توسعه اجتماعی رسیدن به یک سطح از رفاه نیاز مشترک است.
توسعه پایدار	ساخت قنات در هر منطقه متناسب با زیست محیط پایدار همان منطقه، رسیدن به یک پیشرفت اقتصادی و همکاری‌های اجتماعی است.
حکمرانی مشترک بر منبع آب خصوصی‌سازی یک کار مشترک	حکمرانی مشترک همان حضور همه جانبه از توسعه تا مدیریت منابع آبی مانند قنات است. ایجاد قنات علاوه بر بازدهی اقتصادی، ارائه‌دهنده خدماتی به صورت عمومی در مقابل پرداخت یک حق آبه می‌باشد.
مشارکت	مشارکت مردم بومی هر منطقه در حفر قنات، زیرشاخه یکی از عوامل حکمرانی قرار می‌گیرد. دلیل این مشارکت وجود یک نفع عمومی است که به دنبال آن رضایت عمومی و سریع‌تر انجام دادن تصمیمات است.

پیشینه پژوهش

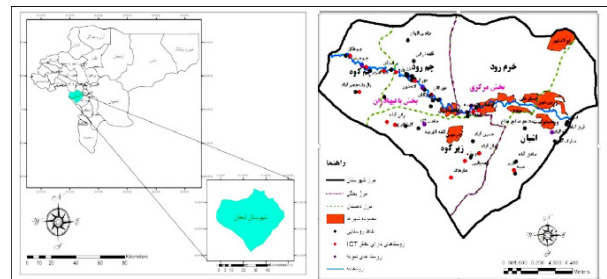
در سال ۱۳۹۷ اولین بازدید از این قنات انجام شده و در سال ۱۳۹۸، دکتر علیرضا جعفری ضمن بازدید از قنات، اولین گزارش از این قنات را ارائه نموده که در آرشیو میراث فرهنگی موجود است. متأسفانه تاکنون هیچ مطالعه‌ای در این زمینه صورت نگرفته است.

روش پژوهش

روش پژوهش توصیفی-تحلیلی و از نوع تحقیقات کاربردی است. جمع‌آوری اطلاعات، کتابخانه‌ای و میدانی است.

• موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

قنات کهروم در استان اصفهان شهرستان لنجان است. شهرستان لنجان با وسعتی در حدود ۱۱۷۲ کیلومتر مربع در ۳۵ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در دره گسترده زاینده رود و در حد فاصل ناحیه خشک و نیمه خشک استان اصفهان و ناحیه مرطوب استان چهارمحال و بختیاری قرار گرفته است. لنجان از شمال به شهرستان نجف آباد، از شرق به دشت های مبارکه و فلاورجان و از جنوب و غرب به استان چهارمحال و بختیاری محدود می شود (شکل ۳). میانگین دمای سالانه منطقه برابر ۱۴/۸ درجه سانتیگراد و سردترین ماه سال (با میانگین ۳ درجه) در دی ماه و گرم ترین ماه سال (با میانگین ۲۶/۵) در تیرماه است (نوروزی و محمدی، ۱۳۹۵). بیشترین استقرارهای انسانی در منطقه لنجان و در زمان حال حاضر، با توجه به اهمیت مسئله آب در کنار رودخانه زاینده رود و سرشاخه های فرعی آن است (شکل ۴).



شکل ۳- موقعیت جغرافیایی لنجان و منطقه مورد مطالعه (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۷ اضافهات: نگارندگان)

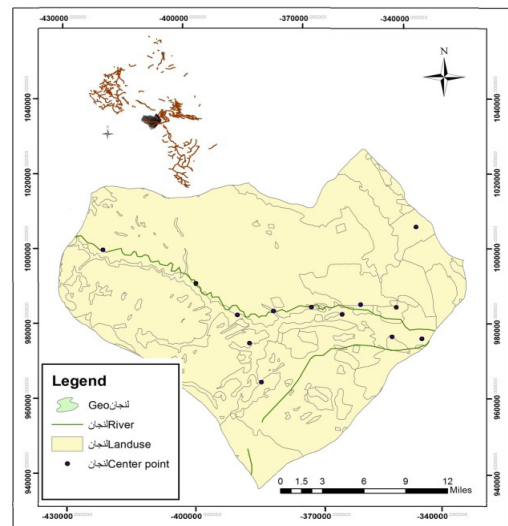
زاینده رود، چشمه و قنات است. قنات های شهرستان لنجان نیز با توجه به نوع مصرف، جزء آب شرب دسته بندی می گردند (نوری و همکاران، ۱۳۹۵)؛ اما مطالعه روند آبدهی قنات ها در لنجان، با توجه به نوسان زیاد در استفاده از مقدار آب خروجی و کاهش سطح آب های زیرزمینی در اکثر قنات های این منطقه در چند سال اخیر، نشان می دهد که با افت شدید سطح آب روبه رو هستند (عشقی زاده و نورا، ۱۳۸۹). ارتفاع نسبی لنجان از سطح دریا ۲۲۷۰ متر و دارای آب و هوایی متغیر است. این شهرستان در منطقه ای ناهموار قرار دارد به گونه ای که ارتفاعات «زردمطبخ» و «گاوپیسه» به ترتیب با ارتفاع ۲۷۰۰ متر و ۲۲۰۰ متر از رشته کوه های مرکز استان اصفهان در شمال آن و کوه های «بیدکان» و کوهستان «رخ» در غرب آن واقع شده اند میانگین بارش سالانه برابر ۱۵۱/۸۷ میلی متر است. تابستان فصل خشک (۱ درصد بارش) و مرطوب ترین فصل سال (با ۴۶ درصد بارش) زمستان است. بیشترین بارندگی در بخش غربی و در ارتفاعات است و هر چه به شرق نزدیک شویم، از میزان بارش ها کاسته و هوا گرم تر می شود.

• موقعیت، شکل و ویژگی قنات کهروم

قنات کهروم از لحاظ موقعیت جغرافیایی در همسایگی رودخانه زاینده رود و در موقعیت $32^{\circ} 23' 8.84'' N$, $51^{\circ} 9' 49.45'' E$ بخش باغ بهادران و حدود ۶۰۰ متری جنوب روستای چم پیر قرار گرفته است (شکل ۵). مسیر قنات کهروم در امتداد جهت های جغرافیایی جنوب غربی-شمال شرقی است. طبق بررسی های میدانی بخش های از مسیر قنات و دو حلقه از میله چاه ها عامدانه مسدود و تخریب شده است که این موضوع سبب شد طول دقیق قنات مشخص نشود. حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد از سازه این قنات دچار تخریب شده که شامل پرشدگی و ریزش دیواره های میله های قنات است، به همین علت نیازمند مرمت و لایروبی است (جدول ۲).



شکل ۵- موقعیت جغرافیایی قنات کهروم



شکل ۴- استقرار سکونتگاه ها در کنار منبع آب سطحی در منطقه لنجان

منطقه مورد مطالعه هم از نظر آب های سطحی و هم از نظر منابع آب زیرزمینی، نسبت به دیگر نقاط لنجان، پرآب تر است. منبع آب کشاورزی این شهرستان از منابع سه گانه رودخانه

تصاویر	عنوان
	<p>پرشدگی عمدی برخی از میله‌های قنات</p>
	<p>عدم مشخص بودن میله‌های چاه به کمک تصاویر هوایی به علت پوشیده شدن</p>
	<p>میله‌های سالم قنات</p>

در امتداد تونل‌های زیرزمینی به وسیله گرانج، چندین کیلومتر هدایت کند؛ چرا که آب قنات، پشتیان سکونتگاه‌ها و بخش کشاورزی است. طول یک رشته قنات در میزان آبدی آن موثر است، هر چند نسبت به شرایط طبیعی و جغرافیایی هر منطقه متفاوت است.

