

اولویت بندی عوامل موثر در بهسازی قنوات قدیمی با استفاده از روش سلسله مراتبی فازی

(مطالعه موردی: شهر سیراف استان بوشهر)

مهدی شنیدیان^۱، مرضیه موغلی^{*۲}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۸

چکیده

با توجه به اهمیت آب و نقش آن در شکل گیری تمدن ها، بررسی یکی از سازه های آبی به نام قنات، می تواند اثر این سازه را در ادامه حیات نشان دهد. در فلات مرکزی ایران، با توجه به اقلیم گرم و خشک، قنات به عنوان راه حلی برای بهره برداری از آب های زیرزمینی از دیرباز مورد استفاده بوده که از جمله می توان شهر سیراف، اشاره کرد، همچنین در پیوند با قنات، سازه های آبی دیگر چون آسیا ها و آب انبارها، یخدان ها و ایجاد شدند که به عنوان عناصر شهری بافت کویری شناخته م شوند. هدف اصلی این تحقیق بررسی قنوات شهر سیراف و انتخاب بهترین قنات برای سرمایه گذاری و احیا بوده است. در این راستا با استفاده از پارامترهای مختلفی نظیر طول قنات، قطر حلقه میله چاه قنات، فاصله از شهر، ایمنی و میزان دبی آب، بررسی این پارامترها در روش Fuzzy ANP که در نرم افزار Super Decision با دادن وزن به آن ها با تهیه نقشه های مربوطه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به آنالیز پرداخته و با توجه به تمامی پارامترها و اوزان تعلق گرفته توسط هر یک، به انتخاب بهترین قنات جهت سرمایه گذاری پرداخته شد. نتایج حاکی آن است که معیار دبی با رتبه ۱ از بیشترین اولویت، جهت احیا و بازسازی برخوردار می باشد. معیارهای بارندگی با رتبه ۲، جمعیت با رتبه ۳، سطح زیرکشت با رتبه ۴، کیفیت شیمیایی آب با رتبه ۵، فاصله از آبراهه با رتبه ۶، طول قنات با رتبه ۷ و عمق قنات با رتبه ۸ در اولویت های بعدی قرار دارند.

کلمات کلیدی قنوات، بهسازی، روش سلسله مراتبی فازی، سیراف.

^۱ دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران.
^۲ دانشیار گروه جغرافیا، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی، لارستان، ایران. نویسنده مسئول mmoghali@yahoo.com

مقدمه

آب به عنوان مهم ترین عنصر حیات در پیدایش تمدن های بشری و ساخت شهرها، در جهان به ویژه در ایران نقشی اساسی داشته است. حیات اجتماعی و بقاء و رونق شهرها و آبادی ها، بیش از هر چیز وابسته به وجود آب بوده است. اهمیت آب به عنوان مایع حیات به قدری است که در قرآن کریم بارها کلمه "ماء" به کار رفته و از جهات مختلف مورد توجه قرار گرفته است: «و جعلنا من الماء کل شیء حی» و هر چیز زنده ای را از آب پدید آوردیم» (سوره انبیا، آیه ۳۰). با توجه به شرایط اقلیمی ایران که میانگین بارندگی در اکثر مناطق آن کمتر از بارش جهانی است، می توان گفت که آب به عنوان یکی از مهم ترین دغدغه های ایرانیان و بزرگ ترین چالش برای مردمان این سرزمین محسوب می شده است (بیات و همکاران، ۱۳۹۳-۲). کمیابی این مایع گران-بها، ارزش این ماده را نزد ایرانیان صد چندان نموده و آن را در جایگاه والایی قرار داده است. به طوریکه به آب به عنوان یک هدیه الهی ارج نهاده و از اسراف آن به شدت پرهیز نموده اند. به این ترتیب روستاها و شهرهایی به وجود آمده و توسعه یافته که قدمت برخی به هزاران سال می رسد. اینها همه مرهون اختراع بی بدیل و تلاش حفاران چالاکی است که آب را از اعماق خاک بیرون آورده و بر این سرزمین روشنایی و سرسبزی بخشیدند. سازه های آبی پیشینیان نشانگر ژرف نگری آن ها و احاطه بر دانش مهندسی آب است (جواهری، ۴-۱۳۹۵). آب در گذر تاریخ همیشه و همه جا یکسان بدست نیامده است. در این میان بسیاری از

شهرهای کویری ایران موجودیت و مدنیت خود را در طول تاریخ دراز و دیرینه خویش، مدیون سازه های به ظاهر ساده، اما بسیار ارزشمند و کاملاً بومی هستند. آن سازه چیزی نیست جز قنات. به گفته باستانی پاریزی، حفر قنات یک حماسه است، حماسه ای بزرگ برای جایگزین کردن مرگ با زندگی و ممت با حیات. قنات برخوردار از گونه ای نظام مهندسی دیر پا و تکوین یافته در طی سده های طولانی بوده است. و تمامی ابعاد و رشته های فنی نظیر معماری، زمین شناسی، هیدرولیک، سازه و... را شامل می شده است. نقش و کارکرد آن با توجه به وابستگی حیات مادی بشر با این ماده حیاتی، در طول تاریخ بر کسی پوشیده نیست (پورفلاح و همکاران، ۱۳۹۸-۳) با مهاجرت اقوام ایرانی به سرزمین های دیگر، استفاده از فن آوری قنات گسترش یافته و نوعی تمدن انسانی در مناطق خشک بر پایه تامین آب از طریق کاریز در پهنه وسیعی از جهان، از آسیای دور تا آمریکای جنوبی به وجود آورده است. پدیده قنات که امروزه شهرت جهانی پیدا کرده، در حدود ۳۴ کشور دیگر نیز مورد استفاده قرار گرفته است. در حال حاضر ایران با دارا بودن حدود ۳۷ هزار رشته قنات فعال، بیشترین تعداد قنات را در مقایسه با سایر کشورهای صاحب قنات، دارا است. این قنات ها سالیانه حدود هفت میلیارد مترمکعب آب زیرزمینی (رنجبر نائینی و همکاران، ۶-۱۳۹۶) در وزارت نیرو نیز از جمله اقدامات مهمی که در راستای تعادل بخشی سفره های آب زیرزمینی مورد تأکید است، احیای قنات است. در حال حاضر "طرح

احیا و تعادل بخشی" باهدف جبران کسری مخزن و جلوگیری از افت آبخوانهای زیرزمینی در وزارت نیرو تدوین و در کل کشور در حال اجرا است. از مهم ترین پروژه های طرح می توان به ایجاد گروه های گشت و بازرسی، انسداد چاه های غیر مجاز و جلوگیری از اضافه برداشت چاه های مجاز، نصب و راه اندازی کنتورهای هوشمند، اطلاع رسانی و تهیه برنامه های فرهنگی، احیا و مدیریت مشارکتی آب های زیرزمینی، تغذیه مصنوعی و استقرار و تشکیل بازارهای محلی آب اشاره کرد (کبیری و نظری، ۱۳۹۶-۹). تداوم حیات شهری و افزایش جمعیت در ایران مرهون نقش بسزای قنوات در تأمین آب ساکنان بوده است؛ با ایجاد تکنولوژی های نوین نظیر حفر چاه از یک سو و افزایش نیاز آبی از سوی دیگر، قنوات کارآیی خود را خصوصاً در محیط های شهری از دست داده و به عنصری مهجور تبدیل شده اند. به عنوان مثال قنوات شهر تهران تا ۵۰ سال گذشته مهمترین رکن تأمین آب مورد نیاز ساکنین محسوب می شده است. تعداد نسبتاً زیاد قنوات شهری، پراکنش آنها در کلیه مناطق شهری و آبدار بودن بیش از نیمی از آنها با عدم رسیدگی و مرمت، بر لزوم توجه به آنها می افزاید. از سویی دیگر یکی از مهمترین مسائل پیش روی مدیران شهری، کمبود آب جهت مصارف مختلف نظیر آبیاری فضای سبز، اجرای خدمات شهری و ... است و این امر با توجه به اقلیم گرم و خشک شهر و کاهش بارش در سال های اخیر شدت یافته است. به نظر می رسد قنوات شهری از ظرفیت های بسیاری برای رفع نیازهای آبی شهر برخوردارند و با توجه به رویکرد جهانی در

دستور کار ۲۱ برای استفاده از تکنولوژیهای بومی به عنوان راهکاری نو در مدیریت منابع آب شهرها، ضروری است تا به عنوان فناوری پاک، کم هزینه و پایدار مورد توجه قرار گیرد اما احیای قنات با کمک هر نهاد متولی، بدون مشارکت سهامداران امکان پذیر نیست، زیرا "ساختار فیزیکی و نوع مدیریت قنات مستلزم همکاری و همگرایی اجتماعی و استفاده مسالمت آمیز از آبخوان مشترک است" (لباف خانیکی و همکاران، ۱۳۹۸-۱۰). لذا تجربه نشان داده است که احیای قنات توسط دولت نه تنها از نظر منطقی، علمی، فنی، اقتصادی و سیاسی درست نیست، بلکه باعث از بین رفتن بهترین فرصت برای ارتقاء دانش بومی و ارتقای همه جانبه محیط زیست پایدار خواهد شد. با توجه به نقش اساسی تأمین آب مصرفی در تداوم حیات آبادی ها در گذشته و حال، یکی از مهم ترین شیوه های دستیابی به آب- های زیرزمینی در مناطق کویری ایران قنات بوده است و شبکه های آبرسانی و تاسیسات جانبی آن عامل اصلی شکل گیری بافت کالبدی شهرها و روستاها محسوب می شده است. از جمله تاسیسات وابسته به قنات، آسیابها بوده اند که با حداکثر بهره برداری از انرژی آب قنات و صرفه جویی در مصرف سایر انرژی ها کمک فراوانی به چرخه اقتصادی شهرها می کرده اند: (موتا، ۲۰۱۴-۲۲). به طور کلی قنات و شبکه آبرسانی سنتی تاثیر زیادی نیز در زندگی مردم از نظر اجتماعی - اقتصادی، فرهنگی و مدیریتی داشته که خود به وجود آورنده تمدن کاریزی در ایران شده است و شهرهای واقع در این حوزه را متمایز از

¹ Motta Jr, A.P

نقشه‌های آسیب‌پذیری به صورت خروجی می‌گردید. در سال‌های اخیر استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در تهیه نقشه در کارهای مهندسی با توجه به بالا رفتن تکنولوژی پیشرفت چشمگیری داشته است (نوری پور و همکاران، ۱۳۹۹-۱۱). در این پژوهش چگونگی تهیه نقشه آسیب‌پذیری سفره آب زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت بازسازی و احیا قنات سیراف مورد بررسی قرار گرفته است. تا بر اساس آن مسئولین آب کشور بتوان تصمیم‌گیری‌های لازم جهت حفاظت از آن‌ها و بخصوص قنات اعمال نمود قنات همواره به عنوان یکی از مهمترین دستاوردهای بشر برای دستیابی به آب در مناطق کویری شناخته می‌شود، لذا حفظ و نگهداری از آن در طول تاریخ همواره مورد توجه انسان بوده و برای حفر و حفاظت از آن از ابزار آلات بسیاری بهره گرفته است. برای همین در این تحقیق سعی می‌شود با استفاده از معیارهای مختلف به بررسی قنات‌های محدوده مورد مطالعه پرداخته شده و با توجه به روش‌هایی نظیر Fuzzy ANP بهترین و مناسب‌ترین قنات انتخاب و عملیات احیا و بازسازی آن انجام گیرد.

