پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال هشتم، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۸
صص. ۵۱-۳۴

مکان‌یابی محل احداث بندهای زیرزمینی با استفاده از سامانه پشتیبانی تصمیم(DSS) در شمال‌غرب استان کرمانشاه

بهزاد میلادی- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه راز ی، کرمانشاه.
امجد ملکی*- دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه رازی، کرمانشاه.
محمد احمدی- استادیار ژئومورفولوژی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، کرمانشاه.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۲۴ تائید نهایی: ۱۳۹۸/۰۳/۱۰

چکیده

مهار آب‌های زیر سطحی درون رسوبات دانه درشت آبرفتی بستر دره‌ها و مسیل‌ها یک راهکار مناسب در تامین و توسعه منابع آبی در مقیاس کوچک محسوب می‌شود. احداث بندهای زیرزمینی از جمله روش‌های مهم و مورد توجه مهار این آبها محسوب می‌شود. مکان یابی درست و سریع این نوع از بندها بر اساس معیارهای منتخب نقش مهمی در موفقیت مهار آب‌های زیرسطحی دارد. هدف از تحقیق حاضر شناسایی و تعیین مناطق مناسب احداث بندهای زیرزمینی در شمال‌غرب استان کرمانشاه می‌باشد. منطقه مذکور به علت واقع شدن در مسیر بادهای غربی دارای بارش نسبتا مناسب در فصول مرطوب سال می‌باشد. اما با فرا رسیدن فصل خشک و افزایش نیاز آبی، منطقه با کمبود آب مواجه می‌شود. این کمبود باعث سخت شدن شرایط زندگی برای ساکنین منطقه شده است. تاثیر معیارهای متعدد در مکان‌یابی محل احداث بندهای زیرزمینی باعث دشوار و پیچیده شدن فرایند مکان‌یابی می‌شود. در این تحقیق با توجه به شرایط محلی منطقه مورد مطالعه لایه‌ها و داده‌های موثر در تعیین محل بند زیرزمینی شامل مدل ارتفاعی رقومی با وضوح ۱۲/۵ متر، شیب ۵-۰ درصد، حریم عرضی و ارتفاعی آبراهه‌ها، کاربری اراضی(مسکونی و زراعی)، زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، گسل‌ها، شیب لایه‌های زمین شناسی و ضخامت رسوبات آبرفتی تهیه و تولید شد. در ادامه با استفاده از روش سامانه پشتیبانی تصمیم(DSS)، تهیه پایگاه داده و استفاده از نرم افزار GIS با حذف مرحله به مرحله نقاط واقع در محل‌های نامناسب، ۱۱ محل مناسب برای احداث بند زیرزمینی شناسایی شد.

واژگان کلیدی: بند زیرزمینی، مکان‌یابی، سامانه پشتیبانی تصمیم، شمال‌غرب استان کرمانشاه.

* نویسنده مسئول: E-mail: Amjad_maleki@yahoo.com

مقدمه

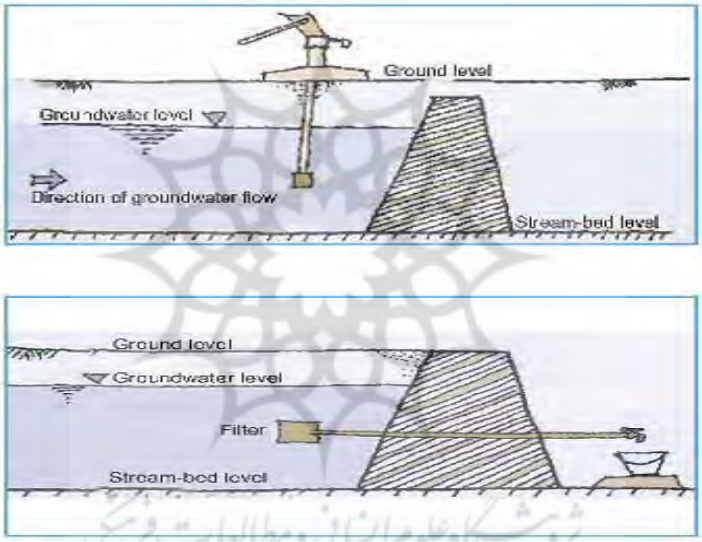
منابع آب کافی یکی از ارکان اصلی حیات موجودات زنده، ماده اولیه و ضروری توسعه صنایع، اساس تولیدات زراعی و پیشرفت کشورها بوده و انسان همواره به دنبال دستیابی به این منبع بوده است. از جمله پدیده‌های ساده اما بسیار طبیعی که در سطح سیاره‌ی زمین مطرح است، چگونگی توزیع میزان نزولات جوی و به ویژه کمبود آن در پاره‌ای از مناطق کره زمین است(رامشت، شاه‌زیدی،۱۳۹۰: ۳۳؛ رجایی، ۱۳۸۷: ۱۴). این کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک زمین از یک سو و تناوبی و نامنظم بودن بارش و تبخیر زیاد باعث کاهش دسترسی ساکنین این مناطق به آب و سخت شدن شرایط زندگی برای آنها شده است. این مساله ساکنین را وادار به استفاده بیش ازحد آب‌های زیرزمینی می‌نماید(کوئر داچی و همکاران، ۲۰۱۲ :۴۲۶؛ کردی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۶۴).

کمبود منابع آب و برداشت بی‌رویه و غیر علمی و افزایش نیازهای روز افزون مرتبط با رشد جمعیت، جوامع علمی را به بازنگری و ارائه‌ی راهکارهای مناسب در خصوص بهره‌برداری از منابع آب در مناطق مختلف کشور ملزم ساخته است. (قدرتی و قازاریان، ۲۰۱۳، ملکی و همکاران، ۱۳۹۲؛ فاضل‌پور عقدایی و همکاران، ۱۳۹۳). بند زیرزمینی محلی مناسب برای ذخیره آب فراهم می‌آورد و در مقایسه با بند سطحی دارای مزایای: تکنولوژی ساخت بسیار ساده، هزینه ساخت بسیار پایین‌تر، غوطه‌ور نشدن زمین، استفاده از زمین سطح مخزن پس از احداث بند زیرزمینی مانند زراعت، محافظت در برابر شکست و میزان پایین تلفات تبخیر مخزن می‌باشد(شکل ۱). (حاجی عزیزی وهمکاران، ۱۳۹۳؛ جمعه منظری و براتی، ۱۳۹۴؛ ایچی و همکاران، ۲۰۰۳؛ تلمر و بست، ۲۰۰۴؛ اوندر و ایلماز، ۲۰۰۵). مکان‌یابی محل احداث بندهای زیرزمینی مستلزم مطالعات و بررسی‌های همه جانبه می‌باشد. زیرا شرایط و ویژگی‌های محل احداث این سدها در محل‌های گوناگون متفاوت بوده و بستگی به شرایط محلی منطقه احداث دارد. (نیلسون، ۱۹۸۸).

اهمیت مکان‌یابی از آنجایی ناشی می‌شود که معیارها و عوامل زیادی همانند معیارهای فیزیکی و هیدرولوژیکی و هواشناسی، زمین شناسی عمومی منطقه، لایه بندی چینه شناسی و میزان نفوذ پذیری، توپوگرافی، وضعیت آب زیرزمینی و عامل اقتصادی– اجتماعی، در آن دخیل هستند. بررسی این عوامل با استفاده از روش‌های سنتی نیازمند صرف وقت و هزینه زیادی میباشد. (چزگی و همکاران، ۱۳۸۹؛ خلیفه و همکاران، ۱۳۹۲؛ جمالی و همکاران ۲۰۱۳؛ آرچوی‌چای و همکاران ،۲۰۰۵؛ قدرتی و قازاریان ۲۰۱۳؛ امین زاده و قاسمی، ۲۰۱۵؛ درفشان و همکاران، ۲۰۱۴؛ جعفر، ۲۰۱۵). درجه آبراهه، شکل دره، میزان و حجم رواناب دریافتی رودخانه‌ها، کمیت آب زیرسطحی و زیاد بودن حجم آبرفت که رابطه مستقیم با حجم مخازن طبیعی برای نگهداری آب ذخیره شده در پشت بند زیرزمینی دارد نیز در تعیین محل بند زیرزمینی بسیار مهم هستند (علایی طالقانی و طلابخشی۲۰۱۳؛ حیدری و شهریاری،؛۱۳۹۰؛ نوجوان و همکاران، ۱۳۹۱؛ آقاملایی و همکاران، ۱۳۹۳؛ حاجی عزیزی و همکاران، ۱۳۹۰؛ چزگی و همکاران، ۱۳۹۴). مکان‌های دارای گسل، چشمه، چاه و قنات نیز جزء مناطق نامناسب احداث بندهای زیرزمینی می‌باشند. هیچ قناتی نباید به واسطه احداث بند زیرزمینی در معرض تخریب یا کاهش شدید دبی قرار گیرد (پیرمرادی و همکاران، ۱۳۸۹؛ جمعه منظری و براتی، ۱۳۹۴). از جمله دیگر معیارهای تعیین محل احداث بندهای زیرزمینی تعیین ویژگی‌های ژئومورفیک، وضعیت پوشش گیاهی و در نظر گرفتن فاصله مناسب از محل سکونت در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.(فورزیری و همکان، ۲۰۰۸). عمق سنگ بستر نسبت به سطح زمین، کیفیت شیمیایی خاک محزن، نوسانات سطح آب زیرزمینی و خصوصیات هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمی رسوبات رودخانه‌ای در مکان‌یابی محل بندهای زیرزمینی موثرند(صلاح الدین علی و همکاران، ۲۰۱۴؛ فاستر و همکاران ۲۰۰۲؛ فاستر و توینهوف، ۲۰۰۴).

