جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
سـال ۲۶، پیـاپی ۵۷، شـماره ۱، بهـار ۱۳۹٤

# برهان خلف: مکان گزینی سدهای زیرزمینی

**محمدرضـا نوجـوان**: اسـتادیار ژئومرفولـوژی، دانشـگاه آزاد اسـلامی واحـد میبـد، میبـد، ایـران*
**علـی اکبـر جمـالی**: اسـتادیار آبخیـزداری، دانشـگاه آزاد اسـلامی واحـد میبـد، میبـد، ایـران
**زهـرا نـاظری**:کارشناسـی ارشـد آبخیزداری،دانشـگاه آزاد واحـد میبـد، میبـد، ایـران

**وصـول: ۱۳۹۱/۱۱/۲٤ پـذیرش: ۱۳۹۲/۷/۱۷، صص ٦٦-۵۳**

**چکیده**

ایران کشوری است که در کمربند خشک و نیمه خشک دنیا واقع شده است. پراکنش نامناسب بارندگی و تبخیر زیاد از خصوصیات اصلی این مناطق است بیشتر آب ناشی از بارندگی از طریق تبخیر از دسترس ساکنان آنها خارج می‌شود یکی از راه کارهای مناسب در این مناطق جهت ذخیره آب استفاده از سدهای زیرزمینی است. منطقه مورد مطالعه حوضه عامر تپه از توابع شهرستان راین استان کرمان بوده و این تحقیق با هدف مکان یابی سد زیرزمینی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ، زمین شناسی و مطالعات انجام شده در منطقه مورد مطالعه به کمک نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از روش برهان خلف انجام گردید. در این پژوهش منطقه مورد مطالعه را به هفت زیرحوضه تقسیم نموده و موارد موثر در مکان یابی سد زیرزمینی از قبیل اقلیم، روان آب، شیب، رسوبات نفوذپذیر، گسل، وجود قنات در پایین دست احداث سد و حجم مناسب آبرفت جهت ذخیره سازی را در هر هفت زیرحوضه بررسی و سپس به حذف پلیگون‌هایی که فاقد شرایط مناسب جهت احداث سد زیرزمینی بودند، اقدام گردید. در نتیجه زیرحوضه‌ی c3 به عنوان مکان مناسب جهت احداث سد زیرزمینی تشخیص داده شد.

**واژه‌های کلیدی**: سد زیرزمینی، عامرتپه، رودخانه تهرود، مکان یابی.

## ۱-مقدمه

موقعیت جغرافیایی و خصوصیات اکولوژیک مناطق خشک و نیمه خشک باعث می‌شود بیشتر آب ناشی از بارندگی به صورت تبخیر از دسترس ساکنان این مناطق خارج سازد. همین خصوصیات موجب گردیده تا ساکنان آن، از دیرباز به فکر به دام انداختن بارندگی، نفوذ آن به زمین و استفاده از آن در زمان‌های مورد نیاز باشند (قدوسی،۱۳۷۸) از طرفی با توجه به روند رو به رشد بهره برداری و برداشت بی رویه از منابع آب‌های زیرزمینی و افت شدید سفره‌های آب زیرزمینی در طی سالیان اخیر و با شروع بهره برداری از منابع آبی سازندهای سخت که سفره‌های آبرفتی دشت‌ها از آن تغذیه می‌شوند، آینده آب در کشور ایران، مخصوصا در دشت‌های مرکزی آن بالاخص در استانی مانند کرمان که در منطقه خشک واقع شده در مخاطره جدی قرار گرفته است. در این زمینه

*نویسنده مسؤول: E-mail: MRNOWJAVAN@yahoo.com

Telmer & best(٢٠٠٤) معتقدند، عدم توزیع یکنواخت بارندگی از نظر زمانی و مکانی و اوضاع جوی و زمین ساختی مناطق خشک و نیمه خشک ساکنان این مناطق را به بهره برداری بیشتر از آب‌های زیرزمینی واداشته است تا آن جا که تامین آب زیرزمینی مطمئن برای ساکنان حوزه مجاور می‌تواند مانع از پراکندگی جامعه روستایی آن شود .

از طرفی ژئومورفولوژیستها معتقدند که ذخیره سازی آب در این مناطق در سدهای زیرزمینی راه حل اساسی در این زمینه است .(رامشت و نوجوان، ١٣٨١). سد زیرزمینی در حقیقت عکس سدهای معمولی است و ارتفاع آن نیز معمولا بالاتر از سطح رودخانه نخواهد بود با خاکبرداری بستر رودخانه و پر کردن آن با خاک‌ها و مواد نفوذناپذیر و ایجاد لایه‌های نفوذ ناپذیر در مقابل جریان، یک مخزن زیرزمینی ایجاد می‌کنند در بالا دست نیز کف بستر رودخانه را برداشته و یا با قلوه سنگ‌ها به گونه‌ای سنگ چینی می‌کنند که قسمت عمده ای از جریان ظاهری رودخانه در بستر نفوذ نموده و به اصطلاح غرق شود و آب غرق شده در حقیقت به آبخوان افزوده گردد سد زیرزمینی روش نوینی در مهار رواناب در مناطق خشک و نیمه خشک است بگونه‌ای که سدهای زیرزمینی با کنترل آب‌های جاری در سطح (رواناب)، ناشی از بارندگی و نفوذ آن به داخل زمین باعث افزایش ذخایر آب‌های زیرزمینی شده و از راهکارهای مناسب جهت تامین و توسعه منابع آب در این مناطق می باشد. اهمیت این موضوع زمانی آشکار می‌گردد که بدانیم قسمت عمده کشورمان دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است به طوری که ٧٥ % از سطح کشور دارای بارندگی سالانه کمتر از ٢٥٠میلی متر،یعنی حدود یک سوم بارندگی متوسط دنیا است. از این میزان بارندگی حدود یک سوم آن از طریق تبخیر، از دسترس خارج می‌گردد(علیزاده،١٣٨٩)

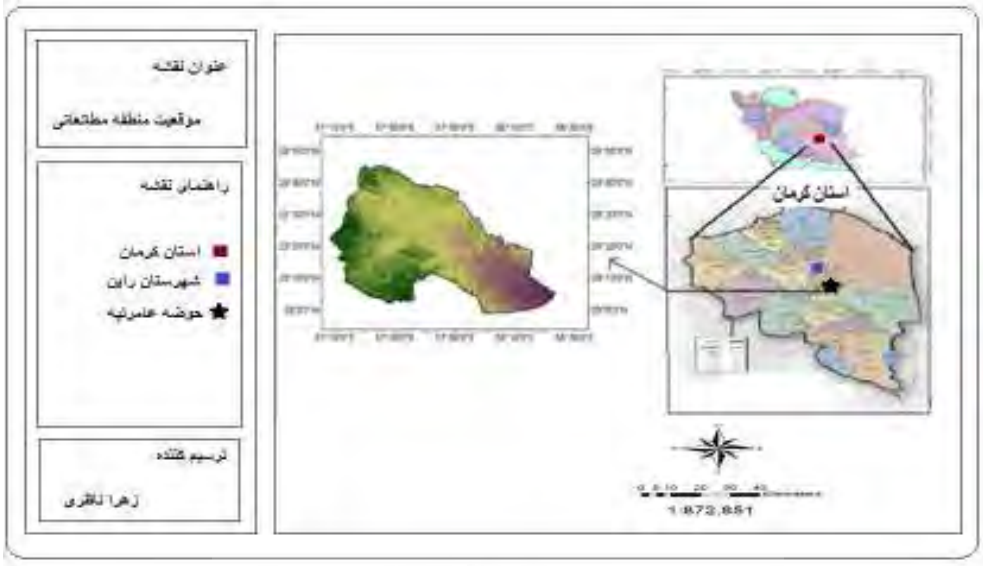
در زمینه مکان یابی سدهای زیرزمینی تحقیقاتی توسط پژوهشگران انجام شده است.از جمله این محققین Tuinhof & Foster (٢٠٠٤) در گزارش ارزیابی سدهای زیرزمینی احداث شده در برزیل ، عوامل حجم مخزن ، عمق سنگ بستر نسبت به سطح زمین ، نفوذپذیری خاک مخزن و کیفیت شیمیایی خاک مخزن به عنوان عوامل تاثیر گذار در میزان موفقیت سدهای زیرزمینی ذکر نموده اند.Onder & Yilmaz (٢٠٠٥) نقش سد زیرزمینی را در توسعه پایدار و مدیریت بر روی منابع آب‌های زیرزمینی بر روی دو آکیفر ایده آل و واقعی در ترکیه بررسی کردند Forzieri et al(٢٠٠٨) ، مطالعاتی را در مورد روش شناسی قبل از انتخاب محل مناسب برای سدهای کوچک سطحی و زیرزمینی در مناطق خشک ( نمونه موردی منطقه کیدال مالی) انجام داده است. در ایران نیز ،هاشمی (١٣٨١ ) مکان یابی جهت احداث سد زیرزمینی را در حوزه آبریز حاج علیقلی از توابع استان سمنان مورد بررسی قرار داده و در این بررسی پارامترهای مساحت حوزه ، فرسایش پذیری ، میزان روان آب ، شیب حوضه ، عرض مقطع رودخانه ، ضخامت آبرفت و بافت رسوبات از طریق نقشه‌های

توپوگرافی ، زمین شناسی ، تصاویر ماهواره ای و برداشت‌های میدانی ، تعیین و با توجه به این معیارها مکان‌های پیشنهادی اولویت بندی نموده است. طباطبائی یزدی (۱۳۸۱) مکان یابی سد زیرزمینی را در بخش‌هایی از استان تهران و سمنان با استفاده از بازدیدهای میدانی ، انجام آزمایشات صحرایی و آزمایشگاهی و بر اساس معیارهای فنی انجام داده است.اعتمادی وهاتف (۱۳۹۰) معیارهای انتخاب محل مناسب برای اجرای سدهای زیرزمینی در استان فارس را به دو صورت کمی و کیفی تقسیم نمودند که معیارهای کیفی شامل انتخاب تنگه مناسب ، انتخاب ساختگاه مناسب برای بستر و کناره‌ها، موقعیت گسل‌ها و جانمایی تاسیسات جانبی است معیارهای کمی شامل انتخاب شاخص‌هایی مانند شاخص هیدرولوژیکی ، شاخص آبرفت محلی و شاخص ضرایب ترکیبی می‌باشند که ضمن تبیین این معیارها و کاستی‌های آن‌ها به مکان یابی سد زیرزمینی در این منطقه پرداخته اند. قارزی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه ای در ارتباط با مکان یابی سد زیرزمینی به کمک GIS در آبخیز بفره سبزوار دو گروه از عوامل کمی و کیفی که معیارهای کمی آن شامل داده‌های اقلیمی ، هیدرولوژیکی و معیارهای کیفی شامل انتخاب دره‌های مناسب ، فاصله از اراضی زراعی و مسکونی و فاصله از گسل‌ها و زمین شناسی را در مکان یابی سد زیرزمینی موثر می‌دانند. با توجه به موارد ذکر شده می‌توان بیان نمود که تعیین محل‌های مناسب احداث سد زیرزمینی عمدتا بر مبنای بازدید میدانی و با در نظر گرفتن تعداد محدودی لایه‌های اطلاعاتی انجام پذیرفته است.

در این پژوهش نیز سعی شده است با توجه به مزیت روش برهان خلف در مکان یابی سد زیرزمینی در درون استان کرمان در ارتباط با ذخیره سازی و حفظ کیفیت آب با توجه به شرایط رطوبتی و وجود باران‌های اتفاقی در این منطقه مکان‌هایی را مشخص داشت که با این شیوه بتوان آب را ذخیره نمود و از هدر رفت آن جلوگیری نمود.

موقعیت منطقه مطالعاتی:

حوضه‌ی عامرتپه در شهرستان راین از توابع استان کرمان دارای مساحتی برابر ۵۹۳٤.۵ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط۲٤۸۰.۱۳ متر است.از طرف شمال به مدار۲۹ درجه می‌رسد و جنوبی‌ترین نقطه آن محدود به مدار ۲۹ درجه و٤۵ دقیقه و ۵۳ ثانیه عرض شمالی می‌شود. از غربی‌ترین نقطه آن نصف النهار ۵۷ درجه و ۱۰دقیقه و از شرقی‌ترین نقطه آن نصف النهار ۵۸ درجه و ۲۰ دقیقه می‌گذرد. (شکل ۱).

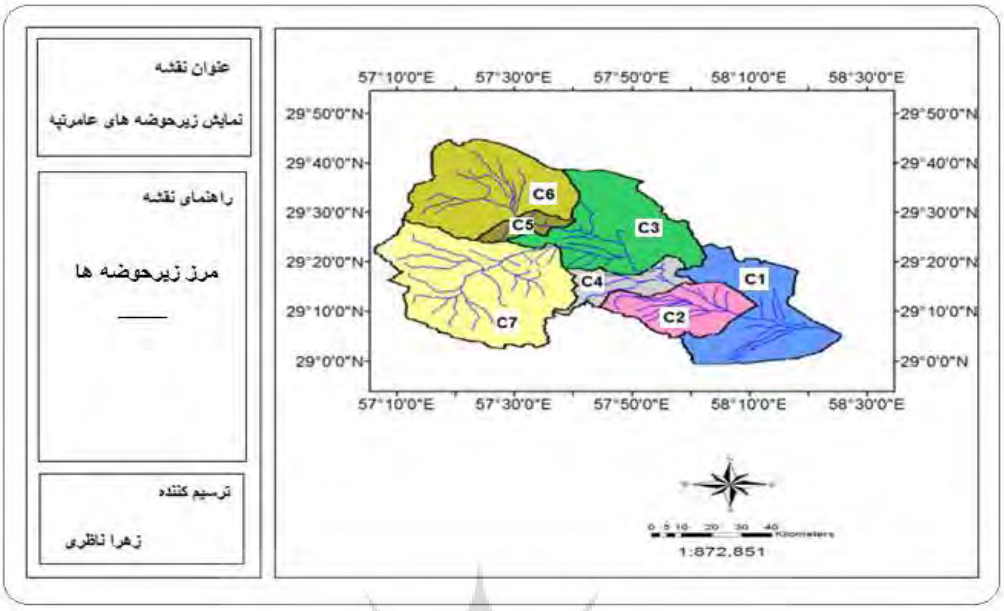



**(شکل ۱) موقعیت سیاسی منطقه مورد مطالعه**

**۲- روش شناسی تحقیق**

این تحقیق از نوع توصیفی- تحلیلی است که بیشتر مبتنی بر مطالعات میدانی و تحلیل‌های رقومی و ترسیمی است که با استفاده از روش برهان خلف به مکان یابی سد زیرزمینی اقدام گردیده است . روش برهان خلف یکی از روش‌های اثبات در علم ریاضی و منطق بوده که به آن روش اثبات غیر مستقیم نیز گفته می‌شود و برای اثبات درست بودن قضیه ، ثابت می‌کنیم که خلاف آن قضیه ، یعنی نقیض آن ، نادرست است. برهان خلف معمولا در اثبات عکس یک قضیه بکار می‌رود و مورد استفاده در قضیه‌های دو شرطی است.( John & Martin,2001 ) بنابراین، برای دست یابی به اهداف مد نظر با استفاده از این متد در این پژوهش مراحل زیر انجام گردیده است:

پس از تهیه نقشه‌های پایه مورد نیاز و بازدید میدانی از منطقه مطالعاتی با استفاده از نرم افزارWMS به تفکیک زیرحوضه‌های محدوده مورد مطالعه پرداخته شد و سپس با استفاده از نرم افزار GIS اقدام به ترسیم نقشه‌های خطوط ارتفاعی حوضه، نقشه زمین شناسی ،گسل‌های موجود ،طبقات شیب و منابع آب موجود در حوضه گردید. این حوضه دارای ۷ زیرحوضه است که یکسری خصوصیات فیزیوگرافی زیرحوضه‌ها را مجزا بدست آورده و در ادامه شش عامل عمده موثر در مکان یابی سد زیرزمینی در هر یک از زیرحوضه‌ها بررسی گردید. با توجه به اینکه از متد برهان خلف در اثبات این موضوع استفاده شده است ابتدا تک تک عوامل موثر در مکان یابی برای هر زیرحوضه بررسی و سپس به محض اینکه زیرحوضه‌ای یکی از شرایط را دارا نباشد از جمع زیرحوضه‌ها حذف و در نهایت زیر حوضه‌هایی که تمام شرایط داراست بعنوان مناسب‌ترین منطقه جهت مکان یابی سد زیرزمینی انتخاب خواهد گردید.




**(شکل ۲) نمایش زیرحوضه‌های حوضه ی عامرتپه**

**۳- بحث**

۳-۱ ویژگیهای فیزیوگرافی حوضه عامر تپه:

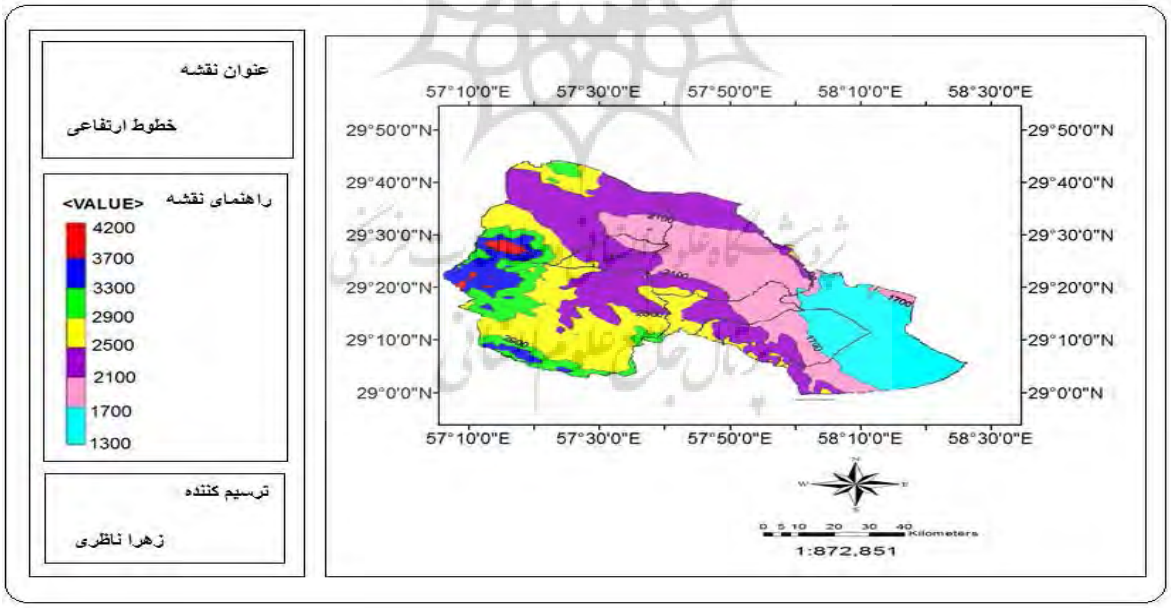
برای رفتارشناسی هر حوضه ، شناسایی خصوصیات فیزیکی آن ضروری است. در حقیقت شناسایی خصوصیات مورفولوژیک یا ژئومورفیک حوضه ، محقق را در کشف پدیده‌ها و تصمیم گیری کمک می‌نماید در این بین خصوصیات ژئومتری یا مورفومتری حوضه باید به دقت بررسی شود(علیزاده،۱۳۸۹). در این پژوهش نیز برای شناسایی خصوصیات ذکر شده منطقه مورد مطالعه را به هفت زیر حوضه تقسیم نموده که کل مساحت حوضه مورد مطالعه ۵۹۳٤.۵ کیلومترمربع بوده و در بین زیر حوضه‌ها ، زیر حوضه C5 با ۲۲۵ کیلومترمربع کمترین و زیر حوضه C7 با مساحت ۱٦۷۹ کیلومترمربع بیشترین مساحت را تشکیل داده بنابراین، کمترین و بیشترین دبی سیلاب‌ها و حجم رواناب‌ها را نیز به خود اختصاص می‌دهند.

بزر گترین طول در بین زیر حوضه‌ها مربوط به زیر حوضه C7 که معادل ٦۲/۲ کیلومتر و کوچکترین طول مربوط به زیر حوضه C5 که معادل ۱۰/۱۸ کیلومتر است . نسبت انشعاب زیر حوضه‌های مورد مطالعه نیز بیانگر دبی اوج در زیر حوضه‌ی C4 و کمترین آن در زیر حوضه‌ی C2 با نسبت انشعاب ٤.۷۵ است همچنین اطلاعات بدست آمده بیانگر بیشترین مدت زمان تمرکز در زیر حوضه‌ی C7 و کمترین آن مربوط به زیر حوضه‌ی C5 است. (جدول ۱)

**(جدول۱) مقادیر فیزیوگرافی حوضه عامرتپه و زیرحوضه‌های آن**

| ردیف | زیر حوضه | طول حوضه (km) | مساحت حوضه ($km^2$) | اختلاف ارتفاع (m) | طول آبراهه اصلی(km) | زمان تمرکز SCS | مجموع طول آبراهه (km)ا | تراکم آبراهه‌ها | نسبت انشعاب |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | C1 | ۱۲.۱۶ | ۹۱٤ | ۲۲۱/۷۸ | ۲۲/۱٦ | ۱۰/٦٥ | ۱۱۷/۷٦ | ۰/۱۲۸ | ۳ |
| ۲ | C2 | ۲۲/٤٥ | ٥٦٤/٥ | ۲۰۹/٦۳ | ۲۲/٤٥ | ۱۲/۱۲ | ۱٤۸/۰٥ | ۰/۲٦۲ | ٤/۷٥ |
| ۳ | C3 | ۲۷/٦ | ۹۲۰ | ۲٦۹/٥۱ | ۲۷/٦ | ۹/۸۳ | ۹۸/۷ | ۰/۱۰۷ | ٤/٦۲ |
| ٤ | C4 | ۱۸/٦۷ | ۳٥٦ | ۲۹۲/۹٥ | ۱۸/٦۷ | ٥/٥۹ | ۸۷/٦۷ | ۰/۲۲۰ | ۲/۷٥ |
| ٥ | C5 | ۱۰/۱۸ | ۲۲٥ | ٥۷/۰۷ | ۱۰/۱۸ | ٥/۰٦ | ۲٤/٦۸ | ۰/۱۰۹ | ٤ |
| ٦ | C6 | ۲٤/٦۸ | ۱۲۷٦ | ۱۳۹/۱۳ | ۲٤/٦۸ | ۱٥/۱۳ | ۱۳۰/٥۸ | ۰/۱۰۲ | ۳/٤ |
| ۷ | C7 | ٦۲/۲ | ۱٦۷۹ | ۱۰۰۳/۳۱ | ٦۲/۲ | ۱٤/٦۲ | ۲٦۷/۹ | ۰/۱٥۹ | ۳/۰۲ |
| ۸ | کل حوضه c | ۱٤۸/۷ | ٥۹۳٤/٥ | ۱۷۲۷/٤٤ | ۱٤۸/۷۱ | ٥۹/۱۱ | ۸٦٦/۳٤ | ۰/۱٤٥ | ٤/۱٥ |

ارتفاع حوضه نیز در میزان و نوع بارندگی، درجه حرارت و تغییر آن، میزان تبخیر و تعرق، شدت تشعشعات خورشیدی و به طور کلی در آب و هوای منطقه و به همراه آن در تشکیل و توسعه خاک و نوع و تراکم پوشش گیاهی اثر دارد به همین دلیل دانستن ارتفاع متوسط یک حوضه، ارتفاع نقاط مختلف و به خصوص نحوه توزیع سطح با ارتفاع و اینکه چند درصد از سطح حوضه از ارتفاع معینی بالاتر یا پایین تر است می‌تواند در شناخت رژیم آبی حوضه کمک کند (مهدوی،۱۳۷۹). متوسط ارتفاع حوضه مورد پژوهش برابر با ۲٤۸۰ متر از سطح دریا است. (شکل ۳)




**(شکل ٤) خطوط ارتفاعی حوضه ی عامرتپه**

**۳-۲ مهمترین شاخص‌های موثر در مکان یابی سد زیرزمینی**

مهمترین شاخص‌هایی که در تعیین مکان مناسب جهت احداث سدهای زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت بشرح ذیل است:

۳-۲-۱ ) شاخص‌های اقلیمی

از آنجایی که در مطالعات و تحقیقات موجود وجود اقلیم خشک و نیمه خشک و تبخیر زیاد یکی از عوامل مهم در مکان سنجی احداث سد زیرزمینی عنوان شده است(نبی پی لشکریان،۱۳۸۵). دانستن اطلاعات اقلیمی حوضه عامرتپه می‌تواند در جهت تصمیم گیری و برنامه ریزی جهت مکان یابی سدزیرزمینی کمک قابل توجهی نماید. با توجه به اینکه میزان تبخیر این حوضه ۲۴۹ میلی متر و بارش متوسط سالیانه۲۱۲ میلی متر و میانگین دمای متوسط سالانه ۱۸ درجه سانتی گراد است.(جدول ۲) اقلیم منطقه از روش دومارتن نیمه خشک محسوب می‌گردد. به منظور بررسی پارامترهای مختلف دمای سالانه در زیر حوضه‌های عامرتپه، از گرادیان قائم دما نسبت به ارتفاع استفاده شده که زیر حوضه‌ی C1 با ۲۲.۴۲ درجه سانتیگراد گرمترین و زیر حوضه‌ی C7 با ۱۵.۷۸ درجه سانتیگراد سردترین زیرحوضه است . در این بررسی نیز نقش ارتفاعات در کاهش یا افزایش دما محسوس است. همچنین نگاهی به آمارهای بارندگی نشان از شرایط بارندگی غیریکنواخت در سطح حوضه است . بنابراین، حوضه عامر تپه اقلیم مناسب جهت احداث سد زیرزمینی دارا است.

(

جدول۲)مقادیر دما و بارش متوسط زیرحوضه‌های حوضه عامرتپه

| ردیف | زیرحوضه | ارتفاع متوسط به متر | دمای متوسط (سانتیگراد) | متوسط بارندگی (میلیمتر) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | C1 | ۱۱۸۵.۹٤ | ۲۲.٤۲ | ۱۸۲.۸۸ |
| ۲ | C2 | ۱٤۰۹.۸۲ | ۲۱.۰۸ | ۱۹۲.۷۳ |
| ۳ | C3 | ۱۸۲۰.۸۰ | ۱۸.٦۱ | ۲۱۰.۸۱ |
| ٤ | C4 | ۱٦٥۸.۱۱ | ۱۹.٥۹ | ۲۰۳.٦٥ |
| ٥ | C5 | ۱۹۷۳.۲۲ | ۱۷.۷۰ | ۲۱۷.٥۲ |
| ٦ | C6 | ۲۰۳٥.٤٥ | ۱۷.۳۲ | ۲۲۰.۲٥ |
| ۷ | C7 | ۲۲۹۲ | ۱٥.۷۸ | ۲۳۱.٥٤ |
| ۸ | Cکل | ۱۸٦۰.۹۷ | ۱۸.۳۷ | ۲۱۲.٥۸ |

۳-۲-۲ ) روان آب

شناسایی میزان روان آب دریافتی رودخانه تهرود که بعنوان مهمترین رودخانه حوضه مورد مطالعه محسوب می‌شود ایجاب می‌نماید که محدوده تامین کننده سیلاب رودخانه یا زیر حوضه‌ها تعیین گردد. بر اساس میزان حجم آبدهی سالانه زیر حوضه‌ها که به روش بیلان هیدرولوژیکی محاسبه گردید(علیزاده،۱۳۸۹). (جدول ۳) نتایج این محاسبات نشان دهنده‌ی این است که کلیه حوضه‌ها قابلیت احداث سد زیرزمینی را دارا هستند پس حوضه عامر تپه آب کافی جهت ذخیره سازی را دارا است.

**(جدول۳)مقدار روان موجود در زیرحوضه‌ها حوضه ی عامرتپه**

| ردیف | زیرحوضه | دمای متوسط بر حسب درجه سانتی گراد | متوسط بارندگی بر حسب متر | λ | R (رواناب) بر حسب متر | روان آب بر حسب میلیون متر مکعب |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | C1 | ۲۲.۴۲ | ۰.۱۸۲ | ۰.۲۵ | ۰.۰۰۸۴ | ۷.۶۸ |
| ۲ | C2 | ۲۱.۰۸ | ۰.۱۹۲ | ۰.۲۶ | ۰.۰۰۹ | ۵.۵۴ |
| ۳ | C3 | ۱۸.۶۱ | ۰.۲۱۰ | ۰.۲۹ | ۰.۰۱۳ | ۱۱.۹۱ |
| ۴ | C4 | ۱۹.۵۹ | ۰.۲۰۳ | ۰.۲۸ | ۰.۰۱۲ | ۴.۱۴ |
| ۵ | C5 | ۱۷.۷۰ | ۰.۲۱۷ | ۰.۳۰ | ۰.۰۱۵ | ۳.۲۳ |
| ۶ | C6 | ۱۷.۳۲ | ۰.۲۲۰ | ۰.۳۱ | ۰.۰۱۶ | ۱۹.۱۵ |
| ۷ | C7 | ۱۵.۷۸ | ۰.۲۳۱ | ۰.۳۴ | ۰.۰۱۸ | ۲۹.۷۷ |
| ۸ | Cکل | ۱۸.۳۷ | ۰.۲۱۲ | ۰.۲۹ | ۰.۰۱۴ | ۷۹.۱۰ |

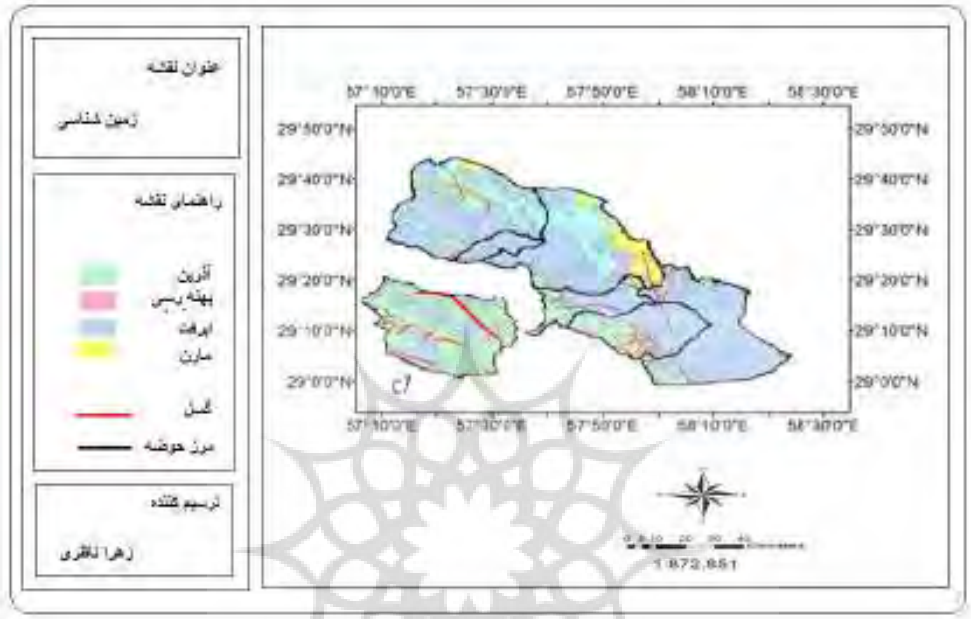
$$\lambda = \frac{1}{0.8+0.14\,T}$$

۳-۲-۳)نفوذپذیری و گسل

زمین شناسی منطقه بالادست محور سد زیرزمینی باید پتانسیل خوبی از نظر نفوذ پذیری و ضریب انتقال داشته باشد تا هم بتواند مقدار آب زیادی را نفوذ داده وهم آب نفوذ داده را به پشت سد انتقال دهد و ذخیره شود (Walker et al;1991)

حوضه عامرتپه از نظر تقسیمات زمین ساختی در ایران مرکزی و زون آتشفشانی ارومیه-دختر واقع گردیده است(Dimitrijevic,1973). در سطح حوضه بیشتر رسوبات آبرفتی موجود است این رسوبات ترکیبی از رسوبات ریز و درشتی هستند که بستر رودخانه را پوشانده اند و دارای نفوذ پذیری خوب هستند این وضعیت در زیر حوضه‌های C1,C2,C4,C5,C6 دیده می‌شود در زیر حوضه C3 قسمت کمی از مساحت آن را مارن و پهنه رسی که نفوذپذیری ضعیفی دارند می‌پوشاند اما بیشتر از نیمی از مساحت آنرا آبرفت پوشانده است با بررسی‌های زمین شناسی صورت گرفته در زیرحوضه‌ی c7 بیشتر سطح منطقه را سنگ‌های آذرین پوشش داده است .(شکل٤) این تشکیلات دارای نفوذپذیری خوبی نیستند و شکستگی رخ داده در سطح آن که گسل تهرود نام گذاری شده است، لازم به ذکر است که پدیده شکستگی در تمام سنگ‌ها، حتی سنگ‌های رسوبی می‌تواند به وجود آید و آن موقعی است که در زمان اثر نیروهای تکتونیکی حد پلاستیسیته سنگ‌ها از حدود معین تجاوز نموده که موجب گسیختگی و یا شکستگی سنگ‌ها گردند که در این صورت به آن شکستگی تکتونیکی می‌گویند(احمدی پور و ملکی،۱۳۸۲).گسل تهرود از نوع پلکانی بوده و در واقع یک گرابن چند پله‌ای است و سطوح تراسی ایجاد کرده که شکل زایی صفحه‌ای دارند این گسل به جای اینکه آب را به تله اندازد حالت معکوس دارد و باعث تراوش آب می‌شود. همچنین سطح این زیرحوضه را سنگ‌های

آذرین آواری پوشش داده است. این تشکیلات دارای نفوذپذیری خوبی نیستند تا عمق حدود ۰.۵ متر سنگ آذرین پوشانیده از عمق ۰.۵ متر به بعد دارای رسوبات نئوژن نفوذناپذیر است که حالت کاملا صخره‌ای دارد بنابراین این زیرحوضه از جمع سایر زیرحوضه‌ها حذف می‌شود و شرایط احداث سد زیرزمینی را ندارد.



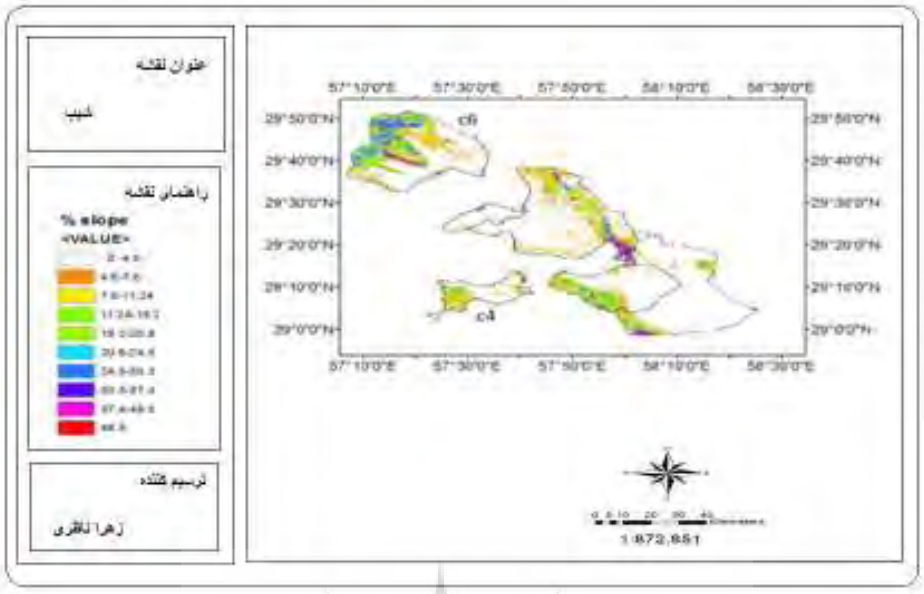

**(شکل ۵)نقشه ی زمین شناسی و تکتونیک زیرحوضه‌های عامرتپه**

۳-۲-٤)شیب

عامل شیب و تغییرات آن از عوامل اساسی و ساختمانی برای ارزیابی مخزن و حجم رسوبات موجود در مسیر رودخانه است(حیدری،۱۳۸۳). شیب حوضه نقش اساسی در میزان رواناب، مقدار نفوذ، شدت سیلاب‌ها و میزان فرسایش دارد (مهدوی،۱۳۷۹). از آن جایی که برای احداث سدزیرزمینی شیب‌های زیر۰.۲ تا ۵ درصد مد نظر است (Gezahegne ,1986). بنابراین، زیرحوضه‌های c4و c6 از جمع زیرحوضه‌ها حذف می‌شوند.(جدول٤)

**(جدول ٤)مقادیر شیب زیرحوضه‌های عامرتپه**

| ردیف | $H_{MAX}$ | $H_{MIN}$ | مساحت(km2) | درصد شیب |
|---|---|---|---|---|
| C1 | ۲۲۰۰ | ۱۳۰۰ | ۹۱٤ | ۲.۹۷ |
| C2 | ۲۵۰۰ | ۱٤۰۰ | ٥٦٤.٥ | ٤.۲۰ |
| C3 | ۲۷۰۰ | ۱۷۰۰ | ۹۲۰ | ۳.۲۹ |
| C4 | ۳۲۰۰ | ۱۸۰۰ | ۳٥٦ | ۷.٤۰ |
| C5 | ۲٦۰۰ | ۱۹۰۰ | ۲۲٥ | ٤.٦ |
| C6 | ٤۲۰۰ | ۲۱۰۰ | ۱۲۷٦ | ٥.۸۸ |
| C7 | ٤۲۰۰ | ۲٤۰۰ | ۱٦۷۹ | ٤.۳۹ |




**(شکل ٦)نقشه ی شیب زیرحوضه‌های عامرتپه**

۳-۲-۵)منابع آب

چاه اصلی قنات مزرعه فتح آباد و منبع آب روستای حسین آباد (مظهرهای قنات‌های شماره‌های ٤و٥ موجود در شکل٦) در زیرحوضه‌ی C2 واقع شده است. با توجه به اثرات سوء بعضی از سدهای مخزنی در جلوگیری از تغذیه قنوات پایین دست اجرای آن، معمولا در مکان یابی سدهای زیرزمینی نیز، مناطقی که در پایین دست آن قنات وجود دارد به عنوان مکان‌های دارای محدودیت تلقی شده و از محدوده مکان یابی حذف می‌گردند. بنابراین زیرحوضه‌ی c2 از جمع زیرحوضه‌ها حذف می‌شود.

**(شکل ۷)نقشه منابع آب در حال بهره برداری زیرحوضه‌های عامرتپه**

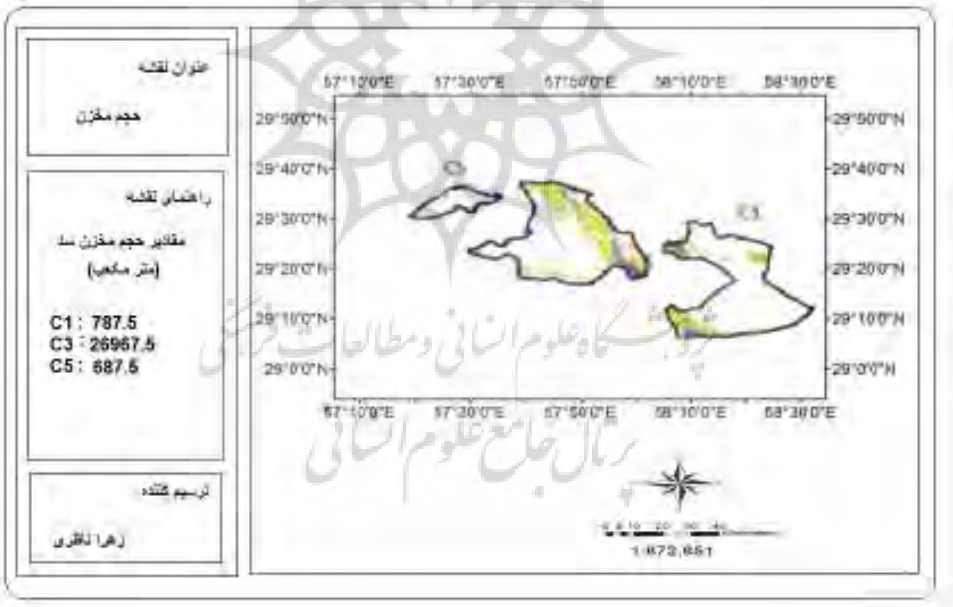
۳-۲-٦) تعیین ضخامت آبرفت

با دانستن ضخامت آبرفت و عمق سنگ کف و سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی می‌توان ذخیره آبخوان را محاسبه کرد و در مورد مناسب بودن یا نبودن محل احداث سد زیرزمینی تصمیم گرفت.در زیرحوضه‌های باقی مانده ضخامت تقریبی آبرفت را طبق جدول زیر به دست آمده است:

**(جدول ۵)مقادیر حجم تقریبی مخزن در سه زیرحوضه ی C1,C3,C5**

| زیر حوضه | طول سد (متر) | عمق آبرفت(متر) | طول تقریبی آبرفت(متر) | حجم تقریبی مخزن(مترمکعب) با احتساب درصد تخلخل ماسه درشت دانه |
|---|---|---|---|---|
| C1 | ۲۰ | ۱.٤ | ۱۱۲.۵ | ۷۸۷.۵ |
| C3 | ۲۰ | ۱۵.٤۱ | ۳۵۰ | ۲٦۹٦۷.۵ |
| C5 | ۲۰ | ۱ | ۱۳۷.۵ | ٦۸۷.۵ |

با توجه به تحقیقات(نیلسون۱۳۸٤)در خصوص سدهای زیرزمینی از آنجایی که عمده آب مصرفی پشت سد زیرزمینی جهت آشامیدن یا آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد بنابراین، حجم ذخیره آب سد را بین ۱۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰مترمکعب برای طرح‌های آبیاری دارای توجیه اقتصادی در مناطق خشک و نیمه خشک ذکر می‌کند .با این توضیحات زیرحوضه‌های c1و c5نیز از جمع زیرحوضه‌ها حذف می‌شوند.




(شکل۸)نقشه حجم مخزن سد زیرحوضه‌های عامرتپه

**٤-نتیجه گیری**

همان گونه که در بررسی اقلیم حوضه مورد مطالعه مشخص شد،اقلیم حاکم بر منطقه مطالعاتی از نوع نیمه خشک است در این منطقه علی رغم خشکی وکمبود رطوبت حجم متنابهی از هرزآب‌ها و روان آب‌های اتفاقی وجود دارد در نتیجه با بررسی‌هایی که

در زمینه حجم روان آب انجام گرفت می‌توان گفت در منطقه عملا آب‌های اتفاقی برای ذخیره سازی وجود دارد.

خصوصیات کلی زیرحوضه‌ها و تهیه نقشه مدل رقومی ارتفاعی حوضه و به تبع آن شیب حوضه، سطوحی را در هر زیرحوضه به عنوان مناطق دارای شیب کمتر از ٥ درصد (به عنوان یکی از عوامل موثر در مکان یابی سدزیرزمینی )مشخص نمود. زیر حوضه‌های C4,C6,C7به دلیل دارا بودن شیب بالای ٥ درصد از جمع زیرحوضه‌های دارای شرایط احداث سد حذف می‌شوند. بنابراین، می‌توان اینگونه نتیجه گیری کرد که بین خصوصیات ژئومورفیک زیرحوضه‌ها و محل احداث سد زیرزمینی رابطه معنی داری وجود دارد.

در نتیجه بر روی هفت زیرحوضه از حوضه‌ی عامرتپه شش عامل مورد بررسی قرار گرفت در هر کدام از این آیتم‌ها پلیگون یا پلیگون‌هایی از جمع زیرحوضه‌ها حذف گردید در واقع پلیگون‌های حذف شده فاقد شرایط مناسب جهت احداث سد زیرزمینی بودند در نهایت زیرحوضه‌ی c3 جهت احداث سد زیرزمینی مناسب تشخیص داده شد.(جدول ٦)

**(جدول٦) نتایج بررسی عوامل موثر در مکان یابی سد زیرزمینی در زیر حوضه‌های عامر تپه**

| زیر حوضه‌ها | اقلیم | روان آب | گسل و نفوذ پذیری | شیب | قنات | ضخامت آبرفت |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | × |
| C2 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | × | |
| C3 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| C4 | ✓ | ✓ | ✓ | × | | |
| C5 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | × |
| C6 | ✓ | ✓ | ✓ | × | | |
| C7 | ✓ | ✓ | × | | | |

منابع


احمدی پور،ح.ملکی،ل،١٣٨٢.مطالعه رخساره‌های استان کرمان، مجموعه مقالات هفتمین همایش زمین شناسی ایران، ص٥٩٢.

اعتمادی، م،.م.هاتف،ن،١٣٩٠.مکان یابی محل مناسب برای اجرای سدهای زیرزمینی، دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران.

حیدری، حسین. شهریاری، سهراب ١٣٨٣.مکان یابی زمین شناسی سد زیرزمینی در رودخانه گرماب،مجله تحقیقات جغرافیا.

رامشت ،م،ح، نوجوان ، محمدرضا، ١٣٨١، سفره‌های پاراگلیشیال و نقش آن در کیفیت منابع آبهای تحت الارض مناطق خشک ، مجله سپهر ، دوره یازدهم ، شماره چهل و یکم، ص١٦-١٣

قارزی، ر، نجفی نژاد، ع، دهقانی، ا ا،١٣٩١.مکان یابی سد زیرزمینی به کمک GIS (مطالعه موردی منطقه بفره –سبزه وار).دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست.

قدوسی،جمال،١٣٧٨.معرفی روش‌های پخش سیلاب و کاربرد آنها ،کارگاه آموزشی بخش تحقیقات مدیریت و بهره برداری از سیلاب مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.

علیزاده،ا،١٣٨٩. اصول هیدرولوژی کاربردی،انتشارات آستان قدس رضوی ، چاپ ٢٩.

نبی پی لشکریان، سعید. طباطبایی یزدی، جواد .مجیدی،علیرضا١٣٨٥.مقابله با بحران آب در مناطق خشک با استفاده از سدهای زیرزمینی .

دومـین کنفـرانس مـدیریت منـابع آب.دانشـگاه صنعتی اصفهان.

طباطبائی یزدی ، ج .۱۳۸۱، بهره بـرداری از جریانـات زیرسطحی در آبراهـه‌هـای فصـلی بـا اسـتفاده از سدهای زیرزمینی ، مرکزتحقیقات حفاظت خـاک و آبخیزداری ، گزارش تحقیقاتی

نیلسون،ایک ،۱۳۸٤.سدهای زیرزمینی بـرای ذخیـره‌ی آب در مقیاس کوچک،دانشگاه مازندران.

مهدوی،محمد،۱۳۷۹.هیدرولوژی کـاربردی .انتشـارات دانشگاه تهران ، جلد ۲

هاشمی،ز،۱۳۸۱. بررسی نهشته‌های کـواترنری شـمال حوضه آبریز کویر حاج علیقی بـه منظـور تعیـین مکان‌های مناسـب جهـت احـداث سـدزیرزمینی، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشـگاه آزاد اسـلامی واحد شمال.

Dimitrijevic,M.D.,1973,Geology of kerman region,gelo.surv.iran,yu/52,334

Forzieri, G.,m. Gardenti., F.Caparrini., and F.Castelli.,2008.A methodology for the Pre-selection of suitable sites for surface and underground small dams in areas:A case study in the region of Kidal, mali. Physics and Chemistry of the earth. Part A/B/C. Volume 33.Pages 74-85.

Foster,S,and Tuinhof , A., 2004;Subsurface dams to augment groundwater storage in basement terrain for human subsistence Brazilian and Kenyan experience , World Bank ,Groundwater Management Advisory Team,No.5.

Gezahegne, W.,1986. Sub-surface Flow dams for rural water supply in arid and semi-arid regions of developing coumtries.thesis submitter to the department of Civil Engineering.Tamper University of in partial fulfillment for the degree of master science in Engineering. 77Page.

John A.,Martin,L.,2001. Smith and Sven Treitel "Introductory Geophysical Inverse Theory"Center for Wave Phenomena Department of Geophysics Colorado school of Mines Golden, Colorado 80401 and New England Research 76 Olcott Drive White River Junction, Vermont 05001(NER) .

Onder H.,Yilmaz,M., 2005. "Underground dams a tool of sustainable development and management of groundwater resources" , EWRA(European water),pp 34-45.

Telmer K., best, M.,2004. " Underground Dams-a partical solution for the water nrrds of small communities in semi_arid regions" ,Terrae,vol 1,pp 1-6.

Walker,W.R.,Hrezo,M.S.,and haley,c.j,1991.management of water resource for prought condition.national water summery.geological survey water supply paper 2375

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی