

# پیش بینی اثرات حفر چاه بر خشک شدن چشمه های پایین دست منطقه خرچاک روستای کلیشم

مهدی رحمانی جوینانی<sup>۱</sup>، محمد رضا غریب رضا<sup>۲</sup>، عبدالنبی عبده کلاه چی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>کارشناس ارشد پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، Email- Mehdirahmanijevinani@yahoo.com

<sup>۲</sup>استادیار و رئیس گروه تحقیقات مهندسی رودخانه و سواحل، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، gharibreza@scwmri.ac.ir

<sup>۳</sup>استادیار و رئیس اداره روابط بین الملل، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، Kolahchi@yahoo.com

## چکیده:

برداشت منابع آب زیر زمینی از طریق چاه‌های عمیق و نیمه عمیق انگیزه مضاعفی را در جهت افزایش مصرف منابع آب و توسعه اراضی بوجود آورده است. لذا در سال‌های اخیر برداشت بی رویه منابع آب زیرزمینی حوضه کلیشم به‌ویژه برای مصارف شرب در منطقه خرچک مورد توجه بوده است. از اینرو هدف این تحقیق بررسی اثرپذیری چشمه‌های پایین دست منطقه خرچاک ناشی از برداشت منابع آب زیرزمینی توسط پمپاژ چاه‌های حفر شده به استفاده از روش‌های ژئوالکترونیک بوده است. آشکارسازی جریان‌های زیرقشری به منظور تأمین، نوع استخراج و اثرات آن بر سفره‌های آب زیر زمینی، از جمله مباحث مهم در مطالعات آب زیرزمینی است. یکی از روش‌های متداول برای آشکارسازی جریان‌های زیرقشری انجام مطالعات ژئوالکترونیک و مدلسازی داده‌های مقاومت ویژه با نرم افزارهایی چون RES 2 D INV است. در این پژوهش با استفاده از نتایج مدل و ارتباط مستقیم پارامتر مقاومت ویژه با رسانندگی، ضمن آشکارسازی جریان، اثرات حفر چاه بر کاهش منابع آب زیر زمینی و نهایتاً خشک شدن چشمه های پایین دست مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان از وجود جریانی زیرقشری در محل تماس دو ساختار زمین شناسی مختلف از نوع گسل آبرسان دارد. بی شک حفر چاه در امتداد گسل آبرسان یکی از مکانهای مناسب می‌باشد. اما با نگاه دقیق تر به توپوگرافی منطقه و پراکنش چشمه‌ها، حفر چاه بهره‌برداری در این منطقه باعث خشک شدن چشمه های پایین دست از جمله چشمه پاسگاه، ملک چشمه و چشمه داخل روستا خواهد شد.

**واژه های کلیدی:** آشکارسازی جریان‌های زیرقشری، روش ژئوالکترونیک، گسل آبرسان، خرچاک، نرم افزار RES 2 D INV.

## مقدمه:

بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی از طریق حفر چاه در ابعاد مختلف شیوه رایج در غالب دشت‌های دارای آبخوان است. از طرفی این شیوه به حوزه‌های آبخیز کوهستانی با آبخوان محدود که غالب بهره‌برداری از آنها از طریق زهکش چشمه‌های دائمی و فصلی است، تسری پیدا کرده است. هم اکنون این مشکل در حوزه آبخیز کوهستانی کلیشم نیز شناسایی شده است. حوضه آبخیز کلیشم که یک حوزه ناهمگن از نظر سنگ شناسی و تکتونیکی محسوب می‌شود، بیشترین دریافت آب را از نزولات جوی از طریق تخلخل ثانوی ناشی از گسلش‌ها و درزه و شکاف دارد. شکستگی تکتونیکی (گسل‌ها و درزه‌ها) و مخروط افکنه‌ها و رسوبات دانه درشت رودخانه‌های بهترین محل برای تغذیه سفره محسوب می‌شوند. پیدایش تکنولوژی حفر چاه عمیق در عین فراهم ساختن امکانات بهتر برای استحصال آب،

