

مقدمه

با توجه به شرایط اقلیمی، بخش مهمی از کشور جزء مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می رود. به این ترتیب در بسیاری از نقاط کشور از اواسط بهار، آب های جاری رودخانه ها به سرعت کاهش یافته و به دلیل فقدان منابع آب سطحی به ناچار باید از منابع زیرزمینی بهره برداری شود [۱۷]. به طور کلی اگر بی نظمی های بارش سبب تغییر در منابع آب های زیرزمینی شود، افزایش تغذیه و حفاظت آن ها به طور هم زمان ضروری می باشد [۶]. استفاده از آب های زیرزمینی در ایران که منابع آب سطحی فراوانی ندارد، از دیرباز رواج داشته است. از گذشته های دور تاکنون، حساسیت بهره برداری از منابع آب زیرزمینی به دلایل اجتماعی، فنی و اقتصادی بیش از سایر منابع آبی مدنظر بوده است. از سویی کیفیت بسیار خوب آن ها در مقایسه با آب های سطحی، وجود مخازن خدادادی در زیرزمین و غیره باعث شده تا در تأمین نیازهای آبی کشور بسیار مورد توجه باشد [۲۴].

قنات یا کاریز یکی از پیچیده ترین و شگفت انگیزترین ابداعات بشری (ایران) برای رفع یکی از نیازهای مهم و حیاتی، یعنی آبرسانی به مناطق کم آب بوده است. متأسفانه با پیدایش شیوه های جدید حفر چاه های عمیق و نیمه عمیق در سال های اخیر، تعداد قنات های دایر کشور روز بروز کاهش یافته و بر اثر برداشت بی رویه آب های زیرزمینی، تعداد بسیار زیادی از قنات ها خشک گردیده و یا از میزان آبدی آن ها به طور چشمگیری کاسته شده است [۲]. در این میان روش هایی وجود دارد که با استفاده از آن ها، می توان اقدام مؤثری در احیاء قنات های موجود انجام داد. روش های تغذیه مصنوعی آبخوان ها که در بسیاری از کشورها مانند آمریکا، هلند و سوئد به عنوان یک دانش فنی برای ذخیره حجم بسیار زیاد آب و استفاده از آن در مواقع اضطراری، جبران کاهش سطح آب های زیرزمینی، بهبود کیفیت آب آشامیدنی و تصفیه فاضلاب ها برای مصارف کشاورزی پذیرفته شده است [۱۵]. سدهای زیرزمینی از جمله روش های مدیریت منابع آب می باشند که در ایران کم تر توسعه یافته اند. سدهای زیرزمینی به دلیل تنوع، در صورت اجرای مناسب، می توانند نقش مؤثری در مدیریت و توسعه منابع آبی کوچک به ویژه در دوران خشک سالی ایفا نمایند. این روش کاربردهای متفاوتی داشته و در شرایط مختلف قابل اجرا می باشد [۹].

استفاده از سد زیرزمینی به شکل ابتدایی تر به عصر صفویه در ایران مربوط می شود که برای افزایش آب مادر چاه قنات وزوران در میمه اصفهان، آب دیگر قنات ها توسط این بندها را به مادر

اولویت بندی قنات برای تلفیق با سد زیرزمینی به منظور تغذیه با روش WASPAS

جواد چزگی^۱

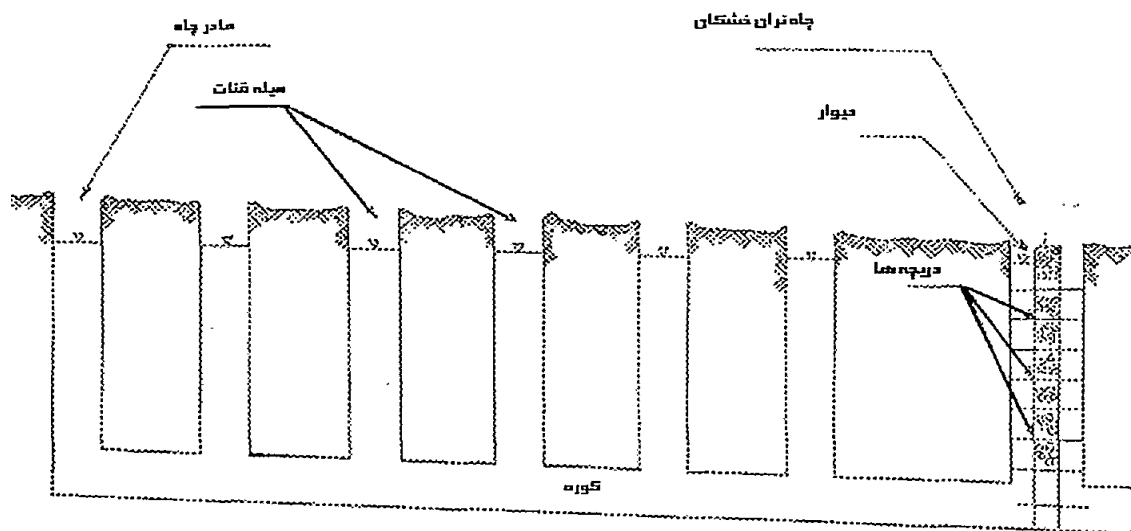
تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۰۶/۰۱ تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۰۶/۲۹

چکیده

قرار گرفتن قنات های کوهستانی در آبرفت های رودخانه ای یکی از دلایل فصلی و هوایی بودن این قنات می باشد. بدین صورت که در فصل تابستان که نیاز آبی برای کشاورزی بالا می رود آب این قنات کم شده یا خشک می شوند. سدهای زیرزمینی سازه هایی هستند که جریان طبیعی آب های زیرقشری را مسدود نموده و سبب ایجاد ذخایر آبی در زیرزمین و بالا آمدن سطح آب می شوند که توانایی ذخیره آب در دوره تر و استفاده در دوره خشک را دارا می باشند که از این نظر باعث بهبود در آبدی قنات در فصل تابستان می شوند. لذا بررسی راهکارهای مناسب برای دستیابی به منابع جدید آب و ذخیره آن یک ضرورت است. هدف این تحقیق استفاده از سد زیرزمینی به عنوان یک راهکار برای تغذیه قنات در منطقه کوه های طاغتكوه در شهرستان فیروزه استان خراسان رضوی می باشد. با این فرض به اولویت بندی قنات برای تلفیق با سد زیرزمینی با استفاده از روش های تصمیم گیری تحلیل سلسله مراتبی و واسپاس پرداخته شد. بدین ترتیب ابتدا معیارهای مهم و تأثیرگذار در احداث سد زیرزمینی، شناسایی و سپس ارزش معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی تعیین شد که معیار ارتفاع سد زیرزمینی با ارزش ۰/۳۲ بیشترین اهمیت نسبی را در بین معیارها به خود اختصاص داد. قنات بر مبنای خصوصیات و اهمیت نسبی معیارها بر اساس روش WASPAS اولویت بندی شدند که قنات فرنگ با امتیاز ۳/۰۱ در اولویت اول قرار گرفت.

واژه های کلیدی: آب زیرقشری، سد زیرزمینی، تحلیل فرایند سلسله مراتبی، WASPAS، روستای چزگ.

۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
chezgi@brjand.ac.ir



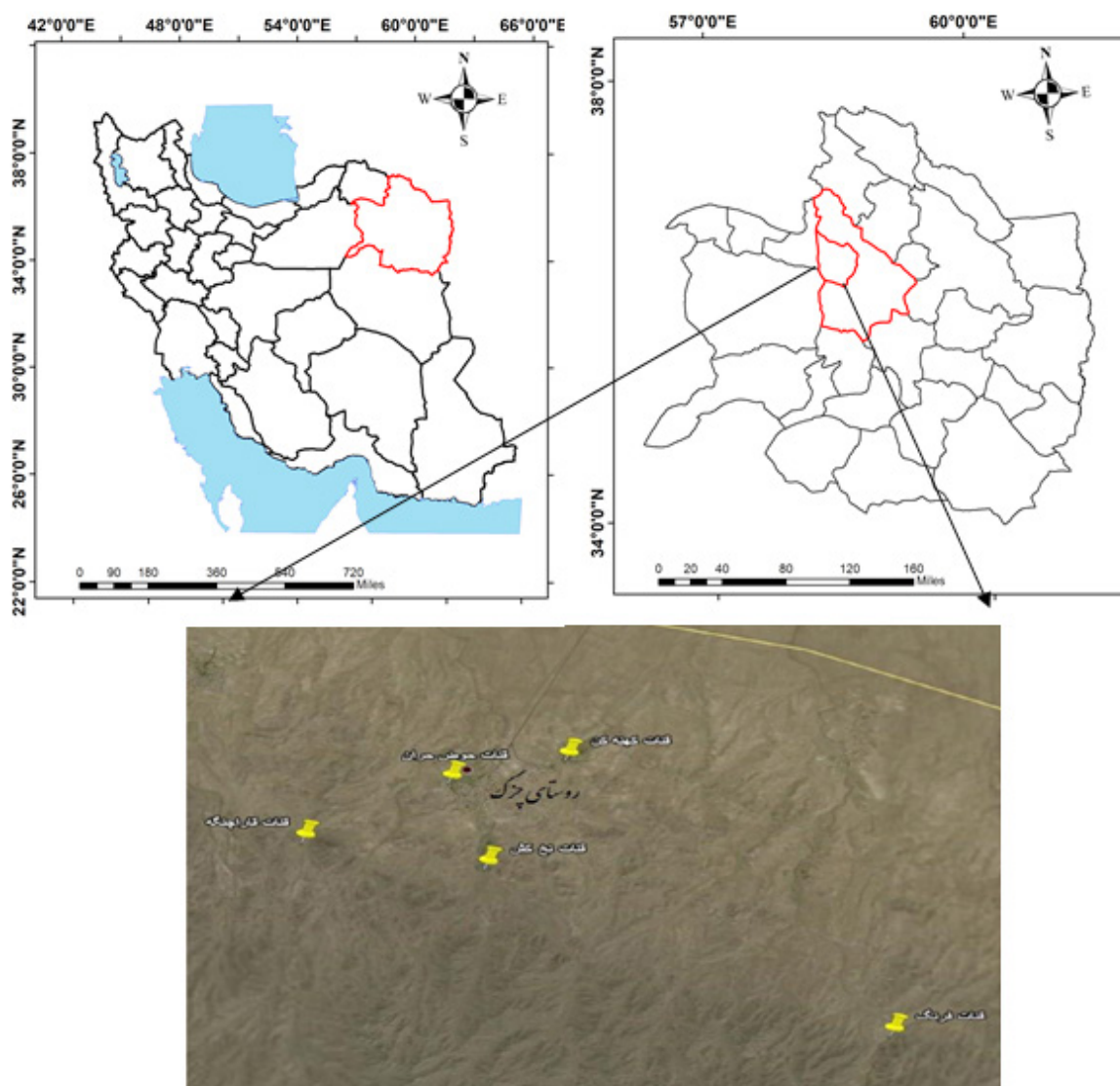
شکل ۱: پروفیل طولی تلفیقی قنات و روزان و بند [۶]

محل، خطر آلودگی پایین می‌باشند. Orient Quilis و همکاران [۱۱] به بررسی و مدل کردن فرآیند هیدرولوژیکی سدهای شنی در مقیاس‌های مختلف پرداختند در پایان مدل و اندازه‌گیری به این نتیجه رسیدند که یک سد زیرزمینی تأثیر زیادی در دسترس قرار دادن آب در فصل خشک را دارد سدهای شنی روش هیدرولوژیکی موفق هستند که می‌توان در مناطق خشک کنیا و دیگر مناطق ساخت آن‌ها را تعمیم داد. طباطبائی یزدی [۲۵] در مکان‌یابی سد زیرزمینی در بخش‌هایی از استان تهران و سمنان به روش بازدید صحرایی موردی و انجام آزمایش‌ها صحرایی و آزمایشگاهی و بر اساس معیارهای فنی اقدام نمود. نتایج نشان از معیارهای فنی دقت بالایی در انتخاب نهایی مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی دارند. پری اردکانی و دانائیان [۱۲] با تشکیل لایه‌های اطلاعاتی لازم بر اساس تحلیل‌های کارشناسی مکان‌های مناسب برای احداث سد زیرزمینی در منطقه خراق یزد را انتخاب نمودند. نتایج نشان داد استفاده از لایه‌های اطلاعاتی هزینه مکان‌یابی را کاهش می‌دهد. چزگی [۴] برای تعیین مناطق مناسب سد زیرزمینی در میناب از مدل‌های تصمیم‌گیری و بولین استفاده کردند. نتایج نشان داد این مدل‌ها برای مکان‌یابی و اولویت‌بندی سد زیرزمینی مناسب هستند و در وقت و هزینه صرفه‌جویی زیادی می‌شود. مطالعات زیادی در مورد مکان‌یابی سد زیرزمینی انجام شده است، ولی کم‌تر پژوهشی در مورد تلفیق سد زیرزمینی و قنات انجام شده است. هدف این تحقیق استفاده از سد زیرزمینی به عنوان یک راهکار برای تغذیه قنات در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. چون که قرار گرفتن قنات‌های منطقه مورد مطالعه در آبرفت‌های رودخانه‌ای یکی از دلایل فصلی بودن این قنات می‌باشد. بدین صورت که در فصل کشاورزی آب این قنات کم شده یا خشک می‌شوند.

