

یادداشت فنی

شناسایی مناطق مناسب تشکیل مخزن‌های آب‌های زیرزمینی با استفاده از تکنیک ژئوفیزیک مطالعه موردی: حاشیه رودخانه قره‌چای، ساوه

مصطفی مرادی دشت‌پاگردی^{۱*}، احمد نوحه‌گر^۲، حسن وقار فرد^۳، علی پورجنایی^۴، اباذر مجیدی^۵ و افشین
هنربخش^۶

چکیده

در این پژوهش شرایط هیدروژئولوژی و زمین‌شناختی مکان‌های مخزن‌های ذخیره آب زیرزمینی و در نهایت نقطه‌های مناسب لایه‌های آبدار با تفسیر اندازه‌گیری‌های ژئوفیزیک در حاشیه رودخانه قره‌چای در شهرستان ساوه بررسی شد. سفره آب زیرزمینی در حاشیه و امتداد رودخانه قره‌چای عمیق و نیمه‌عمیق بوده و با پیشروی به سمت شمال و دور شدن از حاشیه رودخانه، قطر عناصر رسوبی ریزتر شده و املاح هادی نیز افزایش می‌یابد. با عنایت به نتایج مطالعات ژئوالکتریک و نقشه‌های تهیه شده، منطقه‌های مناسب از نظر تشکیل مخزن آب زیرزمینی با ضخامت آبرفت ۵۰ تا بیش از ۶۰ متر و به‌خصوص خط‌القعر حوضه رسوبی با بیش‌ترین پتانسیل آب زیرزمینی مشخص شد. همچنین با پیشروی از منطقه مذکور به سمت ارتفاعات شمالی و جنوبی از عمق حوضه رسوبی کاسته شده و منطقه‌های با ضخامت رسوبات آبرفتی ۲۰ متر و کمتر از آن پدیدار می‌شود.

واژه های کلیدی: رودخانه قره چای، ژئوالکتریک، ضخامت آبرفت، هیدروژئولوژی.

ارجاع: مرادی دشت‌پاگردی م.، نوحه‌گر ا.، وقار فرد ح.، پورجنایی ع.، مجیدی ا. و هنربخش ا. ۱۳۹۳. شناسایی مناطق مناسب تشکیل مخزن‌های آب‌های زیرزمینی با استفاده از تکنیک ژئوفیزیک مطالعه موردی: حاشیه رودخانه قره‌چای، ساوه. مجله پژوهش آب ایران. ۸(۱۵): ۲۱۷-۲۲۲.

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس.
۲- استاد گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان.
۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان.
۴- فارغ التحصیل کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشگاه هرمزگان.
۵- فارغ التحصیل کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشگاه هرمزگان.
۶- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.

* نویسنده مسؤول: moradi2763@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۲/۱۴

مقدمه

بیان منفی بیش‌تر آبخوان‌های کشور (علی‌زینالی و زارع، ۱۳۷۸) به دلیل رشد سریع جمعیت و پیشرفت تکنولوژی در نحوه‌ی اکتشاف و استخراج آب‌های زیرزمینی (کوثر، ۱۳۷۴)، برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح منابع آب را بیش از پیش لازم و ضروری ساخته است (لشکری‌پور و همکاران، ۱۳۸۳). کارایی روش ژئوالکتریک در کسب اطلاعاتی دقیق از وضعیت محیط در زمانی کوتاه و با هزینه کم، موجب گرایش روزافزون پژوهشگران به استفاده از این روش در مطالعات آب‌های زیرزمینی شده است. از برداشت‌های الکتریکی ژئوفیزیک می‌توان برای بررسی شرایط هیدروژئولوژی و زمین‌شناختی مکان‌های مخزن‌های ذخیره زیرزمینی برای تهیه اطلاعات از وضعیت زیرسطحی استفاده کرد (زارع و توانا، ۱۳۸۰ و نوروزی و همکاران، ۱۳۸۷). یکی از هدف‌های برداشت‌های الکتریکی، اندازه‌گیری مقاومت ویژه الکتریکی است که به عنوان پایه‌ای برای تشخیص لایه‌بندی و ساختمان درونی زمین از جمله آب‌های زیرزمینی تلقی می‌شود (چهرازی، ۱۳۵۷ و حیدریان، ۱۳۸۴). یادآور و ابوالفضلی (۱۹۹۸) از سونداژزنی الکتریکی برای تعیین ارتباط پارامترهای هیدرولیکی در نواحی خشک جالور هندوستان استفاده کردند (یادآور و ابوالفضلی، ۱۹۹۸). در واقع سونداژهای الکتریکی، توجیه نموداری تغییرات مقاومت مخصوص ظاهری به ازای عمق هستند که با استفاده از روش چهارالکترودی در سطح زمین اندازه‌گیری می‌شوند (موحد دانش، ۱۳۶۴). در همین راستا مطالعات ژئوفیزیکی به روش ژئوالکتریک در سال ۱۹۷۱ میلادی توسط مهندسین مشاور آب‌کاو برای بررسی امکان توسعه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی دشت الشتر انجام شد؛ با توجه به نتایج به دست آمده از سونداژهای ژئوالکتریک، اطلاعات و داده‌های ژئوفیزیکی فقط برای ایجاد یک دید اولیه از ضخامت آبخوان و وضعیت لایه‌ها استفاده شد (مهندسین مشاور عمران و منابع ایران، ۱۳۴۹). همچنین مطالعات ژئوفیزیک در دشت سنقر به روش ژئوالکتریک با تعداد ۲۶ سونداژ در دو مرحله، ۱۷ مورد توسط سرنگ آب‌کاد و ۹ مورد با گروه‌های وابسته به جهاد سازندگی انجام شد. آرایش این سونداژها در راستای شمالی- جنوبی و مقاطع تفسیری نیز در همین جهت و نیز جهت غربی شرقی برای تعیین مکان‌های آبدار آبخ و ان به کار گرفته شد

