

بررسی آب موجود در آبخوان های مجاور دریا

نسیم محمدزاده^{۱*}، مهدی رحمانیان^۲، مجتبی جوکار^۳

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تکنونیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز
 ۲- کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
 ۳- کارشناسی ارشد هیدروژئولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

چکیده:

تعیین میزان آب موجود در یک آبخوان، از شاخص های مهم در برنامه ریزی و تصمیم گیری در مورد استفاده بهینه و توسعه از منابع آب زیر زمینی است. ایجاد و توسعه اماکن شهری، صنعتی یا کشاورزی نیاز به اطمینان از وجود آب کافی در منطقه دارد. محاسبه حجم آب موجود در یک آبخوان نیاز به داشتن اطلاعات دقیق از حجم آبخوان و همچنین تخلخل لایه های تشکیل دهنده آبخوان دارد. دو پارامتر مجهول در این معادله یعنی حجم و تخلخل آبخوان معمولاً توسط مطالعات ژئوالکتریک محاسبه می شوند. در محاسبه تخلخل آبخوان از روابط ریاضی موجود برای محاسبه تخلخل بدون صرف هزینه های آزمایشگاهی بهره گرفته شده است تا هم در وقت و هم هزینه صرفه جویی شود.

واژه های کلیدی: آبخوان، منابع آب زیرزمینی، تخلخل، حجم آب

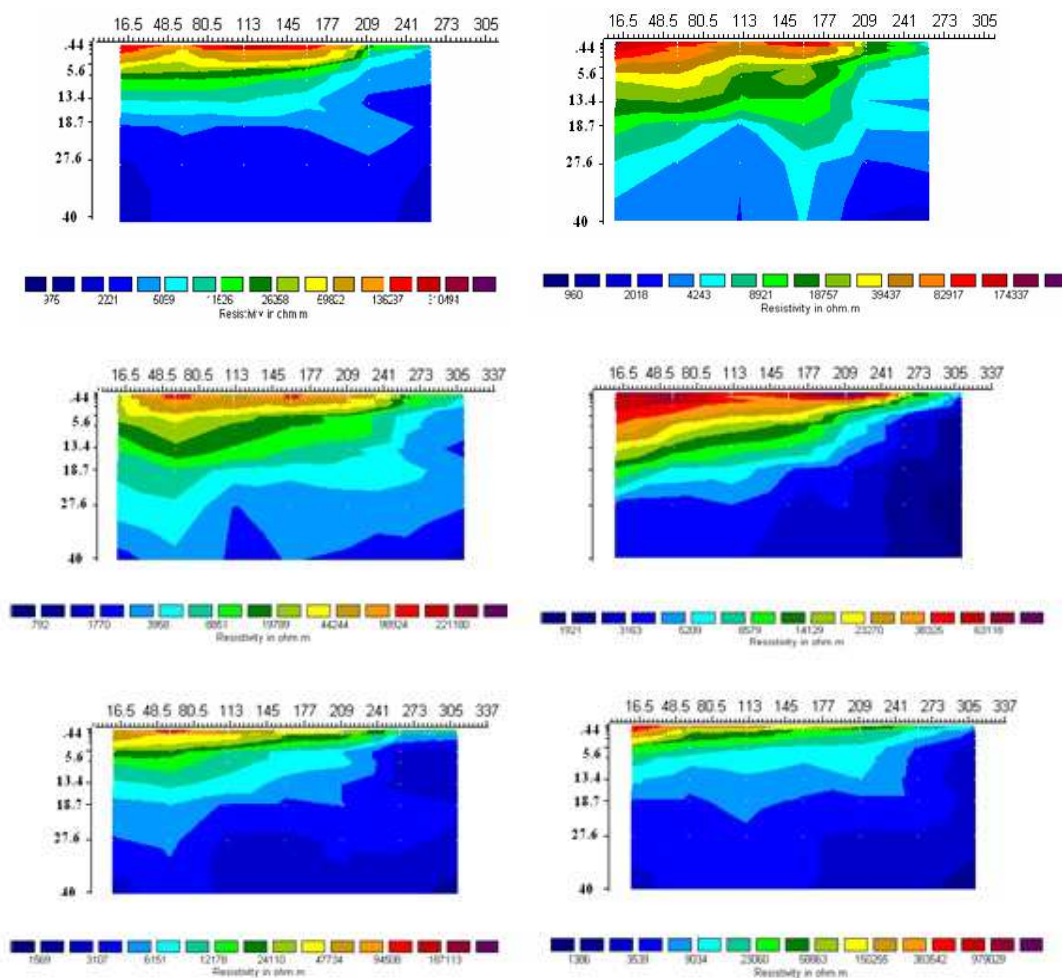
مقدمه :