مواد و روش

موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

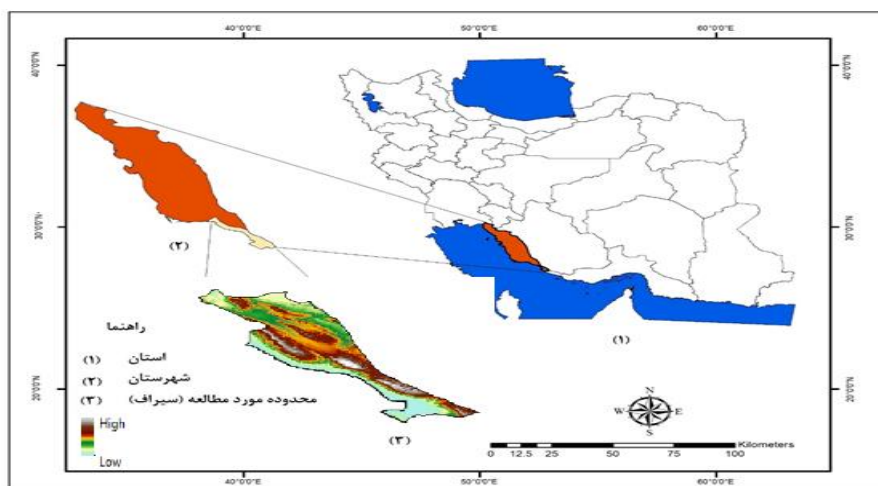
سیراف، در فاصله ۲۴۰ کیلومتری شرق بندر بوشهر و ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی کنگان و در ساحل خلیج فارس قرار دارد، ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰ متر است و در باریکه‌ای به طول چهار کیلومتر و عرض نزدیک به ۷۰۰ متر میان کوه و دریا قرار گرفته است. در ۲۷.۳۸.۳.

سایر نقاط کرده است. بنابراین شناخت و بررسی شکل‌گیری شهر سیراف به عنوان شهری در حوزه تمدن کاریزی، و مطالعه شکل شهر و اندام‌های بافت آن می‌تواند این مسئله مهم در حیات بشر را برای ما آشکار سازد: (فینگ، ۲۰۱۲-۱۷)^۱. با توجه به خشکسالی‌های اخیر و افزایش نیاز به آب به دلایل گوناگون و نقشی که قنات‌ها در این راستا ایفا می‌کنند، برنامه‌ریزی درست و مدیریت همه‌جانبه قنات‌ها لازم به نظر می‌رسد. شایسته است مجموعه‌ای از تدابیر فنی، اداری، قانونی و ترویج آموزش با هدف برقراری، تعادل در عرضه و تقاضای آب و بهره‌برداری بیشتر و بهتر از منابع آب قنات‌های کشور صورت گیرد. با توجه به نقش حیاتی قنات در تامین آب شرب و کشاورزی بعضی از مناطق ایران حفاظت کمی و کیفی آن امری ضروری به نظر می‌رسد در سال‌های اخیر با افزایش آلاینده‌های مختلف و در معرض خطر قرار گرفتن آبخوان‌ها لازم است که حریم قنات مورد توجه قرار گیرد. تهیه نقشه آسیب‌پذیری سفره آب زیرزمینی بر اساس محاسبات مربوط به ارزیابی شاخص آسیب‌پذیری صورت می‌گیرد به این صورت که با داشتن مقادیر مختلف پارامترهای آبخوان، نقشه‌های مختلف تهیه و سپس با ادغام آن‌ها نقشه آسیب‌پذیری را می‌توان تهیه کرد. (تا قبل از سال ۱۹۹۸ میلادی در اکثر مواقع تهیه نقشه آسیب‌پذیری به صورت دستی انجام می‌شد که این امر علاوه بر وقت‌گیر بودن منجر به بروز خطاهایی در فرایند انتقال مقادیر عددی و نقشه‌های مختلف آبخوان به صورت ورودی تا

¹ Feng-jian, L.I.U

طبیعی شهر را معلوم می کند. با توجه به بررسی های صورت گرفته در شهر سیراف تنها یک رشته قنات وجود دارد. شکل (۲) موقعیت این شهر را نمایش می دهد .

عرض شمالی و ۵۲.۳۳۰۶ طول شرقی واقع یافته است.. این شهر از لحاظ جغرافیایی دارای امکان گسترشی محدود است. از جنوب دریا و از شمال نوار بلند و سراسری کوه ها حد



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهر سیراف

خوشه ها و یا همان معیارها و گزینه ها یک روش مناسب برای ANP تاثیر می گذارند. (آرنولد، ۲۰۱۶-۱۴) هدف اصلی این تحقیق بررسی قنوات شهر سیراف و انتخاب بهترین قنات برای سرمایه گذاری و احیا میباشد. در این راستا با استفاده از پارامترهای مختلفی نظیر طول قنات، قطر قنات، فاصله از شهر، ایمنی، میزان دبی آب و بررسی این پارامترها در روش های انتخابی مشهور و مورد قبول Fuzzy ANP که در نرم افزار Super Decision با دادن وزن به آنالیز پرداخته و با توجه به تمامی پارامترها و اوزان تعلق گرفته توسط هر یک، به انتخاب بهترین قنات جهت سرمایه گذاری خواهد پرداخت. روش کار در این پژوهش به این صورت می باشد که بعد از مشخص نمودن تمامی قنات های محدوده مورد

مواد و روش

روشهای جدید تصمیم گیری ها با شاخص های چندگانه در طی سالیان اخیر در مباحثی به تصمیم گیری ها علمی ختم می گردند . از این میان روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (Fuzzy ANP) بیش از سایر روش ها در علم مدیریت مراتبی مورد استفاده قرار گرفته است. (یزدانی مقدم و همکاران - ۱۳۹۱-۱۲) این فرآیند یکی از معروفترین فنون تصمیم گیری چند منظوره است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی منعکس کننده رفتار طبیعی و تفکر انسانی است. این تکنیک، مسائل پیچیده را بر اساس آثار متقابل آن ها مورد بررسی قرار می دهد و آن ها را به شکلی ساده تبدیل کرده به حل آن می پردازد. البته بعضی از مسائل تصمیم گیری نمیتوانند ساختار سلسله مراتبی داشته باشند زیرا وابستگیهای درونی و بیرونی بر روی

¹ Arnold, E.F

دارد. آب کشاورزی و آشامیدنی از چاه معمولی، لوله کشی و آب انبار تأمین می شود. پوشش گیاهی آن درختان بنه، گز، بادام کوهی، انجیر کوهی، مورتلخ و آویشن است. با آنکه خلیج فارس در منطقه معتدل شمالی قرار دارد اما شرایط آب و هوایی آن منطبق بر نواحی بسیار گرم است و عملاً دو فصل بیشتر ندارد. تابستان با هوای گرم به مدت نه ماه از سال و هوای نسبتاً معتدل در ماه های آذر، دی و بهمن. به طور کلی آب و هوای بوشهر در نواحی ساحلی گرم و مرطوب و در بخش های داخلی گرم و خشک و صحرایی است.

با توجه استقرار استان بوشهر در منطقه فوق حاره ای مهمترین پدیده و فرایند مشهود اقلیمی آن گرمای هواست (این ناحیه تحت فشار عرض های متوسط قرار دارد) و فاقد بارندگی قابل توجه است ولی فرایند تبخیر به علت طولانی بودن فصل گرما شدت و حدت بیشتری دارد. در فصل زمستان به علت هجوم و گسترش جبهه های هوای سرد شمالی و دریای مدیترانه به سمت شرق، آب و هوای مناسبی توأم با ابر و باران به وجود می آید. از ویژگی های آب و هوای سیراف، تابستانه های بسیار گرم و مرطوب و زمستان معتدل است. در این ناحیه رطوبت هوا در تمام فصول سال زیاد است و به همین دلیل اختلاف درجه حرارت هوا در شب و روز و در فصل های گوناگون کم است. در این منطقه تفاوت دمای هوای سطح خشکی و سطح دریا باعث به وجود آمدن نسیم های دریا و خشکی می شود. ولی این نسیم ها به نوار باریک ساحلی محدود می شود و هوا در مناطق داخلی، آرام و سرعت

مطالعه و همچنین ویژگی های آنها، با استفاده از نرم افزار معرفی شده به تحلیل و آنالیز هر یک پرداخته و با توجه به درجه اهمیت به هر یک از این ویژگی ها وزنی به خصوص داده می شود. بعد از به دست آوردن اوزان مورد قبول اقدام به مشخص کردن بهترین و مناسب ترین قنات جهت احیا پرداخته می گردد. بارندگی، جمعیت، دبی، سطح زیر کشت، طول، عمق، فاصله از مسیر آبراهه و کیفیت شیمیایی آب توسط ۳۰ کارشناس خبره قنات امتیازدهی و میانگین گرفته شده به عنوان امتیاز اصلی در ماتریس قرار گرفته و محاسبات شاخص ها بر اساس روابط آماری تعیین می گردد. همچنین جهت تعیین صحت محاسبات میزان نرخ ناسازگاری، مقدار شاخص ناسازگاری و شاخص تصادفی تعیین شد که این مقدار در محاسبات بایستی کمتر از ۰/۱ باشد (حسن پور و همکاران، ۱۳۹۵-۵). در پژوهش حاضر از نرم افزار Super Decisions استفاده می شود. بعد از جمع آوری پرسش نامه ها و وارد کردن اطلاعات در رایانه، اقدام به پردازش آنها توسط نرم افزار Surper Decisions خواهد شد.

