حسین حیدری: مجتمع آموزش عالی جهاد کشاورزی خراسان رضوی واحد علوم و تحقیقات – گروه تخصصی زمین شناسی
سهراب شهریاری: دانشیار دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه زمین شناسی
H. Haidari
S. Shahryari
E.mail: Haidari_h@yahoo.com
شماره مقاله: ۸۱۲
شماره صفحه پیاپی ۱۶۹۰۸-۱۶۹۲۸

مکان یابی سد زیر زمینی درحوضه رودخانه گرماب «ایستگاه تحقیقات گلستان»

چکیده:

مکان یابی سد زیرزمینی درحوضه رودخانه فصلی گرماب در محل ایستگاه تحقیقات گلستان انجام گردید. این طرح به منظور بررسی و شناخت مکان‌های مناسب برای احداث سد زیر زمینی، با هدف کنترل و ذخیره سازی جریان آب زیر سطحی رودخانه، به منظور تامین آب مورد نیاز ایستگاه و عرصه‌های تحقیقاتی پژوهشگران، اجرا شد. این تحقیق برپایه مطالعه اسناد، منابع، پژوهش‌های صحرایی، حفاری و نمونه برداری از آب وخاک و انجام آزمایش‌های لازم به انجام رسید. بررسی گسترش برونزدهای سنگی حوضه، وجود پی سنگ نفوذ ناپذیر میکاشیست را نشان دادکه در حوضه باعث هدایت جریان زیر سطحی بر روی آن گردیده و عامل اصلی تغذیه چشمه‌های گرماب با دبی متوسط ۸/۵ لیتر بر ثانیه در انتهای خروجی حوضه است. مکان یابی ساختگاه برپایه میزان آب زیر سطحی و محل‌های مناسب برای تشکیل مخازن طبیعی آب در طول آبراهه اصلی و بر اساس خصوصیات پی سنگ، تغییرات حجم آبرفت، تخلخل موثر و شیب بستر صورت گرفت. این بررسی‌ها نشان داد که انباشتگی رسوبی در طول رودخانه اصلی در سه محل مشاهده می‌گردد. این سه نقطه به‌عنوان گزینه‌های پیشنهادی به شکلی دقیق‌تر بررسی شد و بر اساس درجه اهمیت، اولویت بندی و برای اجرا پیشنهاد شدند؛ به‌طوری‌که حجم آب

Archive of SID
www.SID.ir

قابل کنترل و ذخیره‌سازی در گزینه‌های I، II، III به ترتیب ۱۴۷۰۰۰، ۱۵۸۴۰۰، ۱۹۶۰۰۰ متر مکعب در سال محاسبه گردید. بهره برداری، کنترل و ذخیره سازی آب در مخازن این سدهامی تواند مشکل کمبود آب در ایستگاه را برطرف سازد.

واژه‌های کلیدی: سد زیر زمینی، انتخاب ساختگاه، مکان یابی، ذخایرشنی، رودخانه گرماب

مقدمه:

منابع آب کافی یکی از ارکان اصلی توسعه و پیشرفت هر منطقه است و همواره توسط ارگانهای مسؤول برای بهبود وضعیت و مدیریت بهینه آن تلاش می‌گردد(نیلسون،۱۹۸۸، داوودی،۱۳۸۰).حوضه رودخانه فصلی گرماب، واقع در جنوب غرب شهرستان مشهد درمختصات جغرافیایی ۲۵ً ۵۹ ° تا ۳۰ً ۵۹ ° طول شرقی و ۱۵ ° ۳۶ تا ۲۰ً ° ۳۶ عرض شمالی قرار دارد. این حوضه با متوسط بارندگی ۲۴۰ میلیمتر درسال فاقد رواناب سطحی است. وجود چشمه‌ها و قنات متروک، پوشش گیاهی در طول بستر رودخانه و دبی خروجی معادل ۸/۵ لیتر در ثانیه از چشمه‌های گرماب در ا نتهای خروجی حوضه مؤید وجود جریان آب زیر سطحی در رودخانه است (حیدری، ۱۳۸۳).

هدف از این پژوهش، بررسی و مکان یابی موقعیت‌های مناسب برای احداث سد زیر زمینی، به منظور کنترل و ذخیره سازی جریان آب زیر سطحی در طول رودخانه اصلی است. بدیهی است که تا مین آب مورد نیاز ایستگاه تحقیقات گلستان، توسعه پوشش گیاهی در بستر رودخانه و جلوگیری از فرسایش از اهداف دیگر تحقیق است.

سدهای زیرزمینی درکشورهای مختلفی، مانند: ژاپن، برزیل، چین، کنیا و.. مورد پژوهش و اجرا قرار گرفته است(نیلسون، ۱۹۸۳؛ طباطبایی یزدی، ۱۳۸۲). دستاوردهای علمی تحقیقاتی و اقتصادی این طرح‌ها با توجه به اهمیت آب در منا طق خشک ضرورت مطالعه و اجرای آن در کشورها و از جمله ایران را آشکار می‌سازد. مشکل کم آبی در

Archive of SID

www.SID.ir

بسیاری از مناطق خشک ونیمه خشک کشور بـه رغـم تلاشـهای زیـاد همچنـان رو بـه گسترش است. با مطالعه و اجرای سدهای زیرزمینی، بـه ویـژه در منـاطق کـم آب، نـه تنهامی توان برمشکل کمبود آب چیره شد، بلکه می‌توان با ذخیره سـازی آب در مخـزن سد و در هنگام نیاز از آن استفاده کرد (حیدری، ۱۳۷۸؛ طباطبایی یزدی، ۱۳۷۹؛ دولـین، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱). ایستگاه تحقیقات گلستان دارای عرصه‌های مناسبی است که به علت نبود آب از آن به شکل مناسبی بهره برداری نمی‌شود، در حالی که مقدار آب زیرسطحی قابل ملاحظه ای از طریق چشمه‌ها از این حوضه خارج می گردد.