چاه منحرف می‌کردند. بدین صورت که دریچه‌های این بند در فصل زمستان که آب هدر می‌رود بسته می‌شود و در فصل خشک (تابستان) که آب زیرزمینی کاهش پیدا می‌کند دریچه‌ها از بالا به پایین باز می‌شود تا به گالری قنات برسد [۳، ۱۸، ۲۰] (شکل ۱). سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری، مدل‌هایی هستند که ورودی آن‌ها انواع مختلفی از اطلاعات و خروجی آن‌ها راه‌حل‌های متعدد برای حل مسئله موجود می‌باشد. سامانه‌ای فعال و تلفیق‌کننده می‌باشد چرا که به فرد تصمیم‌گیرنده این امکان را می‌دهد که به‌طور پیوسته راهکارهای متعدد را ایجاد کرده و آن‌ها را باهم مقایسه نماید. از طرف دیگر، دانش و برداشت ذهنی فرد یا گروه تصمیم‌گیرنده در مورد مشکل مربوطه را همراه با داده‌های عددی مرتبط جمع‌بندی کرده و راه‌حل‌های موجود را پیشنهاد می‌کند و در ادامه تمامی این راهکارها را برحسب معیارها و ملاک‌های موردنظر تصمیم‌گیرندگان ارزیابی می‌نماید [۲۳].

AHP روشی است که در آن یک وضعیت پیچیده، به بخش‌های کوچک‌تر تجزیه می‌شود، سپس این اجزا در یک ساختار سلسله مراتبی قرار می‌گیرند. در این روش بر اساس قضاوت‌های ذهنی و با توجه به اهمیت هر معیار، مقادیر عددی اختصاص داده می‌شود و معیارهایی که بیشترین اهمیت را دارند، مشخص می‌شوند. به عبارت دیگر، ترتیب اولویت معیارها تعیین می‌شود [۱۶].

مطالعات زیادی درباره سد زیرزمینی انجام شده، اما مطالعه که موضوع تحقیق را پوشش دهد یافت نشد. بدین دلیل مواردی از سد زیرزمینی در زیر ارائه شد. Vanrompay [۲۶] در گزارش ارزیابی پنج سد زیرزمینی در بلژیک نتیجه‌گیری کرد که سدهای زیرزمینی دارای مزایای شامل افزایش ظرفیت چاه‌های موجود، سادگی و هزینه کم اجرایی، قابلیت تکرار و سهولت بهره‌برداری توسط اهالی



شکل ۲: نقشه منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

منطقه مورد تحقیق

منطقه مورد مطالعه در شمال کوه‌های طاغنکوه (روستای چزگ) واقع در ۴۰ کیلومتری غرب شهرستان فیروزه، خراسان رضوی با مختصات جغرافیایی $58^{\circ}11'30''$ تا $58^{\circ}11'40''$ شرقی و $22^{\circ}21'00''$ تا $22^{\circ}21'30''$ شمالی قرار دارد (شکل ۲). حداکثر ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۴۳۰ متر است.

روش کار

تحقیق حالت سلسله مراتبی داشت به ترتیب:

- ۱- تشخیص و انتخاب مشخصات قنات.
- ۲- شناسایی محور مناسب جهت احداث سد زیرزمینی در طول محور قنات.
- ۳- ارزیابی قنات‌ها نسبت به یکدیگر و اولویت‌بندی آن‌ها جهت

احداث سد زیرزمینی با استفاده از روش AHP و WASPAS.

مرحله اول: بدین‌صورت که در ابتدا برای بررسی مشخصات

و خصوصیات قنات‌ها با پیمایش میدانی، استفاده از داده‌های بانک قنات‌های ایران و همچنین گفتگو با مالکین قنات انجام شد. این روستا دارای چندین قنات است که فقط ۵ قنات با مشخصات کامل در بانک قنات‌های ایران آمده است (جدول ۱).

مرحله دوم: پس از مشخص کردن قنات‌های مناسب در منطقه

مورد بررسی، محورهای مناسب سد زیرزمینی در هر محور قنات‌ها مشخص شد. در این مرحله ابتدا در تنگه‌های موجود در هر محدوده چند محور مشخص گردید، سپس برای تمامی محورها سطح مخزن بر اساس شیب (طول مخزن) و عرض تعیین شد و مناسب‌ترین محور سد زیرزمینی برای هر قنات انتخاب شد (جدول ۲).

