فصلنامه زمین ساخت
پاییز ۱۳۹۷، سال دوم، شماره ۷

شناسایی زون‌های آسیب دیده وگسلی خرد شده با محاسبه تراکم شکستگی‌ها با داده‌های ژئوفیزیکی جهت اکتشاف آب در سازندهای سخت
(مطالعه موردی- طرح آغلغان، دانشگاه آزاد کرمانشاه، شهر خمارلو)

بهزاد زمانی ق.[*۳و۱]، محمد حسن پورصدقی[۲]، باقر زحمتی[۵]، رسول سیفی[۴]، خسرو زمانی[۳]

۱-دانشیار دانشگاه تبریز، دانشکده علوم طبیعی، گروه علوم زمین ومسئول مرکز پایش پیش نشانگرهای زلزله آزمایشگاه مرکزی دانشگاه تبریز.
۲- استادیار دانشگاه تبریز دانشگاه تبریز، دانشکده علوم طبیعی، گروه علوم زمین.
۳-کارشناس شرکت آبیاب زمین.
۴- کارشناس سازمان منابع آب اردبیل.
۵- کارشناس شرکت آب و فاضلاب آذربایجان شرقی.

تاریخ دریافت: ۲۹/ ۰۲/ ۱۳۹۸
تاریخ پذیرش: ۰۲/ ۱۰/ ۱۳۹۸

چکیده

نیاز انسان به آب شرب سالم و پایدار مسأله مهم جوامع بشری است. استفاده بی‌رویه در دهه‌های گذشته از آبخوان‌های سازندهای نرم در کشور باعث شده اکتشاف آب در سازندهای سخت بیشتر مدنظر قرار گیرد، از این رو اکتشاف آب‌های زیرزمینی در سازندهای سخت متمرکز شده است. تکتونیک و گسل‌ها از فاکتورهای مهم در خرد کردن سنگ‌ها و سازندها و توسعه آبخوان‌های گسلی است. بنابر این در این پژوهش نقش عوامل ساختاری در توسعه تحت الارضی شکستگی‌ها بررسی می‌شود و از آزمایش‌های ژئوفیزیک بهره برده می‌شود تا بهترین نقاط برای حفر چاه تعیین و منابع آب اکتشاف گردد. در این خصوص نتایج مطالعات موردی سه محدوده آغلغان چای، دانشگاه آزاد کرمانشاه و شهر خمارلو مورد بررسی قرار گرفته است. خصوصیت مهمی برای اولین بار در ایران در این خصوص یعنی پارامتر لاندا جهت تعیین تراکم شکستگی‌ها در محدوده‌های مطالعاتی استفاده شده است.

این پارامتر با تهیه نقشه‌های پربند آنیزوتروپی، تراکم شکستگی و درزه‌ها را مشخص کرده است. هرجا این پارامتر بیشترین است آب‌های زیر زمینی نیز بیشترین مقدار را دارد. مقدار این پارامتر در طرح آغلغان چای و خمارلو برابر ۸ و در محدوده دانشگاه آزاد کرمانشاه برابر ۱/۷۶ به‌دست آمده است. محل سوندژ ۲ در طرح خمارلوپس از حفاری بیش از ۴۰ لیتر بر ثانیه آبدهی داشته است. از این رو این روش جدیدی برای ارزیابی آبخوان‌ها قبل از حفاری چاه و دستیابی به منابع آب‌های زیر زمینی جدید و مدیریت بهینه مخاطرات عدم برخورد به آب است.

واژه‌های کلیدی: زون‌های گسلی خرد شده، ضریب ناهم‌سانگردی، چگالی درزه داری، مقاومت متقاطع متوسط، مقاومت طولی متوسط.

* نویسنده مسئول: b.zamani@tabrizu.ac.ir

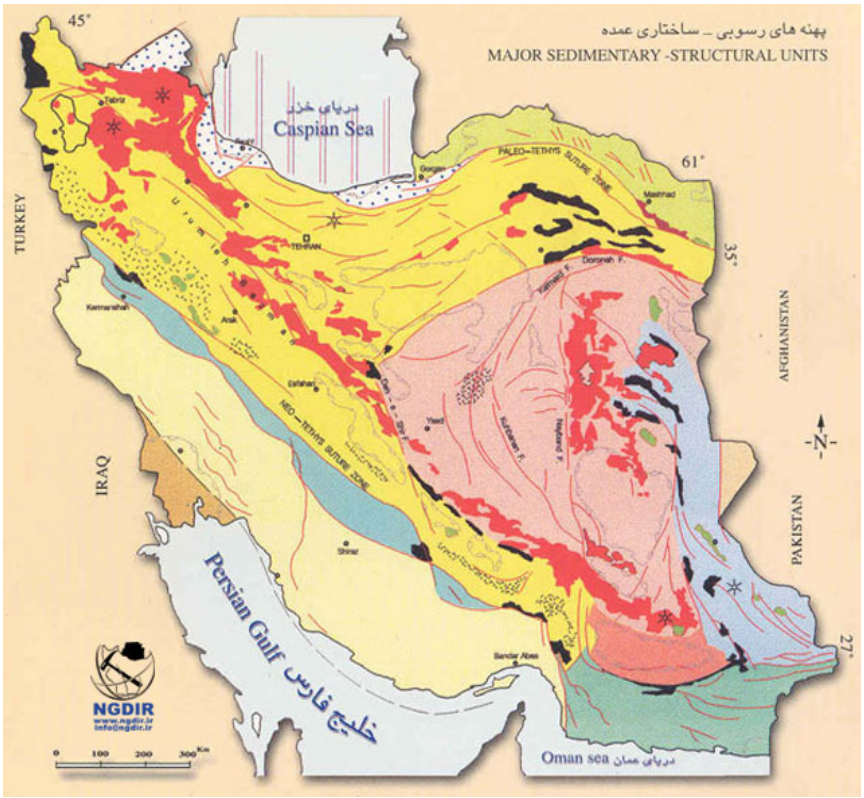
www.SID.ir

۱- مقدمه

آب شرب سالم، پایدار و مطمئن نیاز اولیه بشردر طول تاریخ بوده است. یکی از مهم‌ترین منابع آبی که دارای چنین ویژگی‌هایی است، منابع آب‌های زیرزمینی است. در طول دهه‌های گذشته اکثر آبخوان‌های موجود در سازندهای نرم در کشور استفاده شده است، این موضوع باعث شده اکتشاف آب در سازندهای سخت بیشتر مدنظر قرار گیرد. همچنین در مناطقی همچون ایران که از نظر زمین‌شناسی دارای پوشش‌های رسوبی و دشت‌های دارای آبخوان‌های مناسب و ضخیم اندکی بوده و بیشتر سازندهای سخت غالب است، اهمیت اکتشاف آبخوان در سازندهای سخت بیشتر نمود می‌یابد. همچنین شناسایی چنین آبخوان‌هایی نه تنها از دید رفع نیازهای حال حاضر، بلکه با دید شناسایی ذخایری از دیدگاه پدافند غیر عامل و رفع نیاز در زمان‌های تهدید نیز اهمیت بسیاری خواهد داشت.

عوامل متعددی در تشکیل منابع آب در سازندهای سخت حائز اهمیت می‌باشند(Singhal, and Gupta, 2010; In-draratna, and Ranjith, 2001) از عوامل مؤثر در ایجاد و گسترش این منابع می‌توان به سنگ‌شناسی، توپوگرافی، میزان نزولات، سطوح ناپیوستگی، شیب‌ها و به‌خصوص مناطق خردشده سنگ‌ها اشاره نمود.

در این پژوهش نقش عوامل ساختاری در توسعه تحت الارضی شکستگی‌ها، درزه‌ها و گسل‌ها بررسی می‌شود و برای شناسایی محدوده‌های با پتانسیل بالای درزه‌داری و مستعد تشکیل آبخوان در سازند سخت از نتایج آزمایش‌های ژئوفیزیک بهره برده می‌شود تا بهترین نقاط برای حفر چاه مشخص گردد. در این خصوص سه محدوده مطالعاتی (شکل ۱) در کشور مورد بررسی قرار گرفته است و با توجه به محدودیت‌های منابع آب سطحی و زیرزمینی در این حوزه‌ها و نیازهای شهری و روستایی در مجاورت آنها، ضرورت شناسایی آبخوان‌های این مناطق با هدف امکان‌یابی تأمین آب از سازندهای سخت این مناطق و تعیین نقاط بهینه حفر چاه در آنها مدنظر قرار گرفته است.



شکل ۱. نقشه زون‌بندی ساختاری ایران و سه محدوده مطالعاتی (داخل مربع‌ها نشان داده شده) در کشورکه در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است (برگرفته از آغانباتی،۱۳۸۳).

www.SID.ir

۲- روش تحقیق

در این پژوهش در جهت بررسی تحت‌الارضی شکستگی‌ها و چگالی درزه‌ها برای شناسایی محدوده‌های با پتانسیل بالای درزه‌داری و مستعد تشکیل آبخوان از نتایج آزمایش‌های ژئوفیزیک بهره جسته شده و ضریب درزه‌داری محاسبه گردیده است. در این پژوهش ابتدا با بررسی نقشه‌ها و تصاویر سنجش از دور گسل‌ها و خطواره‌های مهم در محدوده‌های مطالعاتی شناسایی شده است. سپس با بررسی میدانی و روزمینی محدوده‌هایی از گسل‌ها که بیشترین ضخامت و پهنا را نشان می دادند گزینش شده تا در عمق زمین مورد پی جویی قرار گیرد. پس از انجام آزمایش‌های ژئوفیزیک و بررسی در عمق جهت شناسایی بهترین و ضخیم‌ترین بخش خرد شده زون گسلی که دارای سفره آب زیرزمینی با ارزشی باشد از روش تحلیلی Dewash-ish et al., (2014) استفاده شده است.

در این تحقیق جدیدترین روش بررسی درز و شکاف در سازندهای سخت به کار گرفته شده است. در سال ۲۰۱۴ دواشیش (Dewashish) و همکاران آنها برای ارزیابی تراکم شکستگی، درزه و شکاف در سازندهای سخت از داده‌های مقاومت ژئوالکتریک و کنترل آنها با داده‌های حفاری و پمپاژ چاه، روش ارزشمندی را ارائه نموده‌اند. بر مبنای این روش برآورد پارامترهای ضریب ناهمسان گردی، متوسط مقاومت عرضی (average transverse resistivity)، مقاومت طولی متوسط (average longitudinal resistivity) و هدایت‌پذیری طولی (longitudinal conductance) در سازند سخت برای موقعیت هر کدام از سوندژهای الکتریکی اجرا شده صورت می گیرد. در این روش ضریب آنیزوتروپی به‌نام لاندا (λ) تعریف می شود.

این پارامتر از دو پارامتر مقاومت لایه و ضخامت آن محاسبه می‌شود. هدایت ویژه الکتریکی کل S برای n لایه به‌صورت رابطه ۱ می‌باشد:

$$S = \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{\rho_i} = \frac{h_1}{\rho_1} + \frac{h_2}{\rho_2} + \cdots + \frac{h_n}{\rho_n}, \quad (۱)$$

همچنین مقاومت ویژه عرضی کل نیز به‌صورت رابطه ۲ می باشد:

$$T = \sum_{i=1}^{n} h_i \rho_i = h_1\rho_1 + h_2\rho_2 + \cdots + h_n\rho_n. \quad (۲)$$

با استفاده از معادله ۱ متوسط مقاومت طولی به‌صورت رابطه ۳ بدست می‌آید:

$$\rho_L = \frac{H}{S} = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{\rho_i}}. \quad (۳)$$

مقاومت ویژه عرضی متوسط نیز از معادله ۲ به‌صورت رابطه ۴ تعریف خواهد شد:

$$\rho_t = \frac{T}{H} = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i \rho_i}{\sum_{i=1}^{n} h_i}, \quad (۴)$$

با تلفیق معادلات فوق الذکر ضریب آنیزو تروپی به‌صورت رابطه ۵ به‌دست می آید:

$$\lambda = \sqrt{\frac{\rho_t}{\rho_L}}. \quad (۵)$$

نتایج بررسی شده برای ضریب λ مشخص کرده است که در یک محدوده مطالعاتی هر جا که λ بالا است، تعداد شکستگی، ضریب درزه‌داری و سیستم درز و شکاف در تمام جهات زیاد بوده و به تبع آن ضریب تجمع آب بالا و امکان تشکیل آبخوان ارزشمندی وجود خواهد داشت و تخلخل سنگ مقدار بیشتری خواهد داشت. به این ترتیب درزه داری بالا شرایط مناسبی برای تجمع آب و تشکیل آبخوان ارزشمند را فراهم خواهد کرد و مقدار λ بالایی را به‌دست خواهد داد. پیشنهاد می گردد جهت اخذ اطلاعات بیشتر و جزئیات بیشتر روش به (Dewashish, 2014) مراجعه گردد. در این پژوهش کارایی این روش در سه منطقه در ایران مورد استفاده عملی قرار گرفته و کارایی آن مورد ارزیابی قرار گرفته است.

بر این مبنا جهت ارزیابی وضعیت آب زیرزمینی وتعیین نقاط مناسب دارای تراکم درزه‌داری بیشینه در سازند سخت، تخلخل درزه با مقدار آنیزوتروپی λ به‌صورت مدل ژئوالکتریک VES تحلیل شده است.

این تخلخل درزه با درزه‌داری تکتونیکی سنگ‌ها برآورد گردیده است. برای هر سونداژ ضریب λ تعیین گردیده و سپس این مقدار در محدوده‌های مورد مطالعه به‌صورت نقشه پربند ترسیم شده است (شکل‌های ۲، ۶ و ۹ به‌ترتیب برای طرح‌های آغلغان، کرمانشاه و خمارلو).

www.SID.ir

۳-نتایج

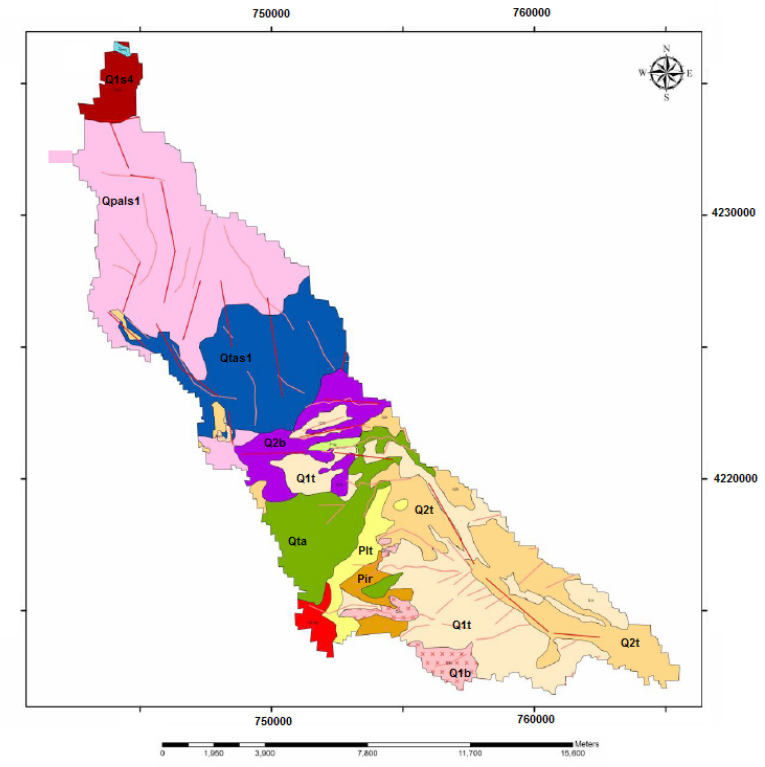
۳-۱-طرح حوزه آغلغان چای اردبیل

حوزه آغلغان چای در شرق شهر اردبیل قرار داردکه یکی از سرشاخه‌های رودخانه بالیخلوچای می‌باشد که از ارتفاعات کوه سبلان سرچشمه می گیرد. متوسط پتانسیل این رودخانه ۳۸ میلیون مترمکعب در سال می‌باشد (زمانی و همکاران، ۱۳۹۵).