دستیابی به منطقه پژوهش از طریق جاده وکیل آباد – طرقبه از محل روستای گلستان به طرف ایستگاه تحقیقات گلستان و همچنین، از طریق جاده خـاکی مجـاور کوهسـتان پارک شادی و روستای نودره در جنوب کوی آب و برق مشهد امکان پذیر است.

مواد و روش‌ها

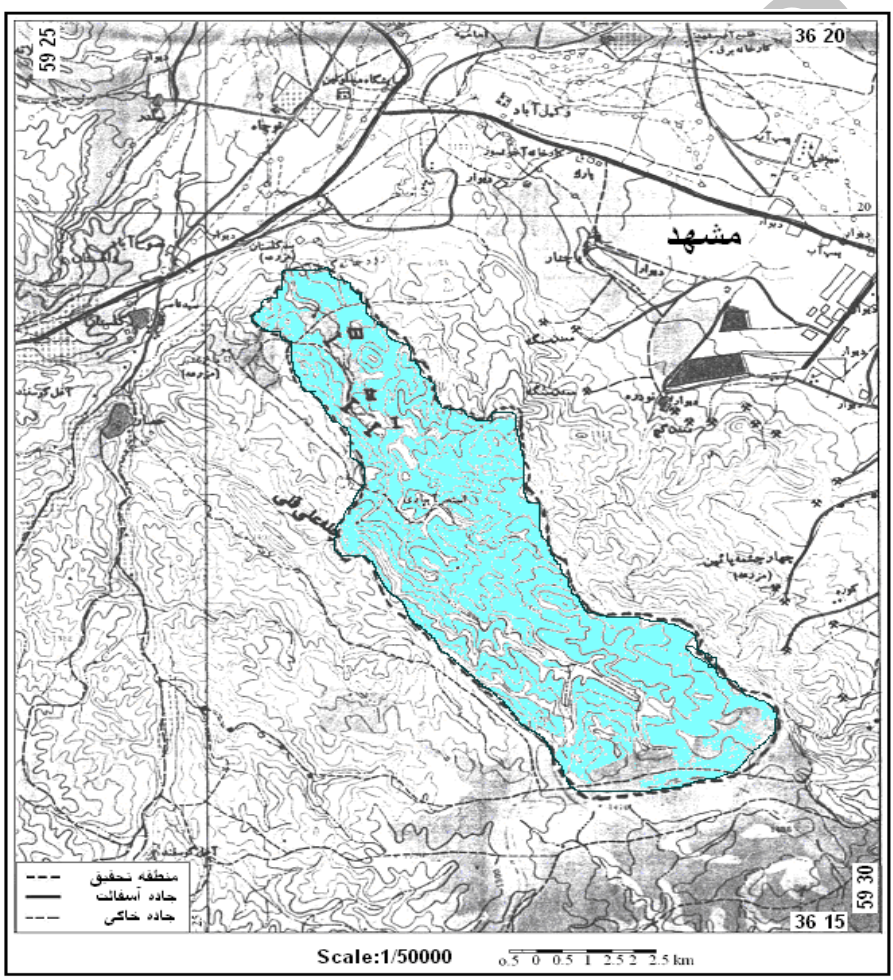
توپوگرافی حوضه:

توپوگرافی مناطق، یکی از شاخص‌های اصلی برای ارزیابی و انتخاب محل سـاختگاه سدهاست (سعادتی، ۱۳۸۱). مورفولـوژی رود خانـه‌هـا درطـول بسـترخود بـا تغییـرات توپوگرافی زیادی همراه هستند. تغییرات عرض و شیب بستر از پارامترهای مهـم هسـتند (بـرن، ۱۹۸۴؛ کـریس، ۱۹۹۷؛ کاسـتن تینـو، ۱۹۹۹). در تصـاویر مـاهواره‌ای و نقشـه توپوگرافی منطقه، حوضه کشیده است و با ضریب شکل ۲ ۳/۰در جهـت شـمال غـرب گسترش دارد. حداقل ارتفاع در انتهای خروجی و حداکثر ارتفـاع در سـراب حوضـه بـا استفاده از GPS برابر ۱۱۰۰ و ۱۵۵۰ متر از سطح دریا اندازه گیـری شـد. متوسـط ارتفـاع حوضه ۱۲۰۰ متر از سطح دریا و شیب متوسط در آبراهه اصلی۲/۵٪ به سمت شمال غرب است. بررسی‌های توپوگرافی در طول آبراهه اصلی نشـان داد کـه عـرض رودخانـه بـا تغییرات زیادی همراه است و در طول مسـیر، بازشـدگی و جمـع شـدگی در دو جنـاح مشاهده می‌گردد، به‌طوری‌که حداکثر بازشدگی در میانه رودخانـه بـه عـرض۸۵ متـر و

Archive of SID

www.SID.ir

کمترین آن در انتهای خروجی به کمتر از ۵ متر می‌رسد. طول آبراهه اصلی بالغ بر۷ کیلومتر است و با شیب بستر از ۱٪ تا ۴٪ در جهت شمال غرب با تغییر جهاتی به میزان۱۵ ± درجه نسبت به جهت متوسط و اصلی رودخانه همراه است. شکل۱: نقشه توپوگرافی و موقعیت حوضه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- نقشه توپوگرافی، موقعیت جغرافیایی و راه‌های دستیابی به ناحیه پژوهش

www.SID.ir

آب و هوا:

وضعیت آب و هوایی منطقه بر اساس آمار۲۰ ساله بررسی شد. نوع اقلیم ناحیه بر اساس روش آمبرژه، نیمه خشک سرد است. توده‌های هوا و سیستم‌های باران زایی منطقه عبارتند از:

۱- توده‌های غربی (مدیترانه‌ای)؛

۲- توده‌های شرقی (پرفشار سیبری)؛

۳- توده‌های شمالی، شمال شرق.