موجب تغییراتی شدید در نظام بهره برداری از منابع آب شده است. حفر چاه‌های عمیق و نیمه عمیق بر روی چشمه های گسلی نشأت گرفته از گسل‌های آبرسان باعث افت شدید آبدهی و نهایتاً خشک شدن چشمه‌های پایین دست می‌شود و آبی که زمانی بصورت ثقلی از سفره خارج می‌شد، این بار با صرف هزینه از داخل چاه خارج می‌شود. در سالهای ۷۵-۷۶ به منظور تأمین آب شرب در روستای کلیشم بدون مطالعات زمین شناسی و ژئوفیزیک اقدام به حفر چاه شد، با حفر چاه و عملیات پمپاژ دو چشمه با دبی متوسط ۴ لیتر بر ثانیه که از دو گسل شمال غرب- جنوب شرق منشأ می‌گرفتند دچار کاهش دبی و خشک شدند. همین نگرانی باعث شد که مطالعات آشکارسازی و شرایط هیدروژئولوژی در منطقه قبل از حفر چاه مورد بررسی قرار گیرد. از این رو در تعیین محل حفر چاه، مطالعه ساختار زمین شناسی، بررسی نوع سفره و تأثیر آن بر چشمه و قنات‌های مجاور امری اجتناب ناپذیر است.

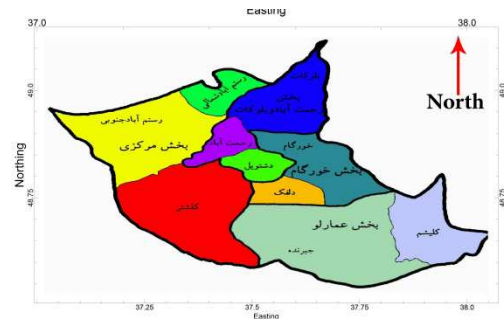
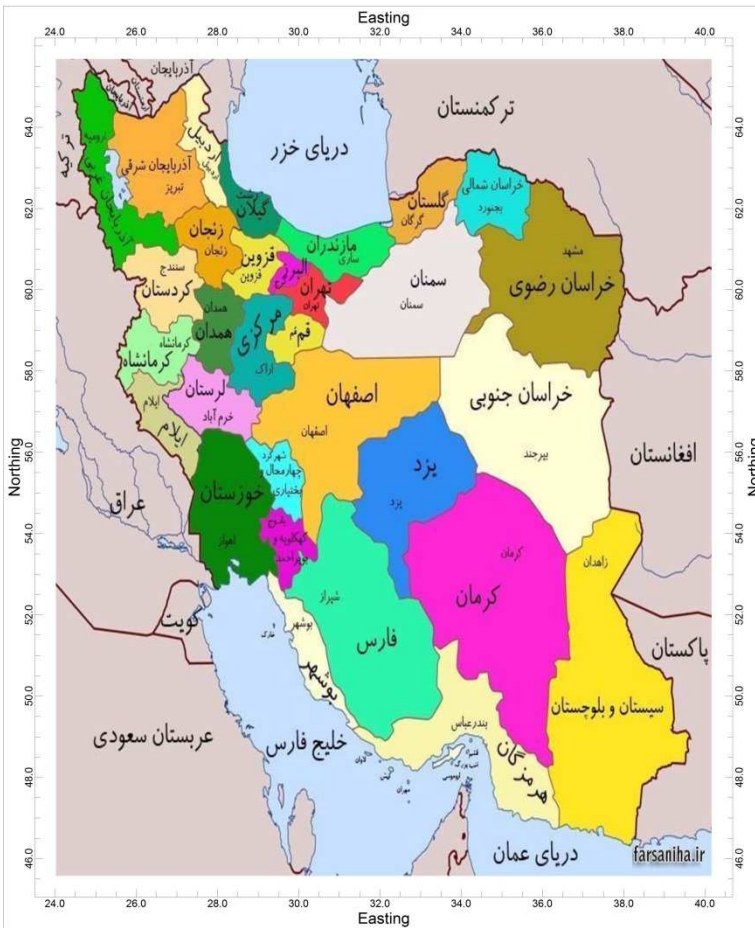
حفیظی و همکاران در سال ۱۳۷۸ در بررسی منابع آب زیرزمینی در درزه و شکافها از روش مقاومت ویژه و قطبش القایی با آرایه مربعی استفاده کرد و همچنین در سال ۱۳۸۳ به منظور تشخیص درز و شکاف های آبدار در مناطق سنگی که در اثر گسلش ایجاد شده‌اند، با اندازه‌گیری زاویه شیب (Tilt Angle) میدان الکترومغناطیسی با روش VLF و تفسیر مقاطع چگالی، نوعی بی‌هنجاری جریان به دست آمد. کلانتری و همکارانش در سال ۱۳۸۸ با استفاده از توانایی سنجش از راه دور و GIS به مطالعه ساختار زمین شناسی منطقه شامل چین‌خوردگی، گسل و ارتباط نزدیک موقعیت رخنمون چشمه‌ها با فراوانی شکستگی‌ها پرداخت. ملکی و همکارانش در سال ۱۳۹۱ با کمک رادار نفوذی به زمین به مطالعه ساختار گسلی و تحول چشمه‌های کارستی در استان کرمانشاه پرداخت.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که برای آشکارسازی جریانات زیر قشری در عمق بالا روش شلومبرژه نسبت به روش‌های دیگر کارایی بهتری دارد (حجت و همکاران، ۱۳۹۰). علی‌رغم کاربرد گسترده روش‌های مقاومت‌ویژه در بررسی آشکارسازی جریانات زیرقشری، متأسفانه استفاده از روش‌های دوبعدی فقط به چند مورد خلاصه می‌شود. در عمده موارد، برداشت‌ها و مدل‌سازی داده‌ها به صورت یک بعدی است (حجت و همکاران، ۱۳۹۰). در این پژوهش پس از برداشت داده‌های مقاومت ویژه به روش شلومبرژه با وارون سازی دوبعدی داده‌ها با استفاده از نرم افزار RES 2 D INV مقطع مقاومت ویژه‌ای به دست آمد که عمق بررسی آن تا ۳۲۰ متر است. نتایج این تحقیق نشان از وجود جریانی زیرقشری در محل تماس دو ساختار زمین شناسی مختلف از نوع گسل آبرسان دارد. بی‌شک حفر چاه در امتداد گسل آبرسان یکی از مکان‌های مناسب می‌باشد. اما با نگاه دقیق تر به توپوگرافی منطقه و پراکنش چشمه‌ها، حفر چاه بهره‌برداری در این منطقه باعث خشک شدن چشمه های پایین دست از جمله چشمه پاسگاه، ملک چشمه و چشمه داخل روستا خواهد شد

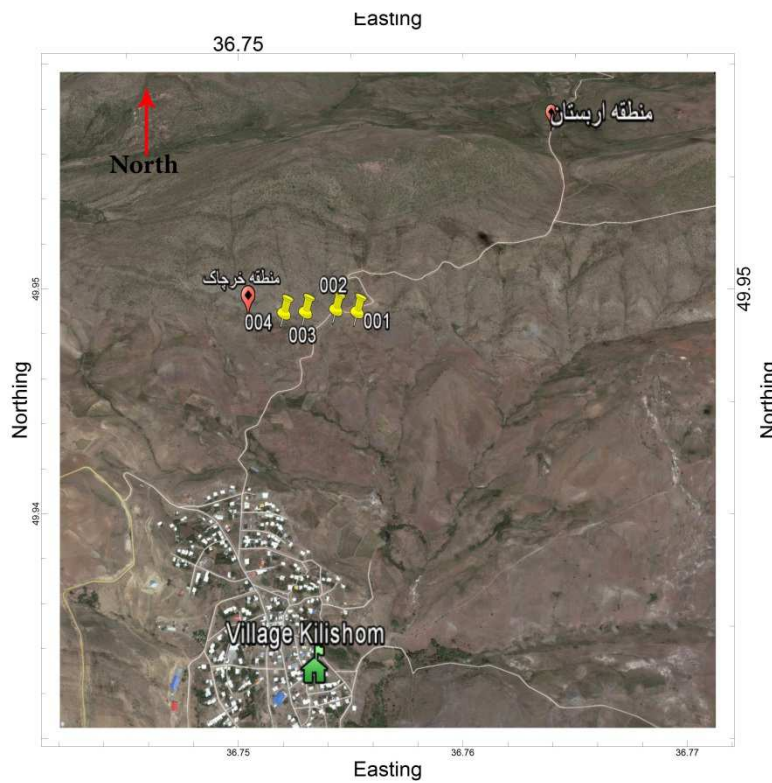
از اینرو هدف این تحقیق بررسی اثرپذیری چشمه‌های پایین دست منطقه خرچاک ناشی از برداشت منابع آب زیرزمینی توسط پمپاژ چاه‌های حفر شده به استفاده از روش‌های ژئوالکترونیک بوده است.

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شمال غرب حوضه کلیشم؛ شمال روستای کلیشم و در بین عرض‌های جغرافیایی  $36^{\circ}45'46''$  و  $36^{\circ}43'19''$  و بین طول‌های جغرافیایی  $49^{\circ}54'49''$  و  $49^{\circ}58'42''$  قرار گرفته است. راه دسترسی به منطقه خرچاک از طریق جاده خاکی کلیشم به منطقه اربستان است (شکل ۱ و ۲).



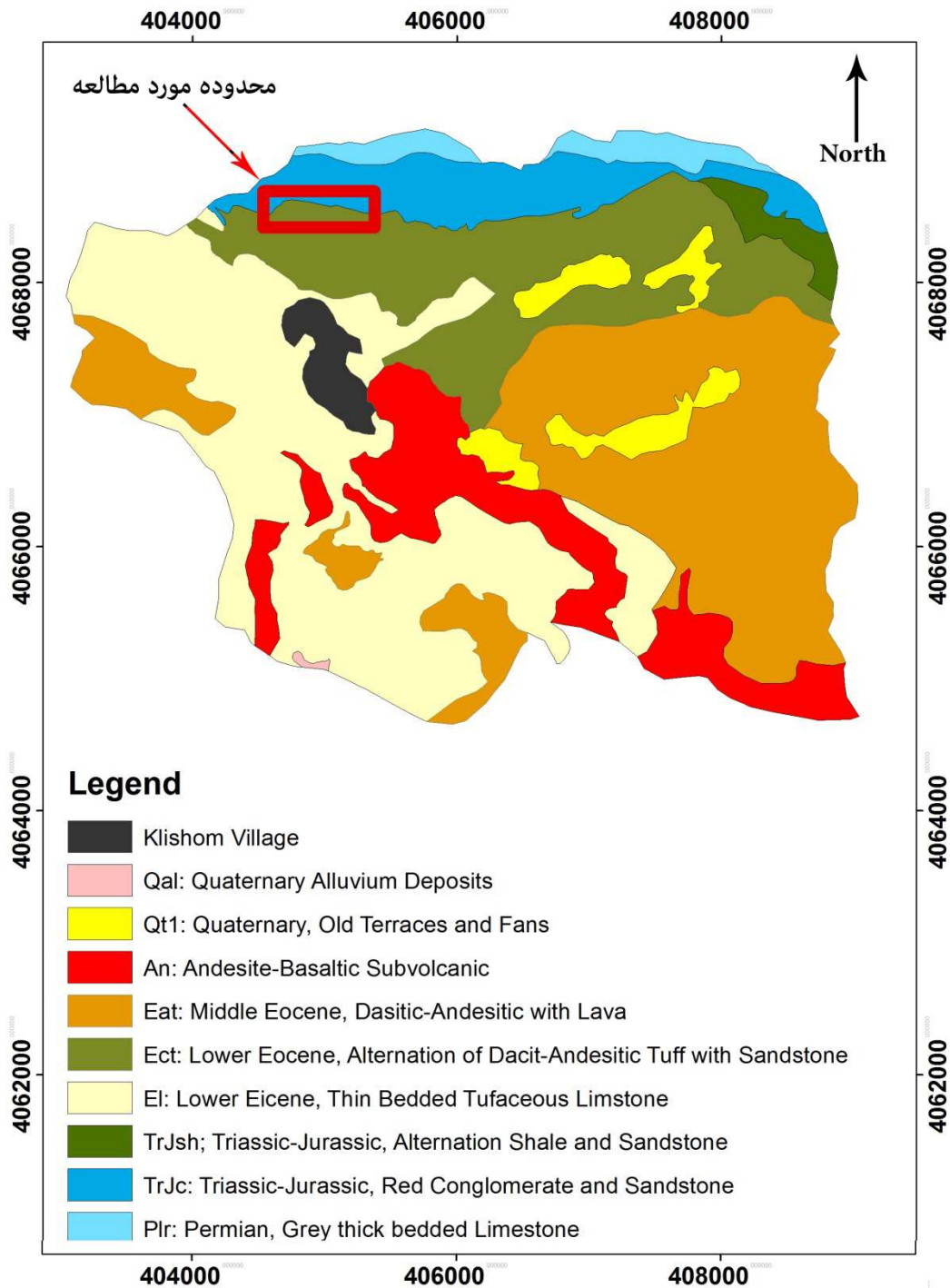
شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان گیلان و شهرستان رودبار.



شکل ۲: موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به روستای کلیشم و جاده ارتباطی.

## سنگ شناسی منطقه خرچاک

از منظر زمین‌شناسی، این منطقه بخشی از زون زمین‌شناسی البرز میانی بوده و از ۲ گروه واحدهای سنگی ماسه سنگ و کنگلومرای قرمز رنگ (RJC) و تناوب توفهای داسیت - آندزیتی با میان لایه هایی از ماسه سنگ و کنگلومرا به رنگ قرمز تیره و خاکستری (Ect) تشکیل شده است (شکل ۳).



شکل ۳: ساختار زمین‌شناسی منطقه مطالعه برگرفته از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ جیرنده.

## مواد و روش ها

### مطالعات میدانی

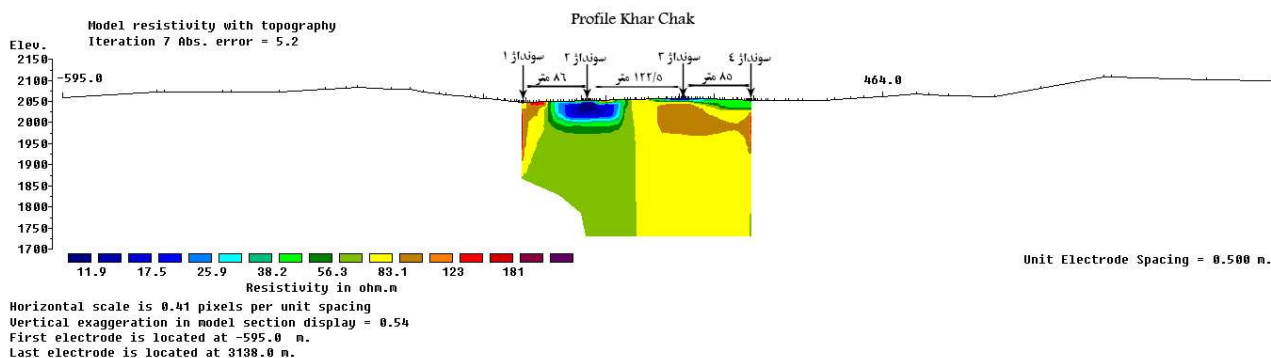
در این مطالعات بر اساس هدف تحقیق، بررسی مشکل پیش آمده در اثر پمپاژ آبهای زیرزمینی در منطقه خرچاک برنامه ریزی شد. در پیمایشهای میدانی سنگ شناسی منطقه خرچاک، چشمه های فعال و فصلی، سیستم درزه و شکاف یا تخلخل ثانویه مفید و در نهایت مقاطع برداشتهای ژئوالکتریک شناسایی شدند. همانگونه که در بخشهای قبل عنوان شد، روش ژئوالکتریک به عنوان روش موفق و سازگار با شرایط محیطی جهت آشکار سازی اثرات بهره برداری از چاهها بر چشمه های منطقه خرچاک انتخاب شده است. از بین روشهای رایج سونداژ ژئوالکتریک، روش ژئوالکتریکی شلومبرژه برای این تحقیق انتخاب شد.

### برداشتهای ژئوالکتریک

در منطقه خرچاک ۴ سونداژ شلومبرژه با حداکثر پهن شدگی  $AB/2 = 681 \text{ m}$  در امتداد شرقی - غربی با مختصات زیر برداشت شد (جدول ۱).

