Iranian Journal of
Rainwater Catchment Systems

مجله علمی سامانه‌های سطوح آبگیر باران

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۱۵۳۱ شاپا چاپی: ۲۴۲۳-۵۹۷۰

شناسایی مکان‌های مناسب استحصال آب زیرسطحی با استفاده از سد زیرزمینی (مطالعه موردی: حوضه‌های مرزی شهرستان تربت‌جام)

محمد رستمی خلج[1*]، حمزه نور[1]، علی باقریان کلات[2]، میر مسعود خیرخواه زرکش[3]

۱. استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

۲. محقق بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳

صفحات:۳۲-۱۹

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

چکیده

هرساله مقادیر زیادی از منابع آب کشور از طریق مرزهای سیاسی از کشور خارج می‌شود. آب زیرقشری بخشی از این منابع است که بر بستر خشک‌رودها جریان دارد و بدون بهره‌برداری صحیح از دسترس خارج می‌شود. ازآنجایی‌که کشور ایران دارای مرزهای مشترک زیادی با کشورهای همسایه است، توجه به منابع آب زیر قشری ضروری است. یکی از راه‌حل‌های مناسب برای جلوگیری از خروج آب‌های زیر قشری از کشور احداث سد زیرزمینی است که اولین و مهم‌ترین مرحله در احداث سد زیرزمینی مکان‌یابی مناطق مستعد می‌باشد. بنابراین، هدف از این پژوهش پتانسیل‌یابی مکان‌های مناسب استحصال آب زیرسطحی در مناطق مرزی شهرستان تربت‌جام است. ازاین‌رو با استفاده از فرآیند تحلیل سلسه‌مراتبی AHP عوامل مؤثر در مکان‌یابی سد زیرزمینی وزن‌دهی و مناطق مستعد شناسایی شد، درنهایت با بازدید میدانی و در نظر گرفتن مسائل موجود در منطقه، مناطق مناسب برای احداث سد زیرزمینی تعیین شد. نتایج نشان داد که ۲۶/۶ درصد از منطقه فاقد پتانسیل استحصال آب زیر قشری هستند. در بین پارامترهای وزن‌دهی شده به روش AHP زمین‌شناسی و شیب منطقه به‌ترتیب با امتیاز ۰/۴۰۹ و ۰/۲۲۶ بیشترین امتیاز و کاربری اراضی و فاصله دسترسی به محل سد با امتیاز ۰/۰۶۸ و ۰/۰۹۵ به‌ترتیب کمترین امتیاز را طبق نظر کارشناسان کسب کردند. همچنین با بررسی‌های میدانی انجام‌شده سه‌نقطه مناسب برای احداث سد زیرزمینی در محدوده موردمطالعه شناسایی شد. ازآنجایی‌که مکان‌یابی سد زیرزمینی کار زمان‌بر و هزینه‌بری است استفاده از روش AHP می‌تواند در کاهش زمان و هزینه مکان‌یابی راهکار مناسبی باشد.

واژه‌های کلیدی: آب‌های زیر قشری، تربت‌جام، سد زیرزمینی، مناطق مرزی، AHP.

مقدمه

آب‌های زیرزمینی مرزی، به‌عنوان یکی از عناصر مهم توسعه پایدار در حوضه‌های آبریز بین‌المللی، منابع استراتژیکی هستند که می‌توانند در بدترین شرایط به کنترل اوضاع و مدیریت بحران به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک کمک شایانی نمایند. به گزارش کمیته امور خارجه سنای آمریکا تا زمانی که افزایش تقاضا برای آب و در مقابل کاهش منابع آب در دسترس داریم، به مسئله آب باید بادید امنیت ملی نگریسته شده و درنتیجه روابط بین کشورهای وابسته به آب بسیار پیچیده خواهد بود (Palau, 2013). نگرانی درزمینه کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی

[1] - Email: m.rostamikhalaj@areeo.ac.ir *نویسنده مسئول: محمد رستمی خلج

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

در مناطق مرزی، که جریان آب زیرزمینی از مرزهای سیاسی عبور می‌کند، با چالش‌های سیاسی روبرو است. هم‌زمان با افزایش تقاضا برای منابع آب شیرین در دنیا، کمبود اساسی درزمینه ایجاد چارچوب‌های قانونی در راستای همکاری، مدیریت بهره‌برداری و حفاظت از منابع آب زیرزمینی در عرصه بین‌المللی احساس می‌شود.

آب‌های زیرزمینی مرزی به دلیل طبیعت مخفی آب‌های زیرزمینی و گسترش جغرافیایی وسیع، مشکلات و هزینه مطالعه آن‌ها، کمتر موردتوجه مدیران و سیاستمداران قرارگرفته است؛ آگاه‌سازی مدیران، سیاست‌گذاران و تصمیم گیران کشورها در این زمینه به‌وضوح احساس می‌شود. لذا باید راهکاری ارائه شود تا بتوان از این منبع مهم استفاده شود. یکی از این راهکارها استفاده از سد زیرزمینی در رسوبات آبرفتی واقع در بسترخشکه‌رودها منطق مرزی می‌باشد. قدمت اولین سد زیرزمینی ساده به قرن ۱۸ برمی‌گردد (Nilsson, 1988). درگذشته مطالعه، مکان‌یابی و احداث سد زیرزمینی بیشتر بر پایه تجارب علمی و بومی مناطق بوده است. اما به دلیل اینکه متغیرهای زیادی در انتخاب محل مناسب برای احداث سد زیرزمینی دخالت دارند باید در این زمینه مطالعاتی صورت گیرد. در این زمینه مطالعات زیادی در سراسر جهان و ایران صورت گرفته است که در ادامه برخی از این مطالعات ارائه‌شده است.

کردی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی به مکان‌یابی سدهای زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک در غرب ایران پرداختند. در تحقیق مورد اشاره لایه‌های مختلف با استفاده از تکنیک GIS تلفیق گردید و مناطق دارای پتانسیل برای سد زیرزمینی مشخص شد. لایه‌های اطلاعاتی استفاده‌شده شامل گسل، شیب، زمین‌شناسی، ژئومرفولوژی، بارش، دما و کاربری اراضی می‌باشد. از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال ۲۰۰۷ میلادی برای تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی و کاربری اراضی با مقیاس مشخص و تعیین محل‌های مناسب سدها بهره گرفته شد. سپس با بازدیدها و پیمایش‌های متعدد صحرایی و بر اساس نظرات کارشناسی به روش AHP مکان مناسب برای احداث سد زیرزمینی انتخاب گردید.

اسمعلی عوری و همکاران (۱۳۹۵) برای تعیین اولیه مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی از روش‌های منطق بولین و منطق فازی در حوضه دوست‌بیگلو واقع در استان اردبیل استفاده کردند. بدین منظور، از معیارهای توپوگرافی، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، گسل، و قنات در این روش‌ها استفاده شد. نقشه‌های به‌دست‌آمده نشان داد مناطق جنوب شرقی و شمال غربی حوضه برای احداث سد زیرزمینی بدون محدودیت‌اند. پس از تعیین مناطق مستعد، با توجه به نقشه‌های تهیه‌شده، ۳۶ محور مناسب برای احداث سد زیرزمینی در تنگه‌های مناسب انتخاب شد و با درنظرگرفتن معیارهای اصلی محور سد، مخزن سد، آب، و اقتصادی- اجتماعی با استفاده از روش AHPمحورهای انتخابی اولویت‌بندی شد.

درافشان و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از روش AHP تصمیم‌گیری چند معیاره در ناحیه اندیکا در استان خوزستان اقدام به مکان‌یابی محل‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی کردند. درخت تصمیم‌گیری شامل معیارهای مخزن و اقتصادی بوده است. برای عامل مخزن چهار زیرمعیار شیب، هدایت هیدرولیکی، تخلخل مؤثر و نفوذپذیری پی و برای عامل اقتصادی دو زیرمعیار دسترسی به محل سد و فاصله از محل مصرف در نظر گرفته شد. جهت تعیین محورهای انتخابی سد در محل‌های موردنظر ۲۷ مکان انتخابی اولیه مشخص شد. سپس با توجه به موقعیت مکان‌های انتخابی بر روی نقشه اولویت‌های مکانی ۱۵ محل برای اجرای سد معرفی گردید و در انتها میزان ذخیره‌سازی هریک از اولویت‌های پیشنهادی محاسبه گردید.

