

ارزیابی و اکتشاف منابع آب زیرزمینی با شناسایی ساختار لایه ای زمین با استفاده از روش زمین الکتریسته در دشت رونیز؛ غرب استهبان

سارا قلمکاری^۱ و^۲ *، عبدالمجید اسدی^۲، محسن پور کرمانی^۳

چکیده

یکی از روش های مقرون به صرفه و زودبازده جهت تشخیص منطقه های کارستی حاوی آب در مناطق آهکی، کاربرد دانش و فن الکتریسته زمین است. زمین الکتریسته از جمله عملیات صحرایی زمین فیزیکی است که بر اساس انتقال جریان الکتریکی به داخل زمین، ایجاد اختلاف توان و استعداد بین دو نقطه و محاسبه ی مقاومت ویژه عمق های مختلف زمین طراحی شده است. در این روش بر اساس معیار و ملاکی که مربوط به مقاومت جنس های مختلف خاک، سنگ و همچنین مقادیر مقاومت الکتریکی موادی مثل آب، حفرات و ... است، مطالعات اکتشافی صورت می گیرد. در این پژوهش به منظور شناسایی منطقه های کارستی حاوی آب در دشت رونیز واقع در غرب استهبان تعداد ۹۷ عمق یابی با استفاده از آرایه ی شلومبرژر و بیشینه ی طول فرستنده جریان ۳۰۰ متر اجرا شد. که پس از پردازش داده های صحرایی، مقاطع زمین شناسی تهیه و تحلیل گردیدند در نهایت، با مشخص شدن منطقه کارستی شده ی اشباع در عمق یابی A2 با ضخامت ۱۴۰ متر در عمق ۲۶۰ متری دارای مقاومت الکتریکی ۱۰۰ تا ۱۵۰ اهم متر، در عمق یابی D2 در عمق ۱۵۰ متری با مقاومت الکتریکی کمتر از ۱۰۰ اهم متر دارای ضخامت ۸۰ متر شیب آبی آبخوان را از غرب به شرق تعیین شد. بدان معنی که، به رقم آنکه تنها رود فصلی این دشت در نزدیکی عمق یابی D2 جاری است و میزان آب سطحی در این بخش در بالاترین مقدار خود قرار دارد. حداکثر ضخامت آبخوان زیر سطحی را بخش های شرقی به خود اختصاص داده است.

کلمات کلیدی: منابع آب زیرزمینی - عمق یابی الکتریکی قائم - مقاومت ویژه ی الکتریکی - زمین الکتریسته - دشت رونیز - غرب استهبان

^۱ گروه زمین شناسی؛ واحد علوم و تحقیقات فارس دانشگاه آزاد اسلامی، فارس، ایران

Email: Sarah.ghalamkari@gmail.com

^۲ گروه زمین شناسی؛ واحد شیراز دانشگاه آزاد اسلامی؛ شیراز، ایران

^۳ گروه زمین شناسی؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال؛ تهران، ایران

مقدمه

وری از منابع آب زیرزمینی شناسایی ابعاد هندسی آبخوان است. که برای نیل به این مقصود معمولاً از تلفیقی از روش های زمین فیزیکی شامل مقاومت ویژه ی الکتریکی، لرزه نگاری، مغناطیس سنجی و گرانی سنجی بهره می گیرند. از آنجا که عمق آبخوان های کارستی از مکانی به مکان دیگر به دلیل شرایط زمین شناختی و ضخامت آبرفت متفاوت است، لذا روش مقاومت ویژه با تعیین لایه بندی زیر سطحی مقتدرترین روش برای پی جویی وضعیت حوضه ی زیر سطحی و تاثیر پذیری آن از زمین ساخت حاکم بر منطقه است. هدف از این مطالعه بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی دشت رونیز از منطقه های کارستی زاگرس است. در این مطالعه با استفاده از داده های حاصل از برداشت های صحرائی روش مقاومت الکتریکی ضمن شناسایی میزان هدایت الکتریکی و تعیین محل مناسب به منظور بهره وری مدیریت شده^۱، تاثیر زمین ساخت بر تکوین این دشت و شکل دهی آبخوان، با هدف تعیین توالی لایه های زیرسطحی با نگرش ویژه بر لایه های آبدار، بر اساس اختلاف مقاومت ویژه آنها، بررسی شده است.

روش تحقیق

روش مقاومت ویژه به دلیل مزیت هایی نظیر سادگی در برداشت های صحرائی و تهیه داده ها، کاربردی ترین روش زمین فیزیکی در مطالعات آب های زیرزمینی است (آنوموهانران، ۲۰۱۳). این روش به دلیل تفاوت فاحش مقاومت الکتریکی بین لایه های اشباع از آب و سنگ کف زیرین به طور گسترده در اکتشافات آب زیرزمینی به کار می رود (طهماسبی نژاد، ۲۰۰۹). در این روش با فرستادن یک جریان الکتریکی به درون زمین و اندازه گیری توان و استعداد الکتریکی حاصل، مقاومت الکتریکی لایه های زیر سطحی تشخیص داده می شود (دوبرین و ساویت، ۱۹۸۸). عمق یابی های الکتریکی قائم یکی از روش های مقاومت ویژه الکتریکی است که بر اساس