نقش منابع آب در پیشرفت و توسعه هر شهر انکار ناپذیر است. حفظ و نگهداری از منابع آب زیرزمینی در کنار استفاده مناسب و اصولی از آنها نیاز به داشتن اطلاعات کافی در مورد این منابع دارد. مطالعات ژئوالکتریک می تواند اطلاعات بسیار مفیدی در مورد یک آبخوان در اختیار قرار دهد. آبخوان مورد مطالعه در مجاورت دریا قرار دارد، به دلیل اختلاف چگالی آب شور و شیرین، آب شیرین در داخل یک سفره آب زیرزمینی بالای آب شور قرار می گیرد، با افزایش حجم آب شیرین در اثر تغذیه آبخوان به تدریج آب شور به سمت پایین رانده می شود و در صورت برداشت زیاد از آب شیرین آبخوان، سطح آب شور بالا می آید، در نتیجه عمق مرز آب شور و شیرین در اثر عوامل مختلف از جمله عواملی که بیان شد، می تواند در یک آبخوان بسیار متغیر باشد. از این رو مسئله مهم یافتن عمق مرز آب شور و شیرین و شکل هندسی این مرز برای محاسبه حجم آبخوان است. روش مقاومت ویژه بهترین پیشنهاد برای مطالعه و پایش دائمی مرز آب شور و شیرین است که در این مطالعه نیز مورد استفاده قرار گرفت. مرز هندسی دیگر سفره آب زیرزمینی، سطح ایستابی است. سطح ایستابی با استفاده از تفسیر داده های ژئوالکتریک و همچنین داده های چاه های پیروز متری موجود به دست می آید. تخلخل درصدی از کل حجم سنگ است که توسط فضا های خالی اشغال می گردد، در این مطالعه منظور از تخلخل، تخلخل بین دانه ای یا بین بلوری است که تخلخل اولیه نامیده می شود. در مورد تخلخل حفره ای یا تخلخل ناشی از شکستگی های مکانیکی که تخلخل ثانویه نامیده می شود بحث نمی شود. محاسبه تخلخل یک سازند بویژه زمانی که مغزه در اختیار نباشد، بر اساس روش های غیر مستقیم انجام می گیرد، در آنها تخلخل با استفاده از پارامترهایی که تحت تاثیر تخلخل تغییر می کنند اندازه گیری می شود.

بحث:

محاسبه حجم آبخوان دارای آب شیرین

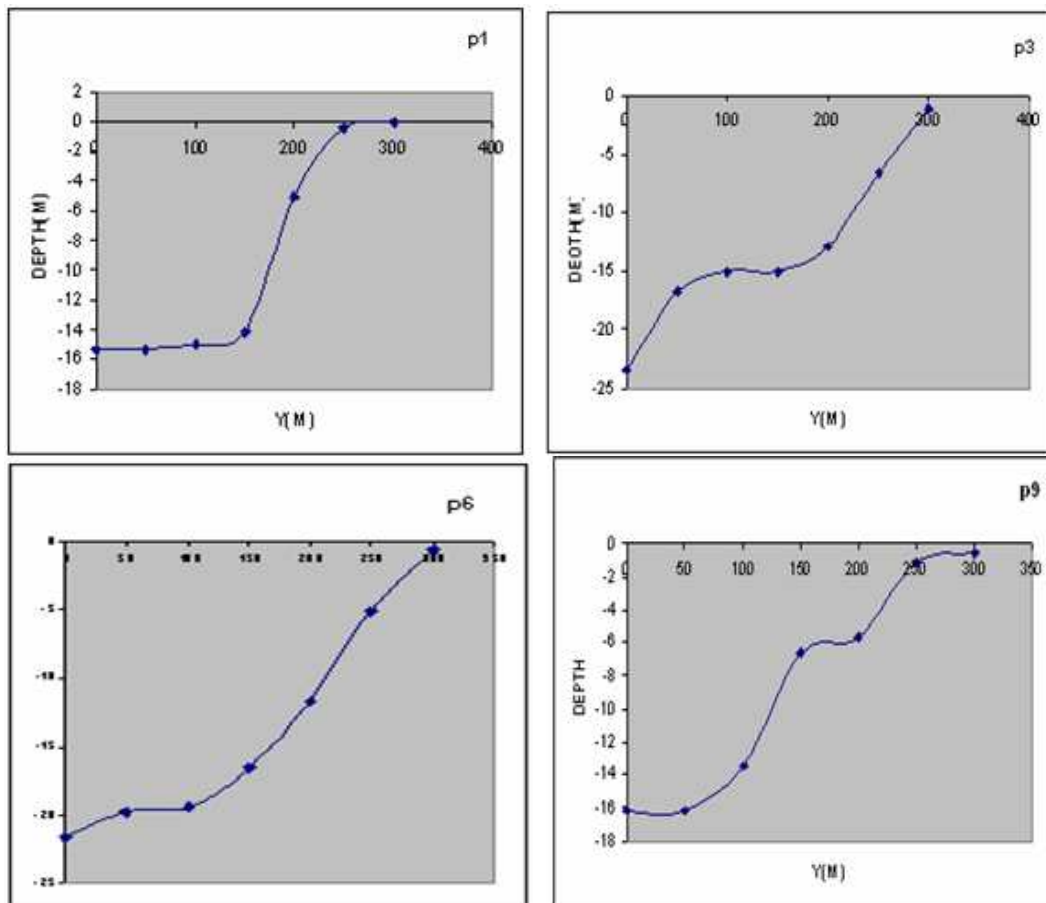
مطالعه حاضر روی قسمتی از یک آبخوان ساحلی در جنوب کشور انجام شده است. عمده نهشته های ساحلی در این منطقه، نهشته های آبرفتی نسبتا همگن می باشد. برای نیل به اهداف تعیین شده و با توجه به اطلاعات زمین شناسی منطقه تعداد ۱۲ پروفیل عمود بر خط ساحلی طراحی شد. هر پروفیل شامل ۷ سونداژ شولومبرژه با فاصله ۵۰ متر است. فاصله پروفیلها با هم ۱۰۰ متر انتخاب شد. با توجه به عمق کم آب شور در منطقه، گسترش آرایش ۲۰۰ متر است. داده های برداشت شده ابتدا به صورت دستی تفسیر شد و در ادامه برای تکمیل شدن کار و حذف نویزهای جانبی احتمالی، شبه مقطع های دو بعدی مقاومت ویژه با استفاده از نرم افزار REST2DINV بدست آمد. شبه مقطع ها پس از اعمال تصحیحات اولیه روی داده های میدانی برای هر پروفیل رسم شدند. طول هر پروفیل ۳۵۰ متر است و پروفیلها عمود بر ساحل قرار گرفته اند. شبه مقطع های بدست آمده برای ۱۲ پروفیل به صورت زیر می باشند. مقاومت ویژه ها به میلی اهم متر بیان شده اند.



شکل ۱- نمونه هایی از شبه مقاطع مقاومت ویژه الکتریکی بر حسب عمق، در منطقه.

اولین سونداژ از سمت راست در همه پروفیل ها دقیقا روی خط ساحلی قرار دارد، و همان طور که انتظار می رود، مرز آب شور تقریبا مماس با سطح زمین است. با حرکت روی منحنی به سمت راست، و با دور شدن از دریا به تدریج سطح آب شور پایین می رود، این افت سطح آب شور به دلیل جایگزین شدن آب شیرین در

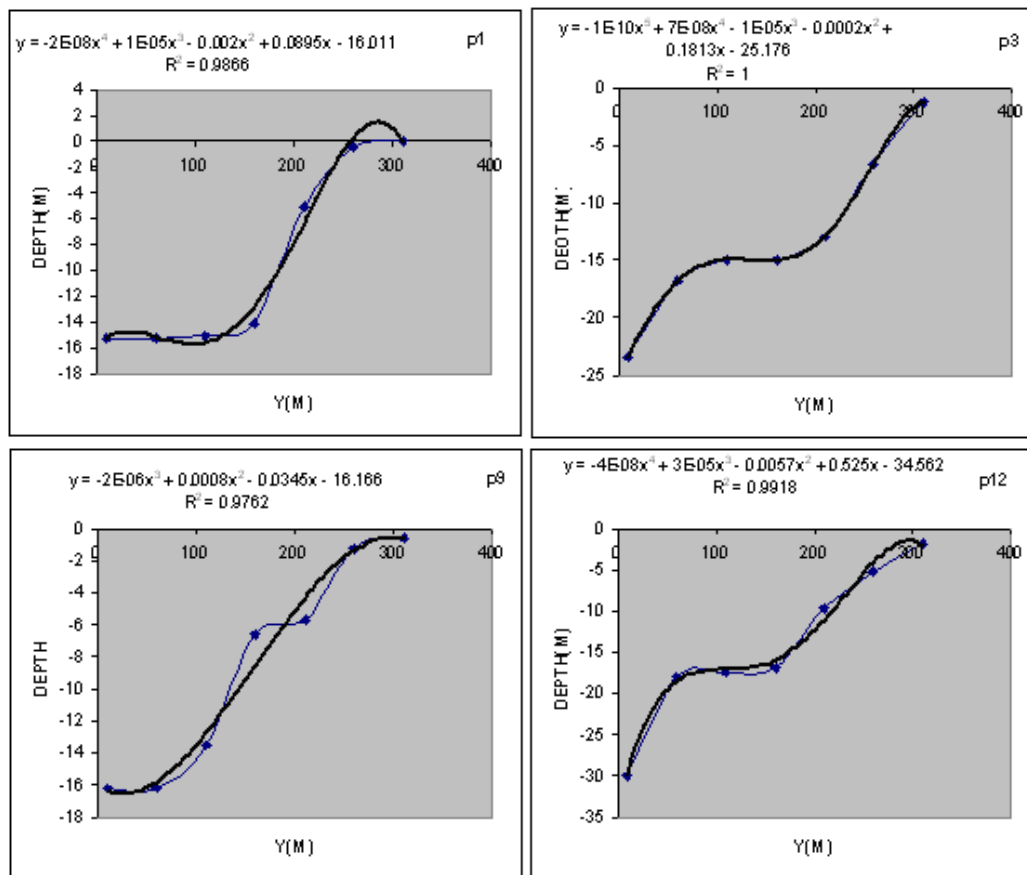
روی آب شور دریا و پایین راندن آن است. این روند در همه شبه مقطع ها دیده می شود. تغییر عمق مرز آب شور و شیرین عوامل گوناگونی دارد که از آن جمله می توان به وجود چاه های آب کشاورزی و در طرف مقابل وجود رودخانه ها و جریانات آب که آبخوان را تغذیه می کنند نام برد. با استفاده از تفسیر کارشناسی شبه مقطع های بدست آمده ، عمق آب شور در محل هر سونداژ تعیین شد. منحنی مربوط به عمق مرز آب شور و شیرین برای هر پروفیل رسم گردید. نمونه هایی از منحنی مرز آب شور و شیرین در آبخوان ساحلی در شکل ۲ آورده شده است.



شکل ۲- منحنی مرز آب شور و شیرین بر حسب عمق برای چهار نمونه از پروفیل های منطقه

برآورد حجم آبخوان با بهره گیری از روش های ریاضی برای محاسبه حجم آبخوان، با توجه به اینکه نمی توان شکل مشخصی را به آبخوان نسبت داد، با این وجود اگر بتوان نمودار ها را با منحنی هایی با معادلات ریاضی مشخص جایگزین کرد، می توان با بهره گیری از روشهای ریاضی انتگرال گیری مساحت مقطع مربوط به آبخوان دارای آب شیرین را در زیر هر پروفیل محاسبه کرد، سپس با یک تقریب منطقی آبخوان را به ۱۱ قسمت استوانه ای شکل تقسیم کرده، ارتفاع استوانه ها برابر فاصله پروفیل ها یعنی ۱۰۰ متر و مساحت آنها ، مساحت زیر منحنی های محاسبه شده در قسمت قبل است. بهترین روش برای نسبت دادن یک معادله ریاضی مشخص به نمودار های بالا استفاده از قاعده کمترین مربعات است، که در آن سعی می شود بهترین منحنی با کمترین میزان خطا به داده های بدست آمده

برازش داده شود. با استفاده از نرم افزار اکسل منحنی هایی با معادله ریاضی مشخص به نمودار های بالا برازش داده شد. منحنی های بدست آمده برای چهار پروفیل در زیر داده شده اند.



شکل ۳- منحنی های برازش داده شده به همراه معادله ریاضی مربوط به هر منحنی برای پروفیل های ۱، ۳، ۹ و ۱۲. خطای میانگین مربعات برای هر برازش داده شده است.

مساحت زیر یک منحنی با توجه به تعریف ریاضی انتگرال می تواند با انتگرال گیری از منحنی در بازه مشخص شده بدست آید. به عنوان مثال روند محاسبه مساحت زیر منحنی مرز آب شور و شیرین برای منحنی بدست آمده برای پروفیل ۱ در زیر آمده است.

$$S_1 = \int_0^{250} (-2 \times 10^{-8} \times X^4 + 10^{-5} \times X^3 - 0.002 \times X^2 + 0.0895 \times X - 16.011) dX = 3267 m^2$$

انتگرال گیری ها با استفاده از نرم افزار مطلب انجام شده است، نتیجه نهایی انتگرال گیری ها برای کل پروفیل ها محاسبه گردید.

با استفاده از روش فوق، حجم آبرفت بالای مرز آب شور و شیرین تا سطح زمین با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می گردد...

$$V_{total} = S_1 \times 50 + S_{12} \times 50 + (S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 + S_9 + S_{10} + S_{11}) \times 100$$

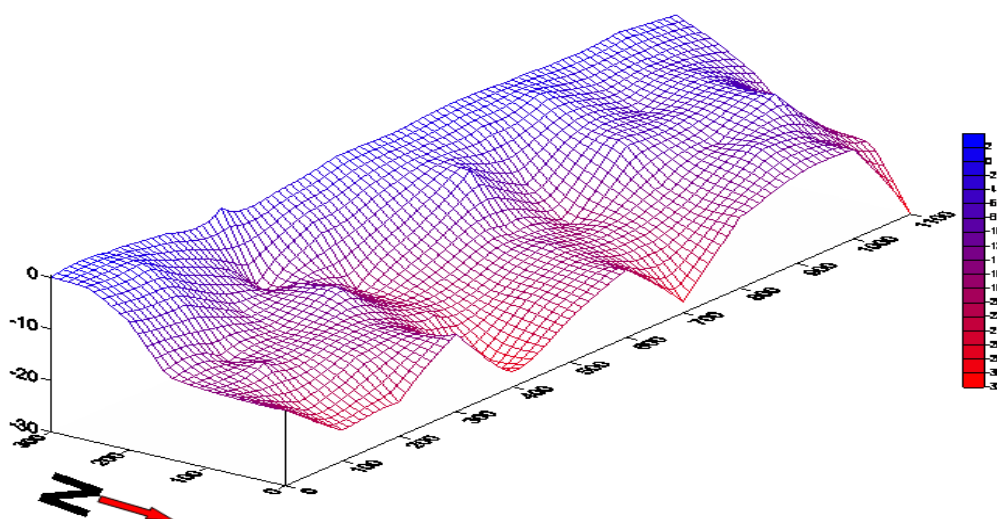
(۱)