بحرالعلوم و همکاران (۱۳۹۶) برای تعیین معیارهای تأثیرگذار بر مکان‌یابی سدهای زیرزمینی در حاشیه کویر لوت در استان کرمان از تلفیق نقشه‌ها در GIS، بازدید میدانی و اولویت‌بندی توسط سیستم تصمیم‌گیری AHP استفاده کردند. نتایج نشان داد که روش تلفیقی، نسبت به روش‌های سنتی دقیق‌تر و سریع‌تر است. علاوه بر این، متوسط بارندگی سالانه، حجم مخزن، مساحت حوضه بالادست، روش برداشت آب، ضخامت آبرفت، نفوذپذیری آبرفت، و کیفیت آب بیش‌ترین نقش را بر انتخاب مکان مناسب جهت احداث سد زیرزمینی بازی می‌کنند.

عرب عامری و همکاران (۱۳۹۷) برای شناسایی محل مناسب برای احداث سد زیرزمینی در منطقه اردستان استان اصفهان از روش AHP و GIS استفاده کردند. عوامل بکار گرفته‌شده شامل: فاصله از گسل، فاصله از شبکه زهکشی،

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

ضخامت آبرفت، نفوذپذیری و نقشه کاربری می‌باشد. نتایج نشان داد عامل شیب نسبت به سایر عوامل وزن نسبی بیشتری دارد و کاربری اراضی کمترین ارجحیت را نسبت به سایر عوامل دارد. همچنین نتایج نشان داد مخروط افکنه های قسمت غربی، شمالی و مرکزی اردستان برای احداث سد زیرزمینی کاملاً مناسب است.

ملکی و همکاران (۱۳۹۸) در حوضه آبخیز خرم‌آباد از روش سلسله‌مراتبی برای مکان‌یابی سدهای زیرزمینی استفاده کردند و امکان کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای مکان‌یابی سدهای زیرزمینی ارزیابی شد. با استفاده از GIS معیارهای مکانی ازجمله محور آبراهه، مخزن، پوشش، اقلیم و آب مشخص شد. سپس ارزیابی نقطه‌ها و اولویت‌بندی آن‌ها برای ساخت سد زیرزمینی با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی گسترده انجام شد. نتایج نشان داد که تحلیل سلسله‌مراتبی گسترده روشی است که اهمیت معیارهای مؤثر مکان‌یابی را نشان می‌دهد و برمعیارهای کیفی تأکید دارد.

Forzieri و همکاران (۲۰۰۸) در منطقه کایدال کشور مالی به بررسی و تعیین مکان مناسب احداث سدهای زیرزمینی با استفاده از تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای و GIS پرداختند. در این مطالعه پس از بررسی‌های اولیه خصوصیات مرفولوژیکی مثل وجود تنگه در مسیر آبراهه، طول آبراهه، مساحت حوضه، شاخص پوشش گیاهی و خصوصیات زمین‌شناسی مثل گسل، عمق سنگ‌بستر، تخلخل و نیز وجود سکنه و ذینفعان و میزان بارش در مرحله اول ۱۷ نقطه از ۶۶ نقطه معرفی‌شده انتخاب شد که بر اساس تخمین اهمیت آب‌بند و جنبه‌های کاربردی ۳ منطقه انتخاب و درنهایت ساخت سد در بهترین محل پیشنهاد گردید.

Fathi و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از GIS و سنجش از راه دور و روش AHP در منطقه از حوضه تهران اقدام به مکان‌یابی محل مناسب برای احداث سد زیرزمینی کردند. در این مطالعه از لایه‌های بارندگی، شیب، زمین‌شناسی، مناطق تغذیه، تراز آب زیرزمینی و فاصله از شبکه آبراهه‌ای استفاده‌شده است. نقشه نهایی به‌دست‌آمده نشان داد ۴۶ درصد دشت تهران-کرج دارای پتانسیل متوسط برای ساخت سد زیرزمینی است و نقشه به‌دست‌آمده دارای اطلاعات مفیدی برای تصمیم گیران و مدیران منطقه در مدیریت منابع آب زیرزمینی است.

Webber و همکاران (۲۰۱۹) از آنالیز چند متغیر در برزیل برای مکان‌یابی سد زیرزمینی استفاده کردند. در این مطالعه متغیرهای توپوگرافی، هیدروگرافی، خاکشناسی و زمین‌شناسی توسط GIS تلفیق گردید و با حذف مناطق نامناسب، لایه مناطق مستعد برای احداث سد زیرزمینی تعیین شد. به این صورت که هر لایه به سه بخش، تناسب بالا، تناسب متوسط و تناسب پایین تقسیم‌بندی گردید. سپس این لایه‌ها روی‌هم اندازی شد و مکان‌های مستعد شناسایی گردد. نتایج نشان داد این روش کارایی قابل‌قبولی برای مکان‌یابی سد زیرزمینی دارد. زیرا مناطقی که در محدوده موردمطالعه سد زیرزمینی احداث‌شده و کارایی مناسبی دارند با مناطق مستعد به‌دست‌آمده ازاین‌روش مطابقت دارد.

همان‌طور که از بررسی منابع مختلف ارائه‌شده در بالا مشخص است فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP یکی از جامع‌ترین سامانه‌های طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را به‌صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند. همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی در مسئله را دارد و گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت می‌دهد. بنابراین اهداف این مطالعه به‌طورکلی عبارت‌اند از: ۱- شناسایی مناطقی دارای پتانسیل اولیه استحصال آب زیر قشری با استفاده از منطق بولین ۲- شناسایی مناطق دارای پتانسیل احداث سد زیرزمینی با استفاده از روش AHP ۳- مکان‌یابی مناطق مستعد برای احداث سد زیرزمینی با استفاده از بررسی‌های میدانی.

مواد و روش‌ها

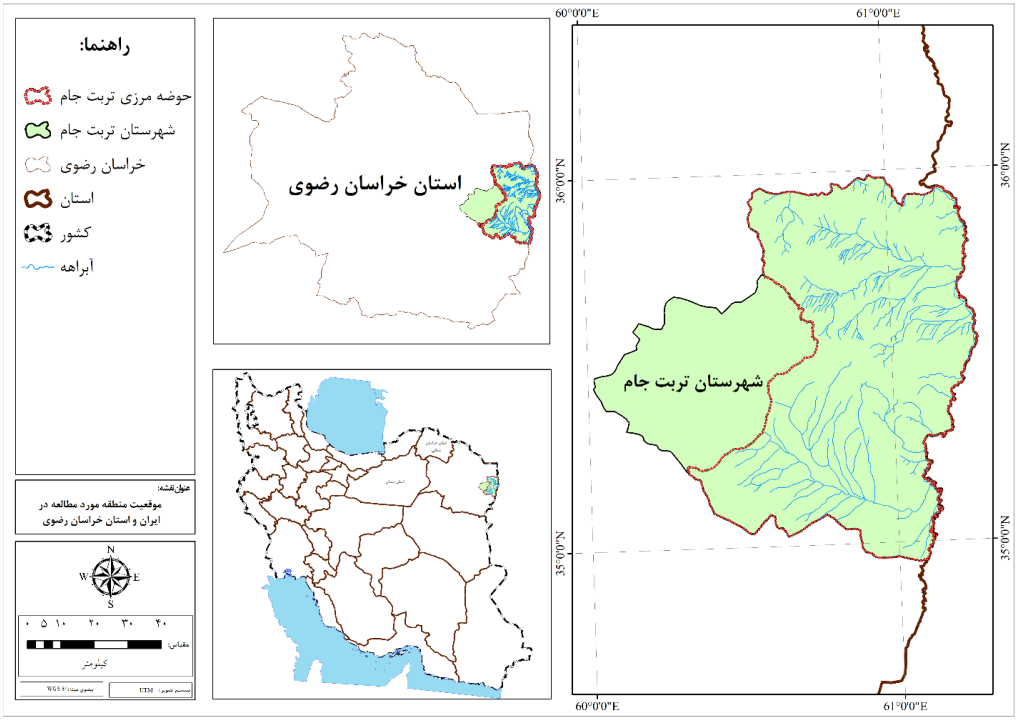
منطقه موردمطالعه

استان خراسان از شمال و شمال شرق به جمهوری ترکمنستان با مرز مشترک حدود ۵۳۱ کیلومتر، از شرق به افغانستان با مرز مشترک حدود ۳۰۲ کیلومتر، از غرب به استان سمنان و از جنوب به استان خراسان جنوبی محدود

