نشریه

ترویج و توسعه آبخیزداری
Extension and Development of Watershed Management

سال ششم- شماره ۲۰- بهار ۱۳۹۷ Vol. 6, No. 20, Spring 2018

تعیین عرصه‌های مناسب احداث سدهای زیرزمینی در حوضه خشک رود استان مرکزی از طریق سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری داده‌های مکانی منطقه

حمیدرضا پیروان*[۱]، محمدرضا عرب[۲] و میر مسعود خیرخواه زرکش[۳]

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۰۹

چکیده

یکی از گزینه‌های مدیریت جریان‌های زیرسطحی، استفاده از سدهای زیرزمینی است. سدهای زیرزمینی به دلیل عدم پیچیدگی زیاد سازه ای، هزینه کم احداث و نبود تبخیر سطحی، مناسب اجرا در تمام اقلیم‌های کشور می‌باشند. عوامل مختلف و متنوعی در مکان یابی سدهای زیرزمینی دخیل است، از این‌رو مکان‌یابی آنها کار پیچیده و زمان بری است. لذا در این بررسی از سامانه اطلاعات مکانی (GIS) استفاده شد تا روشی جدید برای مکان‌یابی آبراهه‌های مناسب برای ساخت سدهای زیر سطحی در محدوده شمال شهرستان ساوه و در بخش خشکرود پیشنهاد گردد. در ابتدا برای انتخاب مناطق مستعد، یکسری از معیارها نظیر میزان شیب، گسل‌های منطقه، سازندهای نامناسب زمین شناسی، به عنوان معیارهای حذفی در نظر گرفته شد و مناطق دارای این معیارها از منطقه مورد مطالعه حذف گردیدند، سپس از بین مناطق مستعد باقی‌مانده با استفاده از معیارهایی نظیر میزان فاصله از قنات‌ها، راه‌های دسترسی، محدوده‌های کشاورزی تحت پوشش، کیفیت و کمیت آب زیرزمینی و عمق مخزن، سه منطقه برای احداث سد در نظر گرفته شده و الویت‌بندی گردیدند.

واژه‌های کلیدی: *جریان زیرسطحی، مکان‌یابی، شهرستان ساوه، Arc GIS، مولفه‌های مکانی*

مقدمه

اگر چه منابع و تحقیقات زیادی در مورد سدهای زیرزمینی و سیستم‌های تصمیم‌گیری موجود است ولی با توجه به کاوش‌های به عمل آمده، در اکثر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه به تنهایی به اولویت‌های مکانی توجه نشده و بیشتر آنها براساس داده‌های غیر مکانی است. در این قسمت ابتدا به تحقیقات صورت گرفته در زمینه استفاده از GIS-RS و DSS درشاخه‌های مختلف علوم زمین پرداخته می‌شود و سپس به تعداد معدودی از مراجع و مطالبی که به طور مشترک به موضوع سدهای زیرزمینی و موضوع استفاده از لایه‌های اطلاعاتی GIS برای مکان یابی سدهای زیرزمینی پرداخته است اشاره می‌گردد.

سد کردن آب به منظور جلوگیری از هدررفتن آن فکر تازه ای نیست. سدهای آب زیرزمینی در جزیره ساردینیا (Sardinia) در زمان رومیان ساخته شده و بناهایی درتونس نشان می‌دهد که سدکردن جریان آب زیرزمینی توسط تمدن‌های قدیمی در شمال آفریقا نیز انجام می‌شده است [۱۱]. البته یک سد زیرزمینی در آریزونا نیز وجود دارد که قدمت آن به قرن هیجدهم می‌رسد. دفتر مرکزی آب زیرزمینی هند مکان یابی واحداث تعدادی از سدهای زیرزمینی در کرالا (kerala) را انجام داده و انیستیتو سلطنتی تکنولوژی استکهلم در قالب یک پروژه تحقیقاتی، تناسب این طرح را با برنامه‌ریزی منطقه‌ای جنوب هند بررسی کرده است [۱].

در مورد احداث سدهای شنی نیز انیستیتو تکنولوژی سائوپولو مطالعات جامع و کاربردی زیادی در برزیل انجام داده است. محل احداث سدها از شیب توپوگرافی نیز تبعیت می‌نماید. معمولاً شیب احداث سدها در حدود ۴ تا ۱۲ درصد می‌باشد، اما به طوراستثنایی نیز سدها در شیب‌های ۱۰ تا ۱۶ درصد نیز ساخته شده‌اند. توپوگرافی لایه نفوذناپذیر با سنگ بستر تحتانی مخزن، توان ذخیره سازی و روش‌های احداث سدها را تعیین می‌نماید. به طور کلی وجود بالا آمدگی سنگی جهت احداث سد از نوع شنی ضروری است که نمونه‌ای از آن در ماکالوس کرینا انجام شده است[۷].

احداث سدهای زیرزمینی در سفره‌هایی از جنس سنگ‌های خردشده نیز پیشنهاد شده و آبدهی ویژه آن بسته به توزیع دانه‌بندی، شکل ذرات و تراکم ۵ تا ۵۰ درصدی آن متغیر می‌باشد. [۱۱]. ویپلینگر [۱۴] جنبه‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی رسوب گذاری مربوط به ذخیره‌سازی آب در سدهای زیرزمینی را مفصلاً مورد بررسی قرار داده است. تحقیقات وی بر اساس مطالعات در نامیبیا می‌باشد. البته

۱- دانشیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، نویسنده مسئول، Email:hrpeyrowan@yahoo.com
۲- دانش آموخته رشته زمین شناسی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
۳- دانشیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

مطالعات ایشان در مورد آبدهی رودخانه و خصوصیات رسوبات در بستر رودخانه‌های طبیعی مبسوط‌تر بوده و مراحل رسوب گذاری را در اجرای طرح‌های سد شنی در مقیاس واقعی مورد آزمایش قرار داده است.

در بعضی از مناطق امکان احداث سدهای زیرزمینی به صورت متوالی وجود دارد که در امتداد مسیرهای شنی رودخانه‌ها درکنیا و امتداد دره‌های خیلی طویل و باریک درجنوب هند شناسایی گردیده است. درتونس نیز نمونه‌ای از سدها با مقیاس کوچک در فواصل منظم درامتداد دره‌های آبرفتی قراردارد. احداث سدها در یونان وکشورهای اروپایی مانند فرانسه، آفریقا، ایتالیا و آلمان توسط گیگنوکس و باربیر [۲].گزارش گردیده است. درشرق آفریقا نیز تعدادی سدهای زیرزمینی جهت تامین آب آشامیدنی در منطقه هرارق اتیوپی، نوگال سومالی، تانزانیا، دودوما و دیگری دریاچه ویکتوریا ساخته شد ه است.

کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی در مهندسی و بهره‌برداری آب [۸]، پهنه بندی اقلیمی مکان‌های مناسب سد زیرزمینی [۱۵]، مدل سازی آب زیرزمینی به عنوان معیار لازم برای احداث سد زیرزمینی در کشو کنیا [۵]، مدل‌های ارزیابی چند معیاره مکانی (پشتیبانی تصمیم گیری) به منظور تعیین مناطق مناسب احداث سیستم‌های پخش سیلاب در کشور [۹]، از جمله تحقیقات انجام شده پیرامون سدهای زیر زمینی است.

محققان پارامترهای تعیین‌کننده مختلفی را برای مکان‌یابی سدهای زیرزمینی در تحقیق خود مدنظر قرار داده‌اند. پارامترهای مساحت و فرسایش‌پذیری حوضه، میزان رواناب، شیب، عرض مقطع آبراهه، ضخامت آبرفت و بافت رسوبات به عنوان پارامترهای موثر [۶]، عوامل حجم مخزن، عمق سنگ بستر نسبت به سطح زمین، نفوذپذیری و کیفیت شیمیایی خاک مخزن [۱۱]، از جمله موارد قابل ذکر است.

حبیبی و همکاران [۴] برای اولویت‌بندی مناطق انتخابی از روش جمع امتیازات داده شده به پارامترهای شیب، نوع و کیفیت لیتولوژی، تراوایی پی محور و دریاچه سد زیرزمینی و سپس روی هم گذاری لایه‌های امتیازآور، نسبت به تعیین مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی در منطقه آبخوری سمنان پرداخته‌اند.

همانگونه که از مرور منابع نتیجه می‌شود، شناخت معیارها و نحوه امتیازدهی به عوامل در انتخاب مکان‌های مناسب احداث سدهای زیرزمینی، هنوز نیاز به کار تکمیلی دارد و لذا در این تحقیق این مهم مدنظر قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده در این تحقیق شامل نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی[۳]، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ [۱۲و۱۳]. منطقه و نرم‌افزار Arc GIS است. روش تجزیه و تحلیل نتایج از طریق سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری در سه مرحله مورد استفاده قرار گرفته است. در مرحله اول بر مبنای معیارهای حذفی محدوده‌های نامناسب جهت احداث سد زیرزمینی مشخص شد و در مرحله دوم نقاط مناسب در هر محدوده برای احداث سد با روی هم گذاری لایه‌های مناسب مشخص گردید و در ادامه در مرحله سوم، محورها بر مبنای معیارهای تصمیم‌گیری نسبت به یکدیگر اولویت‌بندی شدند. مراحل انجام کار به قرار زیر است:

مرحله اول

معیار حذفی و انتخابی شیب

۱- با فرض تبعیت شیب سنگ کف از شیب بستر رودخانه، شیب زیاد موجب عدم تشکیل حجم مخزن مناسب جهت ذخیره آب زیرزمینی است.

۲- سرعت بالای جریان آب در مناطق با شیب زیاد باعث پیشی گرفتن فرسایش نسبت به رسوب گذاری و نفوذ آب در بستر رودخانه می‌باشد.

برای تشخیص مناطقی با شیب مناسب، پس از تولید مدل DEM بر پایه نقشه توپوگرافی ناحیه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، مدل شیب منطقه استخراج و براساس درصد شیب طبقه بندی شد و در نهایت مناطقی با شیب بزرگتر از ۸ درصد از مدل حذف گردید.

معیار حذفی چاه‌ها و چشمه‌ها

چشمه و چاه‌ها نیز یکی دیگر از منابع تامین آب منطقه می‌باشند و با توجه به تاثیر منفی متقابل بین سد زیرزمینی و چاه‌ها و چشمه‌ها، مختصات چاه‌ها و چشمه‌های منطقه از سازمان تماب تهیه و اطراف آنها بافری به اندازه ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد و مناطق داخل بافر از محدوده احداث سد زیرزمینی حذف گردید.

معیار حذفی و انتخابی کاربری اراضی

مناطقی که دارای کاربری شامل ساختمان‌های مسکونی، مزارع، باغات کشاورزی و مناطق صنعتی هستند، نمی توانند محل مناسبی برای احداث سد زیرزمینی باشند. برای این امر، نقشه کاربری اراضی محدوده بر اساس تصویر ماهواره ای استر تهیه شد. در محدوده مطالعاتی، مناطقی با کاربری مسکونی و کشاورزی و زمین‌های شوره زار ارزش عددی صفر و سایر مناطق ارزش عددی یک گرفتند.

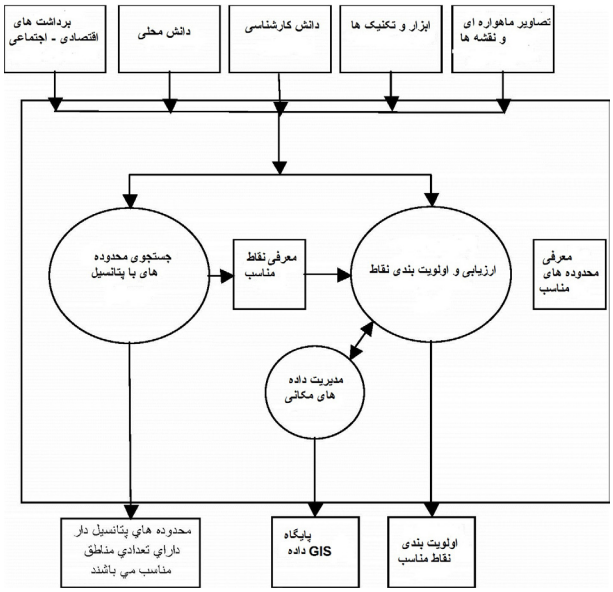
مرحله دوم

در این مرحله تمامی نقشه‌های مناطق مناسب و دارای پتانسیل روی هم گذاری شد و با تبدیل کردن مناطق از فایل رستری به فایل وکتوری و قراردادن این فایل بر روی Google earth، این مناطق مورد بازدید چشمی قرار گرفتند و مناطق صعب العبور و دور از دسترس حذف گردیدند.

مرحله سوم

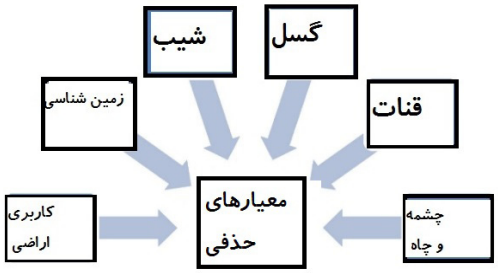
پس از حذف نواحی نامناسب احداث سدهای زیرزمینی، مناطق انتخاب شده براساس مزیت‌های نسبی از قبیل نزدیکی به جاده

دسترسی، میزان شیب مخزن، حجم مخزن، تراوایی محدوده آبخیز، فاصله از قنوات امتیازبندی شده و هر یک از محورها که دارای امتیاز بیشتری باشد به عنوان محور نهایی انتخاب شد.



