گروه ژئوفیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان:

اکتشاف آب‌های زیرزمینی با استفاده از مدل سازی معکوس دو بعدی داده‌های مقاومت ویژه در آهک‌های کرتاسه واقع در شمال شاهرود

دانشجو:

غفار احمدزاده

استاد راهنما:

دکتر ایرج پیروز

استاد مشاور:

دکتر مجید انصاری

دی ماه ۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

زندگی زیباست

زندگی آتشگهی دیرنده پابرجاست

گر بپیفروزیش رقص شعله‌اش در هر گران پیداست

ورنه، خاموش است وخاموشی گناه ماست

تقدیم به آنهایی که دوستشان داریم

قدردانی

سپاس خدای را که هیچ تلاشی بر نام او آغاز نمی‌گردد و هیچ کوششی بر یاد او به انجام نمی‌رسد. او که نعمت دانش‌اندوزی و کسب معرفت را به ما ارزانی داشت. لازم می‌دانم تا مراتب سپاس و قدردانی خود را نسبت به آقایان دکتر ایرج پیروز و دکتر مجید انصاری، اساتید دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک، که در تمام مراحل این پژوهش از راهنمایی‌های ارزشمند این بزرگواران بهره‌مند بوده‌ام، ابراز دارم. و همچنین از آقایان دکتر ابوالقاسم کامکار روحانی و دکتر فرامرز دولتی ارده‌جانی اساتید دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک که زحمت داوری این تحقیق بر عهده ایشان نهاده شد، و نیز به خاطر ارائه نظرات و راهنمایی‌های ارزشمند آن‌ها، تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین از توجه و همراهی خانواده عزیزم و سرانجام از تمام عزیزانی که ذکر نام یکایک آن‌ها در این مختصر ممکن نیست ولی بی‌تردید، این امر از ارزش همکاریشان نمی‌کاهد، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، ارائه روش مناسب جهت اکتشاف آب‌های زیرزمینی واقع در درزه‌ها، شکاف‌ها، و حفرات سنگ‌های سخت می‌باشد.

امروزه یکی از مهمترین روش‌ها در اکتشافات هیدروژئولوژیکی، استفاده از روش‌های ژئوفیزیکی بویژه روش‌های ژئوالکتریکی می‌باشد که یکی از زیر مجموعه‌های آن، روش مقاومت ویژه الکتریکی است. این روش در مطالعه ناهمگنی‌های جانبی و قائم خواص الکتریکی زمین و همچنین در اکتشاف آب‌های زیر زمینی کاربرد وسیعی دارد.

با توجه به مدل‌های ریاضی محاسبه شده توسط تلفورد و کلر، آرایش قطبی- دو قطبی نسبت به ناهمگنی‌های جانبی و دایک‌های قائم، در مقایسه با سایر آرایش‌ها پاسخ بهتری را ارائه می‌کند. بنابراین، در این پژوهش، برای اکتشاف آب‌های زیر زمینی در آهک‌های کرتاسه واقع در شمال شاهرود از روش مقاومت ویژه الکتریکی با به‌کارگیری دو آرایش قطبی- دو قطبی متقارن استفاده شده است. اندازه‌گیری-های مقاومت ویژه با این دو آرایش در امتداد یک خط پروفیل انجام شده است که عمود بر امتداد دو گسل موازی می‌باشند. به موازات صفحه یکی از این گسل‌ها، دو چاه آب حفر شده‌اند که در اینجا تحت عنوان چاه‌های آب دوقلو نام‌گذاری شده‌اند. داده‌های حاصله از این اندازه‌گیری‌ها با روش مدل سازی معکوس دو بعدی توسط نرم افزار RES2DINV پردازش شده‌اند. علت انتخاب محل اندازه‌گیری‌های فوق‌الذکر در نزدیکی چاه‌های یاد شده این است که امکان مقایسه نتایج به‌دست آمده از به‌کارگیری روش مدل‌سازی مذکور، با وضعیت زمین شناسی تحت‌الارضی محدوده مورد اندازه‌گیری (عمق سطح آب در آهک‌های کرتاسه)، میسر می‌باشد.

