



وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح تلفیق لایه های اطلاعاتی پایه و معرفی مناطق امیدبخش کشور

گزارش اکتشافات ژئوفیزیک در محدوده خلیلان

مجری طرح: مهندس ناصر عابدیان

ناظر و مجری فنی: مهندس ابراهیم شاهین

مشاور: زمین فیزیک

تهران

۱۳۸۲

شماره	فهرست مطالب	صفحه
	چکیده	۴
	پیش آغاز	۵
	بخش اول - کلیات	۷
۱	هدف از انجام مطالعات ژئوفیزیک	۸
۲	مشخصات دستگاه های ژئوفیزیک	۹
۳	خلاصه در مورد روش ها و آرایش های الکترودی استفاده شده	۱۳
۱-۳	روش پلاریزاسیون القایی (IP) Induced Polarization	۱۳
۱-۱-۳	شرح پدیده IP	۱۳
۲-۱-۳	منشاء پدیده IP	۱۴
۳-۱-۳	پلاریزاسیون فلزی یا الکترونیکی	۱۴
۴-۱-۳	پلاریزاسیون غشائی یا الکترولیتی	۱۵
۵-۱-۳	اندازه گیری پلاریزاسیون القایی	۱۵
۶-۱-۳	روش زمان-حوزه ای (اندازه گیری با جریان پیوسته)	۱۶
۷-۱-۳	روش فرکانسی - حوزه ای (اندازه گیری با فرکانس متغیر)	۱۶
۲-۳	روش مقاومت سنجی Resistivity	۱۷
۳-۳	آرایش الکترودی استفاده شده	۱۹
۴	موقعیت مناطق مورد اکتشاف و اطلاعات کلی از زمین شناسی آنها	۲۴
۵	مطالعات قبلی انجام شده	۲۵
۶	نحوه پردازش-تفسیر و نرم افزارهای مورد استفاده	۲۶
۱-۶	نقشه تغییرات شارژ ابیلیته IP Chargeability Map	۲۶
۲-۶	نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی Resistivity Map	۲۷
۳-۶	تهیه شبه مقاطع IP و RS Pseudo - Section	۲۸
۴-۶	نرم افزارهای مورد استفاده	۲۹
	بخش دوم	۳۰
۷	بررسی نتایج	۳۱
۱-۷	بررسی نقشه موقعیت Location Map	۳۱
۲-۷	بررسی نقشه تغییرات شارژ ابیلیته Chargeability Map	۳۲
۳-۷	بررسی نقشه تغییرات مقاومت ویژه Resistivity Map	۳۴
۴-۷	بررسی شبه مقطع شارژ ابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل 50 S	۳۵
۵-۷	بررسی شبه مقطع شارژ ابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل 1000 S	۳۶
۶-۷	بررسی شبه مقطع شارژ ابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل 1350 S	۳۷
۷-۷	بررسی شبه مقطع شارژ ابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل 1750 S	۳۸

۴۰

۴۲

نتیجه گیری و پیشنهاد ۸

تشکر و امتنان ۹

- چکیده

وجود رگه های سیلیسی سولفور دار در داخل سنگ های پریدونیتی در محدوده اکتشافی خلیلان، از اهداف پیشنهادی بکارگیری روش ژئوالکتریک IP/RS در این منطقه بوده است. منطقه پیشنهادی زیر پوشش برداشت های شارژ ایلیته (IP) و مقاومت ظاهری (RS) قرار گرفته است. بدین ترتیب نقشه های مقاومت الکتریکی، رگه های سیلیسی را که دارای مقاومت الکتریکی نسبتاً زیادتری هستند، را به خوبی مشخص نموده است. محدوده هایی که دارای آغستگی های مس در داخل رگه های سیلیسی است، شامل مقادیر زیادتری شارژ ایلیته زیادتری نسبت به حد زمینه می باشد که راهنمای خوبی در ردیابی زون های کانی سازی خواهد بود. با تهیه نقشه های شارژ ایلیته و مقاومت الکتریکی، تعدادی زون ناهنجاری IP/RS مشخص گردیده است که بیشتر به صورت محدود و عدسی شکل می باشد.

در مرکز بخشی از این ناهنجاری ها، چهار شبه مقطع دایپل-دایپل برداشت گردیده است. شایان ذکر است جمع ایستگاه های برداشت شده با روش مستطیلی ۱۴۴۰ و با روش دایپل-دایپل ۴۲۴ ایستگاه بوده است و بدین ترتیب جمع کل ایستگاه های برداشت شده با دو آرایش به کار رفته ۱۸۶۴ ایستگاه IP/RS می باشد.

با مدلسازی مقاطع روند تغییرات و گسترش عمقی آنومالی ها نیز مشخص شده است. بدلیل گسترش محدوده زون ناهنجاری ها و تغییرات کم شارژ ایلیته در محدوده مورد مطالعه، توجه کافی برای پیشنهاد و حفر گمانه اکتشافی از نظر اقتصادی وجود نداشته است.

- پیش آغاز

با توجه به نقشه های زمین شناسی ناحیه ای ۱:۱۰۰۰۰۰ و نقشه های ژئوشیمیائی ناحیه ای ۱:۱۰۰۰۰۰ و تلفیق نتایج آنها با سایر اطلاعات از قبیل ژئوفیزیک هوائی و اطلاعات ماهواره ای، محدوده هایی به عنوان زون های معدنی پتانسیل دار معرفی می شود. با توجه به تهیه نقشه های زمین شناسی و ژئوشیمیائی عمومی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در محدوده های مستعد معدنی، و با توجه به شناسائی آثار کانی سازی مس و طلا در رگه های سیلیس در داخل سنگ های پریدوتیتی، پیشنهاد انجام مطالعات ژئوفیزیک با استفاده از روش الکتريک IP/RS ارائه گردیده است.

محدوده پیشنهادی که توسط آقای مهندس صفری (از کارشناسان مرکز مشهد) معرفی شده است، دارای وسعت تقریبی ۱/۳۲ کیلومتر می باشد. برای انجام این مطالعات یک اکیپ کارشناسی شامل آقایان کردعلیوند و فقیه و یک تکنسین آقای قوام آبادی به منطقه اکتشافی اعزام گردید.

سرپرستی اکیپ به عهده آقای مهندس ریاحی و تهیه گزارش توسط آقای مهندس علی محمدی جوآبادی، بوده است.

لازم به توضیح است که در حین عملیات برداشت های صحرائی آقای مهندس شاهین، مدیریت محترم خدمات اکتشاف سازمان زمین شناسی، از محدوده اکتشافی بازدید داشته اند و ضمن بحث و تبادل نظر محدوده های مناسب برای برداشت شبه مقاطع تعیین گردیده است.

گزارش تهیه شده شامل دو بخش می باشد. در بخش اول کلیاتی راجع به منطقه اکتشافی و هدف از انجام مطالعات ژئوفیزیک، نحوه انجام عملیات صحرائی، روش های ژئوفیزیکی مورد استفاده، نحوه پردازش داده ها و زمین شناسی محدوده اکتشافی آمده است.

در بخش دوم نتایج مطالعات در محدوده اکتشافی خلیلان مورد بحث و بررسی قرار گرفته و نتیجه گیری کلی نیز به عمل آمده است.

بخش اول کلیات

۱ - هدف از مطالعات ژئوفیزیک

با توجه به مینرالیزاسیون منطقه، استفاده از روش ژئوالکتریک IP و RS مورد توجه کارشناسان قرار گرفته است. با کاربرد این روش کلیه سولفورها به جز سولفور روی که جلای صمغی دارد، می تواند مورد اکتشاف قرار گیرد. همچنین موقعیت برخی کانه ها از جمله اکسید روی ، سولفور روی و ... با توجه به مقاومت الکتریکی آنها و سنگ در بر گیرنده می تواند مبنای اکتشافات نیز باشد.

بطور کلی هدف از مطالعات ژئوفیزیک در این منطقه را می توان به صورت زیر عنوان نمود:

الف - مشخص کردن آنومالی های RS و IP

ب - تعیین گستره آنومالی ها به صورت جانبی و عمقی

ج - ردیابی گسل ها و هم بری ها

د - تلفیق نتایج با اطلاعات موجود دیگر از جمله زمین شناسی و ژئوشیمی و بحث و تبادل

نظر با کارشناسان زمین شناسی

ه - تعیین محل حفاری های اکتشافی و تعیین اولویت آنها

و - پیشنهاد اکتشافات تکمیلی در صورت لزوم

۲ - مشخصات دستگاه های ژئوفیزیک

در مناطق مورد مطالعه برای اندازه گیری فاکتورهای IP و RS از دو سری دستگاه های IP استفاده گردیده که شامل یک دستگاه گیرنده (GRx 8-32) و یک دستگاه ترانسmitter Tx III و یک دستگاه ژنراتور می باشد. اندازه گیری در حوزه زمان انجام می گیرد و مشخصات دستگاه های گیرنده و ترانسmitter آنها به صورت زیر است :

-گیرنده IP RECEIVER (GRx 8-32)

گیرنده IP GDD، یک واحد جدید با حجم کم و مصرف پائین بوده که برای افزایش برداشت های IP/RS طراحی شده است. طراحی و شکل این دستگاه به گونه ای است که امکان کار کردن در هر زمینی و تحت هر شرایطی را می دهد. این دستگاه می تواند در برداشتهای Multi-pole چند قطبی یا Multi-Dipole چند دو قطبی مورد استفاده قرار گیرد. این نوع گیرنده مجهز به یک کامپیوتر PDA برای پردازش داده های ورودی است و یک صفحه نمایش VGA دارد که نتایج پردازش ها را نمایش می دهد. سیستم عامل دستگاه ویندوز CE است که به راحتی از طریق اینترنت به روز (up date) می شود.

از خصوصیات این دستگاه به موارد زیر می توان اشاره نمود :

RECEPTION POLE/DIPOLE (ورودیهای تک قطبی/دوقطبی)

- تعداد ۸ ورودی POLE/DIPOLE (قابل افزایش تا ۳۲ ورودی)

- برای آرایه های موقعیت POLE/POLE, POLE/DIPOLE, DIPOLE/DIPOLE طراحی شده است.

- دارای خاصیت PROGRAMMABLE WINDOWS ویندوز قابل برنامه ریزی است.
- G Rx 8-32 دارای تعداد ۲۵ برنامه ویندوز است که تماماً قابل برنامه ریزی و برای انعطاف بیشتر بوده و تفسیر منحنی های تاخیر (افت) IP ارائه می دهد .

- (USER MODES AVAILABLE) قابلیت کار با روش های مختلف ساده و لگاریتمی را داراست .

- (IP Display) مقادیر شارژ ابلسته، مقاومت ویژه، و منحنی های تأخیر IP در زمان های حقیقی توسط صفحه نمایش VGA نمایش داده می شود .



- (INTERNAL MEMORY) این حافظه می تواند بیشتر از ۶۴۰۰۰ قرائت را ذخیره کند و در صورت استفاده از PDA این مقادیر قابل افزایش تا ۵۱۲۰۰ قرائت می باشد . هر قرائت شامل کلیه پارامترهایی است که اندازه گیری ها را بطور کامل شرح می دهد . و داده ها در حافظه هایی ذخیره می شوند که نیاز به باطری های لیتیوم برای حفاظت از داده ها ندارند .

- ترانسسمیتر Tx III Transmitter

ترانسسمیتر GDD Tx3 TRANSMITER برای برداشت پلاریزاسیون القایی در حوضه زمان به کار می رود و در یک سیکل زمانی ۴ ثانیه که ۲ ثانیه روشن و ۲ ثانیه خاموش کار می کند که این سیکل زمانی به صورت دلخواه قابل افزایش است . این دستگاه از دستگاه های مقاوم است و در شرایط دمایی ۶۵ تا ۴۰- درجه سانتیگراد کار می کند . این ترانسسمیتر می تواند با یک منبع تغذیه قابل حمل ۱۲۰ ولت جریان AC تا ۲۲۰ ولت جریان AC به صورت اختیاری کار کند .

این ترانسسمیتر با قدرت ۱۸۰۰ وات می تواند در زمینهای با رسانایی بالاتر تا 10A و در زمینهای با مقاومت بالاتر تا ۲۴۰۰ ولت به زمین جریان بفرستد . دستگاه GDD بسیار ساده است ، و در صورت ایجاد اتصال کوتاه یا قطع شدن جریان به صورت اتوماتیک خاموش می شود . برای ارسال جریان از یک دستگاه موتور ژنراتور برق ۳ کیلو وات هوندا جهت تامین برق ترانسسمیتر استفاده می گردد .



۳ - خلاصه ای در مورد روش ها و آرایش های الکترودهای استفاده

شده

۳-۱ - روش پلاریزاسیون القائی (IP) Induced Polarization

۳-۱-۱ - شرح پدیده IP

دوقطبی AMNB را در نظر بگیرید. با تزریق جریان مستقیمی توسط دو الکتروود A و B با شدت جریان I، مقدار پتانسیل حاصله (ΔV) بین دو الکتروود M و N قابل اندازه گیری است. T زمان بخش جریان در زمین و θ زمان قطع می باشد. زمان های T و θ طوری انتخاب می شوند که مقدار آن برای برقراری یک سیستم پخش و قطع کاملجریان در زمین کافی باشد.

قابل توجه است افت پتانسیل ΔV در موقع قطع جریان بصورت منحنی تغییر کرده (منحنی دشارژ) و در نهایت بجانب با محور زمان می گردد.

این پدیده که می تواند چند ثانیه تا چند دقیقه طول بکشد بسیار مشخص بوده و نتیجه یک عمل القائی است و پدیده پلاریزاسیون القائی (IP) Induced Polarization نامیده می شود. این پدیده را به صورت بهتری پس از قطع جریان می توان مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. اندازه گیری مقدار پتانسیل باقیمانده ΔV_{IP0} بلافاصله پس از قطع جریان، به علت گرادیان زیاد منحنی مشکل می باشد و لذا تغییرات آن پس از گذشت زمان کمی اندازه گیری می گردد (ΔV_{IPt}).

دامنه منحنی با در نظر گرفتن کلیه شرایط مساوی در زمین مربوط به دو قطبی شدن مواد متشکله لایه های زمین می باشد. می توان چنین تصور کرد که اگر زمینی متشکل از خازن های کوچکی باشد، وقتی جریان به زمین تزریق می شود، شارژ شده و در موقع قطع جریان تخلیه می شوند. منحنی VIP را منحنی دشارژ می نامند. البته این مطلب یک تصویر کلی از پدیده IP را بیان می کند ولی برای منشاء آن عوامل مختلف ذکر می کنند که می توان دو مورد زیر را ذکر کرد.