جدول ۱: مختصات سونداژهای برداشت شده در منطقه خرچاک.

نام سونداژ	مختصات عرض جغرافیایی	مختصات طول جغرافیایی
سونداژ ۱	39 S 405297	UTM 4068378
سونداژ ۲	39 S 405212	UTM 4068391
سونداژ ۳	39 S 405091	UTM 4068372
سونداژ ۴	39 S 405006	UTM 4068368



شکل ۴: شبه مقطع ژئوالکتریک بر حسب مقاومت ویژه (اهم متر) در منطقه خرچاک.

### تفسیر نتایج مطالعات ژئوالکتریک

در این تحقیق با استفاده از مدل سازی با نرم افزار RES 2 D INV، ابتدا وضعیت زمین شناسی منطقه و سپس مسیر جریانات زیرقشری آشکار سازی شد. برای معکوس سازی دوبعدی داده های مقاومت ویژه از نرم افزار کانادایی RES 2 D INV استفاده شد و اطلاعات توپوگرافی سطح زمین در مقطع دوبعدی لحاظ گردید. رویه معکوس سازی استفاده شده بوسیله این برنامه مبتنی بر روش حداقل مربعات هموارترین محدوده و بر طبق معادله زیر است:

$$(J^T J + uF)d = J^T g \quad (1)$$

$$F = f_x f_x^T + f_z f_z^T$$

$f_x$  و  $f_z$  به ترتیب فیلتر افقی و عمودی،  $J$  ماتریس ژاکوبین مشتقات جزئی،  $J^T$  ترانزپوز ماتریس ژاکوبین مشتقات جزئی،  $u$  فاکتور کنترلی،  $d$  بردار اغتشاش مدل و  $g$  بردار اختلاف است. قبل از معکوس سازی به منظور ویرایش و بررسی داده ها، این برنامه داده ها را برای هر سطح داده ای در شکل پروفیلی نمایش می دهد. این امر کمک زیادی در تعیین فاکتور کنترلی و

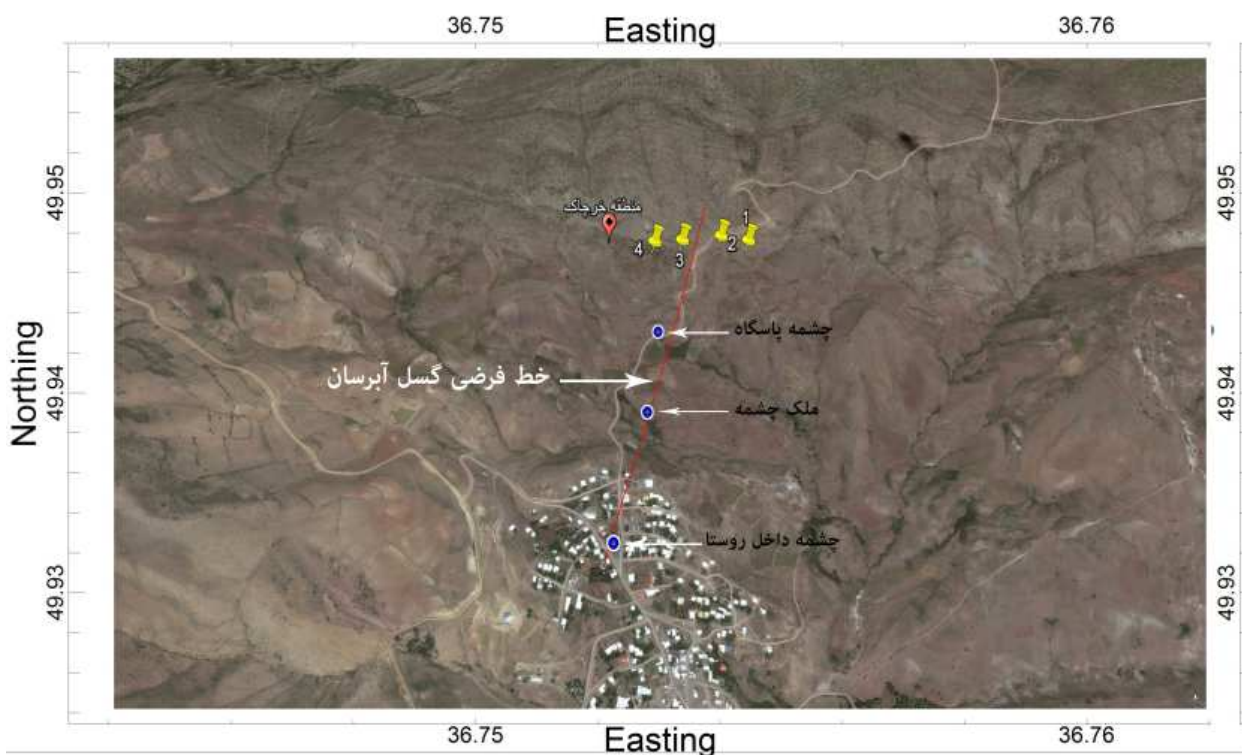
دیگر پارامترهای مدل می‌کند (رحمانی، ۱۳۸۶). شکل ۴ مقطع حاصل از معکوس‌سازی دوبعدی داده‌های برداشت شده به روش شلومبرژه برحسب مقاومت ویژه است.