در نهایت مقایسه فوق‌الذکر نشان می‌دهد که مقاطع بدست آمده از مدل‌سازی مذکور، وجود دو گسل را در زیر آب‌رفت نشان می‌دهد که چاه‌های یاد شده در آهک‌های خرد شده نزدیک به صفحه گسل جنوبی حفر شده‌اند.

کلمات کلیدی: آهک‌های کرتاسه، دو آرایش قطبی- دو قطبی متقارن، مدل سازی معکوس دو بعدی، اکتشاف آب.

فهرست مطالب

عنوان شماره صفحه

فصل اول: کلیات

۱- ۱- مقدمه ۲

۱-۲- تعریف مساله و بیان سوال‌های اصلی تحقیق ۴

۱-۳- سابقه و ضرورت انجام تحقیق ۶

۱-۴- اهداف پایان نامه ۸

۱-۵- روش انجام تحقیق ۹

۱-۶- ساختار پایان نامه ۱۰

فصل دوم: موقعیت جغرافیایی و وضعیت زمین شناسی محدوده چاه‌های آب دوقلو

۲-۱- مقدمه ۱۲

۲-۲- موقعیت جغرافیایی محدوده چاه‌های آب دوقلو ۱۴

۲-۳- زمین ریخت شناسی ۱۶

۲-۴- زمین شناسی ساختمانی منطقه مورد مطالعه ۱۷

۲-۴-۱- چین خوردگی‌های منطقه مورد مطالعه ۱۸

۲-۴-۲- گسل‌های منطقه مورد مطالعه ۱۸

فصل سوم: حالات مختلف آب در قشر جامد زمین

۳-۱- مقدمه ۲۱

۳-۲- حالات مختلف آب‌های زیرزمینی ۲۱

۳-۳- چگونگی تجمع آب در زیر سطح زمین ۲۳

۳-۴- خصوصیات سنگ‌شناسی موثر بر آب‌های زیر زمینی ۲۴
۳-۴-۱- خلل و فرج و فضاهای خالی ۲۴
۳-۴-۲- تخلخل ۲۴
۳-۴-۳- ضریب نفوذ پذیری ۲۷
۳-۴-۴- قابلیت انتقال آب ۲۷
۳-۴-۵- جدایش ویژه ۲۸
۳-۴-۶- نگه‌داشت ویژه ۲۸

فصل چهارم: اشاره‌ای به اصول روش مقاومت ویژه الکتریکی

۴-۱- مقدمه ۳۰
۴-۲- مقاومت ویژه الکتریکی سنگ‌ها ۳۱
۴-۳- مقادیر مقاومت ویژه الکتریکی مواد زمین ۳۴
۴-۴- روش‌های اندازه‌گیری مقاومت ویژه زمین ۳۷
۴-۵- نکاتی در رابطه با روش‌های مقاومت ویژه الکتریکی ۳۸
۴-۶- آرایش‌های الکترودی ۴۰
۴-۷- تعریف دو آرایش قطبی- دوقطبی متقارن ۴۳
۴-۸- تغییرات چگالی جریان و مقاومت ویژه ظاهری در نزدیکی مرز جدایش دو محیط ۴۶
۴-۹- استفاده از مدل‌های ریاضی به منظور تعیین بهترین آرایش الکترودی برای اکتشاف محل ناهمگنی‌های جانبی ۵۳

فصل پنجم: روش به تصویر کشیدن دو بعدی داده‌های مقاومت ویژه الکتریکی

۵-۱- مقدمه ۵۹
۵-۲- نحوه برداشت‌های صحرایی در روش به تصویر کشیدن ۶۱
۵-۳- نحوه تهیه شبه مقطع قائم مقاومت ویژه الکتریکی ۶۴
۵-۴- انتخاب آرایش‌های مختلف در روش به تصویر کشیدن ۶۴

