



مکانیابی سد زیرزمینی پسبند لامرد

محمد حسین خلیفه^{1*}، غلامرضا لشکری پور²، حمید حسینی مرندي³، محمد رضا باغیانی باغشاهی⁴

1 و 4- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

2- استاد گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

3- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی و منبع طبیعی فارس

m.h.kh000@gmail.com

چکیده

مکان یابی سد زیرزمینی در حوضه دره قنات پسبند و بر روی رودخانه پسبند انجام گردید این طرح به منظور بررسی و شناخت مکان مناسب برای احداث سد زیر زمینی، با هدف کنترل و ذخیره سازی جریان آب زیر سطحی و به منظور تامین آب مورد نیاز روستاها، کشاورزان و دامداران منطقه اجرا شد. این تحقیق برپایه مطالعه اسناد، منابع، پژوهش های صحرایی، حفاری و نمونه برداری از آب و خاک و انجام آزمایش های لازم به انجام رسید. بررسی گسترش برونزدهای سنگی حوضه، وجود پی سنگ نفوذ ناپذیر اغلب مارنی را نشان میدهد که در حوضه باعث هدایت جریان زیر سطحی بر روی آن گردیده. مکان یابی ساختگاه برپایه میزان آب زیر سطحی و محل مناسب برای تشکیل مخازن طبیعی آب در طول آبراهه (رودخانه) اصلی پسبند و براساس خصوصیات پی سنگ، تغییرات حجم آبرفت، تخلخل موثر و شیب بستر صورت گرفت. این بررسی ها نشان داد که انباشتگی رسوبی در طول آبراهه اصلی پسبند در دو محل مشاهده می گردد. این دو نقطه به عنوان گزینه های پیشنهادی به شکلی دقیق تر بررسی شد و بر اساس درجه اهمیت، اولویت بندی و برای اجرا پیشنهاد شدند.

کلمات کلیدی: سد زیرزمینی، مکانیابی، پسبند، انتخاب ساختگاه

مقدمه

سد های زیر سطحی، موانعی هستند با قابلیت مسدود کردن جریان زیر سطحی آب، که موجب میشوند آب در آبخوانهای محلی نگه داشته شود و یا به آبخوان مجاور انتقال یابند (افکار م. و همکاران، 1389). جهت استفاده از منابع آب زیرزمینی و در دسترس قرار گرفتن آب در تمام فصول سد زیرزمینی راه حل مناسبی البته در بعضی مناطق خاص به نظر می رسد (مرآتی ا. و همکاران، 1389). حوضه دره قنات پسبند، واقع در شرق شهر اشکنان لامرد و در محلی با مختصات (3004789 و 775265) قرار دارد. هدف از این پژوهش، بررسی و مکان یابی موقعیت مناسب برای احداث سد زیر زمینی، به منظور کنترل و ذخیره سازی جریان آب زیر سطحی در طول آبراهه اصلی است. بی تردید سدهای زیرزمینی در مناطق روستای کشور های در حال توسعه که شرایط آب و هوای خشکی دارند از محاسن بیشتری نسبت به سدهای سطحی برخوردارند، به ویژه اینکه ریسک آلودگی محتمل و تبخیر آب را کاهش می دهند (نیلسون، 1988). با مطالعه و اجرای سدهای زیرزمینی، به ویژه در مناطق کم آب، نه تنها می توان بر مشکل کمبود آب چیره شد، بلکه می توان با ذخیره سازی آب در مخزن سد و در هنگام نیاز از آن استفاده کرد (حیدری، 1378؛ طباطبایی یزدی، 1379؛



دولین، 2000 و 2001). دستیابی به منطقه پژوهش از طریق جاده آسفالته لامرد - پاسبند به طول 80 کیلومتر و جاده خاکی بالا دست روستای پسند امکان پذیر است. برای استفاده صحیح از منابع آب و قنات پاسبند قرار است در دره قنات پاسبند واقع در 20 کیلومتری شرق شهر اشکنان لامرد سد زیرزمینی احداث گردد.

1- مواد و روش ها

1-1- توپوگرافی حوضه

توپوگرافی مناطق، یکی از شاخص های اصلی برای ارزیابی و انتخاب محل ساختگاه سدهاست (سعادت، 1381). تغییرات عرض و شیب بستر نیز از پارامترهای مهم هستند که باید مورد بررسی قرار گیرند (برن، 1984). با استفاده از تصاویر ماهواره ای و نقشه توپوگرافی با مقیاس 1:25000 مساحت، محیط و خصوصیات فیزیکی حوضه محاسبه و در جدول (1) ارائه گردیده است.

جدول 1: مشخصات حوضه آبریز

SSS (ساعت) زمان تمرکز	عرض مستطیل معادل	معدل (کیلومتر) طول مستطیل	ضرب میل	ضرب گراویلیوس	ضرب هورتون	طول آبراهه اصلی (کیلومتر)	متوسط شیب آبراهه (%)	متوسط شیب حوضه (%)	ارتفاع متوسط حوضه (متر)	حد اقل ارتفاع (متر)	بیشترین طول حوضه (کیلومتر)	محیط (کیلومتر)	مساحت (کیلومتر مربع)	حد اکثر ارتفاع (متر)	نام حوضه
2.12	4	12	0.53	1.3	0.68	10.8	7	15.7	941	460	83	33	47	1350	1

حداقل ارتفاع در انتهای خروجی و حداکثر ارتفاع در سراب حوضه برابر با 460 و 1350 متر از سطح دریا می باشد و همچنین متوسط ارتفاع با استفاده از رابطه زیر 941 متر تخمین زده شد.

$$EM = \frac{\sum_{i=1}^n a_i h_i}{A} \quad (1)$$

در رابطه فوق EM ارتفاع متوسط حوضه بر حسب متر، a_i سطح جزئی یا ارتفاع h_i و h ارتفاع متوسط بین دو حد ارتفاعی و A سطح کل حوضه می باشد. با استفاده از رابطه فوق، ارتفاع متوسط حوضه برابر 941 متر محاسبه شده است.

1-2- آب و هوا

جهت مطالعات هوا شناسی ابتدا داده های مربوط به ایستگاههای هواشناسی داخل و مجاور حوضه جمع آوری شده که پس از بررسی نتایج زیر به دست آمد



از بین ایستگاههای مختلف داخل و مجاور حوضه، ایستگاه اوز (وابسته به ایستگاه هواشناسی) طولانی ترین دوره آماری و ایستگاههای لامرد (شرکت آب منطقه ای فارس) و لامرد (سینوپتیک) دارای کوتاهترین دوره آماری می باشند. با توجه به بعد مسافت، طول و عرض جغرافیای و از نظر ارتفاع ایستگاه، ایستگاهها اولویت بندی شده و در آخر ایستگاه اوز (شرکت آب منطقه ای فارس) به عنوان ایستگاه معرف حوضه مورد مطالعه انتخاب گردید که با استفاده از آن وضعیت آب و هوایی منطقه بر اساس آمار 28 ساله بررسی شد. نوع اقلیم ناحیه بر اساس روش آمبرژه، بیابانی گرم میانه است. میزان بارندگی بر اساس ایستگاه اوز (شرکت آب منطقه ای فارس) در یک دوره آماری 28 ساله برابر 232.8 و تبخیر 291 میلیمتر اندازه گیری شده است. متوسط درجه حرارت سالیانه حدود 22.94 درجه و رطوبت نسبی به طور متوسط 43% می باشد. مقدار تبخیر و رطوبت از ایستگاه لامرد (شرکت آب منطقه ای فارس) با توجه به نزدیکی به محل بدست آمده است.

3-1- زمین شناسی

حوضه رودخانه پسبند بر روی پی سنگ مارنی واقع شده است. سازند های مقاوم و خشن مانند آسماری - جهرم، در تناوب با سازندهای فرسایش پذیر همچون سازند گچساران و سازند پابده - گورپی واقع شده اند همچنین نکته دیگر اینکه حتی در سازند هایی همچون میشان و یا گچساران نیز لایه های مارنی در تناوب با لایه های آهک رسی قرار گرفته است. تلفیق تأثیر این دو عامل موجب شده است تا در حوضه، ارتفاعات تیغه مانندی دیده شود. این ارتفاعات در جهت شمال غرب - جنوب شرق کشیده شده و در بین آنها نیز دره هایی وجود دارد. این وضعیت در پهنه شمال شرقی در بخشی به وسعت کمتر از یک سوم حوضه دیده می شود. در 70% دیگر حوضه در جنوب غرب، تناوب دره ها و ارتفاعات و دره ها مانند 30% شمال شرقی حوضه نیست. اما روند ساختاری در همان راستا است. آبراهه اصلی حوضه از الحاق دو آبراهه حاصل می شود که یکی از سمت جنوب شرق و دیگری از سمت شمال غرب حوضه سرچشمه می گیرد. نکته جالب آنکه شیب تند دامنه ها باعث شده تا آبراهه های ایجاد شده بر روی سازند بنگستان در اغلب موارد موازی هم باشند، در حالی که در بخش ریزش یافته آن آبراهه ها حالت شاخه درختی پیدا کرده اند. در مجموع حوضه آبریز طرح خشن و زخم و بسیار ناهمواری دارد. در حوضه آبریز، سازند های زمین شناسی متعددی رخنمون دارند که با توجه به سن آنها و بر اساس شکل زمین شناسی (رسم توضیحی 1) نشان داده شده است.

4-1- آبهای زیر زمینی

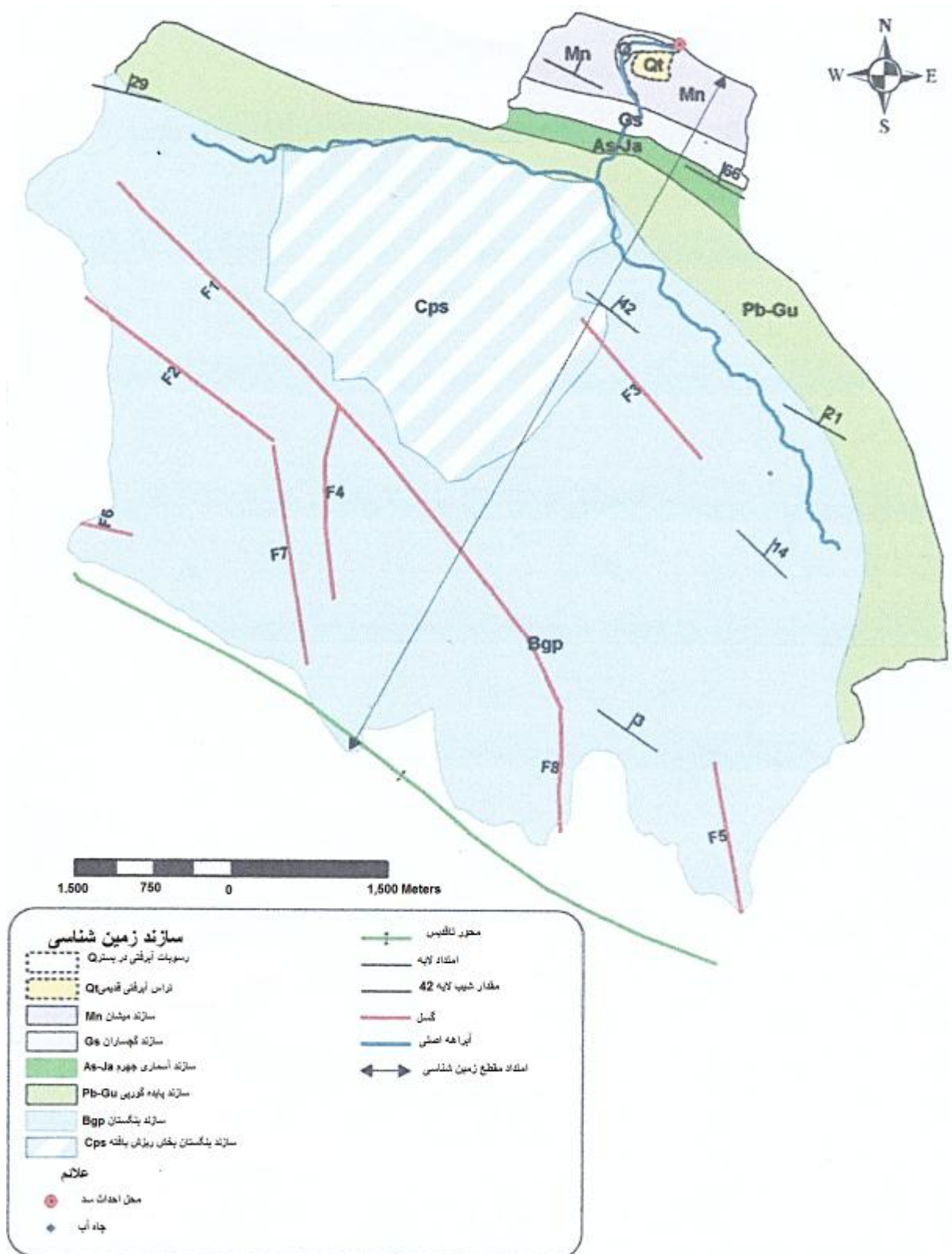
بررسی آمار 28 ساله بارندگی منطقه و همچنین بررسی منابع آب زیر زمینی، به ویژه قنات پسبند نشان داد که در حوضه پسبند ذخایر آب زیر زمینی قابل ملاحظه ای وجود دارد. در منطقه مورد مطالعه یک رشته قنات به نام قنات پسبند وجود دارد که که میزان آبدهی فعلی آن حدود 10 لیتر بر ثانیه است. بر اساس اظهارات افراد مطلع محلی سابقه این قنات به بیش از 200 سال می رسد. بررسی های صحرایی و آثار سازه های آبی باقیمانده از آن زمان نشان می دهد که میزان آب دهی قنات مذکور چندین برابر وضعیت فعلی بوده است.



منابع آب زیرزمینی در حوضه ابتدا در آبخوان کربناته هستند، پس از تخلیه از این آبخوان ها، منابع آب از طریق سفره آبرفتی به پایین دست جایگاه سد یعنی دشت اشکنان منتقل می گردند. در ابتدای این مسیر، آب دارای تیپ کربناته کلسیک خواهد بود و با توجه به مسیر انتقال آب از آبخوان کربناته تا دشت اشکنان یا آب شور، تغییرات تیپ آب یک روند عادی محسوب می شود.

2- انتخاب محل سد

بررسی های زمین شناسی و هیدرولوژی منطقه آشکار ساخت که در حوضه دره قنات پسند می توان با مکان یابی و احداث سد زیرزمینی، جریان آب زیر زمینی را کنترل و ذخیره نمود. انتخاب محل برای احداث سد در طول آبراهه اصلی دره قنات پسند، بر پایه مشخصات پی سنگ، و تغییرات مورفولوژی، عمق رسوبات، تخلخل موثر و شیب رودخانه صورت میگیرد و محل های تجمع رسوبات شناسایی و مشخص می گردند.





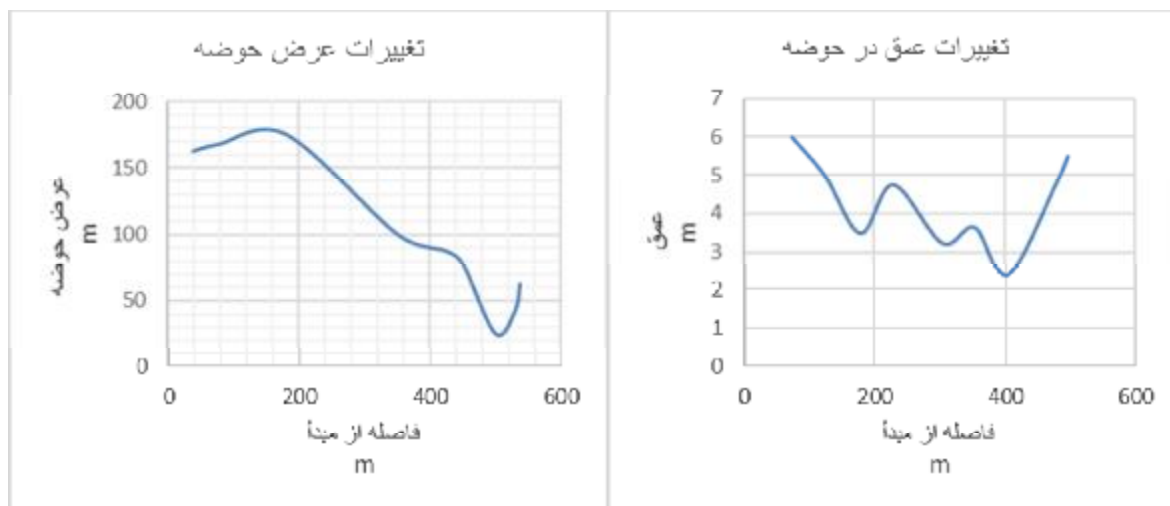
رسم توضیحی 1 شکل زمین شناس حوضه آب ریز سد زیرزمینی پسند (برگرفته از شکل 1/250000 جنوب شرق فارس - شرکت ملی نفت ایران)

2-1- خصوصیات پی سنگ

وجود یک پی سنگ متراکم و غیر قابل نفوذ از شرایط اساسی برای احداث سد زیر زمینی است (فیکل، 1978؛ اماکی، 1983). نقشه زمین شناسی منطقه، پیمایش های صحرایی و بررسی برونزدها نشان داد که حوضه پژوهش بر روی پی سنگ اغلب مارنی قرار دارد. محور سد بر روی سازند میشان قرار دارد و بر اساس رقوم تراز آب حداکثر در مخزن سد، میزان پس زنی آب از محل محور در حدود 600 متر خواهد بود. این در حالی است که از محل محور سد تا حدود یک کیلومتر بالا دست آن آبراهه بر روی سازند میشان قرار دارد. لذا بررسی سنگ بستر در این قسمت از آبراهه اصلی مورد توجه قرار خواهد گرفت. از نظر سنگ شناسی جنس سنگ بستر در فاصله 600 متری بالا دست محور سد شامل مارن و آهک رسی می باشد. بخش عمده این نهشته ها را سنگ های مارنی تشکیل می دهد. این سنگ ها جزء سنگ های نرم به حساب می آیند. با توجه به نتایج آزمایش های گزارش مطالعات ژئوتکنیک (RQD) کاهش رقم کیفیت سنگ در عمق های کم نتیجه تاثیر هوازدگی است اما در عمق های زیاد ناشی از تاثیر سطوح لایه بندی می باشد و با توجه ماهیت مارنی سنگ کف، حاصل هوازدگی، رسوبات ریز دانه رسی خواهد بود. این رسوبات اگرچه نسبت به رسوبات درشت تر ممکن است تخلخل بیشتری داشته باشند، ولی به علت تراوایی کم، ضریب قابلیت انتقال نیز قابل توجه نیست.

2-2- خصوصیات آبرفت

عرض بستر فعلی در طول مسیر آبراهه در امتداد سطح تراز و در جهت عمود بر جریان بستر اندازه گیری شد و در دیاگرام (شکل 3) ترسیم گردید. حداکثر بازشدگی، عرض رودخانه 180 متر و در فاصله 150 متری از مبدأ می باشد و حداقل 22 متر در محل تنگه خروجی، در فاصله 500 متری از مبدأ است. تغییرات عمق رسوبات آبرفت رودخانه در بستر فعلی با استفاده از چاه های حفر شده، برشها و سونداژها در طول آبراهه اصلی اندازه گیری و یا تخمین زده شد. حداکثر عمق 6 متر در مبدأ و 5.5 تا 6 متر در فاصله 500 متری از مبدأ و در قسمت خروجی حوضه است و حداقل عمق 2.2 مترو در فاصله 400 متری از مبدأ می باشد. دیاگرام (شکل 2)، پروفیل تغییرات عمق آبرفت را در رودخانه اصلی را نشان می دهد.



شکل- 2 نمودار تغییرات عمق آبرفت در آبراهه اصلی دره حوضه پسبند شکل- 3 نمودار تغییرات عرض دره حوضه پسبند در امتداد آبراهه اصلی

3-2- تغییرات شیب بستر

با استفاده از پروفیل طولی رودخانه یا آبراهه اصلی می توان شیب رودخانه یا آبراهه را در هر نقطه از مسیر مشخص نمود و با داشتن شیب رودخانه می توان سرعت جریان آب و در نتیجه قدرت تخریبی آب را تخمین زد. عامل شیب و تغییرات آن، یکی از عوامل اساسی برای ارزیابی شرایط مخزن و حجم رسوبات موجود در مسیر رودخانه است. پارامتر شیب در مناطق مختلف رودخانه بر روی بستر فعلی اندازه گیری شد. شیب خالص رودخانه عبارت است از شیب خطی که مساحت مثلث ایجاد شده از آن با مساحت زیر منحنی پروفیل طولی آبراهه برابر باشد در حالی که شیب ناخالص رودخانه نسبت بین اختلاف ارتفاع بلندترین و پایتترین نقطه رودخانه به طول رودخانه است. شیب خالص حوضه 7 درصد و شیب ناخالص حوضه مورد مطالعه 8.2 درصد محاسبه شده است.

4-2- تخلخل رسوبات

تخلخل موثر رسوبات رودخانه از پارامترهای مهمی است که در ذخیره سازی و عبور جریان آب زیرسطحی نقش اساسی دارد (برگر و بومنان، 1970؛ ویپلینگر 1974؛ ایریک و پترسون، 1998). با انجام آزمایش های نفوذپذیری، ضریب هدایت هیدرولیکی خاک (K) اندازه گیری شده است و با کمک این ضریب، قابلیت انتقال آب در رسوبات برآورد می گردد. رسوبات آبرفتی به طور متوسط دارای ضریب هدایت هیدرولیکی (4-10) سانتیمتر بر ثانیه می باشند اما ویژگی دیگر این رسوبات که بایستی برآوردی از آن ارائه شود، تخلخل آنها می باشد. با توجه به ضریب هیدرولیکی رسوبات آبرفتی در جایگاه سد پسبند، مقدار تخلخل این رسوبات به طور خوش بینانه 20 درصد برآورد می گردد.

5-2- انباشتگی رسوبات در طول رودخانه



شناخت مناطقی که دارای حداکثر ضخامت، تخلخل و انباشتگی رسوبی هستند، می توانند به عنوان مناطقی که دارای حداکثر ظرفیت ذخیره سازی آب زیر سطحی است به حساب آیند. همچنین با توجه به میزان تخلخل موثر و میزان نفوذپذیری این نقاط ارزیابی شدند. همچنین، برای تعیین موقعیت هایی که در آن انباشتگی رسوبی وجود دارد، با مقایسه دیاگرام های تغییرات عمق -عرض، شیب در پروفیل طولی آبراهه دو نقطه را در طول مسیر رودخانه در پروفیل های (I) و (C) که دارای بیشترین همبستگی در بین پارامترهای مورد نظر هستند و به عنوان گزینه های دو گانه انتخاب و پیشنهاد گردیدند .

2-6- حجم آب قابل استحصال

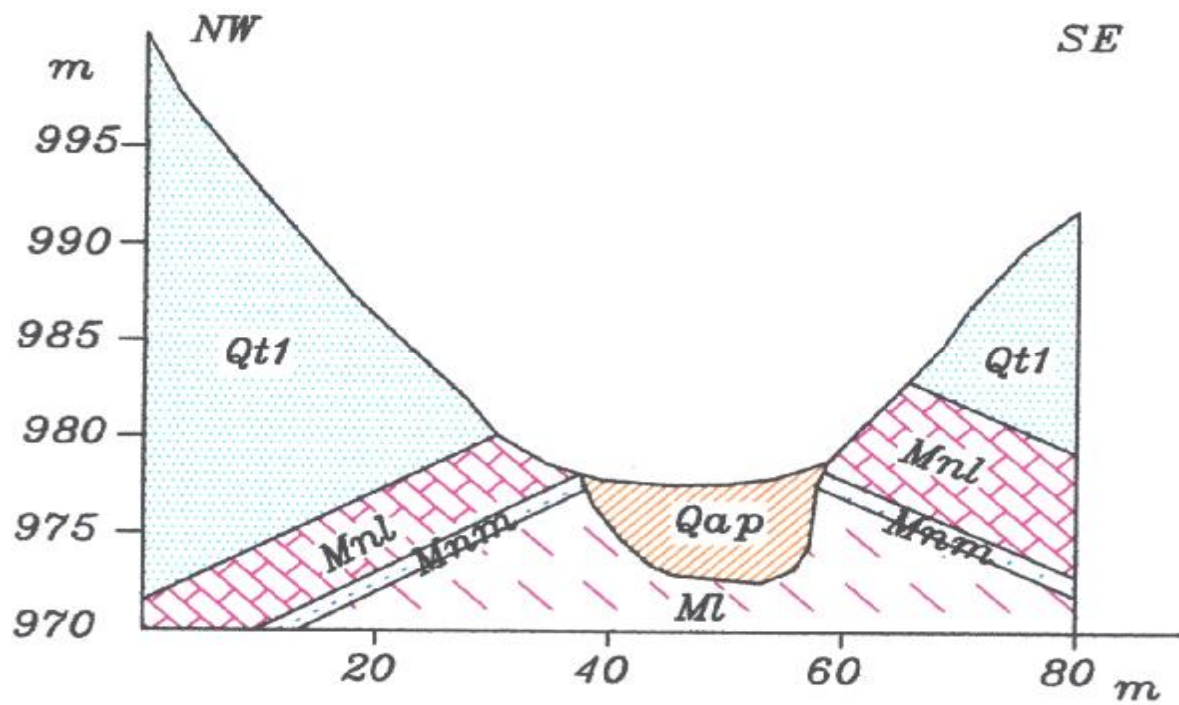
مطالعات هواشناسی و هیدرو لوژی نشان می دهد در طی دوره آماری به طور متوسط در هر سال دو بار میزان بارندگی در حدی بوده که روان آب قابل توجهی در آبراهه مورد مطالعه جریان میابد . حجم فضای خالی بین دانه های رسوبات در محدوده مخزن حدود 50000 متر مکعب بر آورد شده است . بطور متوسط در هر سال حدود 350000 متر مکعب آب از محدوده مخزن سد قابل استحصال خواهد بود .

3- انتخاب ساختگاه محورسد

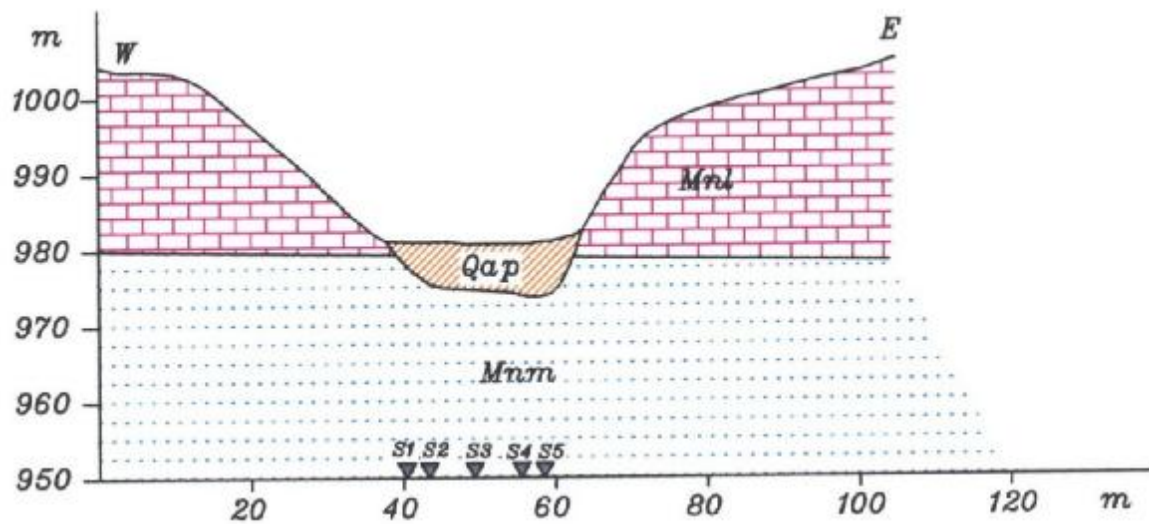
بررسی های زمین شناسی، توپوگرافی، هیدروژئولوژیک و ساختمانی حوضه نشان داد که در طول مسیر رودخانه، محل های مناسبی وجود دارد که میتواند به عنوان گزینه مناسب برای احداث سد زیر زمینی پیشنهاد گردد. در بررسی های انجام شده مشخص شد، حداقل در دو محل تجمع شنی مشاهده می گردد و به عنوان گزینه های نهایی به ترتیب از سراب به پایاب حوضه نام گذاری شدند.

محل گزینه (C) در مختصات $x=775266$ و $y=3004801$ و محل گزینه (I) در فاصله 20 متری گزینه (C) به سمت پایاب میباشد.

با توجه به این که هر سه نوع لیتولوژی سنگ بستر (آهک، سنگ مارن و آبرفت ها) جهت احداث محور، پتانسیل کافی برای تحمل وزن سد را دارند، انتخاب محل محور در امتداد برش زمین شناسی (C) و یا (I) از جهت ظرفیت باربری سنگ پی تفاوت زیادی ندارند .



شکل 1: مقطع عرضی از محور (C)



شکل 4: مقطع عرضی از محور (I)



نتیجه گیری:

باتوجه به آنکه سنگ کف در امتداد مقطع (I) نسبت به مقطع (C) در عمق بیشتری قرار دارد، احداث سد در مسیر (I) حجم عملیات اجرایی بیشتری را نیاز دارد. از طرف دیگر احداث سد در مسیر (I) مستلزم احداث سدی با طول بیشتر است زیرا در این امتداد عرض آبراهه حداقل 8 متر افزایش یافته است. این پدیده نیز موجب افزایش حجم عملیات اجرایی می شود. فاصله محور (I) تا محور (C) 20 متر می باشد با توجه به شیب کم سطح زمین (کمتر از یک درصد) در این فاصله، حجم مخزن تفاوت قابل توجهی نخواهد داشت. فاصله مذکور حجم مخزن را در حدود 400 متر مکعب افزایش می دهد. موضوع دیگر در خصوص تفاوت این دو محور، آب بندی پی و کوله ها می باشد. در صورتی که احداث سد در امتداد محور (C) یعنی سد بر روی سنگ پی مارنی (Marlstone) باشد، کوله ها نیز بر روی سنگ مارن بنا خواهد شد و قسمت فوقانی کوله ها در تماس با سنگ آهک قرار می گیرد. درحالیکه در صورت احداث سد در امتداد محور (I) سد بر روی سنگ آهک ها ساخته خواهد شد و سنگ پی در زیر محور و در کوله ها سنگ آهک می باشد. انتظار می رود که کوله ها تا نزدیک سطح زمین در تماس با سنگ آهک باشند. احداث سد در امتداد محور (I) موجب می شود تا لایه آهک در سنگ پی و بالادست سد قرار گیرد. در این صورت منابع آب موجود در این لایه آهکی در محدوده مخزن تخلیه می گردند. ضمن آنکه پس از احداث سد و بالارفتن سطح آب در مخزن سد، این احتمال وجود دارد که آب دریاچه در مرز شمالی مخزن با آهکها در تماس قرار گیرد در این صورت احتمال تخلیه آب از طریق لایه آهکی وجود دارد.

بنابر این احداث سد در محور (I) فرار آب از طریق آهک ها را محدود می کند اما چنانچه در امتداد مسیر (C) بدنه سد اجرا گردد، بدیهی است که لایه آهکی در پایین دست محور قرار خواهد گرفت. در این صورت منابع آب موجود در این لایه ها در پایین دست تخلیه می شوند. اینکه منابع آب احتمالی موجود در لایه های آهکی چقدر است و یا با آب گیری سد چقدر افزایش خواهد یافت به درستی روشن نیست. بنابراین دو محور (I) و (C) به ترتیب به عنوان اولویت های اول و دوم برای اجرای سد زیر زمینی پسند معرفی می شود.

قدر دانی



بدین وسیله نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند تا از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی استان فارس به خاطر در اختیار گذاشتن اطلاعات مورد نیاز برای انجام این تحقیق تشکر و قدردانی نمایند .

منابع :

- داوودی م.، (1380). "مدیریت و استحصال آب به کمک سدهای زیر زمینی" مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، صفحه 12.
- حیدری ح.، (1378). "طرح احداث سدهای زیرزمینی" همایش توسعه و عمران گناباد، صفحه 14.
- سعادت م.، (1381). "تعیین شاخص های مکان یابی برای سد زیرزمینی و شبیه سازی مدل ریاضی" دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحه 165 – 166.
- طباطبای یزدی ج.، لشکریان س. (1382). "سدهای آب زیرزمینی برای تأمین آب در مقیاس کوچک" سازمان تحقیقات آموزش کشاورزی، صفحه 16.
- گزارش مطالعات ژئو تکنیک سد زیرزمینی پسند لامرد استان فارس – مهندسين مشاور زمین کاوان جنوب بهار 89.
- افکار م.، لشکری پور غ.، غفوری م.، طباطبایی یزدی ج.، و اردلان زاده آ.، (1389). "استفاده از عکسهای ماهواره‌ای برای انتخاب سایت های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی (مطالعه موردی استان خراسان جنوبی)"، چهاردهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران و بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین.
- مر آتی ا.، غفوری م.، لشکری پور غ.، و قهرمانی ن.، (1389). "بررسی سد زیرزمینی ایبورد"، چهارمین همایش زمین شناسی دانشگاه پیام نور .
- Asmaci, Y. (1983). "Underground dams for ground – water development international water well exposition", ST Louis, USA , 13-14 Sept. 1983.
- Baurne, G. (1984). "Trap-dams: artificial sub-surface storage of water", water international, Vol. 4, No.1, pp.2-9.
- Burger, S.W and Beaumont R.D. (1970). "Sand storage dams For water conservation", Convention :Water for the future, water year 1970 , Republic of South Africa 9 pp.
- Dillon, P. 2001. "Underground dam for storing ground Water", Innovation stories Innovation 20-22 Feb. 2000 Australia.
- Dillon, P. 2000. "Underground dam, the way of the Future", CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) Land & water, Innovation Australia.
- Beaumont, R.D and Kluger, J.W. (1973). "Sedimentation in reservoirs as a means of water conservation", IAHR congress, Istanbul, 3-7 Sept. 1973, pp.A28-1-A28-6(211-216).
- Erik, N and Peterson, K. (1997). "Water from sand-river", 23rd WEDC (Water Engineering & Development center) Conference, J Water Resources, pp.394-396.
- Finkel & Finkel Ltd. (1978). "Underground water storage in Iran", Haifa, Israel.
- Majidi, B. (1981). "The ultrabasic lava flow of Mashhad north east Iran", Geological Magazine, vol.118, pp.49-58.
- Nilsson, A. (1988). "Groundwater Dams for Small-Scale Water Supply", Intermediate Technology Publications, London.
- New comb R.C. 1961. "Storage of ground water behind sub-surface dams in the Columbia River basalt, Washington, Oregon and Idaho", Us. Geological Survey, 25 Dec. 1961 Washington.
- Wipplinger, O. (1974). "Sand storage dams in South-West Africa", Die siviele ingeniear in suid- Africa April 1974, pp. 135-136.