در مطالعات پیشین در مورد مکان‌یابی بندهای زیرزمینی عواملی مانند زمین شناسی، توپوگرافی، هواشناسی، هیدرولوژیکی، شکل دره، پوشش گیاهی، فاصله از مناطق مسکونی و ضخامت رسوبات آبرفتی توجه قرار گرفته است. از طریق وزن دهی به این عوامل با نظر کارشناسان اقدام به شناسایی و اولویت‌بندی مکان‌های احداث بند زیرزمینی شده است.

هدف از انجام تحقیق حاضر شناسایی مکان‌های مناسب احداث بند زیرزمینی در شمال غرب کرمانشاه به عنوان منطقه‌ای با بارشهای مناسب در فصل مرطوب و نیاز آبی فراوان در فصل خشک می‌باشد. در این تحقیق با کمک روش سامانه پشتیبانی تصمیم (DSS) بدون استفاده از روش وزن‌دهی و صرفا با توجه به عوامل و شرایط موجود در مطقه مورد مطالعه، حذف مرحله به مرحله مکان‌های نامناسب انجام شده است. در پایان از میان مکان‌های مناسب، نقطه محل‌های مناسب جهت احداث بندزیرزمینی تعیین شدند. بعبارتی در سامانه پشتیبانی تصمیم جستجوی شرایط تعیین محل احداث بند زیرزمینی از کلان به ریز انجام می‌شود و حق تقدم با شرایط اصلی است. بطوری که پس از ایجاد پایگاه داده امکان جستجو و یا اعمال شروط بر داده‌ها امکان‌پذیر می‌شود. در تحقیقات گذشته محاسبه ضخامت رسوبات آبرفتی به دلیل هزینه زیاد استفاده از رادار به ندرت انجام شده است، اما در این تحقیق محاسبه ضخامت لایه‌های رسوبی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روابط مثلثاتی با کمترین هزینه صورت گرفته که در بخش روش کار به تفصیل بیان می‌شود. در این تحقیق حاضر با استفاده از ترسیم حریم‌های ارتفاعی و سطحی برای آبراهه‌ها، دره‌های با پهنای استاندارد برای احداث بند زیرزمینی شناسایی شدند که مشابه این روش در دیگر کارهای تحقیقاتی مشاهده نشد.

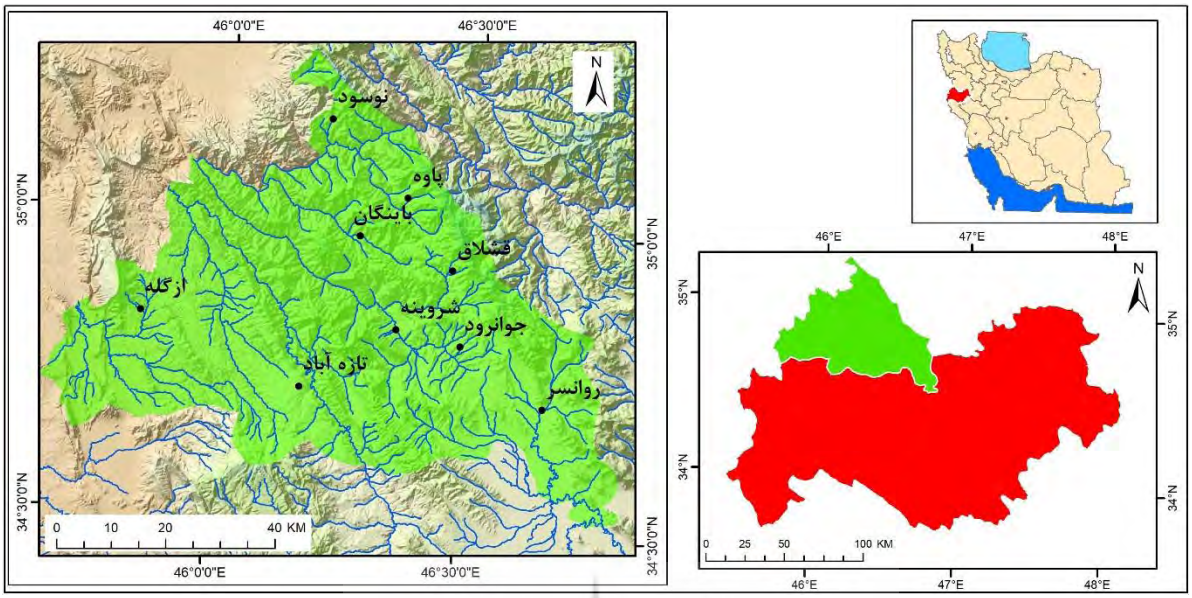


شکل ۱: نمایی از بند زیرزمینی و نحوه استخراج آب از آن(حاجی عزیزی و همکاران، ۱۳۹۳)

پرتال جامع علوم انسانی

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق عبارت از شمال‌غرب استان کرمانشاه می‌باشد. این منطقه با وسعت ۴۴۳۲ کیلومتر مربع در موقعیت ۴۵ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجـه و ۳۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته و شامل چهار شهرستان پاوه، جوانرود، روانسر و ثلاث باباجانی می‌باشد. بارش سالانه منطقه ۵۹۵ میلی‌متر است که با وجود رخداد این بارش تقریبا فراوان کمبود آب در طی فصول خشک کاملا مشهود است (شکل ۲)

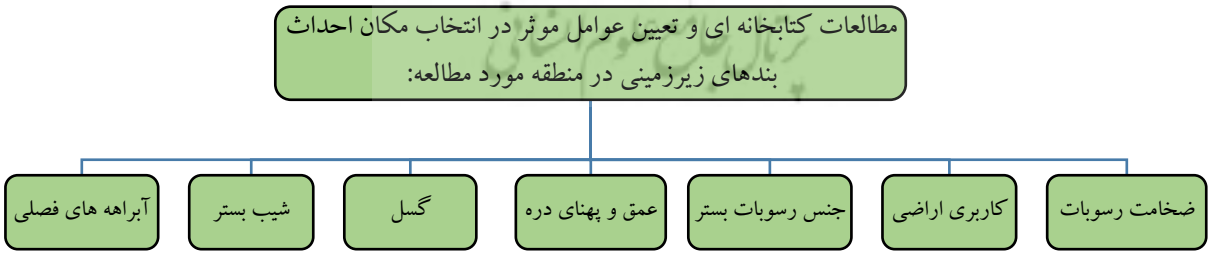


شکل ۲: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه(منبع : نویسندگان)

مواد و روش‌ها

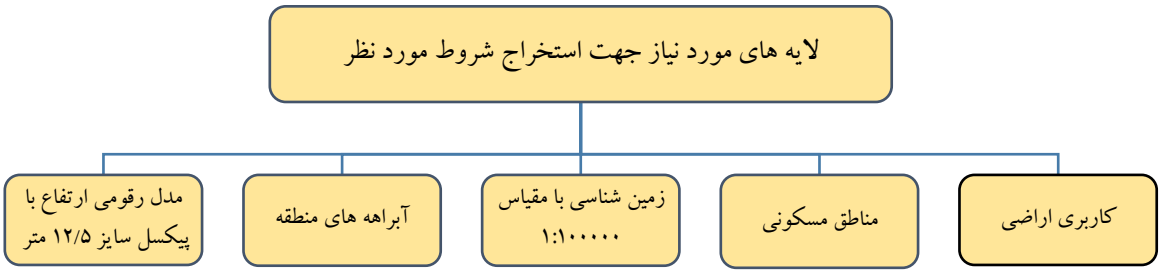
هدف تحقیق حاضرشناسایی مکان‌های مناسب جهت احداث بندهای زیرزمینی در منطقه شمال‌غربی استان کرمانشاه با روش سامانه پشتیبانی تصمیم(DSS) بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای و عملیات میدانی است. مکان‌یابی سدهای زیرزمینی به عنوان یکی از مسائل مکانی، به دلیل دخالت تعداد زیادی از فاکتورهای طبیعی در انتخاب مکان مناسب یک فرایند بسیار پیچیده است. بنابراین ایجاد یک روش تصمیم گیری چند معیاره به عنوان مدل پشتیبان تصمیم گیری ضروری است. در این تحقیق ضمن بررسی سیستم پشتیبان تصمیم گیری مکانی یک نمونه عملی با در نظر گرفتن فرایند تحلیل سلسله مراتبی در بستر سیستم اطلاعات مکانی(GIS) با هدف مکان‌یابی بندهای زیرزمینی و اولویت بندی آنها بکار گرفته شده است.