یافته ها

آب و هوا شهر سیراف

همانند همه شهرهای کرانه خلیج فارس، سه عامل بر آب و هوای این شهر تأثیرگذار است، نخست: شدت تابش آفتاب، دوم: رطوبت هوا و در نهایت عامل سوم جهت وزش باد است. آب و هوای بندر سیراف گرم و مرطوب است و کوه هفتجبه در ۸ کیلومتری شمال خاوری آن قرار

باد در صورتی که وجود داشته باشد بسیار کم است. (طباطبایی و همکاران، ۱۳۹۷-۷)

دما

طبق اطلاعات سازمان هواشناسی استان بوشهر، میانگین دمای سیراف طی دوره ده ساله (۱۳۹۱-۱۴۰۰) ۳۰/۳ درجه سانتیگراد می باشد. متوسط دمای سالیانه محدوده نیز ۳۹

درجه سانتیگراد است که بیشترین آن در تابستان حدود ۵۰ درجه و کمترین آن در زمستان حدود ۶ درجه بالای صفر. حداکثر مطلق دما نیز در ماه خرداد، ۴۸ درجه سانتیگراد و حداقل دمای مطلق دمای سالانه در ماه دی، ۲/۲ درجه سانتیگراد می باشد. (جدول شماره های ۱ و ۲)

جدول ۱- اطلاعات دمای محدوده طی دوره (۱۳۹۱-۱۴۰۰)

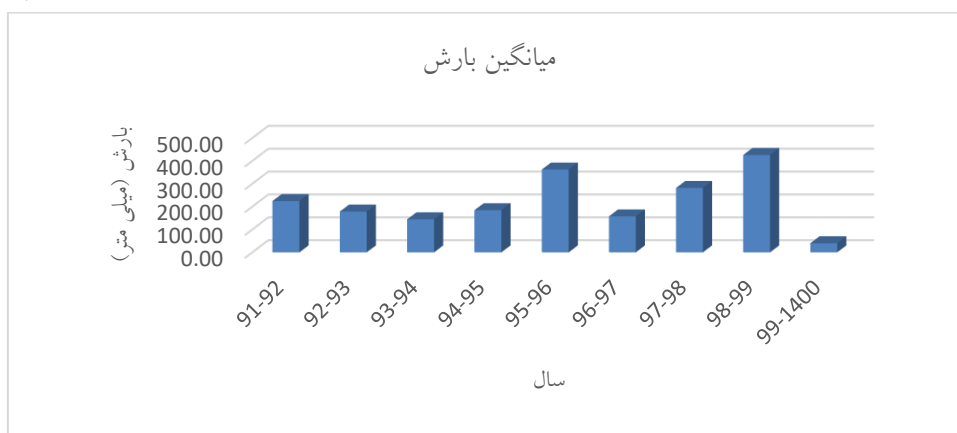
میانگین		دمای بیشینه				دمای کمینه		
اختلاف	بلند مدت	دما	اختلاف	بلند مدت	دما	اختلاف	بلند مدت	دما
۵۱/۰	۲۹/۳	۳۰/۳	۵۱/۷	۳۵/۹	۳۷/۶	۵۰/۲	۲۲/۷	۲۲/۰

ویژگیهای بارش

کل بارندگی سالانه به حدود ۲۰۰ میلی متری رسد. بارش این محدوده تماماً به صورت باران است و تگرگ نیز در بعضی از مواقع سال به صورت اتفاقی به وقوع می پیوندد ولی سابقه برف ندارد.

جدول ۲- اطلاعات بارش محدوده طی دوره (۱۳۹۱-۱۴۰۰)

سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	میانگین
۹۱-۹۲	۷	-	-	-	-	-	-	۱۰۶	۳	۹۰	۱۳	۵/۵	۲۲۴/۵۰
۹۲-۹۳	-	-	-	-	-	-	-	۶۰/۵	-	۱۱۰	۵	۳	۱۷۸/۵۰
۹۳-۹۴	۱۱	-	-	-	-	-	-	۲۸	۷۲/۵	۱۴	-	۱۹	۱۴۴/۵۰
۹۴-۹۵	-	-	-	-	-	-	-	۴۲/۵	۲۷/۵	۹۸/۵	-	۲/۵	۱۸۴/۵۰
۹۵-۹۶	۱۷	-	-	-	-	-	-	-	۷۲/۵	-	۲۶۵/۵	۳۶/۲۰	۳۶۰/۲۰
۹۶-۹۷	۱	-	-	-	-	-	-	-	۹۳/۵	-	-	۶۳	۱۵۷/۵۰
۹۷-۹۸	۴۴	-	-	-	-	-	۱۳	۳۴/۵	۷۰/۵	۵/۵	۱۰۰/۵	۱۴	۲۸۲/۰۰
۹۸-۹۹	۱۱۷	۸	-	-	-	-	-	۷۷	۱۲۸	۶۸	۲۴	۴	۴۲۶/۰۰
۹۹-۱۴۰۰	-	-	-	-	-	-	-	۱۹	-	-	۱۷	۴	۴۰/۰۰



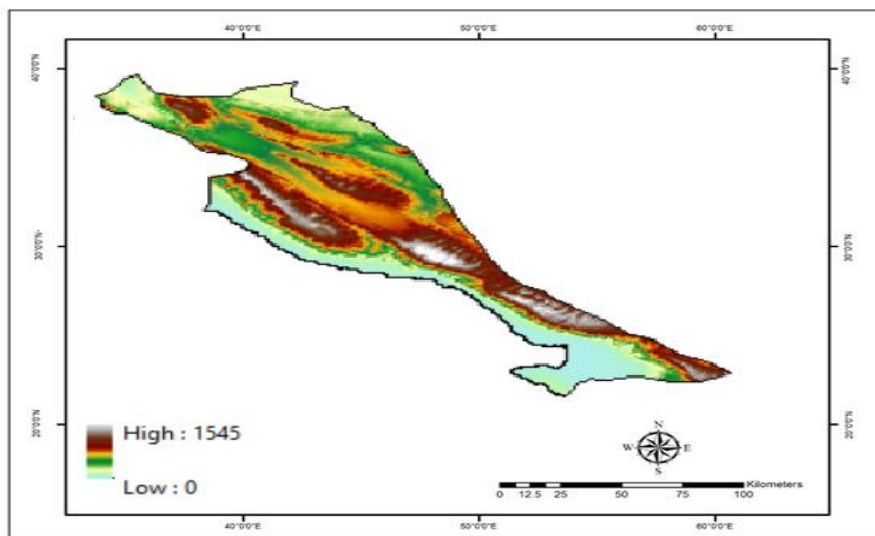
نمودار ۱- مقادیر بارش سالانه در طی دوره ۱۳۹۱-۱۴۰۰

پست‌ترین و مرتفع‌ترین نقطه بسیار محسوس است. به نحوی که میزان ارتفاع از ۵ متر تا ۱۵۴۵ متر در نوسان می‌باشد وجود این اختلاف ارتفاع، ناشی از قرارگیری این منطقه در حد فاصل دریای خلیج فارس در (سمت جنوب) و رشته کوه زاگرس (در سمت شمال) است. در این منطقه ارتفاعات زاگرس به مثابه دیوارهای در سمت شمال شهرستان عمل می‌نماید که محدودیت زیادی را از جهت ارتباط با مناطق شمالی آن به وجود آورده است. چنین امری ارتباطات درونی را معطوف به جهات شرقی- غربی و ارتباط بیرونی را وابسته به منابع آب نموده است. (شکل ۲).

با توجه به همجواری این شهرستان با خلیج فارس و نزدیکی به خط است و این منطقه دارای رطوبت نسبی بالایی است، ۶ صبح رطوبت نسبی بالاتر از ۶۰ در صد دارد و در بعضی از روزها هوای دم کرده و کم تحرکی به وجود می‌آید که در اصطلاح به آن شرحی می‌گویند که بالا بودن دما و رطوبت باعث بالا رفتن استهلاک ساختمان‌ها و صنایع می‌شود و نیاز به ساخت و سازهای بتنی می‌باشد. به طوری که در بیش از ۱۰ ماه از سال در ساعت ۵ به طور کلی حداکثر رطوبت نسبی ۹۶ درصد در دی ماه حداقل آن ۱۸ درصد در ماه خرداد گزارش شده است.

ارتفاع

در محدوده مورد بررسی اختلاف ارتفاع میان

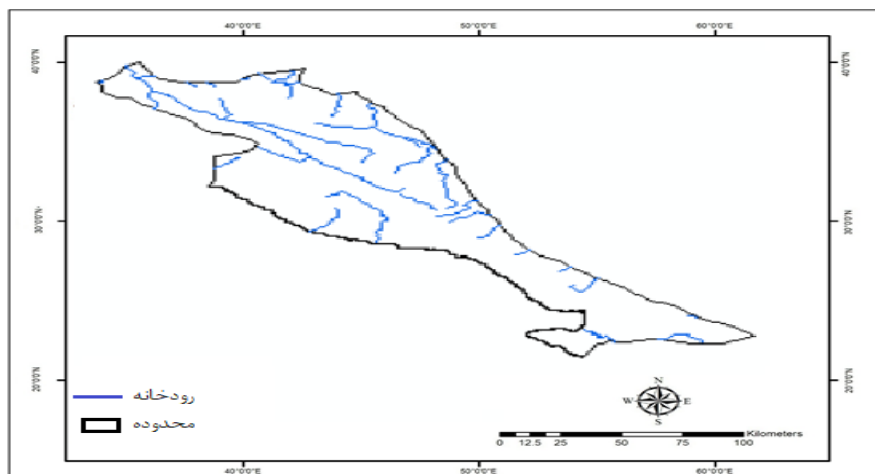


شکل ۲: نقشه طبقات ارتفاعی در منطقه مورد مطالعه

اصلی رودخانه باغان را تشکیل می‌دهد. یکی دیگر از رودهای موقتی رودنای بند است که از ارتفاعات غرب چاه مبارک سرچشمه گرفته و به خلیج نای بند ختم می‌گردد (شکل شماره ۳)

منابع آبی

منابع آبهای سطحی این شهرستان شامل رودخانه‌های فصلی و موقتی می‌باشد که مهمترین آن‌ها رودخانه جم است که در فصل پاییز و بهار دارای آب بوده و سرچشمه و شاخه