باتوجه به اینکه تمام فضای بالای مرز آب شور و شیرین تا سطح زمین، را نمی توان آب شیرین در نظر گرفت، و با استفاده از اطلاعات میدانی مربوط به چاه های آب موجود در منطقه به همراه اطلاعات بدست آمده از تفسیر دستی داده ها، سطح ایستابی مشخص شد و حجم فضای بالای سطح ایستابی تا سطح زمین از مقدار حجم کلی بدست آمده کسر شد. در نهایت حجم قسمتی از آبخوان که دارای آب شیرین است به صورت معادله (۲) بدست آمد.

$$V_{fw} = V_{total} - V_{dry} \quad (۲)$$

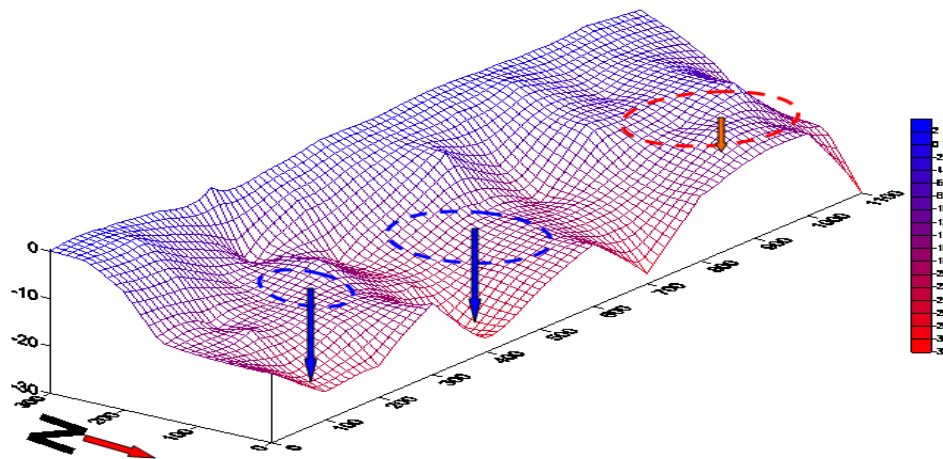
که در آن V_{fw} حجم قسمتی از آبخوان که اشباع از آب شیرین است و V_{dry} حجم قسمتی از آبرفت که هیچ آبی ندارد.

اولین سونداژ هر مقطع از سمت چپ در ساحل دریا و تقریباً مماس با خط ساحلی برداشت شده است بنا براین سطح آب شور تقریباً هم سطح زمین است با فاصله گرفتن از ساحل به تدریج سطح آب شور افت میکند. در زیر منحنی سه بعدی مرز آب شور نسبت به عمق داده شده است.



شکل ۴ - منحنی مرز آب شور و شیرین برحسب عمق

منحنی بیانگر یک افزایش در عمق آب شور با فاصله گرفتن از ساحل و همچنین از غرب به شرق است. با یک بررسی دقیق تر مشخص است که در قسمت‌های غربی منطقه مورد مطالعه (پروفیل‌های ۹۰، ۱۱ و ۱۲) آب شور بسیار بالا است و خطر شور شدن چاه‌های آب کشاورزی در آن وجود دارد. به عنوان نمونه در اولین سونداژ پروفیل ۱۱ آب شور در عمق ۱۲ متر مشاهده می‌شود. در مقابل در قسمت‌های شرقی منطقه آب شور در عمق‌های بالاتر مشاهده می‌شود. در منحنی زیر مناطق مجاز برای حفر چاه جدید یا ادامه بهره برداری از چاه‌های موجود با پرند های آبی رنگ نشان داده شده است. در مقابل در منطقه ای که با پرند قرمز رنگ نمایش داده شده، حفر چاه جدید پیشنهاد نمی‌شود.