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

است. شهرستان تربت‌جام در شرق استان خراسان رضوی قرار دارد و یکی از مناطق مرزی کشور است که از شرق با کشورهای همسایه هم‌مرز است. برای مشخص کردن مرز محدوده موردمطالعه در شهرستان تربت‌جام، مرز حوضه‌های با توجه به نقشه توپوگرافی و آبراهه‌های منطق ترسیم گردید و مناطقی که آب حوضه آن‌ها از کشور خارج می‌شود به‌عنوان حوضه‌های مرزی انتخاب گردید. وسعت حوضه‌های مرزی شهرستان تربت‌جام حدوداً ۵۹۴۶/۱ کیلومترمربع محاسبه شد. با توجه به مدل رقومی ارتفاع زمین (DEM) حداقل ارتفاع ۱۰۰۰ متر و حداکثر ارتفاع، معادل ۲۰۰۰ متر به دست آمد. موقعیت حوضه مرزی در شهرستان تربت‌جام، استان خراسان رضوی و ایران در شکل (۱) ارائه‌شده است.



شکل (۱): موقعیت منطقه موردمطالعه در ایران و استان خراسان رضوی

در محدوده مورد مطالعه مناطقی وجود دارد که به دلیل برخی از شرایط منطقه‌ای مانند وجود گسل، سازندهای زمین‌شناسی مخرب، شیب زیاد و غیره پتانسیل اولیه احداث سد زیرزمینی را دارا نیستند. لذا با توجه به گستردگی منطقه موردمطالعه در ابتدا مناطقی که پتانسیل اولیه احداث سد زیرزمینی را ندارند با استفاده از منطق بولین از محدوده مطالعاتی حذف گردید. این محدوده‌ها بر اساس نتایج مطالعات قبلی و نظرات کارشناسان خبره در این زمینه شناسایی شد. سپس لایه‌های اطلاعاتی آن‌ها در قالب نقشه تهیه گردید و با حذف مناطق نامناسب از نقشه محدوده مطالعاتی، مناطق دارای پتانسیل اولیه احداث سد زیرزمینی تعیین گردید. به‌طورکلی معیارهای حذفی شامل مناطق مرتفع مثل کوهستان‌ها و تپه‌ها، محدوده گسل‌ها، اراضی با کاربری مناطق مسکونی، مناطق صخره‌ای، اراضی شور، مخازن آب موجود در منطقه، رودخانه‌های دائمی دارای دبی پایه، سازندهای گچی و نمکی و نیز حوضه‌های بالادست سدهای منطقه می‌باشند.

یکی از کارآمدترین روش‌ها برای اتخاذ تصمیم صحیح و به‌موقع با معیارهای چندگانه، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) است. این روش یکی از مهم‌ترین و قوی‌ترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری‌های چند معیاره‌ی مورداستفاده در پروژه‌های گزینشی است که ترکیب‌های سخت و پیچیده را به‌وسیله مرتب کردن فاکتورهای تصمیم‌گیری در یک ساختار سلسله‌مراتبی ساده‌سازی می‌کند(Ramanathan, 2001). مطالعات انجام‌شده هم مؤید توانایی بالای این روش

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

در حل مسائل پیچیده است. روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) توسط Saaty (۱۹۸۸) معرفی گردید که در بسیاری از فعالیت‌های برنامه‌ریزی منطقه‌ای مکان‌یابی و غیره استفاده‌شده است(Saaty, 2008).

روند اجرایی به‌طور خلاصه در شکل (۲) ارائه‌شده است. در این مطالعه از پنج لایه یا نقشه که عبارت‌اند از: شیب منطقه، کاربری اراضی، زمین‌شناسی، فاصله از محل مصرف و فاصله دسترسی به محل سد استفاده شد. برای تهیه نقشه‌های شیب منطقه از نقشه DEM با اندازه پیکسل ۳۰ متر که از اطلاعات ماهواره استر از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا (USGS) دانلود شده است استفاده گردید. نقشه‌های کاربری اراضی، مناطق روستایی و راه‌های ارتباطی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی تهیه شد. برای تهیه نقشه فاصله از محل مصرف و فاصله دسترسی به محل سد از ابزار multibuffer در سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده گردید.

روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی

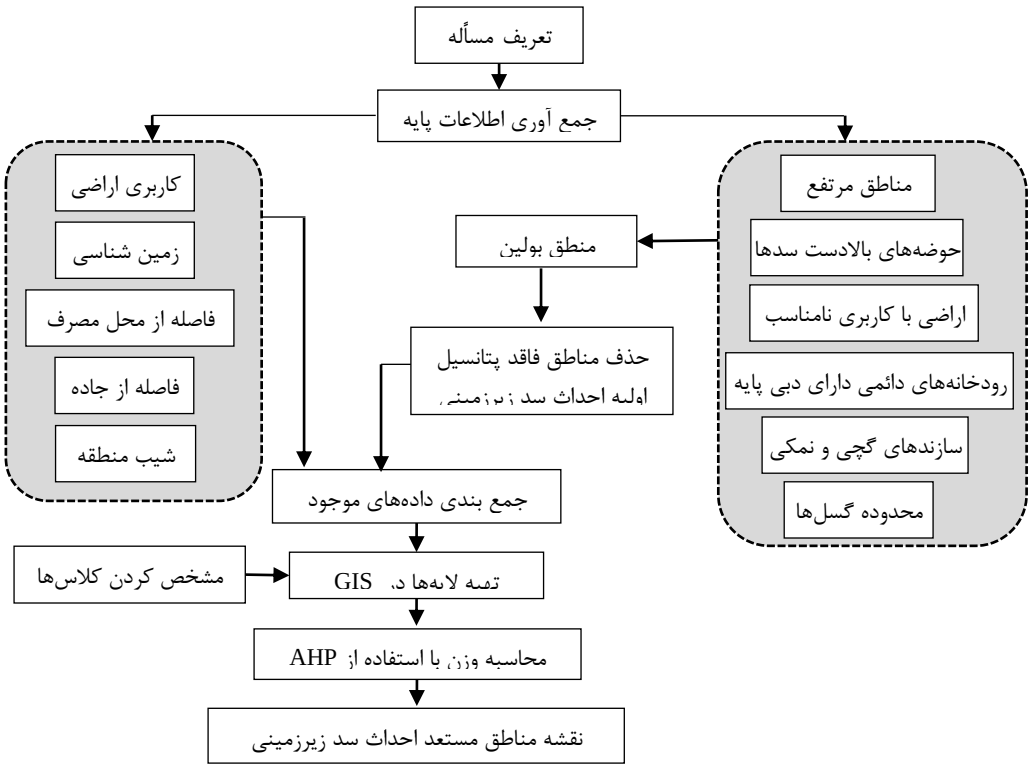
روش تحلیل سلسله مراتبی یک روش چندمنظوره یا رویکرد تصمیم‌گیری چند متغیره است (Saaty, 2000). این روش بر پایه مقایسه زوجی عوامل مؤثر در مکان‌یابی استوار است (Kayastha et al., 2013). در این روش ابتدا وزن به تک‌تک عوامل مؤثر در نظر گرفته‌شده برای مکان‌یابی تعیین می‌شود. سپس کلاس‌های مربوط به هر یک از عوامل امتیازدهی می‌شود. امتیازدهی با استفاده از قضاوت کارشناسی که مبتنی بر نظر کارشناسی پژوهش‌گران و متخصصین در این زمینه است توسط مقایسه عوامل بر اساس جدول وزندهی شماره (۱) انجام می‌گردد (Saaty, 2000). نتایج این مقایسه‌ها بین عوامل مؤثر در مکان‌یابی مناطق مستعد برای استحصال آب زیرسطحی به‌صورت یک ماتریس به نرم‌افزار Expert Choice وارد می‌شود و در آنجا وزن هر عامل محاسبه می‌گردد.