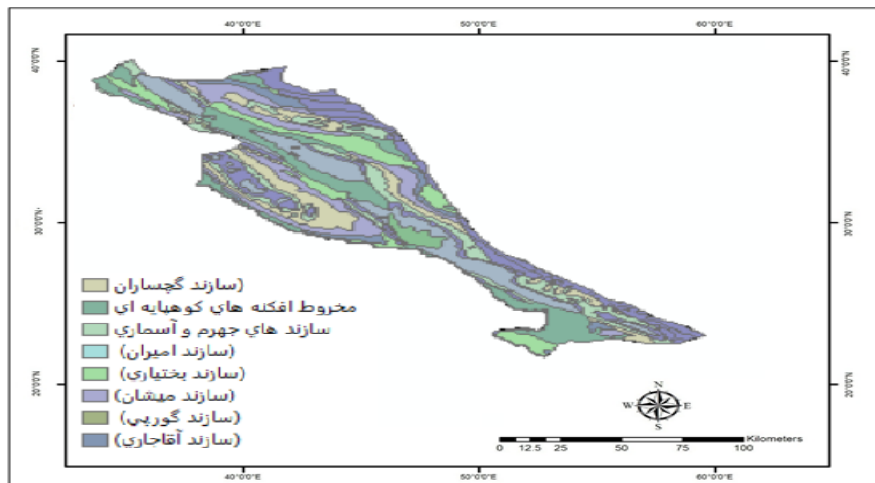


شکل ۳: نقشه شبکه زهکشی در منطقه مورد مطالعه

زمین شناسی

شهرستان کنگان دارای دو بخش زمین شناسی است . یکی بخش ساحلی (کرانه‌ای) و دیگری بخش کوهپایه‌ای و کوهستانی (پس کرانه ای) است که دارای ساختار زمین شناسی متفاوتی نیز می‌باشند. بخش کرانه‌ای در امتداد ساحل خلیج فارس و در جنوب شهرستان واقع شده به صورت نوار باریک جلگه‌ای در جهت شمال غربی - جنوب شرقی گسترش یافته است. بخش دیگر ناهمواریهای منطقه کوهپایه‌ای و کوهستانی می‌باشد که دنباله رشته کوه‌های زاگرس بوده و با جهت شمال غربی - جنوب شرقی تا تنگه هرمز امتداد دارند و در بعضی جاها فاصله این رشته کوه‌ها تا دریا بسیار کم و حتی در بخشهایی از شهرستان وارد دریا شده و

تشکیل جزایر کوچکی می دهد و به طوری که در نای بند از دریا مجدداً دور شده و به ارتفاعات گاوبندی در شهرستان لار می‌پیوندند. تشکیلات زمین‌شناسی این بخش از دوره کواترنری و از نوع رسوبات پلیوسن و میوسن می‌باشد که بیشتر این تشکیلات آهک، گچ، مارن و نمک بوده و رسوبات منطقه از لایه های متفاوتی تشکیل شده است که دارای سنهای متفاوتی نیز می‌باشند که از جمله گروه خامی و بنگستان و گروه فارس هستند که بعضی از سازندها نقش مثبت داشته و بعضی نیز باعث تخریب کیفیت آب‌های سطحی و نفوذی گشته و بارزترین نقش منفی از نظر هیدروشیمی و سولفات در منطقه جنوبی شهرستان دیده می شود. (شکل ۴)

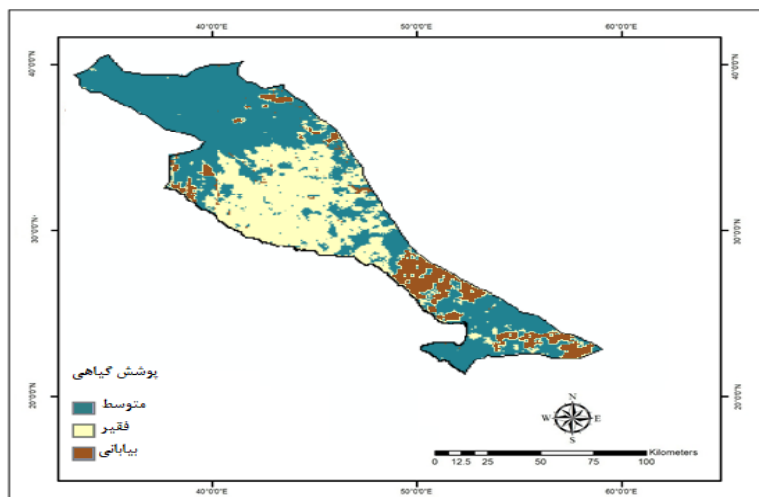


شکل ۴: نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

پوشش گیاهی

پوشش گیاهی ناحیه مورد مطالعه در قالب دو عرصه مرتعی و جنگلی قابل بحث و بررسی می‌باشد. براین اساس وسعت مراتع ناحیه بالغ بر ۸۵۷ هزار هکتار است که این میزان مراتع در سه سطح مراتع متوسط، فقیر و بیابانی در عرصه ناحیه گسترده شده‌اند. ناحیه مورد مطالعه و یا به طور کلی استان بوشهر فاقد مراتع از نوع خوب است. پراکندگی مراتع ناحیه در سطوح و یا درجه بندی فوق به نحوی است که بیشترین میزان مراتع با وسعت بیش از ۳۱۵ هزار هکتار (معادل ۳۶/۸ درصد) به مراتع متوسط تعلق دارد. پس از آن مراتع فقیر با ۳۳/۹ درصد و مراتع بیابانی با ۲۹/۳ درصد در رده های بعدی از نظر میزان پراکندگی در

سطح ناحیه قرار دارند. عرصه جنگلی ناحیه مورد مطالعه با وسعت بیش از ۲۰۴ هزار هکتار در دو سطح جنگل‌های حفاظتی و دست کاشت قابل مطالعه و بررسی می‌باشد. براین اساس از وسعت یاد شده، مساحتی در حدود ۱۹۰ هزار هکتار معادل ۹۳ درصد جنگل‌های ناحیه اختصاص به جنگل‌های حفاظتی و بیش از ۱۴ هزار هکتار به جنگل‌های دست کاشت اختصاص دارد. به طور کلی در مقایسه شهرستان‌های ناحیه از بعد وسعت جنگل‌های اختصاصی به خود، شهرستان‌های کنگان و جم با بیش از ۱۱۰ هزار هکتار جنگل، بیشترین جنگل‌های ناحیه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است.. (شکل ۵)



شکل ۵- پوشش گیاهی (مراع محدود مورد مطالعه)

(۱۹۴۹ خانوار) گزارش شده است. (جدول ۳)

جمعیت

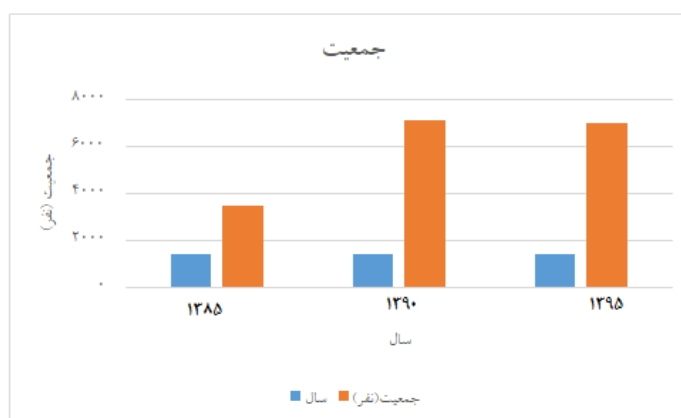
و (نمودار ۲) مشاهده میشوند.

بر پایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن در

سال ۱۳۹۵ جمعیت این شهر ۶۹۹۲ نفر

جدول ۳- جمعیت شهر سیراف طی دوره ۹۵-۱۳۸۵

سال	جمعیت (نفر)
۱۳۸۵	۳۵۰۰
۱۳۹۰	۷۱۳۷
۱۳۹۵	۶۹۹۲



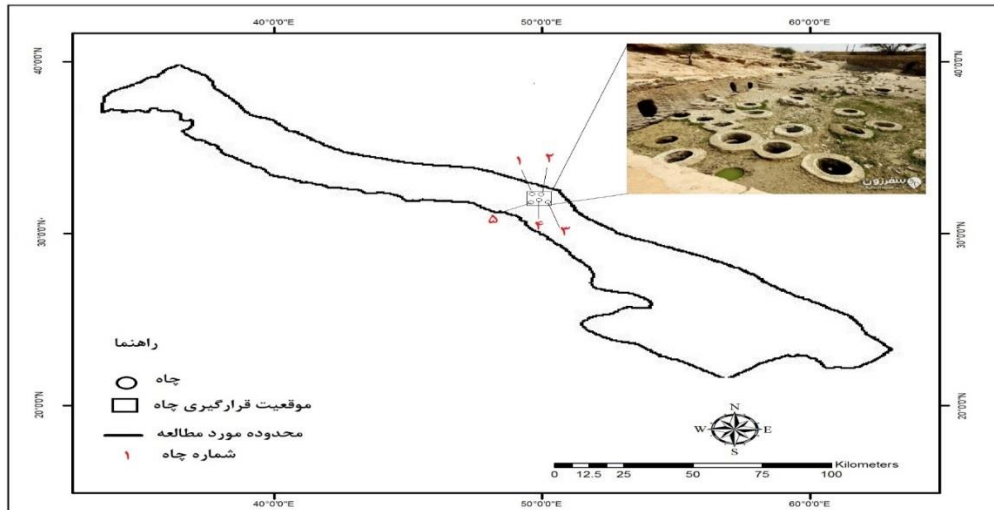
نمودار ۲- روند تغییرات جمعیت در محدوده مورد مطالعه

موقعیت قنات‌های محدوده مورد مطالعه

۵ حلقه که بیشترین میزان جمع‌آوری آب را داشته و در حال حاضر نیز دارای آب می‌باشد به عنوان نمونه انتخاب شده است که در (شکل ۶) موقعیت قرار گیری این ۵ حلقه نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که مابقی حفره‌ها بر اثر خشکسالی‌های رخ داده طی چند سال

از عجیب‌ترین آثار تمدنی سیراف، حفره‌های عمیقی است که در دره لیرو روی ارتفاعات به طور خارق العاده‌ای حفر شده است. تعداد این حفره‌ها در این دره ۷۰ حلقه و عمق آنها بین ۴۰ تا ۸۰ متر و قطرشان ۱/۱۰ است (شفیعی، ۱۳۹۲). با توجه به بررسی‌های میدانی صورت گرفته از این تعداد حفره سنگی

اخیر و عدم بارش باران در منطقه دچار خشکی شده‌اند.



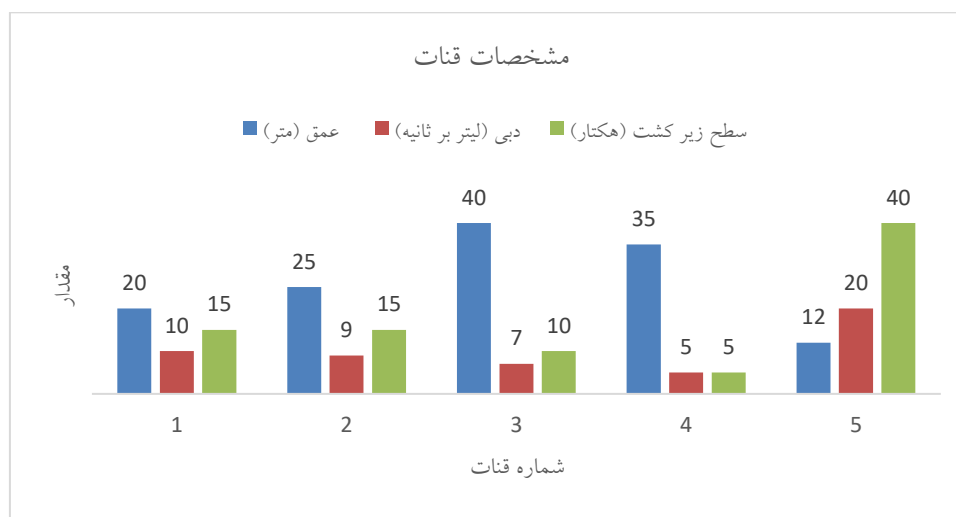
شکل ۶ - نمایی از موقعیت مکانی چاههای مورد بررسی در رشته قنات موجود در منطقه



شکل ۷: نمایی از موقعیت مکانی چاههای مورد بررسی در قنات موجود در منطقه بر روی تصاویر ماهواره

جدول ۴- مشخصات چاه های مورد بررسی

شماره چاه	عمق چاه (کیلومتر)	دبی (لیتر بر ثانیه)	سطح زیر کشت (هکتار)
۱	۲۰	۱۰	۱۵
۲	۲۵	۹	۱۵
۳	۴۰	۷	۱۰
۴	۳۵	۵	۵
۵	۱۲	۲۰	۴۰



نمودار ۳- مشخصات قنات های منطقه مورد مطالعه

تعیین و بر اساس نتایج پرسشنامه‌هایی تکمیل شده توسط کارشناسان در سازمان‌های مربوطه با روش Fuzzy ANP که مراحل محاسبه آن در روش‌شناسی پژوهش آمده است، ارزش‌گذاری شدند و سپس با استفاده از نرم افزار GIS قنات های مستعد احیا و بازسازی در شهر سیراف رتبه بندی شدند که نتیجه در جدول ارائه شده است. (جدول شماره‌های ۶ و ۵)

اولویت بندی معیارهای بازسازی قنات با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی تعیین وزن معیارها برای تحلیل و اولویت‌بندی معیارهای احیا و بازسازی قنات از منظر دو دیدگاه فنی و مدیریتی ابتدا ۸ معیار اصلی (بارندگی، دبی، جمعیتی، طول، عمق، کیفیت شیمیایی، سطح زیر کشت، فاصله از آبراهه) با بررسی منابع داخلی و خارجی برای منطقه شهری سیراف

جدول ۵- ماتریس ارجحیت نسبی معیارها و وزن هر معیار از دیدگاه مدیریتی

بارندگی	جمعیت	طول	عمق	سطح زیر کشت	فاصله از آبراهه	کیفیت شیمیایی	دبی	وزن نرمال شده
۱	۰.۰۸	۰.۰۹	۰.۰۲	۰.۰۵	۰.۰۹	۴	۹	۰.۰۵۳
۹	۱	۰.۲۵	۸	۶	۴	۷	۰.۵۴	۰.۰۳۸
۸	۷	۱	۰.۳۱	۵	۳	۸	۲	۰.۰۲۳
۹	۷	۰.۳۳	۱	۰.۲۴	۴	۷	۰.۰۹	۰.۰۰۵
۰.۲۲	۰.۱۴	۶	۶	۱	۰.۰۶	۶	۰.۰۷	۰.۰۳۴
۰.۲۱	۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۱۰	۴	۱	۲	۳	۰.۰۲۳
۹	۰.۳۳	۰.۲۰	۰.۲۳	۰.۱۰	۰.۲۵	۱	۰.۵	۰.۰۹۶
۹	۵	۳	۶	۴	۰.۳۵	۰.۴۸	۱	۰.۰۷۹

جدول ۶- ماتریس ارجحیت نسبی معیارها و وزن هر معیار از دیدگاه فنی

بارندگی	جمعیت	طول	عمق	سطح زیر کشت	فاصله از آبراهه	از کیفیت شیمیایی	دبی	وزن شده	نرمال
۱	۰.۰۸	۰.۰۲	۰.۰۱	۰.۰۷۶	۰.۰۰۴	۰.۰۱۳	۰.۰۲	۰.۰۳۱	بارندگی
۰.۰۲	۱	۰.۰۲	۰.۰۵	۰.۰۳۵	۰.۰۳	۰.۰۵	۰.۰۵	۰.۱۶۴	جمعیت
۰.۰۴	۰.۱۴	۱	۰.۰۱	۰.۰۲۴	۰.۰۹	۰.۰۱۸	۰.۰۷	۰.۲۰۷	طول
۰.۰۲۳	۰.۷۰	۰.۰۵۶	۱	۰.۰۱۱	۰.۰۳۵	۰.۰۱۱	۰.۰۲۵	۰.۰۸۲	عمق
۰.۰۹۶	۰.۰۸	۰.۰۳۳	۰.۰۲۳	۱	۰.۰۲۴	۰.۰۵	۰.۰۴	۰.۱۲۳	سطح زیر کشت
۰.۰۷۹	۰.۱۳	۰.۰۱۹	۰.۰۸	۰.۰۹	۱	۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۱۹۶	فاصله از آبراهه
۰.۰۳	۰.۱۶	۰.۰۳	۰.۰۴	۰.۰۱	۰.۰۱۴	۱	۰.۰۱۴	۰.۲۶۵	کیفیت شیمیایی
۸	۵	۶	۰.۹	۷	۰.۰۸	۲	۱	۰.۰۹۹	دبی

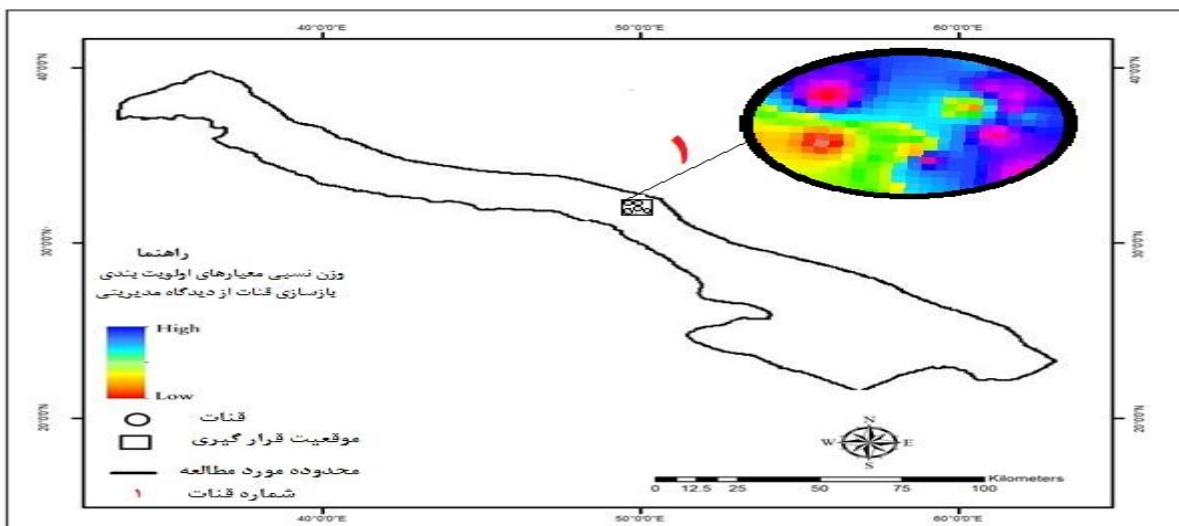
بعدی قرار دارند. اشکال شماره های ۸ تا ۱۱ نقشه نقشه مربوط به اولویت بندی هر یک از زیرمعیارهای دیدگاه مدیریتی و فنی برای هر یک از قنات های مورد بررسی به صورت مجزا می باشد. سازمان آب منطقه ای باید با همراهی و همکاری جهاد کشاورزی دقت کافی و بیشتری در احیای حوضه های آبریز قنات ها داشته باشد و لازم است با برنامه جدی تلاش خود را برای بستن چاه های غیر مجاز و مکانیزه کردن بهره برداری از چاه های دارای مجوز با نصب کنترلر صرف کند همچنین کنترل مستمر در این زمینه را برای احیای قنات ها در دستور کار خود قرار دهد (جدول ۷)

در بررسی و اولویت بندی معیارهای احیا و بازسازی قنات از منظر دو دیدگاه فنی و مدیریتی براساس نتایج حاکی از روش Fuzzy ANP (که توسط کارشناسان متخصص امتیاز بندی شده) ارائه شده در جدول معیار دبی از بیشترین اولویت جهت احیا و بازسازی برخوردار است. ویژگی های بارندگی، جمعیت، سطح زیر کشت، عمق، کیفیت شیمیایی، فاصله از آبراهه و طول در اولویت های بعدی قرار دارند.

براساس جدول در دیدگاه فنی نیز مانند دیدگاه مدیریتی معیار دبی از اولویت بالاتری نسبت به سایر معیارها برخوردار است. بارندگی، معیارهای طول، عمق، فاصله از مسیر آبراهه و کیفیت شیمیایی آب در اولویت های

جدول ۷- رتبه بندی معیارهای احیا و بازسازی قنات در منطقه مورد مطالعه از دیدگاه مدیریتی و فنی

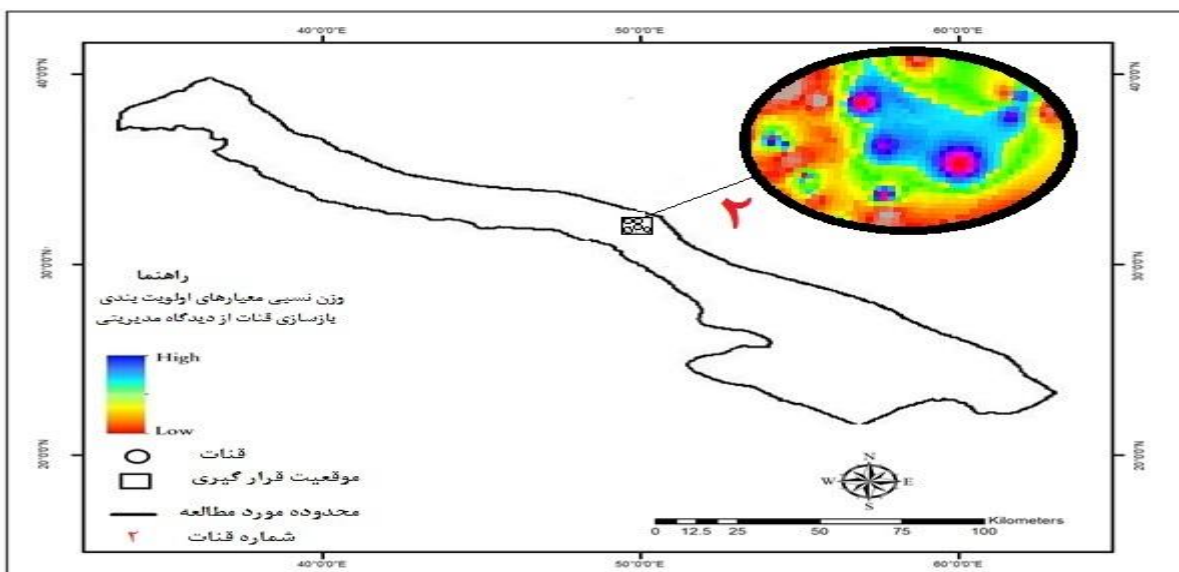
رتبه	معیار
۱	دبی
۲	بارندگی
۳	جمعیت
۴	سطح زیر کشت
۵	کیفیت شیمیایی
۶	فاصله از آبراهه
۷	طول
۸	عمق



شکل ۸- وزن نسبی معیارهای اولویت بندی بازسازی قنوات شماره ۱ از دیدگاه مدیریتی

اساس معیارهای مدیریتی در وضعیت نسبتاً مطلوبی قرار دارد (شکل ۸)

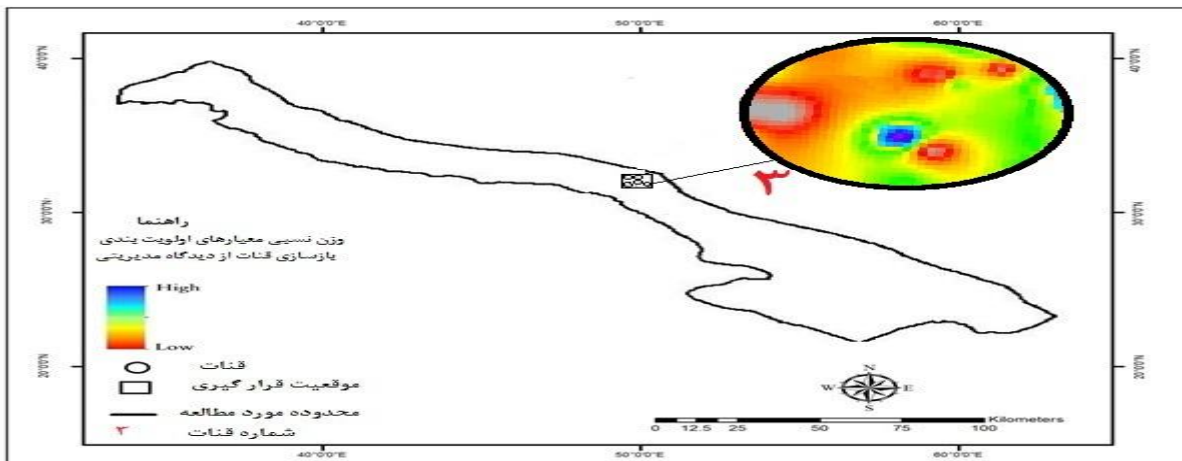
با توجه به شکل قنوات شماره ۱ که به عمق ۲۰ کیلومتری چاه و دبی ۱۰ لیتر بر ثانیه با سطح زیر کشت ۱۵ هکتار، از نظر بازسازی بر



شکل ۹- وزن نسبی معیارهای اولویت بندی بازسازی قنوات شماره ۲ از دیدگاه مدیریتی

است. مقدار بارندگی با گذشت زمان، سیر نزولی دارد به طوری که باعث کاهش تغذیه آب و در نتیجه افزایش عمق آب زیرزمینی می شود که این افزایش عمق آب زیرزمینی به نوبه خود باعث کاهش آبدی قنوات های منطقه گردیده است (شکل ۹)

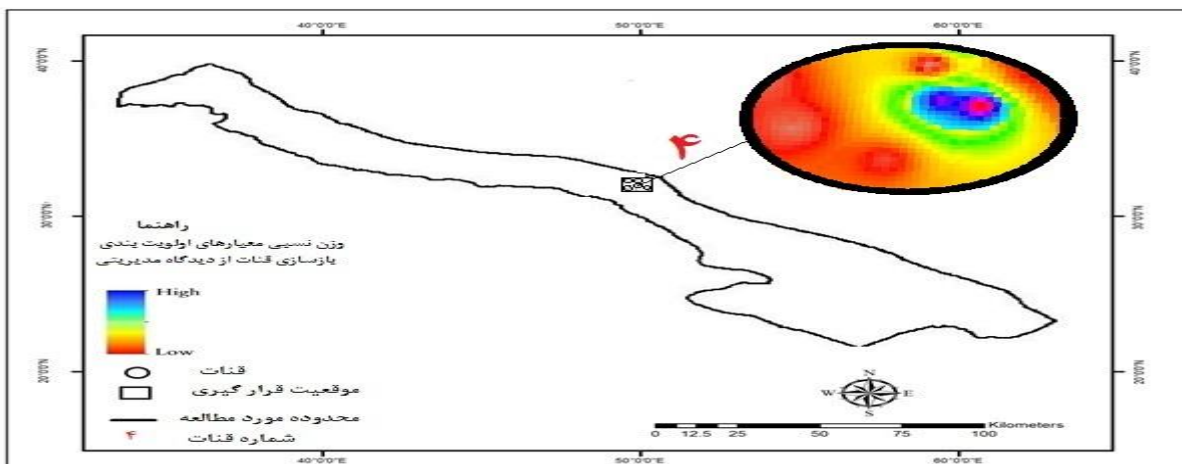
با توجه به شکل قنوات شماره ۲ که عمق ۲۵ کیلومتری چاه و دبی ۹ لیتر بر ثانیه و سطح زیر کشت ۱۵ هکتار، از نظر بازسازی بر اساس معیارهای مدیریتی در وضعیت ضعیفی قرار دارد. مهمترین عامل در ایجاد این پدیده بهم خوردن بیلان آب در اثر کاهش نزولات جوی



شکل ۱۰- وزن نسبی معیارهای اولویت بندی بازسازی قنات شماره ۳ از دیدگاه مدیریتی

خصوص در سال های اخیر و در نتیجه افزایش حجم آب برداشتی از منابع آب زیرزمینی نیز یکی از عوامل مهم بر کاهش آبدهی قنات ها گردیده است. (شکل ۱۰)

با توجه به شکل قنات شماره ۳ که عمق ۴۰ کیلومتری چاه و دبی ۷ لیتر بر ثانیه و سطح زیرکشت ۱۰ هکتاری، از نظر بازسازی بر اساس معیارهای مدیریتی در وضعیت بسیار ضعیفی قرار دارد افزایش تعداد چاه ها به



شکل ۱۱- وزن نسبی معیارهای اولویت بندی بازسازی قنات شماره ۴ از دیدگاه مدیریتی

حفر بی رویه چاه ها و حتی در مواردی حفر غیر مجاز آن در منطقه و همچنین برداشت آب بیش از مقدار تعیین شده در پرونده بهره برداری، شرایط را برای هر خشک شدن زودرس قنات های موجود در منطقه فراهم کرده است. حتی در مواردی دیده شد که

با توجه به شکل قنات شماره ۴ که عمق ۳۵ کیلومتری چاه و دبی ۵ لیتر بر ثانیه و سطح زیرکشت ۵ هکتاری، از نظر بازسازی بر اساس معیارهای مدیریتی در وضعیت ضعیفی قرار دارد. (شکل ۱۱).

کشاورزان به دلیل استحصال آب بیش از مقدار مورد نیاز و جهت افزایش سطح زیر کشت خود، عمق چاه را بیش از مقدار استاندارد حفر کرده اند.
رتبه بندی قنات‌ها از دو دیدگاه مدیریتی و فنی

پس از امتیاز دهی معیارها در دو دیدگاه متفاوت مدیریتی و فنی به صورت مجزا در نهایت قنات‌ها از دو دیدگاه مدیریتی و فنی اولویت‌بندی شده که نتایج به صورت رتبه بندی در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۸-رتبه بندی قنات‌ها از دو دیدگاه مدیریتی و فنی

شماره قنات	وزن نهایی	رتبه
۱	۰/۲۰	۲
۲	۰/۱۵	۳
۳	۰/۰۴	۴
۴	۰/۰۴	۵
۵	۰/۲۳	۱

با توجه به نتایج نقشه‌های تولید شده و نتایج رتبه بندی قنات‌ها ارائه شده در جدول شماره ۸ در بررسی وزن نهایی معیارهای اولویت‌بندی بازسازی قنات از دیدگاه مدیریتی و فنی مشخص گردید که قنات‌های شماره ۱ و ۵ رتبه های اول و دوم را دارا می باشند. علت این امر نیز دبی بالاتر، سطح زیر کشت بالا و عمق این دو قنات نسبت به سایر قنات های مورد بررسی می‌باشد.