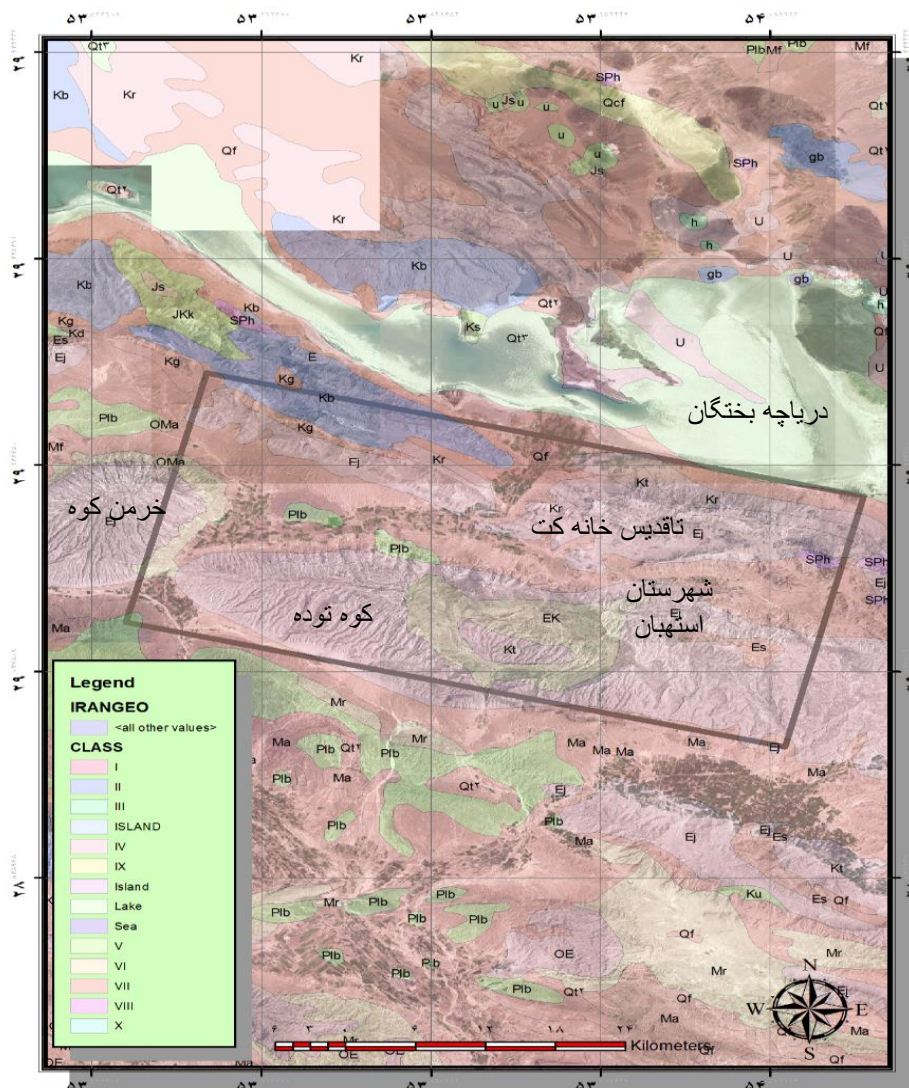
بدون تردید، برای اکتشاف منابع پنهان زیرزمینی نمی توان تنها بر اطلاعات زمین شناسی تکیه کرد و به ناچار می بایست به نحوی آثار این منابع بر روی سطح زمین نیز آشکار سازی شوند. روش های زمین فیزیکی از جمله تکنیک هائی هستند که در پی جوئی این ذخایر کمک شایانی می کنند، که از جمله ی این روش ها می توان روش زمین الکتریسیته را نام برد. روش کاربرد مقاومت ویژه ی الکتریکی (زمین الکتریسیته) موفقیت زیادی در حل مشکلات زمین شناسی آب و مطالعات زمین شناسی (کنسیل؛ ۲۰۰۶) مطالعات مهندسی عمران (سودها و همکاران؛ ۲۰۰۹)، مطالعات زیست محیطی (گرلیبر و همکاران؛ ۲۰۰۷) داشته است. به دلیل سرعت بالای برداشت داده ها و توانایی در برداشت انبوه نمونه، همچنین مناسب بودن روش مقاومت ویژه در شناسایی دیوارها، حفره ها و دیگر ساختارها در اعماق مختلف، این روش به عنوان موفق ترین روش در اکتشاف آب های زیرزمینی به کار گرفته شده است. آب های زیرزمینی تنها منابع قابل اعتماد و مطمئن جهت اهداف آب رسانی شهری و روستایی، حتی کشاورزی در جهان، به ویژه کشور های دارای اقلیم خشک و نیمه خشک (مثل ایران) محسوب می گردد. متوسط بارندگی در کشور ایران حدود ۲۵۰ میلی متر یعنی حدود یک سوم متوسط جهانی بارش است (علیزاده، ۱۳۷۸). از این رو کمبود منابع آب سطحی در بیشتر نقاط ایران باعث ازدیاد حجم برداشتی از منابع آب زیر زمینی به ویژه آبخوان های آبرفتی گردیده است، که تبعاتی چون خشک شدن چاه ها و قنات ها، و در بعضی نقاط فرونشست زمین را به دنبال داشته است. لذا به دلیل کاهش چشم گیر آب های سطحی به ناچار، استحصال آب از بخش های عمیق تر در دستور کار قرار گرفته و مبرهن است که در صورت برداشت بی رویه و بدون مدیریت لازم، ذخایر کارستی و قابل شرب با نابودی مواجه خواهند شد. نخستین گام در بهره

^۱ آب می تواند در راستای تعیین مجوز های حفاری و یا جهت پلم کردن چاه های غیر مجاز از این داده ها استفاده کند.

