



به نام خداوند جان و خرد

اولین کنگره ملی آمایش سرزمین در هزاره سوم با تأکید بر جنوب شرق ایران



1st National Congress on Territory Planning in the Third Millennium with Emphasis on South East of Iran

۷ و ۸ آبان ماه ۱۳۹۳

دانشگاه آزاد اسلامی استان سیستان و بلوچستان - زاهدان

مطالعه زمین شناسی مهندسی سایت پیشنهادی جهت احداث سد زیرزمینی بر روی رودخانه سرمیچ در جنوب ایرانشهر

احسان نارویی^۱، غلامرضا لشکری پور^۲، جعفر رهنما^۱، امین نارویی^{*۱}

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، گروه زمین شناسی، زاهدان، ایران

۲- استاد گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

Amin.naroui@gmail.com

چکیده

در این پژوهش، رودخانه سرمیچ در استان سیستان و بلوچستان به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی خشک، همینطور شرایط خاص زمین شناسی، از پتانسیل مناسبی برای ساخت سد زیرزمینی برخوردار می باشد. این رودخانه جهت مطالعه مقدماتی برای یافتن مناطق مستعد برای ساخت سد زیرزمینی، انتخاب گردید. برای این منظور، با استفاده از تحلیل ها و آنالیز های منطقه ای، مدل های ارتفاعی رقومی، اطلاعات ماهواره ای، خصوصیات هیدرولوژیکی و هواشناسی در نرم افزار های مناسب به خصوص GIS بصورت سنجش از دور، مورد بررسی میدانی قرار گرفت. برای مطالعات تکمیلی ویژگی های زمین شناسی مهندسی، گزینه پیشنهادی نیز مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج بدست آمده تکیه گاه های گزینه پیشنهادی بر روی لایه های شیلی ماسه ای به سن کرتاسه بالایی و واحد های سنگی با ردیف های ماسه سنگی شیلی و سنگ آهک های با سن کرتاسه بالایی تشکیل شده و لایه ها دارای خوردشدگی زیاد می باشند. از نظر آب بندی شرایط مناسب است. دانه بندی خاک GM-SM تعیین شده که نشان دهنده خاک درشت دانه با لایه های سیلتی می باشد. شیب و ضخامت مناسب آبرفت در محل محور سد و کیفیت مطلوب آب قنات روستای بالادست محور انتخابی، نشان دهنده مناسب بودن گزینه پیشنهادی جهت احداث سد زیرزمینی بر روی این رودخانه است.

واژه های کلیدی: سایت مناسب، GIS، سیستان و بلوچستان، رودخانه سرمیچ، خصوصیات زمین شناسی مهندسی

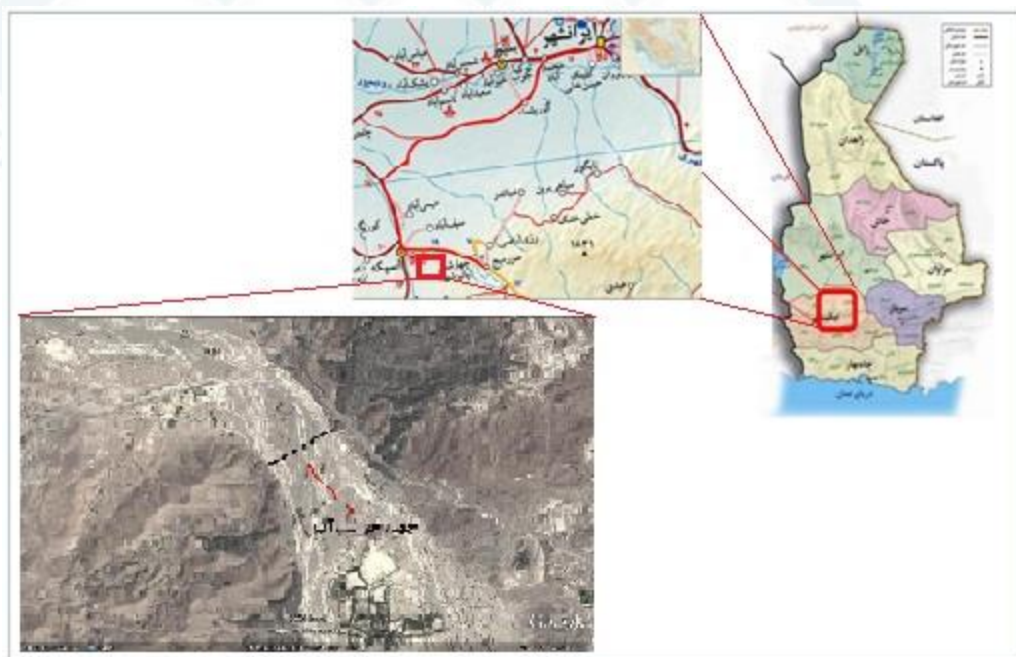
۱- مقدمه

در مطالعات مربوط به محل و ساختگاه سد زیرزمینی، بررسی های زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی جایگاه ویژه ای دارند. در این بررسی ها وضعیت تکتونیکی مسیر و شرایط درزه ها و شکستگی ها مورد مطالعه قرار گرفته و همچنین با حفر گمانه های شناسایی به وضعیت زیر سطحی لایه ها و تعیین برخی خصوصیات مهندسی سنگها پرداخته شده است. بررسی های دقیق در این مرحله می تواند از بروز مشکلات در مرحله اجرا جلوگیری نماید. در این راستا خصوصیات زمین شناسی مهندسی و

ژئوتکنیکی ساختگاه و مخزن سد زیرزمینی پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفته است. ابتدا با استفاده از آنالیز عکس های ماهواره ای و نقشه های کوچک مقیاس، ۳ سایت جهت احداث سد زیرزمینی، مستعد تشخیص داده شد. این سایت ها مورد بررسی میدانی قرار گرفت. سپس سایت مذکور در بازدیدهای میدانی مورد تایید نهایی قرار گرفت. نهایتاً برای این سایت بعنوان گزینه انتخابی مطالعات ژئوتکنیکی و زمین شناسی مهندسی در ادامه مورد بررسی قرار می گیرد. . مطالعات مختلفی در زمینه سدهای زیرزمینی در سرتاسر جهان انجام شده است. در این راستا میتوان به مطالعات (Forzieri et al., 2007), (Janardhana Raju et al., 2005), (Vanrompay 2003), (Archwichai et al., 2005), (Karimi 2012), (Onder et al., 2005), (Foster and Tuinhoh 2004) اشاره نمود.

۲- موقعیت جغرافیایی سایت پیشنهادی اصلی جهت احداث سد زیرزمینی

منطقه مورد مطالعه در جنوب شرق ایران و در استان سیستان و بلوچستان و در حدود ۶۵ کیلومتری جنوب شهر ایرانشهر و نزدیک روستای سرمیچ قرار دارد. این منطقه در طول های جغرافیایی ۶۰ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۲۴ دقیقه و عرض های جغرافیایی ۲۶ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۲۶ درجه و ۴۸ دقیقه واقع شده است. موقعیت سایت پیشنهادی نهایی در شمال روستای جهلیشهر در حوضه رودخانه سرمیچ قرار دارد (شکل ۱).



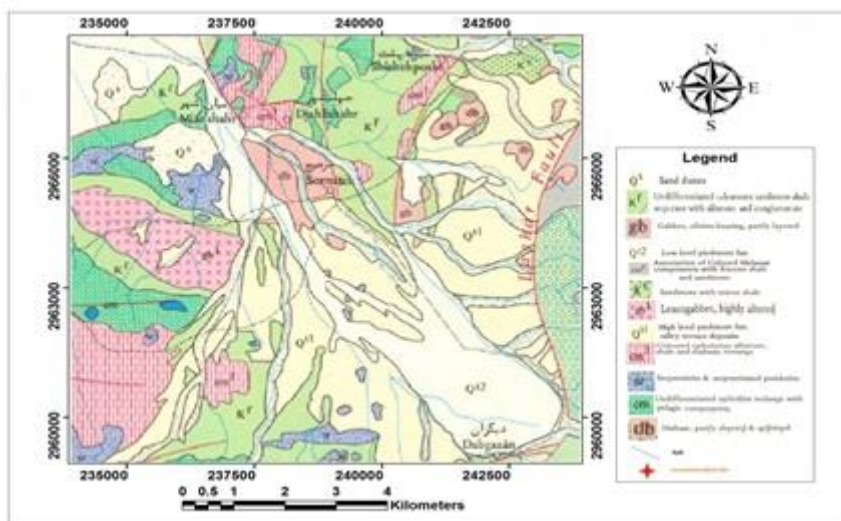
شکل (۱) محدوده مورد مطالعه و راه های دسترسی به منطقه

