



مطالعات ژئوالکتریک به منظور ارزیابی ذخایر آب زیرزمینی دشت ده محمد، شمال طبس

محمد محمدزاده مقدم^۱ حمزه مهرابی^۲ ایرج چارانی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، دانشگاه تهران، ایران
^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد سنگ شناسی رسوبی، دانشگاه تهران، ایران
^۳ مدیر پروژه های ژئوفیزیکی سازمان آب و فاضلاب استان بزد

چکیده

به منظور اکتشاف ذخایر آب زیرزمینی، عملیات ژئوالکتریک در طول ۶ پروفیل در ۳۶ ایستگاه در منطقه طبس صورت گرفته است. در این پروژه، جهت بررسی ویژگی های الکتریکی سازندهای سخت و آهکی از روش اندازه گیری مقاومت ویژه، استفاده گردیده است. در منطقه مورد مطالعه نقشه هایی با طول خط جریانهای ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ متر تهیه گردیده که تغییرات مقاومت الکتریکی را تا عمق مشخصی نشان می دهد. این اعمال محدودده ای است که از نظر استحصال آب با توجه به سطح آب زیرزمینی در منطقه، مورد توجه می باشد.

واژه های کلیدی: آرایش شلومیرزه، مقاومت ویژه، نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی، آهک اسفندیار

Abstract

In order to explore ground water reservoirs, geoelectrical operation was performed along 6 profiles 36 station in Tabas region. In this project, the method of specific resistivity measuring has been used in order to analysis the electrical featured of hard calcareous formations. In this region, maps with 100, 200, 400 and 600 meters long flow line have been provided that show changes in electrical resistivity to a specific depth. We focus on the water supply whit regard to water table.

مقدمه

مطالعات ژئوفیزیک به روش مقاومت ویژه بر روی سازندهای سخت و آبرفت محدودده ای از دشت ده محمد از توابع شهرستان طبس واقع در ۲۵ کیلومتری شمال طبس با موقعیت جغرافیایی $E: 56^{\circ}, 56' - N: 33^{\circ}, 50'$ تا $E: 56^{\circ}, 50' - N: 33^{\circ}, 50'$ و $E: 57^{\circ} 00' - N: 33^{\circ} 50'$ صورت گرفت. موقعیت این مکان در شکل ۱ که در پیوست ارائه شده است مشخص گردیده است.

این عملیات که حجم آن در جدول شماره ۱ مشخص گردیده بر روی آهک های سازند اسفندیار شمال طبس که دارای گسترش زیادی می باشد و از نظر هیدروژئولوژی و کارستیک بودن بسیار مناسب است با آرایش شلومیرزه و با استفاده از دستگاه های آکسون و $AE=72$ برداشت شد. جهت تعبیر و تفسیر داده های برداشت شده از آباک های استانداردهای جهانی و نرم افزار GRIVEL استفاده شده است. موقعیت این مطالعات به صورتی که در شکل شماره ۲ آمده و به صورت منحنی های هم مقاومت ظاهری پیوست ارائه شده است.

* تلفن: ۰۹۱۳۸۵۹۸۹۰۷، ایمیل: Ershad140@yahoo.com



مطالعات ژئوفیزیکی به روش ژئوالکتریک

کاربرد روش مقاومت ویژه الکتریکی (ژئوالکتریک)، تفکیک لایه های مختلفی که دارای مقاومت ویژه الکتریکی متفاوت هستند، می باشد.

یکی از مخازن عمده منابع آب زیرزمینی، رسوبات آبرفتی بوده که از تناوب لایه های شن و ماسه ولایه های ریز دانه تشکیل شده اند. عموماً این منابع بر روی طبقات با مقاومت زیاد مانند سنگ های آهکی، آذرین و... قرار دارند. به دلیل وجود اختلاف بین مقاومت ویژه الکتریکی طبقات، استفاده از روش ژئوالکتریک به منظور تعیین شکل هندسی مخزن، عمق سنگ کف و... کاربرد زیادی دارد. بطور کلی به کمک مطالعات ژئوالکتریک می توان تمام عواملی که بر روی مقاومت ویژه الکتریکی تأثیر داشته اند مانند جنس سازند، تغییر کیفیت آب، وجود شکستگی و غیره را مورد بررسی قرار داد.

در نتیجه هدف از عملیات ژئوفیزیکی دشت ده محمد، شناسایی وضعیت قرارگیری آهک های سازند اسفندیار و تعیین ضخامت این آهک ها، گسترش آن به طرف دشت و همچنین وجود گسل های مناسب از نظر هیدرولوژی است. ارتباط هیدرولیکی آن با آبرفت های دشت و وضعیت هیدروژئولوژیکی آبرفت های منطقه و عمق قرارگیری سنگ کف منطقه از اهداف دیگر می باشد.

اندازه گیری مقاومت ویژه زمین

اندازه گیری مقاومت ویژه زمین را با آرایه های مختلف الکترودی می توان انجام داد که از ذکر جزئیات آنها صرفنظر می گردد. در اکتشاف زمین شناسی مهندسی و آب بیشتر از آرایه شلومبرژه، ونر و سه الکترودی استفاده می شود.

در آرایه شلومبرژه مقاومت ویژه در راستای عمود از سطح زمین تا عمق مورد لزوم اندازه گیری می شود. ابتدا فاصله دو الکترود فرستنده AB جریانی کوچک در حدود ۲ تا ۶ متر انتخاب شده و فاصله الکترودهای گیرنده MN برابر ۲ متر یا کمتر انتخاب می گردد، با ازدیاد فاصله AB و ثابت نگه داشتن فاصله MN چند اندازه گیری را انجام داده و ρ_a را نحاسه می کنیم. سپس با جهش دادن به MN و در حقیقت ازدیاد فاصله آن اندازه گیری مجدداً برای مقادیر مختلف AB ادامه پیدا کرده و نتایج اندازه گیری ها در کاغذهای بی لگاریتمی به صورت منحنی رسم می شوند. برداشت مقاومت ویژه زمین با این آرایش گمانه الکتریکی قائم یا vertical Electric Sounding (V.E.S) می نامند.

در آرایش ونر فواصل چهار الکترودی M,N,B,A ثابت می باشد و لذا در هر اندازه گیری الکترودهای M و N نیز باید حرکت کنند تا فواصل الکترودها ثابت بماند. در این صورت $AM=MN-NB=a$ خواهد بود که در آن a فاصله الکترودها از یکدیگر است.

بررسی نقشه های تغییرات مقاومت الکتریکی

نقشه های تغییرات مقاومت الکتریکی در هر منطقه بر مبنای برداشت گمانه های الکتریکی برای طول خط جریان های مختلف تهیه می گردد که هر نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی این فاکتور فیزیکی را تا عمق حدود $AB/3$ معلوم می کند و بدین ترتیب با مشخص شدن زون های هادی و مقاوم الکتریکی و گستره آن ها می توان همبندی گسل ها، مسیر رودخانه های مدفون، زون های رسی و مواد دانه ریز و عوامل دیگر را مشخص نمود. در یک محدوده مورد مطالعه، با تهیه نقشه های مختلف با طول خط جریانهای متفاوت و مقایسه آن ها با یکدیگر، می توان تغییرات عوامل یاد شده را مورد بررسی قرار داد و برحسب هدف مطالعات نتایج مطلوبی را از آن ها بدست آورد.

در منطقه مورد مطالعه نقشه هایی با طول خط جریانهای ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ متر که تغییرات مقاومت الکتریکی را تا عمق مشخصی نشان می دهد تهیه گردید، این اعماق محدوده ای است که از نظر استحصال آب با توجه به سطح آب زیرزمینی در منطقه مورد توجه می باشد، این نقشه ها ابتدا دستی تهیه گردید و سپس برای تهیه آن ها از رایانه استفاده گردید. این نقشه ها با مقیاس ۱:۵۰۰۰ تهیه گردیده که در شکل شماره ۳ آمده است. در زیر به بررسی نتایج حاصل از این نقشه ها پرداخته می شود، لازم به ذکر



است که با توجه به طیف تغییرات مقاومت الکتریکی جهت تعیین محدوده های مختلف و گسترش آن ها فاصله خطوط هم مقاومت الکتریکی ۲۵ و ۲۰ اهم متر انتخاب شده است.

بررسی نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی با طول خط جریان ۱۰۰ متر

این نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی را تا عمق حدود ۲۰ الی ۴۰ متر نشان می دهد. طیف تغییرات مقاومت الکتریکی بین ۴۵۰ اهم متر در محدوده سونداز ۴ پروفیل ۸۸' و ۳۰ اهم متر در محدوده سونداز ۴ پروفیل ۴۴' متغیر است. با توجه به رنگ و مقیاس می توان زون های هادی و مقاوم الکتریکی آن ها را که به ترتیب با تغییر رنگ در نقشه مشخص شده اند، تفکیک نمود. همچنین می توان در این عمق وضعیت دانه بندی ابرفتی و لایه های آهکی را مشخص ساخت. بنابراین در عمق حدود ۳۰ الی ۴۰ متر منحنی هایی با مقاومت ظاهری ۲۰۰ الی ۴۵۰ اهم متر که با محدوده رنگ سبز تا نارنجی نیز مشخص می شوند، لایه آهکی می باشد و در این عمق ابرفت و آهک های خشک شده و بدون آب وجود دارد.

بررسی نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی با طول خط جریان ۲۰۰ متر

این نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی ظاهری را تا عمق حدود ۵۰ الی ۷۰ متر نشان می دهد. طیف تغییرات مقاومت الکتریکی بین ۴۵۰ اهم متر در محدوده سونداز ۸ پروفیل ۸۸' و ۳۰ اهم متر در محدوده سونداز ۶ پروفیل ۴۴' متغیر است. در این نقشه نیز با توجه به تغییراتی که در رنگ و منحنی های هم مقاومت ظاهری وجود دارد، می توان چنین تفسیر کرد که در محدوده شمالی و شمال غربی گسترش آهک های سازند اسفندیار در این عمق زیر ابرفت مناسب است. همچنین در اثر عملکرد گسل، آهک در مجاورت ابرفت قرار گرفته است.

بررسی نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی با طول خط جریان ۴۰۰ متر

در این نقشه تغییرات منحنی های هم مقاومت الکتریکی ۲۰ اهم متر انتخاب شده و تا عمق حدود ۱۵۰ متر را نشان می دهد. طیف تغییرات مقاومت الکتریکی بین ۲۴۰ اهم متر در محدوده سونداز ۸ پروفیل ۸۸' و ۲۰ اهم متر در محدوده سوندازهای ۳ و ۴ پروفیل های C و D متغیر است. همانطور که در نقشه هم مقاومت ظاهری و محدوده تغییرات رنگ نشان داده شده، آهک های اسفندیار در شمال، غرب و شمال غربی گسترش مناسبی دارد و بسیار کارستیک و آبدار می باشد. ولی در محدوده جنوبی و جنوب شرقی تا حدودی ماری بوده و گسل نسبتاً بزرگی به صورت شمالی- جنوبی بین پروفیل BB' و CC' وجود دارد.

بررسی نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی با طول خط جریان ۶۰۰ متر

در این نقشه نیز منحنی مقاومت الکتریکی با طیف تغییرات ۲۰ اهم متر انتخاب گردیده و تا عمق حدود ۱۸۰ الی ۲۲۰ متر را نشان می دهد. بطور کلی تغییرات منحنی هم مقاومت ظاهری که در محدوده شمالی و شمال شرقی نقشه، دارای بیشترین مقاومت بین ۱۵۰ الی ۲۴۰ اهم متر می باشد، نمایانگر کارستیک بودن و آبدار بودن این محدوده می باشد. در مجاورت آن سازند قلعه دختر تا حدودی ماری بوده و در محدوده جنوبی گسترش زیادی دارد.

مقاطع ژئوالکتریک (VES)

پروفیل های مذکور به منظور بررسی ویژگی های کمی و کیفی لایه های مختلف زمین در محدوده مورد مطالعه صورت گرفته اند. نتایج بدست آمده مورد استفاده در این پروفیل ها مقاومت الکتریکی حقیقی است که از طریق مقاومت ظاهری بدست آمده است. مشخصات پروفیل های برداشت شده به همراه حجم عملیاتی آنها به شرح زیر تشریح می گردد.



پروفیل AA'

این پروفیل به طول ۱۹۳۰ متر شامل ده سونداژ با فواصل ۲۰۰ متری به صورت شمال شرقی- جنوب شرقی با فرستنده جریان $AB=1000m$ برداشت شده است. این پروفیل در سطح پوشیده از آبرفت با دانه بندی های متغیر با ضخامت نسبتا کم می باشد که در سرتاسر پروفیل گسترش دارد. زیر لایه آبرفتی، لایه هایی از آهک که در قسمت فوقانی خشک و بدون آب ولی در قسمت زیرین آیدار می باشد؛ قرار گرفته است. این لایه های آهکی از سونداژ ۱ تا سونداژ ۴ دارای ضخامت مناسبی بوده ولی در محدوده سونداژ ۵ و ۶ سنگ کف شامل آهک و مارن می باشد و به احتمال زیاد سازند قلعه دختر را بالا آمده و ضخامت لایه های آهکی را کمتر نموده است. در این مقطع در محدوده سونداژ ۶ و بین سونداژهای ۸ و ۹ گسل نسبتا بزرگی قرار گرفته و ضخامت لایه آهکی را در حد ۲۰۰ متر می رساند ولی در محدوده سونداژ ۹ تا انتهای پروفیل مجددا سنگ کف بالا آمده است. بنابراین در مقطع AA' محدوده سونداژ ۷ و ۸ از نظر هیدروژئولوژی دارای موقعیت مناسبی می باشد.

پروفیل BB'

پروفیل BB' که شامل ۸ سونداژ با فواصل ۱۰۰ متری می باشد، تقریبا به صورت شمالی- جنوبی برداشت شده است. در این پروفیل از سونداژ ۱ تا سونداژ ۴ زیر لایه آبرفتی لایه هایی از آهک با ضخامت حدود ۱۶۰ تا ۲۰۰ متر قرار گرفته است ولی بین سونداژ ۴ و ۵ گسل بزرگی به صورت شرقی- غربی عمل نموده و لایه هایی از مارن با مقاومت نسبتا کم و ضخامت زیاد از عمق حدود ۴۰ متر تا انتهای پروفیل گسترش دارد.

پروفیل CC'

این پروفیل به صورت شمالی- جنوبی شامل ۴ سونداژ الکتریکی با فرستنده جریان $AB=1000m$ برداشت شده است. این مقطع نیز مانند مقاطع دیگر در سطح پوشیده از آبرفت می باشد ولی در محدوده سونداژ ۱ تا ۲ گسلی به صورت شرقی- غربی عمل کرده که ادامه گسلی است که در مقطع BB' وجود دارد و در اثر عملکرد آن از سونداژ ۲ تا انتهای پروفیل سنگ کف که دارای مقاومت نسبتا کمی می باشد بالا آمده و سدی در مقابل آهک بوجود آورده است.

پروفیل DD'

این پروفیل نیز به موازات پروفیل های B و C برداشت شده و در سطح پوشیده از آبرفت می باشد. در محدوده سونداژ ۱ و ۲ لایه آهکی در قسمت فوقانی تا حدودی فشرده و در قسمت زیرین تکتونیزه و کارستیک بوده و دارای ضخامت در حد ۱۰۰ الی ۱۵۰ متر است. بین سونداژ ۲ و ۴ زیر آبرفت تشکیلات مارنی در اثر عملکرد گسل بالا آمده و در مجاورت آهک قرار گرفته است.

پروفیل EE'

پروفیل EE' از سونداژ شماره ۲ پروفیل AA' و عمود بر این پروفیل با فرستنده جریان $AB=1000m$ برداشت شده است. از سونداژ ۱ تا سونداژ ۲ زیر آبرفت لایه ای از آهک با ضخامت حدود ۱۵۰ تا ۱۷۰ متر قرار گرفته است. بین سونداژ ۲ و ۳ ادامه گسلی که در پروفیل های فوق مشخص شده است، عمل نموده و محدوده سونداژ شماره ۳ و ۴ پروفیل EE' را تا حدودی تکتونیزه کرده است. از سونداژ ۵ تا ۷ نیز گسترش لایه آهکی زیر آبرفت مناسب می باشد. زیر لایه آهکی تشکیلات مارنی قرار گرفته به طوری که در محدوده سونداژ ۳ و ۴ در اثر عملکرد گسل، سنگ کف تا حدودی بالا آمده است.



پروفیل 'FF'

این پروفیل نیز به موازات پروفیل 'EE' برداشت شده است. زیر لایه آبرفتی، لایه ای از آهک با ضخامت در حد ۲۰۰ متر گسترش دارد و در محدوده سونداژ ۱ و ۲ گسل قرار گرفته است. زیر لایه آهکی تشکیلات مازنی با ضخامت زیاد وجود دارد که سنگ کف منطقه را تشکیل می دهد.

نتیجه گیری و پیشنهادات

نتایج که از برداشت ۶ پروفیل ژئوفیزیکی محدوده ای از دشت ده محمد بدست آمده به اختصار در زیر بیان می شود:

- ۱- بطور کلی منطقه در سطح پوشیده از لایه های آبرفتی با ضخامت کم است و یک گسل نسبتاً بزرگ بصورت شرقی-غربی در سرتاسر این منطقه عبور نموده و تغییراتی در کف منطقه بوجود آورده است.
- ۲- همچنین دو گسل بصورت تقریباً شمالی-جنوبی در دشت وجود دارد، عملکرد این گسل ها با وجود این که گسترش لایه های آهکی را تا حدودی محدود نموده ولی ارتباط تغذیه ای مناسب را از مسافت های دورتر که توسط گسل های بزرگ که از ارتفاعات عبور نموده اند، بوجود آورده است.
- ۳- با توجه به نتایج بدست آمده دو نقطه در محدوده پروفیل های A و F که از نظر استحصال آب مناسب به شمار می روند، در جدول شماره ۲ پیشنهاد می گردد.

تشکر و قدر دانی

داده های مورد نیاز برای این کار پژوهشی از امور آب و فاضلاب شهرستان طبس در اختیار قرار گرفت که لازم است در این زمینه از مساعدت ها و زحمات آقایان عبدالله موفقی جهت انجام عملیات صحرایی، پوریا کیانوش، کارشناس کامپیوتر و مهندس علیرضا محمدزاده مقدم، ریاست محترم امور آب و فاضلاب شهرستان طبس صمیمانه تشکر و قدردانی شود.

دانشگاه آزاد اسلامی
واحد طبس
۱۳۸۸



منابع:

Keller, G. V., and Frischknecht, F. C., 1982, Electrical Methods in Geophysical Prospecting, Pergamon Press.
 Milsom, J., 1996, Field Geophysics, John Wiley & Sons.
 Patra, H. P., and Nath, S. K., 1999, Schlumberger Geoelectric Sounding in Ground Water, Balkema.
 Telford, W. M., Geldart L. P., and Sheriff, R. E., 1998, Applied Geophysics, Cambridge University Press.
 Zhdanov, M. S., and Keller G. V., 1994, The Geoelectrical Methods in Geophysical Exploration, Elsevier

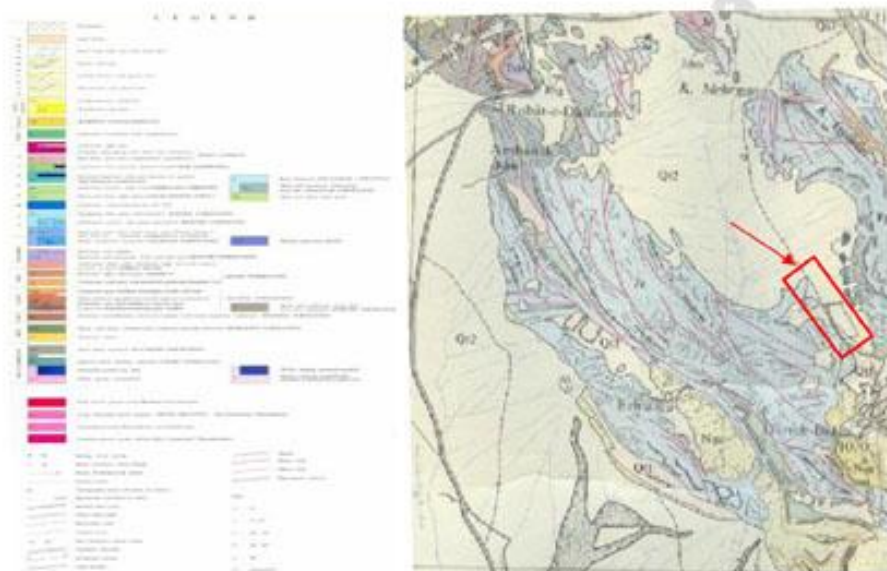
پیوست:

ردیف	شماره پروفیل	طول پروفیل (متر)	تعداد سونداژ	فاصله سونداژ (متر)
۱	Pr. AA'	۱۹۵۰	۱۰	۲۰۰
۲	Pr. BB'	۸۰۰	۸	۱۰۰
۳	Pr. CC'	۳۰۰	۴	۱۰۰
۴	Pr. DD'	۳۰۰	۴	۱۰۰
۵	Pr. EE'	۶۰۰	۷	۱۰۰
۶	Pr. FF'	۷۰۰	۸	۱۰۰

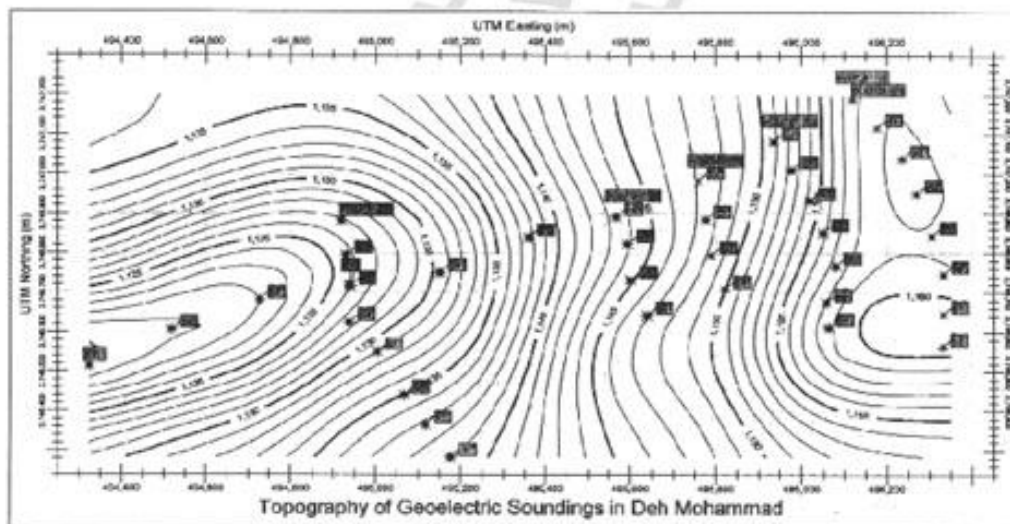
جدول شماره ۱: حجم عملیات

ردیف	شماره پروفیل	شماره سونداژ	X	Y	Z	عمق حفاری پیشنهادی (m)
۱	AA'	S8	۴۰۴,۸۲۰	۳,۷۳۶,۷۱۶	۱,۱۲۶	۱۸۰
۲	FF'	S2	۴۹۶,۱۷۶	۳,۷۴۷,۱۱۷	۱,۱۶۸	۲۰۰

جدول شماره ۲: نقاط پیشنهادی حفاری



شکل شماره ۱



مکانهای ژئوفیزیکی به روش ژئوالکترونیک در منطقه دشت ده محمد

شکل شماره ۲