جدول(۱): مقیاس مقایسه دوبه‌دو در مدل سلسله مراتبی (Saaty, 2000)

قضاوت شفاهی	مقدار عددی
کاملاً مرجع یا مطلوب‌ترین	۹
ترجیح یا مطلوب خیلی قوی	۷
ترجیح یا مطلوب قوی	۵
کمی مرجح یا کمی مطلوب‌تر	۳
ترجیح با مطلوبیت کم‌تر یا کمی مهم‌تر	۱
ترجیحات بین فواصل	۲،۴،۶،۸

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]



شکل(۲): نمودار روندنمای روش تهیه نقشه مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی

در این مطالعه برای تعیین وزن کلاس‌ها نیز همانند روش استفاده‌شده در تعیین وزن هر لایه یا عامل استفاده شد. برای هر کلاس وزن مشخصی تعیین شد در مرحله بعد وزن هر عامل که از ماتریس وزن دهی به‌دست‌آمده در وزن کلاس‌های آن عامل ضرب و وزن نهایی هر عامل تعیین گردید. سپس نقشه نهایی مناطق مستعد برای استحصال آب زیرسطحی در محیط GIS تهیه شد. نرم‌افزار Expert Choice همچنین ضریب ناسازگاری مقایسه وزن‌های اختصاص داده‌شده را محاسبه می‌کند که اگر کم‌تر از ۰/۱ باشد قابل‌قبول و در غیر این صورت دوباره مقایسه‌ها انجام می‌شود.

نقشه زمین‌شناسی

یکی از فاکتورهای مهم در مکان‌یابی سد زیرزمینی وضعیت زمین‌شناسی منطقه می‌باشد. وجود سنگ‌بستر نفوذناپذیر به‌خصوص در محل احداث سد و همچنین نوع سازندها از عوامل بسیار مهم هستند. علاوه بر این تأثیر نوع سازند روی کیفیت آب نیز باید مدنظر قرار گیرد(امانیان و همکاران، ۱۳۹۸). نقشه زمین‌شناسی منطقه از لایه رقومی زمین‌شناسی استان با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه شد.

نقشه شیب منطقه

برای داشتن سد زیرزمینی با حجم مخزن مناسب باید شرایط توپوگرافی مناسب باشد. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده بهترین شیب برای احداث سد زیرزمینی شیب‌های کمتر از ۶ درصد است(کردی و همکاران، ۱۳۹۵؛ طالبی و زاهدی، ۱۳۹۴). برای تهیه نقشه شیب منطقه از لایه DEM منطقه با اندازه پیکسل ۳۰ متر استفاده گردید. نقشه شیب تهیه‌شده به پنج طبقه یا کلاس ۰-۳، ۳-۶، ۶- ۱۰، ۱۰-۲۵ و ۲۵ به بالا تقسیم گردید. به دلیل اینکه کلاس ۲۵ درصد به بالا نشان‌دهنده مناطق کوهستانی است در مرحله اول از منطقه حذف شد و سایر طبقات برای استفاده در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی امتیازدهی گردید.

نقشه کاربری اراضی

کاربری‌های موجود در منطقه شامل: اراضی کشاورزی، اراضی دیم، باغات، جنگل، مرتع، بیشه‌زارها و اراضی فاقد پوشش است. با احداث سد زیرزمینی در اطراف اراضی کشاورزی تاحدی باعث افزایش سطح ایستابی می‌شود که در

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

بهبود رطوبت خاک و شرایط کشاورزی نقش مؤثری دارد (عرب عامری و همکاران، ۱۳۹۷). در کاربری‌های مرتع از آب ذخیره‌شده در سد زیرزمینی می‌توان برای شرب دام‌های منطقه استفاده کرد. همچنین در بیشه‌زارها و بوته‌زارها آب ذخیره‌شده برای شرب حیات‌وحش استفاده می‌شود.

نقشه فاصله از محل مصرف

فاصله از محل مصرف یکی از معیارهای اساسی در تعین محل احداث سد می‌باشد. بسته به هدف از احداث سد زیرزمینی ممکن است آب ذخیره‌شده در مخزن سد جهت شرب انسان، دام، آبیاری تکمیلی اراضی زراعی و ... استفاده گردد. به همین دلیل نزدیکی آب ذخیره‌شده به روستا و محله‌های عشایری ازلحاظ راندمان آب و ملاحظات اقتصادی بسیار مهم است. برای تهیه نقشه فاصله از محل مصرف موقعیت روستاها و محله‌های عشایری منطقه تهیه گردید سپس بافر فاصله از محل مصرف تهیه شد. نقشه تهیه‌شده به سه کلاس ۰-۵۰۰ متر، ۵۰۰-۱۰۰۰ متر و بیشتر از ۱۰۰۰ متر تقسیم شد.

نقشه فاصله دسترسی به محل سد

معیار فاصله دسترسی به محل سد از دو منظر قابل‌تأمل است. در هنگام احداث سد یکی از معیارهای تأثیرگذار مسیر دسترسی به محل احداث سد است و هرچه فاصله سد از جاده یا راه‌های دسترسی کمتر باشد روند اجرای پروژه بهتر، سریع‌تر و کم‌هزینه‌تر است. علاوه بر این نزدیکی سد به جاده بعد از احداث سد می‌تواند در بهره‌برداری بهتر و بحث تعمیر و نگهداری سد مؤثر باشد(عبدخدایی و همکاران، ۱۳۶۹). نقشه راه‌های منطقه از لایه کاربری استخراج و سپس بافرهای ۰-۵۰۰ متر، ۵۰۰-۱۰۰۰ متر و بیشتر از ۱۰۰۰ متر از آن تهیه گردید.

پس‌ازاینکه مناطق مستعد برای استحصال آب زیر قشری تعیین گردید، در مرحله بعد نقاط مناسب برای احداث سد زیرزمینی تعیین می‌گردد. بدیهی است محل تنگ‌شدگی آبراهه‌ها و خروجی آبراهه‌های فرعی می‌تواند نقاط مناسب برای محورهای پیشنهادی باشد.

برای تعیین محورهای مناسب با توجه به نقشه‌های موجود و تصاویر Google Earth محل تنگ شدی آبراهه‌ها در مناطق دارای پتانسیل استحصال آب زیر قشری تعیین گردید. پس از مشخص شدن نقاط احداث سد زیرزمینی، واحدهای هیدرولوژیک بالادست واحد آبرفت‌های بستر رودخانه محل احداث بند زیرزمینی مشخص شد و پارامترهایی فیزیکی حوضه برای آن‌ها محاسبه گردید.

سپس با بازدید صحرایی عوامل ذیل بررسی گردید:

تخمین ضخامت آبرفت به ترتیب با استفاده از مشاهدات مستقیم (اندازه‌گیری عمق چاه‌ها، مادر چاه و میله چاه قنوات و در صورت نبود مشاهدات مستقیم استفاده از شیب لایه‌های در جناحین و نهایتاً شیب دامنه‌ها در جناحین)

- تدقیق شیب بر اساس اندازه‌گیری صحرایی
- اندازه‌گیری موقعیت لایه‌بندی و تدقیق پهنه‌های خردشده گسلی در محدوده‌های مناسب در صورت نیاز
- بررسی وجود کاربر در پایین‌دست بند و نوع نیاز آبی (شرب و بهداشت، کشاورزی، دام، صنعتی) و...

در مرحله آخر با توجه به خصوصیات حوضه بالادست، خصوصیات برآوردی مخزن و دیواره سد زیرزمینی و شرایط منطقه ازلحاظ نیاز آبی و بهره‌برداران سد زیرزمینی نقاط پیشنهادی جهت انجام مطالعات تکمیلی اولویت‌بندی گردید.