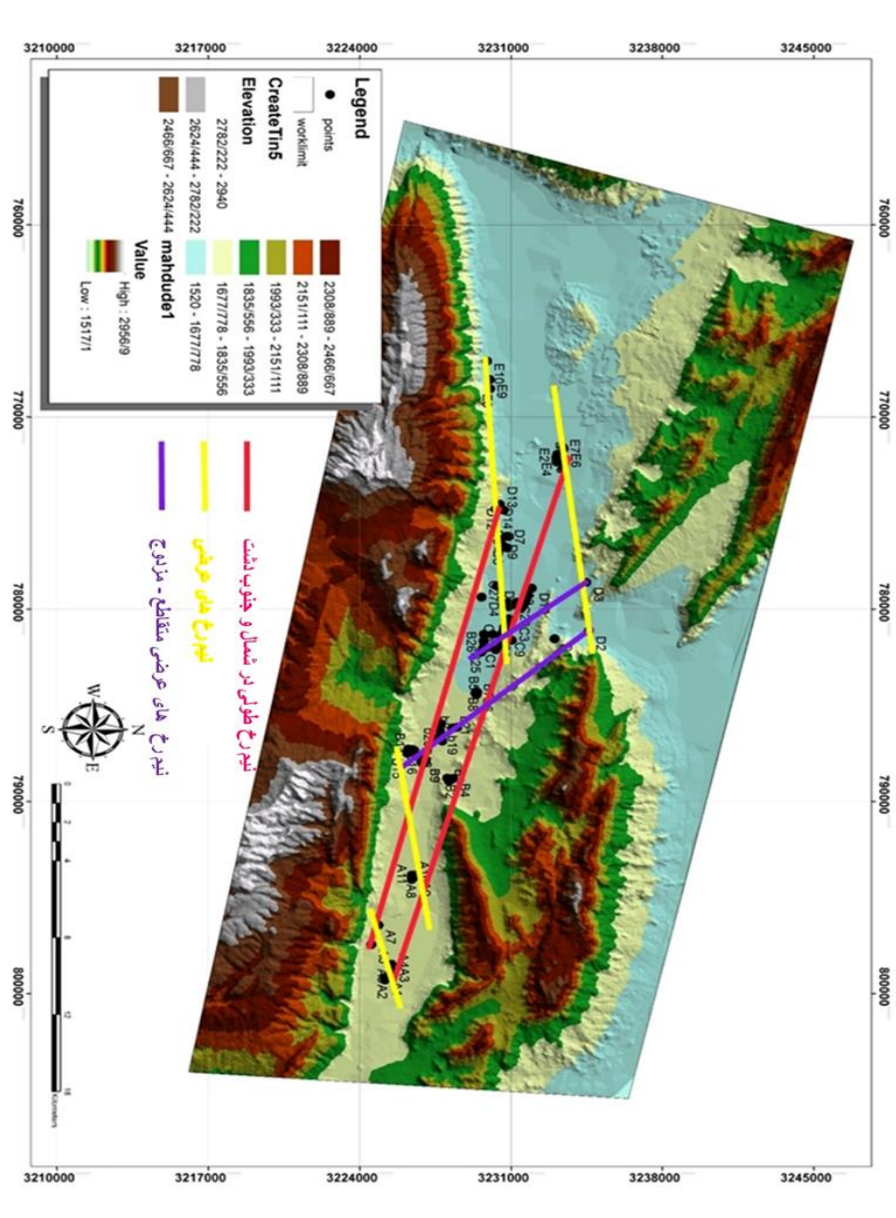
^۱ . با آگاهی از میزان هدایت الکتریکی بخش های مختلف دشت و استفاده از علم مکانیک سیالات - جامدات، می توان بهترین مکان را برای حفر چاه بدون تاثیر گذاری بر چاه های دیگر تعیین کرد. همچنین، سازمان محترم

(آمادی، ۲۰۱۰). تفسیر کمی منحنی های عمق یابی پس از برداشت مقادیر مقاومت ویژه ی ظاهری در برابر طول خط جریان صورت می گیرد، تفسیر کیفی پس از ترسیم منحنی های هم مقاومت ویژه ی ظاهری و شبه مقاطع زمین الکتریسیته انجام می شود. نتایج این دو تفسیر با تفکیک لایه های زیر سطحی بر اساس مقادیر عمق و مقاومت حقیقی به صورت مقاطع زمین الکتریسیته ارائه می شوند. در دشت رونیز تفسیر کمی منحنی های عمق یابی الکتریکی قائم با آرایش شلمبرژر در ۹۷ نقطه و در طول شش نیم رخ به کمک نرم افزار IPI2Win ، با در نظر گرفتن داده های زمین شناسی و آب شناسی منطقه، صورت گرفته است (شکل ۲).

تفاوت در مقاومت الکتریکی، چینه شناسی زیر سطحی را مشخص می نماید. تقریباً یک صد آرایش زمین الکتریسیته وجود دارد (سزالای و سزارکا، ۲۰۰۸) اما انواع آرایش الکترونی که بیشتر استفاده می شود، به ترتیب آرایش های شلمبرژر، ونر و دوقطبی - دو قطبی است (آنوموهانران، ۲۰۱۳). در آرایش های شلمبرژر و ونر با افزایش فاصله الکتروده های جریان، عمق نفوذ افزایش می یابد که میزان آن به ساختار زمین شناسی زیر خط بررسی وابسته است (ائولابی و همکاران، ۲۰۰۹). تفسیر منحنی های عمق یابی می تواند به صورت کمی یا کیفی صورت گیرد که نتیجه آن یک مدل سنگ شناسی یا آب زمین شناسی از لایه های زیر سطحی است



شکل ۱- موقعیت منطقه ی مطالعه شده بر عکس ماهواره ای.



شکل ۲- نقشه ی موقعیت عمق یابی ها و نیم رخ های تعبیه شده در دشت رونیز بر روی نقشه ی قله ای (ارتفاعی).

نتایج داده های آماری سازمان آب^۱

در محدوده ی مطالعاتی رونیز عملیات صحرایی آماربرداری به وسیله ی سازمان محترم آب و فاضلاب استان از تاریخ ۱۳۸۸/۰۴/۱۲ آغاز و در تاریخ ۱۳۸۸/۰۸/۰۷ به پایان رسیده است. براساس آماربرداری انجام شده ۱۴۹ حلقه چاه عمیق با تخلیه ۲۴/۴۷۸ (م.م.م)، ۱۰۴ حلقه چاه نیمه عمیق با تخلیه ی کل ۶/۰۰۵ (م.م.م)، ۹

رشته قنات با تخلیه ۱/۵۷۶۸ میلیون مترمکعب در سال وجود دارند که به طور مجموع ۳۲/۰۵۹۹ میلیون مترمکعب به وسیله ی تمامی انواع منابع آبی برداشت می گردد. به طور کلی در بخش کشاورزی ۲۸/۶۶۳۵ (م.م.م) در بخش شرب ۳/۵۰۵ (م.م.م) و در بخش صنعت ۰/۴۵۹۷ میلیون مترمکعب در سال آب مصرف می شود، که مجموعاً ۳۲/۰۵۹۹ از منابع آب زیرزمینی

^۱. گزارش ۲۶۳۱ سازمان آب

برخاستگی پهنه ها^۱ از ویژگی های ساختاری در محدوده نقشه است. گسل های مهم موجود در ناحیه در شکل ۵ آورده شده اند. (گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ رونیز - سازمان نقشه برداری).

منحنی های عمق یابی زمین الکتریسته

حاصل تفسیر منحنی های عمق یابی زمین الکتریسته، تفکیک لایه های زیر سطحی بر اساس عمق مقاومت حقیقی لایه ها است (شکل ۶). تفسیر گروهی منحنی های عمق یابی با لحاظ داده های کمکی چاه ها و داده های زمین شناسی منطقه، بیانگر به ترتیب لایه آبرفت خشک، لایه ی مرطوب آهکرس - رسی، لایه ی آبدار و سنگ کف آهکی است.