شکل ۵- مناطق مناسب جهت حفر چاه از نظر پائین بودن سطح آب شور (پرند های آبی رنگ) و منطقه در معرض خطر شور شدن آب چاه‌ها (پرند قرمز رنگ)

نتیجه گیری :

- ۱- محاسبه حجم آب یک آبخوان در برنامه ریزی برای بهره برداری و صیانت از آن ضروری است. سرمایه گذاری اقتصادی در جایی که آب کافی برای تامین نیازها وجود ندارد با شکست مواجه می‌شود. برای محاسبه میزان آب در جای یک آبخوان باید ابعاد آبخوان به دقت تعیین شود، برای این منظور قسمت هایی از آبخوان که دارای آب شور است باید از محاسبات حذف گردد. سپس باید راهی برای محاسبه تخلخل قسمت های مختلف تشکیل دهنده آبخوان یافت. در این مطالعه یک روش ساده، سریع و ارزان قیمت برای محاسبه حجم آبخوان و تخلخل بر اساس روابط آرچی و مطالعات ژئوالکترونیک پیشنهاد شد. استفاده از این شیوه برای تخمین تخلخل منحصر به آبخوان های ساحلی نمی‌شود، بلکه در هر آبخوانی که بتوان مقاومت ویژه آب سازندی و مقاومت سازند اشباع از آب را اندازه گیری کرد می‌توان تخمینی از تخلخل بدست آورد. می‌توان بر اساس محاسبات انجام گرفته در مورد مناسب بودن یا نبودن آبخوان برای سرمایه گذاری تصمیم گیری کرد.
- ۲- با استفاده از روش مقاومت ویژه الکتریکی و تفسیر یک و دو بعدی داده‌ها می‌توان وضعیت آبخوان را از دیدگاه آلودگی با آب شور مانیتور کرد. نتایج حاصل از این مطالعات می‌تواند در انجام حفاری موفق

برای دسترسی به آب مفید واقع شود، علاوه بر این میتوان با کنترل میزان آب برداشت شده توسط چاه های موجود از شور شدن آب چاه ها جلوگیری کرد.

- ۳- پیشنهاد میشود برای بهره برداری بهینه و حفظ آبخوان هایی که در معرض خطر شور شدن قرار دارند، پایش دائمی آبخوان در فصول مختلف انجام شده و بر اساس آن تصمیم گیری های مختلف انجام شود.

منابع فارسی :

- ۱- باوئر، ه ، مترجم: لطفی صدیق ا. (۱۳۷۴)، هیدرولوژی آب های زیر زمینی، دانشگاه سهند تبریز
- ۲- حاجب حسینی، زمردیان، (۱۳۷۶)، "ژئوفیزیک کاربردی"، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- رحمانیان م، هاشمی نسب م. تعیین ذخیره آب موجود در آبخوانهای ساحلی توسط مطالعات ژئوالکتریک، شانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران (۱۳۹۱)، دانشگاه شیراز.

References:

- 1- M.H.Loke,(2001), "Rapid 2-D Resistivity & IP inversion using the least-squares method"
- 2- JACKSON D. B.1966, DEEP RESISTIVITY PROBES IN THE SOUTHWESTERN
- 3- UN ITED STATES.GEO.VOL7 1123-1144
- 4- John t.Dewan,(2000), "Essentials of modern open-hole log interpretation"
- 5- KELLER .G.V.,and Frischknecht,f.g.,1966.electrical methods in geophysical prospecting:new york,pergamen press.