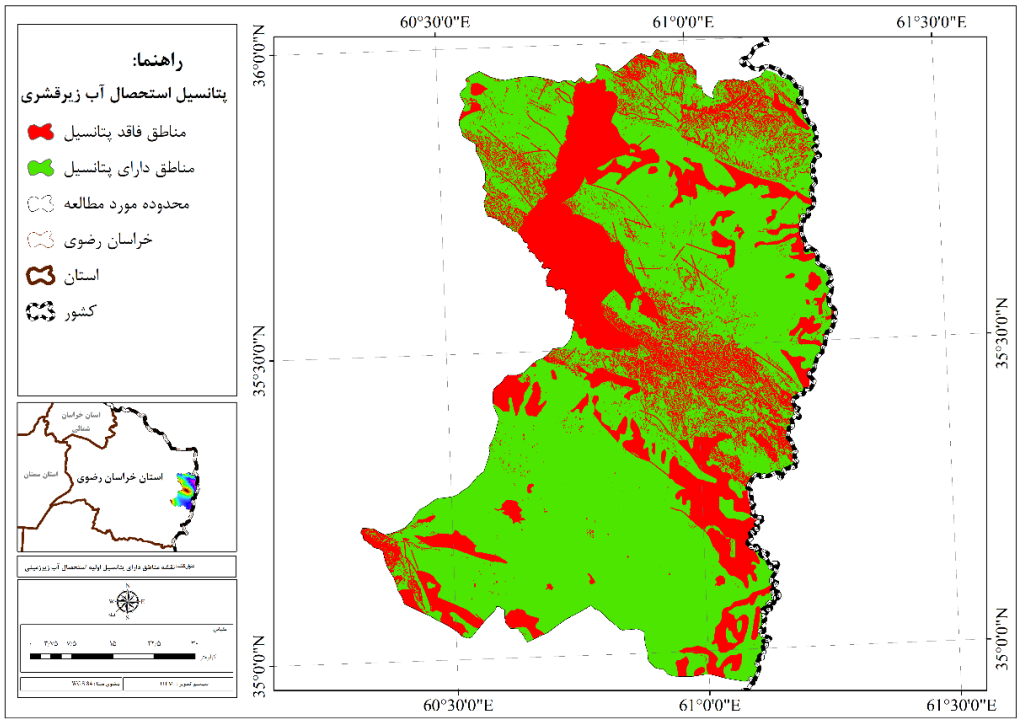
تعیین دقیق خصوصیات برآوردی مخزن و دیواره سد زیرزمینی نیاز به مطالعات زمان بری و دقیقی دارد که هزینه‌های پروژه را افزایش می‌دهد. خصوصیات مخزن سد با استفاده از مشاهدات صحرایی، ضخامت آبرفت و شیب آبرفت تخمین زده شد. دیواره سد زیرزمینی با توجه به عرض آبرفت تعیین گردید و فرض شده است که در هر سه نقطه سد زیرزمینی با هسته رسی احداث شود.

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

نتایج و بحث

مناطقی که فاقد پتانسیل اولیه احداث سد زیرزمینی هستند با استفاده از منطق بولین از محدوده موردمطالعه حذف گردیدند. مناطق مرتفع مثل کوهستان‌ها و تپه‌ها از مناطقی بودند که به دلیل شیب زیاد و کم بودن عمق خاک از محدوده موردمطالعه حذف گردید. محدوده گسل‌ها و خطواره‌ها یکی دیگر از محدوده‌های حذفی است که با استفاده از نقشه زمین‌شناسی منطقه محدوده گسل‌ها تعیین گردید سپس بافر ۱۰۰ متر اطراف آن جزء مناطق حذفی قرار گرفت. برخی از کاربری‌ها مانند اراضی با کاربری مناطق مسکونی، مناطق صخره‌ای، اراضی شور، مخازن آب موجود در منطقه و اراضی حاشیه دریاچه نمک کاربری مناسبی برای احداث سد زیرزمینی ندارند درنتیجه از محدوده موردنظر حذف شدند. سازندهای گچی و نمکی سازندهای مخربی هستند که باعث سختی و شوری آب می‌شوند و احداث سد در این نقاط کار صحیحی نیست. حوضه بالادست سدها به دلیل اینکه آب موردنیاز برای آبگیری سدها را فراهم می‌کنند از مناطقی هستند که احداث سد زیرزمینی در این مناطق مقرون‌به‌صرفه نیست. در محدوده موردمطالعه ۲ سد وجود دارد که نقشه موقعیت آن‌ها از شرکت آب منطقه‌ای استان تهیه گردید و حوضه بالادست آن‌ها از منطقه موردمطالعه حذف شد موقعیت مناطق فاقد پتانسیل استحصال آب زیر قشری که با استفاده از منطق بولین تهیه‌شده است در شکل (۳) ارائه‌شده است.



شکل (۳): موقعیت مناطق فاقد پتانسیل اولیه در محدوده موردمطالعه

تجزیه‌وتحلیل مقادیر وزن لایه‌ها و وزن کلاس‌های هر لایه با توجه به اهمیت آن‌ها بر اساس قضاوت کارشناسی متخصصان و کارشناسان محاسبه‌شده است (جدول۲). برای این منظور تعداد ۱۰۰ پرسشنامه در اختیار کارشناسان قرار گرفت که از این تعداد ۸۱ مورد جمع‌آوری و در آنالیزها استفاده گردید. ضریب ناسازگاری کل برای لایه‌ها ۰/۰۲ به دست آمد که در محدوده قابل‌قبول قرار دارد.

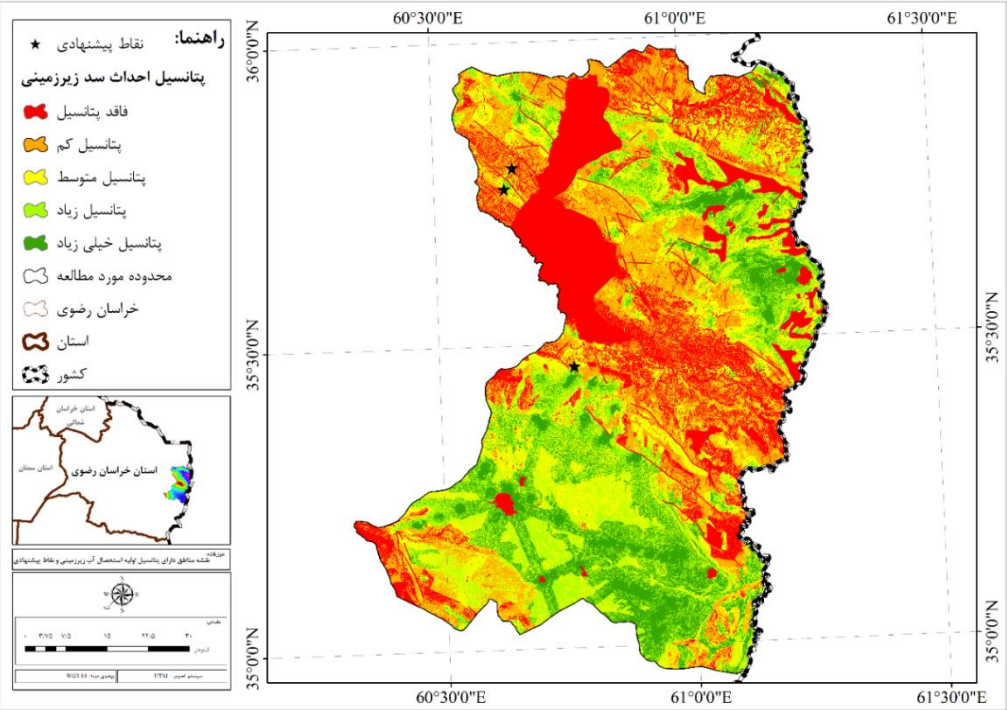
[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