جهت انجام روش علمی و دقیق به منظور دستیابی به اهداف تحقیق مراحل ذیل طی شده است(شکل ۳).



شکل ۳: عوامل موثر در تعیین مکان بندهی زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه

در ادامه جهت استخراج عوامل موثر در مکان یابی بندهای زیرزمینی، لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز شناسایی و گردآوری شدند. (شکل ۴)



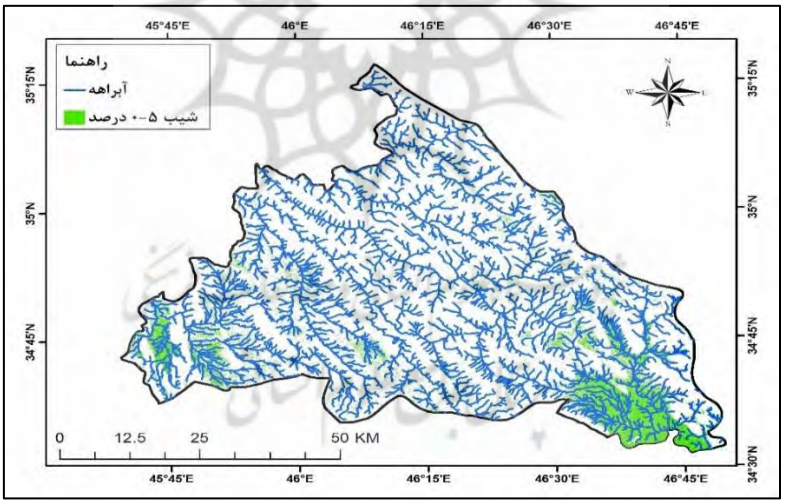
شکل ۴: لایه اطلاعاتی مورد نیاز جهت شروط موثر در تعیین مکان احداث بندهای زیرزمینی

با استفاده از لایه‌های بیان شده در بالا تحقیق حاضر به شرح مراحل ذیل انجام شد.

در اولین قدم لایه مدل رقومی ارتفاعی منطقه(DEM) با پیکسل سایز ۱۲/۵ متر منطقه مورد مطالعه تهیه شد. از این لایه برای تولید لایه‌های زیر استفاده شد:

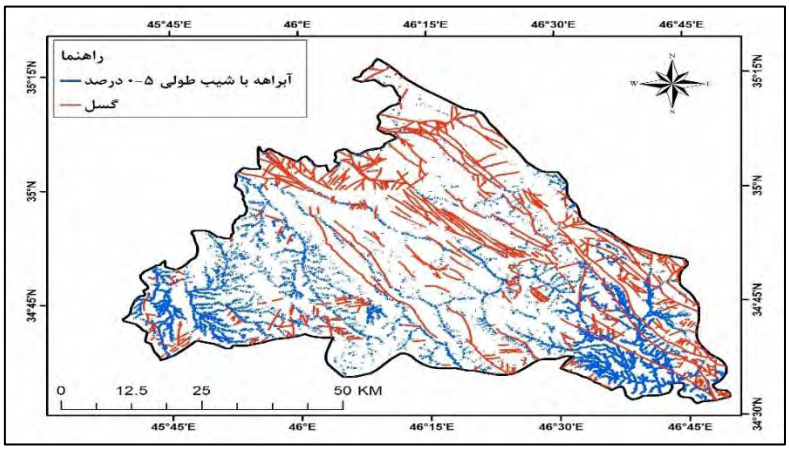
– لایه شیب. بر اساس مطالعات انجام شده میزان شیب مناسب برای احداث بند زیر زمینی، ۰ تا ۵ درصد می‌باشد. پس از کلاس‌بندی لایه شیب، مناطق دارای کلاس شیب بالاتر از ۵ درصد حذف شدند.

– لایه آبرهه‌های منطقه با استفاده از نرم افزار ARC GIS. لایه آبراهه‌ها با لایه شیب ۰ تا ۵ درصد همپوشانی شده و آبراهه‌هایی که در این کلاس شیب قرار دارند استخراج و سایر آبراهه‌ها حذف شدند. (شکل ۵)

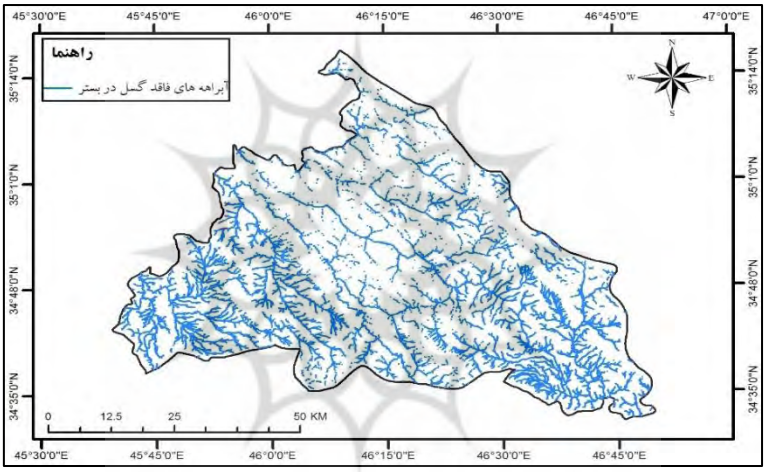


شکل ۵: مناطق دارای شیب ۰ تا ۵ درصد و آبراهه‌های منطقه

در مرحله بعد لایه‌ی گسل‌های منطقه از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شمال‌غرب کرمانشاه استخراج شد. از آنجا که گسل در انتخاب محل سد زیرزمینی نقش کلیدی دارد، لایه آبراهه‌های دارای شیب طولی ۰ تا ۵ درصد با لایه گسل‌ها همپوشانی شدند و آبرهه‌هایی که در بستر طولی خود دارای گسل موازی با جهت جریان آب بودند، بعنوان آبراهه‌های نامناسب شناسایی شدند و در مراحل بعدی تحقیق در لایه‌های (نقشه‌های) موثر در انتخاب محل های نهایی حذف گردیدند(شکل ۶ و ۷)

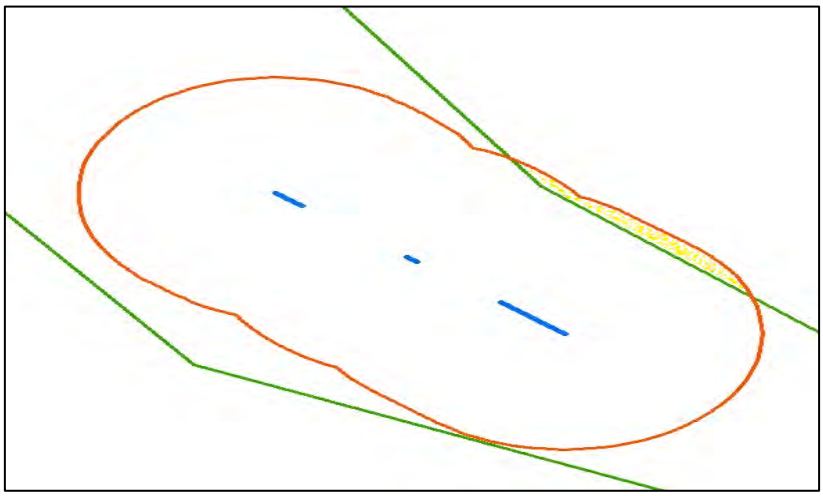


شکل ۶: همپوشانی نقشه گسل‌ها و آبراهه‌های دارای شیب طولی ۰ تا ۵ درصد



شکل ۷: آبراهه‌های فاقد گسل موازی با جهت جریان در بستر

به دلیل صرفه جویی در هزینه و کمبود زمان از روش نوآورانه تولید لایه‌های حریم ارتفاعی و حریم سطحی و همپوشانی آنها برای تشخیص دره‌های با عرض مناسب استفاده شد. خاطر نشان می‌شود که این روش در هیچ یک از کارهای پیشین استفاده نشده و در این تحقیق برای اولین بار به کار گرفته شد. احداث بند زیرزمینی صرفا در محلی از آبراهه‌ها مقرون به صرفه می‌باشد که حداکثر پهنا و عمق دره‌ی آن بیش از ۱۵ متر نباشد. با توجه به این که شناسایی اولیه این آبراهه‌ها توسط مدل رقومی ارتفاع (DEM) با پیکسل سایز ۱۲/۵ متر انجام می‌شود، برای دقت بیشتر و اطمینان بالاتر به جای ترسیم حریم سطحی ۱۵ متری، برای آبراهه‌ها یک حریم ۶۰ متری (۳۰ از مرکز آبراهه به هر طرف) در محیط ARC GIS تعیین شد. در ادامه با استفاده از نرم افزار ARC INFO یک لایه حریم ارتفاعی ۱۵ متری نیز برای آبراهه‌ها ترسیم شد. هدف از ترسیم این حریم (بافر) مشخص نمودن تغییرات ارتفاعی ۱۵ متری در حاشیه محور طولی دره‌ها می‌باشد. در این محل‌ها به دلیل رسوب گذاری، فرسایش و حمل تغییرات ارتفاعی مشاهده می‌شود. بازه‌هایی از دره‌ها پهن‌تر و بعضی از آنها باریک‌تر می‌شوند. با اعمال این حریم در یک تراز ثابت ارتفاعی میزان گستردگی دره‌ها بررسی شد. این دو حریم با هم همپوشانی شده و محل‌هایی که در آنها بافر ارتفاعی در داخل بافر سطحی قرار گرفت (شکل ۸)، به عنوان دره‌هایی با عمق و پهنای مستر مناسب جهت احداث بند زریزمینی شناسایی شدند.