در این مطالعات ابتدا با بررسی‌های دورسنجی با داده‌های Spot بخش‌هایی از محدوده مطالعاتی که گسل‌های مهم در آنها وجود داشت مورد شناسایی و سپس تحت بررسی صحرایی قرار گرفتند. نتایج این بررسی‌ها نشان داده است که علاوه بر این، گسل‌های عمده این محدوده از نظر نئوتکتونیک فعال هستند و مشابه با نتایج بررسی‌های انجام شده توسط (Salvany, J. M., 2004) در حوضه آبریز گوادیامار در جنوب غرب اسپانیا در این حوضه نیز شاخص‌های ژئومورفیک فعالیت زیاد تکتونیکی حوضه را نشان می‌دهند (سیفی، ۱۳۹۴). در بررسی نتایج کاوش‌های تحت‌الارضی، مشخص شده است که محدوده مطالعاتی در بیشتر مناطق از سازندهای سخت ناتراوا یا بسیار کم تراوا تشکیل شده است و اغلب گسل‌های فراوانی که در منطقه وجود دارد (به‌جز چند مواردی که نتایج آنها ذکر شده) نیز زون‌های گسلی ناتراوا و یا بسیار کم تراوایی دارند. از این رو جهت بررسی و بهینه‌یابی نقاطی برای پیشنهاد حفر چاه ضریب تراکم شکستگی‌ها برای بخش‌های مختلف طرح محاسبه شده و نقشه پربند با ضریب λ جهت برآورد چگالی شکستگی‌ها تهیه شده است (شکل۳).

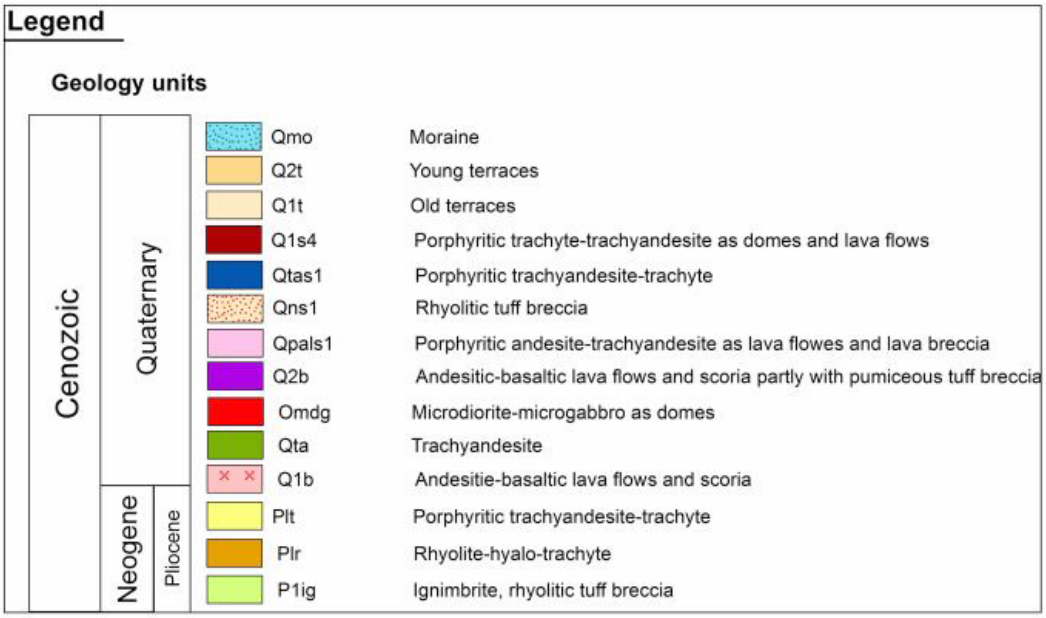
بررسی نقشه‌های مذکور در محدوده حوزه آغلغان چای اردبیل نشان می‌دهد مقادیر تخلخل از شرق به غرب و از جنوب به شمال غرب محدوده مطالعاتی افزایش می‌یابد و در محدوده سونداژ ۳۱ به بیشترین مقدار می‌رسد.

بررسی و برآورد پارامترهای ضریب آنیزوتروپی، مقاومت متقاطع متوسط، مقاومت طولی متوسط و هدایت‌پذیری طولی در سازند سخت برای موقعیت هر کدام از سوندا‌ژهای الکتریکی اجرا شده مقدار ضریب آنیزوتروپی را برای محدوده سونداژ ۳۱ برابر ۸ به‌دست داده است که با توجه به بالا بودن این ضریب در محل این سونداژ که نسبت به تمام سوندا‌ژهای دیگر بیشترین است، ضریب درزه‌داری سنگ و به تبع آن ضرایب آبخوان و به‌خصوص آبدهی سازند سخت در محدوده این سونداژ بهتر از سایر نقاط خواهد بود. از این رو این نقطه به عنوان نقطه بهینه جهت حفر چاه پیشنهاد شده که در حال اخذ پروانه جهت حفر توسط کارفرما می‌باشد.

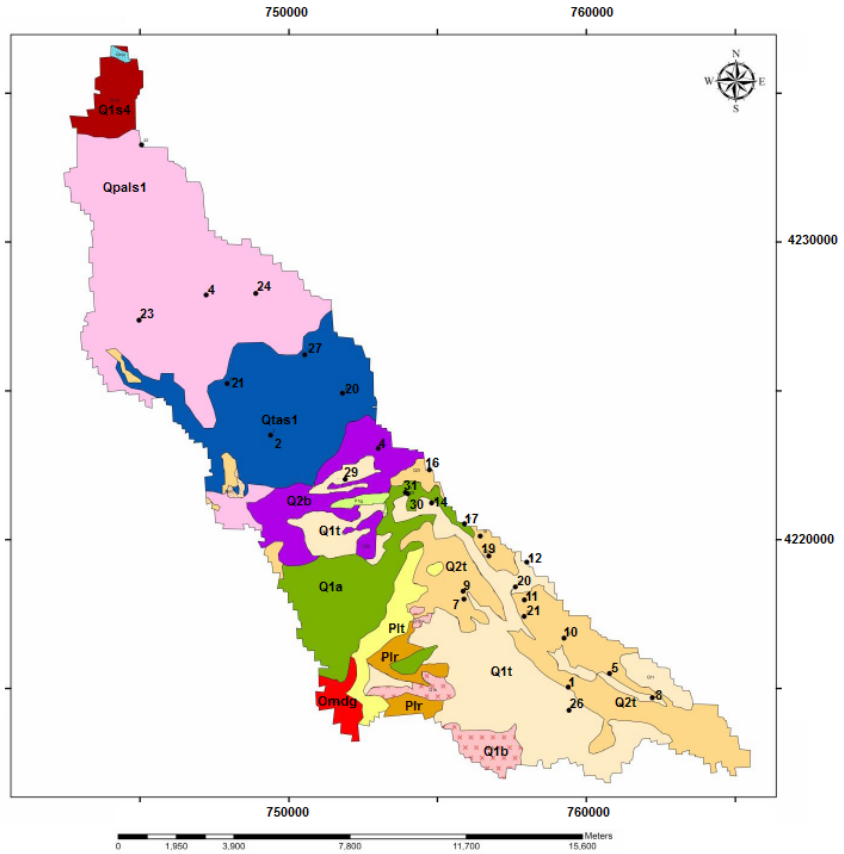


شکل ۲-الف-نقشه خطواره‌های گسلی و زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی آغلغان چای.

www.SID.ir

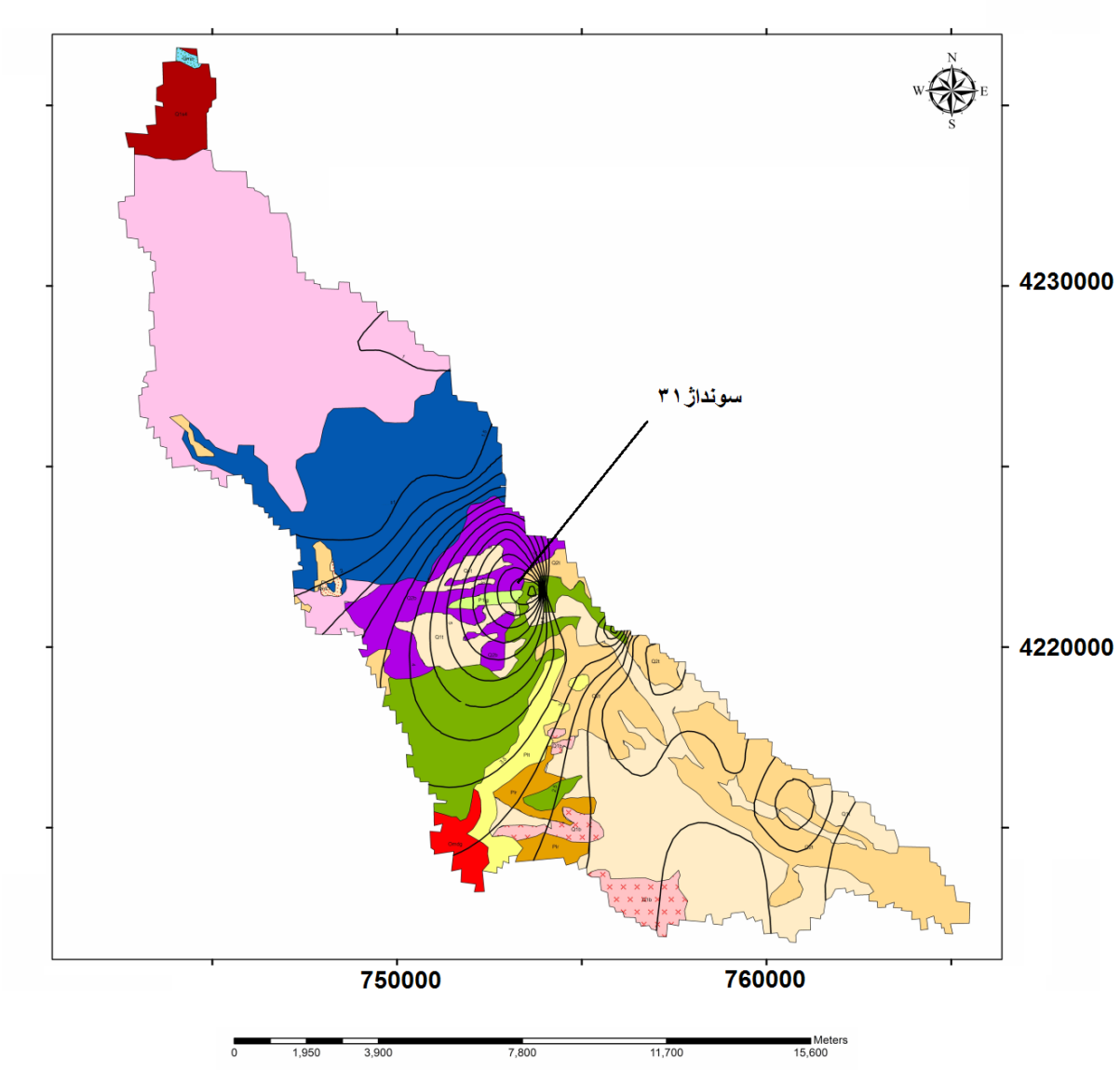


شکل ۲-ب- راهنمای واحدهای چینه‌شناسی شکل ۲-الف و ج وشکل۳

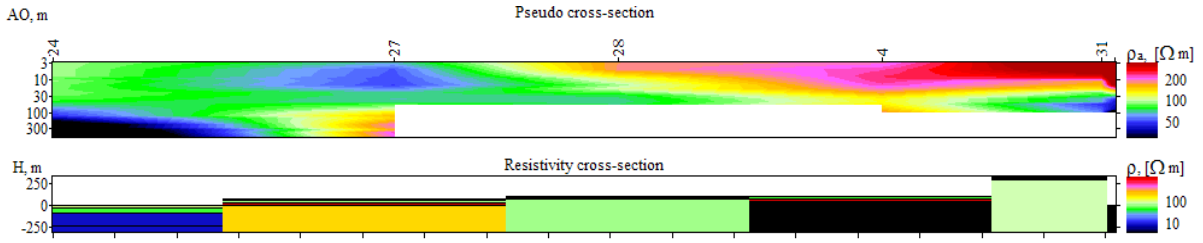


شکل ۲-ج-موقعیت سونداژهای انجام شده در مطالعات ژئوفیزیک حوضه آغلغان چای. راهنمای واحدهای چینه‌شناسی باشکل ۲-ب یکسان است.

www.SID.ir



شکل ۳. نقشه پربند چگالی شکستگی‌ها با ضریب λ در بخش‌های مختلف محدوده مطالعاتی طرح آغلغان چای اردبیل منطبق با نقشه زمین‌شناسی در سیستم GIS. راهنمای واحدهای چینه‌شناسی باشکل ۲-ب یکسان است.



شکل ۴. برش شبه مقطع-ژئوفیزیکی از محل سونداژ ۳۱ پیشنهادی برای حفر چاه. این برش برمبنای ۵ سونداژ که شماره‌های آنها در ردیف بالای برش و محل و فاصله‌های آنها در ردیف پایین برش مشخص شده است، ترسیم گردیده.

www.SID.ir

۳-۲- طرح دانشگاه آزاد کرمانشاه

کاوش‌های تحت‌الارضی (مطالعات ژئوفیزیک- به‌روش ژئوالکتریک) در محدوده اراضی دانشگاه آزاد کرمانشاه و مناطق مجاور (شکل ۳) در اواخر شهریورماه سال ۱۳۹۵ با هدف اکتشاف آب به مرحله اجرا درآمد (بهزاد زمانی و خسرو زمانی ۱۳۹۴).

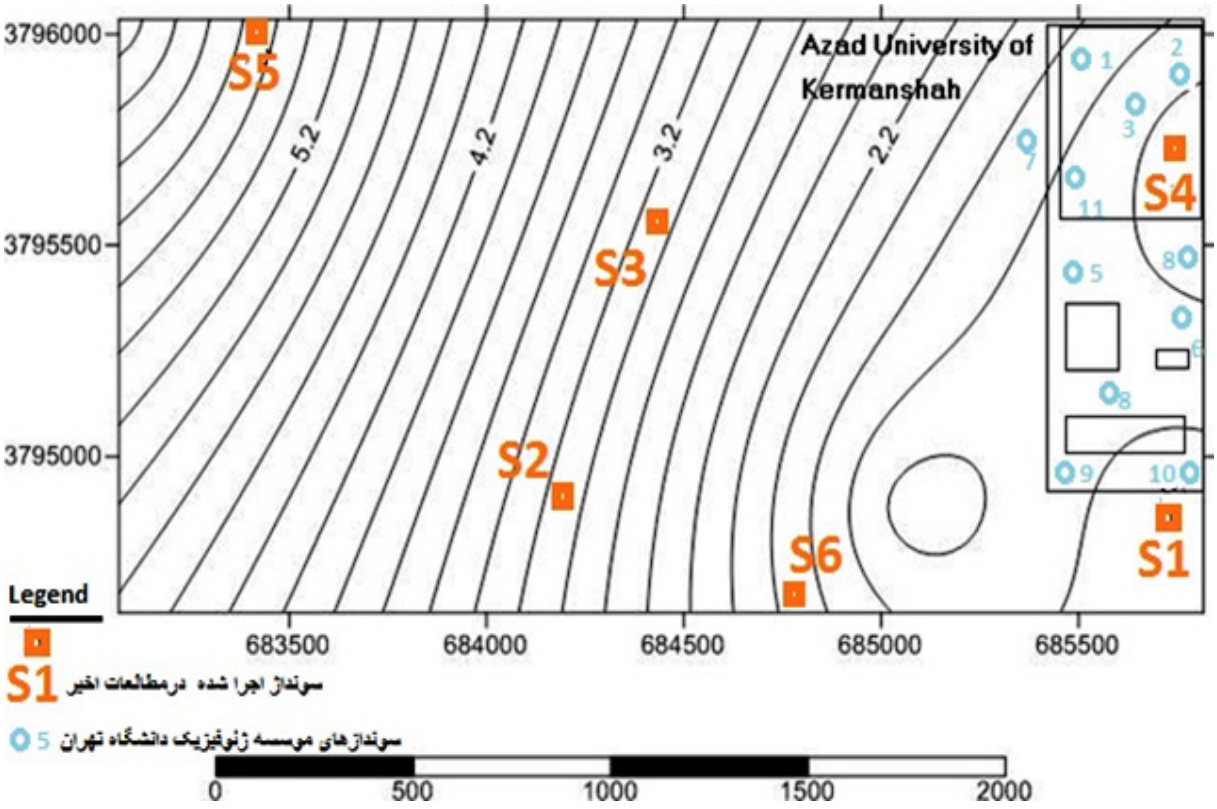
شکل ۵. موقعیت محدوده مورد مطالعه در مجاورت دانشگاه آزاد کرمانشاه و محل سونداژهای اجرا شده در این مطالعات.

در این مطالعات با بررسی‌ها و مطالعات سنجش از دور بهترین زون‌های گسلی شناسایی شده و سپس با بررسی زمین‌شناسی صحرایی محدوده‌های دارای بیشترین ضخامت‌های ممکن برای زون گسل شناسایی گردید. در ادامه با انجام بررسی‌های ژئوفیزیکی و تهیه مقاطع ژئوالکتریک وجود و گستره تحت‌الارضی آبخوان‌ها در محدوده مجاورت دانشگاه آزاد کرمانشاه مورد بررسی قرار گرفت. همچنین با استفاده از این نقشه ها و اطلاعات امکان مدل‌سازی ژئوفیزیکی و بررسی عمقی وضعیت لایه‌های آبدار فراهم شده. اما برای یافتن نقطه بهینه برای حفر چاه از فرایند تحلیل ضریب تاهمسان‌گردی (ضریب تراکم درزه‌داری) بهره گرفته شده است. برای این منظور این ضریب برای تمام سونداژها محاسبه و به‌صورت نقشه پربند در آمده است (شکل ۶).

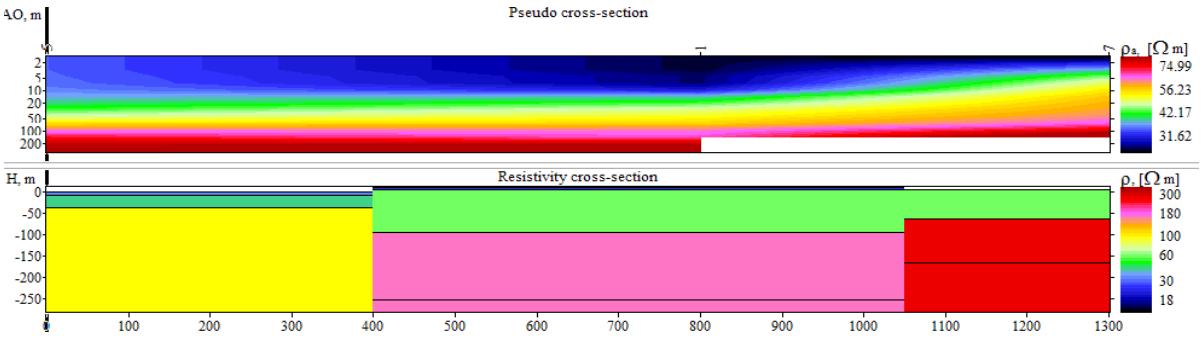
بررسی ضریب تاهمسان‌گردی محاسبه شده برای هر یک از سونداژها در عمق زمین ضریب شکستگی و درزه‌داری را در چاه شاهد (S5) که بیش از ۱۰ لیتر بر ثانیه آبدهی دارد بیشتر از تمام موارد نشان می‌دهد. ضریب یاد شده در محل پیشنهادی (S1) برابر با مقدار ۱/۷۹محاسبه گردید. همچنین مقدار ضریب درزه‌داری بر مبنای داده‌های مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران که در سال ۱۳۹۰ در این محل مطالعات ژئوفیزیک انجام داده‌اند و ۱۱سونداژ ژئوالکتریک اجرا کرده‌اند(شکل۶)، در بین سونداژهای اجرا شده آن مؤسسه، محدوده سونداژ ۸ بیشترین و مناسب‌ترین مقدار است. مقدار ضریب تراکم درزه در عمق زمین بر مبنای داده‌های مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران در محدوده چاه پیشنهادی آن مؤسسه (محل سونداژ ۱۱) برابر با مقدار ۱/۱محاسبه گردید که مقدار اندکی بوده و تراکم درزه ناچیزی نشان می‌دهد و گویای آبدهی ناچیز در صورت حفر چاه در سازند سخت خواهد بود.

بر اساس نتایج حاصله در مطالعات حاضر، موقعیت سونداژ یک به‌عنوان گزینه مورد نظر برای حفر چاه پیشنهاد شده است که با ضریب درزه‌داری ۱/۷۹ در محدوده مطالعاتی بیشترین مقدار این شاخص را دارد. برای حفر چاه مذکور پروانه و مجوزهای لازم اخذ شده است و در حال تأمین اعتبار برای حفر است.

www.SID.ir



شکل۶.نقشه پربند چگالی شکستگی‌ها برای ضریب λ و برآورد چگالی شکستگی‌ها در بخش‌های مختلف محدوده مطالعاتی در محدوده و اطراف دانشگاه آزاد کرمانشاه. شکل‌های مربع محل سونداژهای اجرا شده در این مطالعات و شکل‌های دایره محل سونداژهای مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران را نشان می‌دهند.

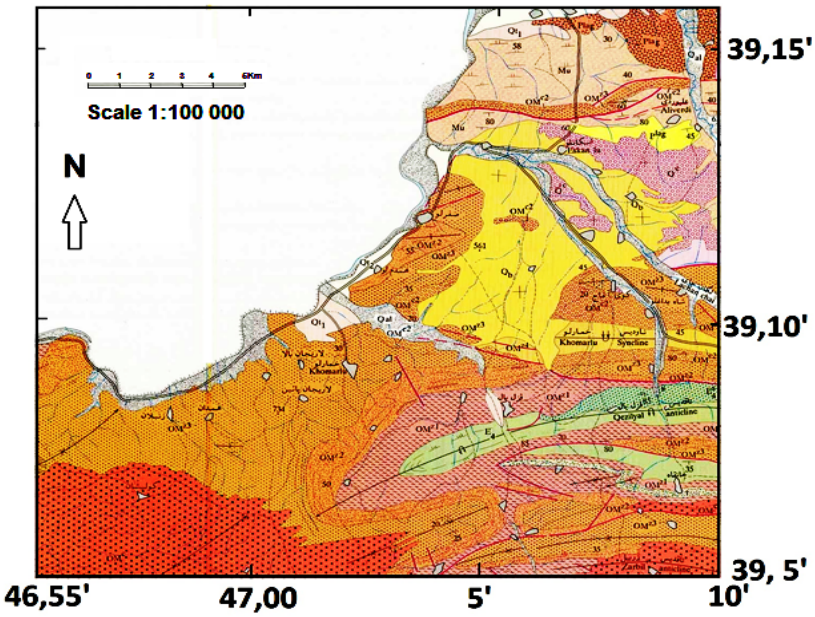


شکل۷. برش شبه مقطع-ژئوفیزیکی از محل سونداژ ۱ پیشنهادی برای حفر چاه. این برش برمبنای ۳ سونداژ که شماره‌های آنها در ردیف بالای برش و محل فاصله‌های آنها در ردیف پایین برش مشخص شده است، ترسیم گردیده.

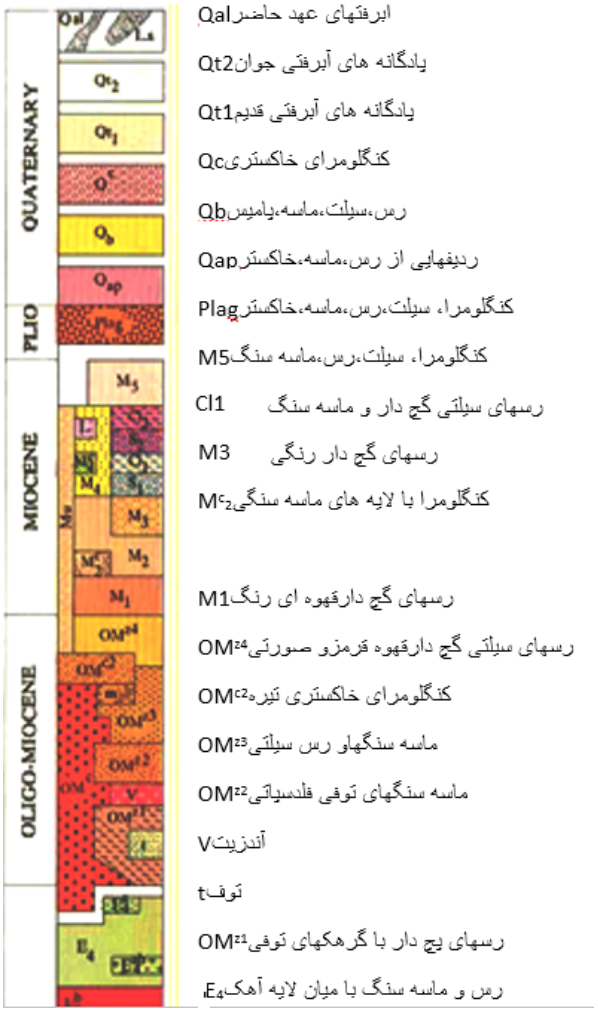
۳-۳- طرح خمارلو- آذربایجان شرقی

شهرستان خمارلو در شمال استان آذربایجان شرقی و مشرف به رودخانه ارس قرار گرفته است و در شمال شرق شهر کلیبر قرار دارد. این شهرستان در دامنه شمالی رشته کوه‌های ارسباران قرار گرفته است (شکل۸).

www.SID.ir

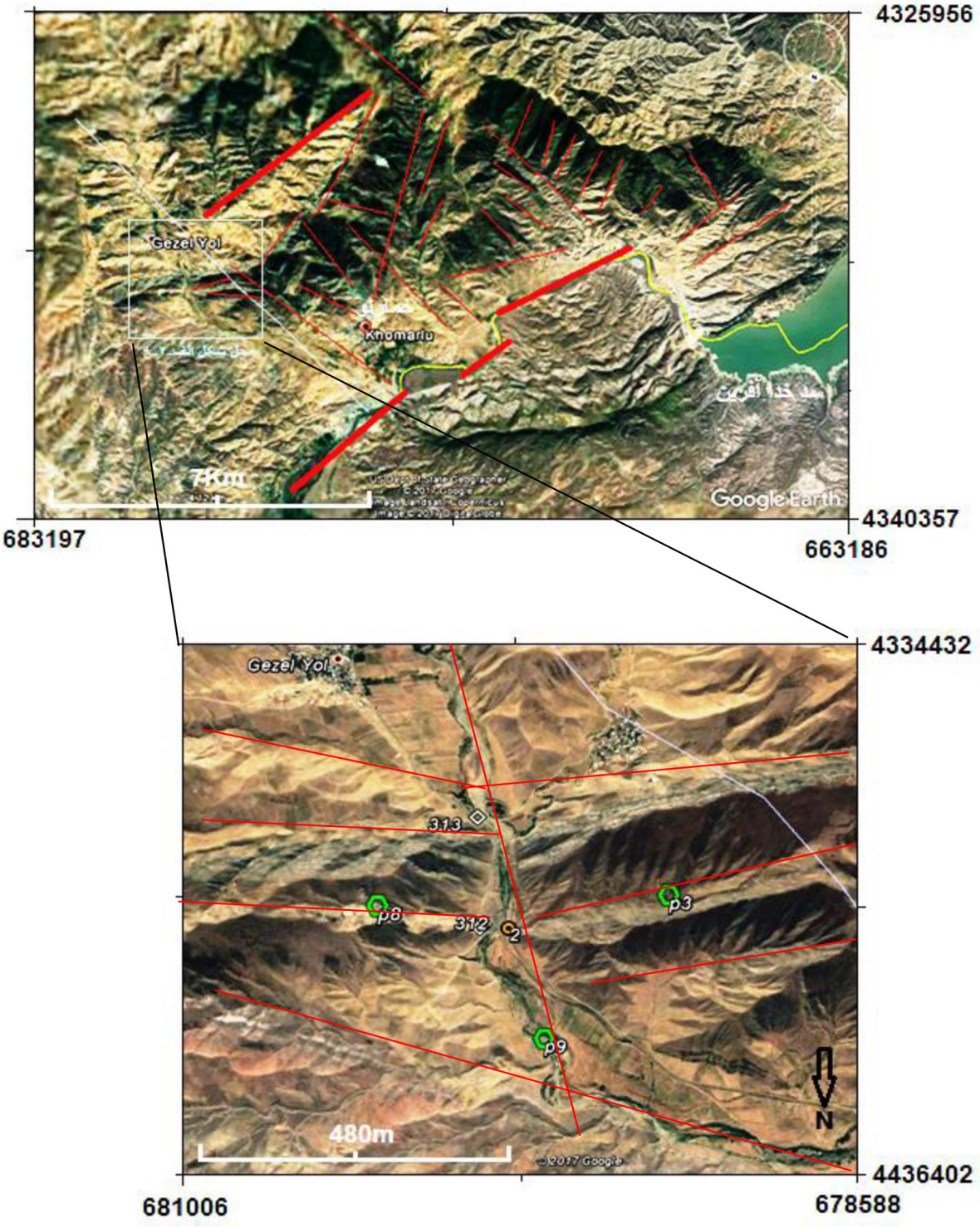


شکل۸. نقشه زمین‌شناسی و راهنمای محدوده مورد مطالعه (داخل مستطیل). برگرفته از نقشه اصلاندوز سازمان زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰



ادامه شکل۸- راهنمای نقشه زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی (خمارلو)

www.SID.ir



شکل ۹-الف- گسل‌های عمده محدوده شهر خمارلو (P۹,P۸,P۳ در شکل پایین سه گسل اصلی هستند که عامل ایجاد زون خرد شده در محل سونداژ ۲ هستند).

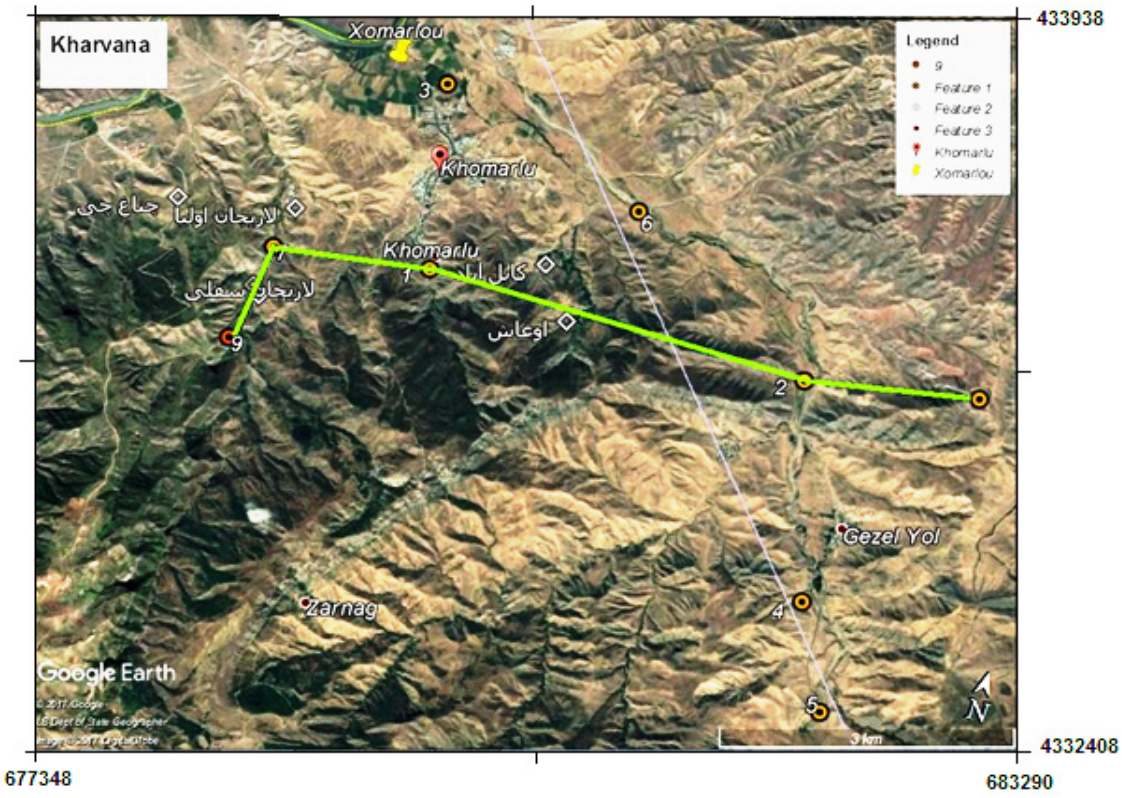
www.SID.ir

مطالعات آبیابی برای این شهر در سال ۱۳۹۶ (بهزاد زمانی و خسرو زمانی ۱۳۹۶) با بررسی‌های سنجش از دور، و شناسایی گسل‌های عمده در محدوده طرح و سپس مطالعات زمین‌شناسی صحرایی و شناسایی میدانی محدوده‌هایی از گسل‌ها که ضخامت زون گسلی بیشتری نشان می‌دهند، انجام گرفت. با انجام بررسی‌های ژئوفیزیکی و تهیه مقاطع ژئوالکتریک ، وجود وگستره زون‌های گسلی ضخیم و به تبع آن آبخوان‌ها درمحدوده مورد مطالعه، مورد بررسی قرار گرفت. در این خصوص با استفاده از این نقشه‌ها و اطلاعات امکان مدل‌سازی ژئوفیزیکی و بررسی عمقی وضعیت گسل‌ها ولایه‌های آبدار فراهم شد.

نتایج مطالعات ژئوفیزیک نشان می‌دهد در محدوده‌های غربی و شرقی شهر خمارلو درسازندهای سخت که با گسل‌های عمده بریده شده‌اند، آبخوان‌هایی مرتبط با سازند سخت وجود دارد. اما به‌دلیل موقعیت و توپوگرافی خشن دسترسی به این منطقه‌ها جهت اجرای عملیات ژئوفیزیک وحفر چاه از نظر اجرایی بسیار دشوار می‌نماید. با این وجود در چند محدوده با وجود دشواری‌های عملیات صحرایی آزمایش‌های ژئوفیزیک اجرا گردید تا نقاط بهینه بای حفر چاه با تهیه نقشه پربند تراکم شکستگی‌ها شناسایی گردد.

پس از تعیین ضریب λ برای هر سوندژ نتایج در محدوده مورد مطالعه به‌صورت نقشه پربند ترسیم شده است(شکل ۹). بررسی نقشه مذکور نشان می‌دهد مقادیر تخلخل از شرق به غرب و از جنوب به شمال و مرکز محدوده مطالعاتی افزایش می‌یابد و در محدوده سوندژ ۲ به بیشترین مقدار می‌رسد.

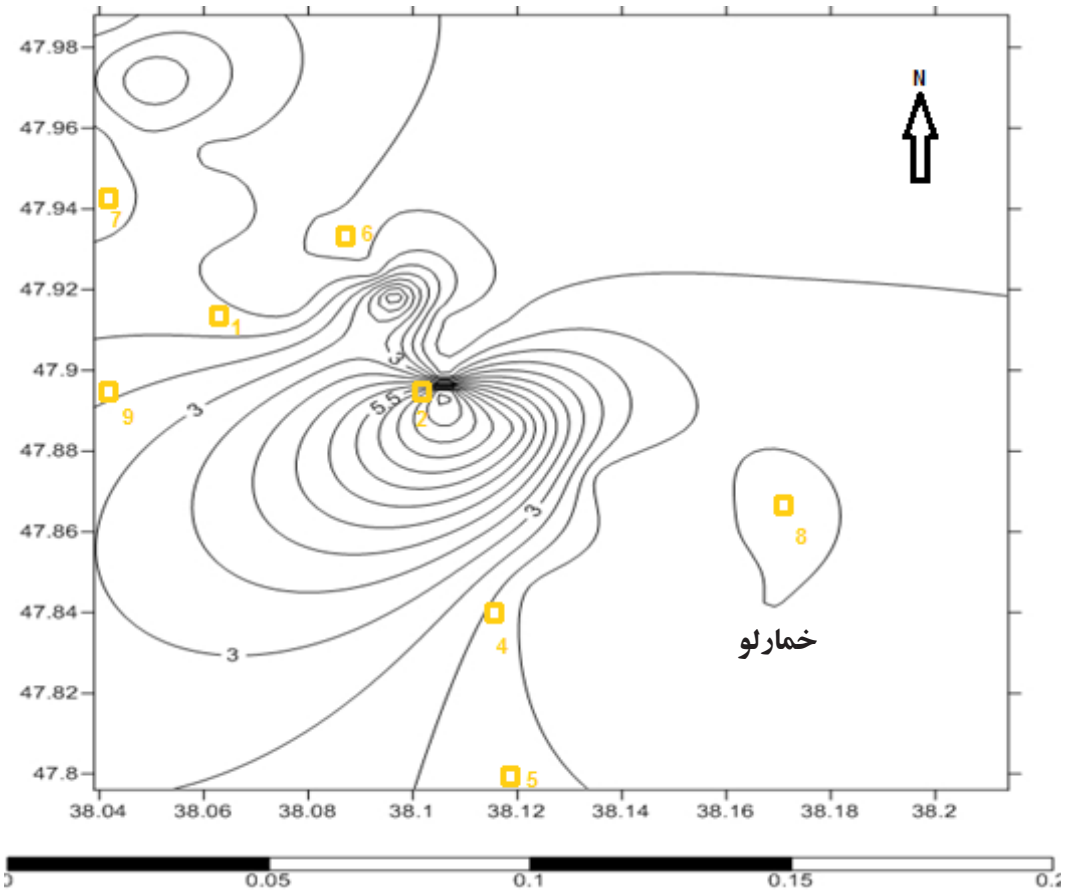
بررسی و برآورد پارامترهای ضریب آنیزوتروپی، مقاومت متقاطع متوسط، مقاومت طولی متوسط و هدایت‌پذیری طولی در سازند سخت برای موقعیت هر کدام از سوندژهای الکتریکی اجرا شده مقدار ضریب آنیزوتروپی را برای محدوده سوندژ ۲ برابر ۸ به‌دست داده است که با توجه به بالا بودن این ضریب در محل این سوندژ که نسبت به تمام سوندژهای دیگر بیشترین است، ضریب درزه‌داری سنگ و به تبع آن ضرایب آبخوان و به‌خصوص آبدهی سازند سخت در محدوده این سوندژ بهتر از سایر نقاط می‌باشد. محل مذکور پس از معرفی به کارفرمای طرح در مهر ماه ۱۳۹۶ حفاری و بیش از ۴۰ لیتر بر ثانیه آبدهی داشته است که تا کنون در شعاع ۱۰۰ کیلومتر.



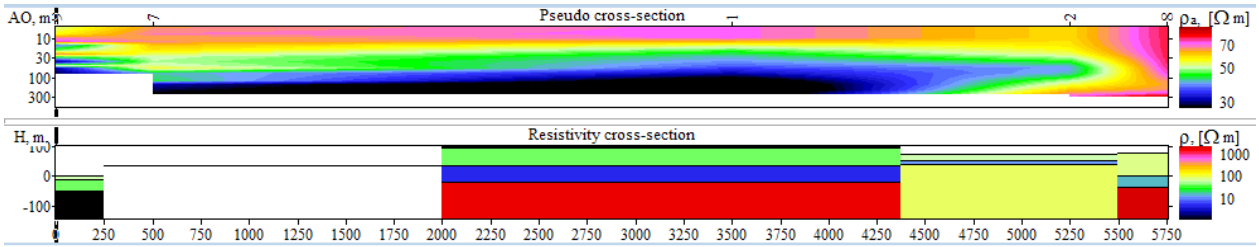
شکل ۹-ب- موقعیت سوندژهای اجرا شده و محور پروفیل شبه مقطع ترسیم شده.

www.SID.ir

-این چاه، در تمامی چاه‌های حفر شده، چاهی با آبدهی بیش از ۵ لیتر در ثانیه وجود نداشته است که گویای موفقیت‌آمیز بودن این روش در مطالعات آبیابی است.