۱ - لایه ی آبرفت خشک، این لایه از چندین بخش با مقاومت الکتریکی متغیر و متأثر از اندازه، آرایش و جورشدگی دانه ها، نوع سیمانی شدن، حتی دمای خاک با متوسط مقاومت الکتریکی در حدود ۲۰۰ اهم متر و با ضخامت متوسط ۳۰ متر تشکیل شده است.

۲ - لایه ماسه سنگ آهک - رسی با مقاومت متوسط حدود ۳۴۰ اهم متر.

۳ - لایه ی آبدار با مقاومت الکتریکی ۰/۴ تا ۶ اهم متر و عمق متوسط ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر. مقاومت

الکتریکی این لایه تابعی است از تخلخل، مقاومت الکتریکی مایع، مقاومت خاک یا سنگ، هدایت سطحی سنگ یا خاک و طول مسیر جریان و البته ذخیره آب، که طول مسیر جریان خود به طور مستقیم از شکل و قطر دانه ها، جورشدگی دانه ها، نوع آرایش و درجه ی سیمانی شدن بافت رسوبی تبعیت می کند. مقاومت آب نیز خود وابسته به شوری و دما است. هرچه دمای آب بالاتر و شوری آب بیشتر باشد، مقاومت الکتریکی آن کمتر خواهد بود.

۴ - سنگ کف آهکی با مقاومت متغیر ۱۰۰۰ تا ۶۲۰۰ اهم متر که خود نشأت گرفته از درصد تأثیر وضعیت زمین ساختی و خرد شدن و نفوذ آبهای سطحی است.

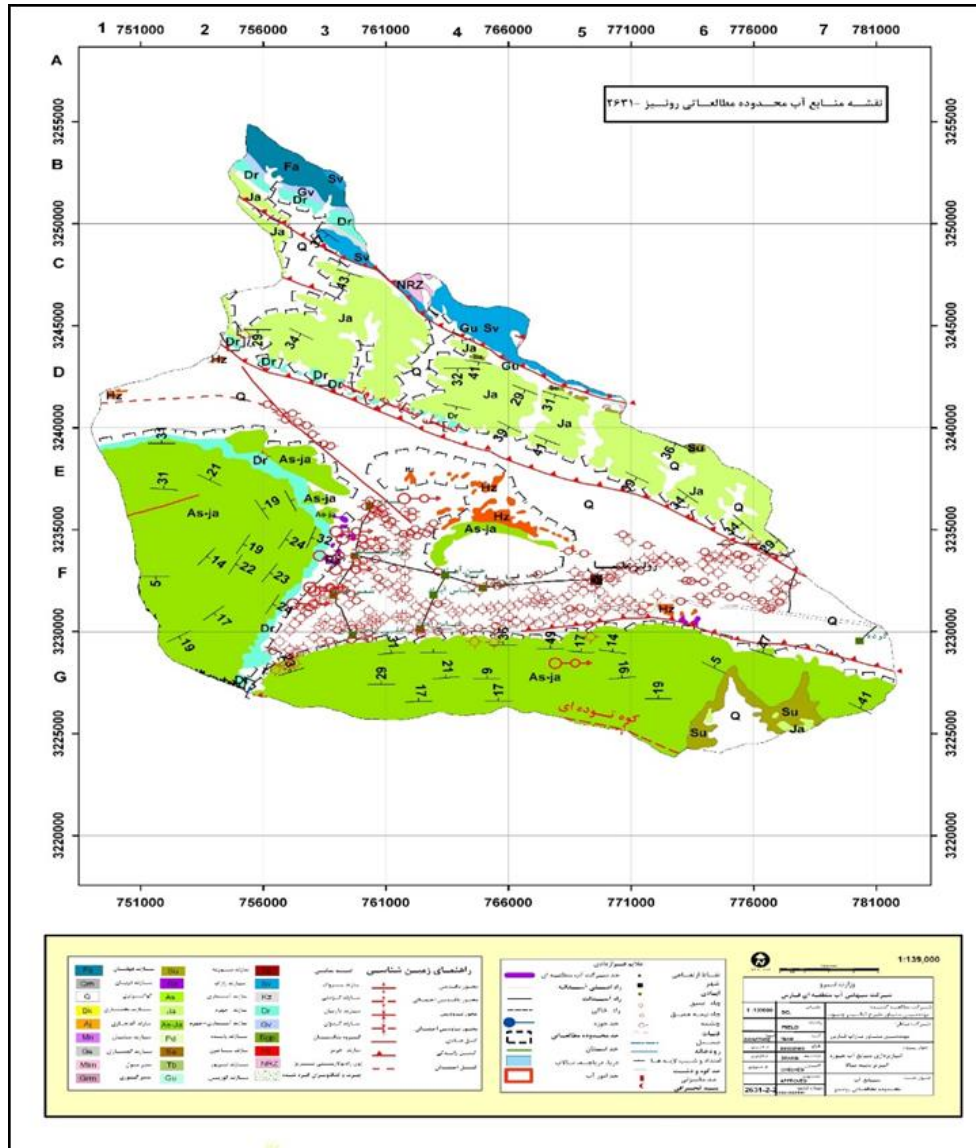
استفاده می گردد. از تعداد کل ۲۶۲ منبع آبی شناسایی شده در محدوده مطالعاتی رونیز، ۲۵۱ چاه و کاریز در دشت، ۱۱ چاه در ارتفاعات و کوهستان قرار گرفته اند که میزان تخلیه ی سالانه ی آنها به ترتیب ۲۸/۷۴۸۰۷ و ۳/۳۱۱۸۳۸ میلیون مترمکعب است (شکل ۳).