شکل۸: نحوه همپوشانی بافر ارتفاعی با بافر سطحی

در این شکل خطوط آبی رنگ عبارت از بخش‌هایی از آبراهه می‌با شد که شیب بستر آنها ۰ تا ۵ در صد ا ست. فضای سطحی داخل بافر قرمز رنگ عبارت از حریم سطحی ۶۰ متری(از هر طرف آبراهه ۳۰ متر) می‌باشد. فضای سطحی داخل دو خط سبز رنگ نیز عبارت از قسمتهایی از اطراف آبراهه است که نسبت به آبراهه کمتر از ۱۵ متر(از ۰ تا ۱۵ متر) اختلاف ارتفاع دارند. سطح زرد رنگی که دراخل بافر قرمز رنگ(باقر سطحی) و خارج از بافر سبز رنگ(بافر ارتفاعی) قرار گرفته است، نشان می‌دهد که این قسمت از آبراهه به دلیل مناسب بودن ارتفاعات حاشیه آبراهه(کمتر از ۱۵ متر) و مناسب بودن پهنای بستر آبراهه(کمتر از ۶۰ متر) یکی از شروط اولیه احداث بند زیرزمینی را دارا می‌باشد.

با استفاده از لایه اطلاعاتی روستاهای منطقه، نقشه توپوگرافی و نرم افزار Google Earth نقاط ابتدایی استخراجی از مرحله همپوشانی حریم‌های ارتفاعی و سطحی مورد بررسی قرار گرفتند. هدف از این مرحله مطابقت نقاط اولیه با شرایط واقعی منطقه بود.

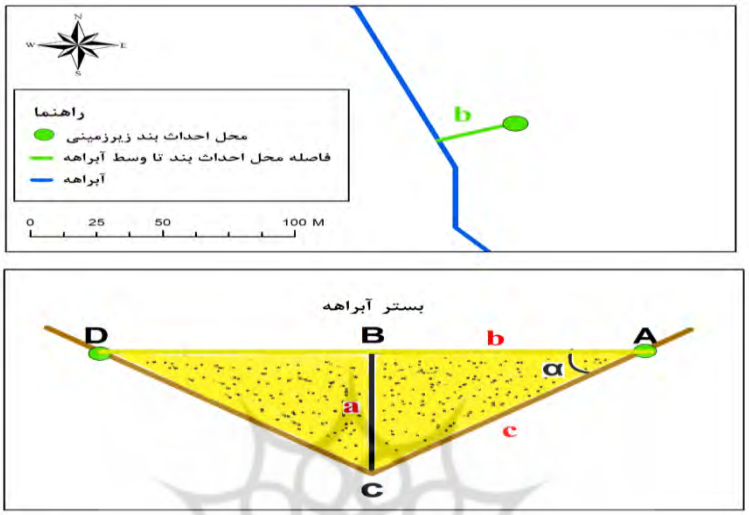
تهیه و رقومی سازی نقشه زمین شناسی منطقه براساس اطلاعات نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰. با توجه به نبود نقشه رقومی یکپارچه منطقه مورد مطالعه، با استفاده از نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کامیاران با شماره ۵۳۵۹، تیژ تیژه با شماره ۵۳۶۰، باینگان با شماره ۵۲۵۹، پاوه با شماره ۵۲۶۰ و قصر شیرین با شماره ۵۱۵۹ نقشه زمین شناسی رقومی منطقه ترسیم شد. این نقشه جهت شناسایی جنس رسوبات سطح آبراهه و همچنین جنس سنگ بستر آبراهه‌ها و حذف نقاطی که در جنس‌های زمین شناسی نامناسب از لحاظ عدم نفوذ پذیری استفاده شد.

گام بعدی تحقیق از طریق مراجعات میدانی انجام شد. برای مراجعه میدانی دو هدف به شرح زیر در نظر گرفته شد:

الف- مطابقت دادن نقطه محل‌های استخراج شده با شرایط واقعی موجود در منطقه مورد مطالعه. در این مرحله نقاط واقع شده در محل‌های نامناسب شناسایی و حذفش شدند.

ب- بررسی میزان ضخامت رسوبات آبرفتی که نقطه محل‌ها در آنها قرار گرفته‌اند. برای این منظور در ابتدا با توجه به برونزد سنگ بستر در بعضی از قسمت‌ها در مسیر طولی آبراهه و محاسبه شیب طولی و اختلاف ارتفاع بستر آبراهه با عرض مسیل، ضخامت رسوبات نقطه محل‌های تعیین شده به صورتی تقریبی تایید شد. پس از بازدید میدانی و انجام محاسبات، موقعیت‌هایی که در رسوبات با ضخامت نامناسب قرار گرفته بودند(ضخامت کمتر یا بیشتر از میزان استاندارد لازمه‌ی احداث بند) حذف شدند.

در آخرین مرحله از انجام تحقیق ضخامت رسوباتی که در بازدید میدانی مشاهده و باتوجه به اندازه گیری‌ها، مناسب در نظر گرفته شده بودند با استفاده از داده‌های اندازه گیری شده و بکارگیری روابط مثلثاتی به شیوه زیر کنترل و مجددا محاسبه گردید. (شکل ۹)



شکل ۹: تصویر شماتیک از نحوه در نظرگرفتن شکل دره‌ها برای محاسبه ضخامت رسوبات

در شکل بالا خط AC عبارت از شیب لایه‌های سنگ شناسی می‌باشد.

خط AD عبارتست از بستر آبراهه که توسط رسوبات آبرفتی پوشیده شده است. جهت محاسبه ضخامت این رسوبات آبرفتی، یک مثلث قائم الزاویه به نام ABC در حاشیه بستر آبراهه به صورت فرضی در نظر گرفته می‌شود. در این مثلث ضلع **a** عبارت است از ارتفاع (ضخامت) لایه رسوبی. برای محاسبه آن ابتدا با استفاده از رابطه مثلثاتی زیر طول وتر (C) محاسبه شد:

$$\cos \alpha = \frac{b}{c} \Rightarrow c = \frac{b}{\cos \alpha}$$

α = زاویه شیب لایه رسوبی (برای استخراج آن از نقشه رقومی زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه استفاده شد)

C = وتر مثلث قائم الزاویه

b = فاصله افقی بین محل احداث بند زیرزمینی تا مرکز آبراهه (یا نصف عرض بسترآبراهه). برای محاسبه آن با استفاده از داده‌های به دست آمده از اندازه گیری‌های محلی و بر اساس شرایط محلی از چندین مکان در اطراف هر یک از نقاط مناسب احداث بند زیرزمینی، از عرض آبراهه اندازه گیری به عمل آمد. سپس میانگین اندازه‌ها محاسبه و عدد تقسیم بر ۲ شد (شکل ۱۰)

شکل ۱۰: نحوه اندازه گیری پهنای بستر آبراهه‌ها در اطراف نقطه محل‌های احداث بند زیرزمینی(شرق روستای کانی سپی)

در ادامه برای محاسبه ضخامت لایه رسوبی(ضلع a) از رابطه مثلثاتی زیر استفاده شد.

$$\sin\alpha = \frac{a}{C} \Rightarrow a = \sin\alpha \times C$$

a = ضخامت لایه رسوبی که بند زیرزمینی در آن احداث می‌شود

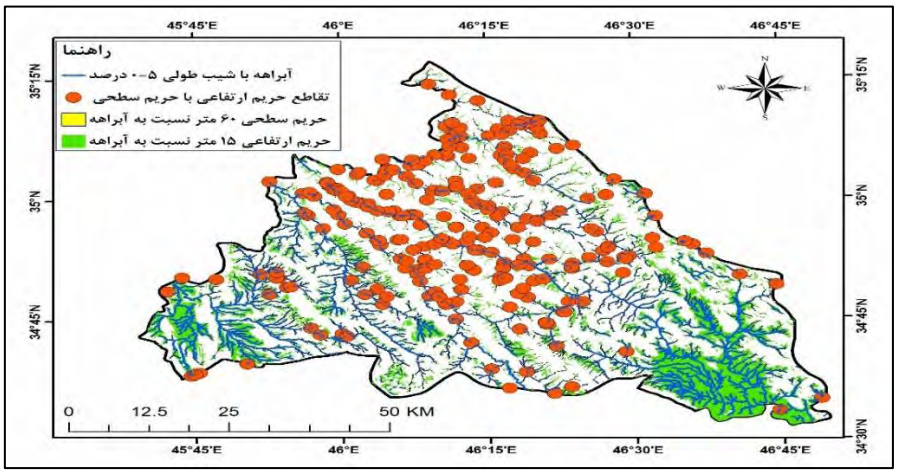
α = زاویه شیب لایه رسوبی (برای استخراج آن از نقشه رقومی زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه استفاده شد)

C = وتر مثلث قائم الزاویه

یافته‌ها و بحث

نتیجه همپوشانی حریم ارتفاعی و سطحی آبراهه‌ها

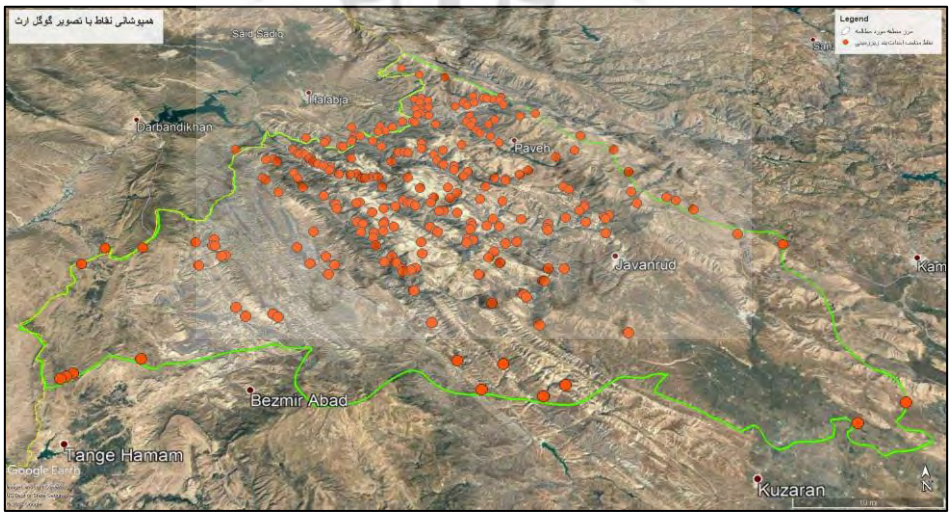
با همپوشانی لایه‌های حریم ارتفاعی و حریم سطحی آبراهه‌ها، بخش‌های مشترک آنها که نشان دهنده دره‌هایی با عرض مناسب هستند، به عنوان محل‌های مناسب برای احداث بند زیرزمینی استخراج گردید. بر این اساس تعداد ۲۵۷ نقطه محل برای احداث بند زیرزمینی شناسایی شد. از آنجایی که این نقطه محل‌ها به صورت خام بودند، در مرحله بعدی براساس شرایط موجود در محل، مورد بررسی قرار گرفتند. (شکل ۱۱)



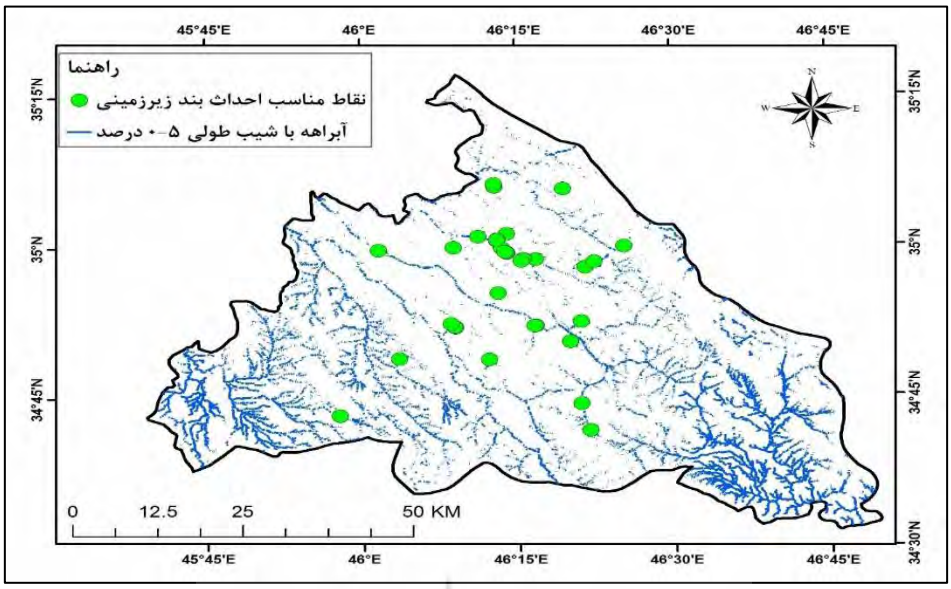
شکل ۱۱: محل تلاقی حریم ارتفاعی و حریم سطحی آبراهه به عنوان نقاط مستعد اولیه احداث بند زیرزمینی

نتایج حاصل از همپوشانی نقاط استخراجی اولیه با لایه روستاها

مجموع ۲۵۷ نقطه محل مذکور با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه، لایه روستاهای منطقه و تصاویر نرم افزار گوگل ارث با شرایط محلی منطقه مورد مطالعه مطابقت داده شدند. با توجه به محدودیت‌های توپوگرافیک و صعب العبور بودن منطقه، نقطه محل‌های واقع در فاصله بیش از ۵۰۰ متری از مناطق مسکونی(روستاها)، اراضی زراعی و باغات از نقشه نهایی محل‌های مناسب حذف شدند. در پایان این مرحله تعداد محل‌های مناسب از ۲۵۷ به ۳۳ نقطه محل کاهش یافت. (شکل‌های ۱۲ و ۱۳)



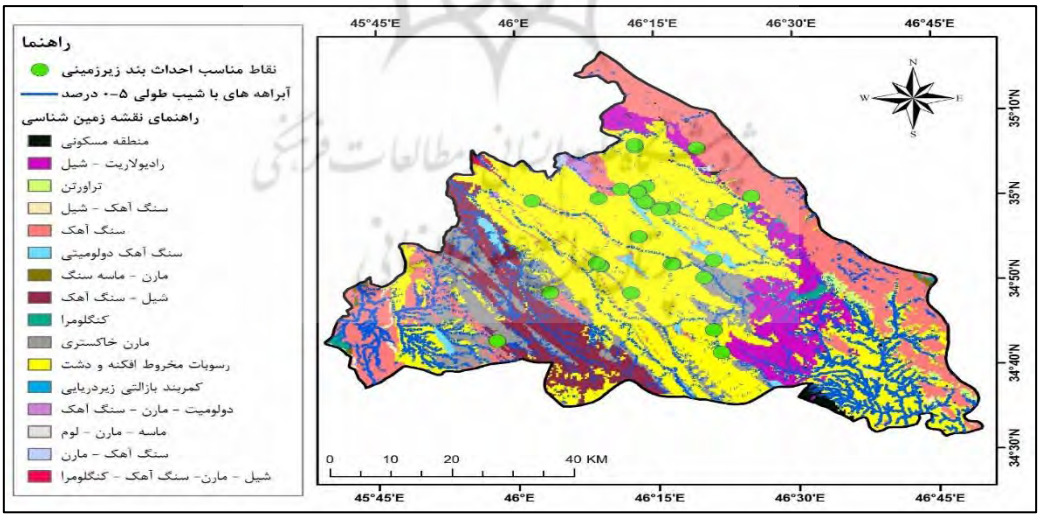
شکل ۱۲: مطابقت نقاط استخراجی با تصویر گوگل ارث



شکل ۱۳: مناطق مناسب احداث بند زیرزمینی در فاصله مناسب(۵۰۰ متری) مناطق مسکونی، اراضی زراعی و باغات

نتیجه همپوشانی نقاط با لایه زمین شناسی منطقه:

وجود لایه آبرفتی ضخیم با نفوذ پذیری مناسب و نفوذ ناپذیری سنگ بستر آبراهه از جمله اصلی‌ترین شروط احداث بند زیرزمینی می‌باشد(پیرمرادی و همکاران، ۱۳۸۹؛ کردی و همکاران، ۱۳۹۵). پس از همپوشانی ۳۳ نقطه باقیمانده با نقشه زمین شناسی، ۵ نقطه به دلیل واقع شدن در محل سازندهای انحلالی(سنگ آهک) و نبود رسوب دانه درشت جهت ذخیره آب حذف شدند.(شکل ۱۴).(لازم به ذکر است که صحت حذف این نقاط نیز در بازدید میدانی بررسی و تایید شد).



