



مقدمه

مقاومت ویژه‌ی پایین، تفاوت قائل شویم و اطلاعات مناسبی راجع به آب‌گذری در هر نقطه از حوزه به دست آوریم. از این مطالعات نه تنها می‌توان برای اکتشاف آب‌های زیرزمینی، بلکه برای تخمین پارامترهای هیدرولیکی نیز بهره جست. همچنین می‌توان با انتخاب مواضع مناسب حفاری‌های آزمایشی، از میزان حفاری‌های مورد نیاز کاست و در هزینه و زمان عملیات صرفه‌جویی کرد.

منطقه‌ی مورد مطالعه

این منطقه که در جنوب غربی مبارکه (۷۰ کیلومتری اصفهان) در میان دشت مبارکه قرار گرفته، نیمه بیابانی و در کوهپایه‌های زاگرس واقع شده است. مهم‌ترین منابع آب‌جاری در منطقه، رودخانه‌ی زاینده‌رود است که از شمال مجتمع می‌گذرد و پس از طی مسافتی، به باتلاق گاوخونی می‌ریزد، همچنین، در این منطقه تعدادی رودخانه‌های فصلی نیز وجود دارد که از آن جمله رودخانه‌ی شور مبارکه است. جهت حرکت آب‌های زیرزمینی، تا حد زیادی با جریان سطحی منطبق است و عمدتاً از طرف جنوب و جنوب غربی به طرف شمال و شمال غربی است و تخلیه در حوالی مبارکه به زاینده‌رود صورت می‌گیرد.

مطالعات ژئوالکتریکی منطقه

مطالعات ژئوالکتریکی محدوده‌ی زمین‌های واقع در اراضی

ذخایر آب یکی از نیازهای اولیه و اساسی هر طرح توسعه‌ای به‌شمار می‌رود و دشت علی‌آباد مبارکه نیز دارای زمین‌های حاصل‌خیز ولی (به دلیل کمبود آب) بایر است و از نظر کشاورزی قابلیت توسعه‌ی فراوانی دارد.

در این تحقیق سعی شده است، با توجه به اطلاعات نقشه‌های زمین‌شناسی، شیب، توپوگرافی و داده‌های هیدرومتری و گزارشات و مطالعات انجام شده در محدوده‌ی مورد مطالعه، از روش ژئوالکتریکی به منظور بهینه‌سازی نسبت اطلاعات به هزینه‌ها و اجتناب از استفاده‌ی نابه‌جا و گزاف از آزمون‌های حفاری و پمپاژ، استفاده شود. زیرا در صورت مشخص بودن خصوصیات آبخوان، به خصوص ضخامت لایه‌ی آب‌دار و ضریب نفوذپذیری برای هر نقطه از یک آبخوان، می‌توان از طریق سنجش‌های ژئوالکتریک، سطح ایده‌آل مناسبی برای آب‌گذری هر نقطه‌ی دیگری از حوزه به دست آورد.

در روش ژئوالکتریکی، با توجه به وضعیت توپوگرافی و زمین‌شناسی، مساحت منطقه‌ی مورد مطالعه، و چاه‌های موجود، محل Zohdj و IPI تشخیص داده شد که در نهایت به تهیه‌ی مقاطع ژئوالکتریک و مقاطع زمین‌شناسی منجر خواهد شد که بر اساس آن می‌توان، میزان RT (حاصل ضرب ضخامت لایه‌ی آب‌دار در مقاومت الکتریکی) را محاسبه کرد. با استفاده از این نتایج قادریم، بین زون‌های اشباع از آب شیرین و دارای مقاومت ویژه‌ی بالا، و زون‌های اشباع از آب شور تا لب شور با

۴. نقشه های هم مقاومت برای اعماق متفاوت

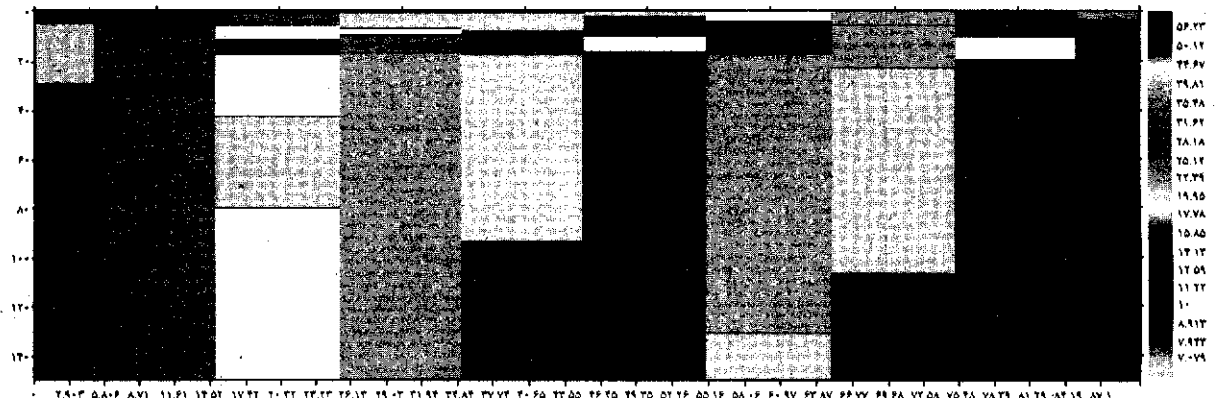
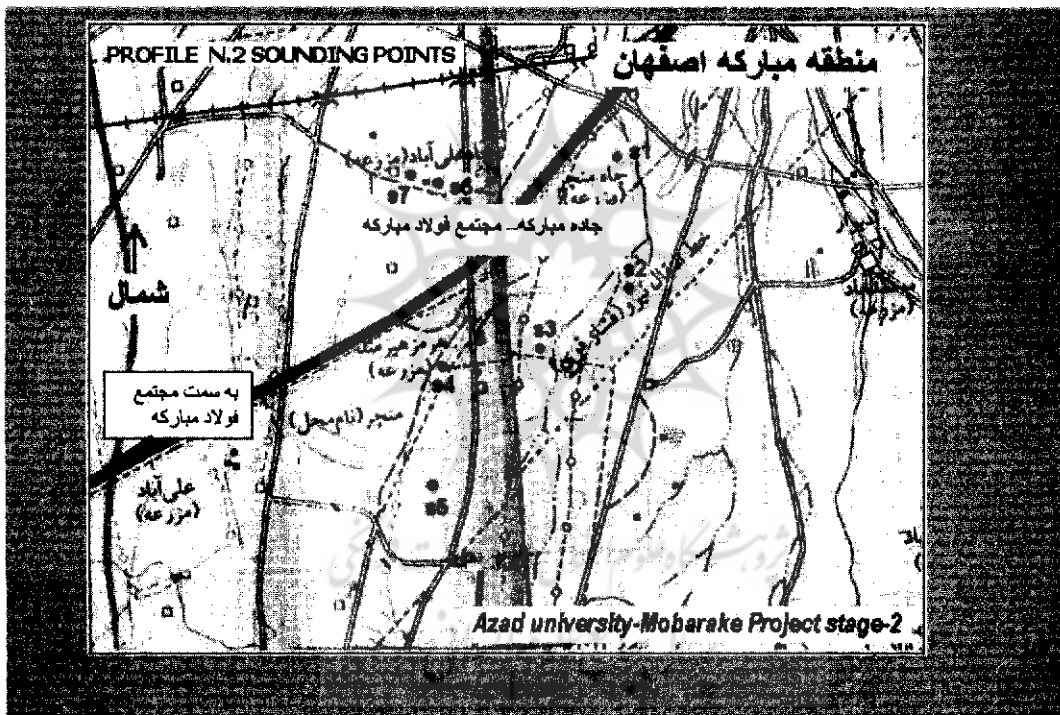
در این مطالعه، پس از پردازش داده های صحرایی مربوط به هر سونداژ به تهیه ی نقشه های هم مقاومت برای اعماق متفاوت شامل ۲/AB های ۱، ۱۰، ۳۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ متر اقدام شد که برابر اعماق ۰/۵، ۵، ۱۵، ۳۲، ۵۰ و ۷۵ متر هستند.

در نقشه ی عمق ۰/۵ متری می توان، منطقه را به دو قسمت شرقی و غربی تقسیم کرد که در قسمت غربی، مقاومت پایین و در شرق مقاومت بالاست. دامنه ی تغییر مقادیر مقاومت، بین ۲۰ تا ۱۰۰ اهم متر در نوسان است.

در نقشه ی عمق ۵ متری، مقاومت در یک نقطه بالا و در سایر نقاط پایین تر است. گستره ی تغییر مقاومت بین ۱۸ تا ۷۸ در نوسان است. در نقشه ی عمق های ۱۵، ۳۲ و ۵۰ متری، در انتها الیه جنوب شرقی، مقاومت نسبتاً بالاست و به سمت شمال و شمال غربی کاهش مقاومت دیده می شود. گستره ی مقاومت

کشاوری مشتمل بر ۲۰ سونداژ الکتریکی و در طول ۳ پروفیل و در یک سایت انجام پذیرفت. از این نقاط، ۱۷ نقطه در مجاورت چاه های فعال و مورد بهره برداری منطقه واقع هستند. روش ژئوالکتریکی به کار گرفته شده در این مطالعه، روش سونداژ الکتریکی قائم (VES) و «آرایه»^۲ی مورد نظر نیز «شلومبرگر»^۳ با حداکثر طول خط جریان (AB) ۶۰۰ و ۱۰۰۰ متر و حداکثر طول خط پتانسیل (MN) ۳۰ متر بوده است.

همان گونه که در نقشه ی موقعیت سونداژها دیده می شود (نقشه ی ۱)، مطالعات ژئوالکتریکی در ۲۰ نقطه در کنار چاه ها و در طول ۳ پروفیل انجام پذیرفته است که در متن گزارش برای حصول دقت کار در سه پروفیل بررسی شده است (شکل ۱). داده های صحرایی به دست آمده از عملیات صحرایی و پردازش و تفسیر آن ها، به تهیه ی نقشه ها و مقاطع و تعیین روابطی انجامید که با تلفیق اطلاعات جانبی دیگر، نتایج مفیدی به بار آورد.



شکل ۱. نمای ژئوالکتریکی پروفیل.

در محدوده‌ی مورد مطالعه، کیفیت آب زیرزمینی چندان متغیر نیست و لذا مقادیر متفاوت مقاومت الکتریکی لایه‌ی آب دار، به خصوصیت زمین شناسی آن در نقاط گوناگون وابسته می‌شود. از آن‌جا که در بعضی نقاط با افزایش مقادیر RT، حتی در مقدار آب دهی چاه‌ها کاهش مشاهده می‌شود، می‌توان استدلال کرد که به احتمال فراوان، بالا آمدگی سنگ کف در پیرامون این نقاط، از یک طرف، و فشرده بودن آبرفت به صورت پراکنده (درجه‌ی سیمانی شدن آبرفت) از طرف دیگر، دلیل اساسی رفتار غیرخطی آب دهی چاه‌هاست. به دلیل تعدد پارامترهای مؤثر بر مقاومت الکتریکی، از جمله کیفیت آب و میزان املاح آن و تأثیر اندازه‌ی ذرات بر مقاومت، نمی‌توان رابطه‌ای مستقیم را برای RT و آب دهی انتظار داشت. در این منطقه، نیز روند مشخصی برای این رابطه دیده می‌شود که در نمودار ۱ به خوبی مشهود است. اگرچه ابتدا با افزایش RT میزان آب دهی نیز بالا می‌رود، ولی رفته رفته با رسیدن به یک نقطه‌ی عطف در منحنی، روند معکوس شده است و روبه نزول دارد. می‌توان گفت، بیشترین میزان RT را چاه‌هایی با آبدهی حدود ۴ اینچ دارند.

از روی این گونه نمودارها و شکل‌ها می‌توان، با انجام عملیات ژئوالکتریک و تعیین ویژگی‌های هیدروژئولوژی هر نقطه (ضخامت و مقاومت الکتریکی لایه‌ی آب دار در آن محل)، تا حدود زیادی میزان آب دهی چاه تحت حفاری در آن نقطه را پیش بینی کرد. در نقشه‌ی RT تهیه شده برای منطقه نیز می‌توان مشاهده کرد: اعداد بین ۷۰۰ تا ۱۷۰۰ اهم متر مربع در تغییر هستند و مقدار RT در قسمت‌های غرب و شمال پایین و متوسط، و در قسمت‌های مرکزی و

جنوب شرقی و جنوبی، بالاست. نقطه‌ی S_۳ بالاترین و S_۴ پایین‌ترین میزان RT را دارند و جالب است که این دو نقطه فاصله‌ی چندانانی با هم ندارند.

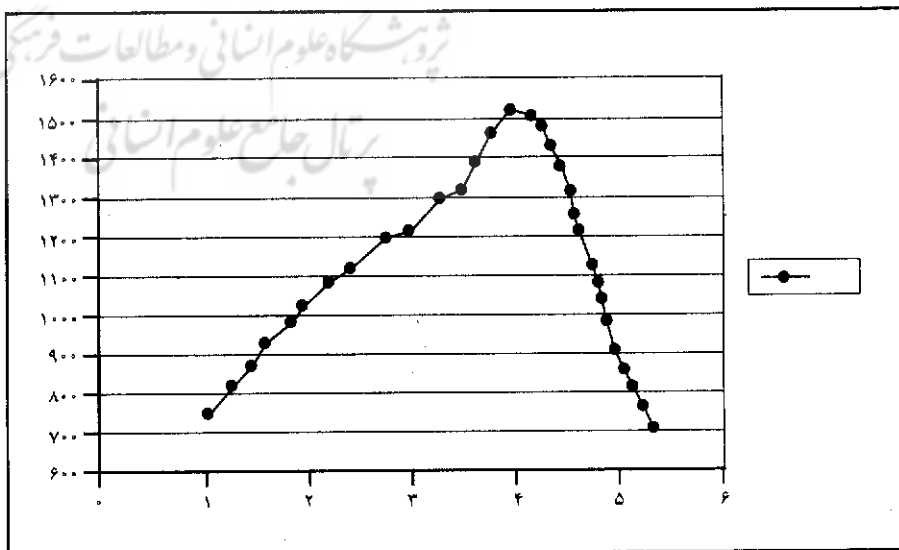
نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده از این مطالعات و بررسی‌های به عمل آمده در این پروژه را می‌توان در راستاهای گوناگون مورد کنکاش قرار داد. ولی با توجه به هدف این پروژه که در واقع بررسی رابطه‌ی آب دهی چاه‌های منطقه با مقدار RT آن‌هاست و با در نظر گرفتن مسائل

پایین است و بین ۱۳ تا ۳۴ اهم متر در تغییر است. در آخرین نقشه در عمق ۷۵ متری، دو نقطه با کمترین و بالاترین میزان مقاومت الکتریکی دیده می‌شود که مقاومت الکتریکی در غرب پایین و در شرق بالاست.

۵. محاسبه‌ی مقادیر RT و بررسی رابطه‌ی آن‌ها با آب دهی چاه‌ها

مقدار عددی RT، یعنی حاصل ضرب ضخامت در مقاومت الکتریکی لایه‌ی آبدار، از مدت‌ها پیش توجه محققان این رشته را به خود معطوف داشته است. این پارامتر در برآورد میزان حصول آب زیرزمینی از سفره‌های واقع در دشت‌ها و چاه‌های مورد بهره‌برداری در آن‌ها، کمک شایانی می‌کند. مطالعه‌ی ژئوالکتریکی به نتایجی منجر می‌شوند که توسط آن‌ها، علاوه بر اطلاع از عمق سنگ کف، سطح ایستایی، کیفیت آب زیرزمینی و آب دهی نقاط را نیز می‌توان تعیین کرد. در واقع، حساس‌ترین قسمت مطالعه‌ی ژئوالکتریکی نیز همین جاست. برای محدوده‌ی مورد مطالعه، رابطه‌ی بین مقادیر RT و آب دهی چاه‌ها برآورد شد که نتایج آن در شکل ۲ و نمودار ۱ آورده شده است و در آن‌ها، ضریب همبستگی مطلوبی بین مقادیر RT و آب دهی چاه‌ها مشاهده می‌شود $R_p = 0/84$. بر این اساس، با خطای حدود ۱۵ درصد می‌توان آب دهی چاه پیشنهادی را تعیین کرد. نکته‌ی جالب توجه، روند مطابقت و برازش این دو پارامتر براساس مطالعات هیدروژئولوژیکی است که رابطه‌ی خطی مورد انتظار را ندارند. دلیل زمین شناسی این پدیده‌ی نادر نیز بسیار حائز اهمیت است.



نمودار ۱. نمودار رابطه‌ی بین آب دهی چاه‌ها و میزان RT در منطقه‌ی علی آباد مبارکه

4. Zohdy, A.A.R., G.P. Eaton, and D.R. Mabey (1974). Application of surface geophysics to ground-water investigations. U.S. Geological Survey. Techniques of water-Resources Investigation. Book 2, Chap. D1, p. 116.

5. Ayers, J.F., 1990. Conjunctive use of Geophysical and Geological Data in the study of an Alluvial Aquifer. Ground water. V. 27, no. 5, pp. 625-632.

6. Kalenov, E. N., (1957). Interpretation of vertical Electrical sounding curves. Moscow, Gostoptekhizdat, 471 p. (In Russian).

7. Zohdy, A. A. R., (1968). The effect of current leakage and electrode spacing errors on resistivity measurements, in Geological survey research 1968. U. S. Geol. Survey Prof. Paper 600-D, P. D 258-D 264.

8. Kuntez, G.(1966). Principles of direct current resistivity prospecting: Berlin-nikollasse, Gebruder Borntraeger, 103p.

9. Zohdy, A.A.R., and Jackson, B., (1969). Application of deep electrical soundings for Groundwater exploration in Hawaii. Geophysics, V.34.no.4:p.584-599.

10. Zohdy, A.A.R.(1969). The use of Schlumberger and equatorial soundings in groundwater investigations near El Paso, Texas. Geophysics 34(5):713-728.

11. Kelly, William E. (1977). Geoelectric Sounding for Estimating Aquifer Hydraulic Conductivity. Ground water. V.15, no. 6.pp. 420-425.

12. Tsourlos, P.I., Szymanski, J.E., and Tsokas, G.N.(1990). The effect of terrain topography on commonly used resistivity arrays. GEOPHYSICS, V 64, NO. 5, PP1357-1362.

13. CECCHINI, A. and ROCROL, J.P. (1980). Effect of the Relief in Electrical Prospecting, Geophysical Prospecting 28, 977-993.

14. Zohdy, A.A.R. (1974). Use of Dar Zarrouk curves in the interpretation of vertical electrical sounding data. U.S.Geological Survey Bulletin 1313-D.p.41.

15. Kosinski, W.K., and Kelly, W.E. (1981). Geoelectric sounding for predicting Aquifer Properties. Ground Water 19(2):163-171.

16. Nur, A., G.I. Obiefuna and N.E. Bassey(2001). Interpretation of Geoelectrical Data of the Federal University of Technology. Yola, Nigeria, Journal of Environmental Hydrology vol.9,3.

17. Schulz, R., and Tezkan, B.(1988). Interpretation of resistivity measurements over 2D structures. Geophysical prospecting 36, 962-975.

18. Muiuane, E.A., and Pedersen, L.B.(1999). Automatic ID interpretation of DC resistivity sounding data. Journal of Applied Geophysics 42:35-45.

19. Archie, G.E. (1942). The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics. Petroluom Technology, Technical Report 1422, American Instrument of Mining and Metallurgical Engineering. V.146, pp.54-62.

20. Schlumberger, C., and Schlumberger, M. (1932). Depth of Investigation attainable by potential methods of electrical exploration. A.I.M.E. Trans., Geophysical prospecting. pp. i27-133.

21. Keller, G.V. and Frischknecht, F.C.(1966). Electrical Methods in Geophysical prospecting. Oxford, Pergamon Press, 517p.

موجود، مهم ترین آن ها را می توان در عنوان های زیر جای داد:

- بررسی مقاطع به دست آمده نشان می دهد، لایه ی آب دار احتمالی، مقیاس وسیعی از تغییرات مقاومت الکتریکی، و نیز عمق قابل توجهی دارد. به نظر می رسد که کاهش قابل توجه مقاومت الکتریکی، مخصوصاً در محل برخی سونداژها در پروفیل ها، بی ارتباط با تغییر رطوبت و اندازه ی رسوبات منطقه نباشد و احتمالاً این امر خود باعث تغییر آب دهی چاه های موجود در نقاط گوناگون است که مشخصه ی رسوبات آبرفتی منطقه محسوب می شود.

- در محدوده ی مورد مطالعه، کیفیت آب زیرزمینی چندان متغیر نیست و لذا مقادیر متفاوت مقاومت الکتریکی لایه ی آبدار به خصوصیت زمین شناسی آن در نقاط متفاوت وابسته می شود. از آن جا که در بعضی نقاط، با افزایش مقادیر RT، حتی در مقدار آب دهی چاه ها کاهش مشاهده می شود (سه حلقه چاه برداشت شده ی موجود در محدوده)، می توان استدلال کرد که به احتمال فراوان، بالا آمدگی سنگ کف در پیرامون این نقاط از یک طرف، و فشرده بودن آبرفت به صورت پراکنده (درجه ی سیمانی شدن آبرفت) از طرف دیگر، دلیل اساسی رفتار غیرخطی آبدهی چاه ها است.

- به دلیل تعدد پارامترهای مؤثر بر مقاومت الکتریکی، از جمله کیفیت آب، میزان املاح آن و تأثیر اندازه ی ذرات بر مقاومت، نمی توان رابطه ای مستقیم برای RT و آب دهی انتظار داشت. در این منطقه نیز روند مشخصی برای این رابطه دیده می شود که در نمودار ۱ به خوبی مشهود است. ولی رفته رفته با رسیدن به نقطه ی عطفی در منحنی، روند معکوس می شود و رو به نزول می رود. می توان گفت، بیشترین میزان RT را چاه هایی با آب دهی حدود چهار اینچ دارند.

* عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، مبارکه
 ** دانشجوی دکترای زمین شناسی دانشگاه تربیت معلم، تهران
 *** کارشناس ارشد زمین شناسی

زیرنویس

1. Vertical Electrical Sounding
2. Array
3. Schlumberger

منابع

۱. گزارش مطالعات آب های زیرزمینی (۱۳۶۴)، مطالعات طرح تغییر محور مجتمع فولاد. جلد ۹. دفتر دانشگاه اصفهان.
۲. گزارش مطالعات آب های زیرزمینی (۱۳۶۴)، مطالعات طرح تغییر محور مجتمع فولاد. جلد ۴. دفتر دانشگاه اصفهان.
3. Kelly, W.E. and stanislav, M.(1993). Applied geophysics in hydrogeological and engineering practice, Elsevier, Amsterdam.