۳- زمین شناسی مهندسی سایت انتخابی

۳-۱- زمین ریخت شناسی سایت پیشنهادی

از نظر تشکیلات زمین شناسی، واحد های تشکیل دهنده اطراف سایت از سنگ های به سن کرتاسه بالایی تا ائوسن تشکیل شده است. همانطور که در نقشه زمین شناسی مشخص گردیده است، محل سد پیشنهادی نهایی بر روی لایه های شیلی ماسه

ای به سن کرتاسه بالایی قرار دارد. در تکیه گاه سمت راست واحد های سنگی با ردیف های ماسه سنگی شیلی و سنگ آهک های با سن کرتاسه بالایی وجود دارند. البته در تکیه گاه سمت چپ نیز این لایه آهکی ادامه پیدا میکند، سرپانتین و پریدوتیت های سرپانتینی شده نیز در بخش دیگر تکیه گاه سمت چپ وجود دارند. در شکل (۲) نقشه زمین شناسی منطقه که محل سایت انتخابی در آن مشخص شده است نمایش داده شده است.



شکل (۲) نقشه زمین شناسی رودخانه سرمیچ برگرفته از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ اسپکه (سازمان زمین شناسی کشور)

۳-۲- خصوصیات ژئوتکنیکی رسوبات پوششی تشکیل دهنده مخزن سد

جهت مشخص شدن ضخامت آبرفت، عمق سطح آب و وضعیت زیرسطحی یک حلقه چاه دستی در مرکز رودخانه در محل محور حفر گردید (شکل ۳). شواهد سطحی موجود و همچنین نتایج حاصل از حفاری نشان دهنده آبرفت رودخانه ای درشت دانه با نفوذپذیری بالا و ضریب ذخیره بالا در محل سایت پیشنهادی است. در جدول ۱ نوع خاک در اعماق مختلف در چاه دستی حفر شده نشان داده شده است.



شکل (۳) نمای کلی از مکان سایت نهایی (دید به سمت جنوب غربی)



۷ و ۸ آبان ماه ۱۳۹۳
دانشگاه آزاد اسلامی استان سیستان و بلوچستان - زاهدان

جدول (۱) نتایج دانه بندی خاک نمونه برداری شده از گمانه حفر شده

طبقه بندی خاک	دانه بندی (%)			عمق نمونه
	سیلت و رس	ماسه	شن	
SP-SM	۶	۵۴	۴۰	۱-۰
SP-SM	۶	۵۴	۴۰	۲-۱
SW-SM	۱۱	۷۴	۱۵	۳-۲
GW-GM	۱۰	۳۲	۵۸	۴-۳
GM	۱۶	۴۰	۴۴	۵-۴
GW-GM	۱۱	۳۲	۵۷	۶-۵
GP-GM	۷	۳۹	۵۴	۷-۶

نتایج حاصل از آزمایشات دانه بندی براساس طبقه بندی متحد USCS نشان می دهد که خاک منطقه در ۳ متر ابتدایی بیشتر از SM ماسه سیلتی و از ۳ تا عمق ۷ متری از GM گراول سیلتی تشکیل شده است. داده های دانه بندی نشان می دهد در عمق درصد شن بیشتر شده و این نشان دهنده نفوذ پذیری بیشتر آبرفت در عمق است.

۳-۳- خصوصیات ناپیوستگی ها

طبق بازدید های صحرائی و بازدید های متعدد از منطقه و بررسی نقشه های زمین شناسی و توپوگرافی منطقه که در محل سد صورت گرفت، تکیه گاه سمت راست از تناوب ماسه و شیل های به شدت خرد شده تشکیل شده است که این شکستگی ها عمدتاً با کلسیت پر شده اند و در این تکیه گاه باز شدگی در درزه ها دیده نمیشود (شکل ۴). با توجه به جنس تکیه گاه و بسته بودن شکستگی ها امکان فرار آب در این تکیه گاه بعید به نظر میرسد.

تکیه گاه سمت چپ نیز از شیل های خرد شده و آهک های کرتاسه تشکیل شده است، در این تکیه گاه نیز درصد خرد شدگی بسیار بالا بوده و در آهک های منطقه نیز حفرات کارستی دیده نشده است (شکل ۵). تنها مشکل این تکیه گاه را میتوان وجود گسل پیپ دانست، که محل محور سد را قطع میکند. با توجه به جنس سنگ های اطراف سد رخنمون قابل ملاحظه ای از گسل یافت نشد. وجود شیل در دو تکیه گاه امکان فرار آب را از مخزن سد با توجه به غیر قابل نفوذ بودن شیل تا حد بسیار زیادی کاهش میدهد.

جهت لایه بندی دو تکیه گاه به صورت عمود بر محور سد میباشد. در این حالت امکان فرار آب به حداقل رسیده و شرایط خوبی جهت احداث سد در این سایت ایجاد میکند.



به نام خداوند جان و خرد

اولین کنفرانس ملی آمایش سرزمین در هزاره سوم با تأکید بر جنوب شرق ایران



1st National Congress on Territory Planning in the Third Millennium with Emphasis on South East of Iran

۷ و ۸ آبان ماه ۱۳۹۳

دانشگاه آزاد اسلامی استان سیستان و بلوچستان - زاهدان



شکل (۴) شکستگی های تکیه گاه سمت راست



شکل (۵) شکستگی های تکیه گاه سمت چپ

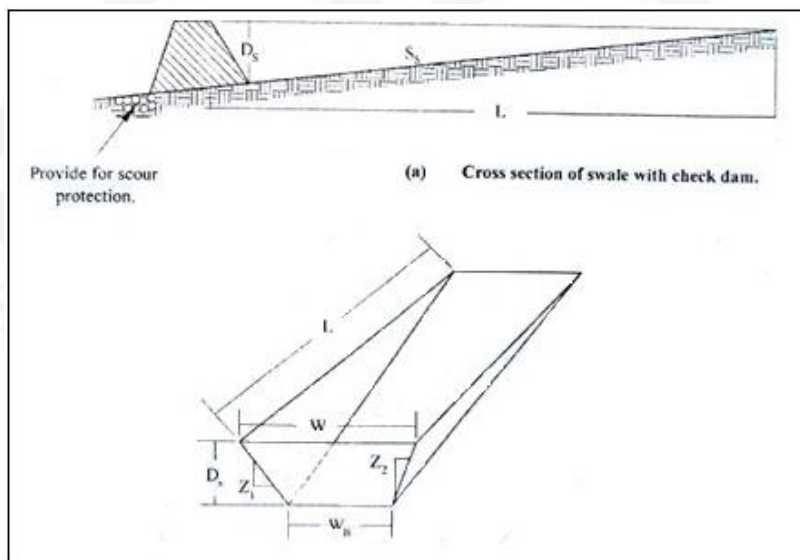
۴- برآورد حجم مخزن سد زیرزمینی

با استفاده از توپوگرافی بستر رودخانه (شیب رودخانه) و اطلاعات موجود از عمق سنگ کف و عرض مقطع رودخانه، حجم مخزن سد زیرزمینی با دقت مناسب قابل محاسبه است.

در محل محور سد زیرزمینی مورد بررسی، بر اساس اطلاعات سطحی و شیب آبراهه، شیب سنگ کف ۲ درصد برآورد می گردد. در امتداد محور، عرض مقطع در سطح زمین ۱۹۵ متر است و با توجه به تغییرات در عرض مقطع رودخانه، ۲۶۰ متر به طور میانگین برای مخزن محاسبه گردیده است. با توجه به شیب تکیه گاههای چپ (۸۰) و راست (۳۵) عرض مقطع در روی سنگ بستر ۲۴۷ متر می باشد. از آنجا که با توجه به عمق مادرچاه های قنات در منطقه، ضخامت آبرفت در محل محور سد زیرزمینی ۱۲ متر، عمق لایه آبدار ۸ متر می باشد. با توجه به شیب توپوگرافی (۲ درصد) عملاً خط تراز صفر مخزن سد زیرزمینی در

فاصله ۴۰۰ متری بالادست محور واقع می شود. لذا با فرض عدم وجود تغییرات ناگهانی در توپوگرافی سنگ کف، حجم مخزن سد با توجه به شکل (۶) حدود ۶۰۸۴۰۰ مترمکعب برآورد می شود. برای برآورد میزان آب قابل استحصال در مخزن سد زیرزمینی، با توجه به اینکه نهشته های آبرفتی مخزن سد زیرزمینی بیشتر دانه درشت به همراه سیلت می باشد لذا می توان ضریب ذخیره را ۱۵ درصد کل حجم مخزن در نظر گرفت. به این ترتیب مشخص میگردد که سد زیرزمینی در هر نوبت آبیگری قابلیت ذخیره حدود ۹۱۲۶۰ متر مکعب آب زیرسطحی را دارا می باشد.