شکل۹-ج. برآورد چگالی شکستگی‌ها در بخش‌های مختلف محدوده مطالعاتی و نقشه پربند چگالی شکستگی‌ها برای ضریب λ در منطقه مورد مطالعه. محل سونداژها با مربع و شماره کنار آنها نشان داده شده‌اند.



شکل ۱۰. برش شبه مقطع-ژئوفیزیکی از محل سونداژ ۲ پیشنهادی برای حفر چاه. این برش برمبنای ۵ سونداژ که شماره‌های آنها در ردیف بالای برش و محل و فاصله‌های آنها در ردیف پایین برش مشخص شده است، ترسیم گردیده.

www.SID.ir

۴-نتیجه گیری

در این پژوهش از تلفیق روش‌های مرسوم سطح‌الارضی زمین‌شناسی برای شناسایی گسل‌ها و زون‌های گسلی با روش‌های کاوش‌ها و پی‌جویی‌های زیر زمینی و روش‌های نوین تحلیلی بهره جسته شده است و با تهیه مقاطع ژئوالکتریک ونقشه‌های پربند چگالی شکستگی‌ها (شکل‌های ۶،۹ و۳) و برای ضریب λ و برش‌های شبه مقطع، وجود وگستره تحت‌الارضی آبخوان‌ها درمحدوده‌های مورد مطالعه مشخص گردیده است. اما گاه به‌دلیل عدم امکان تعیین ضخامت زون‌های گسلی به‌روش ارزان‌تر ژئوفیزیکی و زمین‌شناسی از یک سو و مشابهت خصوصیات به‌دست آمده برای آبخوان‌ها با روش‌های ژئوفیزیکی مرسوم و عدم امکان تعیین تفاوت آبدهی در بخش‌های مختلف یک آبخوان در سازند سخت، تحلیل خصوصیت دیگری یعنی پارامتر لاندا جهت تعیین تغییرات تراکم شکستگی‌ها در بخش‌های مختلف محدوده‌های مطالعاتی مد نظر قرار گرفت. به این ترتیب در سازند سخت نقشه‌های پربند آنیزوتروپی برای بخش‌های مختلف محدوده‌های مطالعاتی تهیه شد.

بررسی و مقایسه نقشه‌های پربند آنیزوتروپی در سه محدوده نمونه مطالعاتی نشان داد که هر جا مقدار لاندا افزایش دارد تراکم درزه‌ها و شکستگی‌ها بالا بوده و پتانسیل تشکیل آبخوان بیشتر است و آبدهی چاه حفر شده در آن نقطه نیز بالا است که این مطلب در نتایج کارهایی که Lattman, and Parizek, (1964) انجام داده‌اند نیز نمود دارد و بیشترین آبدهی در چاه‌هایی بوده که تراکم درزه‌ها و شکستگی‌ها در آنها بالا بوده است.

۵-تشکر

این پژوهش با حمایت سازمان آب منطقه‌ای اردبیل و دانشگاه تبریز انجام گرفته است و به این نحو از این حمایت‌ها قدردانی می‌گردد.

۶-منابع

- صابری، ع. رنگزن، ک. مهجوری، ر. کشاورزی، م. ۱۳۹۰. پتانسیل‌یابی منابع آب زیرزمینی با تلفیق سنجش از دور و GIS به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در تاقدیس کمستان استان خوزستان. مجله زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته. دوره ۱. شماره ۶. صفحات ۲۰-۱۱.

-سیفی ایناللو، رسول، ۱۳۹۴، بررسی تکتونیک و آب‌های زیر زمینی حوضه نیر استان اردبیل، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

-زمانی، ق. بهزاد، زمانی خسرو و محمد حسن پور صدقی، ۱۳۹۵، بررسی پتانسیل منابع آب زیرزمینی در سازندهای سخت حوضه‌های آبریز استان اردبیل، مطالعه موردی حوضه آغلغان چای (نیر). گزارش طرح پژوهشی، سازمان آب منطقه‌ای استان اردبیل کد طرح ۱۸۱۷۸/۹۰۰.

- زمانی، ق. بهزادو خسرو زمانی، ۱۳۹۴، گزارش مطالعات ژئوفیزیک برای آبیای درمحدوده دانشگاه آزاد کرمانشاه. شرکت آبیاب زمین.

- زمانی، ق. بهزادو خسرو زمانی، ۱۳۹۶، گزارش مطالعات ژئوفیزیک برای آبیابی درمحدوده شهرخمارلو- آذربایجان شرقی. شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی.

References

Dewashish Kumar, S. N. Rai, S. Thiagarajan and - Y. Ratna Kumari, 2014, Evaluation of heterogeneous aquifers in hard rocks from resistivity sounding data in parts
of Kalmeshwar taluk of Nagpur district, India, . CURRENT SCIENCE, VOL. 107, NO. 7

Indraratna, B and Ranjith, P. 2001. Hydrome--chanical Aspects and Unsaturated flow in Jointed .Rock. AA Balkema Publ. Tokyo. Pp 286

Lattman, L. H. and Parizek, R. R. 1964. Relation--ship between fracture traces and the occurrence of .groundwater in carbonate rocks. J. Hydrol. 2: 73–91

Singhal, B. B. S. and Gupta, R.P. 2010. Applied-Hydrogeology of fractured Rocks. KluwerAcademic .Publishers (now Springer). 429 p

Salvany, J. M., 2004- Tilting neotectonics of the-Guadiamar drainage basin, SW Spain. Earth Surface .Processes and Landforms 29, 145-160

Narendra, KN and Rao, PS Latha, 2013. Inte--grating remote sensing and GIS for identification of groundwater prospective zones in the Narava basin, Visakhapatnam region, Andhra Pradesh. Journal of .the Geological Society of Indi

www.SID.ir

Archive of SID

Tectonics
Fall 2018, Vol:7

University of Birjand

Identification of the crushed fault zones, by calculating fracture density with geophysical data for water exploration in hard formations (Case study- Aghligan, Azad Kermanshah University, Khomarlou city projects)

Behzad Zamani G.[1,3*], Mohamad Hasanpour Sedghi[2], Bagher Zahmati[5], Rasol Seyfi[4], khosrow zamani[3]

1. Associate prof., University of Tabriz, Natural Sciences College, Earth Sciences dep.
2.Assistant prof., University of Tabriz, Natural Sciences College, Earth Sciences dep.
3.Expert of Abyab zamin co.
4. Expert of Ardabil survey of water resources.
5. Expert of East Azerbaijan, Water and water waste co.

Abstract:
Necessity of the human to the safe and permanent water sources is one of the important problems. In the last decades, soft rock aquifers of country mainly are used, therefore, exploration for groundwater in the hard rocks has focused

Tectonics and faults one of the important factors to crush the rocks and formations and make and develop the faulted aquifers. Therefore, in this study the role of the structural geology is researched in development of the underground fractures and have used the geophysical tests to explore water sources and well locating. In this case three study area researched in country. An important property means the Lambda parameter for the first time have used in the studied areas to determine the fractures density.

In this research evaluate the Lambda parameter and fracture density in three study area in Iran. where Lambda parameter used to determine and print the joints and fracture density and anisotropy countor maps. These maps show potentially for developing the ground water is high where Lambda parameter is highest. Lambda was 8 in Aghlighan-chay and Khomarlou and 1.76 in Kermanshah University. The location of the 2nd soundage in Khomarlou project after boring have had up to 40 L/S well water. Therefore this method is a new method to evalute the aquifers before borring the wells to acces the new resources of ground water and manegment the drought hazards.

Key words: Crushed fault zones, Anisotropy modulus, Fracture density, mean longitudinal resistivity.

* b.zamani@tabrizu.ac.ir

www.SID.ir