

## پهنه بندی اولیه مکان‌های مناسب احداث سد زیرزمینی در دشت ایوانکی

رقیه پیرمردیان

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران پردیس ابوریحان، [pirmoradian.ro@ut.ac.ir](mailto:pirmoradian.ro@ut.ac.ir)

سید محمودرضا بهبهانی

استاد گروه مهندسی آبیاری و زهکشی دانشگاه تهران پردیس ابوریحان، [behbahni@ut.ac.ir](mailto:behbahni@ut.ac.ir)

محمدهادی نظری فر

کارشناس پژوهشی گروه مهندسی آبیاری و زهکشی دانشگاه تهران پردیس ابوریحان، [nazarifar@ut.ac.ir](mailto:nazarifar@ut.ac.ir)

سلیمان ولایتی

دکترای زمین شناسی (پالئوپالینولوژیست دوران سوم زمین شناسی)، [velayati\\_salman@yahoo.com](mailto:velayati_salman@yahoo.com)

### چکیده

تکنولوژی جدید ساخت سدهای زیرزمینی در حفظ و بهره برداری بهینه از منابع آب تحت الارضی به عنوان یک راه حل اقتصادی و اجرایی در مناطق خشک و گرم نقش قابل توجهی را ایفا می‌نماید. استفاده از منابع آب قابل تجدید (استفاده از آب‌های زیرزمینی کم عمق)، عدم تبخیر، کاهش خطر آلودگی، عدم خسارت مخزن، پایداری بسیار بالا سازه‌ای، عدم وجود تهدید برای ساکنین و ابنیه پایین دست سد و هزینه پایین ساخت از فواید عمده اینسدها می‌باشد. احداث سدهای زیرزمینی نیاز به ذخیره سطحی ندارد و سبب تغییر کاربری اراضی و اکوسیستم موجود نمی‌شود لذا می‌توان نتیجه گرفت که ساخت اینگونه سدها می‌تواند یکی از بهترین روش‌ها برای دسترسی به منابع آب بیشتر باشد. اولین و مهم‌ترین مرحله در احداث یک سد زیرزمینی شناسایی مکان‌های مناسب برای احداث سد می‌باشد. اما از آنجاییکه این مرحله سود و زیان پروژه را در بطن خود دارد، باید به طور دقیق انجام شود. در این تحقیق دشت ایوانکی به منظور مکان‌یابی احداث سد زیرزمینی انتخاب گردید و با استفاده از معیارهای حذفی و وزن دهی نقشه آن‌ها به روش بولین مناطق نامناسب حذف گردید و در واقع در انتها مخروط افکنه ایوانکی در این دشت به عنوان بهترین پهنه مکان‌یابی سد زیرزمینی انتخاب گردید.

**کلمات کلیدی:** دشت ایوانکی، سد زیرزمینی، مخروط افکنه، معیار

### مقدمه

کشور ایران در موقعیت خاص جغرافیایی (بین مدار ۲۵ تا ۴۵ درجه عرض شمالی و ۴۴ تا ۶۴ درجه طول شرقی) واقع شده است و از آن جا که میزان بارندگی سالانه آن کمتر از یک سوم متوسط جهانی ست، از مناطق خشک محسوب می‌شود. این نکته اهمیت مدیریت صحیح منابع آب در کشور را دو چندان می‌کند. از طرفی بارندگی فصلی و غیر قابل پیش بینی و تبخیر فوق العاده زیاد در مناطق خشک مانع تحقق اهداف توسعه پایدار در راستای تامین آب این مناطق می‌باشد. مفهوم توسعه پایدار در جهان امروز در خصوص بهره‌بردار بهینه‌ها از تمام منابع (چه سطحی و چه زیرزمینی) مطروح بوده و با توجه به شرایط

اقلیمی خشک حاکم بر پهنه‌فلات ایران، استفاده‌های پایدار از منابع آب زیرزمینی مهم‌ترین کنسوسه مطرح‌هایم‌زبور قلمداد می‌شود. آبهای زیر سطحی به جهت اینکه کمتر از آب‌های سطحی تحت تاثیر آلودگی، تبخیر و دیگر محدودیت‌ها واقع می‌شوند، همواره در مباحث تامین آب مورد توجه بوده‌اند. استحصال آب‌های زیرزمینی اصطلاح نسبتاً جدیدی است که به منظور در بر گرفتن روش‌های سنتی و غیر سنتی استخراج آب‌های زیرزمینی به کار گرفته می‌شود. (حاجی عزیزی و همکاران، ۱۳۹۰) سیستم‌های قنات، تیپ‌های مخصوصی از چاه‌ها و سدهای زیرزمینی مثال‌هایی از تکنیک‌های استحصال آب‌های زیرزمینی می‌باشد.

استحصال آب از طریق چاه و قنات هر یک به نوبه خود با مشکلاتی روبه رو خواهد بود. اما یکی از ایرادات عمده قنات این است که در سال‌های خشک به علت فروافتادن تراز آب از سطح مظهر از آبدهی آنها کاسته می‌شود. امروزه پدیده نشست زمین و تغییر کیفیت منابع آب، پایین افتادن سطح ایستابی سفره‌های زیر زمینی و پیشروی آب شور در حاشیه کویرها از اثرات خانمان سوز برداشت بی‌رویه از این منابع گران‌بها به شمار می‌آیند (وزارت کشاورزی، ۱۳۷۹).

برای حل این مشکلات می‌توان با استفاده از سد زیرزمینی به استحصال منابع زیرزمینی پرداخت. علاوه بر اینکه احداث سد زیرزمینی مشکلات حفر و بهره‌برداری از طریق قنات را ندارد، می‌تواند در پایین دست قنات‌ها حفر شود که به بالا آمدن آب در قنات کمک خواهد کرد. از طرف دیگر اگر برداشت از این سفره‌ها در جاهایی به صورت حفر چاه باشد، احداث سد زیرزمینی به بالا آمدن سطح آب در این چاه‌ها کمک می‌کند. همچنین با این روش می‌توان قنات جدیدی به وجود آورد و برای برنامه‌ریزی استفاده بهینه از منابع آب زیر زمینی موجود بهره‌برداری نمود.

سد‌های زیرزمینی سازه‌هایی هستند که جریان طبیعی آب‌های زیرزمینی را مسدود نموده و سبب ایجاد ذخایر آبی در زیر زمین می‌شوند. این سازه‌ها در مناطقی مورد استفاده قرار می‌گیرند که جریان آب‌های زیرزمینی به‌طور قابل ملاحظه‌ای در طول مدت سال از مقادیر بسیار زیاد ناشی از بارندگی تا مقادیر قابل صرفه‌نظر در فصول خشک تغییر می‌کند. (نیلسون<sup>۱</sup>، ۱۹۸۸) ونروپای<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) در گزارش ارزیابی پنج سد زیرزمینی در بلژیک نتیجه‌گیری کرد که سدهای زیرزمینی دارای مزایای زیر می‌باشند: افزایش ظرفیت چاه‌های موجود، سادگی و هزینه کم اجرایی، قابلیت تکرار و سهولت بهره‌برداری توسط اهالی محل، خطر آلودگی پایین.

فوستر<sup>۳</sup> و توئینهف<sup>۴</sup> (۲۰۰۴) در ارزیابی سدهای زیرزمینی احداث شده در برزیل نشان دادند که عوامل حجم مخزن، عمق سنگ بستر نسبت به سطح زمین، نفوذپذیری خاک مخزن و کیفیت شیمیایی خاک مخزن نقش موثری در موفقیت سدهای زیرزمینی دارند

کریمی مبارک آبادی<sup>۵</sup> (۲۰۱۲) برای منطقه ای در شهر خمین واقع در استان مرکزی ابتدا با داده‌های موجود ۹ مکان را برای احداث سد زیرزمینی انتخاب کرد. سپس توسط فرآیند تحلیل سلسله مراتبی این ۹ مکان را اولویت بندی انجام شد. در انتها میزان نرخ سازگاری محاسبه شده، ۰/۰۱۱۴۸ به دست آمد که نشان دهنده درستی وزن دهی به معیارها می‌باشد. ایشیدا<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۳)، با بررسی ۱۴۷ حلقه چاه مربوط به برداشت آب زیرزمینی ذخیره شده از احداث دو سد زیرزمینی در میاکوجیما ژاپن تاثیر سدهای زیرزمینی را بر روی میزان محتوای نیتروژن آبهای زیرزمینی بررسی کردند. این دو سد زیرزمینی در سال ۲۰۰۱ ساخت آنها به پایان رسیده و میزان ۲۰ میلیون متر مکعب از آبهای زیرزمینی را در سفره ای سنگ آهکی ذخیره می‌کنند و میزان برداشت از چاه‌های مربوط به آن به میزان ۵۰۰۰۰۰ مترمکعب در روز می‌باشد. هدف از این تحقیق را می‌توان یافتن بهترین پهنه‌ها برای احداث سد زیرزمینی در دشت ایوانکی به منظور تامین آب، کاهش افت سطح آب زیرزمینی منطقه ایوانکی، احیای منابع آبی و چاه‌های این منطقه ذکر کرد.

<sup>1</sup> Nilsson

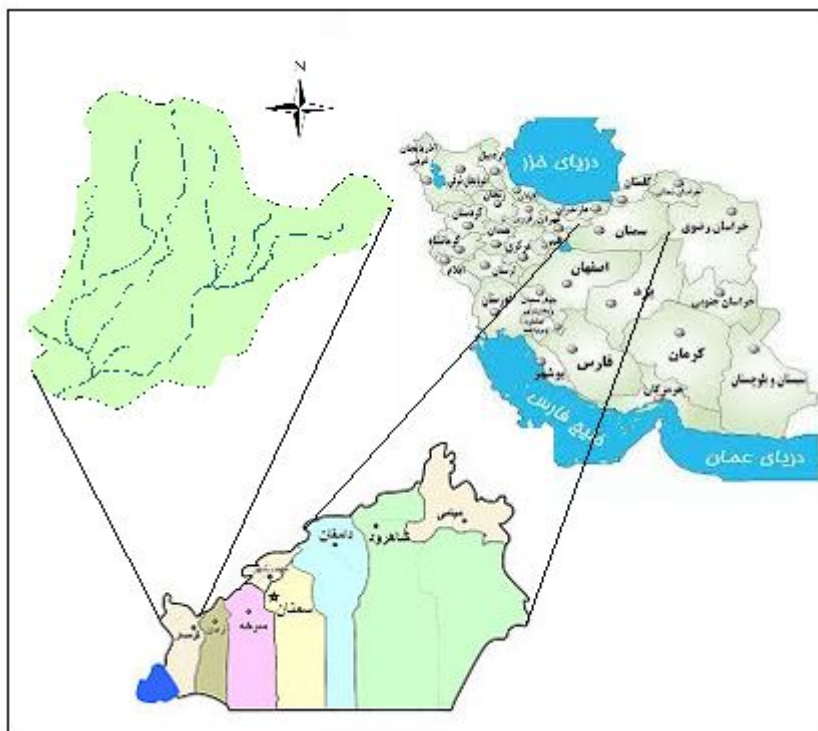
<sup>2</sup> Vanrompay

<sup>3</sup> Foster

<sup>4</sup> Tuinhof

<sup>5</sup> Karimi Mobarakabadi

<sup>6</sup> Ishida



شکل (۱): موقعیت دشت ایوانکی در استان سمنان

## مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی ایوانکی با کد ۴۷۰۸ تحت عنوان کلی دشت ایوانکی در غرب استان سمنان واقع شده است. این ناحیه مطالعاتی که با وسعت ۹۴۷ کیلومترمربع، در حد فاصل طول‌های جغرافیایی ۵۰' ۵۱° تا ۲۰' ۵۳° شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۱۳' ۳۵° تا ۳۵' ۳۵° شمالی واقع شده است، در غرب استان سمنان و در سرشاخه‌های حوزه آبریز کویر نمک و در دامنه‌های جنوبی ارتفاعات البرز قرار گرفته است. از شرق و جنوب شرق به محدوده مطالعاتی گرمسار (کد ۴۷۰۵)، از جنوب به محدوده مطالعاتی مبارکیه (کد ۴۷۰۷)، از غرب به محدوده مطالعاتی ورامین (کد ۴۱۳۴) و از شمال به محدوده مطالعاتی هومند - آسرد (کد ۴۷۰۹) و دماوند (کد ۴۱۳۵) منتهی می‌گردد. حدود این محدوده تقریباً منطبق بر حدود شهرستان ایوانکی می‌باشد که مرکز آن را شهر ایوانکی تشکیل می‌دهد. شهر ایوانکی در فاصله ۶۰ کیلومتری جنوب شرقی تهران و ۲۵ کیلومتری غرب گرمسار قرار گرفته است. در شکل ۱ نیز موقعیت شهر ایوانکی در ایران و در استان سمنان نشان داده شده است. محدوده مطالعاتی ایوانکی یا همان واحد هیدرولوژیکی ایوانکی در زیرحوضه حبله رود به وسعت ۱۷۳۳۷۰۰ هکتار از زیرحوضه‌های حوزه بزرگ کویر مرکزی می‌باشد.

از ویژگی‌های منابع آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی ایوانکی می‌توان به تخریب سریع کیفیت آن بدلیل مجاورت با سازندهای شورکننده گچ‌ها و نمک‌های الیگوسن در ضلع شرقی و شمالی دشت ایوانکی اشاره نمود. بطوریکه آب زیرزمینی که مهمترین عامل حفظ و تداوم حیات و مدنیت در آن منطقه می‌باشد، دائماً در معرض نشت آب شور از نواحی مذکور به سمت آبخوان آب شیرین می‌باشد. با توجه به محدودیت‌های طبیعی و تشدید آن از طریق فعالیت‌های انسانی، تامین آب جوامع انسانی ساکن در منطقه، برای افق‌های آتی با مشکل مواجه شده و این امر و وظیفه حراست از چنین سرمایه ارزشمندی، ما را برآن داشته تا نسبت به شناخت منطقه اقدام و با بررسی مکان‌یابی یک سد زیرزمینی در این محدوده در راستای حل مشکل فوق قدم برداریم.

## معیارهای موثر در یافتن بهترین پهنه‌ها

در این تحقیق یافتن بهترین پهنه‌ها برای احداث سد زیرزمینی بر اساس یک سری معیارهای اولیه انجام می‌شود. معیارهایی که در نظر گرفته می‌شود، تحت عنوان معیارهای حذفی هستند که در واقع محلی که این ویژگی و معیارها را دارا نباشند از لیست مناطق مستعد احداث سد حذف خواهد شد. به عبارت ساده‌تر ما این مکان یابی را انجام می‌دهیم تا مکانی که دارای معیارهای اصلی و اساسی برای احداث سد هستند را مشخص و روی آن کار کنیم. این پهنه‌بندی در درون دشت ایوانکی انجام می‌شود. معیارهای این مرحله از تصمیم‌گیری آن دسته از معیارهایی هستند که عدم وجود آنها شرط لازم و ضروری جهت انتخاب یک محدوده مناسب می‌باشد. در واقع در این مرحله ما تمامی مناطقی که پتانسیل احداث سد را دارا می‌باشند مشخص می‌کنیم و به این طریق به تصمیم‌گیری صحیح در زمینه انتخاب محل مناسب احداث سد نزدیکتر می‌شویم. این معیارهای حذفی به نوعی، معیارهای اساسی و پایه برای احداث سدهای زیرزمینی می‌باشند و نیایستی با دیگر معیارهای پدیدار در انتخاب بهترین مکان سد زیرزمینی یکی گرفته شوند. نقشه این معیارها تهیه شد و بر اساس منطق بولین نقشه‌های وزن دار تولید و مکان یابی انجام می‌شود. دیاگرام این معیارها در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل(۲): دیاگرام معیارهای موثر در یافتن بهترین پهنه‌ها برای احداث سد زیرزمینی