ارتفاع کار قنات یا همان بخش هرنج در حدود $1/5$ و 2 متر است. این قنات یک شاخه آب دارد. این قنات بخش خشکه کار ندارد و در تمام طول مسیر اصلی، بخش آبدار یا قسمت آبدی قنات، فعال بوده است. نوع نشست آب و بر جای ماندن رسوبات بر دیواره قنات نشان از عدم لایروبی‌های هر ساله است که هر چقدر از مادر چاه فاصله گرفتیم، میزان نشست آب کمتر و طولانی شد. ایجاد چاه‌های آب، وقوع خشکسالی‌های متناوب، طولانی بودن نوسانات زیاد آب و هوایی، کمبود منابع آب‌های سطحی

با توجه به نبود هیچ داده فرهنگی، نمی‌توان به طور قطع قدمت قنات را مشخص نمود، ولی بر اساس ساختار و نحوه ایجاد قوس‌های سقف، احتمالاً مربوط به دوره صفویه است. به دلیل حفر در بستر سنگی، این قنات نمونه نادری از مهندسی آب در ایران است. موقعیت جغرافیایی منطقه جهت استفاده از آب حاصل از سیلاب‌ها و بارش‌ها در کنار شیب مناسب زمین به خوبی در اجرای قنات در نظر گرفته شده است. مقنی بر اساس حرکت آب باران در بخش‌های کوهپایه‌ای و جریان آب‌های فصلی و رودخانه دائمی زاینده‌رود، ابتدا بهترین ذخیره‌گاه سفره آب زیرزمینی متناسب با شیب زمین منطقه را در نظر گرفته است. مقنی با حفر قنات قابلیت‌های کمی و کیفی این فضای معماری را مشخص می‌کند. مقنی می‌داند که با توجه به مهارتش می‌بایست بتواند با کمک شیب زمین، آب سفره‌های آبرفتی را

و زیرزمینی و برداشت بی رویه آب‌های زیرزمینی، سبب کاهش افت آب آبخوان و کاهش حجم آب شده است. تمامی این موارد سبب آسیب پذیری سازه‌ها و ساختار آبخوان قنات شده است. به لحاظ توپوگرافی، قنات در يك حوضه کوهستانی با شیبی بین ۳۰-۶۰ درصد است. این مقدار شیب کمک می‌کند که آب با همین شیب در تونل قنات جاری شود؛ همین مقدار شیب است که مشخص کننده طول قنات است (Abbasnejad و همکاران، ۲۰۱۶). قنات‌هایی که در مسیر آبراهه‌های کوهستانی احداث می‌شوند، قنات‌های کوتاه و سطحی‌اند و دارای تغییرات آبدهی فصلی می‌باشند که به اصطلاح به آن‌ها هواپین^۲ گفته می‌شود. با توجه به رسوبات آبرفتی درشت دانه در این مناطق؛ رابطه نزدیکی بین بارندگی و دبی قنات مشاهده می‌شود، چرا که نزولات جوی به سرعت در رسوبات آبرفتی نفوذ کرده و به جریان‌های آب زیرزمینی می‌پیوندند. همین موضوع سبب می‌شود قسمتی از جریان‌های سطحی به دست آمده از بارش در آبرفت نفوذ کرده و به جریان آب زیرزمینی تبدیل گردد که فقط بخش کمی از آن توسط قنات در کنار آبراهه، زه‌کشی شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد و قسمت اعظم آن در طول آبراهه به صورت جریان زیرزمینی به سمت مناطق پایین دست حرکت می‌نماید و از دسترس خارج می‌گردد (عشقی‌زاده و نورا، ۱۳۸۹). مصالح استفاده شده در میله چاه‌ها، سنگ‌بندهای با ملات و بدون طوق در برخی قسمت‌ها است. سقف‌ها ساده و نیم هلال از سنگ تراش خورده است. نشانه‌هایی از رفاها در بدنه میله چاه‌ها هنوز باقی مانده است. این قنات با یک تونل افقی، آب را از یک منبع آب زیرزمینی، از طریق چاه مادر^۳ تا مظهر و هرنج قنات^۴ می‌رساند (جدول ۳). مانند تمامی قنات‌ها ایران، دارای يك دهانه یا هرنج روباز، يك مجرای خروجی آب، يك کوره و چند میله چاه است. طول کلی قنات در حال حاضر حدود ۷۰۰ متر است و ۶ حلقه از میله‌چاه‌های این قنات، قابل تشخیص است. عمق میله چاه^۵ نزدیک مظهر قنات در حدود ۲ متر و دهانه آنان حدود ۹۰ سانتی‌متر است. میله‌چاه‌ها در فواصل منظم در طول مسیر تونل ایجاد شده تا امکان تهویه و انتقال مواد حفاری شده فراهم شود. این میله‌ها به صورت دهانه‌های باز در بالا ظاهر می‌شوند که از خط قنات از منبع آب تا مظهر چاه ادامه دارند. اما این میله‌ها در این قنات از طریق عکس‌های هوایی مشخص نیستند؛ چرا که دارای قطر دهانه کوچک هستند و فاقد خاکریز و طوق اطراف دهانه میله چاه هستند (جدول ۲). به علت قرارگیری قنات در منطقه کوهستانی، لایه خاک در این گونه زمین‌ها کم است. ارتفاع میله چاه‌ها بسیار کوتاه است که در نتیجه این امر سبب شده تا مانند قنات‌های مناطق بیابانی فاقد انباشت خاک به صورت تل بزرگ خاکی اطراف دهانه میله چاه باشد و این موضوع باعث شده تا در عکس‌های هوایی و

حتی نزدیک و از روی زمین هم به راحتی قابل مشاهده نباشند. در منطقه لنجان دهانه قنات را با سنگ می‌پوشانند تا حلقه چاه از تخریب سیلاب در امان بماند. این شیوه پوشش دهانه میله چاه قنات به سنگ و قوج معروف است.

جدول ۳- فضای داخلی قنات کهروم

عنوان	تصاویر
تونل انتقال آب از مادر چاه به مظهر چاه حفرشده بر بستر سنگ	
سقف هلالی قنات	

در بررسی میدانی، هنگام حرکت در داخل تونل قنات، مشخص گردید که این قنات از دو مسیر تشکیل شده و در حال حاضر مسیر دوم کامل مسدود است. این احتمال وجود دارد که بعد از مدتی میزان آب خروجی مسیر اول کم شده و مسیر دوم جایگزین شده است. به علت مسدود شدن بیشتر بخش‌ها، شاخه‌های فرعی، راهروهای دسترسی به آب جهت تعمیر و نگهداری، و همچنین سازه‌های وابسته از جمله مکان‌های استراحت برای کارگران قنات مشخص نیست. به علت خصوصی بودن قنات، سیستم مدیریت اشتراکی سنتی تقسیم آب وجود ندارد. این قنات در سال ۱۳۲۰ بر اثر سیلاب و انباشت گل و لای مسدود می‌شود و تا سال ۱۳۴۹ کاربری خود را از دست می‌دهد. در سال ۱۳۵۰ بخشی از آن توسط مالک لایروبی و دوباره احیاء می‌شود. البته برای بازدهی کلی اثر، نیاز به لایروبی کل مسیر قنات است تا از تمام ظرفیت آن بهره‌برداری شود. در حال حاضر زمین‌های اطراف و حتی زمین روی مسیر قنات تبدیل به باغ شده که ریشه‌های درختان در مسیر قنات رشد کرده و باعث تخریب بعضی از میله چاه‌های قنات شده است. همچنین به علت تغییر کاربری زمین‌های بالادست از بایر به مسکونی، سودجویان در پی پر کردن قنات هستند.

• حفاظت از قنات

- مقاوم سازی بخش‌های بیرونی و بهسازی فضای داخلی قنات در برابر عوامل محیطی

از مهمترین تهدیدهای مربوط به این قنات، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- عدم وجود واحد مدیریت قنات،
- ۲- آلودگی آب قنات،
- ۳- تجاوز به حریم قنات،
- ۴- حفر چاه‌های عمیق و غیر عمیق در حریم قنات،
- ۵- افت مستمر سطح آب‌های زیرزمینی،
- ۶- ریزش و کاهش مقدار آبدهی قنات،
- ۷- خشکسالی‌های سال‌های اخیر که مهمترین عامل بر کاهش میزان آب قنات کهروم شده است.
- ۸- عدم لایروبی بدنه قنات و بازسازی بخش‌های آسیب دیده مانند میله چاه‌ها،
- ۹- عدم رعایت مسائل فنی مرتبط با قنات و استحکامات مرتبط با آن در استفاده از نوع مصالح و شرایط نامناسب نگهداری آن. متأسفانه اقدامات محافظتی جهت میله چاه‌ها مانند دورچینی و افزایش طوقی بالاتر از سطح، انجام نشده است.
- ۱۰- بغل تراشی رسوبات ایجاد شده بر بدنه قنات انجام شود (از آنجا که این قنات، قنات آب شیرین است، به دلیل مسیر آب بقایای رسوبات آب هر ساله بر دیواره قنات باقی می‌ماند و به دلیل عدم لایروبی هر سال، کم کم نفس قنات و مسیر آب بسته شده است. رسوبات حاصل از جریان آب به مرور می‌تواند حتی مسیر قنات را نیز تغییر دهد).
- ۱۱- عدم برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی از طریق ممنوعیت حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در حریم قنات،
- ۱۲- مراجعه به جهاد کشاورزی جهت محافظت از قنات در رأس برنامه‌ها قرار داده شود.

نتیجه‌گیری

از آنجا که آب به عنوان یک عامل زیربنایی، نقش مهمی در توسعه هر منطقه دارد، عاملی مهم در ایجاد پایداری در مناطقی با آب و هوای خشک است؛ همین عامل می‌تواند باعث رشد کشاورزی شود، پس عامل مهمی در توسعه پایدار در هر منطقه است. آب‌های زیرزمینی مهمترین منبع مهم آب در مناطق خشک و نیمه خشک‌اند. قنات‌ها در هر منطقه یکی از پایدارترین گزینه‌ها در استفاده از آب‌های زیرزمینی هستند. وجود سیستم انتقال آب از طریق قنات بدون صرف هیچ انرژی در بحث اقتصادی، بسیار موثر است. مدیریت آب قبل از هر چیز به ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی، توپوگرافی و شرایط اقلیمی

محیط مرتبط است؛ بنابراین در هر منطقه متناسب با ساختار محیط زیست همان منطقه ایجاد شده و در کم و کیف زندگی بسیار تأثیرگذار است. با تمرکز مدیریت آب بر روی شیوه‌های مدیریت پایدار، قنات‌ها حفر شده‌اند. قنات نشانه‌ای از یک معماری پایدار بومی در آبرسانی به مناطق خشک برای حمایت از سکونتگاه‌هاست. قنات یکی دستاوردهای تکنولوژیکی در شکل‌گیری تمدن‌ها از گذشته تا امروز است؛ به طوریکه پراکندگی سکونتگاه‌های اولیه با الگوی پراکندگی سیستم قنات هماهنگ بوده است و این همان تمرکز بر روی مدیریت منابع آب است. قنات آبراه‌های زیرزمینی و ساخته دست انسان است که از راه آن، آب از سفره‌های آب زیرزمینی در مناطق مرتفع به مناطق کم ارتفاع که به آب سطحی دسترسی ندارند، برای کشاورزی و آشامیدن منتقل می‌شود. طراحی مسیر و حفر قنات به محاسبات دقیق نیاز دارد. قنات کهروم یک قنات دستکند در سنگ است با یک محور طولی منظم با حلقه چاه‌های منظم که همگی با یکدیگر در ارتباط‌اند. کاربری آن صرفاً آبیاری و در مالکیت خصوصی است. قنات‌ها در مناطق کوهستانی متناسب با میزان بارش‌ها با تنظیم میزان خروجی آب در فصل پربارش و کم‌بارش سال می‌توانند خود را با شرایط سازگار کنند. می‌توان گفت قنات کهروم در این منطقه یک رابطه معقول با شرایط زیست‌محیطی منطقه دارد و توانسته با یکسان نگه داشتن وضعیت آبخوان منطقه از تخریب سفره‌های زیرزمینی جلوگیری کند؛ و با حفظ شرایط طبیعی هیدرولوژیکی آبخوان در مواقع پرابی، بیشترین میزان دبی آب و در مواقع کم آبی با کاهش تخلیه آب با حفظ ذخایر آب زیرزمینی، خود را با شرایط آبخوان سازگار می‌سازند. با وجود دبی خوب آب قنات، اما تغییرات اقلیمی و عدم برنامه‌ریزی در ساخت چاه‌های مدرن نیز در این منطقه یک مشکل جدی است و حتی برخی از قنات‌ها در این شهرستان نیز در حال خشک شدن هستند. این قنات به لحاظ تاریخی، فرهنگی و ملی بسیار مهم است و فرصت‌های بسیاری در نحوه استفاده از آن وجود دارد؛ بنابراین یکی از برنامه‌ریزی‌های انجام شده می‌بایست در جهت حفظ بقایای باقی مانده قنات، در کنار حفظ کاربری این قنات باشد. به عبارتی امتناع از ساخت و ساز در اطراف قنات و تخصیص بودجه جهت ایجاد یک طرح جامع با رویکردی که شامل ابزارهایی مانند برنامه‌ریزی منطقه‌ای در بحث گردشگری، لایروبی سالانه و معرفی نوع خاص معماری آن است. از مهمترین نقاط قوت می‌توان به تأثیرگذاری قنات بر زندگی اجتماعی مردم و مشارکت همه آنان در بهره‌برداری از قنات اشاره نمود. فهرستی از نقاط قوت و ضعف و فرصت‌ها و تهدیدهای قنات کهروم لنجان در جداول (۴) و (۵) ارائه شده است.

جدول ۴- نقاط قوت و ضعف قنات کهروم لنجان

نقاط قوت	نقاط ضعف
فهنگی	ارزش تاریخی آن و انتساب آن به دوره صفویه
فهنگی	تخریب شدن عامدانه برخی از میله‌های چاه
طبیعی-زیست محیطی	آبدهی بالای قنات با توجه به خشکسالی‌های اخیر در منطقه
طبیعی-زیست محیطی	کیفیت آب قنات
طبیعی-زیست محیطی	میزان بارش‌ها
معماری	ایجاد شده در بستر سنگ
معماری	سقف هلالی
معماری	تونل حفرشده انتقال آب از مادر چاه تا مظهر
مدیریتی-زیرساختی	مالکیت خصوصی
مدیریتی-زیرساختی	عدم آشنایی با شیوه‌های استفاده از ذخیره و استفاده از آب مازاد قنات در فصل غیر کشاورزی

جدول ۵- فرصت‌ها و تهدیدهای قنات کهروم لنجان

فرصت‌ها	تهدیدها
افزایش حضور گردشگر به عنوان منطقه تفرجگاهی	استفاده بی‌رویه از آب قنات در فصل زمستان
تسهیل دسترسی به قنات جهت بازدید	عدم لایروبی سالانه
حفظ دانش و فن‌آوری بومی منطقه در حفظ قنات	عدم وجود قوانین در حفظ وضعیت فعلی قنات
تدوین اقدامات لازم جهت احیا و مرمت قنات	کاهش سطح دبی آب در سال‌های اخیر به سبب خشکسالی‌ها
معرفی قنات به سبب ارزش معماری آن	آسیب به ساختار معماری قنات به سبب سیلاب‌ها
اخذ تدابیری جهت استفاده از آب قنات در زمستان	برداشت بی‌رویه آب در بالادست قنات به سبب حفر چاه
سرمایه‌گذاری با ایجاد تفرجگاه در نزدیک قنات	عدم هماهنگی‌های لازم بین مالک و دستگاه‌های اجرایی جهت لایروبی سالانه قنات

سپاسگزاری

از همکاری اداره کل میراث فرهنگی استان اصفهان صمیمانه سپاسگزاریم.

پی‌نوشت‌ها

- در زبان فارسی پیچ و خم رودخانه را «چم» می‌نامند. در این منطقه، نیز زاینده‌رود زیبا و زندگی بخش با صدها پیچ و شکن از لا به لای دره‌ها می‌گذرد و در هر پیچ، روستای زیبایی پدید آورده که نام بسیاری از این روستاها با کلمه‌ی «چم» ترکیب شده‌اند و هر کدام از آنها یک بهشت ثانی است. «چم آسمان، چم گردان، چم طاق، چم یوسف علی، و چم چم»
- دو گروه قنات را شاهدیم: ۱. قنات‌های که آبدهی آنها در طول سال ثابت و همیشگی است ۲. قنات‌های که آبدهی

آن‌ها در طول سال بر حسب میزان بارندگی و خشکسالی تغییر می‌کند، که به آنان قنات هوا بین گویند (شیرزادی و خاشعی سیوکی، ۱۴۰۱). قنات کهروم یک قنات هوا بین است چرا که با تغییر فصول میزان خروجی آب متفاوت است.

۳- این چاه از سطح زمین به سفره‌ی آب زیرزمینی در دامنه‌ی کوه می‌رسد. عمق مادر چاه در مناطق مختلف ایران متفاوت است.

۴- محل جوشیدن آب قنات در روستا را مظهر قنات گویند.

۵- زمانی که مقنی تونل را حفر می‌کند، نیاز به یک هواکش دارد به دو دلیل: ۱. خارج کردن خاک حاصل از حفاری از تونل. ۲. برای تنفس تونل و نیاز به هوا. برای این کار در طول مسیر حفر آبراهه زیرزمینی که کوره نامیده می‌شود، مقنی‌های دیگری از روی سطح زمین، چاهی به سمت تونل حفر شده می‌کنند. عده دیگری با نصب چرخ چاه بر سر این چاه که میله نامیده می‌شود و با استفاده از طناب‌هایی محکم و دلوهایی که برای حمل خاک ساخته شده‌اند، خاک‌های حفاری را از زیرزمین به روی زمین می‌آورند.

- نوری، سید هدایت‌الله، فتحی، عفت، و مسعودیان، سیدابوالفضل. (۱۳۹۵). واکاوی تغییرات کمی آب قنات و تاثیر آن بر سطح زیرکشت زراعت آبی شهرستان لنجان طی سال‌های آبی (۱۳۹۱-۱۳۷۰). فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۲۰(۵۵)، ۳۰۹-۲۹۱.
- میرجانی ارجنان، محسن، حاجی‌زاده، کریم، زارچی، علیرضا، و رضالو، رضا. (۱۳۹۷). بررسی مولفه‌های جغرافیایی و محیط زیستی در شکل‌گیری شهر میند از پیش از تاریخ تا دوران اسلامی. نشریه مطالعات شهر ایرانی اسلامی، ۳۳(۳)، ۱۹-۲۶.
- محمدی‌فر، یعقوب، همتی ازندریانی، اسماعیل. (۱۳۹۵). مطالعه و بررسی معماری دستکند ایران. مجله مسکن و توسعه روستا، ۳۵(۱۵۶)، ۹۷-۱۱۰.
- Adams, R McC. (1981). Heartland of Cities: Surveys of Ancient Settlements and Land Use on the Central Floodplain of the Euphrates. University of Chicago Press. Chicago.
- Abbasnejad, A., Abbasnejad, B., Derakhshani, R., & Sarapardeh, A. (2016). Qanat hazard in Iranian urban areas: explanation and remedies. Environmental Earth Sciences, 75(19), 1-14. <https://doi.org/10.1007/S12665-016-6067-6>
- Jenson, M. (1989). Water supply and sewage disposal at mohenjo-daro. World Archaeology, 21(2), 177-192.
- Voudouris, K.S., Christodoulakos, Y., Steiakakis, E., Angelakis, A.N. (2013). Hydrogeological Characteristics of Hellenic Aqueducts-Like Qanats. water, 5(3), 1326-1345. <https://doi.org/10.3390/w5031326>
- Waterhistory. (2024). <http://www.waterhistory.org/histories/qanats/>. Last access: 2 February 2024.
- اشرفی خیرآبادی، حمید. (۱۴۰۲). نقش و کارکرد قنات‌های روستای خیرآباد در توسعه و رشد روستا (مطالعه موردی قنات دهنبره و قنات نو). فصلنامه تاریخ روستا و روستانشینی در ایران و اسلام، ۲(۱)، ۱۱۸-۱۵۲. doi: [10.30479/hvri.2024.19721.1019](https://doi.org/10.30479/hvri.2024.19721.1019)
- چهری، محمد اقبال، و رحیمی، فتنه. (۱۴۰۰). قنات کهریز چهر، یک سازه آبی نویافته از دوره تاریخی و اسلامی در منطقه بیستون. نشریه مطالعات ایران کهن، ۱۱(۱)، ۱۰۳-۱۲۲.
- پاپلی یزدی، محمد حسین، و لباف خانیکی، مجید. (۱۳۸۸). قنات‌های تفت. انتشارات پاپلی. مشهد، ایران.
- حائری، محمدرضا. (۱۳۸۶). قنات در ایران. چاپ اول. دفتر پژوهش‌های فرهنگی، تهران.
- حسینی، سیدحسین، و جهان‌دیده، زهیر. (۱۳۹۵). چالش‌های حمایت‌های کیفی از قنات (مطالعه موردی: قنات قصبه گناباد). نشریه مطالعات حقوق انرژی، ۲(۲)، ۲۷۹-۳۰۴. doi: [10.22059/jrels.2016.62724](https://doi.org/10.22059/jrels.2016.62724)
- شیرزادی، فاطمه، و خاشعی سیوکی، عباس. (۱۴۰۱). نگرشی بر اصلاحاتی مدیریتی-ساختاری قنات (منطقه مورد مطالعه: بیرجند، روستای چهکنند مود). مجله آبخوان و قنات، ۲(۴)، ۸۸-۷۷. doi: [10.22077/jaaq.2019.2419.1014](https://doi.org/10.22077/jaaq.2019.2419.1014)
- طباطبائی، سیدمصطفی. (۱۴۰۲). بررسی روش‌های موفق احیای قنات از طریق حفاظت فیزیکی و تغذیه مصنوعی مطالعه موردی: قنات خمسیان اشکذر، مزرعه نو دهشیر و دیهوک خرائق. نشریه آبخوان و قنات، ۴(۲)، ۶۷-۸۲. doi: [10.22077/jaaq.2024.7340.1065](https://doi.org/10.22077/jaaq.2024.7340.1065)
- کلانتری، حسین. (۱۳۹۶). فنآوری بومی قنات و نقش آن در معماری ژایدار (بررسی موردی: شهر یزد)، نشریه نقش جهان، ۷(۲)، ۱۱-۲۰. doi: [20.1001.1.23224991.1396.7.2.4.1](https://doi.org/10.1001.1.23224991.1396.7.2.4.1)
- عشقی‌زاده، مسعود، و نورا، نادر. (۱۳۸۹). تعیین محل مناسب احداث سدزیرمینی بر روی قنات (مطالعه موردی: قنات دهن چنار حوزه آبخیز کلات شهرستان گناباد). مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱۷(۳)، ۴۵-۶۳. doi: [20.1001.1.232220](https://doi.org/10.1001.1.232220)
- 69.1389.17.3.3.4
- نوروزی، اصغر، و محمدی، زهرا. (۱۳۹۵). بررسی خشکسالی هیدرولوژیک و آثار آن بر کشاورزی منطقه لنجان. فصلنامه علمی-پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)، ۶(۲)، ۹۷-۱۱۶. doi: [10.22108/sppl.2016.21633](https://doi.org/10.22108/sppl.2016.21633)
- نوروزی، اصغر، امینی، زهرا و کیانی، صدیقه. (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد و نحوه توزیع فضایی دفاتر ICT روستایی (مطالعه موردی: شهرستان لنجان-استان اصفهان). فصلنامه علمی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)، ۹(۱)، ۶۱-۸۰. doi: [10.22108/sppl.2019.112501.1272](https://doi.org/10.22108/sppl.2019.112501.1272)