جدول ۱: مشخصات قنوات های منطقه منبع: بانک قنات های ایران

نام قنات	تعداد مالکین (نفر)	اراضی زیر کشت (هکتار)	طول قنات (متر)	عمق مادر چاه (متر)	تعداد میله چاه (متر)	فاصله مظهر تا محل (متر)	(میزان آبدهی) (لیتر بر ثانیه)
نخ کش	۳۶	۲۰	۱۵۰۰	۱۲	۴۵	۱۰۰۰	۱۰
حوض حران	۳۵	۱۰	۲۰۰۰	۱۲	۴۵	۱۵۰۰	۵
کهنه کن	۴۰	۱۸	۱۸۰۰	۱۲	۸۰	۱۵۰۰	۹
فرنگ	۱۸	۲۲	۱۰۰۰	۸	۲۳	۸۰۰	۱۰
قاراچنگه	۳۸	۲۰	۱۵۰۰	۱۶	۳۵	۱۰۰۰	۱۵

در ادامه وزن و اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر بر مبنای نظرات کارشناسی و در یک مقیاس از یک تا نه مشخص شده است. برای تعیین ارزش نسبی شاخص ها و معیارها از روش مقایسه جفتی [۸، ۱۶، ۱۹]، و نرم افزار Expert Choice استفاده گردید [۱۳]. سپس ماتریس تصمیم، استاندارد و وزین تشکیل گردید و بر اساس روش WASPAS قنات ها اولویت بندی شد.

روش WASPAS

مدل WASPAS یکی از مدل های هیبریدی است. این یک روش تصمیم گیری چند معیاره است که برای رتبه بندی گزینه های جایگزین طراحی شده است. در سال ۲۰۱۲، Edmundas Kazimieras و Zavadskas روش WASPAS را ارائه کرد. این روش مشابه روش TOPSIS عمل می کند، با این تفاوت که دقت بیشتری نسبت به روش های مستقل دارد که در شش مرحله انجام می گیرد: مرحله ۱: شکل گیری ماتریس تصمیم گیری، مرحله ۲: نرمال سازی، مرحله ۳: ماتریس نرمال وزن دار، مرحله ۴: محاسبه مقادیر بهینه Q_i و P_i . مرحله ۵: مقدار عملکرد یکپارچه، مرحله ۶: رتبه بندی [۱، ۱۴، ۲۲].

جدول ۲: مشخصات سدهای زیرزمینی منطقه منبع: نگارنده

معیارها قنات	ارتفاع سد زیرزمینی (متر)	طول محور (متر)	مخزن سد زیرزمینی (مترمکعب)
نخ کش	۱۲	۱۸۰	۱۰۸۰۰
حوض حران	۱۲	۱۹۰	۱۱۴۰۰
کهنه کن	۱۲	۲۰۰	۱۲۰۰۰
فرنگ	۸	۱۵۰	۶۰۰۰
قاراچنگه	۱۶	۱۶۰	۱۲۸۰۰

مرحله سوم: در این مرحله با استفاده از روش تصمیم گیری AHP اهمیت نسبی معیارها به دست آمد و در ادامه برای تلفیق قنات ها با سد زیرزمینی با استفاده از روش WASPAS اولویت بندی گردیدند. شاخص های موجود در پایین ترین قسمت جریان تصمیم گیری می باشد که درواقع همان لایه های اطلاعاتی ما برای هر محور است.

جدول ۳: مقایسه جفتی و اهمیت نسبی در روش تحلیل سلسله مراتبی

معیارها	تعداد مالکین	اراضی زیر کشت	طول قنات	عمق مادر چاه	میزان آبدهی	ارتفاع سد زیرزمینی	طول محور	مخزن سد زیرزمینی	اهمیت نسبی
تعداد مالکین	۱	۱	۲	۰/۵	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۰۶
اراضی زیر کشت	۱	۱	۳	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۰۷
طول قنات	۰/۵	۰/۳	۱	۰/۳	۰/۲	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۰۳
عمق مادر چاه	۲	۲	۳	۱	۰/۵	۱	۱	۲	۰/۱۲
میزان آبدهی	۳	۲	۵	۲	۱	۲	۳	۳	۰/۲
ارتفاع سد زیرزمینی	۲	۲	۳	۱	۰/۵	۱	۱	۲	۰/۳۲
طول محور	۲	۲	۳	۱	۰/۳	۱	۱	۲	۰/۱۲
مخزن سد زیرزمینی	۲	۲	۳	۰/۵	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۰۹