بیشترین بارندگی در منطقه هنگامی رخ می‌دهد که منطقه پژوهش در مرز برخورد توده‌های غربی مرطوب و توده‌های شرقی سرد قرار می‌گیرد. برف، باران، تگرگ و شبنم از جمله بارش‌های متداول منطقه است. متوسط میزان بارندگی بر اساس ایستگاه باران نگاری مشهد در یک دوره آماری ۲۰ ساله برابر۲۴۰و تبخیر ۲۸۰۰ میلیمتر اندازه گیری شده است. متوسط درجه حرارت سالیانه حدود ۱۵ درجه و رطوبت نسبی از۷۰ % در زمستان تا۴۰ % در تابستان، متغیر است.

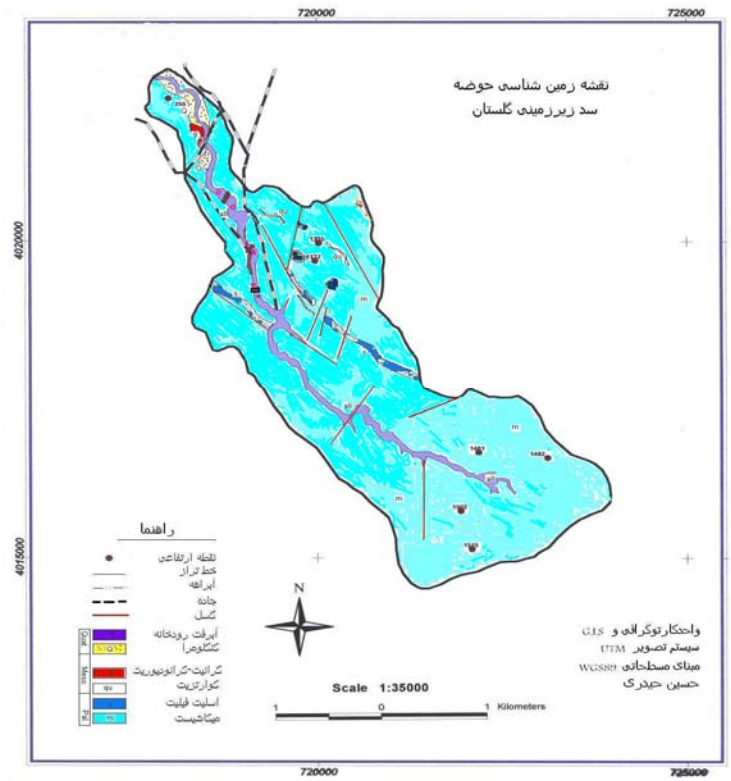
زمین شناسی:

حوضه رودخانه گرماب بر روی پی سنگ دگرگونی واقع شده است. این پی سنگ به پهنه بینالود واقع در شمال شرق ایران متعلق است. بررسی سنگ‌های دگرگونی ناحیه به همراه حوادث تکتونیکی نشان داده است که رسوبات اولیه متعلق به قبل از رخدادهای تکتونیکی و دگرگونی ناحیه است. شواهد صحرایی و آنالیزهای که بر روی سنگ‌های گرانیت کوهسنگی انجام شده، سنی معادل ۱۶۵ میلیون سال را نشان داده است. بنابراین، سن رسوبات قبل از دگرگون شدن، متعلق به پرمین تا تریاس می باشد. این رسوبات تحت تاثیر رخدادهای تکتونیکی، کوهزایی قرار گرفته و با نفوذ پلوتونیسم در جنوب مشهد رخساره‌های سنگ‌های دگرگونی مجاورتی در اطراف آن تشکیل شده است. بیشترین سنگ‌های تشکیل دهنده پی سنگ حوضه میکاشیست، کوارتزیت، مرمر، اسلیت

Archive of SID

www.SID.ir

و فیلیت‌ها هستند(مجیدی، ۱۹۸۱). بافت این سنگ‌ها دانه ای متراکم و دارای تورق و شیستوزیته است. برروی پی سنگ، رسوبات جوان آبرفتی متعلق به کواترنر و عهد حاضر قرار دارد که با دگر شیبی بر روی پی سنگ دگرگونی قرار گرفته است. حوضه پژوهش متاثر از حرکات گسل‌های سنگ بست- شاندیز و تراست بینالود است. گسترش ساختارهای تکتونیکی در جهت شمال غرب – جنوب شرق بوده، شواهد صحرایی نشان داد که منطقه تحت تاثیر استرس‌های فشاری تکتونیکی در راستای شمال شرق – جنوب غربی است. بررسی‌های زمین شناسی حوضه در برونزدهای سنگی با توجه به بافت و ساختمان سنگ‌ها و آبرفت، عامل منفی را ظاهر نساخته است. شکل ۲ نقشه زمین شناسی منطقه را نشان می دهد.



شکل۲ : نقشه زمین شناسی منطقه پژوهش(حیدری، ۱۳۸۳)

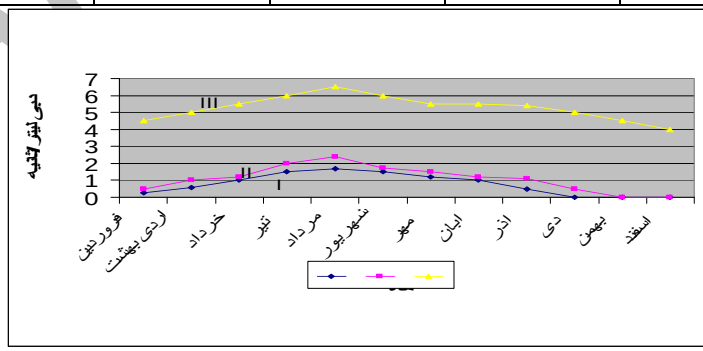
www.SID.ir

آب‌های زیر زمینی:

