

به کارگیری داده های زمین شناسی و ژئوالکتریکی در تحلیل کیفی آب زیرزمینی

کوروش قلی نژاد^۱

کارشناس خبره حفاظت منابع آبی زیرزمینی، شرکت آب منطقه ای مازندران ، kgholinejad@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق دلایل بالارفتن هدایت الکتریکی(EC) آب استحصالی از چاههای عمیقی که دیرزمانی از کیفیت مناسبی برخوردار بودند مورد بررسی قرار گرفت. بهترین گزینه در برطرف نمودن ظن بالا آمدن احتمالی سفره آب شور و جایگزینی آن با آب شیرین ، بررسیهای اکتشافی ژئوالکتریکی در مجاورت این چاهها و اراضی مجاور بوده است. همزمان اطلاعات ستون زمین شناسی و ساختمان فنی این چاهها و آنالیز کیفی نمونه آب استحصالی آنها گردآوری و مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از داده های ژئوالکتریکی که به روش سوندایزی الکتریکی قائم (VES) انجام پذیرفت و تطبیق آن با اطلاعات و داده های مذکور نشان داد هنوز تداخل مستقیم سفره آب شور و شیرین به وقوع نپیوسته است و افزایش بیش از انتظار هدایت الکتریکی، ریشه در برداشت مداوم و بیش از ظرفیت سفره آب زیرزمینی و عدم رعایت فواصل حریمی چاهها دارد ولیکن در شرایط امروزی با توجه به تغذیه ضعیف آبخوانها و روند روبه رشد تخلیه آنها، احتمال وقوع این اتفاق چندان دور از انتظار نخواهد بود.

واژه های کلیدی: چاه عمیق، هدایت الکتریکی ، مقاومت ویژه ، سوندایزی قائم، ژئوالکتریک ، سفره آب شور و شیرین

Using Geoelectric And Geological Data In Underground Water Qualitative Analysis

Koorosh Gholinezhad¹

¹Certified Expert (B.S) In Undergroundwater Resources,Mazandaran Regional Water Company

Abstract

In this paper we study the reason why electrical conductivity (EC) in water from deep wells, that for a long time was of appropriate quality, increased. The best choice to eliminate doubt about probable saline water uprising and replacing with fresh water is geoelectrical method next to these wells and adjacent lands. Simultaneously, information of geological cross-section and technical structures data of these wells and qualitative analysis of water samples have been collected and studied. The result from geoelectrical exploration data using VES and matching them with mentioned information and data, showed that Direct interconnection of fresh and salt water tables has not occurred yet. more than expected electrical conductivity increase, results from permanent and more than capacity water discharging and violating radius of influence wells. However, in today condition and with respect to poor recharging of aquifers and increasing procedure of their discharge, the probability of this event is not far from expectations.

Keywords:Deep Well, Electrical Conductivity, Specific Resistivity, VES, Geoelectric, Fresh and Saline Water

