

آب در استان کرمان برای نگهداری و بهره‌وری آب به قدمت ۳۰۰۰ سال هم می‌رسد که از آن جمله استخر حسین‌آباد، استخر دیوونی می‌باشد که ثبت میراث فرهنگی هم شده است.

واژه‌های کلیدی: استان کرمان، استخر، ذخیره آب، قنات.

## مقدمه

یکی از عوامل مهم و اساسی توسعه در هر منطقه فراهم بودن منابع آب مناسب می‌باشد [۱ و ۱۳]. در سال‌های اخیر نیز نیاز روزافزون برای ذخیره آب سطحی جهت بهره‌وری هر چه بیش‌تر آب در اکثر شهرها و کشورهای دنیا به وجود آمده است [۶ و ۱۰]. حفظ و نگهداری آب از مهم‌ترین امور یک جامعه‌ی کشاورزی باستان به شمار می‌آید. باکم شدن تدریجی آب، پیشینیان ما، به فعالیت‌های نوآورانه جهت تأمین و حفظ آب در حوضه کشاورزی پرداختند. استان کرمان جز مناطق خشک و کویری محسوب می‌شود، ولی آثار و نشانه‌هایی از دیرباز از تمدن آبی در آن مشاهده می‌شود که برای تهیه و نگهداری آب در منطقه‌ی کویری تلاش و همت زیادی می‌طلبید. ساخت قنات‌ها، آب‌انبارها، یخدان‌ها، استخرها، بندهای نگهداری آب، آبیاری باستانی مارز قلعه گنج و غیره گویای این اراده است. مردم به تجربه و با تکیه بر فنونی به‌ظاهر ساده با استفاده از مصالح سنگ و خاک علاوه بر تولید محصولات کشاورزی توانسته‌اند آب‌و‌خاک را حفظ کنند و از فرسایش آبی، بادی، خطرات سیل و خشک‌سالی بکاهدند. استفاده از دانش بومی به دلیل آشنایی مردم و سازگاری بیش‌تر با منطقه می‌تواند مؤثر باشد. فناوری بومی هر جامعه‌ای بخشی از سرمایه ملی آن جامعه است که حاصل تجارب و آزمون‌وخطاهای چند هزارساله یک جامعه با محیط‌زیست خود می‌باشد [۹]. با رشد جمعیت و هم‌چنین افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی و گسترش صنعت و کشاورزی میزان بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی به‌عنوان مهم‌ترین تأمین‌کننده آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌طور چشمگیری افزایش یافته است [۲]. در آینده‌ای نزدیک رفاه و آسایش جمعیت دنیا به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای به بهره‌برداری بهینه و پایدار منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی بستگی خواهد داشت [۴ و ۱۱]. استان کرمان پهناورترین استان ایران است که به دلیل کمبود نزولات جوی، با متوسط بارندگی ۱۳۰ میلی‌متر و بالا بودن میزان تبخیر در ردیف استان‌های خشک کشور قرار دارد؛ اما به دلیل موقعیت استراتژیکی

بررسی عملکرد برخی روش‌های سنتی تأمین و ذخیره آب در مناطق کویری (مطالعه موردی: استان کرمان)

نجمه حاج سید علیخانی<sup>۱\*</sup>، حمزه سعیدیان<sup>۲</sup> و خیرالله نوروزی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۶

DOI: WMJI.2024.2032094.1074/10.22034

## چکیده

روش‌های سنتی تأمین و ذخیره آب از قدیم‌الایام موردتوجه مردم در مناطق مختلف به‌خصوص نواحی کویری بوده است به‌طوری‌که به سازه‌هایی بااهمیت و حیاتی در این مناطق تبدیل شده‌اند. در این تحقیق به بررسی میدانی برخی روش‌های سنتی تأمین و ذخیره آب در استان کرمان پرداخته شد. در این تحقیق پژوهش‌های مطالعاتی بررسی منابع و پیشینه پژوهش در سطح جهان، کشور و استان کرمان، هم‌فکری و تبادل اطلاعات مناطق با کارشناسان خبره عرصه‌ی منابع طبیعی و آبخیزداری، تکمیل پرسشنامه از کارشناسان و بومیان منطقه، استفاده از داده‌ها و منابعی از تاریخ آب استان کرمان واقع در کتابخانه میراث فرهنگی و کرمان‌شناسی و پژوهش‌های میدانی و تکمیل پرسشنامه و بازدید، آماربرداری، تهیه مستندات فیلم، عکس و داده‌ها پرداخته شد. سپس به مشخص کردن عیوب و نقاط ضعف احتمالی روش‌های سنتی حفاظت آب و ارائه راه‌های اصلاح یا رفع آن‌ها از طریق استفاده از فنون و امکانات نوین پرداخته شد. نتایج تحقیق نشان داد که روش‌های سنتی حفاظت آب در استان کرمان شامل سازه‌های بند، استخرهای ذخیره آب، دربند، کش بند، قنات و خندق‌های ذخیره آب در ارتفاعات می‌باشند که مهم‌ترین و پرکاربردترین این روش‌ها در استان کرمان، قنات و استخر می‌باشند و سازه‌های دیگر در درجه بعدی اهمیت می‌باشند. نتایج تحقیق هم‌چنین نشان داد که استخرهای ذخیره

۱- محقق بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران. Email:n.sedalikhani@areeo.ac.ir

۲- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.

۳- محقق پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

و ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض شمالی قرار دارد که پهناورترین استان از نظر وسعت است حد شمالی استان به استان‌های خراسان، یزد و حد جنوبی آن به استان هرمزگان و حد شرقی به استان سیستان و بلوچستان و حد غربی آن به فارس محدود است. استان کرمان در طیف ارتفاعی ۱۹۰ متر در دشت لوت تا ۴۴۶۵ متر از سطح دریا، در کوه هزار راین به‌عنوان چهارمین قله بلند ایران واقع شده است. متوسط باران سالانه استان ۱۳۰ میلی‌متر می‌باشد که حدود ۵۸ درصد متوسط بارش سالانه کشور و حدود ۱۹ درصد میانگین بارش کره زمین می‌باشد.



شکل ۱: مشخصات منطقه مورد مطالعه

این پروژه در دو بخش پژوهش‌های مطالعاتی بررسی منابع و پیشینه پژوهش در سطح جهان، کشور و استان کرمان، هم‌فکری و تبادل اطلاعات مناطق با کارشناسان خبره عرصه‌ی منابع طبیعی و آبخیزداری، تکمیل پرسشنامه از کارشناسان و بومیان منطقه، استفاده از داده‌ها و منابعی از تاریخ آب استان کرمان واقع در کتابخانه میراث فرهنگی و کرمان شناسی و پژوهش‌های میدان تکمیل پرسشنامه و بازدید، آماربرداری، تهیه مستندات فیلم عکس داده‌ها بررسی و ارزیابی شد. سپس به جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز از قبیل قدمت کار و اثر آن در حفاظت آب، تعیین نوع محصولات کشاورزی معمول، ترسیم کروکی، تعیین ابعاد و مشخصات هندسی سازه، تعیین نوع مصالح به‌کاررفته، تعیین روش‌های نگهداری، تعیین میزان استقبال در شرایط فعلی، تعیین نقش سازه‌های سنتی استحصال آب در تأمین آب موردنیاز، تعیین شرایط اکولوژیکی مناسب برای هر یک از روش‌های سنتی حفاظت آب، مشخص کردن عیوب و نقاط ضعف احتمالی روش‌های سنتی حفاظت آب و ارائه راه‌های اصلاح یا رفع آن‌ها از طریق استفاده از فنون و امکانات نوین تا جایی که مقدور بود، پرداخته شد. در این پژوهش روش‌هایی سنتی حفاظت از آب در استان بررسی شد و داده‌هایی از جمله بندهای خاکی با قدمت زیاد، استخرهای ذخیره آب، محاسن و معایب آن‌ها بررسی شد و راهکارهایی برای بهبود شرایط پیشنهاد گردید. میزان آب ذخیره‌شده و جنبه اقتصادی سازه بررسی شد. سازه ذخیره آب قلعه دختر، دربند سازه‌ای برای کشت دیمی نخل در مناطق مارز