جدول ۴: ماتریس نرمال (استاندارد) در روش WASPAS

معیارها	تعداد مالکین	اراضی زیر کشت	طول قنات	عمق مادر چاه	(میزان آبدهی)	ارتفاع سد زیرزمینی	طول محور	مخزن سد زیرزمینی
نخ کش	۰/۰۱۳	۰/۰۱۶	۰/۰۰۶	۰/۰۲۴	۰/۰۴	۰/۰۶۳	۰/۰۲۴	۰/۰۱۹
حوض حران	۰/۰۱۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۲۴	۰/۰۲	۰/۰۶۳	۰/۰۲۵	۰/۰۲۰
کهنه کن	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۰۷	۰/۰۲۴	۰/۰۳۶	۰/۰۶۳	۰/۰۲۶	۰/۰۲۱
فرنگ	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۰۴	۰/۰۱۶	۰/۰۴	۰/۰۴۲	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰
قارچنگه	۰/۰۱۴	۰/۰۱۶	۰/۰۰۶	۰/۰۳۱	۰/۰۶۱	۰/۰۸۴	۰/۰۲۱	۰/۰۲۲

نتایج و بحث

تأثیر همه معیارها برای اولویت‌بندی یکسان نیست به همین خاطر از روش‌ها مختلفی برای بررسی اهمیت نسبی معیارها استفاده می‌کنند. در این تحقیق برای تعیین ارزش هر معیار از روش AHP استفاده شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که معیار ارتفاع سد زیرزمینی بااهمیت نسبی ۰/۳۲ بیش‌تری تأثیر را در اولویت‌بندی احداث سد زیرزمینی برای تلفیق با قنات را دارد، در عوض طول بر اساس نظرات کارشناسان بااهمیت نسبی ۰/۰۳ کم‌ترین تأثیر را داشته است. نتایج بررسی خصوصیات سد زیرزمینی (جدول ۳) نشان داده که عمق محور (ارتفاع) سد زیرزمینی بیش‌ترین اهمیت نسبی را در بین شاخص‌های محور به خود اختصاص داده است زیرا در اقتصادی بودن یک سد زیرزمینی، عمق و طول محور بیشترین اهمیت را دارا می‌باشند و به دلیل محدودیتی که در عمق حفاری محور نسبت به طول محور وجود دارد این معیار در درجه اول اولویت قرار دارد که با نتایج سلامی [۲۱]، چزگی و همکاران [۵] مبنی بر این‌که مهم‌ترین محدودیت در احداث سد زیرزمینی، مدنظر قرار دادن عمق محور است همخوانی دارد.

نتایج به‌دست‌آمده از جدول (۳) و بر اساس نظرات کارشناسی نشان داده که آبدهی قنات (دبی) از اهمیت بیشتری برخوردار است چرا که در صورت نبود یا کمبود جریانات زیرسطحی مخزن سد زیرزمینی، به‌طور کامل آبیگری نشده و با مشکلات فراوانی ازجمله تأمین نیاز آبی حقابه‌بران روبرو خواهیم شد که با نتایج نیلسون [۲۷، ۱۵] درباره جمع‌آوری آب با استفاده از سد زیرزمینی با تأکید بر کمیت آب در کشورهای آفریقایی همخوانی دارد. هر چه قنات دارای دبی بیش‌تری باشد دارای اهمیت نسبی بیش‌تری، به دیگر قنات‌ها دارد [۱۰].

طول محور از معیارهای تأثیرگذار در احداث سد زیرزمینی است چون طول و عمق محور افزایش یابند هزینه‌های اقتصادی به‌شدت افزایش پیدا می‌کند که در این تحقیق طول محور بعد از ارتفاع سد زیرزمینی و آبدهی در رتبه سوم قرار گرفت که نشان از اهمیت این معیار در بین کارشناسان دارد که با نتایج چزگی [۷، ۴] همخوانی دارد.

برای اولویت‌بندی مکان‌های مناسب برای احداث سد زیرزمینی جهت تلفیق با قنات از روش WASPAS استفاده شد. ابتدا ماتریس تصمیم تهیه گردید، سپس ماتریس تصمیم به ماتریس نرمال (استاندارد) شد (جدول ۴). چون معیارهای دارای ماهیت و واحدهای مختلف هستند، باید بی‌بعد و یا استاندارد شوند.

ماتریس وزین از ضرب ماتریس استاندارد بااهمیت نسبی معیارها که در مراحل قبل تعیین‌شده بودند، به دست می‌آید. در مرحله آخر بر اساس ارزش نهایی گزینه‌ها اولویت‌بندی می‌شوند (جدول ۵).