۱ مقدمه

امروزه شاید بتوان مسئله آب را در کشور عزیzman ایران ، از اولویتهای مهم دولتمردان و مردم دانست. این مشکل اگرچه در برخی مناطق خشک و نیمه خشک کشور قدمتی دیرینه دارد ولی کاهش بارندگی و نزولات جوی از یکسو و روند روبه رشد مصرف خصوصاً برداشت از سفره های آب زیرزمینی از سوی دیگر، مسئله کم آبی حتی در مناطق مرطوب و معتمد کشور هم به معضلی سراسری تبدیل شده است. در بسیاری از مناطق کشور از گذشته های دور مشکل آب چه کمی و چه کیفی وجود داشته و طبیعتاً مصرف کنندگان این مناطق ، راهکارهای مقابله با این مشکلات را یافته و تمهدیدات لازم جهت انتباط با این شرایط را اتخاذ می کرده اند. اما متأسفانه در سالهای اخیر ، اتفاقی که در حال وقوع است ، افت کیفی آب زیرزمینی مناطقی است که از دیرباز از غنای کمی و کیفی این منابع برخوردار بوده اند. در این تحقیق به بررسی دلایل بالارفتن بیش از انتظارهای الکتریکی آب چاههای عمیق قسمتهایی از شهر نکا پرداخته شده است که سالهاست تامین کننده آب با دبی زیاد و کیفیت مطلوب بوده و اخیراً دچار این مشکل شده است. در گام نخست از روش مقاومت ویژه الکتریکی که هم از توان مطالعه گسترده مکانی برخوردار و هم در تفکیک مرز سفره های آب شور و شیرین دارای دقت خوبی است استفاده شد و نتایج حاصل همراه با داده های زمین شناسی و هیدروژئولوژی موجود مورد آنالیز و تحلیل قرار گرفتند. در بسیاری از نقاط جهان خصوصاً در دشتی های ساحلی چنین تحقیقاتی بنایه ضرورتها انجام پذیرفته است از جمله در جنوب غربی اسپانیا بخشی از آبخوان آلمونت ماریسماس که در رسوبات دریایی مدفون است توسط پلاتا و روبيو (۲۰۰۴) به روش سوندابازنی الکتریکی قائم مورد مطالعه قرار گرفتند و با داده های هیدروژئوشیمی آنالیز شدند و پنهنه مرزی (حد اینترفارز) با دقت قابل قبولی شناسایی گردید. ابیکویا و بنل (۲۰۱۲) در شمال ولز و آنیل کومار و همکاران (۲۰۱۵) در حوضه آبریز رودخانه پریار هند هم از تلفیق سوندابازنی الکتریکی و مطالعات هیدرو شیمیایی به ارزیابی تاثیر متقابل سفره شور تحتانی و سفره شیرین فوقانی در آبخوان پرداختند.

منطقه مورد مطالعه در محدوده طول شمالی ۳۶ درجه و عرض شرقی ۵۳ درجه و ۴۰ دقیقه و عرض شرقی ۵۳ درجه و ۱۷ الی ۱۹ دقیقه قرار دارد. این محدوده در شمال شهر نکا و در دو بخش مجزا و در فاصله ی تقریبی یک کیلومتری از یکدیگر یکی در مجاورت چاههای عمیق موجود و در امتداد تقریباً شمالی - جنوبی و دیگری در اراضی مورد اکتشاف جهت حفر چاههای جایگزین قرار دارند و با ایجاد شبکه ای از گمانه های الکتریکی مورد مطالعه قرار گرفتند (شکل ۱).



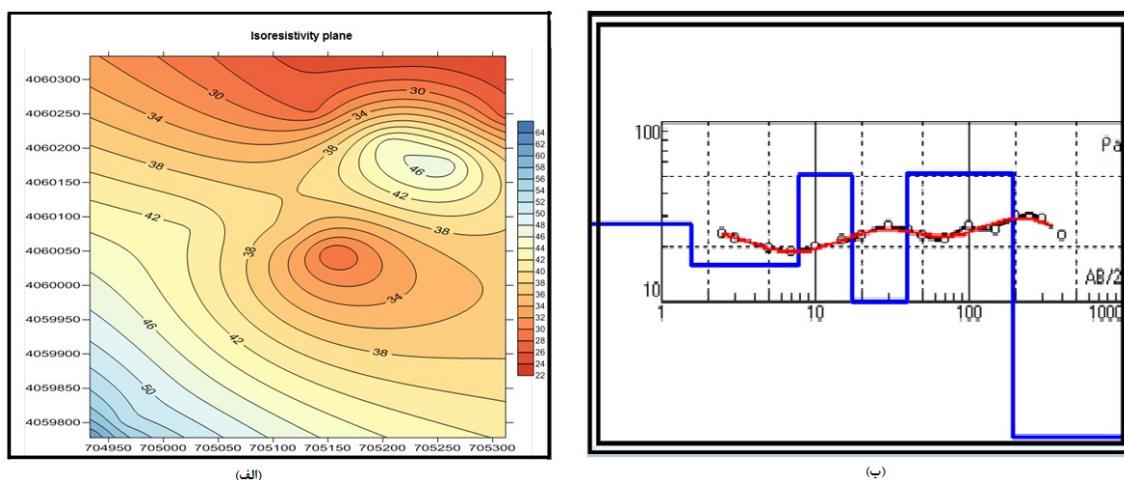
شکل ۱ محدوده عملیاتی و مکان چاهها و گمانه های الکتریکی (الف - در نقشه زمین شناسی ب- در عکس هوایی)

این مناطق به دلیل برخورداری از مصالح درشت دانه مخروط افکنه نکا تا اعمق زیاد ، از غنای کمی و کیفی ممتاز آب زیرزمینی برخوردار و بدین دلیل از مناطق هدف جهت حفر چاههای عمیق برای مصارف شرب و صنعت برای این شهر و شهرکها و روستاهای مجاور است. در این تحقیق ۵ حلقه چاه محفوره به شماره های ۱ الی ۵ و عمق ۱۵۰ متر و دبی برداشت تقریبی ۶۰ الی ۸۰ لیتر در ثانیه مورد بررسی قرار گرفتند که به غیر از چاه شماره ۴ که جدیدالحفر است مابقی قدیمی بوده (قدمت این چاهها ۳۵ سال است) و سالهاست با کیفیت مطلوب در صنایع پرآب طلب منطقه مورد استفاده قرار می گیرند. هدایت الکتریکی (EC) آنها سالها در محدوده ۸۵۰ الی ۱۰۰۰ میکرومتر بر سانتیمتر مربع بوده است. اما در سالهای اخیر EC این چاهها به طور فزاینده ای سیر صعودی را در پیش گرفته به طوریکه در چاهها ی شماره ۴ و ۵ این پارامتر به ۳۵۰۰

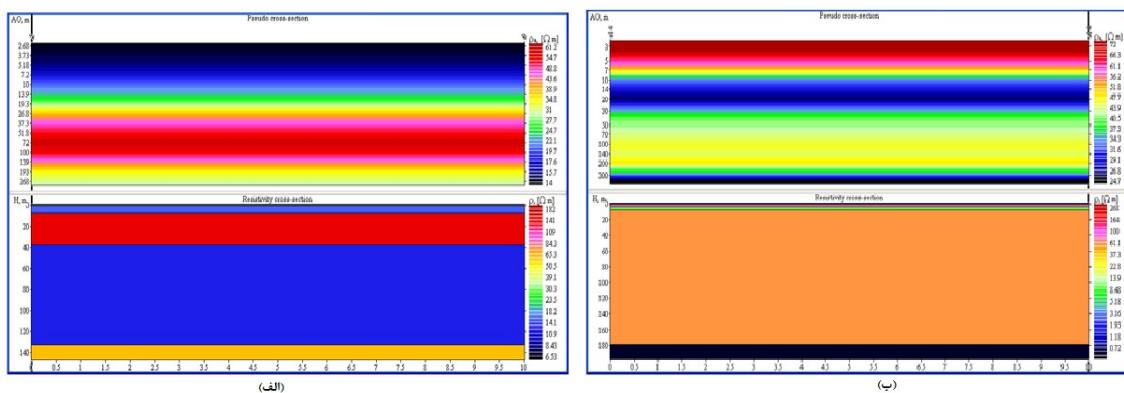
رسیده است. به منظور تحلیل چرایی این مسئله و تعیین محل مکانهای مناسب جهت حفر چاههای جایگزین ، مطالعات ژئوکتریک به روش سوند از زنی قائم (VES) با آرایه شلومبرژ در مجاورت این چاهها و اراضی مورد بحث انجام پذیرفت و همزمان بررسیهای جامعی از ساختمان فنی این چاهها و ستون زمین شناسی و آنالیز کیفی نمونه آب استحصالی آنها انجام گرفت تا با مقایسه نتایج حاصل از این داده ها و تلفیق آن با برداشت‌های الکتریکی دلایل بروز این مسئله مشخص و تمهیدات لازم اتخاذ گردد.

۲ روش تحقیق

در گام نحسن روش مقاومت ویژه الکتریکی که اساس آن سنجش مقاومت طبقات زمین است به کار گرفته شد در روش مقاومت ویژه ، تحریق جریان الکتریستی به زمین توسط یک زوج الکترود (الکترودهای A و B) انجام می پذیرد و در همان حال اختلاف پتانسیل در سطح ، بین یک زوج الکترود (M و N) اندازه گیری می شود. آرایه به کار رفته در این روش آرایه متقارن شلومبرژ است که در آن ، زوج الکترود های (A ، B) و (M ، N) هم محور می باشند و نسبت به مرکز آرایه متقارن هستند. در این تحقیق شبکه ای از تعداد ۱۴ گمانه الکتریکی در زمینی به مساحت تقریبی ۵ هکتار طراحی گردید. ۵ گمانه الکتریکی در مجاورت چاههای عمیق مورد بحث جانمایی و مابقی در سطح اراضی توزیع شدند(شکل ۱). بدین ترتیب با خط جریان حداقل ۸۰۰ متر و با مدد جستن از نرم افزارهای Ipi2Win و Surfer، پارامترهای مهم ژئوفیزیکی تحت الارضی تعیین و نقشه های هم مقاومت ویژه ظاهری منطقه مورد مطالعه در اعماق مختلف ، مقاطع و شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری و حقیقی و منحنی های مربوطه تهیه و ترسیم گردید. در اشکال ۲ و ۳ به عنوان نمونه ، پلان هم مقاومت ویژه ظاهری و منحنی ها و شبه مقاطع ظاهری و حقیقی چند گمانه به نمایش در آمده است. در کل اراضی مورد مطالعه ، مقاومت ویژه لایه ها تا عمق ۱۵۰ متری طیفی از ارقام ۲۵ الی ۱۵۰ اهم متر را نشان داد که موید وجود سفره شیرین تا این اعماق است.



شکل ۲.الف- پلان نمونه هم مقاومت ویژه ظاهری (عمق ۱۵۰ متر) ب- منحنی نمونه مقاومت ویژه (گمانه اول)

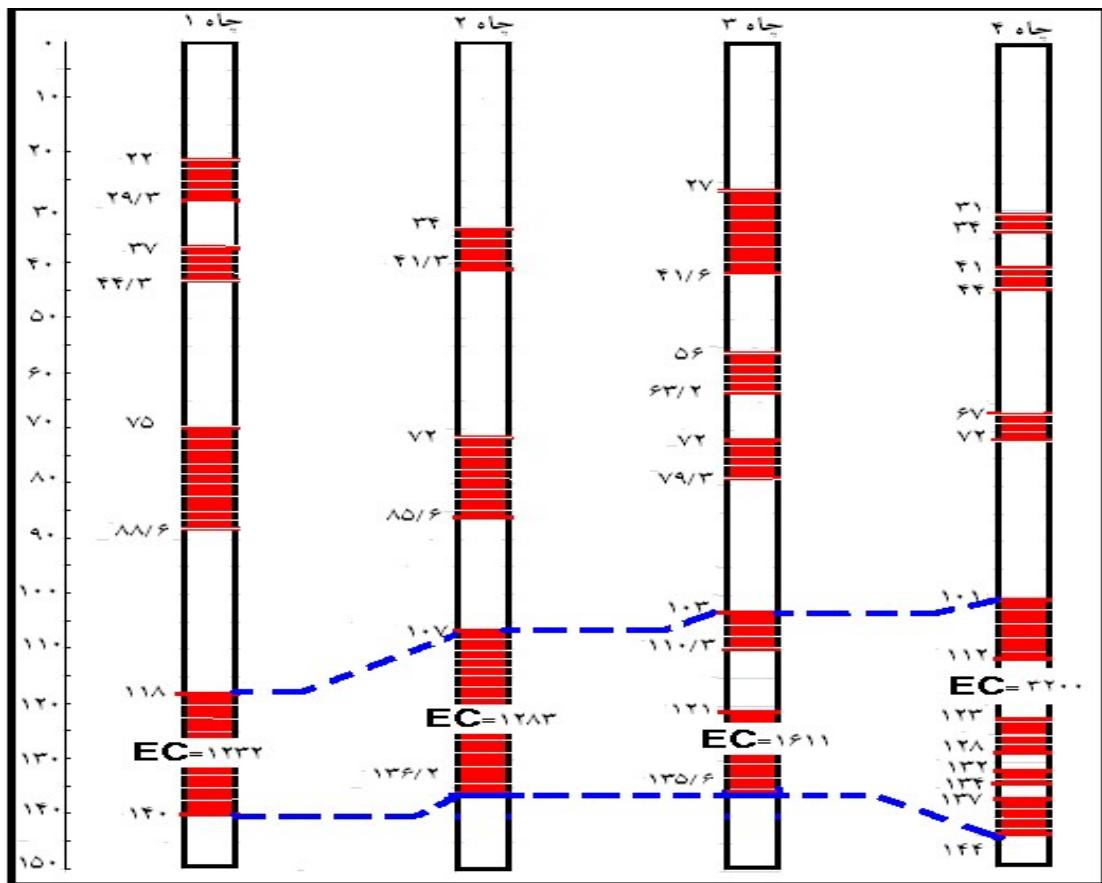


شکل ۳. شبه مقاطع مقاومت ظاهری و ویژه (الف- گمانه نهم در مجاورت چاه ۵ ب- گمانه چهاردهم در مجاورت چاه ۱)

در گام بعدی ، جمع آوری و مطالعه سوابق موجود از لوگ زمین شناسی این چاهها نظرینحوه حفاری و ساختمان فنی ، نحوه لوله گذاری و شبکه بندی لوله جدار ، جنس لایه ها ، مصالح و دانه بندی ذرات و آنالیز کیفی نمونه آب این چاهها از بدو حفاری و بهره برداری تاکنون و مسائل حريمی نظیر تعداد چاهها و منابع آبی مجاور مورد بررسی قرار گرفت. داده های مقایسه ای هدایت الکتریکی نمونه آب چاهها (جدول ۱) شرایط نرمایی را تا يك دهه قبل برای همه چاهها و شرایط نامتعارفی را برای چاههای ۳ ، ۴ و ۵ در حال حاضر نشان می دهد. شکل ۴ مقطع شبکه های لوله جدار چاههای شماره ۱ الی ۴ را که تقریباً در یک خط و در راستای شمالی - جنوبی قرار گرفته اند نشان می دهد فاصله این چاهها به ترتیب ۷۳۵، ۴۳۵ و ۳۰۵ متر از یکدیگر بوده که در مطالعه مقطع زمین شناسی و شبکه بندی لوله جدار آنها ، توزیع ناصحیح اسکرین لوله ها در چاه شماره ۴ که منجر به برداشت حداکثری آب از لایه های تحتانی این چاه می شود نسبت به چاههای دیگر کاملاً ملموس و مشهود است.

جدول ۱. داده های مقایسه ای هدایت الکتریکی چاهها

هدایت الکتریکی (EC)					Tarix Nmonه برداری
چاه	۴ چاه	۳ چاه	۲ چاه	۱ چاه	
۹۶۰	-	۸۲۰	۹۴۰	۸۰۰	۱۳۶۰/۲/۲۹
۱۱۲۰	۱۳۵۰	۹۲۱	۱۱۹۱	۸۵۸	۸۴/۶/۲۳
۳۴۳۰	۲۲۰۰	۱۶۱۱	۱۲۸۳	۱۲۲۲	۹۶/۸/۳۰



شکل ۴. مقطع شبکه های لوله جدار (Screen) چاههای شماره ۱ الی ۴

۳ نتیجه‌گیری

در بررسی نتایج حاصل از مطالعات ژئوکتریک خصوصاً مشاهده نقشه پلانهای هم مقاومت ظاهری و مقاطع مقاومت ویژه حقیقی در می‌یابیم در اراضی مورد مطالعه، عموماً نیمه جنوبی نسبت به بخش‌های شمالی از وضعیت مناسبتر آبخوان برخوردار است و در هیچ محدوده‌ای تا اعمق ۱۵۰ متری آثاری از وجود سفره آب سور به صورت درجا و در عمق خاصی موجود نیست و کیفی حاصل از نمونه برداریها هم، شواهدی دال بر وجود سفره آب سور به صورت درجا و در عمق خاصی موجود نیست و ارتباط هیدروژئولوژیکی مشخصی از این حیث در ارتباط با شور شدن چاههای شماره ۳، ۴ و ۵ مشاهده نمی‌گردد. اما در مطالعه لوگ زمین شناسی چاههای محفوره، ارتباط معناداری در میزان برداشت آب از زونهای تحتانی لایه‌ها و افزایش هدایت الکتریکی (EC) برقرار گردید که این مسئله در چاه شماره ۴ که جدید‌الحفر بوده و بلافصله بعد از حفر بروز نموده و بعد از آن چاه شماره ۳ مشخص می‌باشد. در بررسی های منابع آبی مجاور و مسائل حريمی هم مشاهده گردید چاههای عمیق و نیمه عمیق متعددی در سالهای اخیر در حريم چاههای شماره ۳، ۴ و ۵ حفر شدند. بنابراین در شرایط برابر از نظر عمق چاه و جنس لایه‌ها، هرچاهی که در فاصله حريمی مناسبتری حفر گردیده با کاهش افت کیفی کمتری مواجه شده است (چاههای شماره ۱ و ۲). بنابراین با توجه به موارد فوق باید تمهداتی بدین شرح اندیشیده شود:

- با توجه به اینکه بالارفتن درجه شوری آب چاهها بیشتر به دلیل برداشت آب با دبی زیاد از لایه‌های تحتانی است این رویه می‌بایست متوقف و یا تعدیل شود، عمق چاههای شور شده به روش تزریق سیمان یا روش‌های نوین دیگر کاهش یابد و از دبی چاههایی که هنوز شور نشده است هم کاسته شود.
- چاههای جایگزین با عمق و دبی برداشت کمتر، در مکانهای معرفی شده حفر گردد و فاصله حريمی کافی رعایت شود و برای کلیه چاهها، برنامه منظم هفتگی و ماهانه نمونه برداری از آب و اندازه گیری هدایت الکتریکی در نظر گرفته شود تا غلظت و درجه شوری آب تحت کنترل دائمی باشد.

منابع

- راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی به روش‌های مقاومت ویژه، الکترومغناطیس، پتانسیل خودزا و پلاریزاسیون القایی در اکتشافات معدنی، ۱۳۹۳، انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن، نشریه شماره ۵۳۳.
- ژئوفیزیک و نقش آن در مهندسی آب، ۱۳۷۵، نشریه ۱۵۹، انتشارات سازمان برنامه و بودجه.
- Plata,J.L,Rubio,F.M,2004,Study of the saltwater-freshwater interface in environments of low resistivity : Geological Survey Of Spain (IGME)-18,435-446 .
- Obikoya,I.B, Bennell, J. D.,2012, Geophysical investigation of the fresh-saline water interface in the coastal area of abergwynngregyn,Journal of Environmental Protection, 3, 1039-1046.
- Gurunadha,V. V. S.,Tamma, G., . Surinaidu, L.,Rajesh,R., Mahesh,J.,2011,Geophysical and Geochemical Approach for Seawater Intrusion Assessmentin the Godavari Delta Basin, A.P., India : Water Air Pollut,217,503-514.
- Anil Kumara, K.S.,Priyab, C.P.,Narasimha,N.B.,2015, Study on saline water intrusion into the shallow coastal aquifers ofperiyar river basin, Kerala using Hydrochemical and ElectricalResistivity Methods: Aquatic Procedia 4, 32 – 40.
- Nakamura, N., 1996, Two-dimensional mixing, edge formation, and permeability diagnosed in an area coordinate: J. Atmos. Sci., 53, 1524-1537.