۵-۵- دستگاه‌های اندازه‌گیری مقاومت ویژه الکتریکی مورد استفاده در روش به تصویر کشیدن ۶۷

فصل ششم: نحوه اندازه‌گیری داده‌های مقاومت ویژه الکتریکی در محدوده چاه‌های آب دوقلو

۶-۱- مقدمه ۷۰

۶-۲- روش پروفیل زنی الکتریکی توسط آرایش قطبی- دوقطبی ۷۱

۶-۳- روش سونداژ زنی الکتریکی توسط آرایش قطبی-دوقطبی ۷۲

۶-۴- ترکیب دو روش سونداژزنی الکتریکی و پروفیل‌زنی الکتریکی توسط آرایش قطبی- دوقطبی ۷۳

۶-۵- ماتریس مقاومت ویژه الکتریکی میانگین، حاصله از دو آرایش قطبی- دوقطبی متقارن ۷۴

۶-۶- نحوه اندازه‌گیری داده‌های مقاومت ویژه الکتریکی در محدوده چاه‌های آب دوقلو با دو آرایش قطبی- دوقطبی متقارن ۷۵

۶-۷- مختصری در مورد دستگاه مورد استفاده در برداشت صحرایی چاه‌های آب دوقلو ۷۸

فصل هفتم: مدل سازی معکوس دوبعدی، و تفسیر داده‌های مقاومت ویژه

۷-۱- مقدمه ۸۱

۷-۲- پردازش داده های حاصله از اندازه‌گیری مقاومت ویژه الکتریکی در مجاورت چاه‌های آب دوقلو ۸۳

۷-۳- تفسیر داده‌های حاصله از اندازه‌گیری مقاومت ویژه الکتریکی در مجاورت چاه‌های آب دوقلو ۸۸

فصل هشتم ۹۸

نتیجه گیری و پیشنهادات ۹۸

فهرست منابع ۱۰۳

پیوست ۱۰۸

فهرست اشکال

عنوان شماره صفحه

شکل (۲-۱) راه‌های اصلی دسترسی به منطقه مورد مطالعه (دایره سیاه رنگ منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد)..... ۱۳

شکل (۲-۲) تصویر ماهواره ای شهرستان شاهرود. علامت زرد رنگ محل مورد مطالعه را نشان میدهد ۱۵

شکل(۲-۳) تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه که موقعیت چاه‌های دوقلو و دره پایین دست نشان داده شده است ۱۵

شکل (۲-۴) : قسمتی از نقشه زمین شناسی شاهرود که محدوده چاه‌های دوقلو در آن با دایره مشخص شده است ۱۹

شکل (۳-۱): آرایش دانه‌ها و درصد تخلخل الف) آرایش کوبیک، ب)آرایش رومبوئیدری ۲۶

شکل (۳-۲) تاثیر تبلور مجدد بر میزان تخلخل ۲۶

شکل(۴-۱) وابستگی مقاومت ویژه الکتریکی به دما و شوری ۳۲

شکل(۴-۲) وابستگی مقاومت ویژه به دما در سنگ و خاک یخ زده..... ۳۴

شکل(۴-۳) حد تقریبی تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی بعضی سنگ‌ها و رسوبات معمولی ۳۶

شکل (۴-۴): آرایش چهار الکترودی کلی برای اندازه‌گیری مقاومت ویژه..... ۳۷

شکل (۴-۵): آرایش‌های الکترودی مهم در برداشت‌های صحرایی ۴۰

شکل (۴-۶) الف): آرایش قطبی- دوقطبی مستقیم، ب): آرایش قطبی- دوقطبی معکوس، ج): دو آرایش قطبی- دوقطبی متقارن ۴۴

شکل (۴-۷) A): آرایش قطبی– دوقطبی مستقیم و B): آرایش قطبی– دوقطبی معکوس، به‌کار گرفته شده توسط لوک برای پردازش نرم‌افزار RES2DINV. ۴۵

شکل (۴-۸): انحراف خطوط جریان الکتریکی خارج شده از یک منبع جریان نقطه‌ای C در نزدیکی مرز دو محیط با مقاومت ویژه‌های متفاوت..... ۴۶

شکل (۴-۹): تغییرات مقاومت ویژه ظاهری برای حالتی که یک آرایش قطبی- دوقطبی از روی یک گسل قائم عبور می‌کند. امتداد خط اندازه‌گیری بر امتداد صفحه گسل عمود میباشد $(P2 > \rho 1)$ ۴۸

شکل(۴-۱۰): پروفیل‌های مقاومت ویژه ظاهری محاسبه شده بر روی یک گسل قائم با استفاده از آرایش‌های الکترودی مختلف. (A): ونر، (B): شلومبرگر، (C): دو قطبی دو قطبی، (D): آرایش دو الکترود (با C1 ثابت و P1 متحرک). ۴۹

شکل(۴-۱۱): جابجایی آرایش ونر از روی مدل یک گسل قائم و تغییرات منحنی مقاومت ویژه ظاهری حاصله برای ضرایب بازتاب مختلف (برای $K = -0.1$ تا $K = -0.9$)..... ۵۰
شکل (۴-۱۲) : بررسی تغییرات منحنی مقاومت ویژه الکتریکی مربوط به آرایش‌های مختلف الکترودی بر روی یک دایک نازک. (A): آرایش دوقطبی-دوقطبی، (B): آرایش قطبی- دو قطبی، (C): آرایش ونر، (D): آرایش نیم ونر ۵۲
شکل (۴-۱۳): مدل مربوط به یک دایک مقاوم ضخیم و نمودارهای حاصله از به‌کارگیری دو آرایش قطبی- دوقطبی متقارن بر روی این دایک ۵۶
شکل (۴-۱۴) مدل مربوط به یک رگه قائم هادی ضخیم و نمودارهای حاصله از بکارگیری آرایش قطبی- دوقطبی متقارن بر روی این رگه ۵۷
شکل (۵-۱): A): مدل یک بعدی ، B): مدل دو بعدی و C): مدل سه بعدی ۶۰
شکل (۵-۲) : نحوه برداشت با آرایش ونر با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته در روش به تصویر کشیدن. ۶۱
شکل (۵-۳) مقایسه شبه مقاطع در آرایش‌های ونر و ونر-شلومبرگر ۶۳
شکل (۵-۴): مقایسه آرایش‌های قطبی- دوقطبی و ونر- شلومبرگر و فاکتورهای هندسی هر یک از آن‌ها..... ۶۶
شکل (۵-۵) A): دستگاه‌های اندازه‌گیری مقاومت ویژه الکتریکی مورد استفاده در روش به تصویر کشیدن، B): طریقه گسترش الکترودها ۶۸
شکل (۶-۱) پروفیل‌زنی الکتریکی با آرایش قطبی-دوقطبی..... ۷۱
شکل (۶-۲) سونداژزنی الکتریکی با آرایش قطبی-دوقطبی. ۷۲
شکل (۶-۴): نحوه قرارگیری داده‌ها در زیر ایستگاه‌ها، برای وقتی که داده‌های اندازه‌گیری شده به وسط الکترودهای پتانسیل، نسبت داده شوند ۷۶
شکل (۶-۵): نحوه قرار گیری داده‌ها در زیر ایستگاه‌ها، برای وقتی که داده‌های اندازه‌گیری شده به وسط فاصله بین الکترود جریان و الکترود پتانسیل دورتر، نسبت داده شوند ۷۷
شکل(۶-۶): دستگاه SAS 300 ، ساخت شرکت سوئدی ABEM ۷۸
شکل (۶-۷) دستگاه SAS 300 و جعبه کلید انتخاب کننده الکترود به صورت دستی ۷۹
شکل (۷-۱): تأثیر اندازه سلول‌ها بر مدل. A): مدلی که پهنای سلول‌های آن به اندازه واحد الکترودی می‌باشد، B): مدلی با پهنای سلولی برابر با نصف فاصله الکترودی..... ۸۴

شکل (۷-۲): محدود کردن حدود تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی مدل ۸۵
شکل(۷-۳): مقاطع حساسیت آرایش قطبی- دو قطبی برای A) N=1 .B) N=2 (B . N=4 (C . N=6 (D ۸۷
شکل(۷-۴): (A)، شبه مقطع قائم مقاومت ویژه الکتریکی ظاهری اندازه‌گیری شده، حاصله از داده‌های خام صحرایی می باشد. (B) شبه مقطع مقاومت ویژه الکتریکی ظاهری محاسبه شده است که نتیجه پردازش بر روی داده‌های خام صحرایی می‌باشد (C): مقطع قائم مقاومت ویژه الکتریکی حاصله از پردازش داده‌ها با نرم افزار RES2DINV به طریقه ارائه شده توسط کاروس و پرنو (داده‌ها به روش پروفیل‌زنی به نرم‌افزار داده شده‌اند)..... ۸۸
شکل(۷-۵): (A)، شبه مقطع قائم مقاومت ویژه الکتریکی ظاهری اندازه‌گیری شده، حاصله از داده‌های خام صحرایی می باشد. (B) شبه مقطع مقاومت ویژه الکتریکی ظاهری محاسبه شده است که نتیجه پردازش بر روی داده‌های خام صحرایی می‌باشد C): مقطع قائم مقاومت ویژه الکتریکی حاصله از پردازش داده‌ها با نرم افزار RES2DINV به طریقه ارائه شده توسط لوک. ۹۱
شکل(۷-۶): (A)، شبه مقطع قائم مقاومت ویژه الکتریکی ظاهری اندازه‌گیری شده، حاصله از داده‌های خام صحرایی می باشد. (B) شبه مقطع مقاومت ویژه الکتریکی ظاهری محاسبه شده است که نتیجه پردازش بر روی داده‌های خام صحرایی می‌باشد (C): مقطع قائم مقاومت ویژه الکتریکی حاصله از پردازش داده‌ها با نرم افزار RES2DINV به طریقه ارائه شده توسط کاروس و پرنو (داده‌ها به روش پروفیل‌زنی به نرم‌افزار داده شده‌اند)..... ۹۱
شکل(۷-۷): A): تصویر ماهوارهای منطقه مورد مطالعه، امتداد گسل‌ها توسط خط‌چین و امتداد خط پروفیل توسط خط سفید رنگ نشان داده شده‌اند. B): مقطع قائم مقاومت ویژه الکتریکی حاصله از پردازش داده‌ها با نرم افزار RES2DINV (به طریقه ارائه شده توسط کاروس و پرنو)..... ۹۲
شکل (۷-۸): آیینه گسل سمت راستی دره که در طرف راست افراد دیده می‌شود..... ۹۴
شکل(۷-۹): A): تصویر ماهوارهای منطقه مورد مطالعه، بر روی این شکل امتداد گسل‌ها توسط خط‌چین و امتداد خط پروفیل توسط خط سفید رنگ نشان داده شده‌اند. B): مقطع قائم مقاومت ویژه الکتریکی حاصله از پردازش داده‌ها با نرم افزار RES2DINV (به طریقه ارائه شده توسط لوک) ۹۵
شکل(۷-۱۰): مقطع مدل‌سازی دو بعدی داده‌های مقاومت ویژه الکتریکی در محدوده چاه‌های آب دوقلو ۹۷

فهرست جداول

عنوان شماره صفحه

جدول(۳-۱): تخلخل کل و موثر برخی از محیط‌ها ۲۵

جدول (۳-۲) جدایش ویژه محیط‌های آبخانه‌ای ۲۸

جدول (۴-۱) محدوده مقادیرمقاومت ویژه الکتریکی برای مواد مختلف ۳۵

جدول(۴-۲): روابط مقاومت ویژه ظاهری برای آرایش‌های الکترودی مختلف. ۴۴

جدول(۴-۳): مقایسه آرایش‌های الکترودی ونر، شلومبرگر و دوقطبی- دوقطبی ۴۲

جدول (۵-۱) : مقایسه عمق نفوذ آرایش‌های مختلف ۶۶

لیست علائم ، اختصارات و اصطلاحات

a:	فاصله الکترودی در آرایش ونر
A ,B ,C_1 ,C_2:	الکترود های جریان
AB, C_1C_2:	فاصلهٔ بین الکترودهای جریان
I:	شدت جریان الکتریکی
J:	چگالی جریان
i, j:	شمارش اعداد
k:	ضریب انعکاس فصل مشترک دو محیط
K:	فاکتور هندسی
M ,N ,P_1 , P_2:	الکترودهای پتانسیل
MN, P_1P_2:	فاصلهٔ بین الکترودهای پتانسیل
R:	مقاومت بین دو سطح هم پتانسیل
δV:	اختلاف پتانسیل الکتریکی
ρ:	مقاومت ویژه الکتریکی
ρ_a:	مقاومت ویژه ظاهری
VES:	سونداژ قائم الکتریکی

فصل اول

کلیات

۱- ۱- مقدمه

ژئوفیزیک از ترکیب دو واژه ژئو به معنی زمین و فیزیک تشکیل یافته و معنی آن فیزیک زمین می باشد. با استفاده از روش‌های ژئوفیزیکی می‌توان، خواص فیزیکی لایه‌های زیرین را در سطح زمین اندازه‌گیری کرد و توسط داده‌های حاصله جنس موادی را که معمولاً در دسترس نمی‌باشند، مشخص نمود. با استفاده از ژئوفیزیک موفق شده‌اند که ساختار داخلی زمین را مشخص سازند. روش‌های ژئوفیزیکی همچنین می‌توانند در حل مسائل مربوط به محیط زندگی ما از جمله مسائل عمرانی، معدنی، هیدروژئولوژی، تخمین خطرات طبیعی و غیره مورد استفاده قرار گیرند. اساساً همه اطلاعاتی را که از روش‌های ژئوفیزیکی سطحی به دست می‌آیند می‌توان از حفاری و نمونه برداری نیز به‌دست آورد ولی حفاری پرهزینه و کند می‌باشد.

اندازه‌گیری‌های ژئوفیزیکی را می‌توان با توجه به اهداف موردنظر، هم از طریق هوابردی و هم از روی سطح زمین و هم در چاه‌ها، انجام داد. برای به‌دست آوردن نتایج قابل قبول از به‌کارگیری یک روش ژئوفیزیکی، باید در خواص فیزیکی مواد مورد اندازه‌گیری، به‌طور جانبی و یا قائم تباین وجود داشته باشد.

از آنجا که هدف در مطالعه حاضر، اکتشاف آب‌های موجود در گسل‌ها، درزه‌ها، شکاف‌ها و حفره‌های ایجاد شده در زمین‌های سخت می‌باشد واز طرفی چون مقاومت ویژه الکتریکی این آب‌ها نسبت به مقاومت ویژه الکتریکی سنگ‌های در برگیرنده آن‌ها بسیار کمتر می‌باشد، لذا تباین جانبی خوبی در خاصیت فیزیکی آب‌ها و سنگ‌های یاد شده وجود دارد. بنابراین در قدم اول از بین گزینه-های روش‌های مختلف ژئوفیزیکی، به علت رسانایی بالای آب‌های فوق‌الذکر، در درجه اول، روش‌های ژئوالکتریکی انتخاب می‌شوند. در گام بعدی، از میان این روش‌ها، روش مقاومت ویژه الکتریکی مناسب‌ترین روش برای رسیدن به هدف مذکور، تشخیص داده می‌شود.

لازم به ذکر می‌باشد که اکتشاف آب‌های فوق الذکر توسط به‌کارگیری روش الکترومغناطیسی نیز امکان پذیر می‌باشد، ولی به علت وجود کابل‌های برق در منطقه، جهت برق رسانی به پمپ آب چاه‌های مذکور، و در نتیجه بالا بودن نویزهای ایجاد شده توسط آن‌ها، استفاده از این روش با مشکل مواجه می‌شد.

مدل‌های ریاضی نشان می‌دهند که با استفاده از روش ترکیب یافته از سونداژزنی الکتریکی و پروفیل-زنی الکتریکی، و به‌کارگیری دو آرایش قطبی- دو قطبی متقارن می‌توان بیشترین اطلاعات درباره توزیع مقاومت ویژه الکتریکی به طور جانبی در زیر سطح زمین را به دست آورد. ترکیب یاد شده این امکان را فراهم می‌کند که تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی در زیر سطح زمین، هم به طورجانبی و هم به طور عمقی مشخص گردد. این تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی را می‌توان در یک مقطع قائم مقاومت ویژه الکتریکی از زمین، نمایش داد. با توجه به تباین زیاد فوق‌الذکر، می‌توان وجود آب‌های مذکور را در این مقاطع به راحتی تشخیص داد. در به‌کارگیری دو آرایش قطبی- دو قطبی متقارن، الکترودهای جریان A و B هر یک، در آرایش مربوطه، الکترود قطب مثبت جریان هستند، و الکترود جریان قطب منفی، در فاصله‌ای دور نسبت به آن‌ها قرار دارد. در عمل سعی می‌شود که امتداد خط پروفیل بر امتداد صفحه گسل، درزه و شکاف‌های مذکور عمود انتخاب شود.

این روش، اولین بار توسط کاروس وپرنو [Karous and Pernu, 1985] برای اکتشاف لایه‌های نازک گرافیت که به طور قائم تا نزدیک سطح زمین بالا آمده و توسط یک رو لایه نازک پوشانده شده‌اند، ارائه گردید. لذا در تحقیق حاضر، از همین روش برای اکتشاف آب‌های زیرزمینی در آهک‌های کرتاسه در محدوده چاه‌های آب دوقلو واقع در شمال شاهرود استفاده شده است.

۱-۲- تعریف مساله و بیان سوال‌های اصلی تحقیق

با توجه به اینکه کشور ما در مجموع، جزء سرزمین‌های خشک و کم آب محسوب می‌گردد، و با عنایت به اینکه استان‌های زیادی از این کشور در حال حاضر با مشکل کم آبی مواجه می‌باشند و از طرف دیگر گسترش شهرها و ازدیاد جمعیت، باعث شده است که این مشکل روز به روز حادتر شود، لذا برای اینکه در آینده کشور ما با بحران بی‌آبی مواجه نگردد، می‌بایستی از هم اکنون در صدد تأمین منابع آبی جدید برآییم. در اثر عملکرد نیروهای تکتونیکی در سنگ‌های آهکی و دولومیتی، گسل‌ها، درزه‌ها و شکاف‌های بیشماری ایجاد می‌گردند. آب‌های حاصل از باران و برف، در گسل‌ها، درزه‌ها و شکاف‌های سنگ‌های مذکور نفوذ می‌کنند و در حین نفوذ، این گونه سنگ‌ها را در خود حل می‌نمایند که از این طریق، مجاری، غارها و کانال‌هایی در زیر سطح زمین به وجود می‌آیند. به این نوع سازندها کارست[1] گفته می‌شود. تجمع آب‌های یاد شده در این سنگ‌ها، تشکیل منابع آب‌های زیر زمینی در زمین‌های سخت را می‌دهند[White, 1988., Ford, 1989., Milanovic, 1988]. مناطق کارستی بیش از ۱۱ درصد از سطح کشور ما را پوشش می‌دهند [افراسیابیان، ۱۳۷۷] و با عنایت به نقش مؤثر آن‌ها در تأمین آب شرب که با کیفیت بسیار خوبی نیز همراه می‌باشند، مطالعه و تحقیق در این منابع جهت شناخت هر چه بیشتر و بهره‌برداری صحیح از آن‌ها، حائز اهمیت فراوان می‌باشد.

[1] - Karst

بنابراین با توجه به اینکه بخش‌های وسیعی از کشور ما را زمین‌های آهکی تشکیل می‌دهند، سوال‌های زیر مطرح می‌گردد:

۱) آیا می‌توان آب‌های زیرزمینی که در درزه‌ها، شکاف‌ها و حفرات سنگ‌های آهکی موجود می‌باشند را اکتشاف نمود؟

۲) برای اکتشاف آب‌های مذکور، کدام‌یک از روش‌های ژئوفیزیکی مناسب‌تر می‌باشد و چگونه باید آن را به‌کار گرفت؟

۳) نتایج حاصله از برداشت‌های مقاومت ویژه الکتریکی فوق الذکر تا چه اندازه با شواهد زمین‌شناسی همخوانی دارند؟

۴) آیا محل چاه‌های حفر شده، بهینه انتخاب شده‌اند؟

۱-۳- سابقه و ضرورت انجام تحقیق

به طور کلی در زمینه اکتشاف آب‌های زیر زمینی موجود در درزه‌ها، شکاف‌ها و حفرات سنگ-های آهکی، در مقایسه با اکتشاف آب‌های زیر زمینی موجود در لایه‌های رسوبی دیگر، کمتر کار تحقیقاتی انجام شده است. به عنوان مثال می‌توان به پروژه پژوهشی انجام شده توسط پیروز [پیروز، ۱۳۸۲ الف] تحت عنوان به‌کارگیری روش ترکیب یافته از سوندآژنی الکتریکی و پروفیل‌زنی الکتریکی برای اکتشاف منابع آب‌های زیر زمینی در زمین‌های سخت، و همچنین مقاله‌ی ارائه شده تحت عنوان پی جویی الکتریکی زون‌های کارستی آبدار در منطقه‌ی اردستان به روش آزیموتال [فتحی م. و همکاران، ۱۳۸۲] اشاره نمود. لذا با توجه به این که آب‌های زیرزمینی موجود در لایه‌های رسوبی در کشور ما، روز به روز در حال کاهش می‌باشند، و به منظور جلوگیری از به وجود آمدن بحران بی آبی در این کشور، از هم اکنون می‌باید در صدد تأمین منابع آبی جدید در سنگ‌های آهکی برآییم.

همچنین از بین مقالاتی که با روش مقاومت ویژه الکتریکی، به موضوع مطالعه و اکتشاف آب-های زیر زمینی موجود در درزه‌ها، شکاف‌ها و حفرات پرداخته اند، می‌توان به مقالات زیر اشاره کرد:

- ✓ مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی پارامترهای هیدروژولوژیکی در جزیره کارستی دوجی اتوک[1] واقع در کرواسی.

در این مقاله، هدف استخراج آب شیرین و یا شور در جزیره مذکور می‌باشد. برای اکتشاف، از روش‌های ژئوفیزیکی مانند: مقاومت ویژه الکتریکی و لرزه‌نگاری انکساری سطحی استفاده شده است. برای این منظور از آرایش شلومبرگر برای سوندآژنی الکتریکی، و از آرایش ونر برای تصویر برداری دو بعدی الکتریکی استفاده شده است.

1-Dugi Otok