بررسی آمار ۲۰ ساله بارندگی منطقه و همچنین بررسی منابع آب زیر زمینی، به ویـژه چشمه‌ها نشان داد که در حوضه گرماب ذخایر آب زیر زمینی قابـل ملاحظـه ای وجـود دارد. چشمه گرماب با دبی متوسط ۸/۵ لیتر بر ثانیه در انتهای خروجی حوضـه، یکـی از منابعی ا ست که از آب زیر سطحی حوضه تغذیه می‌گردد و تنها میزان آب خروجـی از آن بالغ بر ۲۰۰۰۰۰ متر مکعب در سال است. این بررسی‌ها نشان داد که آب زیر سطحی بر روی پی سنگ و در فضاهای بین ذرات رسوبات آبرفت رودخانـه و بخشـی از آن در درز و شکاف‌های پی سنگ، در مسیر بستر فعلی رودخانه در جریان است . عمق آب زیر زمینی در طول آبراهه اصلی از صفر در محل چشمه گرماب تا ۷ متـر در محـل ایسـتگاه تحقیقات گلستان متغیر است. میزان آبدهی چشمه‌ها به طور مـنظم در هـر هفتـه انـدازه گیری و متوسط ماهیانه و سالانه محاسبه شد. جدول ۱ و شکل ۳ نمودار تغییرات دبـی در سه چشمه حوضه و تصویر ۱ سطح آب زیر زمینی را در گزینه ۱ نشان می دهد.

جدول ۱: آبدهی چشمه‌های گرماب در سال‌های۸۲ تا ۸۵ (حیدری،۱۳۸۳)

سال	I M3	II M3	III M3	جمع M3
1382	28512	27864	163814	210190
1383	38470	32680	184938	256088
1384	28765	26547	173543	228855
1385	18465	15683	153864	188012



شکل۳ : نمودار تغییرات دبی در سه چشمه I، II ,III

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایش‌های انجام شده بر روی نمونه‌های آب نشان داد که کیفیت آب مناسب بوده، و EC از ۱۲۰۰ تا ۲۲۰۰ mμ تغییر می‌کند. منابع آلوده کننده در مسیر مشاهده نگردید. جدول ۲ آنالیز کیفیت آب چشمه‌های گرماب را در ۳ محل خروجی نشان می‌دهد.

تصویر ۱: سطح آب ریر زمینی در گزینه ۱

- انتخاب محل سد:

بررسی‌های زمین شناسی و هیدرولوژی منطقه آشکار ساخت که در حوضه گرماب می‌توان با مکان یابی و احداث سد زیرزمینی، جریان آب زیر زمینی را کنترل و ذخیره نمود.

جدول ۲- آنالیز کیفیت آب چشمه‌های گرماب III, II, I

ON	Description	Deth	ph	EC× 10^{-6}	Sam cation	Sam anion	SAR
I	Garmab.R	0	7.6	1270	12.8	12.6	2.53
II	"	0	7.4	1773	17.0	16.7	0.62
III	"	0	7.5	2297	23.0	22.6	2.04

Archive

www.SID.ir

انتخاب محل برای احداث سد در طول رودخانه اصلی گرماب، بر پایه مشخصات پی سنگ، و تغییرات مرفولوژی، عمق رسوبات، تخلخل موثر و شیب رودخانه صورت گرفت و محل‌های تجمع رسوبات شناسایی و مشخص گردید. این مناطق به‌عنوان گزینه‌های پیشنهادی مطرح شدند و تحقیقات بیشتری بر روی آنها انجام گرفت.

- **پی سنگ نفوذ ناپذیر**

وجود یک پی سنگ متراکم وغیر قابل نفوذ از شرایط اساسی برای احداث سد زیر زمینی است (فیکل ۱۹۷۸؛ اماکی۱۹۸۳). نقشه زمین شناسی منطقه، پیمایش‌های صحرایی و بررسی برو نزدها نشان داد که حوضه پژوهش بر روی پی سنگ دگرگونی قرار دارد. ساخت این سنگ‌ها متورق، توده‌ای و لایه لایه است و بافت دانه ریز تا متوسط و دانه درشت در آنها مشاهده می‌گردد. مهمترین سنگ‌های دگرگونی ناحیه به ترتیب فراوانی عبارتند از: میکاشیست اسلیت، فیلیت، کوارتزیت، مرمر، آمفیبولیت و گنایس. پیوستگی سنگ‌ها توسط گسل‌ها قطع گردیده و در مناطق زیادی گسترش سیستم‌های درزه در آنها موجب قطع شدگی و گسست سنگ‌ها شده است. ساختارهای غالب در این سنگ‌ها چین‌های متعدد است که در راستای شمال غربی – جنوب شرقی گسترش دارند.

میزان نفوذ پذیری در این سنگ‌ها بر اساس نتایج به دست آمده در نمونه‌های سالم و بدون هوازده 10^{-6} m/s و در نمونه‌های هوازده 10^{-4} m/s است. بدیهی است که در محل سیستم درزه و شکاف‌های پی سنگ نفوذپذیری بالا بوده و باید مورد توجه قرار گیرد.

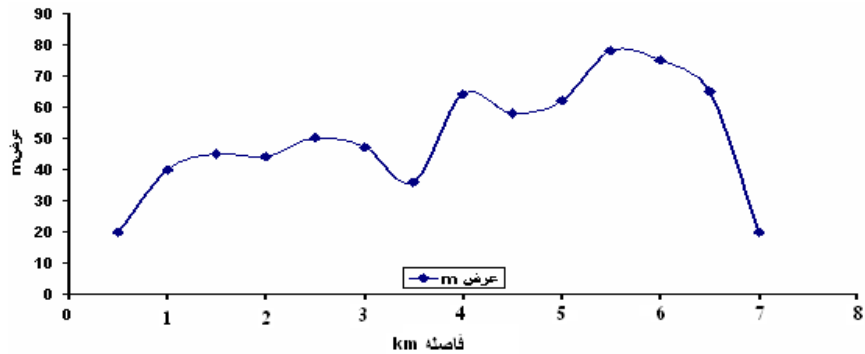
- تغییرات عرض وعمق رسوبات رودخانه در طول آبراهه اصلی

در طول آبراهه اصلی رودخانه دو پارامتر عرض و عمق اندازه گیری شد. عرض بستر فعلی در طول مسیر رودخانه در امتداد سطح تراز و در جهت عمود بر جریان بستر اندازه‌گیری شد و در دیاگرام شکل ۴ ترسیم گردید. حداکثر بازشدگی، عرض رودخانه

Archive of SID

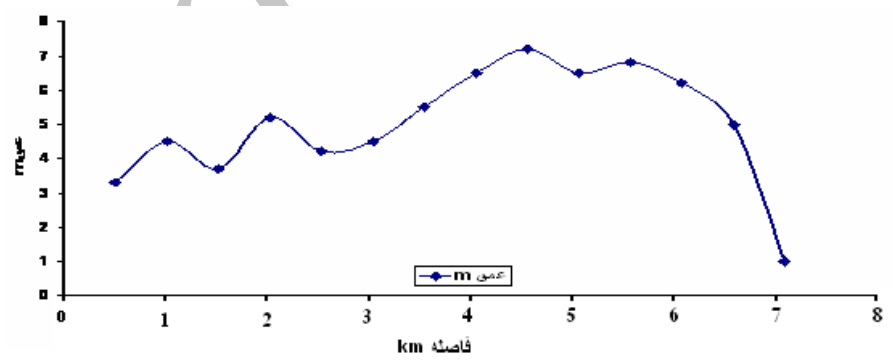
www.SID.ir

۸۵ متر، در فاصله۵/۵ کیلومتر و حداقل ۶ متر در محل تنگه خروجی، در فاصله ۷ کیلومتر از مبدا است.



شکل ۴- نمودار تغییرات عرض رودخانه گرماب گلستان در امتداد آبراهه اصلی

تغییرات عمق رسوبات آبرفت رودخانه در بستر فعلی توسط چاه‌های حفرشده، ترانشه‌ها و برش‌ها در طول آبراهه اصلی اندازه گیری و یا تخمین زده شد. حداکثر عمق مربوط به محل گزینه،III ۶/۵ متر و حداقل برابر ۱ در انتهای خروجی حوضه است. دیاگرام شکل ۵، پروفیل تغییرات عمق آبرفت را در رودخانه اصلی نشان می‌دهد.



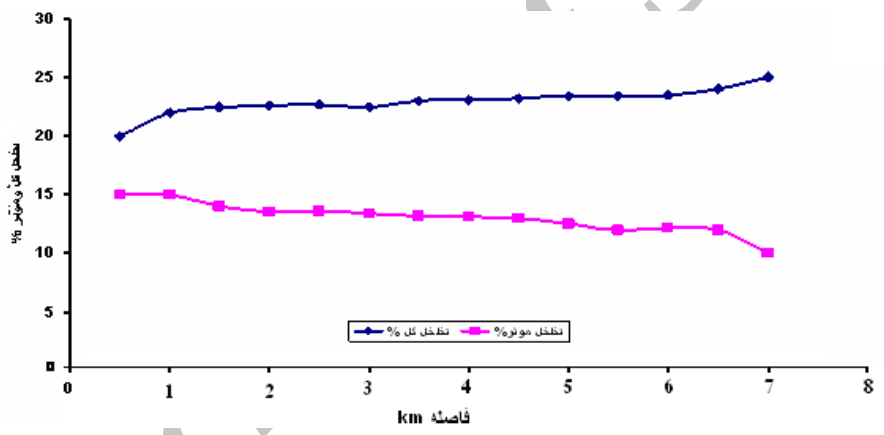
شکل ۵- نمودار تغییرات عمق آبرفت در آبراهه اصلی رودخانه گرماب

www.SID.ir

- تغییرات تخلخل در رسوبات رودخانه:

تخلخل موثر رسوبات رودخانه از پارامترهای مهمی است که در ذخیره‌سازی و عبـور جریان آب زیرسطحی نقش اساسی دارد(برگر و بومنان، ۱۹۷۰؛ ویپلینگر۱۹۷۴؛ ایریک و پترسون، ۱۹۹۸).

برای دستیابی به این پارامتر در محل هر چاهک از عمق‌های مختلف نمونه برداری شد و تخلخل کل و مؤثر اندازه‌گیری گردید. تغییرات تخلخل در طول مسیر رودخانـه اصـلی در دیاگرام شکل ۶، ترسیم گردید. حداکثر تخلخل موثر ۱۵ ٪ و حداقل برابر ۱۰٪ است.



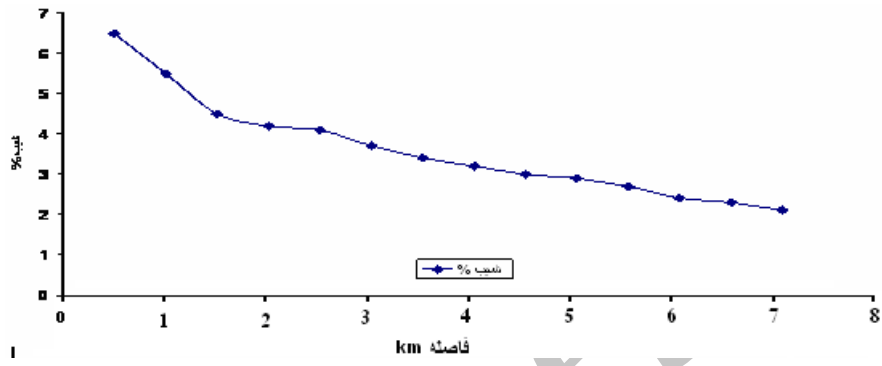
شکل ۶- دیاگرام تغییرات تخلخل کل و موثر رسوبات آبرفت رودخانه در آبراهه اصلی

- تغییرات شیب بستر

عامل شیب و تغییرات آن، یکی از عوامل اساسی و ساختمانی برای ارزیـابی مخـزن و حجم رسوبات موجود در مسیر رودخانه است. پارامتر شیب در مناطق مختلف رودخانه بر روی بستر فعلی اندازه گیری شد و در دیاگرام شکل ۷، ترسیم گردید. این داده‌هـا نشـان

www.SID.ir

داد که حداکثر شیب در محل سراب برابر ۶ و حداقل در محل ایستگاه برابر ۲/۸ درصد است.



شکل ۷- تغییرات شیب بستر رودخانه در مسیر رودخانه اصلی

- **انباشتگی رسوبات در طول رودخانه**

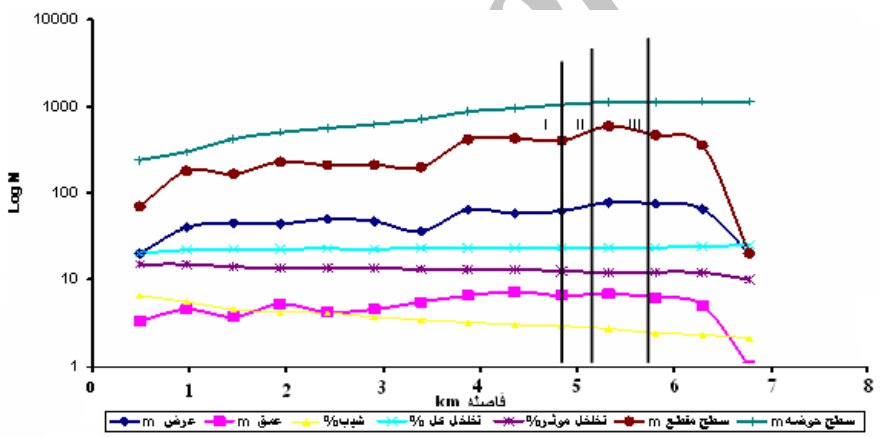
بررسی پروفیل های طولی، عمقی و عرضی رودخانه نشان داد که رسوبات رودخانه در طول مسیر در برخی نقاط دارای حداکثر حجم و در نقاطی دارای حداقل است. شناخت مناطقی که دارای حداکثر ضخامت، تخلخل و انباشتگی رسوبی هستند، می‌توانند به‌عنوان مناطقی که دارای حداکثر ظرفیت ذخیره سازی آب زیر سطحی است به حساب آیند. این نقاط حداکثر، نیز با توجه به میزان تخلخل موثر و میزان نفوذپذیری ارزیابی شدند. همچنین، برای تعیین موقعیت‌هایی که در آن انباشتگی رسوبی وجود دارد، دیاگرام‌های تغییرات عمق – عرض، شیب و تخلخل موثر در پروفیل طولی رودخانه بر همدیگر انطباق داده شدند. این مقایسه سه نقطه را در طول مسیر رودخانه در کیلومترهای ۴/۸و۵/۲ و۵/۸ از سراب نشان داد که دارای بیشترین همبستگی در بین پارامترهای مورد نظر هستند و به‌عنوان گزینه‌های سه گانه انتخاب و پیشنهاد گردیدند. جدول۳ و دیاگرام شکل ۸ داده‌ها و نمودار لگاریتمی انطباقی و محل انباشتگی رسوبی در مسیر رودخانه گرماب را نشان می‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ : تغییرات عرض، عمق، شیب و تخلخل در شاخه اصلی رودخانه ودر محل گزینه‌ها

گزینه														
فاصلهkm	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.2	5.8	6	6.5	7
عرض m	20	40	45	44	50	47	36	64	58	72	78	75	85	
عمق m	3.3	4.5	3.7	5.2	4.2	4.5	5.5	6.5	7.2	6.5	6.8	6.2	5	1
شیب٪	6.5	5.5	4.5	4.2	4.1	3.7	3.4	3.2	3	2.9	2.7	2.4	2.3	2.1
تخلخل کل ٪	20	22	22.5	22.6	22.7	22.5	23	23.1	23.2	23.4	23.4	23.5	24	25
تخلخل موثر٪	15	15	14	13.5	13.6	13.4	13.2	13.1	13	12.5	12	12.2	12	10
سطح مقطع m^2	70	180	166.4	228.8	210	211.5	198	416	427.6	403	590	465	357	20
سطح حوضه Hc	240	300	420	500	560	620	710	870	950	1050	1120	1130	1140	1152



شکل ۸- مقایسه دیاگرام‌های عرض، عمق، شیب و تخلخل و نقاط انباشتگی رسوبی

گزینه‌های پیشنهادی:

بررسی‌های زمین شناسی، توپوگرافی ، هیدروژئولوژیک و ساختمانی حوضه نشان داد که در طول مسیر رودخانه، محل‌های مناسبی وجود دارد که می‌تواند به‌عنوان گزینه مناسب برای احداث سد زیر زمینی پیشنهاد گردد. این مناطق در واقع محل‌های ذخایر

www.SID.ir

شنی و یا ا نباره شنی هستند که از تخلخل لازم و حجم کافی برای تشکیل یک سفره طبیعی و کنترل جریان آب زیر سطحی برخوردارند. در بررسی‌های انجام شده مشخص شد، حداقل در سه محل تجمع شنی مشاهده می‌گردد و به‌عنوان گزینه‌های I، II، III به ترتیب از سراب به پایاب حوضه نامگذاری شدند.

گزینه I:

محل گزینه I در کیلومتر ۴/۲ از مبدا سراب رودخانه در محل تنگه قاسمی قرار دارد. عرض بستر رودخانه ۳۰ و عمق آبرفت ۴ متر است. نیمرخ توپوگرافی و ساختمانی این سایت در شکل ۹ نشان داده شده است. پی سنگ شامل سنگ‌های دگرگون از نوع میکا شیست، فیلیت و اسلیت است. جهت محور N ۳۰۰ درجه و ارتفاع متوسط در کف بستر ۱۲۴۵ متر از سطح دریاست. دیواره چپ با شیب ۳۲ % در جهت N ۴۸ و دیواره راست با شیب متوسط ۲۵ % در جهت N ۲۵۰ قرار دارد. شیب بستر در محل محور پیشنهادی ۳ % و در محل مخزن، ۲ % است .سطح آب زیر زمینی در عمق ۱/۵ متر و دبی برابر ۶/۵ لیتربرثانیه اندازه‌گیری شد.

گزینه II

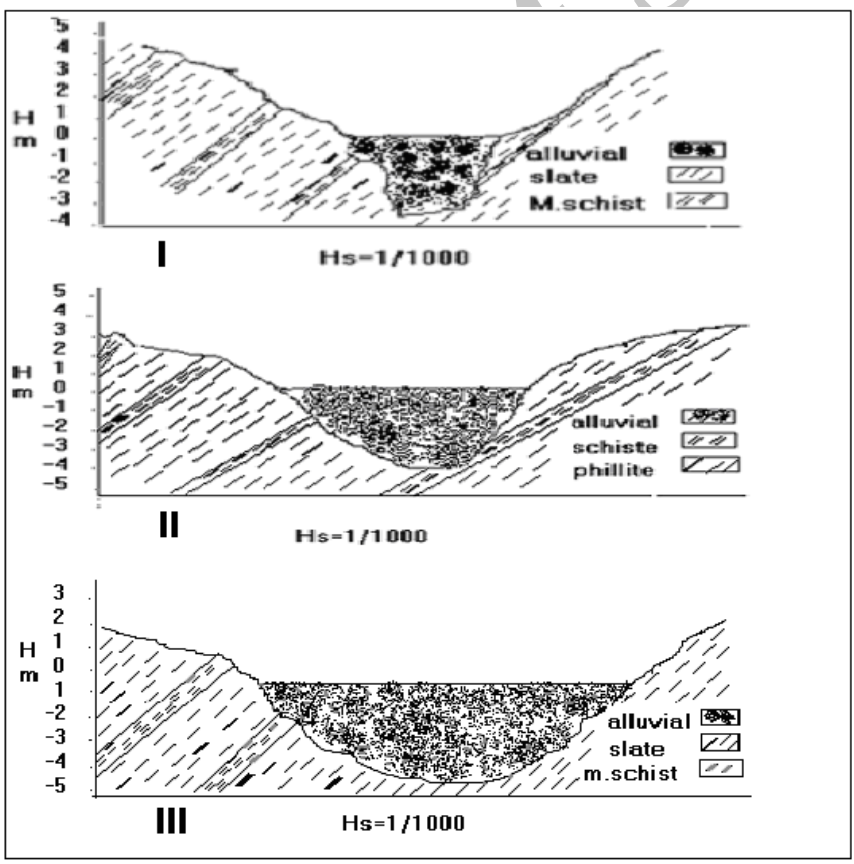
سایت II در کیلومتر ۵/۸ از مبدا سراب، در محل فنس ایستگاه قرار دارد. عرض متوسط تنگه در بستر رودخانه ۶۰ و ضخا مت آبرفت ۵/۶ متر است. رسوبات آبرفت بر روی پی سنگ دگرگونی مشابه گزینه I است . مشخصات طبقات سنگ N ۱۲۵/ ۴۵ است. تکیه گاه چپ با شیب ۲۰ درجه در جهت N ۳۸ و جناح راست با شیب ۳۲ درجه در جهت N ۱۳۶ اندازه گیری شد. عمق جریان آب زیر سطحی در ۵/۳۰ متر و دبی برابر ۷/۲ لیترثانیه اندازه گیری شد. جهت محور سد با توجه به جهت استرس منطقه در راستای N ۴۳ پیشنهاد گردید. شکل ۹ مقطع ساختمانی سایت II را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

گزینه III

این محل در کیلومتر ۵/۸ در محل ایستگاه تحقیقات گلستان قرار دارد. عرض متوسط رودخانه در بستر برابر ۸۵ و عمق آبرفت ۶/۵ متر اندازه گیری شد . آبرفت بر روی پی سنگ دگرگونی، اسلیت و فیلیت و کوارتزیت است . مشخصات طبقات۱۳۵/۴۲ N است و جهت محور۲۳۰ N و ارتفاع سایت از سطح دریا ۱۲۲۵ متر است . دیواره چپ با شیب ۲۵و راست دارای شیب ۳۲ درجه است. عمق سطح آب زیر سطحی ۵/۶ متر و دبی ۸/۵ لیتر بر ثانیه اندازه گیری شد.



شکل ۹- مقطع ساختمانی گزینه‌های I, II , III

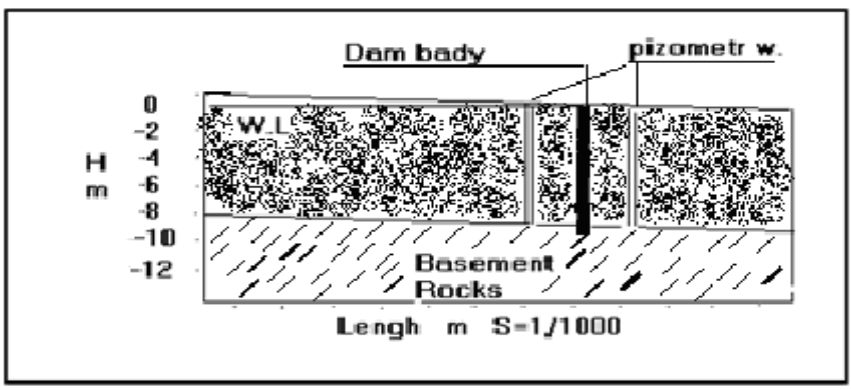
www.SID.ir

- حجم آب قابل کنترل در گزینه‌ها:

انتخاب محل گزینه در طول رودخانه از سراب به پایاب تاثیر مستقیم بر افزایش سطح حوضه در هر یک از گزینه‌ها داشت. میزان آب خروجی از سایت‌ها به ترتیب $Q_{III}>Q_{II}>Q_I$ بود. این اصل در جریان آب زیر سطحی خروجی نیز صادق بود. بر اساس محاسبات انجام شده بر روی آب خروجی از هر یک از گزینه‌ها و همچنین میزان ذخیره آب زیر سطحی در مخزن آبرفتی هر سایت، مشخص گردید که در محل گزینه III مقدار آب قابل کنترل حداکثر و در محل گزینه I حداقل است. حجم آب ثابت و متغیر مخزن در هر یک از گزینه‌ها در جدول شماره ۴ ارائه شد. شکل ۱۰، جسم وحجم مخزن سد را در برش عرضی گزینه III نشان می دهد.

جدول ۴- میزان آب قابل کنترل و ذخیره در گزینه‌ها ی III, II, I

گزینه	حجم ثابت m^3	حجم متغیر m^3	حجم کل m^3
I	۱۲۰۰۰	۱۳۵۰۰۰	۱۴۷۰۰۰
II	۱۳۰۰۰	۱۴۳۴۰۰	۱۵۸۴۰۰
III	۱۵۰۰۰	۱۸۱۰۰۰	۱۹۶۰۰۰



شکل ۱۰: نیمرخ عرضی سد زیرزمینی درگزینه III

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه گیری

بررسی انجام شده در حوضه رودخانه گرماب نشان داد که می‌توان جریان آب زیر سطحی رودخانه را با مکان یابی و احداث سد زیر زمینی، کنترل و ذخیره نمود. مقایسه و ا نطباق پروفیل‌های طولی، عرضی، عمق، شیب و تخلخل موثر رودخانه در طول آبراهه اصلی تجمع و انباشتگی شنی را حداقل در سه نقطه نشان داد. این مناطق به‌عنوان گزینه‌های پیشنهادی برای احداث سد زیر زمینی انتخاب شدند. پی سنگ نفوذ ناپذیر گزینه‌ها در حوضه مشابه و از سنگ‌های دگرگونی شامل میکا شیست، فیلیت واسلیت تشکیل شده است. ذخایر شنی در طول رودخانه درمناطقی مشاهده شد،که عرض و عمق رسوبات بیشتر و شیب کمتر است. تخلخل کل رسوبات از سراب به سمت پایاب رودخانه افزایش و تخلخل موثر کاهش می‌یابد.

بررسی و مقایسه میزان آب ذخیره شده و قابل کنترل در مخازن گزینه‌ها نشان داد که حداکثر مقدار ذخیره ثابت و متغیر در سایت III معادل ۱۹۶۰۰۰ متر مکعب و حداقل آن در سایت I برابر ۱۴۷۰۰۰ متر مکعب در سال است. بر این اساس، اولویت اجرا به ترتیب از گزینه III به I پیشنهاد گردید.

منابع

۱ - حیدری، حسین. (۱۳۷۸). **طرح احداث سدهای زیرزمینی**، همایش توسعه و عمران گناباد، ص ۱۴

۲ - ــــــــــــــــ (۱۳۸۳). «مکان یابی سد زیر زمینی بر اساس زمین شناسی ساختمانی نمونه گلستان مشهد» واحد علوم و تحقیقات، ص۱۳۲- ۱۵۸

۳- داوودی، محمدهادی. (۱۳۸۰). «مدیریت و استحصال آب به کمک سدهای زیر زمینی» مرکز تحقیقات حفاظت خاک وآبخیزداری، ص ۱۲

۴- سعادتی، مجتبی. (۱۳۸۱). «تعیین شاخص‌های مکان یابی، برای سد زیر زمینی و شبیه سازی مدل ریاضی» دانشگاه صنعتی اصفهان، ص، ۱۶۵-۱۶۶

۵ - طباطبایی یزدی، جواد. (۱۳۸۲). «سدهای آب زیر زمینی برای تامین آب در مقیاس کوچک» سازمان تحقیقات آموزش کشاورزی، ص ۱۶

۶- ــــــــــــــــ (۱۳۷۹). «سدهای زیر زمینی راهی برای حبران خشکسالی» کنفرانس ملی بررسی راهکاری مقابله با کم آبی و خشکسالی کرمان، ص ۵۵۲- ۵۴۶

Archive of SID

www.SID.ir

7 -Asmaci Y. 1983;Underground dams for ground – water development international water well exposition ,ST Louis, USA , Sept 13-14 1983.
Groundwater
8-Burne, G. 1984.Trap-dams: artificial sub-surface storage of water international. Vol 4, No.1 pp..2-9
9- Burger,S.W. Beaumont R.D 1970.Relation between median grain
size and permeability in the arkonsas river valley, Arkansa.
US.geol.survg prof. Paper 424-c, pp. 31-32
10-Costantino, F. 1999. Sand storage dams. For water conservation , convention:water for the future, water year 1970 , Republic of South Arica qpp. Development of artificial Aquifers.
11-Chris, p. 1997 hilltop village of thana district ,Moharashtra India
Subsurface dam for a pastoral environment ,23rd WEDC n, M. 1987. Conference ,J.water resources.pp.401-403
12-Dillon ,p. 2001. Underground dam for storing ground water,Innovation stories
Innovation 20-22 Feb.2000 Astralia.
13- Dillon, p. 2000. Underground dam, the way of the future ,CSIRO Land &water
Innovation Astralia
14-Dillon ,p. 2001.Underground dam for storing ground water,Innovation stories
association .Jun 12.2000 Astralia.
15-Eaumont, R.D: Kluger j.w. 1973.Sedimentation in reservoirs as a means of water conservation. AHR congress, Stanbul 3-4 Sep 1973
pp.A28-1-A28-6
16-Erik ,N. Peterson ,K.1997. Water from sand-river, 23rd WEDC Con. J.Water resources pp. 394-396
17-Finkel & Finkel LTD. 1978a.Underground water storage in Iran. Reomaisance survey. Haifa 16
18-Majidi ,B. 1981. The ultrabasic lava flow of Mashhad north east Iran Geo. May.118pp.49-58
19-Nilsson A. 1988. Underground dam for small – scale water supply IT:pub.
20-New comb R.C. 1961.Storage of ground water behind sub-surface dams in the Columbia river basalt , Washington , Oregon and Idaho. Us.geol.survey
21-Nilsson A. 1983. conservation and development of ground water by means of groundwater dams.
22-Wipplinger O.1974.Sand storage dams in South-West Africa die siriele ingeniear in suid – Africa April 1974- pp. 135-136

Archive of SID

www.SID.ir