زمین شناسی و زمین ساخت دشت

گستره ی مطالعه شده در بخشی از رشته کوه های زاگرس در استان فارس؛ در کمربند چین خورده ی رانده ی زاگرس قرار گرفته است. (براساس تقسیم بندی (فالکون، ۱۹۷۴). سازندهای زمین شناسی رخنمون شده در محدوده از قدیم به جدید عمدتاً عبارتند از سروک، ساچون، چهرم و ته نشست های آبرفتی دوران چهارم. راه دسترسی به منطقه عبارت است از: جاده ی اصلی شیراز - استهبان (شکل ۳). که در بر دارنده ی شهرستان استهبان، و روستاهای گرده، ماه فرخان، دمانه، لای رمی، رونیز سفلی و علیا، خیر، دهوویه، شمس آباد، عباس آباد، علی آباد شمس، علی آباد سرخک و کچویه است. منطقه ی مزبور با وسعتی حدود ۱۹۰۰ کیلومتر مربع حد فاصل طول های جغرافیایی ۳۰، ۵۳° تا ۱۵، ۵۴° خاوری و عرض های جغرافیایی ۰، ۲۹° تا ۳۰، ۲۹° شمالی در منطقه های ۳۹ و ۴۰ استان فارس واقع شده است.

متوسط ارتفاع دشت رونیز از سطح دریا ۱۶۰۰ متر و متوسط ارتفاع کوهستان های منطقه از سطح دریا ۲۳۰۰ متر است. که از مهم ترین سیمای زمین ساختی و پستی و بلندی آن خرمن کوه واقع در غرب دشت، کوه خله کت در شمال منطقه، دریاچه زمین ساختی بختگان، مجموعه ی توربیدیتی - رادبولاریتی پیچکان شمال شرق دشت، تاقدیس توده در بخش های جنوبی هستند.

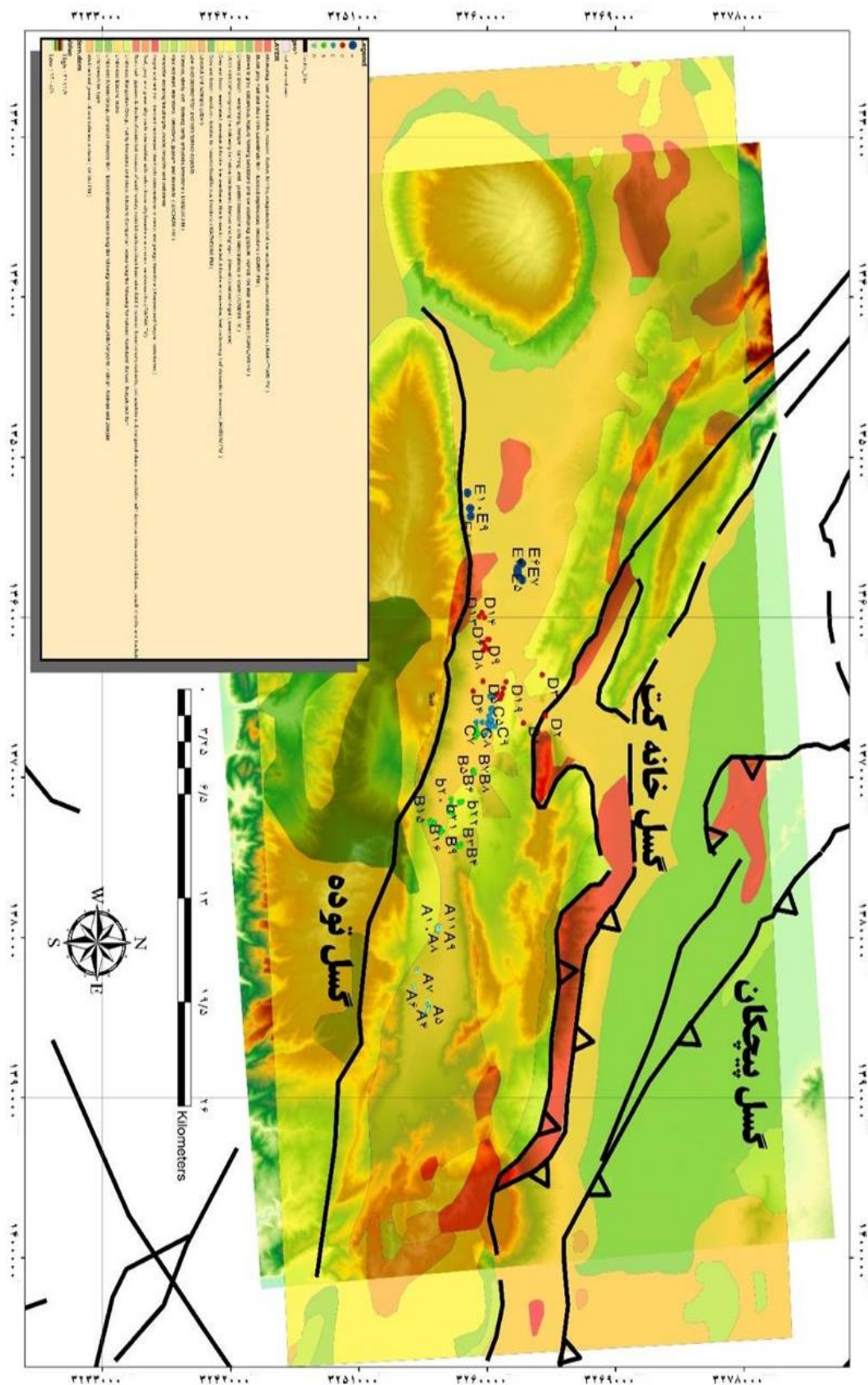
میانگین راستای محور ساختمان های چین خورده و روند خطواره های بزرگ گسلی ۱۵ تا ۳۵ درجه ی شمال غرب است. ایجاد ساختمان های تاقدیس پهن و منفرد همراه با واتنش های محرز حاصله از خطواره های بنیادی همراه با



شکل ۳ - نقشه ی منابع آب رونیز در استان فارس - گزارش ۲۶۳۱ سازمان آب.



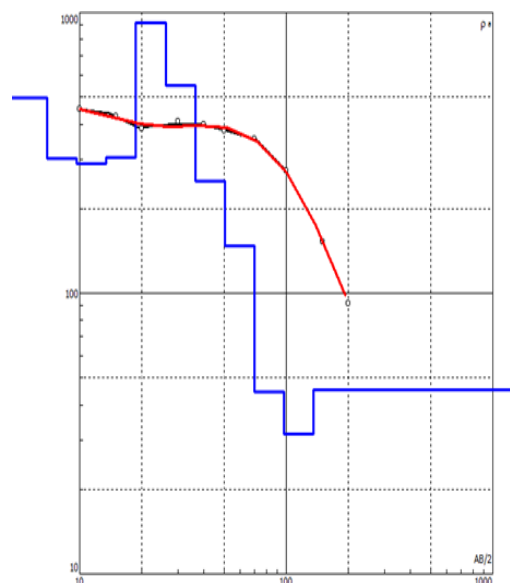
شکل ۴ - نقشه ی راه دسترسی به منطقه - سازمان نقشه برداری کشور.



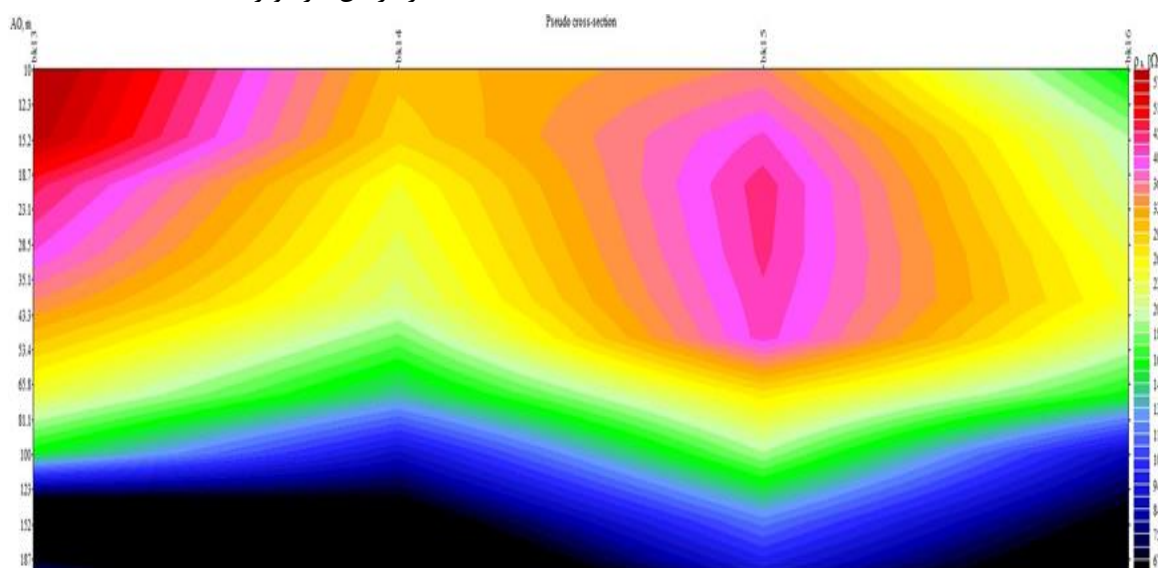
شکل ۵- گسل های موجود در منطقه برروی نقشه ی زمین شناسی منطبق بر عکس هوایی.

منحنی های شبه مقطع

منحنی های شبه مقطع زمین الکتریسیته توزیع مقاومت الکتریکی ظاهری را در یک مقطع عمقی در طول یک نیم رخ نشان می دهند. برای تهیه شبه مقطع، باید پس از هموار سازی و قبل از تفسیر منحنی های عمق یابی صحرائی، مقادیر مقاومت الکتریکی ظاهری عمق یابی های هر نیم رخ را در مقابل نصف طول الکترودهای جریان ($AB/2$) ترسیم کرد. شکل ۷ شبه مقطع زمین الکتریسیته نیم رخ B را به عنوان نمونه نشان می دهد. دلیل اصلی کاهش مقادیر مقاومت الکتریکی ظاهری به سمت عمق، تاثیر لایه ی آبدار با ته نشست های دانه ریز و یا کیفیت پایین آب است که سبب می گردد مقاومت الکتریکی با شیب نسبتاً زیاد پایین آید. وجود یک لایه ی کم مقاومت (آهک - رسی) در زیر لایه ی نسبتاً مقاوم سنگ کف نیز در این امر مؤثر است



شکل ۶ - عمق و مقاومت حقیقی لایه ها در منحنی تفسیر شده از عمق یابی D9.

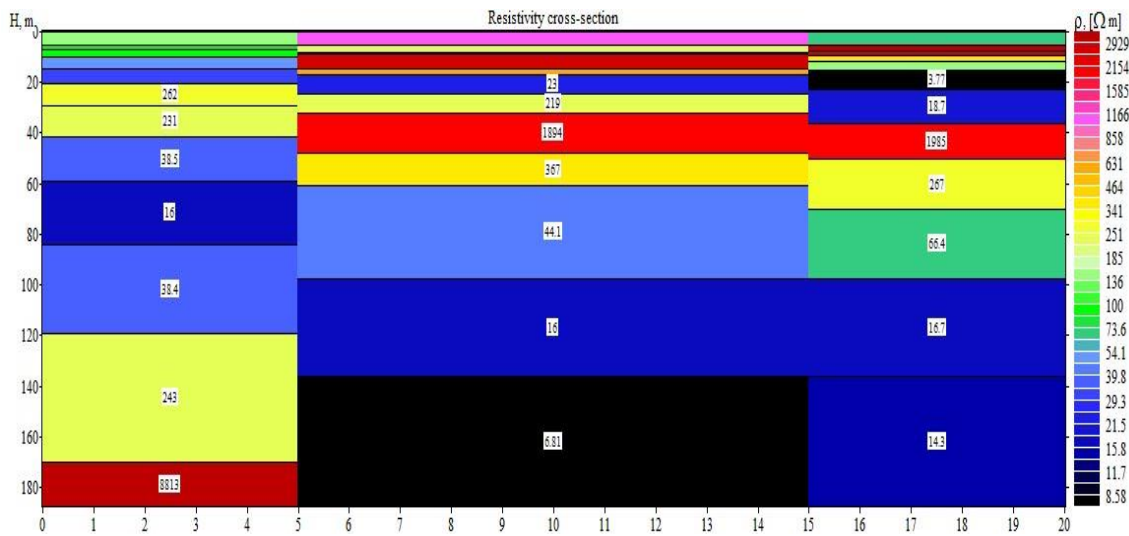


شکل ۷ - شبه مقطع زمین الکتریسیته نیم رخ B عمق یابی های ۱۳ - ۱۴ - ۱۵ و ۱۶.