با توجه به رابطه $Q=KAi$ ، که در این رابطه A عرض مقطع رودخانه (عمق لایه آبدار)، k نفوذپذیری خاک، i گرادیان هیدرولیکی می باشد، میتوان دبی جریان زیر زمینی را محاسبه نمود. طبق رابطه بالا دبی بدست آمده ۱۶ لیتر بر ثانیه محاسبه میگردد. چنانچه سد زیرزمینی تا سطح زمین ادامه یابد مخزن سد زیرزمینی در مدت حدود ۶۶ روز پر خواهد شد. لازم بذکر است که محاسبه زمان پر شدن مخزن سد بر مبنای میانگین آب زیرسطحی موجود در منطقه است. از آنجا که پیک مصرف آب منطقه در فصول بهار و تابستان می باشد، لذا با احداث سد زیرزمینی می توان با استحصال این میزان آب زیرسطحی در شرایط بی آبی و بحرانی منطقه در فصول گرم، در افزایش تولیدات دامی و کشاورزی منطقه نقش به سزایی داشت.



شکل (۶) رابطه استفاده شده برای محاسبه حجم مخزن سد زیرزمینی

۵- کیفیت آب

جهت شناخت کیفیت آب در مخزن سد احتیاج به بررسی کیفیت آب زیر زمینی در محل سد میباشد. جهت تعیین کیفیت آب در صورت عدم دسترسی به آب زیرزمینی در محل محور میتوان از آب قنات و چاه های نزدیک منطقه نمونه برداری نمود و آزمایشات فیزیکی و شیمیایی را بر روی آن اعمال نمود. به منظور تعیین کیفیت آب از دو قنات در دو روستای جهلیشهر و سرمیچ نمونه برداری صورت گرفت و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نمونه ها در آزمایشگاه مورد آنالیز قرار گرفت. فاصله قنات جهلیشهر تا محور سد پیشنهادی حدوداً ۸۰۰ متر و قنات سرمیچ در فاصله ۲ کیلومتری محور سد پیشنهادی میباشد. نتایج آنالیز نمونه ها در جداول (۲) و (۳) آورده شده است. در این آنالیز TDS و EC هر نمونه با استفاده از میزان آنیون ها و کاتیون ها در آزمایشگاه اداره آب و فاضلاب زاهدان محاسبه شده است.



۷ و ۸ آبان ماه ۱۳۹۳

دانشگاه آزاد اسلامی استان سیستان و بلوچستان - زاهدان

جدول (۲) نتایج بدست آمده از آزمایشات شیمیایی آب روستای سرمیچ

نام: قنوت سرمیچ										
محل نمونه برداری: سرمیچ										
شماره نمونه: ۱										
کاتیون ها					آزمون های فیزیکی و شیمیایی					
روش آزمون	مقدار استاندارد	مقدار		عامل	روش آزمون	مقدار استاندارد	مقدار	واحد	عامل	
		meq/L	mg/L							
EDTA_titrimetry	۳۰۰.۰۰	۲.۱۷	۴۳.۴	^{۲+} Ca	کلسیم	Thermo metric	-	۲۵.۰۰	°C	دما
EDTA_titrimetry	۳۰.۰۰	۲.۲۳	۲۷.۱۲	^{۲+} Mg	منیزیم	TDS dried at 180°C	۱۵۰۰.۰۰	۸۳۲	mg/L	TDS
Flame photometer	۲۰۰.۰۰	۷.۸	۱۸۰.۰۰	⁺ Na	سدیم	Electro conductivity		۱۳۰۰.۰۰	µs/cm	هدایت الکتریکی
Flame photometer		۰.۰۸	۳.۰۰	⁺ K	پتاسیم	pHmetriy	۹-۶.۵	۷.۱۲	-	Ph

جدول (۳) نتایج بدست آمده از آزمایشات شیمیایی آب روستای جهلیشهر

نام: قنوت سرمیچ										
محل نمونه برداری: جهلیشهر										
شماره نمونه: ۲										
کاتیون ها					آزمون های فیزیکی و شیمیایی					
روش آزمون	مقدار استاندارد	مقدار		عامل	روش آزمون	مقدار استاندارد	مقدار	واحد	عامل	
		meq/L	mg/L							
EDTA_titrimetry	۳۰۰.۰۰	۲.۷۰	۵۴.۲۰	^{۲+} Ca	کلسیم	Thermometric	-	۲۵.۰۰	°C	دما
EDTA_titrimetry	۳۰.۰۰	۳.۲۸	۳۹.۸۴	^{۲+} Mg	منیزیم	TDS dried at 180°C	۱۵۰۰.۰۰	۸۲۱.۶۷	mg/L	TDS
Flame photometer	۲۰۰.۰۰	۷.۳۵	۱۶۸.۰۰	⁺ Na	سدیم	Electro conductivity		۱۲۸۴.۰۰	µs/cm	هدایت الکتریکی
Flame photometer		۰.۰۸	۳.۰۰	⁺ K	پتاسیم	pHmetriy	۹-۶.۵	۷.۲۵	-	Ph

باتوجه به اینکه میزان TDS درقنوت سرمیچ و جهلیشهر به ترتیب ۸۳۲ و ۸۲۱ میلی گرم در لیتر است. لذا براساس استاندارد شرب، از نظر شرب در گروه آب های قابل قبول قرار می گیرد.



۶- نتیجه گیری

بررسی های میدانی، زمین شناسی مهندسی و ژئوفیزیکی از مهمترین پارامترها در تعیین سایت نهایی برای احداث سد زیرزمینی است. دانه بندی خاک ها از نوع GW-SM بوده است. ضریب ذخیره به دلیل دانه متوسط بودن حدود ۱۵٪ تخمین زده شده است. سایت پیشنهادی بهترین سایت جهت احداث سد زیرزمینی به دلیل حجم مناسب مخزن، قرار گرفتن در محل تلاقی سرشاخه های رودخانه سرمیچ، قرار گرفتن بعد از چند روستا، شیب ۲ درصدی و ضخامت ۱۲ متری آبرفت در محل محور سد، کیفیت مطلوب آب قنات روستای بالادست محور انتخابی و عرض ۱۹۰ متری دره، نسبت به سایر گزینه ای پیشنهادی می باشد. مهمترین نگرانی در مورد آب بندی ساختگاه سد، می تواند به دلیل حضور گسل پیپ در تکیه گاه چپ می باشد. البته با توجه به نفوذناپذیری شیل در این تکیه گاه مشکل خاصی ایجاد نمی کند. کیفیت منابع آب با توجه نمونه برداری از قنات ها موجود در منطقه خوب ارزیابی می شود. با توجه به بررسی های صورت گرفته حجم مخزن در سایت پیشنهادی حدود ۶۰۸۴۰۰ متر مکعب تخمین زده شده که باتوجه به درشت دانه بودن خاک ضریب ذخیره مخزن ۱۵٪ تعیین شده است. بنابراین در هر مرحله از آبیگری سد قابلیت ذخیره حجمی بالغ بر ۹۱۲۶۰ مترمکعب را دارا است، مخزن سد زیرزمینی در مدت حدود ۶۶ روز پر خواهد شد.

مراجع

- ۱- آقانیاتی علی، محمد علی مهدوی، ارشادی س، ۱۳۵۴-۵۶، توضیحات پشت نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ اسپکه، چاپ شده در سازمان زمین شناسی، برگه ۸۰۴۳ اسپکه
- 2- Archwchai L., Mantapan K., Srisuk K., 2005: *Approachabilty of subsurface dams in the Northeast Thailand*. International Conference on Geology, Geotechnology and Mineral of Indochina, 28_30.
- 3- Forzieri G., Gardenti M., Caparrini F., 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. Journal of Physics and Chemistry of the Earth, 33: 74-85.
- 4- Foster, F. and Tuinhof, A., 2004. Brazil, Kenya : *subsurface dams to augment groundwater storage In basement trrain for human subsistence*. World bank sustainable Groundwater maneagement lessons from practice , pp:1-8.
- 5- Janardhana Raju N., reddy T. V. K., Munirathnam p., 2006: *Subsurface dams to harvest rainwater_ a case study of the Swarnamukhi River basin, Southern India*. Hydrology Journal, 14: 526_531.
- 6- Karimi Mobarakabadi, M. 2012. *Model for Determination the Optimum Location of Subsurface Dam Using Analytical Hierarchy Process AHP*. Advances in Environmental Biology, 6(3):1-6.
- 7- Onder H., Yilmaz M., 2005: *Underground dams*. Journal of European Water, 35_45.
- 8- Vanrompay L., 2003: *Report on the technical evaluation & impact assessment of subsurface dams(SSDs)*, TLDP Technical Report, pp. 14.