شکل ۱: دیاگرام (DSS) جهت شناسایی محدوده‌های مناسب سد زیرزمینی [۱۵]

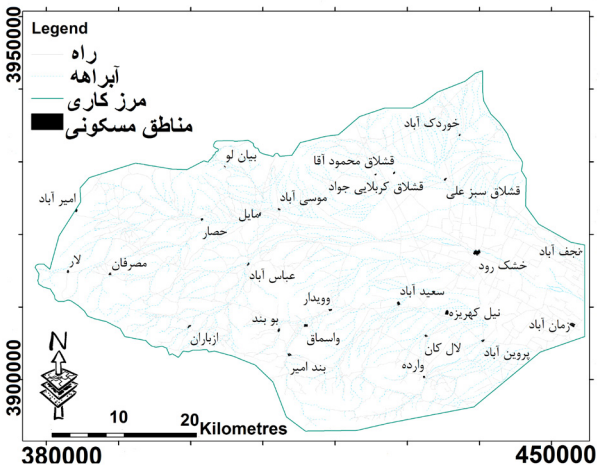
برای سرعت بخشیدن به امر تصمیم‌گیری و جلوگیری از جمع‌آوری اطلاعات اضافی، تعدادی از معیارها و عوامل کلیدی به عنوان معیارهای حذفی در نظر گرفته شد و بر مبنای آن، نواحی مستعد اولیه مکان یابی گردیدند (شکل ۲).



شکل۲: دیاگرام معیارهای حذفی جهت تعیین مناطق پتانسیل‌دار برای احداث سد زیرزمینی

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه حوضه خشک رود استان مرکزی است که در قسمت شمال شهرستان ساوه واقع شده است (شکل۳). ارتفاع محدوده از سطح دریا ۱۱۰۸ متر می‌باشد و مهمترین راه‌های دسترسی به منطقه، مسیر شهرستان ساوه و یا بزرگراه تهران ساوه می‌باشد. برای دسترسی به آبراهه‌های مورد بررسی از راه‌های فرعی آسفالته موجود در منطقه می‌توان استفاده نمود.



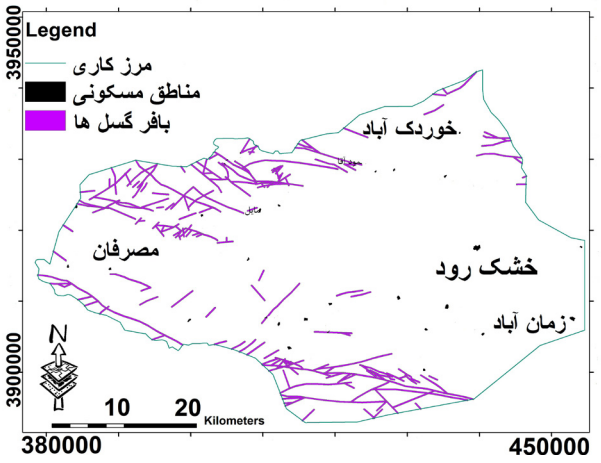
شکل۳: موقعیت حوضه مطالعاتی شامل مرز حوضه و مناطق مسکونی

زمین‌شناسی عمومی و زمین ساخت منطقه

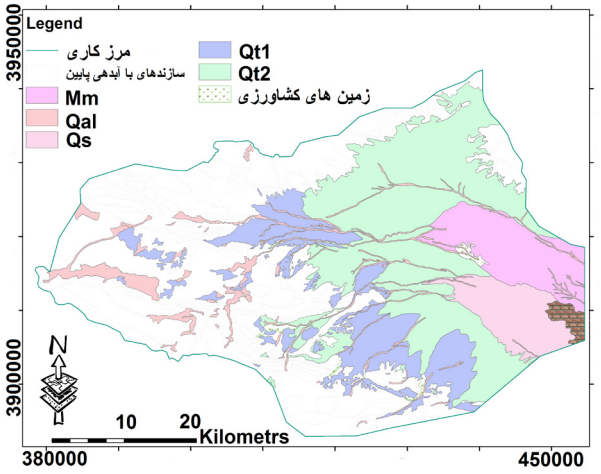
منطقه مورد مطالعه در زون زمین ساختاری ارومیه دختر واقع است. پی سنگ منطقه از سنگ‌های آذرآواری و آتشفشانی ائوسن با ترکیب حد واسط تا بازیک و ایگنمبریت می‌باشد. واحدهای آتشفشانی ائوسن پایانی نواحی مرکزی منطقه، توسط رسوبات آواری اولیگوسن به صورت هم شیب (در بعضی نقاط به صورت دگر شیب) پوشیده می‌شوند. این واحد متشکل از کنگلومرا، ماسه سنگ، سیلت سنگ و مارن به رنگ قرمز – قهوه‌ای می‌باشد. کنگلومرا از نوع چند منشاء ای است. جنس و منشاء قطعات کنگلومرا از سنگ‌های آتشفشانی و رسوبی ائوسن و به طور محلی سنگ‌های رسوبی مزوزوئیک است. اندازه دانه‌های کنگلومرا از چند میلی‌متر تا چند ده سانتی‌متر است. نهشته‌های میوسن میانی از نوع مارن‌های سبز روشن همراه با میان لایه‌های سنگ آهک مارنی و بطور محلی به صورت تناوبی از مارن و سنگ آهک تشکیل شده است که بر روی کنگلومرای الیگوسن قرار دارند. واحدهای میوسن – پلیوسن شامل تناوبی از مارن، ماسه سنگ، سیلت سنگ و گل سنگ است، مارن‌های این واحد نیز از نوع گچی هستند و هیچ اثر فسیلی در آن مشاهده نشده است. بر اساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ساوه [۳]، جدیدترین واحد زمین شناسی شامل پادگانه‌های آبرفتی جوان و کهن و رسوبات منفصل بستر رودخانه است (شکل۵).

بیشترین محل تجمع گسل‌ها در منطقه در محدوده نوار شمالی و جنوبی منطقه است. گسل‌های موجود در ناحیه از روند شمال غربی– جنوب شرقی پیروی می‌کنند که به صورت یک نوار باریک در نواحی شمال و جنوب حوضه مطالعاتی متمرکز می‌باشند. مبنای شناسایی گسل‌ها در منطقه استفاده از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد، بر

همین اساس بیشترین محل تجمع گسل‌ها در منطقه در محدوده نوار شمالی و جنوبی منطقه است. گسل‌های منطقه از روند شمال غربی- جنوب شرقی پیروی می‌کنند که به صورت یک نوار باریک در نواحی شمال و جنوب حوضه مطالعاتی متمرکز می‌باشند. شکل شماره (۴) پراکندگی و نحوه قرارگیری گسل‌ها با بافر ۱۰۰ متری در منطقه را نشان می‌دهد. بر اساس این نقشه گسل‌های بزرگ منطقه دارای روند شمال غرب – جنوب شرق هستند و گسل‌های کوچکتر با روند شمال شرق – جنوب غرب آن‌ها را قطع می‌کنند.