عمق لایه ها است، لایه ها بر اساس مقاومت ویژه حقیقی از یکدیگر تفکیک گردیده اند. شکل ۸، مقطع زمین الکتریسیته نیم رخ C را حاصل از سه عمق یابی ۲۵ - ۱۶ و ۱۲ به عنوان نمونه نمایش می دهد. این مقطع نشان می دهد که در قسمت های شرقی دشت، یعنی محل عمق یابی C12 عمق و ضخامت لایه ی آبدار نسبت به قسمت های غربی بیشتر می شود.

مقاطع زمین الکتریسیته

پس از تفسیر منحنی های عمق یابی و تعیین تفکیک عمق و مقاومت الکتریکی حقیقی لایه های زیر سطحی در هر نیم رخ می توان مقطع ژئوالکتریکی آن نیم رخ را ترسیم کرد. مقطع زمین الکتریسیته یک برش عمودی از لایه های ژئوالکتریکی زیر سطحی است که محور افقی آن فواصل افقی عمق یابی ها نسبت به هم و محور عمودی

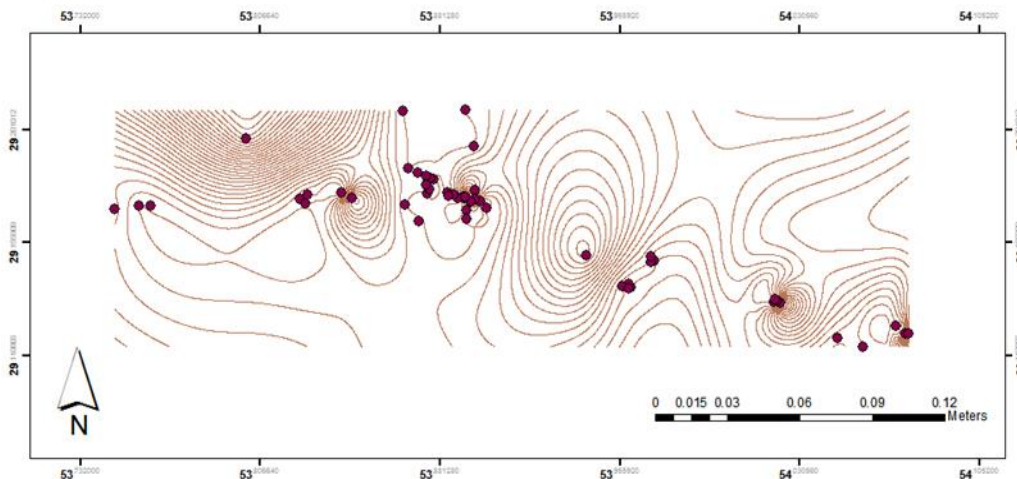


شکل ۸ - مقطع زمین الکتریسیته نیم رخ C عمق یابیهای ۲۵ - ۱۶ - ۱۲.

نقشه های هم مقاومت ویژه ی ظاهری

نقشه های هم مقاومت ویژه ی ظاهری توزیع مقادیر مقاومت الکتریکی ظاهری برداشت شده در سطح دشت و در نقاط مختلف عمق یابی در یک AB (فاصله ی الکترودهای جریان) ثابت را نشان می دهد. از آنجا که با افزایش طول الکترودهای جریان عمق نفوذ جریان افزایش می یابد، این نقشه ها نیز نشانگر عمق خاصی است. عمق نفوذ در هر منطقه و حتی هر عمق یابی با عمق یابی دیگر فرق کرده و به ضخامت و مقاومت الکتریکی لایه ها بستگی دارد. شکل ۹ منحنی هم مقاومت در عمق ۳۰۰ متری ($AB/2 = 300$) را به عنوان نمونه ارائه داده است. همان طور که مشاهده می شود، در این نقشه سه بی هنجاری

الکتریکی قابل مشاهده است؛ بی هنجاری A که در امتداد تقریبی شمال شرق جنوب غرب در قسمت شرقی دشت واقع شده است و بی هنجاری B که تقریباً به موازات آن در قسمت غربی است؛ همچنین بی هنجاری C که در طول دشت در امتداد شرقی - غربی قرار گرفته است؛ که مجموع این بی هنجاری ها نشان دهنده ی تغییرات شدید مقاومتی در امتدادهای ذکر شده است. به عبارت دیگر؛ سه منطقه خرد شده در سه امتداد مشخص موجب گردیده اند تا با هدایت جریان آبهای زیرزمینی مقاومت الکتریکی در این سه امتداد دستخوش تغییرات شدید گردد؛ می توان چنین نتیجه گرفت که این سه منطقه خرد شده هدایت اصلی آب های زیر زمینی در سنگ بستر را عهده دار هستند.



شکل ۹ - منحنی هم مقاومت در عمق ۳۰۰ متری.