جدول ۵: اولویت‌بندی قنات‌ها با استفاده از روش

WASPAS

معیارها	WASPAS
نخ کش	۲/۹۸۳
حوض حران	۲/۹۵۶
کهنه کن	۲/۳۹۵
فرنگ	۳/۰۰۱
قارچنگه	۲/۹۷۱

نتایج جدول ۵ نشان داد که قنات فرنگ باارزش نهایی ۳/۰۰۱ به‌عنوان اولویت اول جهت تلفیق با سد زیرزمینی می‌باشد. قنات کهنه‌کند باارزش نهایی ۲/۳۹۵ در اولویت آخر قرار دارد.

نتیجه‌گیری

تأثیر خشک‌سالی و برداشت بی‌رویه آب از طریق چاه‌های عمیق باعث شده قنات‌ها کم آب و یا خشک شود، بخصوص قنات‌های که عمق مادر چاه کم است و زودتر تحت تأثیر عوامل قرار می‌گیرد. روش‌های مختلفی مانند پروژه‌های مرتع‌داری و آبخیزداری برای تقویت و تغذیه قنات صورت گرفته است که تأثیر زیادی نیز داشته است؛ اما یکی از روش‌های که می‌تواند تأثیر بسزایی داشته باشد در تغذیه و کنترل آبدهی قنات سد زیرزمینی است که کم‌تر موردتوجه قرار گرفته است. در صورتی‌که این روش برای اولین بار بر اساس اسناد در ایران و در عصر صفویه بوده است. به‌طوری‌که برای افزایش

9. Majidi, A.R. 2005. Management of underground water resources using the underground dam method, scientific journal of water and soil protection, 2(1): 28-34. (In Persian).
10. Nilsson, A. 1988. Groundwater Dams for Small-Scale Water Supply, Intermediate Technology Publications, London. 78 pp.
11. Orient Quilis, R., Hoogmoed, M., Ertsen, M., Foppen, J., Hut, R., and Vries, A. 2009. Measuring and modeling hydrological processes of sand-storage dams on different spatial scales, Physics and Chemistry of the Earth 34, 289–298.
12. Pari Ardakani, M., and Danaian, M.R. 2001. Location of underground dams in Kharanaq area of Yazd, technical report, Civil Deputy, Unforeseen Events Headquarters, Ministry of Interior, Yazd Governorate, 121 p. (In Persian).
13. Pourghasemi, H.R., Honarmandnejad, F., and Rezaei, M. 2021. Prioritization of water erosion-prone sub-watersheds using three ensemble methods in Qareaghaj catchment, southern Iran. Environmental Science and Pollution Research, 28, 37894–37917.
14. Purabi, S., Pankaj, K., Dinesh, K. V., Alaknanda, A., Ahmed, E., Sandeep, G., and Alban, K. 2022. Watershed prioritization using morphometric analysis by MCDM approaches, Ecological Informatics, 70, 101763.
15. Pyne, R., and David, G. 1998. Aquifer storage recovery. Recent development in the United States. Artificial Recharge of Ground water, 257-261.
16. Qudsipour, S.H. 2005. Hierarchical analysis process. Publications of Amir Kabir University of Technology, fifth edition, 220 p. (In Persian)
17. Rostam Afshar, N. 1996. Water Resources Engineering, Printing and Publishing Organization of the Ministry of Culture and Islamic Guidance, 296 p. (In Persian)
18. Saadati, M. 2001. Locating and determining indicators of underground dams and underground flows using Mudflow, Master's Thesis of Water Civil Engineering, Isfahan University of Technology, 143 p. (In Persian)
19. Saaty, T. 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw Hill.
20. Safinejad, J., and Dadras, B. 1999. The underground dam of Qanat Vazwan-Mimeh, Isfahan, National Water Treasure Institute of Iran, 240 p.
21. Salami, H. 2005. Determining suitable places for the construction of underground dams in igneous areas using telemetry

آب مادر چاه قنات وزوران در میمه اصفهان، دریچه‌های این بند در فصل زمستان که آب هدر می‌رود بسته می‌شود و در فصل خشک (تابستان) که آب زیرزمینی کاهش پیدا می‌کند دریچه‌ها از بالا به پایین باز می‌شود تا به گالری قنات برسد [۲۰]. در این تحقیق برای تعیین مناطق مناسب برای احداث سد زیرزمینی جهت تغذیه قنات با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری تحلیل سلسله مراتبی و واسپاس در قنات منطقه طاغنکوه شمالی روستای چزگ انجام گرفت که نتایج نشان داد که بیش‌ترین تأثیر را در انتخاب عمق سد زیرزمینی بااهمیت نسبی ۰/۳۲ دارد و قنات فرنگ نسبت به چهار قنات دیگر با ارزش ۳/۰۰۱ در روش واسپاس در اولویت قرار گرفت.