جدول(۲): تعیین وزن لایه‌ها کلاس‌ها در منطقه موردمطالعه

لایه‌ها	وزن	کلاس‌ها	وزن کلاس‌ها	لایه‌ها	وزن	کلاس‌ها	وزن کلاس-ها
شیب منطقه	۰/۲۶۶	۰-۳	۰/۵۸۵	زمین‌شناسی	۰/۴۰۹	Qt, Qal, Qs	۰/۴۸
		۳-۶	۰/۲۳۹			Ktr, Jmz	۰/۲۱
		۶-۱۰	۰/۱۱۷			Knz, Jksh, Kat, E1c	۰/۱۵
		۱۰-۲۵	۰/۰۵۹			Jiav, Dcg, Jks, Eviv, Db, Kab	۰/۱۰۲
		۲۵ به بالا	صفر			Pems, Kat, sp1, Plc, Ur1c, Urm	۰/۰۵
		ضریب ناسازگاری	۰/۰۱			Qsf, E2m	۰/۰۰۸
						ضریب ناسازگاری	۰/۰۲
کاربری اراضی	۰/۰۶۸	کشاورزی آبی	۰/۰۴	فاصله از محل مصرف	۰/۱۶۲	۰-۳۰۰	
		باغات	۰/۰۴۹			۳۰۰-۸۰۰	
		جنگل	۰/۰۷۴			۸۰۰-۱۳۰۰	
		فاقد پوشش	۰/۱۵			>۱۳۰۰	
		بوته‌زار	۰/۲۲۴			ضریب ناسازگاری	۰/۰۰۲۵
		اراضی دیم	۰/۱۷۷	فاصله از جاده	۰/۰۹۵	۰-۵۰۰	
		مرتع	۰/۲۸۶			۵۰۰-۱۰۰۰	
		ضریب ناسازگاری	۰/۰۲			>۱۰۰۰	
						ضریب ناسازگاری	۰/۰۰۳۵

همان‌طور که در جدول (۲) نشان داده‌شده است زمین‌شناسی و شیب منطقه با وزن‌های ۰/۴۰۹ و ۰/۲۲۶ بیشترین اهمیت را در بین پارامترهای دیگر دارند. سازندهای زمین‌شناسی با توجه به نوع و کیفیت سازندها و همچنین آبرفت‌های حاصل از آن‌ها می‌توانند نقش مؤثر در مکان‌یابی سد زیرزمینی ایفا کنند که این نتایج با نتایج (امانیان و همکاران، ۱۳۹۸) مطابقت دارد. در بین کلاس‌های شیب تهیه‌شده در این مطالعه شیب‌های ۳-۰ درصد طبق نظر کارشناسان بیشترین امتیاز را کسب کردند. زیرا در این شیب‌ها سرعت آب به حداقل رسیده است و با توجه به نوع آبرفت‌های منطقه می‌تواند مخازن مناسبی را ایجاد کند (کردی و همکاران، ۱۳۹۵، طالبی و زاهدی، ۱۳۹۴). کاربری اراضی و فاصله دسترسی به محل سد طبق نظر خبرگان و کارشناسان کمترین اهمیت را به خود اختصاص داده است. فاصله دسترسی به محل سد امکان دسترسی به محل احداث سد را چه در زمان احداث سد و چه در زمان بعد از احداث سد برای انجام بررسی‌ها و تعمیر و نگهداری فراهم می‌کند (عبدخدایی و همکاران، ۱۳۶۹). شکل ۴ نقشه پتانسیل استحصال آب زیر قشری با استفاده از سد زیرزمینی را نشان می‌دهد. این نقشه به پنج طبقه فاقد پتانسیل، پتانسیل کم، پتانسیل متوسط، پتانسیل زیاد، پتانسیل خیلی زیاد تقسیم شد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]



شکل (۴): نقشه پتانسیل استحصال آب زیر قشری با استفاده از سد زیرزمینی و موقعیت سدهای زیرزمینی پیشنهادی

با توجه به نقشه شکل (۴) حدوداً ۲۶/۶ درصد از کل منطقه در محدوده فاقد پتانسیل، ۱۷/۴ درصد در محدوده پتانسیل کم، ۲۱/۷ درصد در محدوده پتانسیل متوسط، ۲۰/۳ درصد در محدوده پتانسیل زیاد و ۱۴ درصد در محدوده پتانسیل خیلی زیاد برای احداث سد زیرزمینی قرارگرفته است.

برای تعیین نقاط احداث سد زیرزمینی باید آبراهه دارای تنگ‌شدگی باشد تا دیواره‌های سد به آن ختم شود و طول دیواره سد کم شود تا هم از صرف هزینه زیاد جلوگیری گردد و هم دیواره سد مشکل آبگذری نداشته باشد. برای این منظور آبراهه‌هایی که در مناطق دارای پتانسیل زیاد و خیلی زیاد قرار دارند موردبررسی قرار گرفتند و نقاطی که آبراهه تنگ‌شدگی داشت تعیین گردید درنهایت ۳ نقطه پیشنهادی برای احداث سد تعیین گردید. موقعیت پیشنهادی برای سد زیرزمینی در شکل (۴) نشان داده‌شده است.

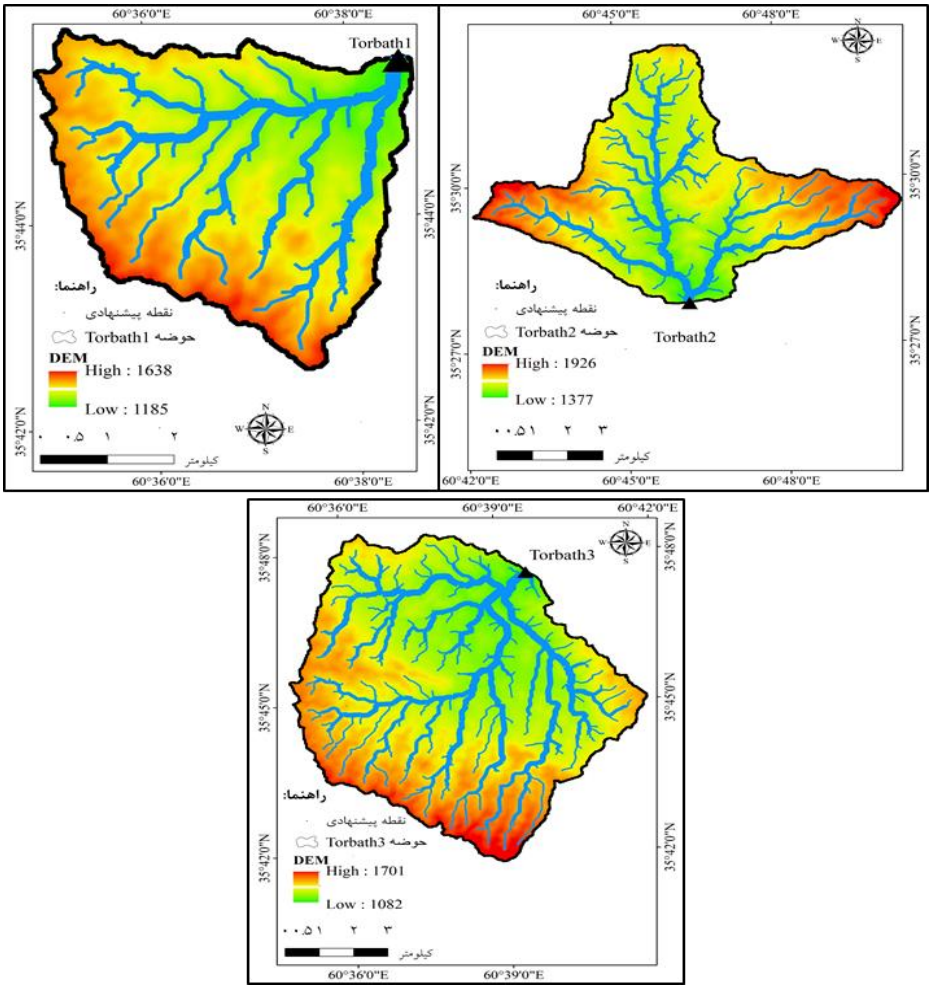
نقطه پیشنهادی thorbath 1: این نقطه در شرق استان خراسان رضوی و در شمال شهرستان تربت‌جام قرار دارد و مختصات جغرافیایی آن 35°45'29.95"N و 60°38'31.11"E می‌باشد. آبرفت درشت‌دانه بوده و ضخامت متوسط آبرفت حدود ۹ متر است. مساحت حوضه آبخیز بالادست حدود ۲۲۴۴/۸۷هکتار می‌باشد. حداکثر ارتفاع حوضه بالادست ۱۶۳۸ متر و حداقل ارتفاع آن در خروجی حوضه با ارتفاع ۱۱۸۵ متر قرار دارد. این نقطه در بالادست یک روستا قرار دارد که روستاییان این منطقه می‌توانند از آب سد زیرزمینی بهره‌برداری کنند. ازلحاظ خصوصیات فیزیکی حوضه مثل مساحت و شیب این نقطه دارای شرایط مناسبی است. این منطقه ازلحاظ نیاز آبی دچار کمبود است. محل احداث سد زیرزمینی در این نقطه دارای عرض مقطع ۱۰۰ متر است و ضخامت آبرفت حدود ۹ متر به دست آمد. شیب طولی آبراهه در این نقطه حدود ۲ درصد است که نشان می‌دهد این نقطه ازلحاظ خصوصیات مخزن دارای شرایط نسبتاً مناسبی است. تنها عرض مقطع زیاد در این نقطه باعث شده است که این نقطه در اولویت سوم جهت انجام مطالعات تکمیلی قرار دارد (شکل ۵).