۳ - ۱ - ۳ - پلاریزاسیون فلزی یا الکترونیکی

وقتی یک الکتروود فلزی در یک محلول یونیزه بدون اعمال ولتاژی قرار داده شود بارهای الکتریکی مثبت و منفی از هم جدا شده و پتانسیلی بین الکتروود و محلول ایجاد می کنند. زمانیکه به این مجموعه ولتاژی اعمال گردد تعادل یونی به هم می خورد و پتانسیلی بین الکتروود و محلول وجود خواهد داشت و هنگامیکه ولتاژ اعمال شده حذف شود تعادل یونی به واسطه پخش یون ها دوباره بر گردانده می شود. در زمین، انشتار یون ها بوسیله آبهای زیر زمینی موجود در درزه ها و شکستگی و خلل و فرج سنگ ها صورت می پذیرد. زمانیکه یک دانه کانه فلزی رسانا (سولفیدهای هادی) در مسیر جریان قرار می گیرد پلاریزه می شود و بدین ترتیب اختلاف پتانسیلی در دو طرف دانه کانی فلزی بوجود می آید. با قطع جریان از زمین، یون ها از طریق محیط الکترولیتی پخش شده و اختلاف پتانسیل ایجاد شده در دانه

کانی فلزی در زمان کوتاهی به سمت صفر میل می کند. این فرایند مبنای اندازه گیری شارژابیلیته در روش اندازه گیری زمان حوزه ای است. از آنجائیکه این پدیده سطحی است لذا هر قدر کانی سازی به صورت دانه ای (Dessiminated) باشد پدیده IP قوی تر خواهد بود و این مزیتی بر سایر روش های ژئوفیزیکی است.

۳-۱-۴ - پلاریزاسیون غشائی یا الکترولیتی

این نوع پلاریزاسیون در یک محدوده اکتشافی در سنگ ها وجود داشته و زمینه (Background) شارژابیلیته تشکیلات زمین شناسی را تشکیل می دهد. پلاریزاسیون غشائی عمدتاً به علت حضور کانی های رسی است. سطح کانی های دارای بار منفی است و در نتیجه بارهای مثبت را جذب می کنند. بعد از گسترش جریان در زمین بارهای مثبت جابجا شده و پس از قطع جریان به وضع اولیه برمی گردند این عمل ایجاد پدیده IP می کند.

۳-۱-۵ - اندازه گیری پلاریزاسیون القائی

روش های معمول اندازه گیری IP، شامل دو روش زمان حوزه ای و روش فرکانس حوزه ای است که نوع مختصری از آن ها ارائه می گردد.

۳-۱-۶- روش زمان - حوزه ای (اندازه گیری با جریان پیوسته)

همانگونه که در پدیده IP شرح داده شد زمانی که جریان پیوسته ای در طی مدت کوتاهی به زمین تزریق می شود پس از قطع جریان مقدار ولتاژ ایجاد شده طی یک منحنی دشارژ به صفر می رسد. مقدار شارژاییته را در لحظه قطع جریان نمی توان اندازه گیری نمود زیرا گرادیان منحنی بسیار زیاد است. در عمل محدوده زیر منحنی دشارژ را در زمان t_1 و t_2 پس از قطع جریان اندازه گیری کرده و مقادیر آن به ΔV_s (ولتاژ اولیه) تقسیم می گردد تا تاثیر تغییرات ولتاژ اولیه از بین برود. در این صورت مقدار شارژاییته اندازه گیری شده برابر:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} \Delta V dt / \Delta V_s$$

و واحد آن mv/v خواهد بود.

دستگاه های اندازه گیری می توانند پس از خنثی کردن پتانسیل طبیعی زمین مقدار شارژاییته را در ۶ پنجره زمانی اندازه گیری کنند.

۳-۱-۷- روش فرکانس - حوزه ای (اندازه گیری با فرکانس متغیر)

در این روش مقاومت ویژه ظاهری در دو فرکانس مختلف کمتر از ۱۰ هرتز (به طور معمول ۰/۱ و ۵ هرتز یا ۰/۳ و ۲/۵ هرتز) اندازه گیری می شود. مقاومت ویژه ظاهری سنگ در فرکانس پائین تر (ρ_{af}) بیشتر از این مقدار در فرکانس بالاتر (ρ_{aF}) می باشد.

بدین ترتیب در روش فرکانس حوزه ای پارامتر اثر فرکانس (FE) به صورت زیر تعریف می شود:

$$FE = (\rho_{af} - \rho_{aF}) / \rho_{aF}$$

اثر فرکانس (FE) بدون واحد بوده و می توان از درصد اثر فرکانس (PFE) نیز استفاده کرد که در این صورت خواهیم داشت:

$$PFE = 100 FE$$

پارامتر دیگری که از اثر فرکانس به دست می آید، با نام ضریب فلزی (MF) به صورت زیر ارائه شده است.

$$MF = A(\rho_{af} - \rho_{aF}) / \rho_{aF} \cdot \rho_{af}$$

رابطه بین اثر فرکانس و ضریب فلزی به صورت زیر می باشد:

$$MF = A \cdot FE \cdot \sigma_{af}$$

که در آن σ_{af} و σ_{aF} به ترتیب رسانندگی ظاهری در فرکانس بالا و پائین می باشند و A ضریب ثابتی برابر $2\pi \cdot 10^5$ می باشد.

۳-۲- روش مقاومت سنجی Resistivity

مقاومت ظاهری سنگ ها یکی از فاکتورهای فیزیکی است که با اندازه گیری و تعبیر و تفسیر بر روی تغییرات آن می توان اطلاعات زیادی از ساختمان های زمین شناسی بدست آورد. اندازه گیری این فاکتور با تزریق جریان به زمین توسط دو الکتروود و اندازه گیری پتانسیل حاصله بوسیله دو الکتروود دیگر انجام می گیرد. در این حالت مقدار مقاومت ظاهری ρ_a از رابطه $\rho_a = k\Delta v / I$ به دست آید.

مقدار k برابر

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}}$$

بوده و بر حسب موقعیت الکترودها متفاوت است. این ضریب برای آرایه های مختلف قبلاً محاسبه می گردد. یادآوری می شود که مقاومت ویژه سنگ ها تابعی از عوامل زیر است:

- حجم خلل و فرج موجود در سنگ
- وضع قرار گرفتن خلل و فرج و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر
- حجمی از خلل و فرج که از آب پر شده باشد.
- قابلیت هدایت آبی که فضاهای خالی سنگ ها را پر می کند.
- وجود کانی های هادی از جمله سولفورها

از بحث پیرامون مسائل دیگر در مورد این روش خودداری کرده و متذکر می شود که اندازه گیری مقاومت ویژه هم زمان با اندازه گیری شارژ ابیلیته انجام می گیرد. بدین ترتیب که جریان تزریق شده به زمین مشخص بوده و پتانسیل توزیع شده در زمین توسط دستگاه گیرنده اندازه گیری می شود. بدینوسیله با در دست داشتن مقادیر I و ΔV مقدار ρ_a برای هر ایستگاه از رابطه $\rho_a = k\Delta v/I$ محاسبه می گردد. با تهیه نقشه های تغییرات مقاومت ویژه، کنتاکت ها،

گسل های احتمالی ، محل تجمع مواد هادی و غیره مشخص می گردد. لازم به یادآوری است چون در موقع اندازه گیری مقدار ΔV برای محاسبه مقاومت ظاهری باید مقدار پتانسیل خودزای زمین خستی گردد لذا مقدار آن قابل اندازه گیری است ولی از آنجائیکه نقشه های پتانسیل خودزا نمی تواند بطور قاطع وجود مواد معدنی پر عیار را مشخص نماید (مگر در حالت های خاص) لذا فقط نقشه های تغییرات شارژ ابلیته و مقاومت ظاهری تهیه و مورد تفسیر قرار می گیرند.

۳-۳- آرایش های الکترودی استفاده شده

تقریباً همیشه اندازه گیری های مقاومت ویژه همراه با برداشت های IP صورت می پذیرد. برداشت ها بطور معمول در دو مرحله و با استفاده از دو آرایش انجام می گیرد . در مرحله اول به منظور شناخت گسترش جانبی بی هنجاری ها از آرایش مستطیل (Rectangle) استفاده می شود و سپس جهت بررسی عمقی بی هنجاری ها آرایش دو قطبی - دو قطبی (Dipole-Dipole) بکار گرفته می شود . در اینجا به چگونگی برداشت های IP و مقاومت ویژه با آرایش های یاد شده که بیشترین کاربرد را در این مطالعات بخود اختصاص می دهد پرداخته می شود.

- آرایش الکترودی مستطیلی یا Rectangle

در این نوع آرایش الکترودی یک خط ثابت جریان ($AB=L$) را در نظر گرفته و جریان توسط دو الکتروود A و B به زمین فرستاده می شود. اندازه گیری شارژابیلیته و مقاومت الکتریکی توسط دو الکتروود M و N و در روی پروفیل هائی موازی AB انجام می گیرد. مقدار تغییر محل یا جهش MN روی پروفیل ها برابر فاصله $MN=a$ می باشد. انتخاب L و a بستگی به عمق و ابعاد توده معدنی دارد. اندازه گیری شارژ ابیلیته و مقاومت ظاهری به نقطه وسط MN نسبت داده می شود. عمق نفوذ با ازدیاد L اضافه می شود و می توان عملیات را با مقادیر مختلف L انجام داد. نقاط اندازه گیری معمولاً در داخل مستطیلی به ابعاد $AB/3$ و $AB/2$ قرار دارد که مرکز آن O منطبق با وسط AB می باشد. شکل شماره ۲ شمائی از این آرایه الکتروودی را نشان می دهد.

وقتی اندازه گیری در مستطیلی تمام شد محدوده مستطیل دیگر را مجاور آن می توان شروع کرد و بدین ترتیب تمام منطقه زیرپوشش قرار می گیرد. بزرگترین امتیاز این آرایه در این است که الکتروودهای A و B ثابت نگه داشته شده و فقط الکتروودهای M و N متحرک می باشند.

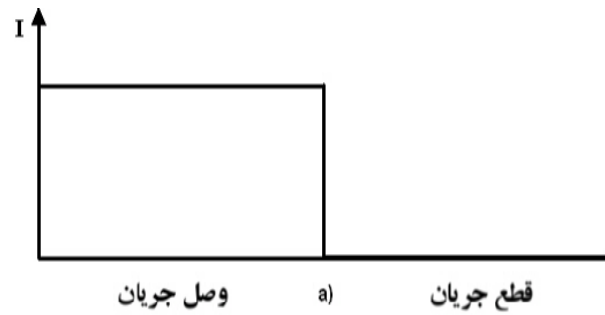
همچنین در زمان اندازه گیری شدت جریان ثابت می باشد .

- آرایش داپیل - داپیل DIPOLE - DIPOLE: (دوقطبی - دوقطبی)

در این آرایش، الکترودهای N, M, B, A در روی یک پروفیل قرار دارند. این آرایه با $AB=L$ و $O_1O_2=L_1$ و $MN=L_2$ مشخص می شود. O_1 و O_2 به ترتیب مراکز AB و MN می باشند، در عمل معمولاً " $L_1=nL$ و $L_2=L$ " انتخاب می شود. در این آرایه در هر اندازه گیری چهارقطبی $ABMN$ را با یک جهش معین تغییر می دهند. برای تهیه شبه مقطع از زمین می توان چنین عمل نمود که برای یک ثابت L یعنی موقعیت AB ، با تغییر دادن متعدد محل الکترودهای M و N روی یک پروفیل به اندازه L یا کمتر شارژ ایلیته نقاط مختلفی در عمق اندازه گیری می شود. با تغییر محل AB و تکرار اندازه گیری ها، نقاط دیگری مورد اندازه گیری قرار می گیرد. اندازه گیری ها معمولاً "به نقطه برخورد خطوطی که با زاویه ۴۵ درجه از نقاط O_1 و O_2 رسم می شود نسبت داده می شود.

بدین ترتیب با رسم خطوط هم شارژ ایلیته شبه مقطعی از زمین تهیه می شود. مسلماً این نوع شبه مقطع یک حالت کلی از تغییرات شارژ ایلیته زمین را نشان می دهد زیرا عمق نفوذ فقط به فاصله الکترودها مربوط نبوده و به مقاومت ظاهری و تغییرات آن نیز بستگی دارد.

الف) نمودار تغییرات شدت جریان



ب) نمودار تغییرات پتانسیل

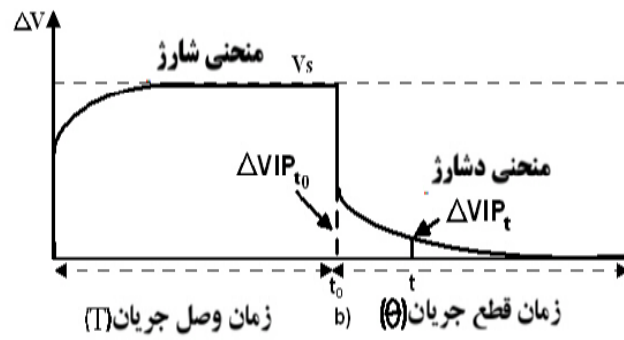


Fig.No. : 1

تغییرات جریان و پتانسیل در زمین در یک سیکل قطع و وصل جریان

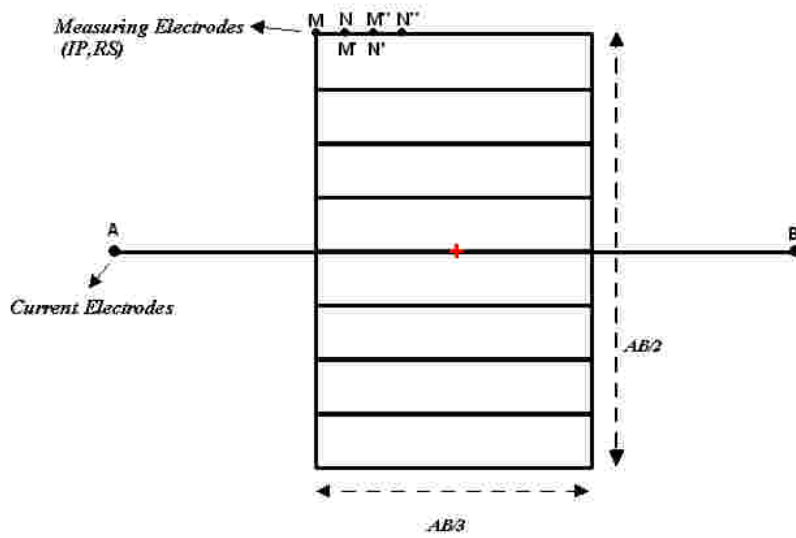


Fig. No.: 2 **Rectangle Array**

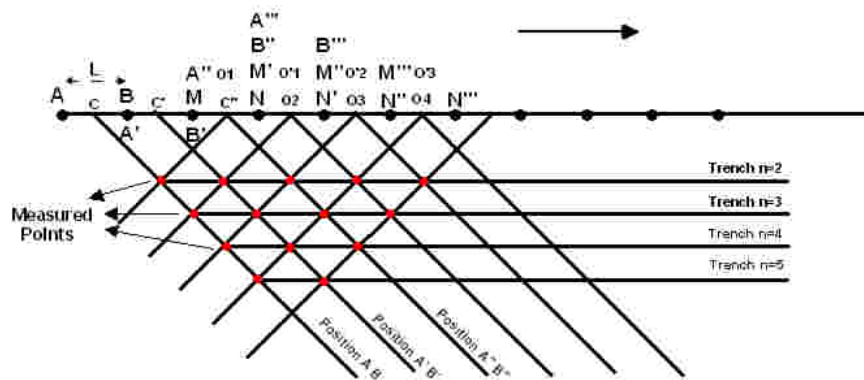


Fig. No.: 3 **Dipole - Dipole Array**

۴ - موقعیت مناطق مورد اکتشاف و اطلاعات کلی از زمین شناسی آنها

محدوده خلیلان در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب غرب بیرجند واقع شده است.

چنانچه از طریق جاده بیرجند به طرف خوسف پیش رویم، در ۱۴ کیلومتری جاده خوسف - ماژان به سمت روستای گل به این محدوده دسترسی پیدا می کنیم.

واحدهای سنگی نفوذی شامل دپوریت، میکرو دپوریت، گابرو و میکروگابرو و واحدهای سنگی آذرین خروجی شامل داسیت و ریولیت، آندزیت، بازالت، و واحدهای سنگی نیمه عمیق اندزیت پروفیری، واحدهای سنگی افیولیتی شامل اسپیلیت و لسیونیت و واحدهای سنگی آهگ، مارن شیل، کنگلومرا و فیلیش در نقشه ۱/۲۰۰۰۰ منطقه خلیلان ملاحظه می گردد.

در محدوده مذکور، مطالعات ژئوشیمیائی و تهیه نقشه زمین شناسی معدنی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ با هدف اکتشاف طلا صورت گرفته است.

بر اساس نتایج و مطالعات ژئوشیمیائی بالاترین مقادیر رسوبات آبراهه ای برای عنصر طلا ۵/۶ میلی گرم در تن و برای مس ۶۷/۲ گرم در تن بوده است.

کانه زائی در منطقه حاکی از وجود رگه های سیلیس سولفوردار در داخل سنگ های پریدوتیتی بوده است. مهمترین محدوده ای که دارای کانی سازی می باشد، محدوده ای است با پهنای ۴۰۰ متر و طول یک کیلومتر که در آن تعدادی رگه های سیلیسی به ضخامت ۵۰ سانتی متر تا یک متر به صورت های موازی و متوالی در داخل واحدهای سنگی پریدوتیت ها شکل گرفته این رگه ها سولفیدی بوده و آغشتگی مالاکیت در سطح آنها به وضوح دیده می شود.

۵- مطالعات قبلی انجام شده

مطالعات انجام شده شامل تهیه نقشه های زمین شناسی و ژئوشیمیائی ناحیه ای ۱:۱۰۰۰۰۰ و همچنین تهیه نقشه زمین شناسی معدنی و ژئوشیمیائی ۱:۲۵۰۰۰۰ در محدوده اکتشافی خلیلان بوده است .

در این محدوده آثار کانی سازی مس و طلا در رگه سیلیسی داخل سنگ های پریدوتیتی ملاحظه شده و مبنای پیشنهاد انجام مطالعات ژئوفیزیکی در این محدوده بوده است.

۶- نحوه پردازش - تفسیر و نرم افزارهای مورد استفاده

پس از برداشت داده ها و محاسبه مقاومت الکتریکی ، نقشه های تغییرات شارژاییلیته IP ، تغییرات مقاومت الکتریکی RS و شبه مقاطع IP و RS تهیه گردیده است. نحوه تهیه این نقشه ها و پردازش نتایج آنها به صورت زیر می باشد.

۶- ۱- نقشه تغییرات شارژاییلیته (Chargeability Map IP)

برای تهیه نقشه تغییرات شارژاییلیته ابتدا به طیف تغییرات مقادیر شارژاییلیته توجه شده است. فاصله پربندی ها طوری انتخاب شده که محدوده هائی که دارای شارژاییلیته نسبتاً زیاد هستند بخوبی درنقشه ظاهر گردیده اند. می توان فاصله پربندی را 0.5mv/v تا 5mv/v و یا بیشتر انتخاب نمود. این نقشه ها با مقیاس خطوط رنگی و یا با طیف رنگ نشان داده می شوند که می توان این نقشه ها نیز به صورت سه بعدی نیز ارائه نمود.

برای تعبیر و تفسیر نقشه تغییرات شارژاییلیته با توجه به مقدار زمینه (Back Ground) در یک سازند ، آنومالی ها مشخص می شود. معمولاً محدوده ای که مقادیر شارژاییلیته آن بیشتر از ۲ تا ۲/۵ برابر زمینه می باشد آنومالی تلقی می گردد. محدوده آنومالی به صورت محورهای آنومالی مشخص و زون بندی و شماره گذاری می شوند.

تفسیر آنومالی ها عبارت است از:

- ارائه گستره آن

- مطابقت آنها با سازندی که آنومالی در آن واقع شده است
- بررسی آنومالی ها در سر زمین و انطباق آنها با کانی سازی های موجود و مطابقت نقشه های تغییرات IP و RS
- مشخص کردن هم بری ها و گسل ها و غیره.

- شبه مقاطع (Pseudo Section IP)

شبه مقاطع ابتدا با تصحیحات توپوگرافی تهیه می گردند. ارتفاع ایستگاه های مقطعی که در امتداد آن شبه مقطع تهیه شده است، در موقع پیاده کردن ایستگاه های پروفیل، با G.P.S برداشت می شود. همچنین می توان ارتفاع آنها را با تقریب از نقشه های توپوگرافی محاسبه نمود. تصحیحات توپوگرافی با استفاده از نرم افزار انجام گرفته است.

بدین ترتیب با توجه به مواردی که برای پربندی خطوط هم شارژاییته ذکر شد نقشه شبه مقطع IP تهیه می گردد.

۶-۲- نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی (Resistivity Map)

پس از محاسبه مقاومت الکتریکی برای هر ایستگاه با آرایه مستطیلی نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی تهیه می گردد. این نقشه ها باید پربندی مناسب داشته باشند. ابتدا طیف تغییرات آن مشخص می گردد. در مواقعی که طیف تغییرات کم می باشد می توان از پربندی معمولی با خطوط هم مقاومت الکتریکی با فواصل ۱۰، ۲۰ و ... اهم متر استفاده نمود. با توجه به اینکه در اغلب موارد محدوده هائی که دارای افت مقاومت الکتریکی می باشند و احتمال داده می شود که این افت مقاومت الکتریکی در رابطه با وجود زون های مینرالیزه خصوصاً سولفیدها

باشد، باید پربندی را طوری انتخاب نمود که زون های هادی الکتریکی گویاتر در نقشه ظاهر شوند. استفاده از مقیاس خطوط رنگی و یا طیف رنگی، این زون را بارزتر مشخص می کند. در مواقعی که طیف مقاومت الکتریکی وسیع است، از ضریب استفاده شده است بطوریکه مقدار خطوط میزان مقاومت الکتریکی برابر خط میزان جانبی آن است. در این نوع پربندی زون های هادی الکتریکی بهتر نمایان می شوند. در نقشه هائی از این نوع پربندی استفاده شده است خطوط هم تراز با هموار کردن مقادیر عددی به صورت زیر انتخاب شده اند.

....., 140, 100, 70, 50, 35, 28, 20, 14, 10

همانگونه که دیده می شود با استفاده از این نوع پربندی، زون های هادی الکتریکی بهتر مشخص می شوند. با استفاده از خطوط رنگی و یا طیف رنگی هم بری ها و گسل های اضافی نیز در این نقشه مشخص می گردد.

۶-۳- تهیه شبه مقاطع IP و RS Pseudo- Section

شبه مقاطع با برداشت فاکتورهای IP و RS با آرایه دوقطبی- دوقطبی به نحوی که در بند ۳-۳ ذکر گردید، تهیه می شود. برای این شبه مقاطع تصحیحات توپوگرافی با استفاده از نرم افزارهای موجود انجام و شبه مقطع خام با توجه به مواردی که برای پربندی نقشه های تغییرات IP و RS ذکر گردید تهیه می شود. ارتفاع ایستگاه های مقطعی که در امتداد آن شبه مقطع تهیه شده در موقع پیاده کردن ایستگاه های پروفیل با G.P.S برداشت می شود همچنین می توان ارتفاع آنها را با تقریب از نقشه های توپوگرافی محاسبه نمود، سپس مقاطع IP و RS برای تعبیر و تفسیر به روش معکوس (Inverse Model) با استفاده از نرم افزار

مدلسازی می شوند. در این مقاطع بررسی آنومالی و محدوده ها آنها انجام شده و با یکدیگر مقایسه می شوند. با تلفیق نتایج بدست آمده با اطلاعات زمین شناسی و ژئوشیمیائی در اغلب موارد، محدوده هائی با شارژابلیته زیاد و مترادف آن با مقاومت الکتریکی کم به عنوان آنومالی های جالب در نظر گرفته شده و محل گمانه های حفاری، شیب و عمق آنها مشخص می شوند.

۶-۴ - نرم افزارهای مورد استفاده

در تهیه این گزارش و آماده سازی نقشه ها از نرم افزارهای زیر استفاده شده است.

- ترسیم نقشه های سه بعدی، دو بعدی Surfer 8

- مدلسازی معکوس Version 3.5 - RES2DINV

- نقشه موقعیت و مختصات نقاط Map Source

بخش دوم

۷- بررسی نتایج

۷-۱- بررسی نقشه موقعیت Location Map (نقشه شماره ۱)

پس از انجام بازدید و معرفی محدوده خلیلان جهت پوشش مطالعات ژئوفیزیک و با توجه به روند عمومی ساختار زمین شناسی محدوده و طراحی شبکه برداشت، ابتدا یک خط مبنا Base Line با امتداد N138E به طول ۲۲۰۰ متر که نقطه 00 آن در بخش شمال غرب محدوده با مختصات جغرافیائی $X=701585$ و $Y=3628634$ می باشد تعیین گردید .

این خط مبنا با فواصل ۵۰ متری با سنگ و رنگ نیز علامت گذاری شده است .

سپس تعداد ۴۰ پروفیل عمود بر خط مبنا با فواصل نقاط ۲۰ متری با سنگ و رنگ نیز علامت گذاری گردید . طول هر پروفیل ۶۴۰ متر بوده که ۱۶۰ متر آن غرب خط مبنا و ۴۸۰ متر آن شرق خط مبنا می باشد . با پیاده سازی نقاط شبکه، محدوده تحت پوشش برداشت های IP/RS در قالب ۱۰ رکتانگل با استفاده از آرایش مستطیلی با مشخصات فواصل الکترودی $MN=20$ متر و $AB=800$ متر قرار گرفت . جمع ایستگاه های برداشت شده در این مرحله ۱۴۴۰ ایستگاه بوده است . پس از پردازش اولیه داده ها و مشخص شدن گسترش زون های ناهنجاری شارژ ابیلیته و پس از هماهنگی با آقای مهندس شاهین مدیریت محترم اکتشاف، مقرر گردید که تعداد ۴ شبه مقطع روی پروفیل های 1750E, 1350E, 1000E, 50E برداشت شود .

با توجه به وسعت محدوده زون های ناهنجاری شارژ ابیلیته در منطقه خلیلان برداشت شبه مقاطع داپیل-دایپل با مشخصات آرایش $AB=MN=20$ متر صورت گرفت جمع

ایستگاه های برداشت در این مرحله ۴۲۴ ایستگاه بوده و بدین ترتیب جمع کل ایستگاه های برداشت شده با دو آرایش به کار رفته ۱۸۶۴ ایستگاه IP/RS بوده است .

با اتمام برداشت های صحرائی و پردازش داده ها و مدلسازی آنها که به کمک نرم افزارهای Surfer و Res2Dinv نتایج به صورت نقشه های رنگی ارائه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

نقشه موقعیت شماره ۱ نشان دهنده وضعیت طراحی شبکه نقاط برداشت و خط مبنا و موقعیت شبه مقاطع می باشد .

۷-۲- بررسی نقشه تغییرات شارژ ابیلیته Chargeability Map (نقشه شماره ۲)

با توجه به تغییرات شارژ ابیلیته ثبت شده در محدوده خلیلان، مقادیر شدت تغییرات شارژ ابیلیته در حدود ۳ الی ۹ میلی ولت بر ولت بوده و بنابراین مقادیر تغییرات شارژ ابیلیته کمتر از 5mv/v در ارتباط با حد زمینه سنگ های پریدونیتی و اسپیلیت های در برگیرنده بوده و محدوده های با شدت تغییرات شارژ ابیلیته بیش از 6mv/v به زون های ناهنجاری شارژ ابیلیته نسبت داده شده است . همانطوریکه در این نقشه ملاحظه می گردد، شدت تغییرات شارژ ابیلیته به صورت منحنی های پربندی ۳، ۴/۵، ۶، ۷/۵ میلی ولت بر ولت ترسیم و به صورت رنگی ارائه گردیده است. لذا محدوده هایی که با رنگ قرمز مشخص شده، گسترش زون ناهنجاری های شارژ ابیلیته را نشان می دهد.

نظر به اینکه در گزارش زمین شناسی ۱/۲۰۰۰۰ منطقه خلیلان به وجود رگه های سیلیسی سولفوردار و با ملاحظه آغشتگی های زیاد مالاکیت در سطح اشاره شده و هدف از

پیشنهاد انجام مطالعات ژئوفیزیک را بر اساس امکان گسترش رگه های سیلیسی سولفوردار دانسته اند، بنابراین به نظر می رسد که زون های ناهنجاری شارژ ابیلیته انطباق خود را با این رگه های سیلیسی نشان می دهد. روند عمومی این زون ها که به صورت عدسی شکل و یا کشیده و کوتاه می باشد، شمال غرب تا جنوب شرق بوده و در مواردی نیز در امتداد گسله ها و شکستگی های شمال شرق - جنوب غرب می باشد.

همانطوریکه در این نقشه ملاحظه می گردد اغلب زون های ناهنجاری شارژ ابیلیته به صورت لکه هایی کوچک و تک نقطه بوده که از نظر ژئوفیزیکی اهمیتی ندارد.

ولی با اینحال تعدادی از زون های ناهنجاری شارژ ابیلیته در امتداد ۲-۳ پروفیل به صورت باریکه هایی با طول ۵۰-۱۰۰ متر مشخص شده است که به آنها اشاره می شود.

(۱) زون ناهنجاری واقع در حوالی خط مبنا در حد فاصل پروفیل های 0, 100S به وسعت تقریبی ۱۰۰ متر.

(۲) زون ناهنجاری واقع در زیر خط مبنا در حد فاصل پروفیل های 850S تا 1000S با طول ۱۵۰ متر.

(۳) زون ناهنجاری واقع در زیر خط مبنا در حد فاصل پروفیل های 1300S تا 1400S که به صورت دو عدسی شمال شرق - جنوب غرب بوده و گسترش آن حدود ۱۰۰ متر می باشد.

(۴) دو زون ناهنجاری واقع در جنوب خط مبنا در حد فاصل پروفیل های 1800S تا 1700S با گسترش تقریبی ۱۰۰ متر.

(۵) زون ناهنجاری بالای خط مبنا در حد فاصل پروفیل های 2100S تا 2200S با گسترش ۱۰۰ متر.

جهت بررسی و تعیین گسترش تعدادی از زون های مورد اشاره در عمق، اقدام به برداشت ۴ شبه مقطع دایپل-دایپل نموده که مورد ارزیابی قرار می گیرد .

۳-۷- بررسی نقشه تغییرات مقاومت ویژه Resistivity Map (نقشه شماره ۳)

همزمان با ثبت مقادیر شارژ ابیلیته، مقادیر اختلاف پتانسیل بین نقاط MN نیز ثبت و با توجه به معلوم بودن مقادیر جریان (I) و با توجه به فواصل الکترودهای جریان و پتانسیل ضرایب K

محاسبه شده و در نهایت مقادیر مقاومت ویژه ایستگاه نیز بر اساس فرمول

$$\rho = k \frac{\Delta v}{I}$$

محاسبه می شود . تغییرات مقاومت ویژه ایستگاه ها نیز بستگی به مقاومت ویژه سنگ ها در محدوده مورد مطالعه دارد. مقادیر تغییرات مقاومت ویژه در این محدوده کمتر از ۵۰ و حداکثر بیش از ۵۰۰ اهم متر به نظر می رسد که محدوده های با مقاومت ویژه بیش از ۳۰۰ اهم متر می باشد با رخنمون سنگ های اسپیلیتی انطباق نسبی داشته که اغلب رگه های سیلیس نیز در آنها شکل گرفته اند . کاهش مقاومت ویژه کمتر از ۲۰۰ اهم متر در بخش جنوب شرقی محدوده عمدتاً با رخنمون سنگ های آندزیتی انطباق دارد.

روند عمومی بخش های مقاوم شمال غرب-جنوب شرق بوده و احتمالاً بخشی از رگه های سیلیسی داخل اسپیلت ها همراه با مقادیر کمی مواد هادی و سولفور بوده، و بخش دیگر از رگه های سیلیسی فاقد هرگونه مواد سولفور می باشد . اغلب زون های ناهنجاری شارژ ابیلیته نیز با همین زون های مقاوم که سیلیسی هستند انطباق دارند . بر اساس منحنی های هم مقاومت روند تعدادی گسل یا کنتاکت احتمالی در این نقشه مشخص شده است .

۷-۴- بررسی شبه مقطع شارژ ابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل 50 S (نقشه ۴ و ۵)

این شبه مقطع به منظور کنترل ناهنجاری شارژ ابیلیته واقع روی این پروفیل برداشت شده و نقطه 00 آن دارای مختصات جغرافیائی $X=701619$ و $Y=3628597$ و طول آن حدود ۱۶۰ متر می باشد.

همانطوریکه در این شبه مقطع ملاحظه می گردد حداکثر شدت تغییرات شارژ ابیلیته در مرکز زون ناهنجاری به 9mv/v می رسد و مقادیر تغییرات شارژ ابیلیته در امتداد کل شبه مقطع کمتر از ۳-۹ میلی ولت بر ولت بوده است.

بنابراین زون ناهنجاری شارژ ابیلیته به صورت عدسی مانند با شارژ ابیلیته بیش از 6mv/v که با رنگ قرمز مشخص شده در عمق تقریبی ۵۰-۶۰ متر قرار گرفته و روند آن به سمت جنوب می باشد و بطور کامل کنترل شده است و بطور بسیار خوبی با زون ناهنجاری در نقشه شارژ ابیلیته منطبق می باشد.

در بررسی شبه مقطع مقاومت ویژه این پروفیل، تغییرات مقاومت ویژه این پروفیل، تغییرات مقاومت ویژه کمتر از ۱۰۰ اهم متر و تا بیش از ۵۰۰ اهم متر بوده که مرتبط با مقاومت ویژه سنگ های در برگیرنده که غالباً اسپیلیت ها هستند.

به نظر می رسد کانی سازی احتمالی در زون گسله شکل گرفته و کاهش مقاومت ویژه در بخش میانی بخشی از آن با زون ناهنجاری شارژ ابیلیته منطبق بوده و ادامه آن به سمت جنوب شبه مقطع بخصوص در بخش سطحی احتمالاً متأثر از آلتراسیون های سطحی می باشد.

بر اساس روند منحنی های هم مقاومت روند تعدادی گسل یا کنتاکت احتمالی مشخص شده است.

با توجه به مدلسازی انجام شده روی داده های این شبه مقطع، موقعیت مناسب تر زون های ناهنجاری شارژابلیته و زون های هادی الکترونیک به خوبی مشخص شده است .

۷-۵- بررسی شبه مقطع شارژ ابلیته و مقاومت ویژه پروفیل 1000 S (نقشه ۶ و ۷)
این شبه مقطع به منظور کنترل زون ناهنجاری شارژ ابلیته واقع روی این پروفیل برداشت شده و نقطه 00 آن دارای مختصات جغرافیائی $X=362789$ و $Y=702254$ بوده و طول حدود ۱۵۰ متر می باشد .

همانطوریکه در این شبه مقطع ملاحظه می گردد تغییرات شارژ ابلیته کمتر از ۳ تا ۷ میلی ولت بر ولت بوده و زون ناهنجاری به مقادیر بیش از 6mv/v نسبت داده شده است .
زون ناهنجاری به صورت عدسی های کوچک زیر ایستگاه 110S در عمق تقریبی ۵۰-۶۰ متری قرار داشته همین زون ناهنجاری کوچک زیر ایستگاه 130S که وسعت آن بیشتر می باشد انطباق بسیار خوبی را با زون ناهنجاری در نقشه شارژ ابلیته نشان می دهد عمق این زون ناهنجاری حدود ۸۰ متری می باشد .

در بررسی شبه مقطع مقاومت ویژه این پروفیل نیز تغییرات مقاومت ویژه کمتر از ۱۵۰ اهم متر تا بیش از ۵۰۰ اهم متر بوده که در ارتباط با مقاومت سنگ های در برگیرنده می باشد .
زون ناهنجاری شارژ ابلیته این پروفیل با کنتاکت و یا مرز گسله منطبق بوده و بخش عمده آن با قسمت زون مقاوم منطبق بوده و احتمالاً زون ناهنجاری شارژ ابلیته که مرتبط با مواد هادی و سولفور بوده در بخش مقاوم سیلیسی است که مواد سولفور با آن همراه می باشد .
براساس روند منحنی های هم مقاومت روند گسل یا کنتاکت احتمالی نیز مشخص شده است .

با توجه به مدلسازی انجام شده روی داده های این شبه مقطع، موقعیت مناسب تر زون های ناهنجاری شارژابلیته و زون های هادی الکترونیک به خوبی مشخص شده است .

۶-۷- بررسی شبه مقطع شارژ ابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل 1350S (نقشه ۸ و ۹)

این شبه مقطع به منظور کنترل زون ناهنجاری شارژ ابیلیته و مقاومت ویژه در بخش جنوبی این پروفیل برداشت شده است که نقطه 00 پروفیل دارای مختصات جغرافیائی $X=702489$ و $Y=3627631$ بوده و طول آن حدود ۲۵۰ متر می باشد .

همانطوریکه در این شبه مقطع ملاحظه می گردد، شدت تغییرات شارژ ابیلیته کمتر از ۳ میلی ولت بر ولت تا ۸ ملی ولت بر ولت در مرکز زون ناهنجاری می باشد .

در این شبه مقطع یک زون ناهنجاری شارژ ابیلیته در محدوده زیر ایستگاه های 420S تا 460S مشخص شده که کاملاً با زون ناهنجاری 5 Axe در بخش جنوبی این پروفیل در نقشه شارژ ابیلیته منطبق می باشد .

عمق این ناهنجاری رگه مانند حدود ۵۰ متر می باشد که روند آن به جنوب و تا عمق ۱۰۰ متری نیز ادامه دارد . همچنین اثر یک زون ناهنجاری در عمق ۹۰ متری نیز در این محدوده ملاحظه می گردد . علاوه بر آن یک زون عدسی شکل زیر ایستگاه 300S نیز ملاحظه می گردد که عمق آن حدود ۷۰۰ متر می باشد .

در بررسی شبه مقطع مقاومت ویژه ملاحظه می گردد تغییرات مقاومت ویژه کمتر از ۱۰۰ اهم متر و تا بیش از ۵۰۰ اهم متغیر بوده و این تغییرات مقاومت متاثر از مقاومت سنگ های دربرگیرنده در امتداد این پروفیل می باشد .

به نظر می رسد که زون ناهنجاری شارژ ایلیته این پروفیل با محدوده ها و مرز کنتاکت ها و یا گسله ها انطباق داشته و کاهش مقاومت ویژه در محدوده های ناهنجاری متاثر از وجود مواد کانی و یا سولفور می باشد. روند تعدادی گسل یا کنتاکت احتمالی نیز بر اساس روند منحنی های هم مقاومت در امتداد این شبه مقطع مشخص شده است.

با توجه به مدلسازی انجام شده روی داده های این شبه مقطع، موقعیت مناسب تر زون های ناهنجاری شارژ ایلیته و زون های هادی الکترونیک به خوبی مشخص شده است.

۷-۷- بررسی شبه مقطع شارژ ایلیته و مقاومت ویژه پروفیل S 1750 (نقشه ۱۰ و ۱۱)

این شبه مقطع به منظور کنترل زون ناهنجاری شارژ ایلیته و مقاومت ویژه در امتداد این پروفیل برداشت شده و نقطه 00 پروفیل دارای مختصات جغرافیائی $X=702756$ و $Y=3627334$ و طول آن حدود ۴۰۰ متر می باشد. همانطوریکه در این شبه مقطع ملاحظه می گردد تعدادی زون ناهنجاری شارژ ایلیته عدسی شکل و کوچک مشخص شده که با زون ناهنجاری های شارژ ایلیته در امتداد این پروفیل مطابقت کامل نشان می دهد. زون ناهنجاری عدسی شکل زیر ایستگاه ۶۰ در عمق تقریبی ۷۰ متری و منطبق بر محور آنومالی 7 Axe در نقشه شماره ۲ است. همچنین دو زون ناهنجاری دیگر نیز زیر ایستگاه 180S تا 250S که عمق آنها حدود ۶۰-۷۰ متر می باشد و دو زون ناهنجاری عدسی مانند دیگر زیر ایستگاه 300S تا 340S ملاحظه می گردد که عمق آنها نیز ۶۰-۷۰ متر بوده و منطبق بر ناهنجاری 6 Axe می باشد.

تغییرات مقاومت ویژه این شبه مقطع که کمتر از ۱۰۰ اهم متر تا بیش از ۵۰۰ اهم متر بوده و متأثر از مقاومت ویژه سنگ های در برگیرنده در امتداد این پروفیل می باشد.

زون ناهنجاری های شارژ ابلیته در امتداد این پروفیل نیز با مرز گسله ها و شکستگی ها منطبق بوده و نشان دهنده وجود مواد هادی و یا سولفورده در این محدوده ها می باشد.

کاهش مقاومت در دو بخش جنوبی و شمال این شبه مقطع متأثر از تغییر واحد سنگی که احتمالاً آندزیت است.

بخش های مقاوم با واحد سنگی اسپیلیت مطابقت نسبی نشان می دهد.

براساس روند منحنی های هم مقاومت روند تعدادی گسل یا کنتاکت احتمالی نیز مشخص شده است.

نتایج مدلسازی انجام شده روی داده های این شبه مقطع مشخص کننده موقعیت مناسب تر زون های ناهنجاری شارژ ابلیته و زون های هادی الکتریک می باشد.

۸- نتیجه گیری و پیشنهاد

با توجه به انجام مطالعات مقدماتی و تهیه نقشه های زمین شناسی و ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ در منطقه خلیلان و ملاحظه رگه های سیلیسی سولفوردار در داخل سنگ های پریدونیتی و با توجه به نتایج آنالیز حاصله در بخشی از منطقه مطالعاتی، انجام مطالعات IP/RS به منظور تعیین گسترش زون ناهنجاری احتمالی و مشخص شدن روند آن در عمق پیشنهاد گردیده است .

به همین منظور پس از مشخص شدن ابعاد وسعت محدوده پیشنهادی توسط کارشناس اکتشافی پروژه جهت انجام مطالعات، محدوده ای به وسعت تقریبی ۱/۳ کیلومتر مربع تحت پوشش برداشت های IP/RS قرار گرفت. نتایج حاصله به صورت نقشه تغییرات شارژ ایلپتیه و نقشه تغییرات مقاومت ویژه تهیه و ارائه گردیده است که در نقشه تغییرات شارژ ایلپتیه، تعداد زیادی از ناهنجاری های شارژ ایلپتیه که غالباً به صورت عدسی های کوچک بوده، و روند عمومی آنها NW-SE می باشد مشخص شده است .

ابعاد این عدسی های حداقل ۵۰ و حداکثر به ۱۰۰ متر می رسد . همچنین با توجه به شدت تغییرات شارژ ایلپتیه ثبت شده در این محدوده، وجود کانی سازی قابل توجه سولفور غیر متصور می باشد. و بالاخره نتایج این مطالعات نشان دهنده انطباق زون ناهنجاری های شارژ ایلپتیه با زون های با مقاومت ویژه نسبتاً زیاد بوده که متاثر از وجود رگه های سیلیسی است که همراه آنها کانی سازی ضعیف سولفور شکل گرفته است .

تغییرات مقاومت ویژه مرتبط با سنگ های در برگیرنده در محدوده مورد مطالعه بوده که غالباً با مقاومت ویژه سنگ های پریدونیتی و اسپیلت ها انطباق داشته و در بخش جنوب شرق محدوده که همراه با کاهش مقاومت ویژه نسبی همراه می باشد با رخنمون سنگ های آندزیتی انطباق نسبی نشان می دهد. به منظور تعیین گسترش زون ناهنجاری های شارژ ایللیته در عمق و پس از هماهنگی با آقای مهندس شاهین تعداد ۴ شبه مقطع دایپل-دایپل روی ناهنجاری هایی که دارای وسعت تقریبی ۱۰۰ متر بوده است، برداشت های IP/RS صورت گرفته که نتایج حاصله نشان دهنده گسترش بسیار محدود وسعت ناهنجاری ها در عمق بوده که با ناهنجاری های نقشه شارژ ایللیته مطابقت کامل نشان می دهد. عمق این زون های ناهنجاری ۵۰-۷۰ متر می باشد.

بنابراین نتایج کلی مطالعات انجام شده در منطقه خلیلان نشان دهنده وجود تعدادی زون های ناهنجاری شارژ ایللیته با گسترش ۵۰ الی ۱۰۰ متر بوده که شدت ناهنجاری های مورد نظر ضعیف بوده و نمی تواند ارزش اقتصادی داشته باشد و همانطوریکه اشاره گردید این ناهنجاری های در محدوده های با مقاومت ویژه زیاد منطبق بوده که در ارتباط با مقاومت رگه های سیلیس بوده است.

لذا پیشنهاد حفر گمانه های اکتشافی بر روی زون ناهنجاری های شارژ ایللیته شبه مقاطع که گسترش آنها محدود بوده توجیه پذیر نبوده و به هر حال اتخاذ تصمیم نهایی برای پیشنهاد هرگونه حفر گمانه در این منطقه با کارشناس مسئول پروژه اکتشافی می باشد.

۹- تشکر و امتنان

در پایان اکیپ ژئوفیزیک لازم می داند از همکاری های بی دریغ و مشورت های مستمر جناب آقای مهندس شاهین در هنگام بازدید های مشترک صحرائی و نیز در حین بحث و تبادل نظر های کارشناسی که قطعا در بهبود کیفی این گزارش موثر بوده است، کمال تقدیر و تشکر را به عمل آورد.

ضمنا از جناب آقای مهندس صفری، مسئول پروژه اکتشافی فیما بین، جهت ارائه اطلاعات مورد نیاز قدردانی می گردد.

مهندسین مشاور و خدمات زمین فیزیک