شکل ۱۴: همپوشانی نقاط مناسب احداث بند زیرزمینی با نقشه زمین شناسی

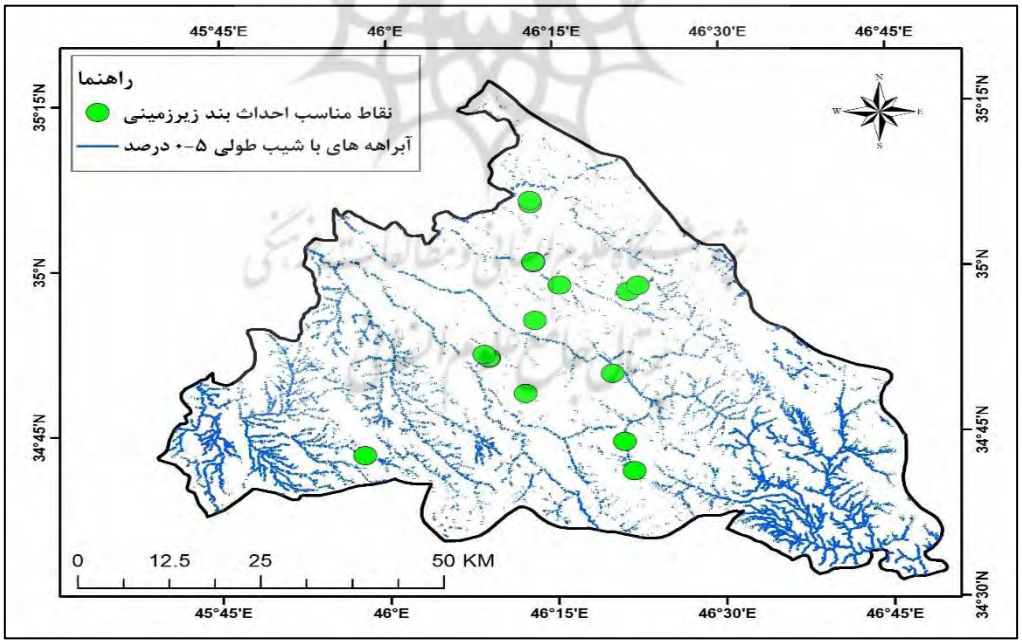
نتایج بازدید میدانی از منطقه

در این مرحله مجموع ۲۸ نقطه محل مورد ارزیابی و صحت سنجی قرار گرفتند. از نظر مناسب بودن پهنای دره جهت احداث بند زیرزمینی، صحت تمام نقطه محل‌ها تایید شد. از نظر مناسب بودن میزان ضخامت رسوبات آبراهه‌ها نیز در

بررسی اجمالی به غیر از یک نقطه محل در شمال روستای زردویی، ضخامت رسوبات سایر آبراهه‌های تایید شدند.(شکل ۱۵)

شکل ۱۵: بررسی ضخامت رسوبات در بازدید میدانی(شرق روستای بان وره)

با توجه به این که بندهای زیرزمینی در آبراهه‌های فصلی و مسیل‌ها احداث می‌شوند، در بازدید میدانی و بررسی داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه، مشخص شد که ۱۰ نقطه در محل رودخانه‌های دائمی واقع شده‌اند که این نقاط نیز از مجموع نقاط حذف شدند.(شکل ۱۶). در ادامه از طریق بازدیدهای میدانی مکرر و اطمینان از مطابقت داشتن ویژگی‌ها و شرایط نقاط استخراجی با شرایط طبیعی مکانی منطقه مورد مطالعه و همچنین مقایسه نتایج به دست آمده با نتایج کارهای انجام شده در مناطق دیگر، درستی روش تحقیق و نتایج حاصل از آن تایید گردید.



شکل ۱۶: نقطه محل‌های مناسب احداث بند زیرزمینی پس از همپوشانی با نقشه زمین شناسی و بازدید میدانی

نتایج محاسبه ضخامت رسوبات آبرفتی

ضخامت آبرفت تاثیر مستقیم و زیادی در حجم آب ذخیره شده در مخزن سد دارد(محبی تفرشی و همکاران، ۱۳۹۳؛ جمعه منظری و براتی، ۱۳۹۴). بر اساس مطالعات انجام شده ضخامت ۵ تا ۲۰ متر رسوبات برای احداث بند زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه مناسب است. از طریق اندازه گیری عرض آبراهه‌ها با کمک تصاویر گوگل ارث و فرمول‌های روابط مثلثاتی و

صحت سنجی با اندازه گیری های میدانی ضخامت رسوبات برای مجموع ۱۷ نقطه محل باقیمانده به شرح جدول ۱ محاسبه و قطعی گردید.

جدول ۱: محاسبه میزان عمق رسوبات براساس معیارهای شیب لایه و فاصله بین نقطه محل در حاشیه آبر اهه تا مرکز آبراهه

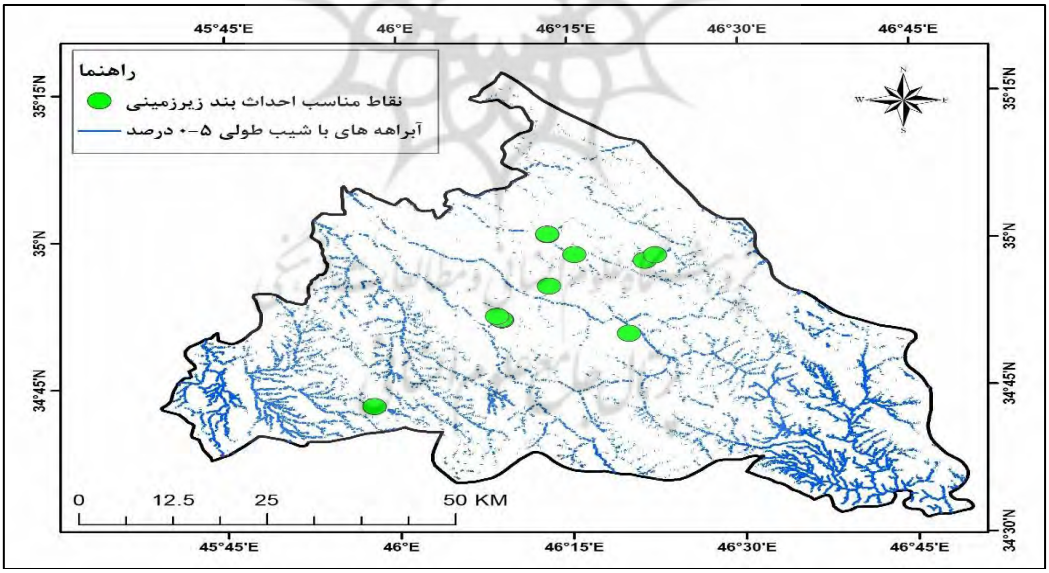
ردیف	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	نام	فاصله نقطه محل تا مرکز آبراهه بر حسب متر	شیب لایه بر حسب درجه	عمق لایه رسوبی بر حسب متر
۱	۶۰۵۱۸۲	۳۸۵۸۷۸۱	جنوب گردی وزن	۱۹	۴۴/۴۹	۱۸/۶۶
۲	۶۰۵۰۲۸	۳۸۵۸۸۷۴	جنوب گردی وزن	۱۶/۵	۴۴/۶۳	۱۶/۲۸
۳	۶۰۴۵۱۶	۳۸۵۹۴۱۶	شمال‌غرب گردی وزن	۱۸	۴۴/۸	۱۷/۸۷
۴	۶۱۱۳۸۴	۳۸۶۵۱۲۵	شرق مله دشتی(باغ)	۱۰	۴۲/۸۷	۹/۲۸
۵	۶۱۰۱۳۶	۳۸۵۲۸۷۱	شمال دنگی	۱۸/۵	۶۲/۲	۳۵/۰۸
۶	۶۱۱۱۴۳	۳۸۷۴۸۲۰	شمال دی‌تو	۸	۴۱/۵۳	۷/۰۸
۷	۶۲۴۱۲۷	۳۸۷۰۰۲۳	جنوب بان‌وره	۱۰	۲۸/۸۱	۴/۴
۸	۶۲۵۴۳۳	۳۸۷۱۰۱۲	شرق بان‌وره	۲۲	۲۸/۵۵	۱۱/۹۷
۹	۶۱۴۷۸۷	۳۸۷۱۱۰۱	غرب باینگان	۱۰/۵	۳۵/۰۶	۷/۳۷
۱۰	۶۲۲۰۶۰	۳۸۵۶۲۵۲	شمال بیوله	۱۳	۳۷/۰۵	۹/۸۱
۱۱	۶۱۱۲۴۳	۳۸۷۵۰۸۱	شمال دی‌تو	۲۷	۴۱/۴۹	۲۳/۸۸
۱۲	۶۱۱۱۷۸	۳۸۷۴۹۴۸	شمال دی‌تو	۱۱/۵	۴۱/۷۶	۱۰/۲۷
۱۳	۵۸۸۲۰۴	۳۸۴۲۴۲۵	شمال عباس	۱۳	۳۷/۳۹	۹/۹۳
۱۴	۶۱۰۷۵۶	۳۸۷۴۷۱۰	جنوب بله بزان	۲۱	۴۷/۵۵	۲۲/۹۶
۱۵	۶۱۰۶۹۱	۳۸۸۵۲۴۰	شمال بله بزان	۲	۴۷/۸۶	۲/۲۱
۱۶	۶۲۵۰۳۸	۳۸۳۹۹۵۴	جنوب دەرش نهراب	۲۱/۵	۵۲/۳۷	۲۷/۸۹
۱۷	۶۲۳۷۰۶	۳۸۴۴۸۳۱	شمال خیل بابا	۴/۵	۳۳/۰۹	۲/۹۳

بر اســاس نتایج جدول بالا نقطه محل‌های شــمال دنگی، شــمال دی‌تو، جنوب بله‌بزان و جنوب دەرش نهراب به دلیل ضخامت رسوبات بیشتر از ۲۰ متر و نقطه محل‌های شمال بله‌بزان و شمال خیل بابا به دلیل ضخامت کمتر از ۵ متر، از جمع نقاط نهایی حذف می شوند. در این صورت تنها ۱۱ نقطه محل (جدول شماره ۲) دارای قابلیت احداث بند زیرزمینی هستند که محل آنها در شکل ۱۷ آمده است.