نقطه پیشنهادی Torbath2: این نقطه در شرق استان خراسان رضوی و در مرکز شهرستان تربت‌جام قرار دارد. این نقطه دارای مختصات جغرافیایی 35°28'2.58"N و 60°46'15.17"E می‌باشد. آبرفت درشت‌دانه بوده و ضخامت متوسط آبرفت حدود ۸ متر است. مساحت حوضه آبخیز بالادست حدود ۴۳۹۶/۲۳ هکتار می‌باشد. حداکثر ارتفاع حوضه

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

بالادست ۱۹۲۶ متر و حداقل ارتفاع آن در خروجی حوضه با ارتفاع ۱۳۷۷ متر قرار دارد. بهره‌برداران این نقطه روستاییان بوته گز هستند و این نقطه در مجاورت جاده آسفالته تربت‌جام به صالح‌آباد قرار دارد. ازلحاظ خصوصیات فیزیکی حوضه مثل مساحت و شیب این نقطه دارای شرایط مناسبی است. این منطقه ازلحاظ نیاز آبی دچار کمبود است. محل احداث سد زیرزمینی در این نقطه دارای عرض مقطع ۶۰ متر است و ضخامت آبرفت حدود ۸ متر به دست آمد. شیب طولی آبراهه در این نقطه حدود ۳ درصد است که نشان می‌دهد این نقطه ازلحاظ خصوصیات مخزن دارای شرایط مناسبی است. ازاین‌رو این نقطه در اولویت دوم جهت انجام مطالعات تکمیلی قرار دارد(شکل ۵).

نقطه پیشنهادی Torbath3: این نقطه در شرق استان خراسان رضوی و در مرکز شهرستان تربت‌جام قرار دارد و دارای مختصات جغرافیایی 35°47'34.05"N و 60°39'34.76"E می‌باشد. عرض مقطع ۶۸ متر و شیب طولی آبراهه و ۳ درصد است. آبرفت درشت‌دانه بوده و ضخامت متوسط آبرفت حدود ۱۲ متر است. مساحت حوضه آبخیز بالادست حدود ۷۸۷۳/۳۲ هکتار می‌باشد. حداکثر ارتفاع حوضه بالادست ۱۷۰۱ متر و حداقل ارتفاع آن در خروجی حوضه با ارتفاع ۱۰۸۲ متر قرار دارد. این نقطه در پایین‌دست یک روستا قرار دارد که دامداران این روستا می‌توانند جهت شرب دارم از آب سد زیرزمینی استفاده کنند. حوضه این نقطه، حوضه نقطه Torbath1 را دربر می‌گیرد و از آن بزرگ‌تر است. ازلحاظ خصوصیات فیزیکی حوضه مثل مساحت و شیب این نقطه دارای شرایط مناسبی است. این منطقه ازلحاظ نیاز آبی دچار کمبود است. شیب طولی آبراهه در این نقطه حدود ۳ درصد است که نشان می‌دهد این نقطه ازلحاظ خصوصیات مخزن دارای شرایط مناسبی است. ازاین‌رو این نقطه در اولویت یک‌جهت انجام مطالعات تکمیلی قرار دارد(شکل ۵).



شکل (۵): موقعیت و سطح حوضه بالادست نقاط پیشنهادی

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

نتیجه‌گیری

شهرستان تربت‌جام در مناطق مرزی در نوار شرقی کشور و جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در این مناطق باعث تغییر در الگوی جریان آب زیرزمینی شده است و ممکن است پیامدهایی ازنظر کمی و کیفی نظیر تخریب کیفیت و آلودگی آب زیرزمینی در پی داشت باشد. بنابراین لازم است در طراحی سایت‌ها و الگوی بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در این منطقه، تمامی اصول مدیریتی پایدار و توسعه همسان در استفاده از منابع آب مرزی در نظر گرفته شود. از طرف دیگر نیاز آبی در این منطقه بسیار زیاد است لذا استفاده از روش‌های استحصال آب می‌تواند کمک شایانی به شکوفایی این منطقه کند. اما وسعت مناطقی که با کشور همسایه مشترک است زیاد است و برای مطالعه شرایط منطقه جهت استحصال آب زیرقشری نیاز به‌صرف وقت و هزینه زیادی است. ازاین‌رو استفاده از روش‌های حذفی می‌تواند کمک خوبی برای جلوگیری از صرف وقت و هزینه باشد. در محدوده موردمطالعه با استفاده از روش منطق بولین در مرحله اول حدوداً ۲۶/۶ درصد از کل منطقه در محدوده فاقد پتانسیل شناسایی شد و از منطقه حذف گردید. به‌طورکلی معیارهای حذفی مانند مناطق مرتفع مثل کوهستان‌ها و تپه‌ها، مناطق صخره‌ای به دلیل عدم وجود آبرفت برای ذخیره آب و شیب زیاد از منطقه حذف‌شده است. محدوده گسل‌ها نیز به دلیل امکان شکست سد و خروج آب از منطقه حذف گردید. اراضی شور و سازندهای گچی و نمکی به دلیل اثرات نامطلوب روی کیفیت آب مخزن سد در منطقه امتیاز صفر دریافت کردند و از محدوده موردمطالعه حذف شدند. در منطقه مرزی تربت‌جام دو سد سطحی احداث‌شده است و حوضه‌های بالادست این سده‌ها به دلیل اینکه آب موردنیاز سد را تأمین می‌کنند، احداث سد زیرزمینی در این حوضه‌ها کار اقتصادی و صحیحی نیست به همین دلیل از محدوده موردمطالعه حذف شدند.

در نظر گرفتن همزمان عوامل مختلف در مکان‌یابی سد زیرزمینی مبنایی را برای تصمیم‌گیری بهتر فراهم می‌کند. این موضوع اگر با موفقیت انجام شود، به نفع ذینفعان و برنامه‌ریزی در مدیریت منابع آب است. تصمیم‌گیری در مسائل زیست‌محیطی به دلیل تفاوت در پارامترهای ورودی، فقدان داده‌های مشاهداتی دقیق، و مؤلفه‌هایی کیفی ممکن است پیچیده باشد. استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌تواند در این زمینه گره‌گشا باشد.

از بین پارامترهای شیب، کاربری اراضی، زمین‌شناسی، فاصله از محل مصرف و فاصله دسترسی به محل سد که با استفاده از روش AHP امتیازدهی شدند پارامترهای زمین‌شناسی و شیب بیشترین امتیاز را به خود اختصاص دادند که نشان‌دهنده اهمیت این دو متغیر در مکان‌یابی سد زیرزمینی در منطقه موردمطالعه است. پارامترهای کاربری اراضی و فاصله دسترسی به محل سد که به ترتیب بحث معارض و امکان دسترسی به محل احداث سد زیرزمینی را در زمان اجرا و پس از اجرای عملیات سدسازی را فراهم می‌کند در بین پارامترهای بررسی‌شده کمترین امتیاز را کسب کرد. علت آن می‌تواند این باشد که با پیشرفت‌های اخیر در عملیات ساختمانی و ماشین‌آلات پیشرفته مشکل دسترسی به سد زیرزمینی تقریباً برطرف شده است و منطقی است که این پارامتر کمترین امتیاز را کسب کند.