منابع

1. Alinezhad, A., and Khalili, J. 2019. WASPAS Method. In: New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM). International Series in Operations Research & Management Science, 277: 103-108.
2. Bayat Movahed, F. 2001. Investigating the effect of flood spreading on the quantitative changes of Soharin-Qara Cherian aqueduct in Zanjan. Journal of Soil and Water Sciences, 16(2). (In Persian)
3. Chezgi, j. 2008. Location of underground dam using decision support system and GIS in west of Tehran province. Dissertation of Master's Degree in Watershed Engineering, Tarbiat Modares University. (In Persian)
4. Chezgi, J. 2019. Location and prioritization the underground dam using SWAT and MADM models. Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering, 13 (47): 86-95.
5. Chezgi, J., Pourghasemi, H. R., Naghibi, S. A., Moradi, H. R., and Kheirkhah Zarkesh, M. 2015. Assessment of a spatial multi-criteria evaluation to site selection underground dams in the Alborz Province, Iran. Geocarto International, 31(6): 628-646.
6. Davudi Rod, M.R., Behrangi, A., and Miyanji. Y. 2003. Underground dams are a useful tool in the management of underground water resources, Proceedings of the first annual conference on water resources management in Iran, Tehran, November 26-27, 21 p. (In Persian).
7. Ebrahimi, J., Moradi, H.R., and Chezgi, J. 2021. Prioritizing suitable locations for underground dam construction in south-east of Bushehr Province. Environmental Earth Sciences 80 (380): 1-16.
8. Kheirkhah Zarkesh, M. 2005. DSS for floodwater site selection in Iran, PhD Thesis, Wageningen University, pp. 273.

25. Tabatabayi Yazdi, J. 2005. Evaluation of exploitation of subsurface flows by constructing an underground dam in a waterway, final report of the research project of the Soil Conservation and Watershed Research School, 235 p. (In Persian).
26. Vanrompay, L. 2003. Report on The Technical Evaluation & Impact Assessment of Subsurface Dams (SSDs). TLDP technical report, 14.
27. Wipplinger, O. 1961. 'The storage of water in sand, South-West Africa Administration. Water Affairs Branch, 1958.107 p.
- (case study: northern slopes of the Karaks mountains), master's thesis in the field of hydrology (hydrogeology), Shahid Beheshti University, 143 p. (In Persian)
22. Sanjay, K. V., Gopal, V., Swapandeeep. K., Raman, K., and Manpreet, S. S. 2022. Application of multi-criteria decision-making theory with VIKOR-WASPAS-Entropy methods: A case study of silent Genset, Materials Today: Proceedings, 50: 2416-2423.
23. Sharifi, M.A. 2007. Integrated planning and decision support systems: concepts, adoption and evaluation, Asian Journal of Geoinformatics, 7 (4): 13-21.
24. Soleimani, S. 2006. Investigating the engineering geological features of Mashhad plain for the purpose of zoning the potential of constructing underground dams using GIS and RS (Case study: Mashhad plain), Master's thesis of Tarbiat Modares University's engineering geology course. (In Persian).

Abstract**Prioritization of Canals for Integration with Underground Dam for Feeding with WASPAS Method**J. Chezgi¹

Received: 2023/08/23 Accepted: 2023/09/22

Placement of mountain Qanats in river alluvium is one of the reasons for the seasonality of these Qanat. Therefore, in the summer season, when the demand for water for agriculture increases, the water in these canals decreases or dries up. Underground dams are structures that block the natural flow of underground water, creating water reserves in the basement and increasing the water level in the wet period and use it in the dry period. It is believed that they will improve the flooding of canals in the summer. There is therefore a need to find suitable solutions for accessing new sources of water and its storage. The purpose of this research is to use an underground dam to feed the canals in the Taghenkoh Mountains area in Firouzeh city of Khorasan Razavi province. With this assumption, canals were prioritized for integration with underground dams using the analysis hierarchical processes method (AHP) and WASPAS decision making methods. First, the important and effective criteria in the construction of the underground dam were identified, and then the value of the criteria was determined using the AHP, and the criterion of the depth of the underground dam with a value of 0.32 was assigned the highest relative importance among these criteria. The site was prioritized based on the characteristics and relative importance of the criteria based on the WASPAS method, the Farang Qanat site was ranked first with a score of 3.01.

Keywords: Analytical hierarchy process, Chezg village, Subsurface flow, Underground dam, WASPAS.

1. Assistant Professor of Rangeland and Watershed Department, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand. Iran. chezgi@brjand.ac.ir