### مدل منطق بولین

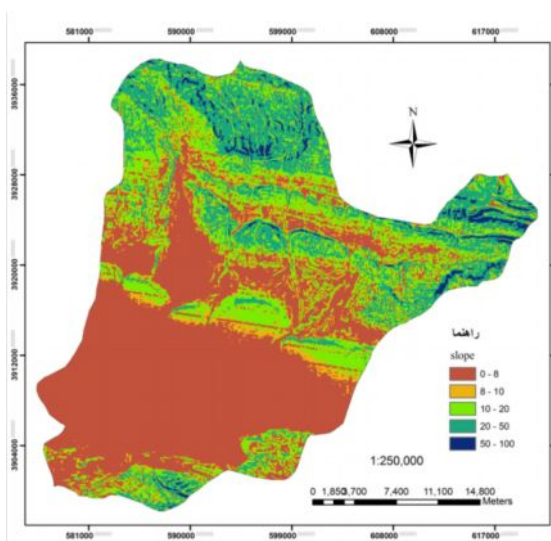
مدل بولین بدلیل سادگی منطق و محاسبات آن، اجرای سریع و آسانی دارد. در این مدل اساس وزندهی بر اساس ۱ (مناسبت کم تا بسیار مناسب) و صفر (نامناسب) می‌باشد. بنابراین نقشه نهایی فقط به دو قسمت مناسب و نامناسب تقسیم می‌شود. اجرای این روش با تعریف فیلدی در جدول اطلاعاتی همراه بوده تا محاسبات بر آن اساس صورت گیرد. پس از تعریف فیلد مذکور باید اعداد ۰ و ۱ در آن قرار گیرد. ترتیب قرارگیری بدین صورت می‌باشد که عدد ۰ تنها برای حالت نامناسب و عدد ۱ برای تمامی حالات بجز نامناسب به کار می‌رود که اختصاص عددها نیاز به نظر کارشناسی دارند. برای تولید نقشه نهایی، نقشه‌های ورودی به کمک عملگرهای منطقی با یکدیگر ترکیب شده، مقدار پیکسل‌های خروجی را معین می‌کنند. در این بخش نیز تعیین نوع عملگر منطقی برای ترکیب هر لایه تعریف می‌گردد. مهمترین این عملگرها AND، OR و NOT هستند. با توجه به مقادیر پیکسل‌های ورودی و نوع ترکیب نقشه‌ها واضح است مقادیر واحدهای خروجی نیز صفر یا یک خواهد بود. به عبارت ساده‌تر واحدهایی که به ارزش نهایی یک می‌رسند، برای هدف پروژه مناسب‌اند. عملگر منطقی استفاده شده برای این مکان‌یابی عملگر AND می‌باشد.

### نتایج و بحث

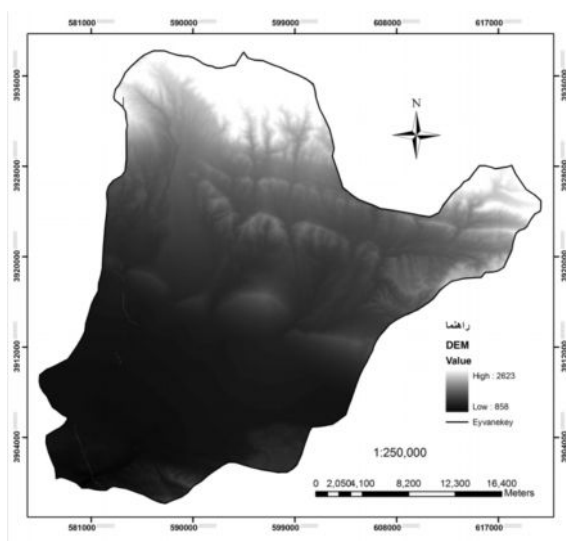
در این بخش به بحث در مورد هر یک از معیارهای به کار رفته در این مکان‌یابی و ارائه نقشه‌های مربوطه می‌پردازیم. در انتها نقشه پهنه‌بندی نهایی مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی ارائه می‌شود.

از جمله مهمترین معیارهای موثر در احداث سد زیرزمینی، شیب منطقه است. شیب بسیار بالای منطقه علاوه بر فرسایش منطقه، مانع از نفوذ آب به زمین و تغذیه سد زیرزمینی می‌شود. همچنین اگر شیب منطقه تا حدودی از شیب کف بستر تبعیت کند، در شیب‌های بالا حجم مخزنی که برای سد زیرزمینی ایجاد خواهد شد، کمتر است. بر اساس بررسی‌ها و مطالعات سایر کشورها شیب کمتر از ۵ تا ۸ درصد بهترین شیب برای احداث سد زیرزمینی است.

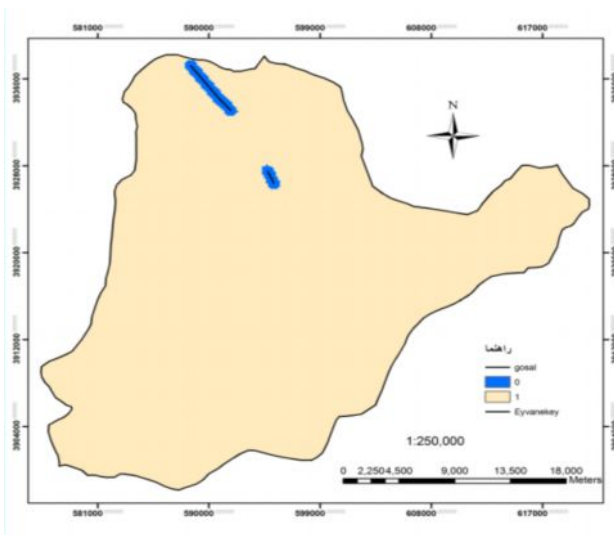
نقشه شیب منطقه مورد مطالعه با استفاده از نقشه رقوم ارتفاعی (DEM)<sup>۷</sup> منطقه در محیط Arcmap تهیه شد. در شکل ۳ نقشه رقوم ارتفاعی منطقه و در شکل ۴ نقشه شیب دشت ایوانکی مشاهده می‌شود. شیبی که در این مرحله برای مکان‌یابی مناسب در نظر گرفته شد، بر اساس بررسی مطالعات قبلی انجام شده کمتر از ۸ درصد لحاظ گردید. شکل ۵ نقشه طبقه بندی شیب به دو کلاس را نشان می‌دهد که کمتر از ۸ درصد با عنوان "مناسب" و بیش از آن "نامناسب" معرفی می‌شود.



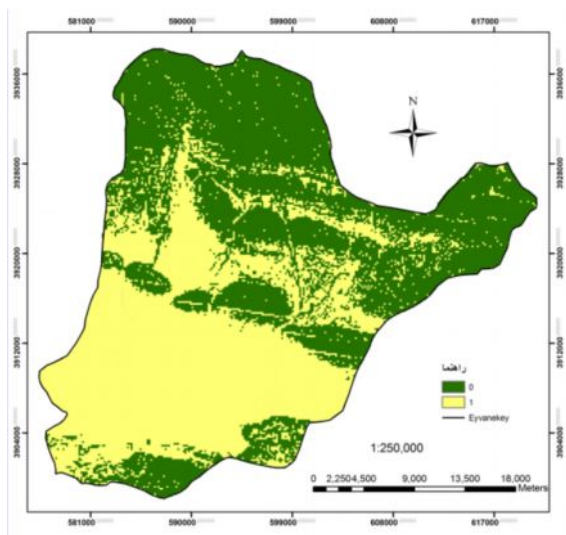
شکل(۴): نقشه شیب دشت ایوانکی



شکل(۳): نقشه رقوم ارتفاعی (DEM) دشت ایوانکی



شکل(۶): نقشه بافر گسل دشت ایوانکی



شکل(۵): نقشه طبقه بندی شیب دشت ایوانکی

گسل

<sup>7</sup> Digital Elevation Model

محل عبور گسل‌ها معبرهای مناسبی جهت زهکشی آب و خروج آن به مناطق خارج از دسترس هستند؛ از این رو جزو مناطق نامناسب احداث سد زیرزمینی محسوب می‌شوند.

بر اساس نقشه گسل‌های کشور (تهیه شده در مرکز تحقیقات منابع آب کشور)، دشت ایوانکی در معرض گسل‌های بسیار بزرگ و خطرناک نمی‌باشد. تنها یک گسل در قسمت شمالی دشت است که در حریم ۵۰۰ متری آن بهتر است سد احداث نشود. به این منظور در لایه اطلاعاتی آن تا حریم ۵۰۰ متری گسل جزو مناطق نامناسب و خارج آن محدوده به عنوان مناطق مناسب معرفی شده است. شکل ۶ نقشه بافر ۵۰۰ متری تنها گسل این دشت را نشان می‌دهد.

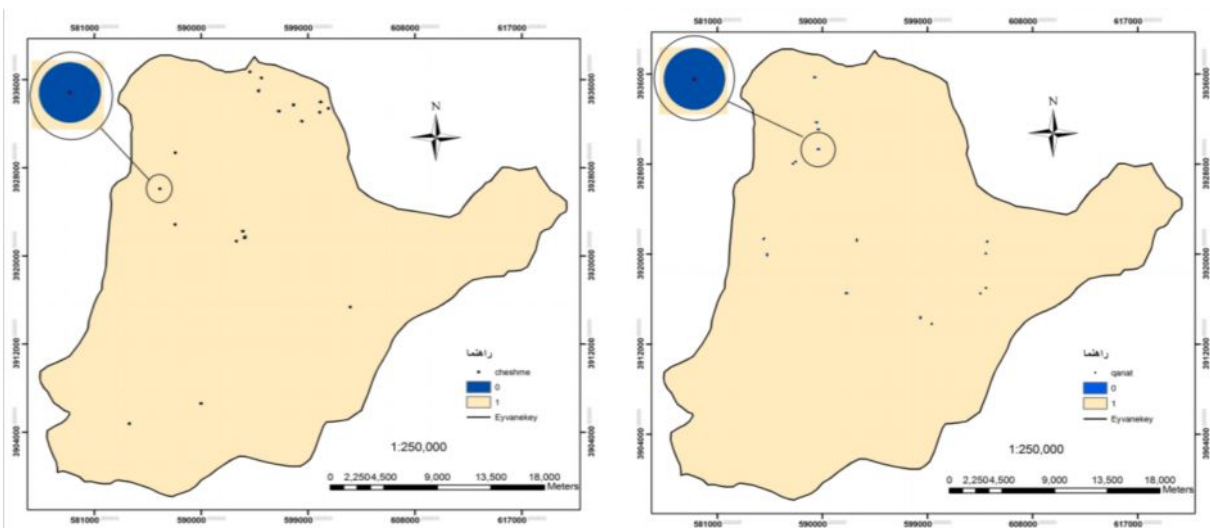
## قنات

قنات یا کاریز از شگفت‌انگیزترین دست‌آوردهای جمعی تاریخ بشری است که برای آب رسانی به مناطق کم آب و تامین آب شرب انسان، دام و زراعت و با کار گروهی و مدیریت و برنامه ریزی به وجود آمده است (عشقی زاده و نورا، ۱۳۸۹). قنات‌ها از مهمترین منابع تامین آب در مناطق کویری و کوهپایه‌ای می‌باشند که برای ساکنین آن منطقه دارای اهمیت زیادی هستند و تخریب این منابع آبی با ارزش به هر دلیلی با چالش‌های محلی شدید همراه خواهد بود. هدف اصلی از احداث سدهای زیرزمینی، کمک به تامین آب و بهبود منابع آبی در این مناطق می‌باشد. بایستی در نظر داشت که ایجاد یک منبع آبی نباید منجر به تخریب دیگر منابع آبی شود؛ لذا مناطقی که در آن کوره قنات وجود دارد در مرحله اول مکان‌یابی بایستی حذف شوند. ذکر این نکته ضروری است که قرارگیری قنات در بالا دست سد، یک امتیاز مثبت برای این قنات محسوب می‌شود؛ زیرا همانطور که اشاره شد احداث سد منجر به افزایش سطح ایستابی سفره‌های موجود در منطقه و بالطبع افزایش طول بخش تره‌کار قنات و آبدهی بیشتر این قنات می‌گردد.

پس از تهیه نقشه قنات دشت ایوانکی به منظور در نظر گرفتن تاثیر احداث سد بر روی این قنات بافر ۱۰۰ متری اطراف آن‌ها ایجاد شد. برای مناطق درون بافر ارزش عددی صفر و برای مناطق بیرون آن ارزش عددی یک لحاظ شد که نقشه آن در شکل ۷ مشاهده می‌شود.

## چشمه

چشمه‌ها یکی دیگر از منابع تامین آب منطقه ایوانکی می‌باشند و با توجه به اینکه ممکن است احداث سد زیرزمینی بر روی آبدهی چشمه‌های منطقه تاثیر منفی داشته باشد، مختصات چشمه‌ها از سازمان آب منطقه‌ای سمنان تهیه و اطراف آن بافری به اندازه ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد. همان طور که ذکر شد برای مناطق داخل بافر ارزش عددی صفر و بیرون از آن ارزش عددی یک لحاظ شده است. نقشه بافر چشمه‌های منطقه در شکل ۸ نشان داده شده است.

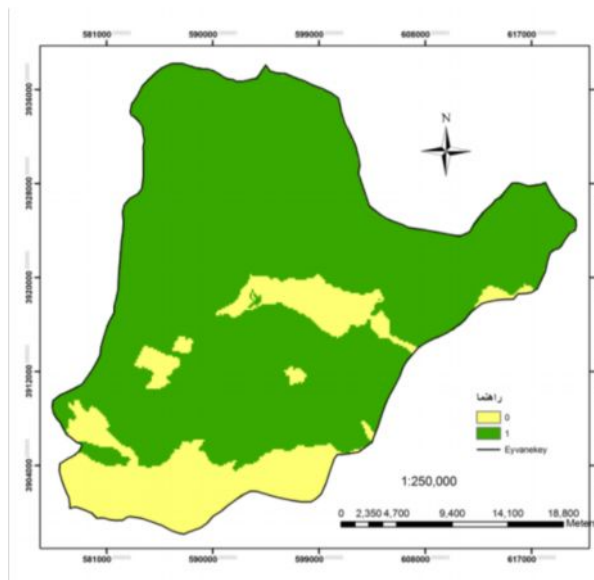


شکل (۷): نقشه بافر قنوات دشت ایوانکی

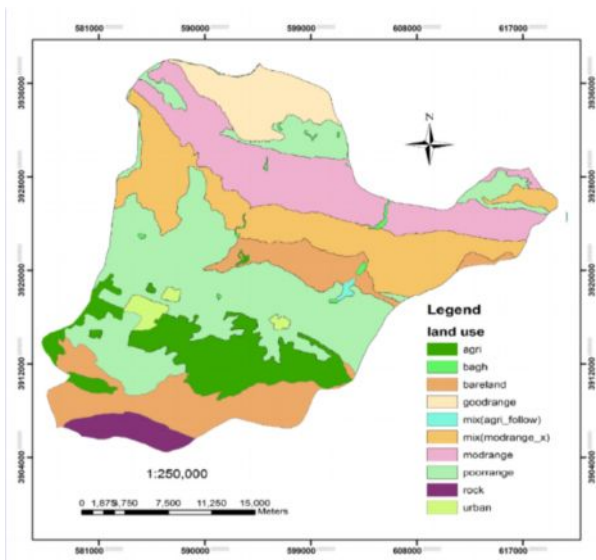
شکل (۸): نقشه بافر چشمه‌های دشت ایوانکی

### کاربری اراضی

احداث سدهای زیرزمینی نیازمند ذخیره سطحی نمی‌باشد و منجر به تغییر کاربری اراضی و اکوسیستم موجود نمی‌شود. از آنجایی که سدهای زیرزمینی سطح زمین را اشغال نمی‌کنند و محدودیتی از نظر وسعت زمین‌های تحت پوشش سد ندارند، احداث این سدها در مناطقی با کاربری اراضی مختلف امکان‌پذیر است. یکی از اهدافی که برای احداث سدهای زیرزمینی در ذکر شده، جلوگیری از گسترش بیابان‌زایی است. علت این است که با بالا آمدن سطح ایستابی پشت سد گیاهان زیادی می‌توانند بدون آبیاری زنده باشند. اهمیت این نکته در مناطق کشاورزی به وضوح مشاهده می‌شود. با بالا آمدن سطح ایستابی، رطوبت خاک منطقه تا حد زیادی افزایش می‌یابد که در بهبود شرایط آبیاری و کشاورزی نقش شایانی دارد. ولی مناطق مسکونی، شهری، صنعتی و اراضی‌ای که در نقشه کاربری اراضی این منطقه تحت عنوان اراضی بایر یاد شده‌اند ( که در واقع همان اراضی شوره زار و نمکی هستند) برای احداث سد زیرزمینی نامناسب هستند. در نقشه کاربری اراضی این منطقه به مناطق مناسب ارزش عددی یک و مناطق نامناسب صفر تعلق گرفت. نقشه کاربری اراضی دشت ایوانکی در شکل ۹ و نقشه طبقه‌بندی شده این کاربری به مناطق مناسب و نامناسب در شکل ۱۰ نشان داده شده است.



شکل (۱۰): نقشه طبقه‌بندی شده کاربری اراضی دشت ایوانکی

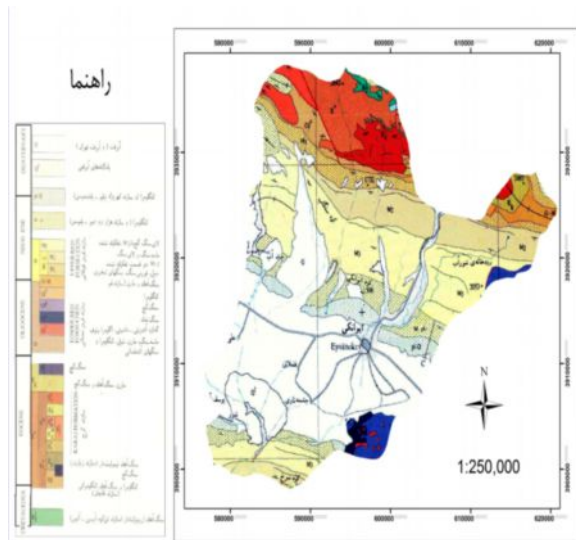


شکل (۹): نقشه کاربری اراضی دشت ایوانکی

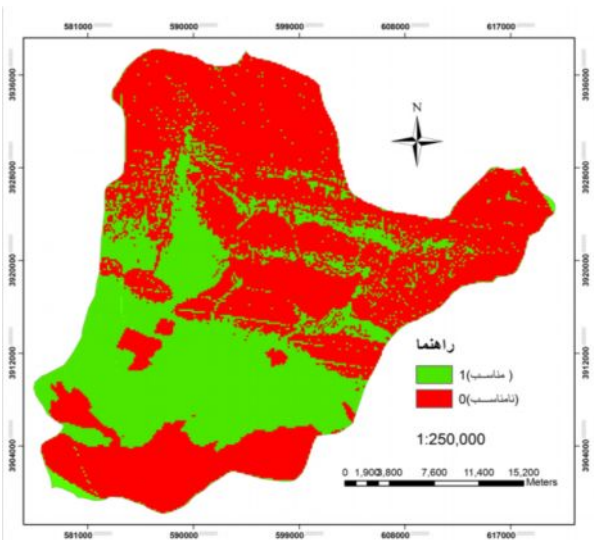
پس از تهیه نقشه‌های وزن دار فوق نقشه مکان یابی در شکل ۱۱ نشان داده شده است که در نهایت با نقشه زمین شناسی نیز تطبیق و مکان‌یابی نهایی و یافتن بهترین پهنه‌ها بر اساس این نقشه‌ها انجام خواهد گرفت.

### زمین شناسی

زمین‌شناسی، از جمله‌ی مهم‌ترین فاکتورها در انتخاب مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی می‌باشد؛ زیرا بررسی سنگ بستر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بدین منظور نقشه زمین‌شناسی دشت ایوانکی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ از سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه و در محیط Arcmap ژئورفرنس گردید. در شکل ۱۲ نقشه زمین‌شناسی دشت ایوانکی نشان داده شده است. با مقایسه این نقشه با نقشه مکان‌یابی انجام شده، دقیقاً مشخص می‌شود که مناطقی که در نقشه ۴-۹ تحت عنوان مناطق مناسب احداث سد مشخص شده‌اند، در نقشه زمین‌شناسی جزو مناطق آبرفتی می‌باشند. آبرفت‌ها مناطقی غنی از آب زیرزمینی هستند و از لحاظ زمین‌شناسی برای احداث سد زیرزمینی بسته به ضخامت آبرفت کاملاً مناسب‌اند. پس نقشه تلفیقی مکان‌یابی با نقشه زمین‌شناسی کاملاً مطابقت دارد.



شکل (۱۲): نقشه زمین‌شناسی دشت ایوانکی

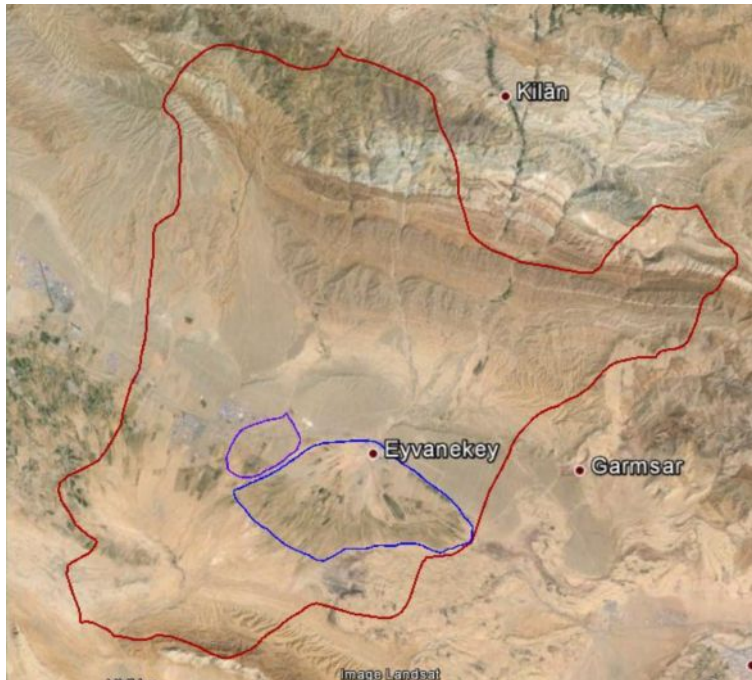


شکل (۱۱): نقشه پهنه‌های مستعد احداث سد زیرزمینی در دشت ایوانکی

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مناطق مناسب احداث سد زیرزمینی در شکل ۱۱ با رنگ سبز نشان داده شده است. با تطبیق این نقشه با نقشه زمین‌شناسی (شکل ۱۲) و تصویر ماهواره‌ای (شکل ۱۳)، محل دو مخروط افکنه ایوانکی و مخروط افکنه پمپ بنزین بسیار مستعد احداث سد زیرزمینی‌اند. این دو مخروط افکنه کاملاً از هم مجزا هستند و از نظر بررسی‌های آب زیرزمینی بایستی به طور جداگانه در نظر گرفته شوند. آنچه در این تحقیق پیشنهاد می‌شود اینست که به دلیل بزرگتر و بحرانی بودن شرایط مخروطه ایوانکی یک مرحله دیگر مکان‌یابی به منظور یافتن مکان دقیق احداث سد در مخروط افکنه ایوانکی ادامه یابد. همانطور که در تصویر ماهواره‌ای و زمین‌شناسی مشاهده می‌شود آنچه که شرایط مخروط افکنه ایوانکی را بحرانی کرده است، وجود گنبد‌های نمکی در جنوب این مخروطه است که سبب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی این منطقه شده است. با احداث یک سد زیرزمینی در این ناحیه می‌توان تا حد زیادی مشکل منابع آب این منطقه را حل کرد.





شکل (۱۳): تصویر ماهواره ای دشت ایوانکی و دو مخروط افکنه واقع در آن

## منابع

۱. حاجی عزیزی، ش. خیرخواه زرکش، م. م. شریفی، ا. (۱۳۹۰). انتخاب مکان مناسب احداث سد زیرزمینی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به دوروش مکانی و غیرمکانی (مطالعه موردی: حوضه پیشکوه شهرستان تفت استان یزد)، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی (سال دوم / شماره ۲).
۲. سمیعی، ع. رئیسی، م. ا. (۱۳۷۹). ارزیابی چند معیاره پروژه های منابع آب از دیدگاه توسعه پایدار در ایران، چهارمین کنفرانس سد سازی ایران.
۳. عظیمی حسینی، م. نظری فر، م. ه. مومنی، ر. (۱۳۸۹). کاربرد GIS در مکان یابی، انتشارات مهرگان قلم.
۴. عشقی زاده، م. نورا، ن. (۱۳۸۹). تعیین محل مناسب احداث سد زیرزمینی بر روی قنات، مطالعه موردی: قنات دهن چنار حوزه آبخیز کلات شهرستان گناباد، مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک، جلد هفتم، شماره سوم.
۵. وزارت کشاورزی، بهمن و اسفند ۱۳۷۹، مجله زیتون شماره ۱۴۷. (ص ۲۷-۲۳)
6. Foster, M.A., Retsios, V., "Subsurface Dams To Augment Groundwater Storage In Basement Terrain For Human Subsistence-Brazilian And Kenyan Experience", World Bank, Groundwater Management Advisory Team, No.5, 2004.
7. Hanson, G. Nilsson, A. Ground-water dams for rural –water supplies in developing countries (1986) ground water. Vol. 24, NO, 4.
8. Ishida, S. Kotoku, M. Abe, E. (2003) Construction of subsurface dams and their impact on the environment. Materials and Geoenvironment, Vol. 50, No. 1, pp. 149-152.
9. Karimi Mobarakabadi, M. (2012) Model for Determination the Optimum Location of Subsurface Dam Using Analytical Hierarchy Process AHP. Advances in Environmental Biology, 6(3): 1292-1297.
10. Nilsson, A., (1988). 'Groundwater dams for small-scale water supply'. IT Publications, London. 64 pp.
11. Vanrompay, L., 2003. Report on The Technical Evaluation & Impact Assessment of Subsurface Dams (SSDs), TLDP technical report, pp. 14.