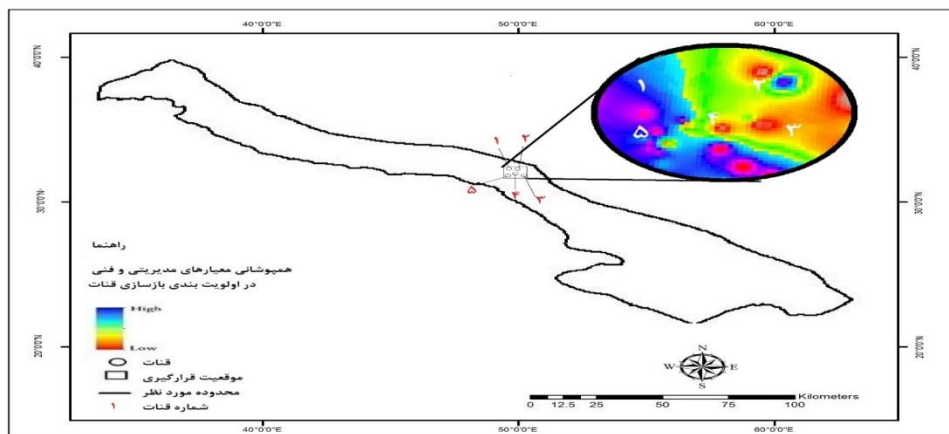
همپوشانی معیارها جهت اولویت بندی

برای تلفیق و جمع‌بندی داده‌ها از روش روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی وزن دار استفاده گردیده است. فرایند تلفیق داده ها و تهیه نقشه معیار محیطی که در سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام می‌شود شامل (مدیریتی و فنی) است. با تبدیل نقشه‌ها به فرمت رستری و استفاده از روش همپوشانی وزنی (وزن اختصاص یافته به هریک از زیرمعیارهای مورد نظر از طریق مدل Fuzzy ANP مطابق جدول ۸ تعیین شده است) بر مبنای داده‌های رستری، توان توسعه هریک از قنات‌ها مورد

بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به شکل ۱۲ قنات‌های شماره ۱ و ۵ در اولویت احیا و بازسازی قرار می‌گیرد که دلیل این امر نیز مربوط به حجم نگهداری آب حاصل از بارندگی‌ها و دبی آن‌ها نسبت به سایر قنات‌ها می باشند. که با نگهداشتن آب‌های نازله و نفوذ آن درون سازند موجب افزایش سطح آب چاه‌ها می شود. در طرح‌های باز سازی و مرمت قنات ها، کاریزهایی در اولویت قرار می‌گیرد که در پایین‌دست آن‌ها باغ وجود دارد تا بتوان برای آبیاری درختان از این منبع آب زیرزمینی استفاده کرد این درحالیست که نگاهی جامع و فراگیر در ارتباط با قنات نیاز است. نکته قابل توجه دیگر اینکه قنات داری ارتباط تنگاتنگ بین وجود پوشش گیاهی (وجلوگیری از تخریب آن) و میزان نفوذ آب در خاک و مخروط افکنه است، زیرا با تخریب پوشش گیاهی و فرسایش بادی میزان آب نفوذی در خاک کاهش می‌یابد و مخزن اصلی و سرمنشا قنات که مخروط افکنه است نیز با کمبود

حوزه های کشاورزی و شرب نمود. سیستم استحصال از آب های زیرزمینی با استفاده از قنات ها به همان شکلی که در گذشته ابداع شده، با کمترین تغییرات به صورت سنتی طی سالیان متمادی مورد استفاده قرار گرفته است، همگام با پیشرفت تکنولوژی هیچگونه تحول اساسی در بازسازی قنات ها صورت نگرفته است. از سوی دیگر هر ساله از محل اعتبارات دولتی، مبالغ قابل توجهی در جهت احیاء و مرمت قنات ها هزینه می شود ولی به علت عدم اطلاعات کافی در این خصوص، قنات هایی مورد بازسازی و مرمت قرار گرفته اند که در اولویت بازسازی نبوده اند. با توجه به نتایج حاصل شده از بررسی ها امکان بازسازی و احیاء قنات شهر سیراف با توجه به اتخاذ مسئولین برنامه های صحیح مدیریتی وجود دارد.

فاحش آب نفوذی روبرو شده و به دنبال آن قنات ها خشک می شود. قنات ها همواره بر اثر عوامل طبیعی تهدید می شوند که باید به طور دائم یک مقنی برای حفظ شرایط پایدار آبدهی آن ها در حال کار باشد. در سال های گذشته و با ورود فناوری های تازه برای کندن چاه های عمیق و پمپاژ آب از عمق زمین، آبدهی برخی قنات ها کاهش یافته و برخی نیز خشک شده اند. کمبود آب و خشکسالی امسال موجب شده سطح آب سفره ها و آبخوان ها در بعضی نقاط از جمله این شهرستان طی ۳۵ سال گذشته با افتی تا عمق ۱۰۰ متری مواجه شود. بنابراین می توان با احیاء به موقع قنات های موجود در شهرستان و هزینه بسیار کم با جمع آوری آب های سطحی کمک موثری به تامین آب از منابع زیرزمینی برای استفاده در



شکل ۱۲- همپوشانی معیارهای اولویت بندی بازسازی قنات از دیدگاه فنی و مدیریتی

دیگر مشکلات اجتماعی، مشاعی بودن قنات های عمومی است که عامل اصلی بی توجهی بهره برداران و کشاورزان به نگهداری صحیح از قنات و سازه های مربوط به آن بوده است. این مشکل در قنات های شخصی مشاهده نمی شد. رواج کشتهای پر مصرف و افزایش بهره وری در اثر کشاورزی مدرنیزه با استفاده از سیستم

بر اساس قانون توزیع عادلانه آب، صاحبان قنات در صورت خشک شدن یا کاهش شدید آبدهی قنات می توانند مجوز حفر چاه دریافت نمایند که این امر موجب می شود که کشاورزان نسبت به حفظ و نگهداری قنات ها بی توجه بوده و حتی جهت دریافت مجوز حفر چاه عمداً به تخریب و خشک کردن قنات ها اقدام نمایند از

این کار هستند) و درآمد کم آنها، جاذبه گرایش به این شغل بشدت کاسته شده، بطوریکه بعضی از مقننجان مجبور به تعویض شغل خود شده اند. متروکه شدن روستاها به دلیل مهاجرت مردم به شهرها یکی دیگر از عواملی است که در عدم بهره برداری و حفظ برخی از قنواتهای منطقه مشاهده شده است.

نیز مربوط به حجم نگهداری آب حاصل از بارندگیها و دبی آنها نسبت به سایر قنواتها می باشند. که بانگهداشتن آبهای نازله و نفوذ آن درون سازند موجب افزایش سطح آب چاهها می شود. در طرحهای بازسازی و مرمت قنوات ها، کاریزهایی در اولویت قرار می گیرد که در پایین دست آنها باغ وجود دارد تا بتوان برای آبیاری درختان از این منبع آب زیرزمینی استفاده کرد این در حالیست که نگاهی جامع و فراگیر به پدیده قنوات نیاز است. قنواتها از نظر اینکه منبع پایدار و مطمئن تری هستند در اولویت بازسازی قرار می گیرند. بر اساس این دیدگاه نیز از نظر کارشناسان دبی بالاتر، کیفیت شیمیایی بهتر آب و بارندگی بیشتر از امتیاز بالاتری برخوردار است. در مورد طول و عمق نظر بر این است که عمق و طول بیشتر دارای اهمیت است زیرا قناتی با این دو ویژگی از پایداری و اطمینان بیشتری برخوردار است. از جهت فاصله از مسیر آبراهه قنوات اگر در مسیر آبراهه باشد با توجه به اینکه مسیر آبراهه معمولا در خط القعر قرار دارد روان ابها به سمت منطقه تغذیه و مسیر قنوات هدایت می شود. برای جلوگیری از تخریب و رسوبگذاری می توان اقدامات حفاظتی انجام داد. با توجه به موارد ذکر شده قنوات های شماره ۲،۳ در

های جدید که براحتی امکان استفاده از آب زیرزمینی به هر مقدار و در هر مکان و زمانی را می دهد نیز یکی از دلایلی است که کشاورزان منطقه را به ترک استفاده از سیستم های منابع آبی قنات ترغیب می کند. مشکل بالا بودن هزینه احیا و لایروبی در مورد قناتها به عنوان مشکل دیگر مطرح بو می باشد با توجه به خطرات شغلی مقننجان (که نیروهای متخصص

نتیجه گیری و بحث

در بسیاری از مناطق تعیین حدود ثبتي زمین بر اساس نقشه های ثبتي بر اساس محدوده و محل قرارگیری قنات می باشد، که مالکان زمینها جهت تعیین دقیق محل و ابعاد زمین خود نیازمند جانمایی محل قناتهای قدیمی هستند. چراکه قناتها یا کاریزها یکی از روش های طبیعی و منطبق با محیط زیست بوده اند که از قدیم الایام در ایران جهت آبرسانی و تامین آب کشاورزی و یا شرب و مصرفی مورد استفاده بوده اند. تعیین محل شاخه ها یا میله های قناتهای قدیمی و بررسی و مطالعه به جهت بازسازی و احیا آنها، یکی از بهترین روشهای آبرسانی سازگار با محیط زیست می باشد. در بررسی و اولویت بندی معیارهای احیا و بازسازی قنات از منظر دو دیدگاه فنی و مدیریتی براساس نتایج حاکی (که توسط کارشناسان متخصص امتیاز بندی شده) ارائه شده در جدول ۷ معیار دبی از بیشترین اولویت جهت احیا و بازسازی برخوردار است. ویژگیهای بارندگی، جمعیت، سطح زیرکشت، کیفیت شیمیایی، فاصله از آبراهه و عمق، طول در اولویت های بعدی قرار دارند. باتوجه به نقشه شماره ۱۲ قنات های شماره ۱ و ۵ در اولویت احیا و بازسازی قرار می گیرند که دلیل این امر

و از فرآیند بیابان‌زایی در کشور جلوگیری کند. امروزه و با استفاده از تکنولوژی‌های موجود می‌توان قناتی را که احداث آن در گذشته حدود ۶۰ سال طول می‌کشید، دو روزه ساخت و به دلیل ساختمان قنات که از تبخیر سطحی آب جلوگیری می‌کند و آن را به حداقل می‌رساند و همچنین توانایی سیستماتیک آن در تنظیم میزان برداشت با جایگزینی منابع آبی و به عبارتی حفظ تعادل زیستی استخراج آب، استفاده از آب را بهینه کرد. در همین حال می‌توان از قنات‌هایی که دیگر امکان پیوستن به شبکه تامین آبی کشور برای آن‌ها وجود ندارد، به گونه‌ای دیگر استفاده کرد؛ بهره‌گیری از رطوبت موجود در کانال‌های زیرزمینی قنات‌های خشک شده برای پرورش گیاهانی همچون قارچ که به آب زیادی نیاز ندارند، یکی از این تغییر کاربری‌هاست که به گونه‌ای دیگر به امتداد حیات قنات‌ها به‌عنوان یک سرمایه ملی می‌انجامد. در طرح‌های بازسازی و مرمت قنات‌ها، کاریزهایی در اولویت قرار می‌گیرد که در پایین‌دست آن‌ها باغ وجود دارد تا بتوان برای آبیاری درختان از این منبع آب زیرزمینی استفاده کرد این در حالیست که نگاهی جامع و فراگیر به پدیده قنات نیاز است. و پیشنهادات پژوهشی که می‌توان مطرح نمود بهره‌برداری صحیح از آب قنات در دوران ترسالی و خشک‌سالی، که می‌توان حجم قابل توجهی از آب مورد نیاز جهت آبیاری فضا‌های سبز را از این طریق) به جای حفر چاه‌های عمیق تأمین نمود. و همچنین متولی حقوقی مشخصی برای قنات تعیین گردد تا به وضعیت قنات دایر و بایر به بازسازی و مرمت بپردازد.