## نتایج

### ساختارهای زمین‌شناسی تأثیرگذار

همانگونه که قبلاً عنوان شد، بخش قابل ملاحظه‌ای از میزان آب‌گذری و رژیم آب‌های زیرزمینی منطقه خرچاک متأثر از سیستم‌های گسلش و درزه و شکاف و تکتونیک منطقه است. پیدایش چشمه‌ها و یا در مقابل گم شدن آنها در اثر پدیده زمین لرزه از پدیده‌های رایج حوضه کلیشم است. همانطور که در شبه مقطع ژئوالکتریک مشاهده می‌شود (شکل ۴) در محل سونداژ ۲، جریان زیر قشری از ۲ متری سطح زمین تا عمق ۴۰ متری وجود دارد که در محل تماس دو ساختار زمین‌شناسی مختلف از نوع گسل قرار دارد و این نتیجه استنباط می‌شود که جریان آب زیرزمینی از طریق گسل آبرسان انتقال می‌یابد.

بی شک حفر چاه در امتداد گسل آبرسان یکی از مکانهای مناسب می‌باشد. اما با نگاه دقیق تر به پراکنش چشمه‌ها (شکل ۵) و توپوگرافی منطقه (شکل ۶)، زدن چاه بهره‌برداری در این منطقه باعث خشک شدن چشمه‌های پایین دست از جمله چشمه پاسگاه، ملک چشمه و چشمه داخل روستا می‌شود.

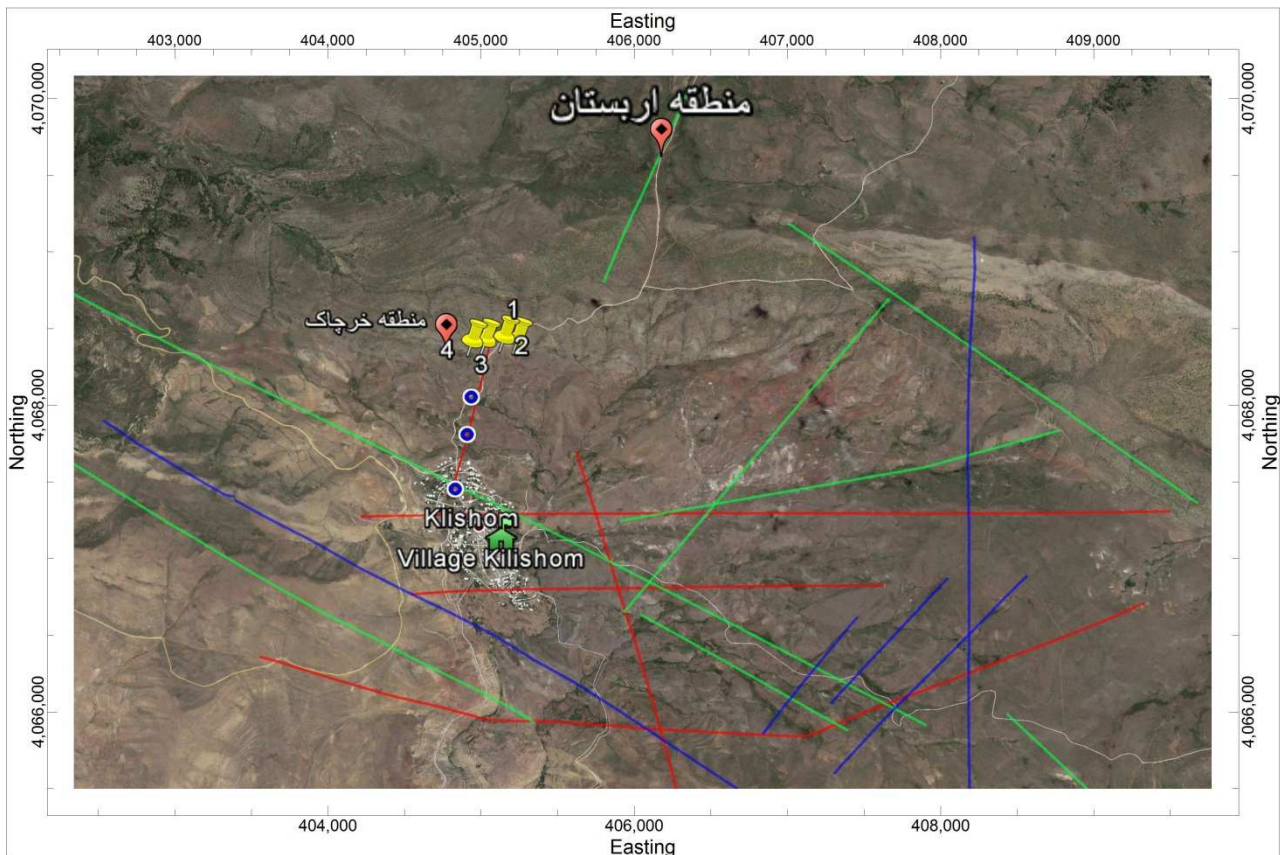


شکل ۵: پراکنش چشمه‌ها در منطقه خرچاک.



شکل ۶: توپوگرافی خط فرضی گسل آبرسان در منطقه خرچاک.

با نگاه دقیق تر به نقشه پراکنش گسل‌های منطقه کلیشم، گسل آبرسان فرضی که از منطقه خرچاک عبور می‌کند در واقع امتداد گسل شمالی - جنوبی است که از منطقه اربستان عبور کرده است.



شکل ۷: پراکنش پراکنش گسل‌های منطقه کلیشم بر گرفته از نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰

### بحث و نتیجه گیری:

مفروضات تحقیق که آزمون روش ژئوالکترونیک در آشکارسازی اثر بهره برداری از چاه‌ها در کاهش دبی چشمه‌ها بود آزموده شد. نتایج نشان از قابلیت بالای روشهای ژئوالکترونیک به ویژه شلومبرژه و نیز مدل‌سازی آن به روش دوبعدی در نرم افزار RES 2D INV در خصوص آشکارسازی گسل‌های آبرسان داشت. گسل امتدادلغز راستگرد با جهت شمالی - جنوبی در بالای روستای کلیشم با قابلیت انتقال آب و منشأ بیشتر چشمه‌های منطقه خرچاک به اثبات رسید. این گسل آبرسان، آب چندین چشمه از جمله چشمه پاسگاه، ملک چشمه و چشمه داخل روستا را تأمین می‌کند. با حفر چاه در امتداد این پروفیل و در زیر سونداژ S2 و پمپاژ آب، چشمه‌های مشرف از این گسل که در تراز ارتفاعی پایین تر قرار دارند کم آب و شاید خشک می‌شوند.

### منابع:

- ۱- مهدی رحمانی جویباری، تهران: دانشگاه افسری امام علی (ع)، ۱۳۸۶، خودآموز کامل نرم افزار مهندسی RES2DINV Ver 3.52: معکوس سازی سریع مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی دو بعدی با استفاده از روش حداقل مربعات.
- ۲- محمدرضا غریب رضا، تهران - پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۹۴، گزارش مطالعات زمین شناسی و ژئومرفولوژی.