همان‌طور که در شکل (۴) نشان داده‌شده است مناطق وسیعی در قسمت‌های جنوبی منطقه موردمطالعه وجود دارد که پتانسیل خیلی بالایی برای احداث سد زیرزمینی دارند اما با بررسی‌های میدانی انجام‌شده مشخص شد که آبراهه‌های موجود در این مناطق فاقد تکیه‌گاه و تنگ شدی مناسب برای احداث سد زیرزمینی هستند و طول سد زیرزمینی در این مناطق بیشتر از ۱۰۰ متر می‌باشد که ازلحاظ اقتصادی احداث سد در این مناطق مقرون‌به‌صرفه نیست. اما نکته‌ای که وجود دار این است که این مناطق با توجه به نتایج این تحقیق پتانسیل لازم برای استحصال آب زیر قشری را دارا می‌باشند لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی روش‌های دیگر استحصال آب زیر قشری مثل استفاده از کانال‌های زهکشی در منطقه موردمطالعه بررسی شود.

منابع

۱. اسمعلی عوری، ا.، م. گلشن و ک. خرمی (۱۳۹۵) اولویت‌بندی محورهای مناسب برای احداث سدزیرزمینی در حوضهٔ آبخیز دوست‌بیگلو. پژوهشهای جغرافیای طبیعی، ۴۸(۴)، ۶۴۵-۶۵۹. doi: 10.22059/jphgr.2016.60834

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

۲. امانیان، ن. ا.، ع. ایلیاتی و م. ح. مختاری (۱۳۹۸) مکان‌یابی سد زیرزمینی با استفاده از سنجش‌ازدور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی: دشت کاشان). خشک بوم، ۹(۱)، ۲۱-۳۷. doi: 10.29252/aridbiom.2019.1541.

۳. بحرالعلوم، م.، م. ر. ملایی نیا و م. ر. امینی‌زاده بزنجانی (۱۳۹۶) مکان‌یابی سدهای زیرزمینی با استفاده از تلفیق GIS و AHP (مطالعه موردی: حاشیه کویر لوت، کرمان). نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، ۸(۲)، ۱۱۶-۱۲۸.

۴. درفشان، ف.، م. حیدرنژاد، ا. بردبار و ح. دانشیان (۱۳۹۵) مکان‌یابی محل‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی با استفاده از روش AHP تصمیم‌گیری چند معیاره(مطالعه موردی ناحیه اندیکا- خوزستان). فصلنامه علمی تخصصی مهندسی آب، ۴(۲)، ۹-۲۰.

۵. طالبی، ع. و ا. زاهدی (۱۳۹۴) تعیین مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی با استفاده از تئوری منطق فازی و تحلیل سلسله مراتبی (منطقه موردمطالعه: حوزه آبخیز درونگر درگز). مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۹(۳۰)، ۴۱-۵۰. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=282358

۶. عبدخدایی، م. م. ذونعمت کرمانی و ع. ج. آبکار (۱۳۹۶) بررسی پارامترهای مؤثر در انتخاب مکان احداث سد زیرزمینی زیر حوضه حرمک در استان کرمان،شانزدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، اردبیل. https://civilica.com/doc/727349

۷. عرب عامری، ع.، م. سهرابی، خ. رضایی وک. شیرانی (۱۳۹۷) مکان‌یابی سد زیرزمینی با استفاده از تکنیک GIS و روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) . مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۱۳ (۴۱) :۵۱-۶۰. URL: http://jwmsei.ir/article-۱-۶۳۹html-fa.

۸. کردی، ر.، م. فرامرزی، ح. کریمی، پ. گرایی و ا. یارمحمدی (۱۳۹۵) مکان‌یابی سدهای زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک غرب ایران (مطالعه موردی: مهران، استان ایلام). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، (۱۳)۷ ; ۱۶۴-۱۷۲

۹. ملکی، ف.، ن. طهماسبی پور، ع. حقی زاده، ح. زینی وند و ب. ابراهیمی (۱۳۹۸) مکان‌یابی ساخت سدهای زیرزمینی به‌روش تحلیل سلسله‌مراتبی گسترده در آبخیز شهر خرم‌آباد. پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۲(۱)، ۷۳-۸۳. doi: 10.22092/wmej.2019.101703.1016

10. Fathi A., Lee T. and Mohebzadeh H. *(2019). Allocating Underground Dam Sites Using Remote Sensing and GIS Case Study on the Southwestern Plain of Tehran Province, Iran*. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, *47(6), 989-1002.*
11. Forzieri G., Gardenti M., Caparrini F. and Castelli F. *(2008). A methodology for the pre-selection of suitable sites for surface and underground small dams in arid areas: A case study in the region of Kidal, Mali.* Physics and Chemistry of the Earth, *Parts A/B/C, 33(1-2), 74-85.*
12. Kayastha P., Dhital M.R. and De Smedt F. *(2013). Application of the analytical hierarchy process (AHP) for landslide susceptibility mapping: a case study from the Tinau watershed, west Nepal.* Computers & Geosciences, *52, pp.398-408*.
13. Nilsson Å. *(1988). Groundwater dams for small-scale water supply. In Groundwater Dams for Small-Scale Water Supply* (pp. 1-69). Practical Action Publishing.
14. Palau R. G. *(2013). Water security: Afghanistan transboundary water resources in regional context*. Transboundary, 5(1), 1-15.
15. Ramanathan R. *(2001). A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment.* Journal of environmental management, *63(1), 27-35.*
16. Saaty T. L. *(1988). What is the analytic hierarchy process?* In Mathematical models for decision support (pp. 109-121). Springer, Berlin, Heidelberg.
17. Saaty T. L. *(2000). Fundamentals of DecisionMaking and Priority Theory*, 2nd ed. Pittsburgh, PA: RWS Publications. 11pp.
18. Saaty, T. L. *(2008). Decision making with the analytic hierarchy process.* International journal of services sciences, *1(1), 83-98.*
19. Webber D., Marques F., de Oliveira Neto M. B., Barros A. and Da Silva M. S. L. *(2019). Site selection for underground dams using spatial multi-criteria evaluation in the semi-arid region of the*

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]

state of Alagoas, Brazil. In Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MANAGED AQUIFER RECHARGE, 10., 2019, Madrid. Managed aquifer recharge: local solutions to the global water crisis: proceedings... Madrid: TRAGSA, 2019. p. 236-244. ISMAR 10.

Identification of suitable sites for subsurface flow harvesting using underground dam
(Case study: Border basins of Torbat-e-Jam County)

Mohammad Rostami khalaj[1]*, Hamzeh Noor[1], Ali Bagheriyan Kalt[2], Mirmasoud Kheirkhah Zarkesh[3]

1. Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.
2. Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.
3. Associate Professor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Soil conservation and watershed management research institute, Tehran, Iran.

Received: 2021/11
Accepted: 2022/06

Abstract

Every year, large amounts of the country's water resources leave the country through political borders. Subsurface water is part of these resources that flows on the dry bed of rivers and becomes inaccessible without proper exploitation. Since Iran has many common borders with neighboring countries, it is necessary to pay attention to this issue. One of the appropriate solutions to prevent the outflow of subsurface water from the country is the construction of an underground dam that the first and most important step in the construction of an underground dam is to locate the suitable areas. The purpose of this study is to identify suitable sites for subsurface flow harvesting in the border areas of Torbat-e-Jam County. Therefore, using the analytical hierarchy process (AHP), the effective factors in identification of suitable sites for the underground dam were weighted and potential areas were identified. Finally, through a field visit and considering the issues in the region, suitable areas were determined for the construction of an underground dam. The results show that 26.6% of the study area has lacks subsurface flow harvesting potential. Among the parameters weighted by AHP, geology and slope have the highest weight and the distance from the road has the lowest weight. Furthermore, with the field studies, three suitable points for the construction of an underground dam in the study area were identified. Since locating an underground dam is time consuming and costly, using the AHP can be a good way to reduce the time and cost of locating.

Keywords: Subsurface waters, Torbat-e-Jam, Groundwater dam, Border areas, AHP.

[1] *Corresponding Author Email: m.rostamikhalaj@areeo.ac.ir

[Downloaded from jircsa.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.4.3.1]