وضعیت نامطلوب از جهت مدیریتی و قنات‌های شماره ۱ و ۴ وضعیت مناسبتری جهت بازسازی طبق دیدگاه مدیریتی را دارا می‌باشند. در این بین قنات شماره ۵ وضعیت بسیار مطلوبتری نسبت به سایر قنات‌ها را دارد با هر چند که این قنات دارای عمق بیشتری نسبت به سایر قنات‌ها می‌باشد اما علت مطلوبیت آن در اولویت بازسازی دبی بالاتر این قنات (۲۰ لیتر بر ثانیه) است بررسی‌ها نشان داد که در موضوع اولویت بندی بازسازی قنات‌ها با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری نوین تاکنون تحقیقی صورت نگرفته است. از جمله مشکلاتی که در حال حاضر برای بازسازی قنات‌ها وجود دارد این است که گاهی قنات‌هایی مورد بازسازی قرار می‌گیرند که واقعاً در اولویت بازسازی نیستند. این امر باعث از بین رفتن سرمایه‌های ملی، بی‌اعتمادی مالکین قنات‌ها به نهادهای مربوطه، ناعدالتی و غیره می‌شود. با توجه به بحران آبی کنونی در کشور، شاید بتوان گفت احیای قنات‌ها و نیز ساخت قنات‌های جدید در مناطقی که این امکان در آن‌ها وجود دارد همچون کوه‌پایه‌ها، بهترین راه برای کنترل و احیای منابع آبی است و می‌توان از این طریق ۱۷ درصد از نیاز آبی کشور را تامین کرد؛ امکانی که در حال حاضر و با ثبت جهانی قنات‌ها قابل حصول است و باید از آن به درستی استفاده کرد. احیای و بازسازی قنات‌ها و وارد کردن آن‌ها به مدار تامین منابع مصرفی آب کشور در کنار استفاده از شیوه‌های جدید آبیاری در کشاورزی که بیشترین حجم مصرفی آب در کشور را به خود اختصاص داده، می‌تواند بحران آبی کشور را تا حد زیادی مهار

فهرست منابع

- ۱- آبادیان، نصرالله، اقبالی، خانلو، نسیم، ۱۳۹۷. منابع آب و نقش آن در جذب گردشگران، مطالعه موردی قنات های شهر تهران. اکوهیدرولوژی، سال چهارم، شماره سوم، صفحات ۹۳۱-۹۴۱.
- ۲- بیات موحد، فید، شامی، ح ۱۳۹۳ احیا قنات ها تحت تاثیر عملیات آبخوانداری و پخش سیلاب در زنجان همایش ملی قنات.
- ۳- پورفلاح، ساناز، اختصاصی، ملکی نژاد، حسین، برزگری، ۱۳۹۸. بررسی سناریوهای مدیریتی برای احیای قنات با استفاده از مدل سازی ریاضی (مطالعه موردی: قنات ابرکوه). مجله علوم ومهندسی آبخیزداری ایران، سال سیزدهم، شماره چهل و ششم. pp.52-61
- ۴- جواهری، پرهام و جواهری، محسن ۱۳۹۵ "چاره آب در تاریخ فارس"، تهران، نشر سمر.
- ۵- حسن پور، م.، خزیمه نژاد، ح. و خاشعی سیوکی، ع. ۱۳۹۵ اولویت بندی بازسازی قنات ها با استفاده از روش تحلیل شبکه ای (ANP) مطالعه موردی: خراسان جنوبی، مهندسی آبیاری و آب سال ششم شماره بیست و سوم
- ۶- رنجبرنائینی، س، گرشاسپی، پ. و چترسیماب، ز. ۱۳۹۶. مقایسه نقش قنات چاهها و چشمه ها در تخلیه سفره های زیرزمینی در حوزه های آبخیز اصلی کشور، آبخوان و قنات.
- ۷- طباطبائی، سید مصطفی، خزیمه نژاد، حسین، ۱۳۹۷. ارزیابی روش های حفاظتی و افزایش آبدی قنات ها در ایران. قنات و قنات، سال دوم شماره یکم، pp.17-28
- ۸- قاسمی، هوایی، حوریه، مظفری، ۱۴۰۰. راهبردهای مطلوب افزایش مشارکت سهامداران در احیای قنات (مطالعه موردی: روستاهای شهرستان نیشابور). راهبردهای توسعه روستایی.
- ۹- کبیری، ش. و نظری، ب. ۱۳۹۶. ارزیابی اثربخشی طرح احیا و تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی. مجموعه مقالات اولین اجلاس هم اندیشی با متخصصان علوم آب و محیط زیست، وزارت نیرو، ۱۰ اسفند ۱۳۹۶.
- ۱۰- لباف خانیکی، م.، رضوانی، م. ر. و بدری، ع. ۱۳۹۸. تبیین فرایند همکاری های قلمرویی در بهره برداری از قنات مورد مطالعه: قنات حسن آباد، استان یزد، پژوهشهای روستایی.
- ۱۱- نوری پور، م.، نوری، م. و کرمی، ۱.۱. ۱۳۹۹. تحلیل سازه های مؤثر بر مشارکت روستائیان در مدیریت و بهره برداری شبکه ی آبیاری و زهکشی در دشت لیستر، راهبردهای توسعه روستایی، سال سوم، شماره یکم، ص ۵۷-۷۵
- ۱۲- یزدانی مقدم، ی، ساداتی نژاد، جواد، نظری سامانی، ع.، قاسمی، ۱۳۹۵. کارایی روش تصمیم گیری چند معیاره در مکان یابی پخش سیلاب، مجله سنجش از دور و GIS ایران، سال چهارم، شماره سوم، ص ۶۶-۸۰.
- 13- ABIZADEH, E., 2011. A view to aqueducts centering on training and reviving Iranian native technology, culture and architecture.
- 14- Arnold, E.F., 2016. Water in the City: The Aqueducts and Underground Passages of Exeter. By Mark Stoye.(Exeter, United Kingdom: University of Exeter Press, 2014. Pp. xx, 299. \$85.00.).
- 15- Aschkenasy, N., Attal, R., Avivi, J., Bailey, L.R., Bar-On, D. and Boksenboim, Y., Amit, D., Y. Hirschfeld, and J. Patrich, eds. The Aqueducts of Ancient Pales-tine: Collected Essays. Jerusalem: Yad Izhak Ben-Zvi, 1989. 335 pp.(Hebrew).
- 16- Deming, D., 2020. The aqueducts and water supply of Ancient Rome. Ground water, 58(1), p.152.
- 17- Feng-jian, L.I.U., 2012. Research on Aqueduct Irrigation Project in Land Reclamation over Coastal Areas of North China. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2012, p.34.

- 18- Hussein El-sayed Moustafa, R., 2021. A revival of the Aqueduct of old Cairo, "Magra Al Ayoun". *International Journal of Multidisciplinary Studies in Architecture and Cultural Heritage*, 4(1), pp.102-113.
- 19- Leigh, S., 2020. Interdisciplinary research on the aqueduct of Hadrian in the Athenian Agora. In *Cura aquarum in Sicilia. Proceedings of the Tenth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region* (pp. 16-22).
- 20- Martínez Jiménez, J., 2012. Reuse, repair and reconstruction: functioning aqueducts in post Roman Spain. *Archaeopress*.
- 21- Moayedfar, S. and Fatemi, M., 2021. SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT IN HISTORIC CITIES OF ARID REGIONS WITH THE REVIVAL OF QANAT (YAZD CITY). *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 35(2), pp.428-436.
- 22- Motta Jr, A.P., 2014. Water Wealth: The Quest for Economic Revival and a Public Water Supply in Nineteenth-Century New Bedford, Massachusetts. IA. *The Journal of the Society for Industrial Archeology*, pp.95-107.

Prioritization of effective factors in the improvement of old canals using the fuzzy hierarchical method (Case study: Siraf city, Bushehr province)

Mehdi Shanbadian¹, Marzieh Moghali^{2*}

Abstract

Considering the importance of water and its role in the formation of civilizations, the investigation of one of the water structures called Qanat can show the effect of this structure in the continuation of life. In the central plateau of Iran, due to the hot and dry climate, the aqueduct has been used as a solution for exploiting underground water for a long time. Others such as mills and reservoirs, glaciers, etc. were created, which are known as urban elements of the desert fabric. The main purpose of this research is to investigate the aqueducts of Siraf city and choose the best aqueduct for investment and restoration. In this regard, by using various parameters such as the length of the aqueduct, the diameter of the ring of the aqueduct, the distance from the city, safety, the amount of water flow, these parameters are checked in the Fuzzy ANP methods in the Super Decision software by giving them weight according to All the different parameters and related maps are analyzed using geographic information system and the best aqueduct is selected for investment. The results indicate that Dubai's criteria with rank 1 has the highest priority for restoration and reconstruction. 7) and depth (8) are in the next priorities.

Key words: Qanat, optimization, fuzzy hierarchical method, Siraf.

¹graduate of the master's degree in remote sensing and geographic information system, Islamic Azad University, Larestan, Iran.

² *Associate Professor, Department of Geography, Islamic Azad University, Larestan, Iran.
Corresponding Author mmoghali@yahoo.com