(مهندسین مشاور کاوآب، ۱۳۸۱). در مطالعه‌ای دیگر در همدان، جهت برداشت آب‌زیرزمینی به تعیین نقطه‌های مناسب آبخوان زیرزمینی پرداخته شد. در این پژوهش، با انجام مطالعات زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی به همراه حفاری‌های شخصی و حفاری‌های اکتشافی قبلی، لایه‌های آبدار از نظر کمی و قدرت آبدهی مورد بررسی قرار گرفته و وضعیت آبدهی سنگ کف و سازندهای حاشیه دشت که می‌توانند مخزن‌های آبدار کارستی و یا سازند سخت را تشکیل دهند، مشخص شد (مهندسین مشاور آب و خاک، ۱۳۵۳). به همین ترتیب عبدی و غیومیان (۱۳۷۹) با بهره‌گیری از داده‌های ژئوفیزیک و GIS نسبت به تعیین محل‌های مناسب برای تغذیه آب‌زیرزمینی دشت زنجان بررسی‌هایی به عمل آوردند (عبدی و غیومیان، ۱۳۷۹). ساراف و چادهوری (۱۹۹۸) نیز با تلفیق اطلاعات از طریق سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی به جستجوی آب‌زیرزمینی و شناسایی منطقه‌های مناسب برای تغذیه مصنوعی پرداختند (ساراف و چادهوری، ۱۹۹۸).

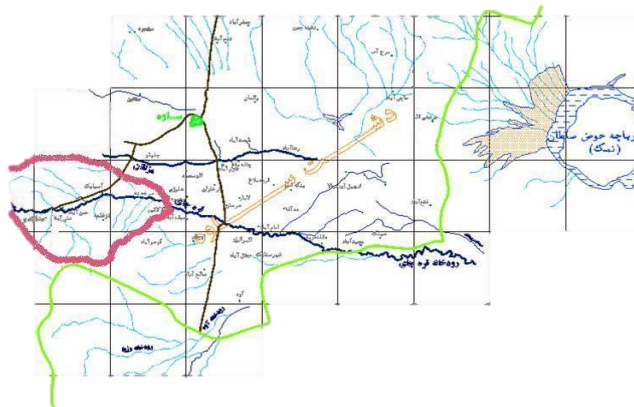
مواد و روش‌ها

حوضه مورد مطالعه در استان اراک در فاصله ۳۲ کیلومتری جنوب غرب شهرستان ساوه منطبق بر بازه‌ای از حاشیه رودخانه قره‌چای قرار دارد. از نظر مختصات جغرافیایی، این حوضه بین $52^{\circ}08'$ تا $50^{\circ}42'$ ، $50'$ طول شرقی و $33^{\circ}44'$ ، $37'$ تا $35'$ عرض شمالی واقع شده است. متوسط بارش حوضه مذکور $197/5$ میلی‌متر و متوسط ارتفاع آن 1100 متر از سطح دریا است. رودخانه قره چای به عنوان مهم‌ترین جریان سطحی این منطقه، با امتداد غربی- شرقی جریان دارد (شکل ۱).

پس از تهیه نقشه‌های پایه از جمله نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی با مقیاس $1:250000$ و تجزیه و تحلیل آمار مربوط به بارش و چاه‌های منطقه و کاربرد ژئوالکتریک، به بررسی وضعیت تشکیل مخزن‌های آب زیرزمینی در حوضه مورد مطالعه پرداخته شد. بر اساس مطالعات ژئوالکتریک در حوضه مورد مطالعه در محدوده سد ساوه، ۳۰ سونداژ الکتریک بر روی پروفیل‌های H-H تا M-M با طول الکترودهای فرستنده جریان حداکثر 800 متر و با استفاده از روش ارائه چهار قطبی شولومبرژه انجام شد. بر این اساس نقشه‌های هم مقاومت مخصوص ظاهری،

مطالعاتی وزارت آب و برق سابق و گروه مطالعات ژئوفیزیک مقدماتی انجام شده و نیز از مشخصات برداشتی چندین حلقه چاه در محدوده مطالعاتی جهت تفسیر اندازه‌گیری‌های ژئوالکتریکی و تهیه تصویر کلی از وضع هیدروژئولوژیکی منطقه استفاده شد.

مقاطع مقاومت مخصوص ظاهری و هم‌ضخامت رسوبات آبرفتی دوره کواترنری برای تعیین نقطه و یا نقطه‌های مناسب از نظر تشکیل مخزن آب زیرزمینی تهیه شد. لازم به ذکر است که در این پژوهش از اطلاعات مقدماتی وضعیت هیدروژئولوژیکی منطقه که از قبل با تیم



شکل ۱- موقعیت محدوده مطالعاتی

مشاهده می‌شود که ضخامت این رسوبات در امتداد رودخانه قره چای عمیق است و در جهت شمال، جنوب و به طرف دشت از ضخامت این رسوبات کاسته می‌شود.

نقشه مقاطع مقاومت مخصوص ظاهری

برای بررسی نحوه گسترش لایه‌ها در عمق‌ها، شکل حوضه رسوبی و بررسی پدیده‌های تکتونیکی اقدام به تهیه نقشه مقاطع مقاومت مخصوص ظاهری شد. مقاطع مذکور تغییرات مقاومت مخصوص بر حسب نصف الکترودهای فرستنده جریان ($\frac{AB}{2}$) در سطح قائمی که از امتداد مقاطع ژئوالکتریک می‌گذرد را نشان می‌دهند. حوضه رسوبی در مقاطع H-H، I-I و J-J مطابق شکل ۳ عمق مهمی نداشته و نهشته‌های آبرفتی جمع شده در آن‌ها دانه متوسط تا به نسبت درشت هستند.

احتمال دارد که در محل سونداژهای شماره ۳۲ و ۳۳ ضخامت رسوبات آبرفتی در مقایسه با سایر نقطه‌های این مقطع تا حدودی بیش‌تر باشد. با پیشروی از سطح زمین به طرف عمق‌ها از قطر عناصر رسوبی کاسته شده و میزان املاح افزایش می‌یابند. قابل توجه است که سنگ کف نهشته‌های آبرفتی از سازندهای رسی-مارنی و کنگلومرایی تشکیل شده است. در شکل ۴ مقطع M-M حوضه رسوبی منطقه نشان داده شده است.

نتایج و بحث

مطالعات ژئوالکتریک بر روی شش پروفیل H-H تا M-M در حوضه مورد مطالعه صورت گرفته که در ادامه نتایج حاصله از تفسیر کمی اندازه‌گیری‌های ژئوالکتریک از نظر می‌گذرد.

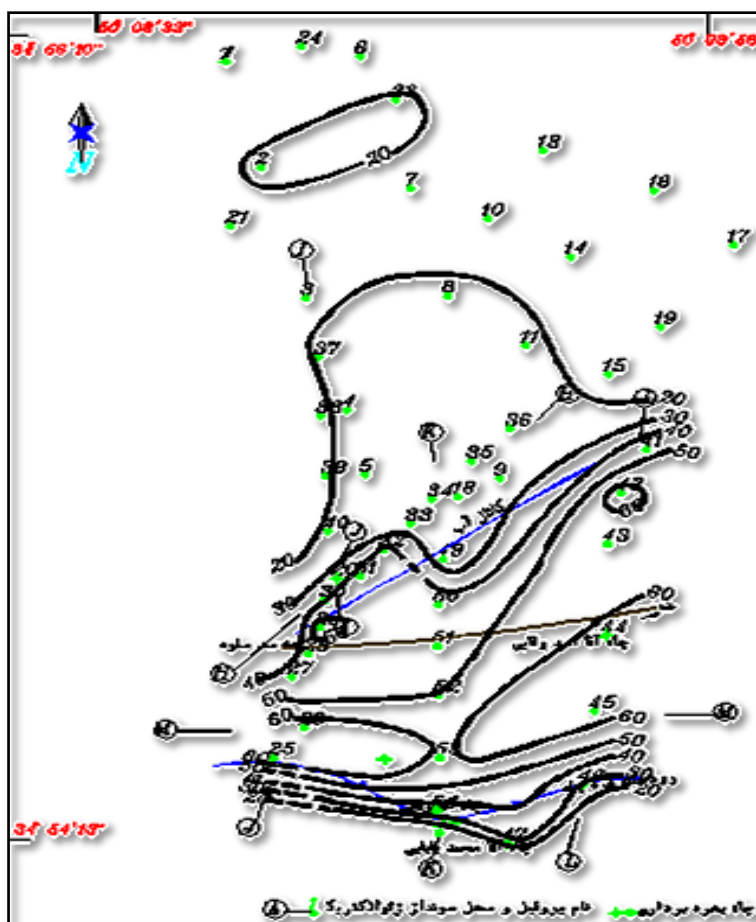
نقشه هم‌ضخامت رسوبات آبرفتی دوره کواترنری

بر طبق نقشه هم‌ضخامت رسوبات آبرفتی دوره کواترنری که در شکل ۲ نشان داده شده است، می‌توان به بررسی کمی نهشته‌های آبرفتی پرداخته و حوضه‌های رسوبی عمیق و کم‌عمق را از یکدیگر تشخیص داد.

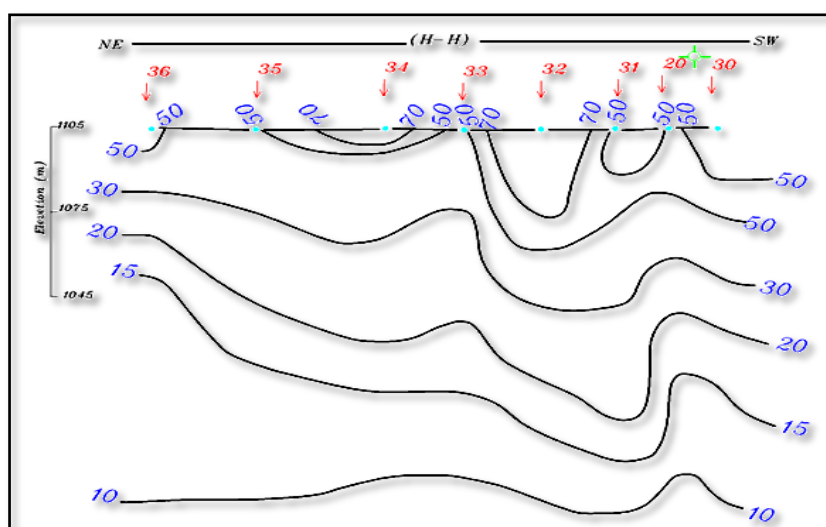
در محدوده سونداژهای شماره ۲۶، ۵۳ و ۴۵ عمیق‌ترین حوضه رسوبی آبرفتی با ضخامت رسوبات آبرفتی ۵۰ تا بیش از ۶۰ متر قرار گرفته است. همچنین مطالعه چاه‌های حفر شده در منطقه وجود یک لایه ضخیم ته‌نشستی دوره کواترنری را به اثبات می‌رساند (قاضی اسدی، ۱۳۸۵). با پیشروی از منطقه مذکور به سمت حاشیه شمالی و جنوبی رودخانه قره‌چای، از عمق حوضه رسوبی کاسته شده و در نهایت منطقه‌هایی با ضخامت آبرفت کمتر از ۲۰ متر پدیدار می‌شوند. شایان ذکر است که ضخامت نهشته‌های آبرفتی در محل سونداژهای شماره ۲۵، ۳۱، ۳۲ و ۴۲ تا حدودی مشکوک است. با توجه به این نقشه

متوسط با آبگذری مناسب تجمع یافته و با پیشروی به سمت شمال شرق از عمق حوضه رسوبی کاسته می‌شود.

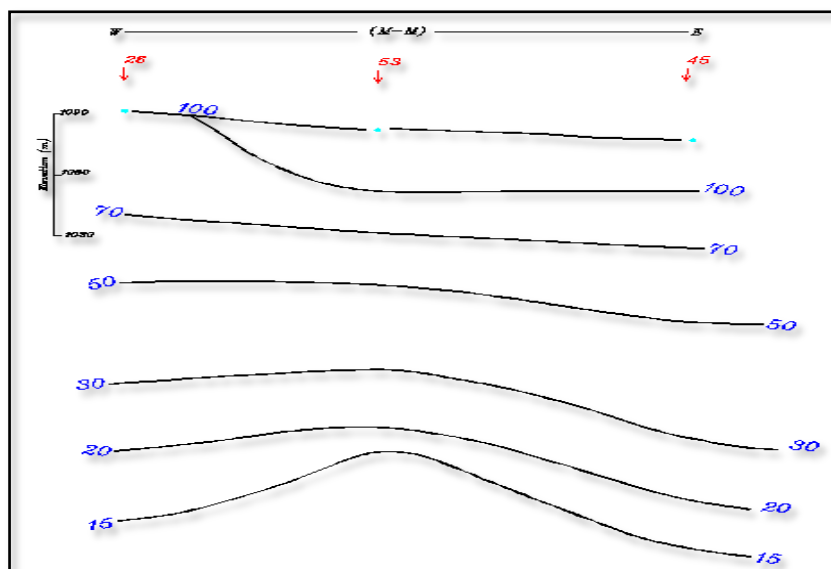
این مقطع عمق مهمی داشته به شکلی که در مقایسه با سایر نقطه‌های مورد مطالعه عمیق‌تر است. شایان ذکر است که در این حوضه رسوبات آبرفتی دانه درشت تا دانه



شکل ۲- نقشه هم‌ضخامت رسوبات آبرفتی دوره کواترنری



شکل ۳- مقطع مقاومت مخصوص ظاهری H-H



شکل ۴- مقطع مقاومت مخصوص ظاهری M-M

در آن‌ها است. بر این اساس می‌توان گفت لایه آبرفتی بالایی دانه‌درشت تا دانه‌متوسط و با ضریب آبدگزی قابل توجه و ضخامت ۵ تا ۳۵ متر است که حاوی املاح هادی کمتری نیز می‌باشد. در صورتی که لایه آبرفتی زیرین دانه‌متوسط تا دانه‌ریز و حاوی درصدی املاح هادی با ضریب آبدگزی متوسط و ضخامت حداکثر ۷ تا ۳۷ متر است.

منابع

۱. چهارازی د. ۱۳۵۷. بررسی و بهره‌برداری آب‌های زیرزمینی (ترجمه). جلد اول. وزارت نیرو. تهران. ۶۱۱ ص.
۲. حیدریان شهری م. ۱۳۸۴. مبانی اکتشافات ژئوفیزیک (ترجمه). چاپ اول. ۶۱۹ ص.
۳. زارع پ. و توانا ب. ۱۳۸۰. بررسی گستره آلودگی آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش ژئوالکتریک. وب سایت فنی آموزشی مهندسان ایرانی، irancivilcenter.com
۴. عبدی پ. و غیومیان ج. ۱۳۷۹. تعیین محل‌های مناسب برای پخش سیلاب در دشت زنجان با استفاده از داده‌های ژئوفیزیکی و GIS. مجموعه مقالات همایش سراسری دستاوردهای طرح آبخوانداری. ۸۶-۹۹.
۵. علی‌زینالی ع. و زارع م. ۱۳۷۸. بررسی طرح تغذیه مصنوعی حوضچه‌ای دشت امام‌زاده جعفر گچساران با

نتیجه‌گیری

با پیشروی از سمت غرب به طرف شرق حوضه، شوری آب و میزان املاح سفره‌های آب تحت فشار (قاضی اسدی، ۱۳۸۵) افزایش می‌یابد. با پیشروی به سمت شمال و دور شدن از حاشیه رودخانه مذکور، ضخامت رسوبات آبرفتی کاهش یافته، قطر عناصر رسوبی دانه‌ریزتر شده و املاح هادی نیز افزایش می‌یابد. همچنین در حوالی شرق رودخانه قره‌چای مقاومت الکتریکی آن بین ۱۰-۱۵ اهم‌متر متغیر بوده که بر وجود سفره‌هایی با ضخامت به نسبت زیاد و آب به طور تقریبی شور دلالت دارد. با عنایت به نتایج مطالعات ژئوالکتریک و نقشه‌های تهیه شده و اعمال نظارت‌های مربوطه، منطقه‌های مناسب از نظر تشکیل مخزن آب زیرزمینی با ضخامت آبرفت ۵۰ تا بیش از ۶۰ متر و خط القعر حوضه رسوبی مشخص شد و در همین راستا بیشترین پتانسیل آب‌زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه در محل سونداژهای شماره ۲۶، ۵۳، ۴۴، ۴۵ و شاید ۴۲ و ۲۵ است. بعد از منطقه مذکور، محل سونداژهای شماره ۵۰ و ۵۱ با ضخامت آبرفت ۴۵ تا ۴۸ متر نیز می‌تواند در اولویت بعدی قرار گیرد. سفره آب زیرزمینی در حاشیه و امتداد رودخانه قره‌چای مورد مطالعه عموماً عمیق و نیمه‌عمیق بوده و هرچه از حاشیه رودخانه فاصله می‌گیریم سفره سطحی و کم‌عمق است. همچنین تعیین دقیق‌تر لایه‌های رسوبی ممکن نبود زیرا تغییرات حاصله در میزان مقاومت الکتریکی رسوبات بیشتر از نظر کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی موجود

- نگرشی بر معیارهای طراحی بهینه. مقالات اولین کنفرانس سالانه مدیریت منابع آب ایران ۱۰ ص.
۶. قاضی اسدی ص. ۱۳۸۵. ویژگی‌های کمی و کیفی بخشی از آبخوان دشت ساوه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبشناسی. دانشکده علوم زمین. دانشگاه شهید بهشتی. ۱۸۵ ص.
۷. کوثر س. آ. ۱۳۷۴. مقدمه‌ای بر مهار سیلاب‌ها و بهره‌وری بهینه از آن‌ها. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. شماره انتشار: ۱۵۰-۱۳۷۴. ۵۶۸ ص.
۸. لشکری‌پور غ. زارع م. و شهابی‌فرد ف. ۱۳۸۳. اثرات برداشت آب از آبخوان ایرانشهر بر روی دبی پایه رودخانه بمپور. فصلنامه جغرافیا و توسعه. شماره ۴ دانشگاه سیستان و بلوچستان. ۱۷ ص.
۹. مهندسان مشاور کاوآب. ۱۳۸۱. مطالعات بهره‌برداری بهینه و تلفیق آب‌های سطحی و زیرزمینی شهرستان‌های سنقر، کنگاور و تالاندشت. جلد چهارم گزارش آب‌های زیرزمینی سنقر. ۱۲۶ ص.
۱۰. مهندسین مشاور آب و خاک. ۱۳۵۳. طرح مطالعات منابع آب و تأمین آب منطقه همدان - گزارش نهایی مطالعات تکمیلی و صلاحیت اجرای توسعه استفاده از منابع آب. ۱۲۶ ص.
۱۱. مهندسین مشاور عمران و منابع ایران. ۱۳۴۹. مطالعه امکانات توسعه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی دشت الشتر. ۱۲۶ ص.
۱۲. موحد دانش ع. ا. ۱۳۶۴. آبیایی- کاربرد ژئوفیزیک در شناخت آب‌های زیرزمینی (ترجمه). ۶۶-۶۸.
۱۳. نوروزی غ. حاجب حسینی ح. آغاسی ع. امامی ف. زرگرزاده و دشتی ن. و ابریشم چی ا. ۱۳۸۷. پیش‌نویس کاربرد ژئوفیزیک در خوردگی خاک و آلودگی منابع آب. وزارت نیرو. استاندارد صنعت آب و آبفا. شماره ۳۳۲. الف. ۱۳-۱۸.
14. Yadavar G. S. and Abolfazli H. 1998. Geoelectrical sounding and their relationship to hydraulic parameters in semiarid regions of jalore (northwestern India). Appl. Geophys. 39:35-51.
15. Saraf A. K. and Choudhury P. R. 1998. Integrated Remote Sensing and GIS for Ground Water Exploration and Identification of Artificial Recharge Sites. INT. Journal Remote Sensing. 19(10):1841-1825.