Iranian Journal of
Rainwater Catchment Systems

مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۲-۱۵۳۱ شاپا چاپی: ۲۴۲۲-۵۹۷۰

بررسی عوامل مؤثر بر آب‌دهی قنات به‌عنوان روشی برای استحصال پایدار آب از منابع آب زیرزمینی

علی دسترنج*[۱]، سید حسین رجائی[۱]

۱. بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی خراسان‌رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱

صفحات: ۶۶- ۵۷

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

چکیده

احداث قنات فنی برای دستیابی به آب و انتقال آن برای مصارف مختلف است و با توجه به گستره وسیعی از مناطق خشک و نیمه‌خشک در ایران، پایدارترین شیوه جهت استحصال آب زیرزمینی محسوب می‌شود. با توجه به این‌که قنات‌ها به‌عنوان سرمایه‌های ملی، نقش و اهمیت به‌سزایی در توسعه بخش کشاورزی کشور از جمله استان خراسان رضوی دارند و با توجه به نقش قنات در تأمین آب مناطق خشک در شرایط کنونی کشور که مسأله کمبود آب و مدیریت منابع آب از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است، انجام مطالعات پژوهشی در زمینه شناخت بهتر قنات از اهمیت و ضرورت بالایی برخوردار است. از این‌رو هدف مطالعه حاضر بررسی و اولویت‌بندی مهم‌ترین پارامترهای فیزیکی و انسانی مؤثر بر آب‌دهی قنات با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با توجه به نظر کارشناسان در قنات‌های دشت مشهد-چناران است. در این راستا، ابتدا عوامل مؤثر بر آب‌دهی قنات با مرور منابع و با استفاده از نظرات کارشناسان متخصص در زمینه قنات و آب زیرزمینی شناسایی و مطالعه شدند. سپس با طراحی پرسشنامه، نظرات کارشناسان در زمینه اهمیت پارامترهای مختلف بر آب‌دهی قنات جمع‌آوری شد. هم‌چنین، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در محیط نرم‌افزار Expert Choice، وزن و اهمیت هر یک از پارامترهای مختلف مشخص شد. نتایج حاصل از اولویت‌بندی پارامترها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی نشان داد که پارامترهای فیزیکی (شامل خصوصیات حوضه آبریز بالادست، خصوصیات فیزیکی آبخوان، خصوصیات هندسی قنات) با وزن ۰/۵۴۵ دارای ارزش بیش‌تری در آب‌دهی قنات نسبت به پارامترهای انسانی است. هم‌چنین بر اساس نتایج اولویت‌بندی پارامترهای فیزیکی مؤثر بر آب‌دهی قنات، پارامترهای مربوط به خصوصیات آبخوان با وزن ۰/۴۹۷ دارای بیش‌ترین اهمیت در آب‌دهی قنات هستند. همین‌طور با توجه به نتایج به‌دست‌آمده برای اولویت‌بندی زیرشاخص انسانی پارامتر مالکیت با وزن ۰/۵۳۹ دارای بیش‌ترین اهمیت در آب‌دهی قنات است.

کلمات کلیدی: آب زیرزمینی، قنات، استحصال آب، AHP.

مقدمه

به‌دلیل موقعیت جغرافیایی کشور ایران و قرارگیری در کمربند خشک و نیمه‌خشک کره زمین، از گذشته تاکنون آب بسیار ارزشمند بوده است. ایرانیان همواره سعی کرده‌اند که به‌دلیل محدودیت در دسترسی به آب، از اقدامات و تدابیر مطلوبی در راستای ایجاد سازه‌های مناسب به‌منظور نگهداری و بهره‌وری آب، جمع‌آوری، توزیع و تقسیم آب استفاده نمایند (عسگری و همکاران، ۱۴۰۱). آب مهم‌ترین عامل وحدت‌بخش طبیعی و عامل تکوین و گسترش

* نویسنده مسئول: علی دسترنج Email: Dastranj66@gmail.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.4.5.0]

سکونتگاه‌های روستایی در کشور است. مسأله آب و توجه به منابع آبی از عمده مسائل مطرح در توسعه روستایی به‌ویژه در کشورهایی مانند ایران است که در بسیاری از مناطق با مشکل کم‌آبی مواجه است (شیخی و پاکزی، ۱۴۰۰). به‌طورکلی فلات ایران به‌دلیل تنوع اقلیمی و چشم‌انداز محیط طبیعی در همه‌جا از منابع آب جاری مطمئن برخوردار نیست. به همین دلیل، در بسیاری از شهرها (حتی شهرهای مستقر در کنار رودخانه‌ها)، آب مورد نیاز مردم از منابع آب‌های زیرزمینی مانند چشمه و قنات تأمین می‌شود. قنات مجرای زیرزمینی است که آب زیرزمینی را به سطح زمین هدایت می‌کند و تاریخ‌نویسان شرق و غرب آن را تکنیک ملی ایرانیان در آب‌رسانی شهرها و کشتزارها می‌دانستند و از نظر فن مهندسی آن را هم‌پایه و یا مهم‌تر از ساخت اهرام مصر می‌دانند، از این‌رو قنات، نقشی انکارناپذیر در حفظ و گسترش تمدن در فلات ایران داشته است (بوزرجمهری و خاتمی، ۱۳۹۷). لذا مدیریت آب در ایران از اهمیت زیادی برخوردار بوده و هست. قنات‌ها به‌عنوان سرمایه‌های ملی، نقش و اهمیت به‌سزایی در توسعه بخش کشاورزی استان خراسان رضوی می‌توانند ایفا کنند. یکی از مهم‌ترین منابع استحصال آب‌های زیرزمینی در مناط خشک و نیمه‌خشک ایران برای بهره‌برداری ساکنین روستاها به‌منظور استفاده برای کشاورزی، شرب، دامداری و غیره قنوات است. یکی از ویژگی‌های با ارزش قنات، جاری ساختن آب زیرزمینی به‌صورت ثقلی به سطح زمین بدون به‌کارگیری هیچ‌گونه نیروی محرکه و مصرف انرژی و با رعایت سایر ملاحظات محیط زیستی است که با توجه به عدم هزینه‌های جانبی، از نظر اقتصادی نیز بسیار حائز اهمیت است. شناخت پدیده‌های پیرامونی زندگی بشری همواره از مهم‌ترین دل‌مشغولی‌های انسان‌ها بوده و بشر در طول تاریخ سعی داشته است نسبت به آن‌چه در اطراف رخ می‌دهد آگاهی داشته باشد. یکی از این پدیده‌ها قنات است که با توجه به نقش این پدیده در تأمین آب مناطق خشک در شرایط کنونی کشور از اهمیت و ضرورت بالایی برخوردار است.

بررسی منابع و مقالات موجود نشان می‌دهد که عمده مباحث علمی پیرامون قنات بر جنبه‌های تاریخی، سازه‌ای، هیدرولیکی و اجتماعی متمرکز بوده است. برخی تحقیقات که با نگاه مفهومی به قنات پرداخته‌اند به بخش کوچکی از عوامل اشاره داشته‌اند. در زمینه بررسی عوامل مؤثر بر آب‌دهی قنات مطالعه‌ای صورت نگرفته است. بیش‌تر مطالعات انجام شده در رشته‌های علوم پایه و مسائل اقتصادی و اجتماعی صورت گرفته است. برای نمونه، نژاد ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای نقش قنات سرچشمه در تحولات ساختار فضایی شهر زنجان در عصر قاجار را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. صفایی و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای باستان‌شناسی سازه‌های آبی با محوریت قنات‌های خراسان را مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های مطالعه نشان داد که درباره ساخت اولین قنات‌ها اطلاعات دقیقی در دسترس نیست اما بنا به گفته کارشناسان این آریایی‌ها بودند که دست به ایجاد اولین قنات‌ها زدند. میرانی مقدم و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی برآورد میزان تغذیه سالانه قنات‌های دشت گناباد به‌وسیله روش‌های ایزوتوپی پرداختند. از دیگر محققانی که در زمینه قنات مطالعاتی داشتند، می‌توان به شیخی و پاکزی (۱۴۰۰)، گویا و همکاران (۱۴۰۰)، ویسی (۱۳۹۹)، پاپلی یزدی و همکاران (۱۳۹۸)، طباطبایی و خزیمه‌نژاد (۱۳۹۸)، طباطبایی و خزیمه‌نژاد (۱۳۹۷)، سلطانی محمدی (۱۳۹۶) و نادری و عباسی (۱۳۹۶) اشاره نمود. در مطالعات پیشین اشاره‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر آب‌دهی قنات نشده است. بر همین اساس، در این مطالعه سعی شده است که به بررسی عوامل مختلف مؤثر بر آب‌دهی قنات پرداخته شود و سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP[1]) به اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر آب‌دهی قنوات دشت مشهد- چناران پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

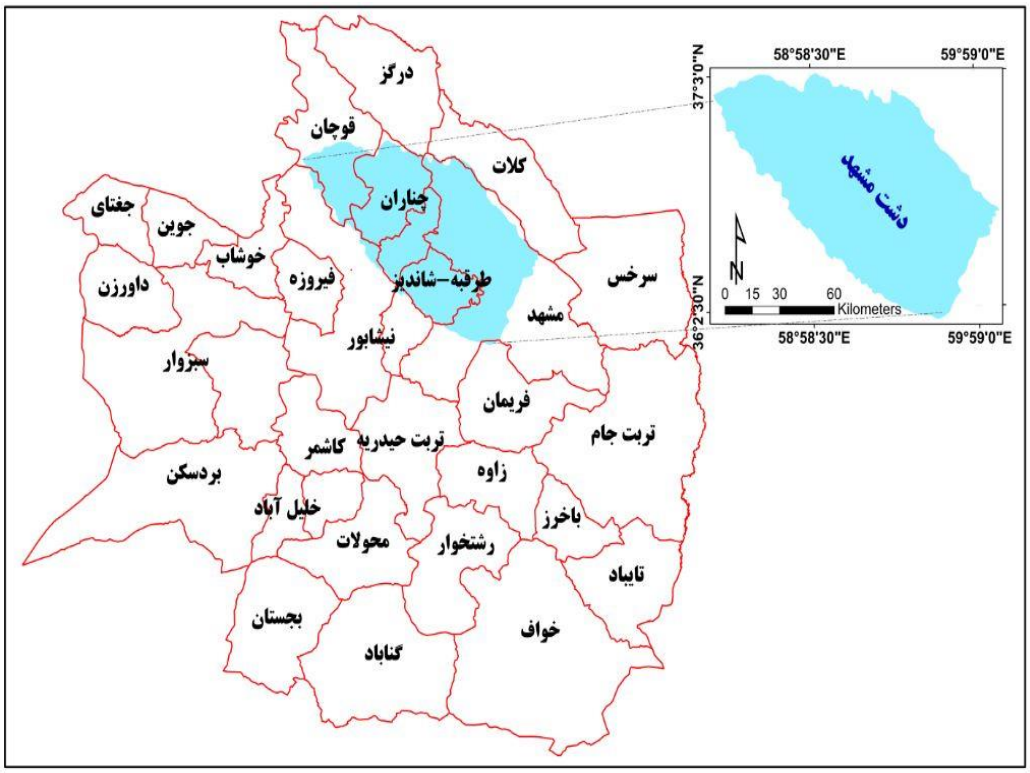
منطقه موردمطالعه

در این مطالعه به بررسی عوامل مؤثر بر آب‌دهی قنوات دشت مشهد-چناران بر اساس نظر کارشناسان پرداخته شد. دشت مشهد با وسعت ۹۹۰۹۱۴ هکتار در دره‌ای نسبتاً عمیق در شمال استان خراسان رضوی واقع شده و قسمتی از

[1] Analytic Hierarchy Process

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-06]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.4.5.0]

حوزه آبخیز بزرگ قره‌قوم است. دشت مشهد شامل بخشی از شهرستان مشهد، طرقبه-شاندیز، چناران و بخشی از جنوب قوچان است. دشت مشهد از نظر مختصات جغرافیایی در محدوده طول‌های "۲۳´۲۲˚۵۸ الی "۵۸´۶˚۶۰ شرقی و عرض‌های "۰´۵۸˚۳۵ الی "۲۷´۳˚۳۷ شمالی واقع شده است و از شمال به خط‌الرأس ارتفاعات هزار مسجد، و از جنوب به خط‌الرأس ارتفاعات بینالود، از شرق به حوزه آبخیز جام رود و دشت نریمانی، از غرب به حوزه آبخیز رودخانه اترک محدود می‌شود. رودخانه معروف این دشت، کشف رود است که از شمال شهر مشهد می‌گذرد. در این دشت بالغبر ۱۰۸۶ رشته قنات ثبت‌شده وجود دارد (صالحی، ۱۳۹۶).



شکل (۱): موقعیت دشت مشهد-چناران

روش تحقیق

بررسی پارامترهای اصلی مؤثر بر آب‌دهی قنات

موضوع قنات به‌عنوان یک پدیده فیزیکی و عینی که قابل مشاهده است، به‌دلیل ساختار اجرایی و نیز نقش اجتماعی آن در هر منطقه، از پیچیدگی‌های چندوجهی برخوردار است. در واقع سؤال این است که چه عواملی بر میزان آب‌دهی قنات تأثیر مثبت یا منفی دارد. با این وصف لازم است پارامترهای مشخص در این زمینه بیان شود. به‌طور کلی پارامترهای مؤثر بر آب‌دهی قنات را می‌توان به دو دسته کلی عوامل کمی یا فیزیکی و عوامل کیفی یا انسانی تقسیم‌بندی کرد.

بررسی متغیرهای فیزیکی مؤثر بر قنات

در یک قنات سه دسته پارامتر فیزیکی بر آب‌دهی قنات مؤثر است. این موارد عبارت‌اند از: خصوصیات حوضه آبریز بالادست، خصوصیات فیزیکی آبخوان، خصوصیات هندسی قنات.

بررسی خصوصیات حوضه آبخیز بالادست بر آب‌دهی قنات

در رابطه با پارامترهای مؤثر در حوضه آبخیز در بالادست، موضوعاتی نظیر فیزیوگرافی و اقلیم حوضه، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی حوضه، پوشش گیاهی و کاربری اراضی بر میزان آب‌دهی می‌تواند مؤثر باشد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-06]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.4.5.0]

بررسی خصوصیات فیزیکی آبخوان بر آب‌دهی قنات

امکان تشکیل یک آبخوان زیرزمینی و قابلیت آب‌دهی آن به خصوصیات فیزیکی و سنگ‌شناسی محیط‌های متخلخل بستگی دارد. لذا بررسی و مطالعه خصوصیات سنگ‌ها و منافذ موجود در آن‌ها در مطالعه آب‌های زیرزمینی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. از جمله مهم‌ترین خصوصیات آبخوان که بر آب‌دهی قنات مؤثر است می‌توان به بافت مواد تحکیم‌نیافته، تخلخل، نسبت پوکی، درجه اشباع، نگه‌داشت ویژه و آب‌دهی ویژه، ضریب قابلیت انتقال و ضریب ذخیره اشاره نمود.

بررسی خصوصیات هندسی قنات بر آب‌دهی قنات

از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آب‌دهی قنات خصوصیات هندسی و مشخصات ساختمانی قنات است که لازم است نقش تمامی این مشخصات بر آب‌دهی قنات بررسی شود. از جمله مهم‌ترین مشخصات هندسی قنات می‌توان به مظهر، کانال و مجرا، خشکِ کار (خشکان، خشکون)، تره‌کار (ترون)، میله قنات، طوقه ـ دوری و مادر چاه اشاره کرد.

متغیرهای انسانی مؤثر بر آب‌دهی قنات

نقش عوامل انسانی مربوط به حفر، مالکیت، بهره‌برداری، مرمت و احیاء قنات و از همه مهم‌تر تأثیر عوامل انسانی بر خشک و کم آب شدن قنوات از طریق حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق و عدم لایروبی، قابل بحث و بررسی است. انواع مالکیت قنات، انواع نظام‌های بهره‌برداری از قنات و مسائل مربوط به احیاء و مرمت قنات و نقش هر کدام از آن‌ها بر عملکرد قنات از جمله عوامل انسانی مؤثر بر آب‌دهی قنات است.

اولویت‌بندی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مؤثر بر آب‌دهی قنات با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

در این پژوهش پس از شناسایی و مطالعه پارامترهای تأثیرگذار بر آب‌دهی قنات به‌منظور تعیین ارجحیت عوامل مختلف بر آب‌دهی قنات و تبدیل آن‌ها به مقادیر کمی از قضاوت‌های شفاهی (نظر کارشناسی) بر مبنای مقایسات زوجی در روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. انجام روش تحلیل سلسله مراتبی شامل: تشکیل ماتریس جفتی پارامترها، تعیین وزن پارامترها و آزمایش پایندگی وزن پارامترهاست. برای این منظور از شاخص پایندگی (CR) استفاده شد. این نسبت در صورت کوچک‌تر بودن از ۰/۱ دلالت بر سطح قابل‌قبول پایندگی دارد (دسترنج و نور، ۱۴۰۰). به‌طوری‌که تصمیم‌گیرنده (کارشناس) ارجحیت یک عامل را نسبت به عامل دیگر در نظر گرفته و این قضاوت‌ها را به مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ تبدیل نموده است. سپس به‌منظور انجام روش تحلیل سلسله مراتبی، انجام مقایسات زوجی و برای محاسبه شاخص ناسازگاری نتایج حاصل از نظر کارشناسان به نرم‌افزار Expert Choice وارد شد و وزن هریک از پارامترها و زیرپارامترها بر آب‌دهی قنات تعیین شد.

نتایج

موضوع قنات به‌عنوان یک پدیده فیزیکی و عینی که قابل‌مشاهده است، به‌دلیل ساختار اجرایی و نیز نقش اجتماعی آن در هر منطقه، از پیچیدگی‌های چندوجهی برخوردار است. موضوع قنات صرفاً یک سازه هیدرولیکی و یا کشاورزی نیست که بتوان صرفاً بر اساس مفاهیم موجود در منابع مرتبط به تحلیل و یا پیش‌بینی آن پرداخت. در این بخش لازم است ابتدا عوامل مؤثر بر پدیده قنات از جوانب مختلف مشخص شود و سپس در خصوص تأثیر این عوامل بر پدیده قنات ارزیابی لازم انجام گیرد. در واقع سؤال این است که چه عواملی بر میزان آب‌دهی قنات تأثیر مثبت یا منفی دارند؟ همان‌طور که اشاره شد، پدیده قنات یک پدیده فیزیکی صرف نیست. عوامل اجتماعی و اقتصادی متعددی بر میزان آب‌دهی هر قنات مؤثر است. به‌عنوان‌مثال با توجه به قدمت قنات‌های موجود در کشور که بعضاً دارای عمری چند صدساله هستند، شیوه نگهداری و مدیریت قنات‌ها بر میزان آب‌دهی آن‌ها تأثیر دارد. قناتی که قرن‌ها در یک منطقه فعال بوده است، قطعاً به‌طور مستمر توسط متولیان آن مورد بازرسی، مرمت و توسعه قرارگرفته و توانسته همواره فعال بوده و هم‌چنان در منطقه نقش پویا ایفا کند. عامل دیگر در خصوص میزان آب‌دهی شرایط اقلیمی و تغییرات میزان بارندگی و یا الگوی بارش در حوضه آبریز مشرف‌به قنات است که موجب تغییرات دبی و یا حتی خشک

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-06]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.4.5.0]

شدن برخی قنوات می‌شود. به‌طور کلی پارامترهای مؤثر بر آب‌دهی قنات را می‌توان به دو دسته کلی عوامل کمی یا فیزیکی و عوامل کیفی یا انسانی تقسیم نمود. در یک قنات سه پارامتر اصلی فیزیکی شامل خصوصیات حوزه آبخیز بالادست، مشخصات آبخوانی که قنات در آن ایجاد شده و خصوصیات هندسی قنات، بر آب‌دهی قنات مؤثر است. در رابطه با پارامترهای مؤثر در حوزه آبخیز در بالادست، پارامترهای مساحت حوضه، طول آبراهه‌های حوضه، شیب حوضه، پوشش گیاهی، کاربری اراضی از جمله مهم‌ترین پارامترهایی هستند که مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به حفر قنات در لایه‌های آبرفتی که آبخوان را تشکیل می‌دهند، وضعیت خصوصیات آبخوان از نظر ویژگی‌های آبرفت، ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان و نیز وضعیت سفره آبخوان از نظر آزاد و یا تحت‌فشار بودن، عمق سطح ایستابی، ضخامت لایه اشباع، عمق سنگ‌بستر، شیب سطح ایستابی، ضرایب هیدرودینامیکی آبخوان شامل پارامترهای ضریب آبگذری (K)، قابلیت انتقال (T) و ضریب ذخیره، تخلخل و پوکی آبرفت، لایه اشباع، بافت خاک و قطر متوسط ذرات، ساختمان خاک و تراکم خاک نقش مهمی در آب‌دهی قنات خواهند داشت. پارامترهای بعدی که در آب‌دهی قنات مؤثر هستند مجموعه خصوصیات هندسی قنات شامل، طول کوره در بخش‌های خشکِ کار و تره کار، شیب طولی کوره قنات، ابعاد هندسی مقطع کوره، تعداد میله‌ها در بخش تره‌کار و وضعیت مادر چاه قنات که از پارامترهای هندسی مؤثر بر آب‌دهی قنات خواهند بود.

عوامل انسانی از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار هستند. مباحثی که مطرح می‌شود ممکن است در ابتدا دارای ارتباط مشهود بر وضعیت آبی قنات نباشد، ولی با توجه به آن‌چه در بخش‌های قبلی بیان شد عوامل انسانی نقش مهمی در میزان آب‌دهی قنات دارند. این عوامل به‌دلیل ساختار اجتماعی و جایگاه ویژه قنات در جوامع بهره‌بردار به نحوی مؤثر است که برخی محققان قنات را منشأ تثبیت تمدن و اجتماعات انسانی در مناطق دانسته‌اند. در واقع سه پارامتر مالکیت، نظام بهره‌برداری و احیاء و مرمت قنات از جمله مهم‌ترین پارامترهای انسانی مؤثر بر آب‌دهی قنات هستند. انواع مالکیت قنات به‌دلیل نوع مواجهه با حفاری، بهره‌برداری و نگهداری قنات بر میزان آب‌دهی مؤثر است. اولین موضوع در این خصوص، در مرحله حفاری خواهد بود که مالکیت در نقش تأمین‌کننده هزینه‌های اجرایی، میزان سرمایه‌گذاری لازم را مشخص می‌کند. در ایران در مجموع چهار نوع مالکیت قنات وجود دارد. در مالکیت خصوصی عمدتاً توسط یک نفر یا جمع محدودی از افراد ایجاد می‌شود و معمولاً به‌دلیل نوع بهره‌برداری و اراضی پایین‌دست دارای طول کم و میزان آب‌دهی اندک هستند. این قنوات از نظر نگهداری با مشکلات کم‌تری مواجه هستند. یکی دیگر از انواع مالکیت، مالکیت عمومی است که برخی قنوات متعلق به جمع اهالی یک روستا یا بخشی از آن‌هاست که به‌صورت اشتراکی و با توجه به میزان سهم هر یک از آن افراد مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری نیز متناسب با سهم شرکا در طول سال‌های بهره‌برداری تأمین می‌شود. در مالکیت موقوفه قنوات به‌طور کلی یا سهم عمده آن موقوفه بقاع متبرکه و امور خیریه هستند. در این حالت معمولاً متولی موقوفه نقش اصلی در نگهداری قنات را داشته و هزینه‌های نگهداری را تأمین می‌کند. برخی موارد نیز در سال‌های اخیر با تغییر مالکیت قنات و بعضاً خرید قنات توسط برخی دستگاه‌های دولتی نظیر آب و فاضلاب روستایی و یا برخی صنایع مطرح شده است. این نوع مالکیت به‌دلیل تعداد اندک آن‌ها در مجموعه قنوات موجود در کشور قابل صرف‌نظر کردن هستند. نوع بهره‌برداری و نظام‌های حاکم بر قنوات نیز به‌عنوان یک شاخص انسانی در فرآیند کلی مواجهه با قنات دارای اهمیت است. البته بخش اصلی این نظام‌ها تابع نوع مالکیت است. با وجود این نظام بهره‌برداری که در هر منطقه برای قنات وجود دارد می‌تواند بر عملکرد آن مؤثر باشد. درگذشته نظام بهره‌برداری مالک و رعیتی در بسیاری از قنوات ساری بود که امروزه بیش‌تر تبدیل به‌نظام بهره‌برداری مشارکتی شامل تمام روستاییان ذینفع شده است. فعالیت‌های نوین بهره‌برداری نظیر تعاونی‌ها و یا شرکت‌های بهره‌بردار تاکنون در موضوع قنات جایگاهی نیافته است. متناسب با نوع بهره‌برداری مکانیزم‌های تقسیم آب و حقابه‌بری نیز در قنوات مختلف فرق می‌کند. به‌دلیل تغییرات شرایط سفره آب زیرزمینی و نوسانات آن و نیز تغییر در وضعیت آبگذری و نشت از پیرامون کوره قنات، میزان دبی جاری در قنات دچار تغییر می‌شود. کاهش سطح سفره آب زیرزمینی با توجه به شیب طولی کوره قنات در قسمت تره‌کار موجب کاهش آب‌دهی

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.4.5.0]

قنات خواهد شد. هم‌چنین انسداد خلل و فرج محیط پیرامون قنات و ترسیب گچ و آهک در منافذ بخش تره‌کار نیز موجب کاهش دبی قنات می‌شود. موضوع احیا و مرمت و انجام فعالیت‌های به‌سازی قنات نقش مهمی در بهبود آب‌دهی قنات دارد. از گذشته موضوع پیش‌کارکنی که در واقع افزایش طول قسمت تره‌کار است و جبران‌کننده افت سطح آب زیرزمینی را می‌کند، و نیز لایروبی و یا تُرُس‌کنی (حذف رسوبات آهکی) در جهت افزایش آب‌دهی قنات با حفظ میزان آن انجام می‌شود.

نتایج وزن‌دهی به شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها به کمک تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

با توجه به روش تحقیق و به‌منظور بهره‌گیری از نظر کارشناسان در خصوص عوامل مؤثر بر آب‌دهی قنات نظرات کارشناسان متخصص و مرتبط به مباحث آب زیرزمینی و قنات در قالب پرسشنامه جمع‌آوری شد. در ادامه پس از تکمیل پرسش‌نامه‌ها از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) با استفاده از نرم‌افزار Expert choice به‌منظور اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر آب‌دهی قنات استفاده شد مقادیر نمایه‌های نسبت سازگاری و وزن نرمال شده محاسباتی شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها محاسبه شد. نتایج حاصل از اولویت‌بندی پارامترهای مؤثر بر آب‌دهی قنات در جدول (۱) نشان داده شده است. بر اساس نتایج در بین پارامترهای اصلی مؤثر بر آب‌دهی قنات، پارامترهای فیزیکی با وزن ۰/۵۴۵ دارای وزن بیش‌تری در آب‌دهی قنات نسبت به پارامترهای انسانی است. هم‌چنین در بین شاخص‌های انسانی مؤثر بر آب‌دهی قنات پارامتر مالکیت با وزن ۰/۵۳۹ دارای بیش‌ترین اهمیت در آب‌دهی قنات است. در بین شاخص‌های مربوط به پارامتر مالکیت، نظام بهره‌برداری به‌ترتیب زیرشاخص مالکیت خصوصی با وزن ۰/۵۷۹ و نظام بهره‌برداری سنتی با وزن ۰/۵۷۴ دارای بیش‌ترین وزن در آب‌دهی قنات است.

بر اساس نتایج اولویت‌بندی پارامترهای فیزیکی مؤثر بر آب‌دهی قنات پارامترهای مربوط به خصوصیات آبخوان با وزن ۰/۴۹۷ دارای بیش‌ترین اهمیت در آب‌دهی قنات هستند. هم‌چنین در بین زیرشاخص‌های مربوط به حوزه آبخیز بالادست، زیرشاخص‌های هیدرولوژی، زمین‌شناسی و خاک‌شناسی با وزن‌های ۰/۲۱۱، ۰/۱۹۵ و ۰/۱۵۰ دارای بیش‌ترین اهمیت هستند. بر اساس نتایج اولویت‌بندی زیرشاخص‌های آبخوان مؤثر بر آب‌دهی قنات شاخص‌های هیدرودینامیک، بافت خاک و تخلخل با وزن‌های ۰/۱۶۲، ۰/۱۴۹ و ۰/۱۳۴ بیش‌ترین اهمیت را دارند. علاوه بر این، اولویت‌بندی زیرشاخص‌های مشخصات هندسی قنات نشان داد که زیرشاخص‌های طول تره کار و اقدامات حفاظتی با وزن‌های ۰/۲۳۷ و ۰/۱۳۵ دارای بیش‌ترین اهمیت در آب‌دهی قنات هستند.

جدول (۱): ارزش نسبی متغیرهای مؤثر بر آب‌دهی قنات با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

متغیر	پارامتر	ارزش	نرخ ناسازگاری
متغیرهای اصلی	عوامل فیزیکی	۰/۵۴۵	۰/۰۰
	عوامل انسانی	۰/۴۵۵	
عوامل انسانی	مالکیت قنات	۰/۵۳۹	
	نظام بهره‌برداری	۰/۱۵۴	۰/۰۵
	احیاء و مرمت قنات	۰/۳۰۷	
مالکیت قنات	مالکیت خصوصی	۰/۵۷۹	۰/۰۴
	مالکیت عمومی	۰/۱۴۸	
	مالکیت موقوفه	۰/۱۹۸	
	مالکیت جدید	۰/۰۷۵	
نظام بهره‌برداری	سنتی (مالک-رعیتی)	۰/۵۷۴	۰/۰۷
	مشارکتی	۰/۲۷۹	
	تعاونی	۰/۱۴۶	
عوامل فیزیکی	حوزه آبخیز بالادست	۰/۲۸۶	۰/۰۴
	خصوصیات آبخوان	۰/۴۹۷	
	خصوصیات هندسی قنات	۰/۲۱۸	

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-06]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.4.5.0]

ادامه جدول (۱): ارزش نسبی متغیرهای مؤثر بر آب‌دهی قنات با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

متغیر	پارامتر	ارزش	نرخ ناسازگاری
حوزه آبخیز بالادست	هیدرولوژی	۰/۲۱۱	۰/۰۵
	زمین‌شناسی	۰/۱۹۵	
	توپوگرافی	۰/۰۹۹	
	خاکشناسی	۰/۱۵۰	
	پوشش گیاهی	۰/۱۲۷	
	کاربری اراضی	۰/۰۷۲	
	طول آبراهه اصلی	۰/۰۸۱	
	مساحت حوزه بالادست	۰/۰۶۵	
خصوصیات آبخوان	بافت	۰/۱۴۹	۰/۰۳
	تخلخل	۰/۱۳۴	
	ذخیره ویژه	۰/۰۷۹	
	نسبت پوکی	۰/۰۹۰	
	آب‌دهی ویژه	۰/۱۱۹	
	درجه اشباع	۰/۱۰۳	
	شاخص‌های هیدرودینامیک آبخوان	۰/۱۶۲	
	سطح ایستابی	۰/۰۵۴	
	ضخامت لایه اشباع	۰/۰۴۵	
	شیب سطح ایستابی	۰/۰۶۵	
مشخصات هندسی قنات	طول تره‌کار	۰/۲۳۷	۰/۰۴
	طول خشکه‌کار	۰/۰۶۲	
	تعداد میله	۰/۰۵۴	
	عمق مادر چاه	۰/۱۲۳	
	شیب کوره قنات	۰/۰۸۱	
	سطح مقطع قنات	۰/۰۸۵	
	فعالیت‌های حفاظتی	۰/۱۳۵	
	سن قنات	۰/۰۹۶	
	زمان مرمت و احیاء	۰/۱۲۷	

نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های امروز در بسیاری از کشورهای جهان به‌ویژه کشورهای خاورمیانه تأمین آب در راستای تداوم توسعه پایدار است. در مناطق خشک و دور از رودخانه‌ها و دریاچه‌های آب شیرین غالباً تنها راه تأمین آب برای مصارف مختلف استفاده از منابع آب زیرزمینی است. قنات از پیچیده‌ترین و شگفت‌انگیزترین ابداعات تاریخ بشری است که برای رفع حیاتی‌ترین نیازهای جوامع بشری یعنی تأمین آب در مناطق کم‌آب و یا بی‌آب به وجود آمده است. از دیدگاه منابع آب، قنات با ایجاد تعادل در عرضه و تقاضای آب یک شیوه بهره‌برداری منطقی از منابع آب محسوب می‌شود. تعداد زیاد قنات‌های موجود و پراکنش مناسب آن‌ها در مناطق خشک و کویری کشور از نظر اقتصادی یک سرمایه بزرگ بوده و برای مدیریت منابع آب یک فرصت محسوب می‌شود تا از این طریق بتوان با مرمت، بازسازی، تغذیه و تلفیق آن با سایر روش‌های استحصال آب در تأمین مطمئن و پایدار نیازهای آبی در مناطق خشک کشور گامی مؤثر برداشت و تنش‌های کم‌آبی موجود را مدیریت کرد. بررسی منابع و مقالات موجود نشان می‌دهد که عمده مباحث علمی پیرامون قنات بر جنبه‌های تاریخی، سازه‌ای، هیدرولیکی و اجتماعی متمرکز بوده است. در زمینه بررسی عوامل

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-06]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.4.5.0]

مؤثر بر آب‌دهی قنات مطالعه‌ای صورت نگرفته است. لذا این مطالعه به بررسی عوامل مؤثر بر آب‌دهی قنات با استفاده از نظر کارشناسان در قالب طراحی پرسشنامه و به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انجام‌گرفته است.

نتایج حاصل از اولویت‌بندی پارامترهای اصلی بر آب‌دهی قنات بر اساس نظرات کارشناسی نشان داد که پارامترهای فیزیکی دارای ارزش بیش‌تری در آب‌دهی قنات نسبت به پارامترهای انسانی است. در واقع پارامترهای نظیر مشخصات حوزه آبخیز بالادست، مشخصات آبخوانی که قنات در آن حفر شده است و مشخصات هندسی قنات در آب‌دهی قنات دارای اهمیت بالایی هستند. این به این معنی نیست که فعالیت‌های انسانی نظیر نوع مالکیت و اقدامات احیاء و مرمت قنات بی‌اهمیت است، بلکه منظور این است که وزن پارامترهای فیزیکی نسبت به پارامترهای انسانی بیش‌تر است. در واقع پارامترهای انسانی یک عامل ثانویه در آب‌دهی قنات هست که بعد از حفر قنات از اهمیت بسیاری برخوردار است.

از جمله مهم‌ترین پارامترهای انسانی مؤثر بر آب‌دهی قنات شامل مالکیت قنات، نظام بهره‌برداری و احیاء و مرمت قنات بودند. نتایج روش AHP نشان داد که پارامتر مالکیت دارای بیش‌ترین اهمیت در آب‌دهی قنات است. در ایران چهار نوع مالکیت قنات شامل مالکیت عمومی، خصوصی، موقوفه و جدید در زمینه مالکیت قنات مطرح است. نتایج وزن‌دهی به این زیرشاخص های مالکیت نشان داد که زیرشاخص مالکیت خصوصی دارای بیش‌ترین ارزش در آب‌دهی قنات است. انواع مالکیت قنات به‌دلیل نوع مواجهه با موضوع حفاری، بهره‌برداری و نگهداری قنات بر میزان آب‌دهی مؤثر است. مالکیت در نقش تأمین‌کننده هزینه‌های اجرایی، میزان سرمایه‌گذاری لازم برای حفاری، میزان بهره‌برداری آب قنات و انجام اقدامات لازم به‌منظور نگهداری قنات نقش خود را ایفا می‌کند. طبعاً هر چه میزان سرمایه اولیه در مرحله حفر قنات بیش‌تر باشد، امکان حفاری در مسیرهای طولانی‌تر و یا اجرای شاخه‌های فرعی قنات بیش‌تر فراهم خواهد بود. در مرحله نگهداری نیز به‌دلیل این‌که در طول سال‌های بهره‌برداری، امکان تخریب بخش‌هایی از قنات وجود دارد و بر آب‌دهی قنات قطعاً تأثیر منفی خواهد گذاشت لذا نقش مالکیت بسیار مهم است معمولاً قنات‌هایی که دارای مالکیت خصوصی هستند به‌دلیل این‌که دارای طول کم‌تری هستند و به‌نوعی معیشت و اقتصاد مالک به قنات وابسته هست در زمینه نگهداری و مرمت قنات اقدامات بیش‌تری صورت می‌گیرد و دارای مشکلات کم‌تری از نظر نگهداری هستند. در مورد قنات‌های با مالکیت عمومی معمولاً هماهنگی‌های مرمت و بازسازی این نوع قنوات قدری مشکل است و به همین دلیل فعالیت‌هایی نظیر لایروبی و پیشکارکنی، هر چند سال یک‌بار انجام می‌شود. قنات‌های موقوفه نیز در بخش لایروبی و یا فعالیت‌های توسعه‌ای و مرمت با محدودیت‌هایی همراه هستند. در رابطه با نظام بهره‌برداری سه نوع نظام بهره‌برداری شامل سنتی، مشارکتی و تعاونی در رابطه با قنات وجود دارد. نتایج حاصل از اولویت‌بندی زیرشاخص‌های این پارامتر نظام بهره‌برداری سنتی دارای اهمیت بیش‌تری است. بخش اصلی این نظام‌ها تابع نوع مالکیت است. با وجود این، نظام بهره‌برداری که در هر منطقه برای قنات وجود دارد می‌تواند بر عملکرد آن مؤثر باشد.

در خصوص پارامترهای فیزیکی مؤثر بر آب‌دهی قنات سه پارامتر اصلی فیزیکی شامل خصوصیات حوزه آبخیز بالادست، خصوصیات آبخوان و خصوصیات هندسی قنات بر آب‌دهی آن مؤثر است. بر اساس نتایج اولویت‌بندی پارامترهای فیزیکی مؤثر بر آب‌دهی قنات پارامترهای مربوط به خصوصیات آبخوان با وزن دارای بیش‌ترین اهمیت در آب‌دهی قنات هستند. مهم‌ترین پارامترهای آبخوان که مورد بررسی قرار گرفتند شامل بافت خاک، تخلخل، نگهداشت ویژه، نسبت پوکی، آب‌دهی ویژه، درجه اشباع، شاخص‌های هیدرودینامیک، سطح ایستابی، ضخامت لایه اشباع و شیب سطح ایستابی هستند. بر اساس نتایج اولویت‌بندی زیرشاخص‌های آبخوان مؤثر بر آب‌دهی قنات زیرشاخص‌های شاخص‌های هیدرودینامیک، بافت خاک و تخلخل دارای بیش‌ترین اهمیت در آب‌دهی قنات هستند.

در رابطه با پارامترهای مؤثر حوزه آبخیز بالادست در آب‌دهی قنات پارامترهای هیدرولوژیکی، زمین‌شناسی، توپوگرافی، خاکشناسی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، طول آبراهه اصلی و مساحت حوزه آبخیز بالادست مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج اولویت‌بندی زیرشاخص‌های حوزه آبخیز بالادست مؤثر بر آب‌دهی قنات زیرشاخص‌های هیدرولوژی، زمین‌شناسی و خاک‌شناسی دارای بیش‌ترین اهمیت در آب‌دهی قنات هستند. عوامل هیدرولوژیکی حوزه

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.4.5.0]

آبخیز بالادست نظیر عوامل اقلیمی، آبراهه‌ها و تراکم آبراهه‌ها نقش بسیار مهمی بر آب‌دهی قنات دارند. نقش عوامل اقلیمی از جمله میزان بارش، نوع بارش و خشک‌سالی‌ها قطعاً در میزان آب زیرزمینی نقش به‌سزایی دارد. خشک‌سالی و کمبود بارش باعث افت منابع آب زیرزمینی و میزان ذخیره آبخوان شده که به طبع آن آب‌دهی قنوات کاهش می‌یابد. نقش سازندهای زمین‌شناسی هم از نظر کمیت و هم از نظر کیفیت دارای اهمیت است. نوع و جنس سازندهای زمین‌شناسی، ضخامت سازندهای زمین‌شناسی، درزه و گسل‌ها و نوع رسوبات درشت‌دانه یا ریزدانه در میزان نفوذ و نگهداشت آبخوان تأثیر به‌سزایی دارد که به طبع خود بر آب‌دهی قنات مؤثر است.

منابع

۱. بوزرجمهری، خ. و س. س. خاتمی (۱۳۹۷) بازشناسی قنات، راهگشای توسعه پایدار در "تمدن کاریزی"، مطالعه موردی: قنات زارچ، استان یزد. آب و توسعه پایدار. ۵(۱): ۱۳۵-۱۲۳.

۲. پاپلی یزدی، م. ح. و ف. وثوقی (۱۳۹۸) تحلیل فرهنگی دانش بومی در زنجیره ابزار قنات. دو دانش‌های بومی ایران، ۶(۱۲)،۴۰-۹.

۳. دسترنج، ع. و ح. نور (۱۴۰۰) ارزیابی مقایسه‌ای حساسیت به زمین‌لغزش با استفاده از روش‌های منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۲(۳): ۸۱-۶۲.

۴. سلطانی محمدی، م. (۱۳۹۶) مطالعه تاثیرات قنات بر ساختار کالبدی بافت محمدیه نایین، معماری اقلیم گرم و خشک، ۵(۶)، ۹۷-۱۱۵.

۵. شیخی، د. و م. پازکی (۱۴۰۰) بررسی کارکردهای اجتماعی قنات در نواحی روستایی با تاکید بر شاخص‌های سرمایه اجتماعی (مورد مطالعه: شهرستان همدان)، پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، ۲(۳): ۵۹-۷۳.

۶. شیخی، د. و م. پازکی (۱۴۰۰) بررسی کارکردهای اجتماعی قنات در نواحی روستایی با تاکید بر شاخص‌های سرمایه اجتماعی (مورد مطالعه: شهرستان همدان)، پژوهش‌های جغرافیای اقتصادی، ۲(۳): ۷۳-۵۹.

۷. صالحی، ح. (۱۳۹۶) ارزیابی خصوصیات هیدروژئولوژیکی و هیدروژئوشیمیایی قنات‌های دشت مشهد-چناران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده علوم زمین.

۸. صفایی، ف.، م. شجاعی و ف. یزدی (۱۴۰۰) باستان‌شناسی سازه‌های آبی با محوریت قنات‌های خراسان، باستان‌شناسی ایران، ۱۱(۱): ۶۹-۸۰.

۹. طباطبایی، س. م. و ح. خزیمه‌نژاد (۱۳۹۷) ارزیابی روش‌های حفاظتی و افزایش آبدهی قنات‌ها در ایران، آبخوان و قنات، ۲(۱): ۱۷-۲۸.

۱۰. طباطبایی، س. م. و ح. خزیمه‌نژاد (۱۳۹۸) بررسی اثر دانش بومی قنات بر ابعاد توسعه پایدار، سامانه‌های سطوح آبگیر باران، ۷(۱): ۳۱-۴۴.

۱۱. عسگری، م.، م. جوانمیری پور، ل. خاکی‌پور، و. اعتماد و م. عسگری (۱۴۰۱) بررسی روشهای مدیریت سنتی تامین آب در مناطق خشک و نیمه خشک مرکزی ایران؛ مطالعه ی موردی: شهر رباطکریم، مطالعات محیط زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار، ۶(۱۹): ۱۶-۳۲.

۱۲. گویا، ف.، ح. خزیمه نژاد، م. یعقوب‌زاده و م. امیرآبادی زاده (۱۴۰۰) اثر تغییر اقلیم بر آبدهی ۳ قنات شاخص شهرستان خوسف، آبخوان و قنات، ۳(۱): ۵۲-۶۵.

۱۳. میرانی مقدم، ح.، غ. کرمی و ر. باقری (۱۳۹۸) ارزیابی هیدروژئولوژیکی قنات‌های دشت گناباد، هیدروژئولوژی، ۴(۲): ۳۴-۴۷.

۱۴. نادری، ن. و ف. عباسی (۱۳۹۶) بررسی وضعیت قنوات و آبیاری در اراضی کشاورزی مربوط به آن‌ها در استان سمنان. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۱(۳): ۴۱۳-۴۲۴.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-06]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.4.5.0]

۱۵. نژاد ابراهیمی، ا.، م. ع. کی نژاد و م. ج. حیدری (۱۴۰۰) تحلیلی بر نقش قنات سرچشمه در تحولات ساختار فضایی شهر زنجان در عصر قاجار، آمایش جغرافیایی فضا، ۱۱(۴۰): ۱۱۸-۱۰۴.
۱۶. ویسی، ه. (۱۴۰۰) بحران آب در فلات مرکزی و ضرورت‌های توجه به سرمایه دانش بومی قنات در ایران، جغرافیا، ۱۸(۶۷): ۱۰۴-۱۱۶.

Investigating the factors affecting the Qanat discharge as a method for sustainable harvesting water from underground water resources

Ali Dastranj[1*], Hosain Rajaei[1]
1. Soil Conservation and Watershed Management Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhhad, Iran.
Received: 2022/12
Accepted: 2023/01

Abstract

Qanat is a technique for obtaining water and transferring it for various uses. Due to the widespread arid and semi-arid areas in Iran, Qanat is the most sustainable method to obtain underground water. Considering the role of the Qanat in providing water to dry areas in the current situation of the country, where the issue of water shortage and water resources management is very important. Due to the importance of the Qanat in supplying water to dry areas in the country, the issue of water shortage and water resource management is very important knowing and studying the Qanat is very important and necessary. The purpose of the present study is to investigate and prioritize the most important physical and human parameters affecting Qanat discharge using the Analytical Hierarchy Method (AHP) according to the opinion of experts in the Mashhad-Chenaran plain. In this regard, firstly, the factors affecting Qanat were identified and studied by reviewing the sources and using the opinions of experts specializing in the field of Qanat and underground water. Then, using the hierarchical analysis method in the Expert Choice software environment, the weight and importance of each of the different parameters were determined. The results of parameter prioritization using the hierarchical analysis method showed that physical parameters with a weight of 0.545 have more value in Qanat discharge than human parameters. Also, based on the results of the prioritization of the physical parameters effective on Qanat discharge, the parameters related to the characteristics of the aquifer with a weight of 0.497 have the most importance in Qanat discharge. Also, according to the results obtained for the prioritization of human indicators, the ownership parameter with a weight of 0.539 has the most importance in Qanat discharge.
Keywords: Underground water, Qanat, harvesting water, AHP.

* Corresponding author: Dastranj66@gmail.com

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-10-06]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1401.10.4.5.0]