شکل ۴: نقشه پراکندگی گسل‌ها با بافر ۱۰۰ متری در منطقه



شکل۵ : نقشه زمین شناسی حوضه

نتایج

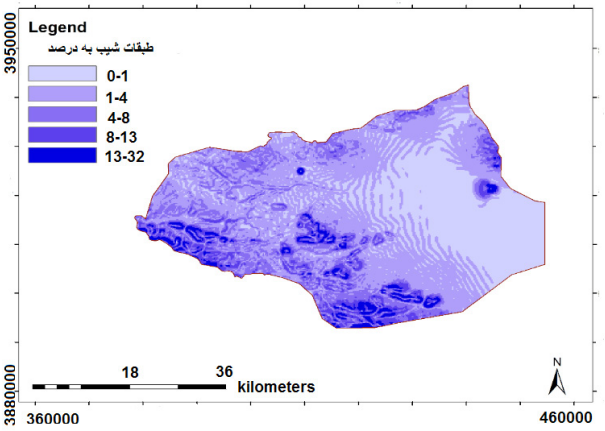
مکان‌یابی سدهای زیرزمینی در سه مرحله مجزای ۱- تعیین مناطق حذفی ۲- تعیین مناطق مستعد و ۳- اولویت‌بندی محورهای انتخابی بر مبنای معیارهای تصمیم‌گیری، انجام شده که در زیر جزئیات آن ارائه شده است.

نتایج مرحله اول بر اساس معیارهای حذفی

برای انتخاب محدوده‌های مناسب احداث سد زیرزمینی از اطلاعات استخراج شده از منابعی نظیر تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های توپوگرافی رقومی شده و همچنین نظرات کارشناس بر اساس تعدادی پارامتر موثر به شرح زیر استفاده گردید.

معیار شیب

بر اساس آنچه که در بخش مواد و روش‌ها ذکر شد ابتدا نقشه طبقات شیب در بازه‌های ۱-۰، ۴-۱، ۸-۴، ۱۳-۸ و ۳۲- ۱۳ درصد تهیه (شکل ۶) و سپس با حذف مناطق بالاتر از ۸ درصد شیب، مناطق مستعد به شرح نقشه شکل ۷ تهیه شد.

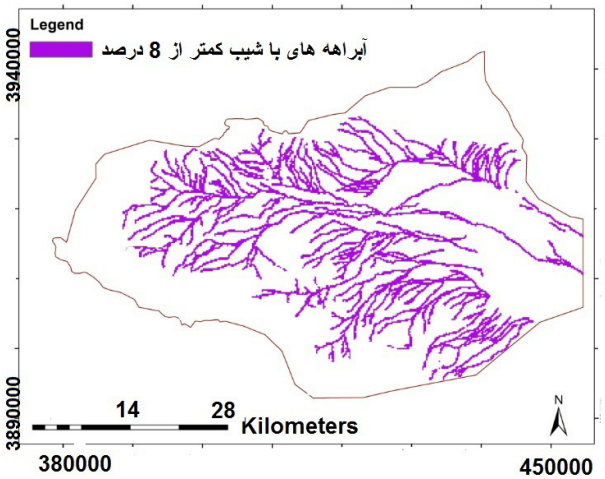


شکل ۶: نقشه شیب طبقه‌بندی شده در منطقه مورد مطالعه

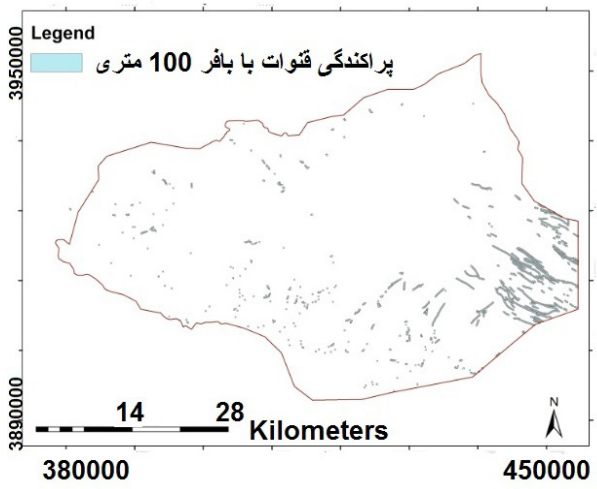
قنوات

معیار قنات، چشمه و چاه

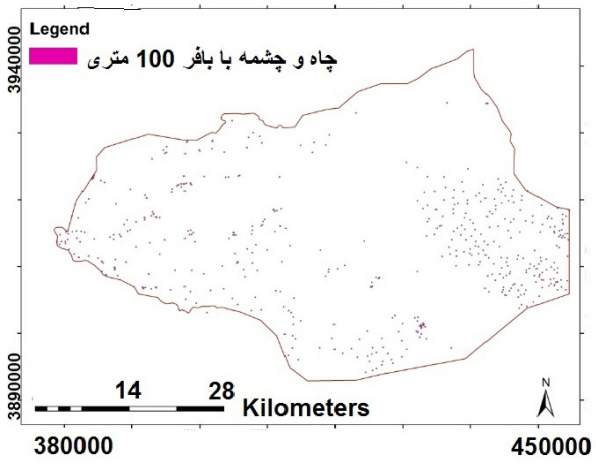
نقشه قنات‌های منطقه با پیاده سازی مختصات مظهر و مادر چاه قنوات و اعمال یک بافر ۱۰۰ متری از محور قنات برای مناطق درون بافر ارزش عددی صفر و برای مناطق بیرون آن ارزش عددی یک در نظر گرفته شد (شکل ۸). در ضمن برای چشمه و چاه‌های منطقه نیز بافری به اندازه ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد و مناطق داخل بافر از محدوده احداث سد زیرزمینی حذف گردید (شکل ۹).



شکل۷ : نقشه آبراهه‌های دارای شیب کمتر از ۸ درصد



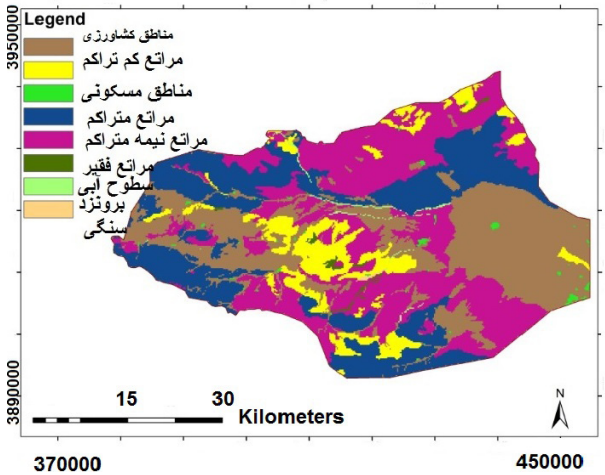
شکل ۸: نقشه قنات‌ها با بافر ۱۰۰ متری منطقه



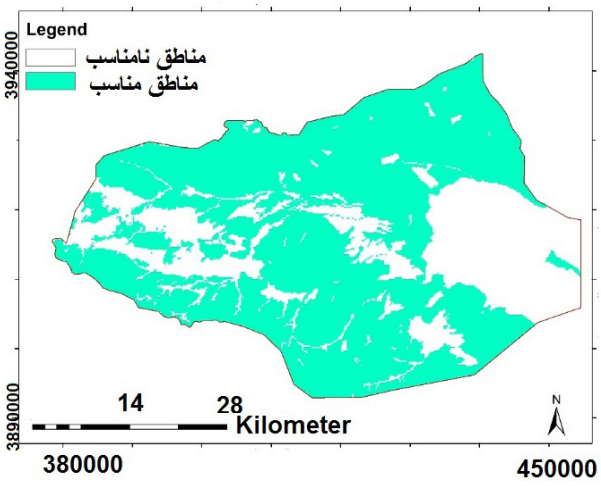
شکل ۹: نقشه چاه‌ها و چشمه‌ها با بافر ۱۰۰ متری اطراف آن‌ها

معیار کاربری اراضی

در محدوده مطالعاتی، مناطقی با کاربری مسکونی و کشاورزی و زمین‌های شوره زار ارزش عددی صفر و سایر مناطق ارزش عددی یک گرفتند (شکل ۱۰ و ۱۱).



شکل ۱۰: نقشه کاربری اراضی منطقه

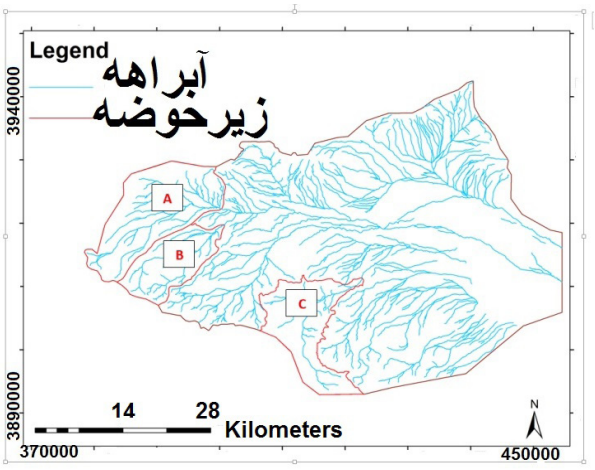


شکل ۱۱: نقشه کاربری اراضی منطقه دسته‌بندی شده به مناطق مناسب و نامناسب

نتایج مرحله دوم (تعیین مناطق مناسب)

در این مرحله پس از حذف مناطق نامناسب، تمامی نقشه‌های مرحله اول کار بر روی هم لایه گذاری شد تا مناطق دارای پتانسیل احداث بند زیرزمینی مشخص شود.

در ادامه، بعد از تبدیل کردن مناطق از فایل رستری به فایل وکتوری و قراردادن این فایل بر روی Google earth، این مناطق مورد بازدید چشمی قرار گرفتند و مناطق صعب‌العبور و دور از دسترس حذف گردیدند و در نهایت سه زیرحوزه آبخیز به عنوان مناطق مناسب برای احداث سد در نظر گرفته شد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲: سه محدوده مناسب برای احداث سد زیرزمینی

نتایج مرحله سوم (اولویت‌بندی محورهای مناسب سد)

پس از حذف نواحی نامناسب احداث سدهای زیرزمینی، مناطق انتخاب شده براساس مزیت‌های نسبی از قبیل نزدیکی به جاده دسترسی، میزان شیب مخزن، حجم مخزن، تراوایی محدوده آبخیز، فاصله از قنوات امتیازبندی شده و هر یک از محورها که دارای امتیاز

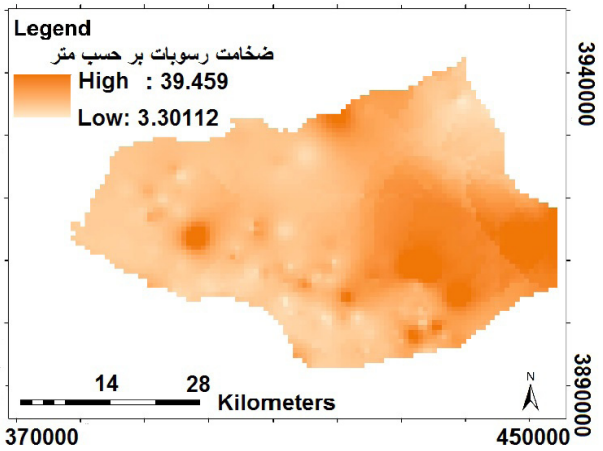
بیشتری باشد به عنوان محور نهایی انتخاب شد.

اولویت‌بندی بر اساس حجم مخزن: بعد از مشخص کردن مکان محورها با استفاده از رابطه (۱) مقدار طولی که هر مخزن از محل محور می‌تواند گسترش یابد محاسبه شد.

رابطه(۱) $l = b / \alpha$

که در آن l: طول آبراهه (متر)، b: ضخامت آبرفت (متر) و α : شیب آبراه (درجه) است.

شیب متوسط آبراهه‌های مناسب از نقشه شیب منطقه محاسبه گردید. برای بدست آوردن ضخامت آبرفت، با توجه به اینکه از ضخامت آبرفت منطقه اطلاعاتی در دست نبود، با فرض اینکه مادر چاه‌ها در آبرفت حفر می‌شوند و بنابراین تا حدودی می‌توانند بیانگر ضخامت آبرفت منطقه باشند، لذا با استفاده از روش عکس مجذور فاصله IDW، یک درون یابی برای عمق مادر چاه‌های کل منطقه صورت گرفت و ضخامت آبرفت برای ناحیه بدست آمد (شکل۱۳). سپس با جایگذاری شیب و ضخامت آبرفت در فرمول (۱) مقدار طول مخزن برای هر محور بدست آمد و بعد از تعیین طول مخزن از هر محور، بافری به اندازه آن در اطراف هر محور زده شد و با تقاطع نقشه آبراهه‌های رقومی شده و نقشه بافر، اطراف محورها، منطقه مشترک بین این دو نقشه به عنوان سطح مخزن برای هر محور مشخص گردید.



شکل۱۳: ضخامت رسوبات منطقه بر اساس عمق مادر چاه قنوات

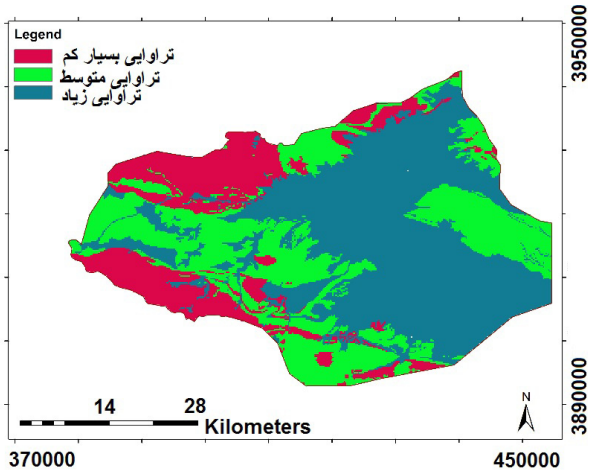
سپس با جایگذاری شیب و ضخامت آبرفت در فرمول (۱) مقدار طول مخزن برای هر محور بدست آمد و بعد از تعیین طول مخزن از هر محور، بافری به اندازه آن در اطراف هر محور زده شد و با تقاطع نقشه آبراهه‌های رقومی شده و نقشه بافر، اطراف محورها، منطقه مشترک بین این دو نقشه به عنوان سطح مخزن برای هر محور مشخص گردید.

اولویت‌بندی بر اساس نفوذپذیری حوزه آبریز

نفوذپذیری یکی از فاکتورهای تعیین کننده در برآورد حجم مخزن است. با توجه به وسعت زیاد منطقه و عدم امکان آزمایش‌های لوفران و دبل رینگ، بعلت صرف هزینه و وقت زیاد، در این بخش از روش‌های غیرمستقیم و بازدیدهای صحرایی، به منظور تخمین نفوذپذیری بصورت کیفی استفاده گردید. واحدهای سنگی منطقه بر اساس نوع لیتولوژی از نقطه نظر نفوذپذیری در سه رده دسته‌بندی شده‌اند (جدول ۱). بر مبنای موارد ذکر شده، نقشه نفوذپذیری منطقه بصورت کیفی و در سه رده بالا، متوسط و پایین تهیه شد (شکل۱۴).

اولویت‌بندی مخازن بر اساس شیب

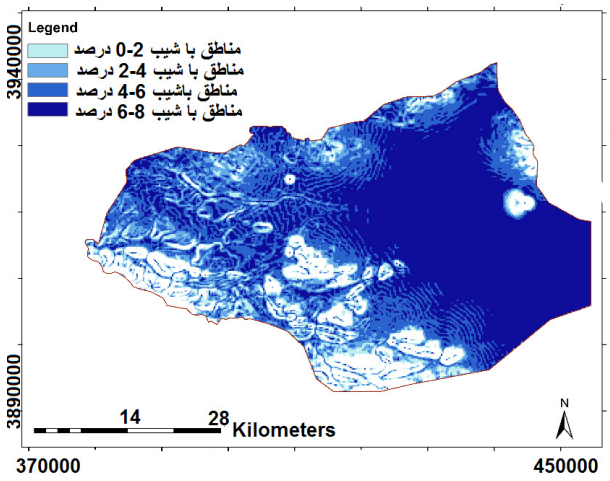
تعیین مورفولوژی و شیب سنگ بستر نیازمند انجام عملیات از نوع ژئوفیزیک ژئوالکتریک و حفر گمانه است که به صرف هزینه و زمان قابل توجه نیاز دارد. در این بررسی با فرض اینکه شیب سنگی رودخانه از شیب بستر تبعیت می‌کند و این فاکتور یک عامل تاثیرگذار در میزان حجم مخازن سدهای زیرزمینی می‌باشد در مرحله اول پتانسیل‌یابی سدهای زیرزمینی آبراهه‌های با شیب بیش از ۸ درصد جهت این کار نامناسب تشخیص داده شد و حذف گردیدند. در مرحله دوم، شیب‌های موجود در محدوده محور بر اساس اولویت در محیط Spatial Analysis امتیازبندی شدند (شکل۱۵). بر این اساس بالاترین امتیاز به حداقل میزان شیب و پایین‌ترین امتیاز به بالاترین شیب اختصاص پیدا کرد.



شکل۱۴: نقشه تراوایی سازندهای زمین شناسی

جدول ۱: رده‌های نفوذپذیری واحدهای سنگی [۴]

نفوذپذیری	کد نفوذپذیری	سازندها، واحدهای سنگی و آبرفتی
تراوا	۱	Qal, Qv Qf, Qt_1, Qt_2, Q
تراوایی متوسط	۲	Pl, q, Qc Qt_3, M-Pl
		M-Pl, OLc,Sh, Em, Eak, Ek_1, Tb, V, Pescf, di, Ks, Kl_2, Kc, j1, qc, Jd, Jssh, TR1e, TR_2e,TR_3e, Cm, CLm, Ca1, PCz, PCBt, Psc
تراوایی کم – خیلی کم	۳	Omq, M, M1, M1-2, Olv, EKn, Sm, Et_3, Etbk, Et_2, Es1, ez, Pef, Ktm, Pr, Pd
		M_2m, M_3c, Eomt, Eg, Ols, Olg, Smg, Ekg, Ev, K2

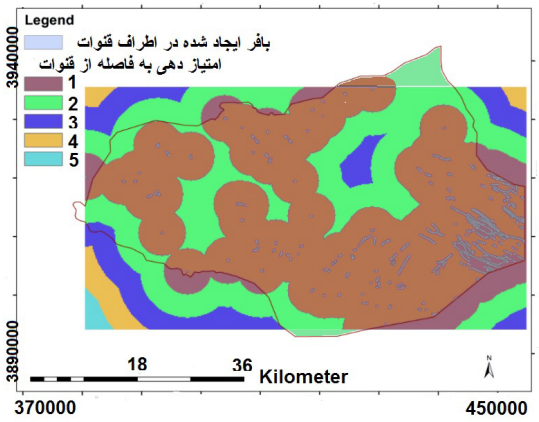


شکل۱۵: نقشه امتیازبندی شیب منطقه

امتیازبندی بر اساس تاثیر سد بر قنوات

چون احداث یک قنات به هزینه و انرژی زیادی نیاز دارد و از طرفی از دیرباز به عنوان یکی از منابع اصلی تامین آب مطرح بوده‌اند، لذا حفظ و نگهداری این منابع از اهمیت زیادی برخوردار است. با احداث سد زیرزمینی ممکن است که جلوی بخشی از جریانات زیر سطحی تغذیه کننده قنات مسدود گردد و با کاهش دبی قنات همراه باشند. در واقع در شرایط مساوی که قنات و سد زیرزمینی در یک رودخانه وجود دارند و از یک حوزه آبریز مشترک تغذیه می‌شوند، میزان جریان زیر سطحی و متعاقب آن دبی قنات و حجم آب ذخیره شده در پشت سد در ارتباط مستقیم با وسعت حوزه آبریز بالا دست است. برای به حداقل رساندن تاثیر مستقیم ساخت سد زیرزمینی بر روی آب دهی قنوات منطقه، بافری ۱۰۰ متری روی قنوات اعمال گردید و در محیط Spatial Analysis امتیازدهی مکانی بر اساس میزان فاصله اقلیدسی و به روش Neutral Break صورت پذیرفت، به نحوی که به نواحی دورتر از محور قنات امتیاز بالاتری تعلق گرفت (شکل۱۶).

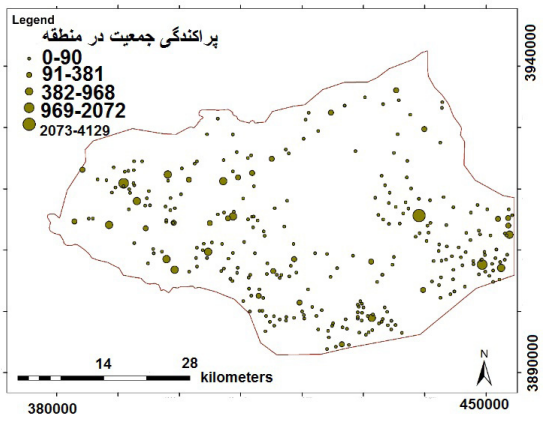
امتیازبندی بر اساس نیاز آب شرب: احداث سد زیرزمینی با توجه به تعداد روستاهای مجاور محور سد می‌تواند یکی از راه حل‌های موثر در تامین نیاز شرب منطقه باشد. برای بررسی این مسئله و دخالت دادن آن در اولویت‌بندی محورهای مشخص شده، ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ موقعیت روستاها در منطقه مورد بررسی مشخص گردید و سپس با استفاده از شناسنامه آبادی‌های کشور مربوط به سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۸۵ جمعیت روستاهای موجود بر اساس سالنامه آماری [۱۰] در منطقه مورد بررسی مشخص شد (شکل ۱۷).



شکل ۱۶: امتیازدهی به میزان فاصله از قنوات

امتیازبندی محور بر اساس نیاز آبی کشاورزی:

این معیار در ارتباط با نیاز آبی بخش کشاورزی است. وسعت زمین‌های کشاورزی در محدوده هر روستا با استفاده از تفسیر

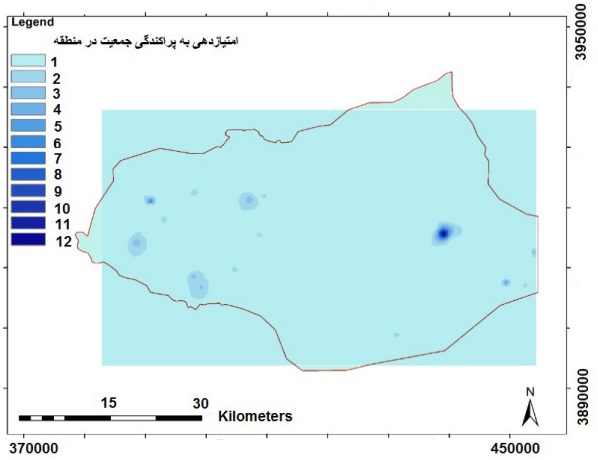


شکل ۱۷: پراکندگی جمعیت در محدوده مطالعاتی

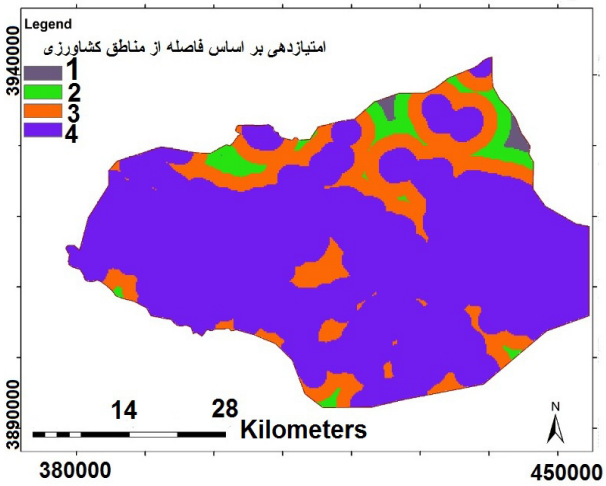
چشمی تصاویر ماهواره‌ای منطقه و با اعمال شاخص NDVI، مشخص گردید. در واقع پس از نیاز آبی شرب روستاهای منطقه که در اولویت بالاتری هستند تامین نیاز آبی بخش کشاورزی که در ارتباط مستقیم با وسعت زمین‌های کشاورزی پائین دست است از دیگر اولویت‌ها می‌باشد که در مکان‌یابی سدهای زیرزمینی باید به آن توجه کرد. به خاطر متمرکز بودن اغلب زمین‌های کشاورزی در منطقه، این مناطق به صورت پلی گون‌های یک پارچه در نظر گرفته شد و بافری به اندازه یک کیلومتر در اطراف آنها ایجاد گردید، با محاسبه اقلیدسی فاصله از مناطق زراعی و سپس امتیازدهی به میزان نزدیک بودن محور سد به مناطق کشاورزی، میزان توانمندی محور مورد نظر در سیراب کردن مزارع اطراف مورد ارزیابی قرار گرفت. بر این اساس بالاترین امتیاز به محوری تعلق گرفت که به مناطق کشاورزی نزدیک تر است (شکل۱۹).

سپس در محیط Spatial Analysis امتیازدهی به محور مناسب بر اساس نزدیکی به مناطق پر جمعیت صورت پذیرفت، بر این

اساس، به مناطق پرجمعیت امتیاز بالاتری اختصاص یافت (شکل ۱۸).



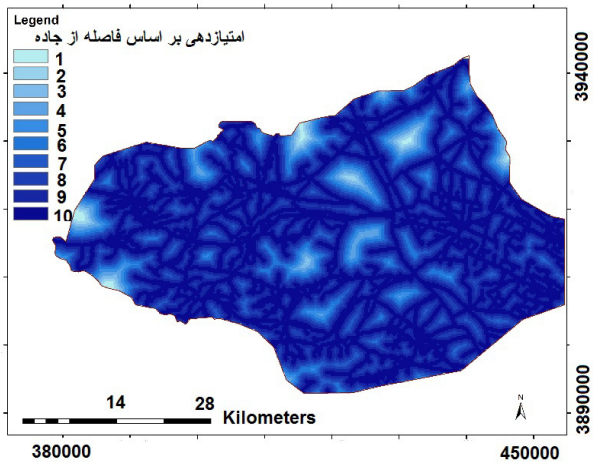
شکل ۱۸: امتیازدهی به میزان فاصله از توده‌های جمعیتی



شکل ۱۹: امتیازدهی به میزان فاصله از مناطق کشاورزی

امتیازبندی بر اساس فاصله از جاده

وجود جاده مواصلاتی در محل احداث سد زیرزمینی باعث افزایش سرعت دسترسی و کاهش هزینه‌های مرتبط با ساخت و نگهداری سازه می‌شود. بنابراین محورهایی که دسترسی نزدیکتر به جاده دارند نسبت به سایر محورها دارای اولویت هستند. برای این امر در مرحله اول، پراکندگی جاده‌های منطقه از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ استخراج گردید و میزان فاصله مکانی از جاده محاسبه شد و در نهایت در الحاقیه Spatial Analysis امتیازبندی مکانی به پیکسل‌ها بر اساس میزان فاصله از جاده صورت پذیرفت که مطابق آن به پیکسل‌های نزدیک به جاده امتیاز بیشتر و پیکسل‌های دور از جاده امتیاز کمتری تعلق گرفت (شکل ۲۰).



شکل ۲۰: امتیاز دهی براساس میزان فاصله از جاده

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس تحقیقات موفق پیشین و همچنین نظرات کارشناسی، میزان امتیاز داده شده به هر معیار و نیز میزان تاثیرگذاری و ضریب هر معیار در اولویت‌بندی محور سدها تعیین شد، بطور کلی می‌توان معیارهای مورد نیاز جهت اولویت‌بندی محور سدها را به دو گروه معیارهای اصلی و فرعی تقسیم بندی کرد:

معیارهای اصلی:

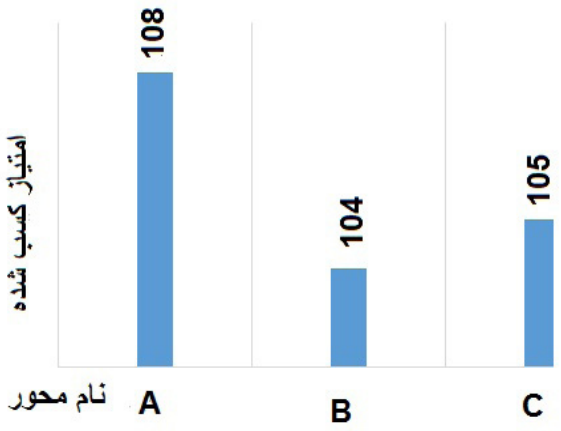
این معیارها شامل شاخص‌هایی از قبیل میزان جریان زیرزمینی، شیب بندی، عمق مخزن سد، نیاز آبی شرب و کشاورزی است. این معیارها در اولویت‌بندی محور سد زیرزمینی، نقش اساسی ایفاء می‌کنند. بر همین اساس به این معیارها در زمان ترکیب با سایر اولویت‌ها، ضریب ۲ تعلق گرفت تا از تاثیر بیشتر نسبت به سایر معیارها برخوردار باشند.

معیارهای فرعی:

این معیارها طبق نظر کارشناسان و کارهای قبلی انجام شده، شامل شاخص‌های با اهمیت پایین در تعیین اولویت سد زیرزمینی است. معیارهای فرعی را می‌توان همتراز با شاخص‌های از قبیل فاصله از قنوات و قابلیت دسترسی به محور سد دانست. از همین رو در زمان هم‌پوشانی کردن این شاخص‌ها، هیچ گونه ضریبی به آن‌ها تعلق نمی‌گیرد تا از وزن آن‌ها در تعیین اولویت بین محورها نسبت به معیارهای اصلی کاسته شود.

همانطور که مشاهده گردید در این تحقیق ابتدا آبراهه‌های مناسب احداث سد زیرزمینی با توجه به معیارهای حذفی شیب، زمین شناسی، کاربری اراضی، چشمه و چاه، قنات و گسل بدست آمد، سپس این آبراهه‌ها با توجه به چهار معیار اصلی آب، مخزن، محور و عوامل اقتصادی و اجتماعی و زیر معیارها و شاخص‌های آن ها، با نظر کارشناسان و تجربه‌های قبلی وزن دهی شده و سپس در محیط Spatial Analysis تحت هم پوشانی قرار گرفتند. در نهایت میزان امتیاز کسب شده برای هر محور مطابق با شکل ۲۱ بدست آمد که بر

اساس آن بیشترین امتیاز متعلق به محور A است.



شکل ۲۱: اولویت‌بندی محور سدها

تشکر و قدردانی

از پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری به خاطر فراهم نمودن امکانات این تحقیق و از سرکار خانم مهندس حمیده ساریخانی به دلیل زحمات بی دریغ ایشان در روند تهیه مقاله، کمال قدردانی و سپاسگزاری را داریم.

منابع

1-Destouni, G., Johansson, M. 1987. Seasonal storage of groundwater- A study of groundwater dams in South India. The Royal Institute of Technology, Hydraulics Laboratory, Examensarbete No. 312, Stockholm. 29 pp.

2- Gignoux, M. Barbier, R. 1955. Barrages Souterrains dams les allovions. In Geologie des barrages et des ammenagement hydrauliqe, p. 262. Paris

3- Geological map of 1: 100000 Saveh, Geological Survey of Iran, Ministry of Industry and Mines

4- Habibi, M., Peyrowan, H. R., Oroomiehei, A., and A. Majidi, 2017. Site selection for underground dam using RS and GIS, Ms.C thesis, Engineering Geology, Azad University, Science and Research Campus (In Persian)

5- Hut,R., Ertsen, M., 2009, Effect of Sand Storage Dams on Ground Water Levels With Example From Kenya", Elsevier Journal

6- Hashemi Z., 2002, Investigation of quaternary deposits in the northern watershed of Haj Aligholi Desert to determine the suitable sites for the construction of underground dam, Master›s thesis, Islamic Azad University, North Tehran Branch. (In Persian)

7- Instituto de Pesquisas Technologicas do Estado de Sao Paulo (IPT) , 1982. Quinos Bacia do rio Serido-Municipios de Parelhas e Equador – Rio

8- Johnson, L.E., 2009, Geographic Information System in Water engineering", WA Publishing Grande do Norte. Relatorio No. 17023, Minas e Geologia Aplicada. sao Paulo. 43 pp.

9- Kheirkhah Zarkesh, M., 2005, DSS for Floodwater Site Selection in Iran, PhD Thesis, Wageningen, ISBN: 90-8504, pp. 256-9

10- Statistical Yearbook of Markazi Province 2006, Planning and Budget Organization, Statistics Center of Iran (In Persian)

11- Tabatabaee Yazdi, J., and S. Nabipey Lashkarian, 2003. Underground water dams for water supply in small scale, translation, publication of Soil Conservation and Watershed Management Institute, 63 p. (In Persian)

12- Topographic map 1: 50000 Saveh Quad, Geographic Army

13- Topographic map 1: 25000 of Saveh, Country map organization

14- Wipplinger, O. 1958. The storage of water in sand. South – West Africa administration, Water affairs Branch. 107 pp.

15-Wieland, R.,Wekel, K.O., Mirshel,W., Berg, M., 2009 "A Decision Support System For Foresight and Potentials In Rural Area Under Regional Climate Change», Center For Articulate Landscape Research (ZALF), Germany

نشریه

ترویج و توسعه آبخیزداری

Extension and Development of Watershed Management

Vol. 6, No. 20, Spring 2018 **سال ششم- شماره ۲۰- بهار ۱۳۹۷**

Abstract

Site Selection for Underground Dams in Selected Basins of Markazi Province with a Decision Support System of Spatial data

H. R. Peyrowan*[1], M. R. Arab[2] and M. M. Kheirkhah Zarkesh[3]

Received: 2017/04/08 Accepted: 2018/02/28

Underground dam is one of the choices of ground water management. These dams are reservoir water in small scale. Because of the low complexity of the construction and low cost and lack of surface evaporation in this type of dam, it is possible to construct these dams in all regions of the country. Various factors involved in site selection of underground dams, so locating them is a complex and time taking. Therefore, in this study, geographic information system (GIS) was used as a new method for locating Channel Rivers suitable for the construction of the dams in Khoshkrood basin in the north of Saveh city. Initially to select suitable areas, a number of criteria such as the dip of the faults and unfavorable geological formations, the unsuitable areas were excluded from the study area. Then among suitable areas with using criteria such as the distance from the Qantas, roads, agricultural area, quality and quantity of groundwater and the depth of the reservoir, three places are selected for dam construction.

Keywords: Subsurface runoff, Site selection, Saveh cCity, ARC GIS, Spatial components

1 Associate professor of Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Soil Conservation and Watershed Management Institute, Iran, Corresponding Author, Email:hrpeyrowan@yahoo.com

2. M.Sc. Engineering Geology, Azad Univ. Research and science campus of Tehran

3. Associate professor of Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Soil Conservation and Watershed Management Institute, Iran