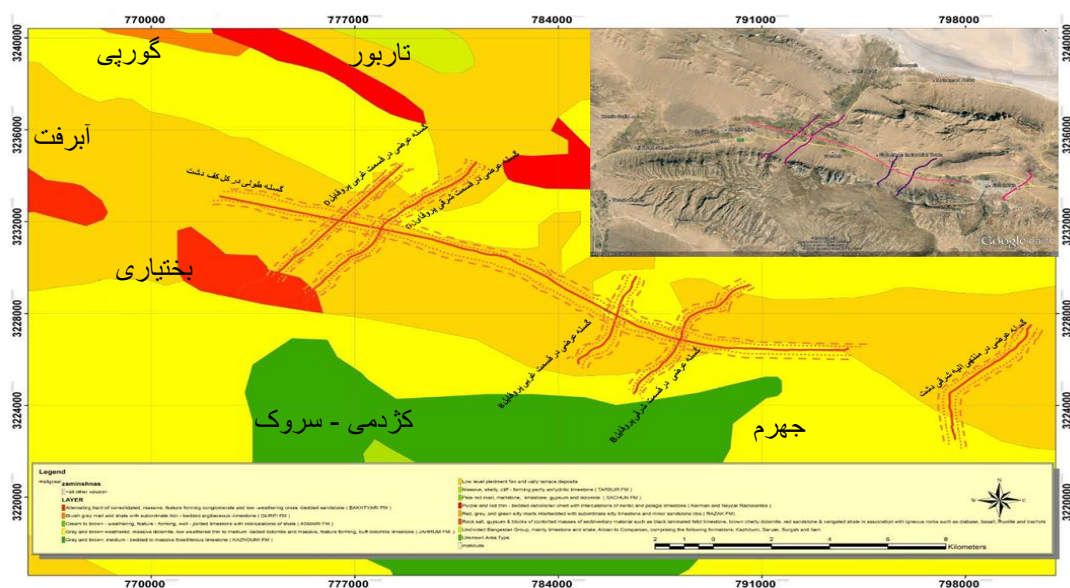
بحث و نتیجه گیری

منطقه ی مطالعه شده از نظر زمین شناسی نسبتاً جوان بوده و شامل سازندهای آسماری - جهرم، ساچون، سروک و ته نشست های جدید از قبیل آبرفت های ریز دانه و درشت دانه، که در سرتاسر دشت عمدتاً به صورت لایه های رسی - لایبی (سیلتی) با میان لایه های ماسه ریز دانه به چشم می خورند، است. طی مطالعات انجام شده در امتداد پروفیل ها مشخص گردیده است که در بیشتر عمق یابی های زمین الکتریسته در زیر لایه ی سطحی آبرفت خشک یک لایه لایبی رسی وجود دارد که تا عمق زیاد ادامه می یابد. وجود این لایه ضخیم ریزدانه در دشت و کاهش میزان بارندگی در سال های اخیر باعث کاهش نفوذ آب سطحی در این منطقه شده است. در نهایت، با بررسی نود و هفت عمق یابی تعبیه شده در این منطقه، و بر اساس یافته های زمین الکتریسیته می توان نتیجه گرفت که منطقه کارستی شده ی اشباع در عمق یابی A2 با ضخامت ۱۴۰ متر در عمق ۲۶۰ متری دارای مقاومت الکتریکی ۱۰۰ تا ۱۵۰ اهم متر و در محل عمق یابی D2 در عمق ۱۵۰ متری با مقاومت الکتریکی کمتر از ۱۰۰ اهم متر دارای ضخامت ۸۰ متر است. این بدان معنی است که گسله ی عبور کرده از کف دشت، نهری است برای عبور جریان آب زیرزمینی از رونیز به سمت استهبان، یعنی از قسمت های غربی به سمت قسمت های شرقی؛

بنابراین بدیهی است میزان آبدهی دشت در قسمتهای غربی نسبت به قسمت شرقی کمتر شده، اما به دلیل افزایش ارتفاعات، سطح ایستابی بالاتر و مرتبط با لایه های سطحی تر است. به عبارت دیگر، اگرچه سطح ایستابی در قسمت های شرقی پایین تر از قسمت های غربی دشت قرار دارد اما آبخوان به مراتب غنی تری نسبت به قسمت های غربی را شکل داده است.

نتیجه ی نهایی

با توجه به داده های زمین الکتریسیته و مقایسه و مطابقت دادن آنها با چاه نگار چاه ها و اطلاعات سازمان آب؛ بررسی های میدانی و تعیین سازوکار گسل های موجود به وسیله ی سازمان زمین شناسی، چنین به نظر می رسد که روش فوق از ضریب اطمینان بالایی در شناسایی گسل ها برخوردار است؛ یک گسله ی طولی در راستای محور چین خوردگی ها و تقریباً به موازات دو گسله ی خننه کت و توده در زیر لایه های زیر سطحی دشت رونیز وجود دارند که به همراه پنج گسله ی عرضی دیگر، نهری را برای انتقال سیال زیر سطحی (آب زیرزمینی) ایجاد کرده اند. در نهایت، موقعیت مکانی این شکستگی های پنهان بدون رخنمون سطحی در سنگ بستر آهکی دشت رونیز با توجه به مکان یابی عمق یابی هایی که این شکستگی ها را آشکار ساخته اند، در شکل ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۱۰ - جانمایی گسله ی پنهان موجود در کف دشت بر روی نقشه ساختاری منطقه.

resistivity tomography and geotechnical investigations: Journal of Applied Geophysics. 67; 74-79.

12) Szalai, S, and Szarka, L. 2008 On the classification of surface geoelectric arrays. geophys. Prospect. 56: 159175.

13) Tahmasbinejad, H. 2009: Geoelectric investigation of the aquifer characteristics and groundwater potential in Behbahan Azad University Farm, Khuzestan Province, Iran. Journal of Applied Sciences 9(20).36913698.

منابع

- ۱) ذبیحی، م. ر. ۱۳۸۱، گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ - سازمان نقشه برداری.
- ۲) علیزاده، ا. ۱۳۷۸، اصول آب شناسی کاربردی، دانشگاه امام رضا مشهد، چاپ یازدهم، صفحه ۱۹ - ۳۵
- 3) Amadi, A.N., Olasehinde, P.I., Okunlola, I.A., Okoye, N.O., and Waziri, S. 2010. A multidisciplinary approach to subsurface characterization in Northwest of Minna, Niger State, Nigeria. Bayero J. Phys. Math. Sci. 3(1), 74-83.
- 4) Anomohanran, O. 2013. Geophysical investigation of groundwater potential in Ukelegbe, Nigeria, Journal of Applied Sciences. 13(1): 119-125.
- 5) Anomohanran, O. 2013. Investigation of Groundwater Potential in Some Selected Towns in Delta North District of Nigeria, International Journal of Applied Science and Technology. 3(6): 61-66.
- 6) Ayolabi, E. A., Adeoti, L., Oshinlaja, N. A., Adeosun, I. O. and Idowu, O. I. 2009: Seismic refraction and resistivity Studies of part of Igbogbo Township, south-west Nigeria, Journal Science Research and Development. 11: 42-61.
- 7) Dobrin, M. B. and Savit, C. H. 1988 Introduction to geophysical prospecting (4th edn), Mc Graw-Hill, New York. 245pp.
- 8) Falcon, N.L., 1974. Southern Iran: Zagros Mountain in Mesozoic-Cenozoic orogenic belts. Geologica: Society of London, Special pub1.4, 199-211.
- 9) Grellier, S., Reddy, K. R., Gangathulasi, J., Adib, R., and Peters, C. C. 2007, Correlation between electrical resistivity and moisture content municipal solid waste in bioreactor landfill: Geotechnical Special Publication No. 163, ASCE Press, Reston, Virginia.
- 10) Kneisel, C. 2006, Assessment of subsurface lithology in mountain environments using 2D resistivity imaging: Geomorphology. 80; 32-44.
- 11) Sudha, K., Israil, M., Mittal, S. and Rai, J. 2009, Soil characterization using electrical