از مجموع ۱۱ نقطه محل مذکور ۶ مورد در آبراهه‌های درجه ۳ قرار دارد که با نتایج کار چزگی و همکاران (۱۳۸۹) و اسمعیلی عوری و همکاران (۱۳۹۵) مطابقت دارد. سه نقطه محل در آبراهه‌های درجه ۲ و دو نقطه محل نیز در آبراهه‌های درجه ۱ واقع می‌باشد. واقع شدن پنج نقطه محل اخیر در آبراهه‌های در جه ۲ و درجه ۱ به علت کوهستانی بودن منطقه شمال‌غرب کرمانشاه می‌باشد.

جدول ۲: نقطه محل‌های نهایی احداث بند زیرزمینی

ردیف	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	نام	فاصله نقطه محل تا مرکز آبراهه بر حسب متر	شیب لایه بر حسب درجه	عمق لایه رسوبی بر حسب متر
۱	۶۰۵۱۸۲	۳۸۵۸۷۸۱	جنوب گردی وزن	۱۹	۴۴/۴۹	۱۸/۶۶
۲	۶۰۵۰۲۸	۳۸۵۸۸۷۴	جنوب گردی وزن	۱۶/۵	۴۴/۶۳	۱۶/۲۸
۳	۶۰۴۵۱۶	۳۸۵۹۴۱۶	شمال‌غرب گردی وزن	۱۸	۴۴/۸	۱۷/۸۷
۴	۶۱۱۳۸۴	۳۸۶۵۱۲۵	شرق مله دشتی(باغ)	۱۰	۴۲/۸۷	۹/۲۸
۵	۶۱۱۱۴۳	۳۸۷۴۸۲۰	شمال دی‌تو	۸	۴۱/۵۳	۷/۰۸
۶	۶۲۴۱۲۷	۳۸۷۰۰۲۳	جنوب بان‌وره	۱۰	۲۸/۸۱	۴/۴
۷	۶۲۵۴۳۳	۳۸۷۱۰۱۲	شرق بان‌وره	۲۲	۲۸/۵۵	۱۱/۹۷
۸	۶۱۴۷۸۷	۳۸۷۱۱۰۱	غرب باینگان	۱۰/۵	۳۵/۰۶	۷/۳۷
۹	۶۲۲۰۶۰	۳۸۵۶۲۵۲	شمال بیوله	۱۳	۳۷/۰۵	۹/۸۱
۱۰	۶۱۱۱۷۸	۳۸۷۴۹۴۸	شمال دی‌تو	۱۱/۵	۴۱/۷۶	۱۰/۲۷
۱۱	۵۸۸۲۰۴	۳۸۴۲۴۲۵	شمال عباس	۱۳	۳۷/۳۹	۹/۹۳



شکل ۱۷: نقطه محل‌های نهایی احداث بند زیرزمینی

در رابطه با ضخامت رسوبات خاطرنشان می‌شود که در مطالعات میدانی انبوهی از رسوبات آبرافتی و دامنه‌ای در پای بعضی از دامنه‌های منطقه مشاهده شد.از این رو اگر در محلی از منطقه مورد مطالعه تمام شرایط احداث بند زیرزمینی منهای وجود رسوبات با ضخامت مناسب فراهم باشد، می‌توان با حمل این آبرفت‌ها به محل مورد نظر مخزن مناسبی برای ذخیره آب در آن محل به روش انسان ساخت فراهم نمود.(شکل ۱۸)

شکل ۱۸: رسوبات آبرفتی و دامنه‌ای(شرق روستای کانی سپی به سمت باینگان)

نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر با توجه به اهمیت حیاتی آب برای ساکنان منطقه جهت مصارف شرب و کشاورزی بسیار مهم و کاربردی می‌باشد. در مرحله اولیه انجام این تحقیق آبراهه‌هایی که شیب بستر آنها ۰ تا ۵ درصد بود از با استفاده از مدل رقومی ارتفاع استخراج شدند. آبراهه‌های داری این مقدار شیب به دلیل سرعت کم آب و فرصت کافی برای نفوذ و همچنین تشکیل مخازن مناسب زیرسطحی در آنها برای احداث بند زیرزمینی مناسب هستند(خرمی و همکاران، ۱۳۹۳). اا‌ز طریق همپوشانی حریم‌های ارتفاعی و سطحی این آبراهه‌ها ۲۵۷ نقطه محل اولیه برای احداث بند زیرزمینی استخراج شد. در حین مطابقت این نقاط با سایر شروط مورد نظر، نقاط نامناسب به صورت مرحله به مرحله از مجموع نقاط حذف شدند. پس از بررسی فاصله نقاط مذکور از روستاها و اراضی زراعی با کمک لایه اطلاعاتی روستاها، نقشه توپوگرافی و تصاویر گوگل ارث تعداد ۲۲۴ نقطه به دلیل واقع شدن در مناطق نامناسب حذف و ۳۳ نقطه باقی ماند. این نقاط با لایه زمین شناسی منطقه همپوشانی شدند. تعداد ۵ نقطه محل دیگر نیز به دلیل واقع شدن در مناطق آهکی و فاقد رسوبات مناسب، حذف شدند. وجود آبراهه‌های فصلی و مسیل‌ها با پهنای دره مناسب و میزان ضخامت رسوبات ۲۰ تا ۵ متر از جمله دیگر شرایط مورد نیاز احداث بند زیرزمینی می‌باشد. در نتیجه بازدیدهای میدانی پهنای تمام دره‌های آبراهه‌ها بر اساس شرایط از پیش تعیین شده مناسب تشخیص داده شد. در این بازدیدهای به استثنای یک نقطه محل در شمال روستای زردویی، ضخامت رسوبات بستر تمام نقطه محل‌ها از نظر ظاهری و با توجه به برونزد سنگ بستر در بعضی از قسمت‌ها در مسیر طولی آبراهه و محاسبه شیب طولی آبراهه و اختلاف ارتفاع بستر آبراهه با عرض مسیل، به صورت تقریبی تایید شد. براساس نتایج بازدید میدانی و داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری ۱۰ نقطه دیگر به دلیل قرار داشتن در بستر رودخانه‌های دائمی چم مره‌خیل و زمکان حذف شدند. در پایان این مرحله از مجموع نقاط، ۱۷ نقطه محل مناسب احداث بند زیرزمینی باقی ماند. از دیگر شروط تعیین محل بندهای زیرزمینی مناسب بودن ضخامت لایه‌های رسوبی است. محاسبه ضخامت رسوبات با استفاده از داده‌های راداری انجام می‌شود که بسیار پرهزینه بوده و بسته به شرایط محلی ممکن است استفاده از آن دشوار باشد. در این تحقیق با کمک تصاویر گوگل ارث و استفاده از روابط مثلثاتی میزان ضخامت رسوبات بستر آبراهه‌های نقاط مورد نظر محاسبه شد. در پایان این مرحله ۶ نقطه محل بخاطر کمتر یا بیشتر بودن از مقدار تعیین شده حذف شدند. در پایان ۱۱ نقطه محل مناسب برای احداث بند زیرزمینی تعیین شد که با احداث بند زیرزمینی در این نقاط می‌توان آب‌های زیر سطحی ناشی از بارش را که بدون استفاده از دسترس خارج می‌شود ذخیره نموده و در فصول کم آبی برای مصارف شرب، آبیاری ارضی کشاورزی و حتی ایجاد اراضی زراعی و باغات جدید و مصارف صنعتی استفاده نمود. علاوه بر این سازه سد زیرزمینی می‌تواند به عنوان یک مکان دیدنی برای جذب گردشگر مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- آقاملایی، ایمان؛ لشکری‌پور، غلامرضا؛ غفوری، محمد؛ ۱۳۹۳، بررسی فاکتورهای مؤثر در اجرای بندهای زیرزمینی مطالعه موردی: بند زیرزمینی میان‌رود راور در استان کرمان، فصلنامه آبیاری و آب، شماره ۱۷، صص ۸۲-۶۷.
- اسمعلی عوری، اباذر؛ گلشن، محمد؛ خرمی، کیوان؛ ۱۳۹۵، اولویت‌بندی محورهای مناسب برای احداث بند زیرزمینی در حوضهٔ آبخیز دوست‌بیگلو، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دورهٔ ۴۸، شماره ۴، ۶۵۹- ۶۴۵.
- پیرمرادی، رضا؛ نخعی، محمد؛ اسدیان، فریده؛ ۱۳۸۹، تعیین مناطق مناسب جهت احداث بند زیرزمینی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسله مراتبی، مطالعه موردی: دشت ملایر در استان همدان، فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۸، صص ۶۶-۵۱.
- جمعه منظری، رضا؛ براتی، رضا؛ ۱۳۹۴، مکان‌یابی محل‌های مناسب جهت احداث بند زیرزمینی، اولین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- چزگی، جواد؛ مرادی، حمید رضا؛ خیرخواه، میرمسعود؛ ۱۳۸۹، مکان‌یابی محل‌های مناسب جهت احداث بند زیرزمینی با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره با تاکید بر منابع آب (مطالعه موردی غرب استان تهران)، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، شماره ۱۳، صص ۶۸-۶۵.
- چزگی، جواد؛ ملکی‌نژاد، حسین؛ اختصاصی، محمد رضا؛ نخعی، محمد؛ ۱۳۹۴، اولویت‌بندی مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری در مناطق خشک و نیمه‌خشک، دو فصلنامه خشک بوم جلد ۶، شماره ۲، صص ۹۵-۸۴.
- حاجی عزیزی، شیوا؛ خیرخواه زرکش، میرمسعود؛ شریفی، اسماعیل؛ ۱۳۹۰، انتخاب مکان مناسب احداث بند زیرزمینی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به دو روش مکانی و غیرمکانی (مطالعهٔ موردی: حوضهٔ پیشکوه شهرستان تفت استان یزد)، کاربرد سنجش از دور و *GIS* در علوم منابع طبیعی، شماره ۲، صص ۳۸-۲۷.
- حاجی عزیزی، محمد؛ رحمانی، محمود؛ بیگلری، نجف؛ ۱۳۹۳، تحلیل اجزای محدود سدهای زیرزمینی و نکات مهم در طراحی و اجرای آنها- مطالعه مورد سد زیرزمینی آبخوری در استان سمنان، مجله مدل سازی در مهندسی، شماره ۳۸، صص ۱۶۵-۱۵۳.
- حیدری، حسین؛ شهریاری، سهراب؛ ۱۳۹۰، مکان‌یابی بند زیرزمینی در حوضه رودخانه گرماب(ایستگاه تحقیقات گلستان)، فصلنامه تحقیقات جغرافیای، شماره ۱۰۰، صص ۱۴۸-۱۳۱.
- خرمی، کیوان؛ وهاب زاده، قربان؛ سلیمانی، کریم؛ طلایی، رضا؛ ۱۳۹۳، تعیین مناطق مناسب بند زیرزمینی در حوضه آبخیز قره‌سو، مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۶، شماره ۲، صص ۱۵۴-۱۳۹.
- خلیفه، محمد حسین؛ لشکری پور، غلامرضا؛ حسینی مرندی، حمید؛ ۱۳۹۲، ملزومات مطالعات ژئوتکنیکی و نقش آنها در احداث بند زیرزمینی مطالعه موردی: بند زیرزمینی پسبند لامرد، هشتمین همایش انجمن زمین شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.
- رامشت، محمد حسین؛ شاه‌زیدی، سمیه سادات؛ ۱۳۹۰، کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی ملی، منطقه‌ای، اقتصادی و توریسم، دانشگاه اصفهان.
- رجایی، عبدالحمید؛ ۱۳۸۷، کاربرد ژئومورفولوژی در آمایش سرزمین و مدیریت محیط، نشر قومس، تهران.