مهم و مناسب برای کشت محصولات پسته، گردو، مرکبات و خرما که قسمت عمده‌ای از نیاز کشور را تأمین می‌کند، مردم را بر آن داشته که از زمان‌های گذشته در فکر تأمین و نگهداری آب باشند. تأمین آب برای کشت و کار از مهم‌ترین امور مردم این خطه است تا زمانی که آب‌های طبیعی به حد کافی در دسترس بوده چنین امری به‌سادگی انجام می‌پذیرفت ولی کمبود تدریجی آب باعث شد که ساکنان پیشین با شدت بخشیدن به فعالیت‌های خود و به کمک نوآوری در فن آبرسانی به تهیه‌ی آب برای کشاورزی بپردازند. تغییرات آب و هوایی باعث کاهش آب رودخانه‌ها و خشک شدن تدریجی بسیاری از آن‌ها شد. باکم شدن آب رودخانه‌ها ساکنین اطراف رودخانه‌ها مجبور به حرکتی کند به سوی قسمت‌های بالایی رودخانه‌ها شدند که سکونت اطراف دریاچه جازموریان و رودخانه هلیل گویای این حقیقت است. باستان شناسان قدمت مراکز اطراف دریاچه جازموریان را بیش‌تر از مراکز حاشیه هلیل رود می‌دانند. به همین ترتیب در مسیر رودخانه هلیل رود به سمت بالا، از قدمت مراکز باستانی کاسته می‌شود [۳]. در سال‌های اخیر توجه بیش‌تری به سمت بروز رسانی بعضی روش‌های سنتی پایدار و متکی بر دانش بومی و مشارکت مردمی، جلب شده است. میشر و رای [۱۲] بیان کردند که تراسبندی، ساخت دیواره‌های نگهدارنده، استخرها، ساخت و نگهداری آبرها، کشت مخلوط، کشت تناوبی، مالچ پاشی، زراعت جنگل و کودپاشی مزرعه در همه نواحی اکولوژیکی حوزه‌های آبخیز بیش‌ترین عملیات حفاظتی سنتی بودند که کشاورزان از پدرانشان یاد گرفته بودند و انجام می‌دادند. کم‌آبی و خشک‌سالی در استان کرمان به‌ویژه در حاشیه کویر لوت، باعث گسترش کویر به‌جانب غرب و حرکت تدریجی حاشیه‌نشینان به‌دوراز کویر شده که زندگی را برای ساکنان این ناحیه دشوار کرده بود. بازماندگان با آگاهی از مشکلات خود برای تهیه آب موردنیاز به شگردها و روش‌های نوین دست یافتند و برای مهار آب باران و سیلاب‌ها به کرت بندی در مسیر آن‌ها اقدام کرده و دانه‌های زراعی خود را در آنجا کاشتند. این نهایت کاری بود که هوشمندی آنان اجازه انجامش را می‌داد. باقی‌مانده کار در دست طبیعت بود، اگر باران می‌بارید آنان می‌توانستند محصول به دست آورند و به زندگی خود ادامه دهند [۳]. کاستی‌ها و نواقصی از ارزیابی‌های جدید حفاظت آب و خاک معرفی شده در کشورهای کامرون، زیمباوئه، نیجریه و آفریقای جنوبی گزارش شده است [۱۴ و ۱۵]. محققین متعددی استناد کرده‌اند که فاکتور اصلی موفقیت محدود برنامه‌های حفاظت آب و خاک به خاطر رویکرد از بالا به پایین است [۵ و ۷]. هدف تحقیق حاضر بررسی عملکرد برخی روش‌های سنتی تأمین و ذخیره آب در استان‌های کویری مانند کرمان می‌باشد که به‌نوبه خود پژوهشی ارزشمند جهت شناسایی روش‌های سنتی تأمین و ذخیره آب می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

استان کرمان با مساحت ۱۸۲۳۰۱ کیلومتر مربع، در جنوب شرقی ایران بین ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی

و قلعه گنج موردبررسی و ارزیابی قرار گرفت. از سازه‌های کش بند، نُخ بازدید به عمل آمد و برآورد هزینه و سود عملکرد سازه برای نخلستان مشخص گردید. کانال و خندق‌های نگهداری آب در تپه صوغان، تنبوشه، نقاط قوت سازه تپه صوغان موردبررسی قرار گرفت. سپس قنات گوهرریز جوپار، مدیریت توزیع و تقسیم آب قنات آن ارائه شد.

## نتایج

### شناسایی و بررسی اجمالی برخی روش‌های سنتی حفاظت آب در سطح استان کرمان

پیشینیان ما به‌رغم آداب و رسوم و اعتقاداتی که برای مواجهه نشدن با خطرات خشک‌سالی به آن‌ها متوسل می‌شدند، سعی می‌کردند با سخت‌کوشی و تدبیر بر آنچه در انتظارشان بود فائق آیند و برای رویارویی با هر نوع پدیده‌ای که یکی از ضروری‌ترین منابع اقتصادی آنان را تهدید می‌کرد آستین همت بالا می‌زدند و با استفاده از تجارب اجداد خود چاره‌اندیشی می‌کردند تا بیش‌ترین استفاده را از نزولات آسمانی داشته باشند. قنات‌ها، چاه‌ها، آب‌انبارها، یخدان‌ها، آسیاب‌های آبی، ابزارهای استخراج آب (چرخ گاوگرد، تلمبه‌های بادی، چرخ چاه) توزیع آب با گاری‌های تانکر دار، ابزارهای ذخیره آب (آب‌بند، سد، دربند، کش بند، استخر)، آبیاری کوزه‌ای، کشاورزی روی اراضی شیب‌دار با استفاده از آب قنات از جمله روش‌های سنتی برای حفظ و نگهداری آب در زمان‌های گذشته بوده که نمونه‌هایی از آن‌ها در این گزارش بیان شده است.

### بند هلاکو

یکی از راه‌های حفظ و نگهداری سنتی آب در زمان‌های گذشته توسط اجداد ما احداث بند ذخیره و نگهداری آب بوده است یکی از این آثار به‌جامانده زیبا، بند هلاکو بوده است که این بند به توصیه گوهرشاد همسر هلاکوخان مغول توسط والی کرمان ساخته شده است ولی برخی زمان تعمیر و مرمت آن را به سال ۱۲۱۱ هجری شمسی حاکم کرمان هلاکو میرزا نسبت می‌دهند.

### اهداف ساخت بند هلاکو

بند هلاکو در ۱۶ کیلومتری شهر کرمان به‌منظور حفظ و جمع‌آوری آب‌های سطحی و سپس آبیاری دشت سیدی و روستاهای مجاور و هم‌چنین گرداندن آسیاب‌های آبی منطقه ساخته شده است. نوع مصالح بند هلاکو به این صورت هست که ساختمان بند با مصالح آجر و سنگ همراه با ملات آهکی اجرا شده است. طول بند ۴۳ متر و عرض آن ۱۱ متر و ارتفاع آن ۱۰ متر است. طول دریاچه جلوی بند ۱۰۰ متر و عرض آن به‌طور متوسط ۱۰ متر است. حجم آب قابل ذخیره در مخزن حدود ۵۰۰۰۰ مترمکعب است. این بند چهار دریچه در ارتفاعات مختلف دارد که آب مخزن با توجه به نیاز تخلیه می‌شده. نوع بند وزنی و مخزنی است. از نظر ساختمانی بند در منطقه‌ای است که دو رشته‌کوه به هم نزدیک شده‌اند. از آب ذخیره‌شده در بند حدود ۱۲ روستا استفاده می‌کردند. نتیجه بازدید و

طرح پرسشنامه گویای این است که ساخت بند هلاکو تکیه بر علم مهندسی دارد به‌گونه‌ای که در احداث آن تمامی ملزومات طراحی، مکان‌یابی، شرایط محیط زیستی در نظر گرفته شده است. انتخاب محل سد از لحاظ تنگی دره و مقاومت دیواره به‌خوبی مراعات شده است. احداث پی‌بند بر روی صخره‌های طبیعی کوهستان، استفاده از مصالح رودخانه‌ای در دسترس بوده است. انتخاب آبگیر تونلی در کف بند با توجه به شرایط تکیه‌گاه‌ها و موقعیت آن، طراحی مهندسی بند را توجیه می‌کند. برای سرریز آب مازاد مخزن و عبور سیلاب‌ها، از همان صخره‌های طبیعی کوهستان استفاده شده است که روشی مناسب بوده است. همه موارد بیان شده سبب شده که بند هلاکو با بیش از ۷۰۰ سال عمر هم‌چنان به حیات ادامه دهد. متأسفانه خشک‌سالی‌ها سبب شده که این بند تاریخی و سنتی استان خالی از آب باشد.



شکل ۲: نمای بالادست بند هلاکو

### استخر ذخیره آب حسین‌آباد

حسین‌آباد از روستاهای شهرستان ماهان واقع در حوزه آبخیز ماهان نوع استخر خاکی دایره‌ای شکل که اطراف آن با چنارهای بلند سایه‌انداز تزیین شده بود که هم باعث خنک شدن هوای آن منطقه گردد و هم با سایه انداختن از تبخیر زیاد آن جلوگیری شود. قدمت نزدیک به ۱۰۰ سال دارد که شیوه ساخت آن با استفاده از نیروی کارگری بوده. اطراف آن سال‌های اخیر موزاییک و سیمان شده است که هم مراقبت شود و هم منطقه‌ای تفریحی محسوب گردد در حال حاضر نیز از این استخر بهره‌برداری می‌شود و آب قنات حسین‌آباد در آن ذخیره و نگهداری می‌شود تا برای کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. کشاورزی منطقه که از آب استخر استفاده می‌شود بیش‌تر گندم و جو است یکی از معایب آن آلوده شدن توسط احشام و آلودگی میکروبی از طریق زباله است. از آنجایی که از این استخر هنوز برای نگهداری آب استفاده می‌شود راهکارهایی برای اصلاح و بهبود شرایط نگهداری آن توصیه می‌شود.

آب جلوگیری به عمل آوریم. آهک یک ماده چسبنده می باشد. هنگامی که با خاک مخلوط شود یک شفته آهک ایجاد می کند که در مقابل نفوذ آب مقاوم است. هم چنین این ماده دارای سختی بالایی می باشد؛ بنابراین کرم ها و دیگر موجودات نمی توانند به راحتی به آن نفوذ کنند. در بالای لایه آهک، لایه ای از خاک رس قرار می گیرد. لایه خاک رس استفاده شده در بالای آهک به منظور جلوگیری از در معرض آب قرار گرفتن آهک می باشد. این کار بدین منظور صورت گرفته است که اگر لایه آهک مستقیماً در معرض آب قرار گیرد لایه آهک دچار آسیب می شود. هم چنین pH آب افزایش یافته و محیط آب قلیایی می گردد. آهک ذرات رس و دانه های درشت خاک را به خوبی به هم متصل می کند؛ که این کار سبب می شود استخر کشاورزی به خوبی آب بندی شود.



شکل ۳: استخر ذخیره آب حسین آباد

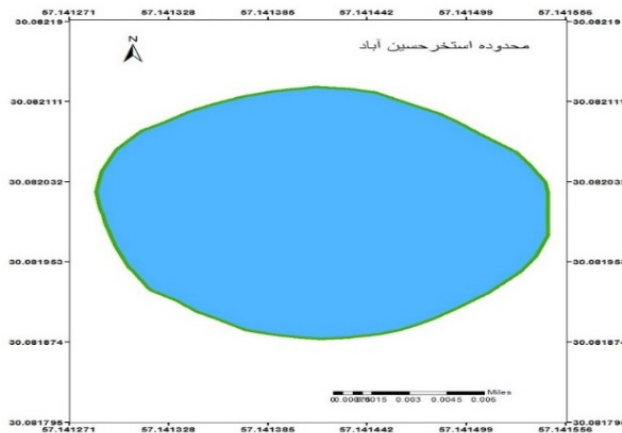
**مشکلات آب بندی با آهک:** (۱) در بعضی مواقع زمان بر می باشد. (۲) یک سطح کاملاً ایزوله یکنواخت در مقابل نشت را نمی تواند فراهم کند

**نکاتی که در عایق بندی با آهک باید مدنظر قرار گیرد:** (۱) خاک کف استخر در هنگام پاشیدن آهک باید اشباع باشد تا بتواند به خوبی آهک را هیدراته کند و باید عملیات عمل آوری آهک با حفظ رطوبت شفته آهک انجام گیرد. (۲) بعد از پایان عملیات آب بندی، بلافاصله آب اضافه نمی گردد و به آهک باید زمانی برای تکمیل گیرش فرصت داده شود. (۳) هنگام اضافه کردن آب به استخر این کار باید به آرامی صورت پذیرد. چون جریان های آشفته می تواند به لایه های آب بندی صدمه بزند. (۴) هیچ گاه نباید استخر را کاملاً خشک نگه داشت. چون خشک شدن استخر سبب ایجاد ترک های بزرگ در لایه ها می گردد که این امر سبب بروز نشت از بدنه و کف استخر می شود. پس از بروز ترک، ظرفیت نگه داشتن آب کاهش می یابد.

#### ب) استخر ذخیره آب با پوشش ژئوممبران

استخر ذخیره آب روستای حسین آباد با ظرفیت ۱۰۰۰ مترمکعب احداث شده که زمینه اشتغال حدود ۴۷ نفر از روستاییان را به صورت مستقیم و غیرمستقیم فراهم کرده است. برای جلوگیری از اتلاف آب از جنس ژئوممبران ساخته شده که برای بالا بردن کیفیت آب لوله انتقال آب به طول یک کیلومتر به این مخزن اختصاص داده شده است. این سازه نوین علی رغم سازه های سنتی تا حد زیادی از هدررفت آب جلوگیری می کند. حجم آب ذخیره شده در آن راحت تر قابل اندازه گیری است. سطح زیر کشت از طرق آبیاری از این استخر بیش تر از نمونه مشابه سنتی است.

برای محاسبه حجم استخر این منطقه ابتدا مساحت آن را محاسبه کرده و سپس حجم تقریبی آن تعیین می گردد. استخر حسین آباد دایره ای شکل است با توجه به اینکه شکل استخر دایره منظم نیست در نرم افزار GIS مساحت دقیق تر ۱۰۶۲ مترمربع محاسبه شد و حجم آب ذخیره شده استخر نیز ۲۳۶۰/۴ مترمکعب به دست آمد.



شکل ۴: محدوده استخر حسین آباد در نرم افزار GIS

#### راهکارهایی برای اصلاح شرایط موجود استخر

- (۱) مقاوم سازی خاک ریزها در برابر تخریب با سنگ و سیمان.
  - (۲) حصارکشی اطراف استخر برای جلوگیری از ورود و استفاده حیوانات از آب. (۳) نصب تابلو هشدار به جهت نریختن زباله در استخر. (۴) غیرقابل نفوذ کردن یا به حداقل رساندن نفوذ از کف برای بندهای ذخیره برای هدایت درست و صحیح آب. (۵) استفاده از جوی های سیمانی یا لوله های انتقال آب برای به حداقل رساندن رانداکان انتقال. (۶) لایه رومی و تمیز کردن کف استخر. (۷) مصرف صحیح و به اندازه آب استخر بر اساس نیاز آبی گیاه کشت شده.
- راهکارهایی برای آب بندی کردن استخرهای نگهداری و ذخیره آب**

#### الف) استفاده از آهک برای جلوگیری از نشت استخر

استفاده از آهک یک روش قدیمی می باشد. این روش یکی از ارزان ترین روش ها برای ایزولاسیون بدنه استخر می باشد. در این روش یک لایه آهک زیر لایه ای از خاک رس قرار داده می شود. عملکرد این روش قدیمی بسیار ساده می باشد. نشت آب از یک استخر هنگامی رخ می دهد که ذرات خاک درشت باشند. از این رو اگر ما بتوانیم یک لایه غیرقابل نفوذ بادوام بسازیم، می توانیم از نشت

شکل ۷: کشت منطقه از آب استخر دیوونی



شکل ۸: استخر ذخیره آب روستای کهنو از توابع ماهان قدمت آن به بیش از ۲۰۰ سال



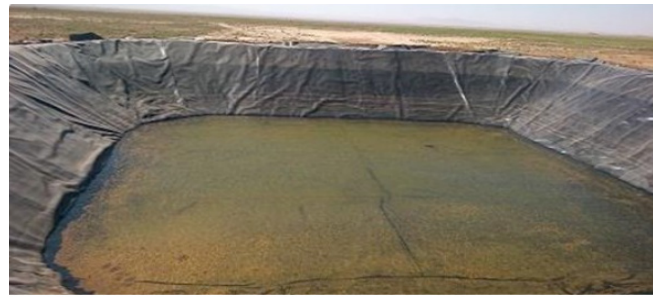
شکل ۹: استخر ذخیره آب روغنو (قدمت ۳۰۰ سال)



شکل ۱۰: استخر منطقه داغاب (قدمت آن به بیش از ۳۰۰۰ سال)

### سازه ذخیره آب قلعه دختر

در شمال شهر کرمان در مسیر جاده زرند صخره‌ای دیده می‌شود که قلعه‌ای روی آن بنا شده به نام قلعه دختر این قلعه بر صخره بنا شده است. صخره‌ای که قلعه بر فرازش ساخته شده است در حدود چهارصد متر بلندی دارد تنها راه بام صخره از تنگه باریکی است که در سایه‌انداز شمالی صخره می‌باشد. به همین مناسبت در دامنه صخره، استحکامات و دیوار و برج‌های مفصلی جهت محافظت مدخل تنگه ساخته شده است. طول دیوارهای محافظ مدخل



شکل ۵: استخر ذخیره آب با پوشش ژئوممبران سازه‌ای نوین در روستای حسین‌آباد

### استخر دیوونی

این استخر در منطقه جوپار حوزه آبخیز جوپار در ۳۰ کیلومتری شهر کرمان واقع شده است. با توجه به بازدیدهای میدانی و طرح پرسشنامه و مصاحبه بومیان منطقه، قدمت این سازه گوراب به حدود ۱۰۰۰ سال می‌رسد. در زمان‌های حفر این گوراب بارندگی مناسب بوده با حفر این گوراب آب را نگهداری می‌کردند تا در مواقع لازم در اختیار کشاورزی و دام قرار بگیرد از نظر بهداشتی شرایط نامناسب بوده بیش‌تر محصول منطقه: گندم، جو، یونجه و باغات انار و آلو است به‌صورت نیروی کارگری و با دست و بدون ماشین‌آلات ساخته شده مصالح: خاک و لوخ (برگ گیاه بومی). از لوخ برای کاهش نشی آب از کف آن استفاده شده است استخر دیوونی در سازمان میراث فرهنگی به‌عنوان سازه قدیمی نگهداری آب ثبت شده است.



شکل ۶: استخر ذخیره آب دیوونی





شکل ۱۱: نمایی از سازه‌های ذخیره آب تپه قلعه دختر



شکل ۱۲: نمایی از دیواره سازه ذخیره آب قلعه دختر

تنگه نزدیک به ۰/۵ کیلومتر است و عرض پی‌سنگی آن از دو متر بیش‌تر است؛ و روی آن دیوار خشتی و گلی قطوری ساخته‌اند. حیرت‌انگیزترین پدیده موجود در قلعه مخازن و آب‌انبارهای قلعه است. تعداد این مخازن و آب‌انبارها پیش از ده عدد است؛ و طوری که تخمین زده‌اند مربوط به ۳۰۰۰ سال پیش هستند. در سایه‌انداز شمالی قلعه مخزن‌های بزرگ‌تر و متعددتری دیده می‌شوند تا در سایه‌انداز جنوبی. در جنوب قلعه لاقط چهار مخزن دیده می‌شود که یکی از این مخازن واقعاً شگفت‌انگیز است. این مخزن که در واقع به صخره آویزان است نزدیک به سی متری عمق دارد و پهنای آن بیش از بیست و پنج متر است. کسانی که در ساختن این مخزن دست‌به‌کار بوده‌اند دل‌شیر داشته‌اند. دیواری بر سر پرتگاهی مهیب که چند صد متر عمق دارد از سنگ ساخته‌اند که صدها تن آب را در خود جای می‌داده است. ظاهراً این مخازن با آب باران پر می‌شده‌اند. در یکی از دره‌های آن پنج مخزن وجود دارد که مرتفع‌ترین آن‌ها با ابعاد ۲۷ در ۱۳/۵ متر و ظرفیتی نزدیک به دو و نیم میلیون لیتر دارد. دیوار آب‌نگهداری این مخزن که سیل بند هم هست از آجر ساخته شده و هشت ستون عظیم با مقطع چهار مترمربع آن را نگهداری می‌کرده‌اند. ستون‌ها هنوز هفته یا هشت متر خارج از گل‌ولای کف مخزن پدیدار است. در ساختن دیواری آجری نهایت دقت و مهارت به‌کاررفته و دیوار که بالا می‌آید در سه نوبت از قطر آن کاسته می‌شود. رعایت نکات دقیق مربوط به مقاومت مصالح ساختمان و فشار آب حکایت از سطح فرهنگ و دانش سازندگان مخزن می‌کند. بلافاصله بعد از این سیل بند مسقف، مخزنی دیگر به شکل دوزنقه وجود دارد که سقف آن را هم هشت ستون قطور حمل می‌کرده است. این دو مخزن شمالی و جنوبی هستند اما بلافاصله بعد از آن‌ها دو مخزن شرقی و غربی وجود دارد که طول یکی از آن‌ها ۳۰ متر و دیگری ۲۵ متر با پهنای هفت متر می‌باشد. این دو مخزن هم مسقف بوده‌اند. اما روشن است که به علت پهنای کم‌نیازی به ستون نداشته‌اند. مخزن بعدی که پنجمین مخزن واقع در این دره و آخرین آن‌ها می‌باشد درست لب پرتگاه است و خود از دو انبار دایره شکل تشکیل می‌شود. در دره دیگری سه مخزن تقریباً به همین شکل و اندازه دیده می‌شود. در ساختن دیوار درونی مخزن‌ها آجرهای ۳۰ سانتی‌متر کار کرده و روی آن را ملاط ساروج گرفته‌اند. دره را یا طاقی که قبلاً ذکر آن آمد به تنگه مدخل دره و پله‌کان اصلی مربوط می‌سازد طول این پاتاق در حدود ۰/۵ کیلومتر است و در وسط آن، رو به شمال غاری وجود دارد. که ظاهراً چندطبقه است. یک‌طرف این پاتاق دیوار صاف و غیرقابل عبور صخره است و طرف دیگر آن پرتگاهی با عمق صدها متر، عبور از این به کسانی که از گذرگاه باریک و مرتفع وحشت دارند توصیه نمی‌شود.

### دربند، سازه‌ای برای کشت دیمی نخل در مناطق مارز و قلعه گنج

در جنوب شرقی کرمان و شهرستان قلعه گنج دهستانی به نام "مارز" قرار دارد که به دلیل هم‌مرز بودن در آخرین نقاط با استان‌های مجاور و نبود مسیر ارتباطی کاملاً دورافتاده است. جمعیت این روستا ۸۰۰۰ نفر است. مردم این روستاها در تلفیقی از کپر و خانه‌های آجری و سیمانی بدون وسیله گرمایشی زندگی می‌کنند. بسیاری از آن‌ها شناسنامه ندارند و به همین دلیل بی‌سواد هستند. دهستان مارز نزدیک به شش هزار خانوار جمعیت دارد و دارای پانزده آبادی مسکونی می‌باشد. این منطقه از محرومیت رنج می‌برد. روستای مارز از قدمت تاریخی زیادی برخوردار است. رودخانه‌های فصلی در اطراف روستا دیده می‌شود، وجود چشمه‌سارهای جاری نشان از باران‌های خوب این منطقه است در هر فصل از سال که به مارز بیاید، از آب‌وهوای خنک لذت خواهید برد. از سوغاتی‌های مارز می‌توان خرما می‌معروف آن را نام برد که بسته‌بندی‌های آن با داروهای گیاهی تزئین می‌شود به نام مستوک. در این روستا در گذشته تنباکو و برنج هم کاشته می‌شده است. این منطقه کاملاً عشایری است و عمده کار آن‌ها پرورش دام است و زنان حصیرباف ماهری دارند. کشاورزی این مناطق بیش‌تر نخل کاری و تولید خرما است. در کنار آن مرکبات، انار و هم‌چنین جمع‌آوری آویشن از دامنه‌های

مخصوص این مناطق برای کشت سیر.



شکل ۱۴: تصویری از کش بند در منطقه مارز

### نُخ

نخ به زبان محلی به کانال انتقال آبی گفته می‌شود که آب‌رسانی به طرف دیگر رودخانه را به عهده دارد. این کانال با ساقه ضخیم درختان نخل درست می‌شده به طوری که تنه‌ی نخل را خالی کرده به شکل کانال در می‌آوردند و گاهی بسته به طول آب‌رسانی آب، از دو الی سه تنه‌ی نخل استفاده می‌کردند. این روش یکی از روش‌های سنتی که پیشینیان این منطقه برای انتقال آب به اراضی کشاورزی استفاده می‌کردند.



شکل ۱۵: نمای کلی از نخلستان‌های دایر شده

### برآورد هزینه و سود عملکرد سازه برای نخلستان

با توجه به پرسشنامه‌های تکمیلی از منطقه: از آنجایی که سازه‌های احداثی در منطقه مارز الگویی بسیار مناسب برای کشت درختان نخل به روش دیمی است برآورد میزان سود یک منطقه ارائه راهکاری است برای تصمیم‌گیری مؤثرتر برای گسترش این‌گونه سازه‌ها با توجه به پرسشنامه‌های تکمیل‌شده توسط بومیان منطقه تهم یا پاجوش بعد از سه سال از نخل مادری جدا می‌شود و به‌طور متوسط بعد از چهار سال نهال کاشته شده محصول دارد. دو الی سه سال اول برای استقرار آبیاری می‌شوند بعد از آن به‌صورت کاملاً دیمی نخلستان محصول می‌دهد.

کوه‌های اطراف آن از جمله درآمدهای بومیان این منطقه است. یکی از روش‌هایی که مردمان این ناحیه، از زمان‌های گذشته، برای حفظ و نگهداری آب انجام می‌دادند، بستن دیواره‌هایی با سنگ‌چین کردن، در مسیر آبراهه‌ها بوده است. با استفاده از سنگ‌های منطقه؛ که باعث رسوب‌گیری و تجمع خاک حاصلخیز در مسیر آبراهه شده با توجه به اینکه این مناطق دارای آب‌وهوای خشک هستند مسیر آبراهه را به یک بستر مناسب برای کشت نخل تبدیل کرده‌اند قدمت نخل‌ها به بیش از ۲۰۰ سال می‌رسد به زبان محلی به این سازه در بند می‌گفتند باگذشت زمان ارتفاع در بند را افزایش می‌دادند و باوجود کمبود آب، محلی مناسب برای ایجاد نخلستان‌های دیمی منطقه بوده است و نخلستان‌هایی زیادی با این روش ایجاد شده بود که هم سبب سرسبزی و زیبایی منطقه شده بود و هم اینکه محل مناسبی برای درآمدزایی با برداشت خرما، حصیربافی از برگ‌های درخت نخل بوده است.

**نحوه‌ی اجرای در بند:** با استفاده از مصالح سنگی و خاکی مناسب، دیواره سنگی خشکه‌چین در عرض مسیل، دره یا آبراهه به شکل مقطع عمدتاً مستطیلی احداث می‌شده و دیواره‌ها یا به‌صورت مستقیم و یا انحادار به کناره‌ها متصل می‌شده. عمدتاً در بند را طوری اجرا می‌کردند که تمام طول تاج در بند محل سرریز سیلاب باشد. محل در بند عمدتاً در مسیل‌ها و دره‌های کم‌عمق کوهستانی بوده و منطقه بیش‌تر تپه‌ماهوری بوده است. وجود شیب مناسب بستر مسیل، جناحین مناسب که بتوان به‌عنوان تکیه‌گاه در بند، میزان مناسب بستر کشت برای ایجاد نخلستان، حاصلخیز کردن خاک نخلستان با تجمع رسوبات، حداقل تخریب محل، امکان دسترسی و نزدیک بودن به محل سنگ‌های مصرفی از جمله مواردی بود که با توجه به دانش بومیان منطقه از زمان‌های گذشته مدنظر قرار گرفته بود.



شکل ۱۳: تصویری از سازه در بند و نخلستان‌های احداث‌شده

### کش بند

کش بند به زبان بومیان منطقه یعنی با اجرای سازه، محلی مناسب در، کش (کناره) آبراهه یا مسیل، برای کشاورزی ایجاد کردن. در منطقه مارز در کناره آبراهه سنگ‌چین‌هایی با ارتفاع کم ایجاد کرده و بستری مناسب برای کشت ایجاد شده بود که روشی بسیار سنتی

## کانال و خندق‌های نگهداری آب در تپه صوغان

صوغان یکی از بخش‌های شهرستان ارزوئیه در استان کرمان است. صوغان در جنوب غربی استان کرمان قرار دارد. این بخش در فاصله ۴۵ کیلومتری شهرستان ارزوئیه قرار دارد و فاصله آن تا مرکز استان کرمان ۳۱۰ کیلومتر است. بسیاری از مردم در کشاورزی و دام‌پروری فعالیت دارند. در محصولات زراعی (غلات و سیب‌زمینی) ارزوئیه و صوغان قطب اول استان هستند. بیش‌ترین محصولات باغی؛ پسته، انار، گردو، انجیر، سیب، به، انگور، بادام، زردآلو بادام و خرما هستند. تپه صوغان در حقیقت، تپه خاکی مرتفعی است که حدود ۲۰ متر از سطح دشت پیرامون ارتفاع دارد و قطر دایره پایین آن حدود ۱۸۷ متر است. از قدیمی‌ترین سکونتگاه‌های شناخته‌شده کشور و یکی از نخستین آثار یک دهکده مربوط به ۷۰۰۰ سال پیش از میلاد مطرح است. تپه باستانی صوغان از نظر باستان‌شناسان به هزاره پنجم قبل از میلاد می‌رسد و به علت سابقه قرن‌ها سکونت مستمر انسان از دوران نوسنگی تا پس از میلاد اهمیت خاصی دارد.



شکل ۱۶: نمای کلی از مخازن ذخیره آب در تپه صوغان

بررسی‌ها در این منطقه حاکی از آن است که این تپه یکی از بزرگ‌ترین کارگاه‌های انسان‌شناسی خاورمیانه و مرکز بسیاری از فعالیت‌های صنعتی و هنری بوده است. از میان آثار مکشوفه از این دوره می‌توان به تعدادی ابزار مفرغی اشاره کرد که شباهت زیادی به اشیای مشابه از تمدن‌های موهنجودارو، دره شرقی سند و بین‌النهرین دارند. در دامنه این تپه رودخانه کیش شور قرار دارد که مهم‌ترین عامل سکونت انسان‌ها وجود همین رودخانه بوده است. بر اساس تحقیقات گروه باستان‌شناسی، قنات دولت‌آباد در کنار تپه یحیی قرار داشته و هم‌چنین رودخانه‌ای پر آب از مجاورت تپه گذر می‌کرده که برای کشاورزی و آب شهر از آن استفاده می‌شده است و در بررسی‌های اولیه خانه‌های منظم، لوله‌کشی آب و فاضلاب با لوله‌های سفالی پیدا شده که نشان‌دهنده وجود برنامه‌ریزی شهری در این تپه می‌باشد. رودخانه‌ای که از کنار منطقه رد می‌شد، در آن زمان جزو پرآب‌ترین رودخانه‌ها به حساب می‌آمد و آب به‌وسیله کانال وسیع و سرپوشیده به محل سکونت شهرنشینان انتقال می‌یافت و بخشی از آن وارد خندق اطراف تپه می‌شد. جنس دیوارهای این

سازه از خشت‌های قالبی به ابعاد مختلف ساخته شده‌اند این آب برای کشاورزی، گردش آسیاب‌ها، صنایع ذوب فلزات، پادگان و اصطبل‌ها، حمام‌ها و غیره به کار می‌رفت. این محل از معدود تمدن‌های رودخانه‌ای جهان محسوب می‌شود که هم‌زمان با تمدن هلیل، نمود عینی تمدن کهن و فراتر از تاریخ استان کرمان است.

### تنبوشه

تنبوشه لوله‌هایی سفالین است که در گذشته برای جابجایی آب در آبراه‌های سرپوشیده، زیرزمین یا زیر دیوار کار می‌گذاشتند تا آب با کم‌ترین نشت و در اصطلاح «پرت» بگذرد و به مقصد برسد. «تنبوشه» از آنجاکه ساخت ساده و هم‌زمان مقاومی داشت در گذشته کاربرد گسترده‌ای در همه طرح‌های انتقال آب از سازه‌های شهری گرفته تا آبخیزداری برای کشاورزی داشته است. هم‌اینک در طرح‌های آبرسانی بتن و لوله‌های فلزی یا بسیاری جایگزین «تنبوشه» شده‌اند. اندازه و ضخامت تنبوشه‌ها از نامشان پیداست: تنبوشه موش‌رو دارای ضخامت پنج تا شش سانتی‌متر و قطر دهانه ۱۰ تا ۱۲ سانتی‌متر است. تنبوشه گربه رو ضخامت ۱۲ تا ۱۵ و قطر دهانه ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر است که سروته آن‌ها را برای اینکه درون هم به شیوه نر و مادگی چفت شوند به گونه مخروطی می‌ساختند. با توجه به اینکه خندق‌های ذخیره آب در ارتفاع حدود ۲۰ متر از سطح دشت احداث شده‌اند و با وجود بارندگی خوب این منطقه از طریق نیروی ثقل آب آسان‌تر به زمین‌های اطراف نشت پیدا می‌کرده و درختکاری به‌جامانده در اطراف تپه صوغان نشان‌دهنده این موضوع است. بیش‌تر کشاورزی منطقه به‌صورت دیمی بوده. بررسی‌های میدانی این موضوع را به‌درستی نشان می‌دهد که با توجه به گذشت چندین سال هنوز کشاورزی منطقه تحت تأثیر این خندق‌ها است.

### قنات راهی برای تأمین آب در استان کرمان

تعداد قنات‌هایی که از شهر کرمان و حومه آن عبور می‌کردند ۷۰ رشته قنات بوده. قنات مجاری زیرزمینی است که آب سفره‌های زیرزمینی به‌وسیله‌ی آن‌ها به سطح زمین هدایت می‌شود و مورد استفاده شرب، کشاورزی، کارهای ساختمانی و بهداشتی و... قرار می‌گیرد. در مواقعی که میزان آبدهی قنات ناچیز و قدرت و سرعت آن به‌اندازه کافی نبوده که مستقیم به اراضی مربوطه برسد آب قنات را در محلی به نام استخر جمع‌آوری می‌کردند و سپس به مصرف می‌رساندند. به این صورت که استخر را از آب قنات پر کرده سپس از مجاری خروج استخر، آب را به‌وسیله کانال‌های آبرسانی به زمین‌های زراعی هدایت می‌کردند. چون آب انباشته‌شده در استخر زیاد بوده با سرعت در کانال‌های آبرسانی جریان پیدا می‌کرد. مدت‌زمان لازم برای پر شدن استخر، معمولاً ۲۴ ساعت طول می‌کشید که به‌جای کلمه استخر شبانه‌روز به کار می‌رفته. به‌عنوان مثال فردی که مالک دو استخر آب بوده گفته می‌شود مالک دو شبانه‌روز آب است.

### قنات گوهرریز جوپار

فناوری آبرسانی قنات یکی از پایدارترین سامانه‌ها از جهت



شکل ۱۸: کانال انتقال آب از قنات گوهر ریز معروف به شش مقسم

آب گوارا و فراوان قنات گوهر ریز در منطقه خشک دشت کرمان باعث شده است تا پیشینیان و بومیان منطقه برای آن تقدس قائل باشند. در حدود ۹۰ متری بالا مظهر قنات، مسجد صاحب الزمان روی چاه شماره ۳۶ قنات ساخته شده و این چاه در وسط صحن مسجد قرار گرفته است. عمق این چاه حدود ۵/۵ متر است. در داخل چاه لامپ و نور سبزرنگی تعبیه کرده و یک دریچه شیشه‌ای روی چاه در کف مسجد قرار داده و فضای روحانی و مقدس‌گونه‌ای را ایجاد کرده‌اند. یکی از اصلاحاتی که سال‌های اخیر انجام شده حصارکشی اطراف کانال انتقال آب قنات است. این حصارکشی برای جلوگیری از آلودگی آب قنات توسط اهالی که شستشو انجام می‌دادند زباله می‌ریختند و همچنین جلوگیری از آلودگی توسط حیوانات بوده است. مدیریت توزیع و تقسیم آب قنات گوهر ریز نیز از ویژگی منحصر به فردی برخوردار است. حدود ۱۰۰ متر پایین‌تر از مظهر قنات، سازه مهندسی آبی ساخته شده است که به «شش مقسم» معروف است. در اینجا آب قنات به ۶ قسمت تقسیم می‌شود که آب کشاورزی شهر جوپار را تأمین می‌کند. مقسم‌ها، آب مظهر شده را به نسبت مالکیت در بین مالکین از طریق انتقال به جوی مربوطه تقسیم می‌کنند. نام این مقسم‌ها عبارت‌اند از ۱- باج، ۲ و ۳- دیوانی، ۴- ملائی، ۵- جوپاری اربابی جهر، ۶- جوپاری اربابی برز. عرض مقسم‌ها متغیر و بین ۳۸ و ۸۴ سانتی‌متر است که با توجه به مالکیت‌های مختلف متغیر است. در زمان حاضر نیز، نسبت مالکیت آب و کارکرد مقسم‌ها به‌خوبی حفظ و باغ‌های کشاورزی جوپار بر همین اساس آبیاری می‌شوند. مطالعه قنات گوهر ریز نشان می‌دهد که گنجینه گران‌بهای از دانش بومی در آن نهفته است به‌گونه‌ای که طراحان آن از فاصله اندک کوه جوپار با دشت جوپار استفاده کرده و به‌جای یک‌رشته قنات خطی از رشته‌های شاخه‌ای و جریان‌های زیر سطح خوشه‌ای برای استحصال بیش‌تر آب بهره گرفته‌اند. خشکی و بارش اندک دشت کرمان باعث شده است تا پیشینیان برای آب قنات گوهر ریز وجه قدسی نیز قائل باشند. وجود چاه و مسجد صاحب‌الزمان در بخش انتهایی قنات باعث شده است تا مردم برای حفاظت از قنات، مصرف بهینه آب و آلوده نکردن آب، حداکثر مشارکت و نظارت را داشته باشند. انتقال آب از میان باغ‌ها

حفظ طبیعت در منطقه گرم و خشک در خلال هزاران سال است [۸ و ۱۶]. قنات گوهر ریز، یک‌رشته قنات در جوپار کرمان و از جمله قنات‌های ایرانی ثبت شده به‌عنوان میراث جهانی است یکی از بی‌نظیرترین قنات‌های ایران، قنات گوهر ریز جوپار کرمان است. این قنات در جنوب شهر جوپار و در دامنه‌های کوه جوپار و در فاصله ۲۸ کیلومتری جنوب شهر کرمان قرار دارد. فاصله کم بین دامنه تند کوه جوپار مخروطه‌افکنه جوپار که شهر کنونی جوپار و باغ‌هایش روی آن احداث شده، باعث شده است تا قنات گوهر ریز از نظر طول و بعد مسافت کوتاه باشد. به‌عبارت‌دیگر، اصله بین مادر چاه و مظهر قنات نسبت به بسیاری از قنات‌های ایران کوتاه است، اما این مسیر کوتاه از پیچیدگی بسیار زیادی برخوردار است. طراحان و مهندسان این قنات برای استحصال حداکثر آب و افزایش دبی و با توجه به فاصله کم و محدود کوه و دشت به‌جای یک مادر چاه، شش مادر چاه در فواصل مختلف در دامنه کوه جوپار حفر کرده‌اند این شش رشته قنات مجزا در بالادست، به‌تدریج در پایین‌دست به یکدیگر نزدیک و متصل می‌شوند و در یک‌رشته قنات اصلی جریان می‌یابند.



شکل ۱۷: ورودی قنات گوهر ریز جوپار

قنات گوهر ریز یکی از فعال‌ترین قنات‌های جوپار است که در دوره صفویه حفر شده و بیش از ۷۵۰ سال قدمت دارد. در مجموع با ۳۵۵۶ متر طول و ۱۲۹ حلقه چاه و در شش رشته با دبی آب ۲۴۰ لیتر در ثانیه حدود ۳۳۰ هکتار اراضی باغی شهر جوپار را آبیاری می‌کند. به نظر می‌رسد این طراحی کاملاً برگرفته از الگوی هیدروگرافی سطحی از دامنه کوه به مخروطه‌افکنه است که در عمق خاک و در زیر سطح اجرا شده است. به‌عبارت‌دیگر، الگوی آب‌های جاری سطحی که از جویبارهای متعدد تشکیل شده‌اند و در پایین‌دست تشکیل رودخانه می‌دهند، به سبب طراحی و ایجاد قنات گوهر ریز جوپار بوده است. سالانه گردشگران زیادی برای دیدن این قنات پر آب در استان خشک کرمان می‌زنند تا معماری و هنر قدیمی ایران را از نزدیک ببینند. این قنات حدود ۳۳۰ هکتار اراضی باغ شهر جوپار را آبیاری می‌کند.

و خانه‌های علیا جوپار علاوه بر ایجاد حس سرزندگی و نشاط و محیط فرح‌بخش، نوعی فضای اجتماعی ایجاد کرده است. حوضچه شش مقسمی و خروجی‌های آن، نظام توزیع آب و مدیریت دقیق آب در جوپار را نشان می‌دهد که بر مبنای میزان مالکیت زمین و باغ و نیاز آبی مالکان طراحی و اجرا شده است. تناسب سهم زمین و آب مانع تنش‌های اجتماعی و رقابت بر سر آب شده است. میزان زمین‌های کشاورزی و باغات متناسب با میزان آبدهی و دبی قنات است و کشاورزان و مالکان از افزایش واحد سطح کشاورزی بیش از توان آبدهی قنات پرهیز کرده‌اند. به نظر می‌رسد قنات گوهرریز محور وحدت، همدلی، هویت، اشتراک منافع و به‌طور کلی عامل هم‌بستگی اجتماعی در جوپار بوده است.

#### نمونه‌هایی دیگر از قنات‌های استان کرمان

قنات مزرعه زریسف، قنات مویدی، قنات رق آباد، قنات اکبرآباد، قنات بیگلربیگی، قنات مستوره، قنات حسن آباد، قنات طهماسب آباد، قنات اختیارآباد، قنات سعیدی از مهم‌ترین قنات شهر کرمان بودند. قنات خلیل‌آباد با قدمت ۱۵۰۰ سال در سیرجان. قنات باقرآباد در بافت با قدمت ۵۰۰ ساله، قنات قلعه رابر، قنات ارزوئی، قنات کهن کوه، قنات بنگان، قنات مگسوئی، باب گز، دولت‌آباد، فیروزآباد، ده میانف شکرآباد از جمله قنات کوهبنان بوده‌اند.

#### بحث و نتیجه‌گیری

سازه‌های سنتی حفاظت آب دارای اهمیت بسیاری در گذشته و حال برای تأمین و ذخیره آب مناطق کویری به‌خصوص استان کرمان می‌باشند به‌طوری‌که بعد از گذشت سالیان زیادی هنوز هم بعضی از آن‌ها دارای کاربرد فراوانی می‌باشند. این سازه‌ها در واقع میراث هزاران سال تجربه نیاکان ما در تأمین و ذخیره آب در این مناطق می‌باشند که لازم است سازه‌هایی که از بین رفته‌اند دوباره احیاء شوند. نتایج تحقیق نشان داد که روش‌های سنتی حفاظت آب در استان کرمان شامل سازه‌های بند، استخرهای ذخیره آب، دربند، کش بند، قنات و خندق‌های ذخیره آب در ارتفاعات می‌باشند که مهم‌ترین و پرکاربردترین این روش‌ها در استان کرمان، قنات و استخر می‌باشند و سازه‌های دیگر در درجه بعدی اهمیت می‌باشند. ضمناً استفاده از استخرهای ذخیره آب در استان کرمان برای نگهداری و بهره‌وری بهتر از آب به قدمت ۳۰۰۰ سال هم می‌رسد که از آن جمله استخر حسین‌آباد، استخر دیوونی که ثبت میراث فرهنگی هم شده است. هم‌چنین استخر داغاب و روغن‌را می‌توان نام برد که با نیروی کارگری و بدون ماشین‌آلات طراحی و اجرا شده‌اند. مخازن ذخیره آب قلعه دختر که قدمت آن بیش از ۳۰۰۰ سال تخمین زده شده است که در ارتفاعات حدود ۲۵۰ متر از سطح زمین قرار داشت که شاهکاری است از تلاش و کوشش مردم آن زمان برای حفاظت از آب‌و خاک و آبادانی منطقه. سازه‌های آبی روستای مارز که به دربند و کش بند معروف هستند باعث ایجاد نخلستان‌هایی در این منطقه خشک‌شده‌اند که عمر این نخلستان‌ها بیش از ۲۰۰ سال است و

سبب رونق اقتصادی منطقه شده‌اند و بستری مناسب برای کاشت و نگهداری نخل‌ها در این منطقه فراهم شده است که باگذشت چندین سال هنوز محل امرارمعاش ساکنین منطقه است. کانال و خندق‌های ذخیره آب در تپه صوغان از جمله روش‌هایی است که پیشینیان ما برای حفظ و نگهداری آب در ارتفاعات از آن استفاده می‌کردند جنس دیوارهای این سازه از خشت‌های قالبی به ابعاد مختلف ساخته شده‌اند این آب برای کشاورزی، گردش آسیاب‌ها، صنایع ذوب فلزات، پادگان و اصطبل‌ها، حمام‌ها و غیره به کار می‌رفت. یکی از بی‌نظیرترین قنات‌های ایران، قنات گوهرریز جوپار کرمان است. قنات نقش انکارناپذیر در شکل‌گیری، حفظ و گسترش تمدن در فلات مرکزی ایران و استان خشک کرمان داشته به‌گونه‌ای که بسیاری از روستاها در پیرامون مظهر قنات‌ها شکل گرفتند و سپس توسعه یافتند. از استمرار تاریخی و پایداری قنات در امتداد زندگی ایرانیان می‌توان دریافت که قنات تنها یک سیستم آبیاری نیست، بلکه بخش مهمی از هویت، تاریخ و فرهنگ ایرانیان است که در قالب تجربه، دانش و میراث گران‌بهایی از همزیستی و سازگاری ایرانیان با خشکی و کم‌آبی در استان کرمان به‌جامانده است.

#### منابع

- 1- Afshin, H., Mahdi, P., Maryam, Z., and Moslem, H. 2016. Land Use Optimization Using Combination of Fuzzy Linear Programming and Multi Objective Land Allocation Methods (Case Study: Chelgerd Watershed). *Ecohydrology journal*. 3(3), 363-377. (In Persian)
- 2- Balali, H., and Kasbian Lal, F. 2022. Economic Valuation of Groundwater in Agriculture Sector (Case Study: Hamedan-Bahar Plain), *Journal of Agricultural Economics and Development*, 36(1), 37-48. (In Persian)
- 3- Barshan, M. 2009. History of Water and Irrigation of Kerman Province, Kerman Studies Center Publications. (In Persian)
- 4- Bear J., Cheng A.H.D., Sorek S., Ouazar D., and Herrera I. 2000. Seawater intrusion in coastal aquifers-concepts, methods and practices, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers p. 625.
- 5- Bewket, W. 2007. Soil and water conservation intervention with onventional technologies in northwestern highlands of Ethiopia: Acceptance and adoption by farmers. *Land Use Policy* 24: 404 – 416.
- 6- Bing, Z., Qiao, T. H., and Juan, W. L. 2007. A New Approach to Urban Rainwater Management. *J. China Univ. Mining & Technol.*, 17(1), 0082–0084.
- 7- Dessie, G., and Carl, C. 2008. Forest Decline and

- 13- Nazeri Tahroudi, M., Hashemi, S. R., Ahmadi, F., and Nazeri Tahroudi, Z. 2016. Evaluation the Accuracy of ANFIS, SVM and GP Models to Modeling the River Flow Discharge. *Eco hydrology journal*, 3(3), 347-361.
- 14- Reij, C., Scoones, I. and Toulmin, C. 1996. Sustaining the soil. Indigenous soil and water conservation in Africa. In *Sustaining the Soil: Indigenous Soil and Water Conservation in Africa*, London: Earthscan
- 15- Showers, K.B. 2006. Soil erosion and conservation: An international history and a Cautionary Tale. In *Footprints in the Soil. People and Ideas in Soil History*, ed. P.B. Warkentin, 369–406. Amsterdam: Elsevier.
- 16- Wessels, J. and Hoogeveen, R. 2008. Renovation of Byzantine Qanats in Syria as a Water Source for Contemporary Settlements, In: *Handbook of Regenerative andscape Design*, London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, Pp. 237- 260.
- Its Causes in the South-Central Rift Valley of Ethiopia: Human Impact over a One Hundred Year Perspective. *AMBIO* 37: 263–271.
- 8- Madani, K. 2008. Reasons behind Failure of Qanats in the 20th Century, Honolulu, Hawaii, ASCE, Pp. 1-8.
- 9- Mahdavi Vafa, H. 2012. Revival and Promotion of Traditional Methods of Conservation of Water and Soil Resources as an Effective Step in Sustainable Development of Resources, First National Conference on Strategies for Achieving Sustainable Development, Tehran, Ministry of Interior. (In Persian)
- 10- Markovi, G., Zele, M., Káposztásová, D., and Hudáková, G. 2014. Rainwater infiltration in the urban areas. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, Vol 181, WIT Press.
- 11- Minciardi R., Robba M., and Roberta S. 2007. Decision models for sustainable groundwater planning and control, *Journal of control Engineering Practice*. 15: 1013-1029.
- 12- Mishra, P.K. and Rai, S. 2013. Use of indigenous soil and water conservation practices among farmers in Sikkim Himalaya. *Indian Journal of Traditional Knowledge*. 12(30), 454-464.



## Abstract

## Investigating the Performance of Some Traditional Water Supply and Storage Methods in Desert Areas (Case Study: Kerman Province)

N. Hajseyed Alikhani<sup>\*1</sup>, H. Saediyan<sup>2</sup> and Kh. Norouzi<sup>3</sup>

Received: 2024/06/12 Accepted: 2024/08/06

Traditional methods of water supply and storage have been of interest to people in different regions especially desert areas since ancient times, so that they have become important and vital structures in these areas. In this study, some traditional methods of water supply and storage in Kerman province were investigated in the field. In this study, the study of the resources and research background in the world, the country and Kerman province, the convergence and exchange of information of the regions with experts in the field of natural resources and watershed management, the completion of questionnaires from experts and natives of the region, the use of data and resources from the water history of Kerman province located in the library of cultural heritage and Kermanology, field research, and the completion of questionnaires and visits, surveys, preparation of documentaries of films, photos and data were discussed. Then, the defects and possible weaknesses of traditional water conservation methods were identified and ways to correct or eliminate them through the use of new techniques and facilities were discussed. The results of the research showed that the traditional methods of water conservation in Kerman province include dam structures, water storage pools, darband structure, keshband structure, aqueducts and water storage ditches in the heights, the most important and widely used of these methods in Kerman province are aqueducts and pools, and other structures are of secondary importance. The results of the research also showed that water storage pools in Kerman province for water storage and productivity are 3000 years old, including Hossein Abad Pool, Divooni Pool, which has also been registered as a cultural heritage.

**Keywords:** Kerman province, Pool, Water storage, Aqueduct .

1. Researcher, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kerman, Iran. n.sedalikhani@areeo.ac.ir

2. Assistant Professor, Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Kerman Agricultural and Natural Resource Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Kerman, Iran. Email: n.sedalikhani@areeo.ac.ir

3. Researcher, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.