- فاضل‌پور عقدایی، محمد رضا؛ زکی زاده، فریبا؛ دستورانی، محمد تقی؛ ۱۳۹۳، بررسی اقتصادی بند زیرزمینی(مطالعه موردی حوضه آبخیز میل سفید)، مجله ترویج و توسعه آبخیزداری، شماره ۷، صص ۷-۱.
- کردوانی، پرویز؛ کردپور، بختیار؛ ۱۳۹۱، استفاده بهینه ازمنابع آبی در ناحیه اورامانات(ذخیره باران)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، شماره ۳۵، صص ۱۶-۱.
- کردی، رضوان؛ فرامرزی، مرزبان؛ کریمی، حاجی؛ گرایی، پرویز؛ یارمحمدی، احسان؛ ۱۳۹۵، مکان‌یابی بندهای زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک غرب ایران(مطالعه موردی: مهران، استان ایلام)، پژوهش‌نامه مدیریت حوضه آبخیز شماره ۱۳، صص ۱۷۲-۱۶۴.
- محبی تفرشی، امین؛ خیرخواه زرکش، امیرمسعود؛ محبی تفرشی، غزاله؛ ۱۳۹۳، استفاده از روش تلفیق *GIS* و تکنیکهای *RS* با سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری در مکان‌یابی مناطق مناسب احداث بند زیرزمینی(مطالعه موردی استان قزوین)، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، شماره ۲۶، صص ۵۰-۳۵.
- مرکز آمار ایران؛ ۱۳۸۵، سالنامه آماری استان کرمانشاه، مرکز آمار ایران، تهران.
- مرکز آمار ایران؛ ۱۳۹۰، سالنامه آماری استان کرمانشاه، مرکز آمار ایران، تهران.
- مرکز آمار ایران؛ ۱۳۹۳، نتایج تفصیلی سرشماری عمومی کشاورزی استان کرمانشاه، مرکز آمار ایران، تهران.
- ملکی، امجد؛ حصادی، همایون؛ نادریان، پروین؛ ۱۳۹۲، مکان‌یابی تغذیه مصنوعی آبخوان حوضه آبریز مِرگ، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۲، صص ۵۳-۷۸.
- نوجوان، محمدرضا؛ جمالی، علی‌اکبر؛ ناظری، زهرا؛ ۱۳۹۱، برهان خلف: مکان‌یابی بندهای زیرزمینی، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، پیاپی ۵۷، شماره ۱، صص ۶۶-۵۳.
- نیلسون، "سدهای زیرزمینی جهت تامین آب در مقیاس کوچک"، ترجمه گلمائی ،ح، انتشارات دانشگاه مازندران، چاپ ۸۵ ، ص ۹۴.
- *Aminnzadeh, Mehread. Ghasemi, Mojtaba. 2015. Identification Places Suitable Direction Building Dams Underground (Feasibility of underground dams), Science Journal (CSJ), Vol 36, No: 3, pp 2670-2685.*
- *Ali, Salahaldin, S. Al-Umary, Foad A. Salar3, Sarkawt, G. Al-Ansari. Nadhir. Knutsson, Sven. 2014. Evaluation of Selected Site Location for Subsurface Dam Construction within Isayi Watershed Using GIS and RS Garmiyan Area, Kurdistan Region, Journal of Water Resource and Protection, vol 6, pp 972-987.*
- *Archwichai, Laa. Mantapan, Kampanart.srisu, Kriengsak. 2005. Approachability of Subsurface dams in the Northeast Thailand, International Conference on Geology, Geotechnology and Mineral Resources of Indochina, pp 149-155.*
- *Dorfeshan, Farid. Heidarnejad , Mohammad. Bordbar, Amin. Daneshian, Hasan. 2014. Locating Suitable Sites for Construction of Underground Dams through Analytic Hierarchy Process, International Conference on Earth, Environment and Life science, pp 87-90.*
- *Forzieri, Giovanni. Gardeni, Marco. Caparrini, Francesca. Castelli, Fabio. 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, Vol 33, pp 74–85.*
- *Foster, Stephen.Azvedo, Gabriel, Baltar, Alexandre. 2002. Subsurface Dams To Augment Groundwater Storage In Basement Terrain For Human Subsistence-Brazilian And Kenyan Experience, World Bank, Groundwater Management Advisory Team, No.5, pp 1-5.*

- *Foster, S. Tuinhof, A. 2004. Sub surface dams to augment ground water so rage in basement for human subsistence Brazilian and Kenyan experience. World Bank, Groundwater Management Advisory Team, No 5.*
- *Ghodrati, Mansoor. Ghazaryan , Sargis. 2013. Agriculture water supply in semi-arid zone by underground*
- *dams, European Journal of Experimental Biology,Vol 3(3), pp 706-711.*
- *Ghodrati, Mansoor. Ghazaryan , Sargis. 2013. Positioning underground reservoir by underground dams by using geoelectric method, Journal of Tethys: Vol. 1, No. 3,pp 199-204.*
- *Jaaffar, H.H. 2015. Feasibility of groundwater recharge dam projects in arid environments, Journal of Hydrology 512 pp 16-22.*
- *Jamali, I.A., B. Olofsson and U. Mörtberg. 2013. Locating suitable sites for the construction of subsurface dams using GIS. Environ. Earth Science, Vol 70, pp 2511-2525.*
- *Nilsson, A. 1988. Ground water dam for small-scale water supply. Intermediate technology publication.*
- *Onder, G. Yilmaz, H. 2005. Underground Dams A Tool of Sustainable Development and Management of Groundwater Resources, European Water, Vol 11/12, pp 35-45.*
- *Ouerdachi, L. Boutaghane, H. Hafsi, R. Boulmaiz Tayeb, T. Bouzahar, F. 2012. Modeling of underground dams Application to planning in the semi arid areas (Biskra, Algeria). Energy procedia 18, pp 426-437.*
- *37-Taleghani, A.M. Talabakhsi, F. 2013. The Role of Geomorphology in Locating Underground Sandy Dams (Case Study: Gilan-e-Gharb), Desert, Vol 18, pp 145-152.*
- *Telmer, K. Best, M. 2004. Underground dams, a practical solution for the water needs of small communities in semi-arid regions. Terrae,Vol 1, pp 63-65.*
- *http://vertex.daac.asf.alaska.edu/#*
- *http://kermanshah.isna.ir. kermanshah/fa/News.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی