



وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

طرح تلفیق لایه های اطلاعاتی پایه و معرفی مناطق امیدبخش معدنی کشور

## گزارش اکتشافات ژئوفیزیک در محدوده انیق - قره چیلر ( آذربایجان شرقی )

مجری طرح : مهندس ناصر عابدیان

مجری فنی : مهندس ابراهیم شاهین

ناظر فنی : مهندس سید ابوالحسن رضوی

**مشاور : زمین فیزیک**

تهران

۱۳۸۲

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵	چکیده
۶	پیش آغاز
<b>بخش اول : کلیات</b>	
۸	۱ - هدف از اکتشافات ژئوفیزیک
۹	۲ - نحوه انجام عملیات صحرائی و مشخصات دستگاه های ژئوفیزیک
۱۲	۳ - خلاصه ای در مورد روش ها و آرایش های الکترودهای استفاده شده
۱۲	۳-۱ - روش پلاریزاسیون القائی (IP)
۱۲	۳-۱-۱ - شرح پدیده IP
۱۲	۳-۱-۲ - منشاء پدیده IP
۱۳	۳-۱-۳ - پلاریزاسیون فلزی یا الکترونیکی
۱۳	۳-۱-۴ - پلاریزاسیون غشائی یا الکترولیتی
۱۳	۳-۱-۵ - اندازه گیری پلاریزاسیون القائی
۱۴	۳-۱-۶ - روش زمان - حوزه ای (اندازه گیری با جریان پیوسته)
۱۴	۳-۱-۷ - روش فرکانس - حوزه ای (اندازه گیری با فرکانس متغیر)
۱۵	۳-۲ - روش مقاومت سنجی
۱۶	۳-۳ - آرایش الکترودی استفاده شده
۲۰	۴ - نحوه پردازش - تفسیر و نرم افزارهای مورد استفاده
۲۲	۵ - موقعیت جغرافیائی و راههای دسترسی
۲۶	۶ - اطلاعات کلی از زمین شناسی منطقه مورد مطالعه
۳۷	۷ - مطالعات قبلی انجام شده

## ٧ - بخش دوم : بررسی نتایج مطالعات ژئوفیزیک

صفحه	عنوان
٤٠	٧-١- بررسی نقشه تغییرات شارژ ابیلیته (IP)
٤١	٧-٢- بررسی نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی (RS)
٤٤	٧-٣- بررسی شبه مقاطع
٤٥	٧-٣-١- بررسی شبه مقطع 30
٤٧	٧-٣-٢- بررسی شبه مقطع 35
٤٩	٧-٤- نتیجه گیری و پیشنهادها

## فهرست نقشه ها و دیاگرام ها

شکل شماره A1	نقشه راههای دسترسی منطقه
شکل شماره A2	نقشه توپوگرافی منطقه
شکل شماره A3	نقشه زمین شناسی منطقه با مقیاس ۱/۲۰,۰۰۰
شکل شماره A4	عکس هائی از منطقه مورد مطالعه شامل آثار مینرالیزاسیون و رگه های سیلیسی
نقشه شماره 1-G	نقشه موقعیت Configuration Map
نقشه شماره 2-G	نقشه تغییرات شارژاییته Chargeability Map
نقشه شماره 3-G	نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی Resistivity Map
نقشه های شماره 4-G، 4-G <sub>1</sub> ، 4-G <sub>2</sub> و 5-G، 5-G <sub>1</sub> و 5-G <sub>2</sub>	
نقشه های شبه مقاطع و مقاطع مدلسازی شده شارژاییته IP و مقاومت الکتریکی RS Pseudo Section Map& Inverse Model Map (Chargeability& Resistivity)	

## چکیده

در منطقه انیق بر مبنای اطلاعات زمین شناسی و وجود دگرسانی های مختلف همچنین نتایج نمونه های برداشت شده ژئوشیمی از این منطقه آثار کانی سازی بصورت سولفورهای مس و آهن همچنین در رگه های سیلیسی آثار طلا مشخص گردید و لذا انجام مطالعات ژئوفیزیک با روش ژئوالکتریک شامل پلاریزاسیون القائی و مقاومت سنجی پیشنهاد گردید که انجام آن طی قرارداد شماره ۲۱۷۹-۳۰۰ مورخ ۸۶/۴/۱۳ از طرف معاونت اکتشاف سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور به این مشاور واگذار گردیده است.

اکیپ ژئوفیزیک برداشت های صحرائی را در ماه مرداد ماه ۱۳۸۷ شروع کرد که متأسفانه در اثر وجود شرایط نامساعد، کارهای صحرائی به اتمام نرسید و برداشت ها در زون محدودی انجام گرفت. در این منطقه کلا " ۷۴۷ اندازه گیری با طول خط جریان  $AB=800$  متر و فاصله الکترودی پتانسیل  $MN=20$  متر انجام گرفت که ۴۳۲ اندازه گیری با آرایه رکتانگل و ۳۱۵ اندازه گیری با آرایه داپیل - داپیل بوده است ، شبکه اندازه گیری با آرایه رکتانگل،  $۵۰ \times ۲۰$  انتخاب گردیده است، نتایج بدست آمده ابتدا مورد تفسیرهای مقدماتی قرار گرفته و پس از مشخص شدن محورهای آنومالی مقاوم الکتریکی که از نظر ردیابی رگه های سیلیسی مورد نظر بود ، دو شبه مقطع از مراکز آنومالی ها و با فواصل الکترودی متفاوت انجام گرفته است، نتایج بدست آمده با نتایج مطالعات زمین شناسی و ژئوشیمی تلفیق شده و پس از بحث و تبادل نظر با کارشناسان مربوط به این پروژه محل گمانه های اکتشافی برای این مرحله مشخص و ارائه شده است.

## پیش آغاز

اطلاعات کلی از یک منطقه که در زمان های زیادی بدست آمده و جمع آوری آنها و زمین شناسی عمومی منطقه همراه با برداشت های ژئوفیزیک هوایی می تواند زون های متناسب برای اکتشافات معدنی را مشخص نماید، اکتشافات زمینی و بازدید از مناطق مشخص شده و تهیه نقشه های زمین شناسی عمومی و برداشت محدوده زون های منیرالیزه قبل از انجام مطالعات ژئوفیزیک زمینی انجام می گیرد.

بطور کلی میتوان گفت که مطالعات ژئوفیزیک همراه با مطالعات ژئوشیمی تفصیلی در فاز دوم اکتشاف قرار می گیرد، نحوه انتخاب محدوده هایی که در این گزارش به نتایج مطالعات ژئوفیزیک آنها پرداخته می شود نیز بر این اساس بوده است، با توجه به منیرالیزاسیون موجود در مناطق مختلف استفاده از روش ژئوالکتریک، مغناطیس سنجی و در مواقعی گرانی سنجی می تواند اساس این مطالعات باشد که با توجه به برنامه پیشنهادی برای مطالعات ژئوفیزیک، در فاز اول از روش ژئوالکتریک شامل روش پلاریزاسیون القائی Induced Polarization و روش مقاومت سنجی Resistivity که بطور مخفف IP و RS اطلاق می شود استفاده شده است.

منطقه ای که مورد مطالعه قرار گرفته در محدوده انیق در استان آذربایجان شرقی - ارسباران قرار گرفته که انجام آنها طی قرارداد شماره ۲۱۷۹-۳۰۰ مورخ ۱۳/۴/۱۳۸۶ به این مشاور واگذار گردیده است، برداشت های صحرائی توسط یک اکیپ ژئوفیزیک به سرپرستی آقایان محمد افخمی و محمد سیدشکری کارشناس و همکاری آقای بهرام فتاح تکنسین این مشاور بعمل آمده و گزارش توسط آقای دکتر جعفر کیمیاقلم تهیه گردیده است، لازم به توضیح است که کارشناسان این مشاور با کارشناسان زمین شناسی منطقه آقای مهندس علی اصغر مختاری در مورد نتایج بدست آمده بحث های لازم را انجام و تبادل اطلاعات نموده اندولی متأسفانه ادامه کار بعلت وجود مشکلات کارگری انجام نگرفت که با موافقت مسئولین سازمان، ادامه اکتشافات به بعد موکول شد.

گزارش تهیه شده شامل دو بخش می باشد ، در بخش نخست کلیاتی راجع به اهداف مطالعات ژئوفیزیک ، اطلاعات کلی از روش های استفاده شده ، نحوه پردازش داده ها و زمین شناسی محدوده زیر پوشش عنوان شده و سپس در بخش دوم نتایج مطالعات برای محدوده های برداشت شده مورد بحث و بررسی قرار گرفته است . نتیجه گیری کلی پس از تلفیق کلیه اطلاعات ، انجام و نهایتاً " پیشنهادهای لازم و محل گمانه های اکتشافی با مشخصات کامل ارائه گردیده 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 ، در این مناطق عنوان نمود.

الف - مشخص کردن آنومالی های IP و RS

ب - تعیین گستره آنومالی ها بصورت جانبی و عمقی

ج - ردیابی گسل ها و همبندی 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 - نحوه انجام عملیات صحرائی و مشخصات دستگاه های ژئوفیزیک



برای برداشت داده ها در هر محدوده با داشتن اطلاعات زمین شناسی و وسعت و گستره زون های مینرالیزه ابتدا خط مبنائی در امتداد زون های مینرالیزه در نظر گرفته شده و با G.P.S این خط در زمین با فواصل ۵۰ متر از یکدیگر علامتگذاری و با رنگ مشخص گردیده است، با توجه به شبکه اندازه گیری، ایستگاه های اندازه گیری با فواصل ۲۰ متر در روی مقاطعی که عمود بر خط مبنا می باشند با G.P.S در زمین پیاده شده اند ، در مناطق مورد مطالعه برای اندازه گیری فاکتورهای IP و RS از دستگاه های IPR-10A استفاده گردیده که شامل یک دستگاه گیرنده رقومی (Receiver) و یک دستگاه ترانسمیتر TSQ-3/3000W و یک دستگاه ژنراتور می باشد ، اندازه گیری در حوزه زمان انجام می گیرد و مشخصات آنها بصورت زیر است:

#### گیرنده IPR-10A (Receiver):

- طیف ولتاژ اولیه از ۳۰ میکرو ولت تا ۳۰ ولت
- دقت اختلاف پتانسیل اندازه گیری شده  $0.1\text{mv/v}$
- دقت پتانسیل خودزا ۱٪
- صفحه نمایشگر رقومی
- ابعاد  $310\text{mm}\times 150\text{mm}\times 170\text{mm}$
- وزن ۳ کیلوگرم
- این دستگاه مقدار شارژ ابلیته را پس از خنثی کردن پتانسیل طبیعی زمین در ۶ پنجره زمانی در منحنی دشارژ می تواند اندازه گیری کند.

#### ترانسمیتر TSQ-3/3000W:

- قدرت خروجی حداکثر 3000 وات
- ولتاژ خروجی از ۳۰۰ تا ۱۵۰۰ ولت
- حداکثر جریان خروجی ۱۰ آمپر
- دقت قرائت 10 mA میلی آمپر
- ابعاد  $350\text{mm}\times 530\text{mm}\times 320\text{mm}$
- درجه حرارت مجاز اندازه گیری از  $+50^{\circ}\text{C}$  تا  $-30^{\circ}\text{C}$
- وزن ۳۰ کیلوگرم

#### الکترودها

- برای ارسال جریان، از الکترودهای آهنی و برای اندازه گیری از الکترودهای غیر قابل پلاریزه استفاده می شود.
- در تصویرهای پیوستی دستگاه های مورد استفاده نشان داده شده است.



شکل الف - دستگاه ژنراتور ، دستگاه ترانسیمتر و دستگاه گیرنده



شکل ب - دستگاه ترانسیمتر TSQ-3



شکل ج - گیرنده IPR-10A

دستگاه های ژئوفیزیکی IP ساخت کمپانی Scintrex که مورد استفاده قرار گرفته است.



### 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 (شکل ۳) را در نظر گرفته و با تزریق جریان مستقیمی توسط دو الکتروده A و B با شدت جریان I مقدار پتانسیل حاصله  $\Delta V$  بین دو الکتروده M و N قابل اندازه گیری است. شکل های شماره ۱ الف و ب تغییرات شدت جریان I و  $\Delta V$  را برای یک سیکل زمان  $T + \theta$  نشان می دهد، T زمان پخش جریان در زمین و  $\theta$  زمان قطع می باشد، زمان های T و  $\theta$  به اندازه ای انتخاب می شوند تا مقدار آن کافی برای برقراری یک سیستم پخش و قطع کامل جریان در زمین باشد. با توجه به شکل ۱ (ب) دیده می شود که افت پتانسیل  $\Delta V$  در موقع قطع جریان بصورت منحنی تغییر کرده (منحنی دشارژ) و در نهایت بجانب با محور زمان می گردد.

این پدیده که می تواند از چند ثانیه تا چند دقیقه طول بکشد بسیار مشخص بوده و نتیجه یک عمل القائی است و بنام پدیده پلاریزاسیون القائی (IP) Induced Polarization نامیده می شود، این پدیده را میتوان پس از قطع جریان مورد تجزیه و تحلیل قرار داد، اندازه گیری مقدار پتانسیل باقیمانده  $\Delta V_{IP0}$  بلافاصله بعد از قطع جریان بعلت گرادیان زیاد منحنی مشکل می باشد و لذا تغییرات آن پس از گذشت اندک زمانی اندازه گیری می گردد ( $\Delta V_{IPt}$ ).

##### ۳ - ۱ - ۲ - منشاء پدیده IP

دامنه منحنی دشارژ 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  $V_{IP}$  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 بهم 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 برمیگردد، در زمین انتشار یون ها بوسیله آبهای زیر زمینی موجود در درزه ها، شکستگی ها 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 الکتروولیتی پخش شده و اختلاف پتانسیل ایجاد شده در دانه کانه فلزی در زمان کوتاهی به سمت صفر میل می کند، این فرایند مبنای اندازه گیری شارژابیلیته در روش اندازه گیری زمان حوزة ای است، از آنجائیکه این پدیده سطحی است لذا هر قدر کانی سازی بصورت دانه ای (Dessiminated) باشد پدیده IP قویتر خواهد بود و این مزیتی بر سایر روشهای ژئوفیزیکی است.

### ۳-۱-۴ - پلاریزاسیون غشائی یا الکتروولیتی

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 "بعلت حضور کانی های رسی است، سطح کانی های رسی 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 حالت 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 حوزة ای و روش فرکانس حوزة ای است که شرح مختصری از آنها ارائه می گردد.

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

همانگونه که در پدیده IP شرح داده شد زمانیکه 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 شارژیابلیته را در لحظه قطع جریان نمی توان اندازه گیری نمود زیرا گرادیان منحنی بسیار زیاد است، در عمل محدوده زیر منحنی دشارژ را در فاصله زمانی  $t_1$  و  $t_2$  پس از قطع جریان اندازه گیری کرده و مقادیر آن به  $\Delta V_s$  (ولتاژ اولیه) تقسیم می گردد تا تاثیر تغییرات ولتاژ اولیه از بین برود در این صورت مقدار شارژیابلیته اندازه گیری شده برابر:

$$S = \frac{\int_{t_1}^{t_2} \Delta v \, dt}{\Delta V_s}$$

و واحد آن  $mv/v$  خواهد بود.

دستگاه های اندازه گیری می توانند پس از خنثی کردن پتانسیل طبیعی زمین مقدار شارژیابلیته 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 (بطور 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 ( $\rho_{af}$ ) بیشتر از این مقدار در فرکانس بالاتر ( $\rho_{aF}$ ) می باشد. بدین ترتیب در روش فرکانس - حوزه ای پارامتر اثر فرکانس (FE) بصورت زیر تعریف می شود :

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

اثر فرکانس (FE) بدون واحد بوده و میتوان از درصد اثر فرکانس (PFE) نیز استفاده کرد که در

اینصورت خواهیم داشت :

$$PFE = 100 FE$$

پارامتر دیگری که از اثر فرکانس بدست میآید با نام ضریب فلزی (MF) بصورت زیر ارائه شده است.

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

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

رابطه بین اثر فرکانس و ضریب فلزی بصورت زیر می باشد:

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

### ۳ - ۲ - روش مقاومت سنجی : Resistivity

مقاومت ظاهری سنگها 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 A و B و اندازه گیری پتانسیل حاصله بوسیله دو الکتروود دیگر M و N انجام میگردد. در این حالت مقدار مقاومت ظاهری  $\rho_a$  از رابطه  $\rho_a = k\Delta v/I$  بدست آید.

مقدار k برابر  $2\pi$

$$k = \frac{1}{AM - 1/AN - 1/BM + 1/BN}$$

بوده و بر حسب موقعیت الکتروودها متفاوت است ، این ضریب برای آرایه های مختلف قبلاً محاسبه می گردد. یادآوری می گردد که مقاومت ویژه سنگها 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 همزمان 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  $\Delta V$  مقدار  $\rho_a$  برای هر ایستگاه از رابطه  $\rho_a = k\Delta v/I$  محاسبه میگردد. با تهیه نقشه های تغییرات مقاومت ویژه ، همبری ها ، گسل های احتمالی ، محل تجمع مواد هادی و غیره مشخص می گردد. لازم به یادآوری است چون در موقع اندازه گیری مقدار  $\Delta V$  برای محاسبه مقاومت ظاهری باید مقدار پتانسیل خودزای زمین خنثی گردد لذا مقدار آن قابل اندازه گیری است ولی از آنجائیکه نقشه های پتانسیل خودزا نمی توانند بطور قاطع وجود مواد معدنی پر عیار را مشخص نمایند ( مگر در حالت های خاص ) لذا فقط نقشه های تغییرات شارژ ابیلیته و مقاومت ظاهری تهیه و مورد تفسیر قرار میگیرند.

### ۳ - آرایش های الکترودی استفاده شده:

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 الکترودی انجام می گیرد. در مرحله اول بمنظور شناخت گسترش جانبی بی هنجاری ها از آرایش مستطی (Rectangle) استفاده میشود و سپس جهت بررسی عمقی بی هنجاری ها آرایش دو قطبی - دوقطبی (Dipole-Dipole) بکار برده می شود. در اینجا به چگونگی برداشت های IP و مقاومت ویژه با آرایشهای یاد شده که بیشترین کاربرد را در این مطالعات بخود اختصاص می دهد پرداخته میشود.

#### - 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 شارژ ایلیته و مقاومت الکتریکی توسط دو الکتروود M و N 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 ایلیته 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 الکترودی 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 و نقشه های تغییرات IP و RS تهیه می گردد. 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، الکتروودهای A, B, M, N 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  $O_2$  بترتیب مراکز AB و MN می باشند، در عمل معمولاً " $L_1=nL$  و  $L_2=L$  انتخاب می شود. شکل شماره ۳ وضعیت الکتروودها را نسبت بهم برای  $n=2, 3, 4$  نشان می دهد. 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 شارژابلیته نقاط مختلفی در عمق اندازه گیری میشود، با تغییر محل AB و تکرار اندازه گیری ها نقاط دیگری مورد اندازه گیری قرار میگیرد، اندازه گیری ها معمولاً " به نقطه برخورد خطوطی که با زاویه ۴۵ درجه از نقاط O<sub>1</sub> و O<sub>2</sub> رسم می شود نسبت داده میشود (شکل ۳).

بدین ترتیب با رسم خطوط هم شارژ ابلیته و یا هم مقاومت الکتریکی شبه مقطع IP و RS از زمین تهیه می شود مسلماً این نوع شبه مقطع یک حالت کلی از تغییرات شارژ ابلیته و مقاومت الکتریکی زمین را نشان می دهد زیرا عمق نفوذ فقط به فواصل الکترودها مربوط نبوده و به مقاومت ظاهری و تغییرات آن نیز بستگی دارد برای نتیجه گیری بهتر مقاطع مدلسازی شده تهیه و تفسیرها بر مبنای آن ارائه می گردد.

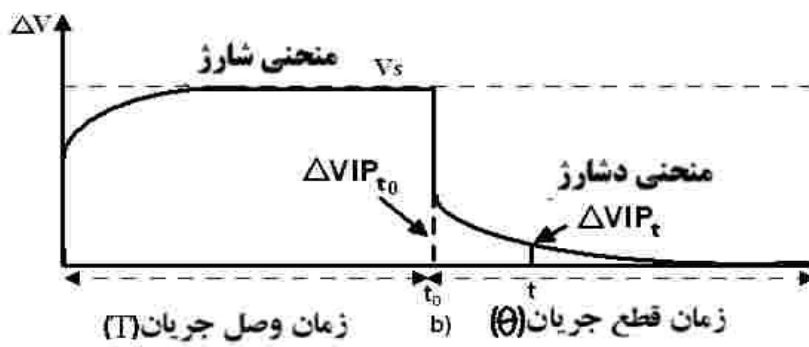
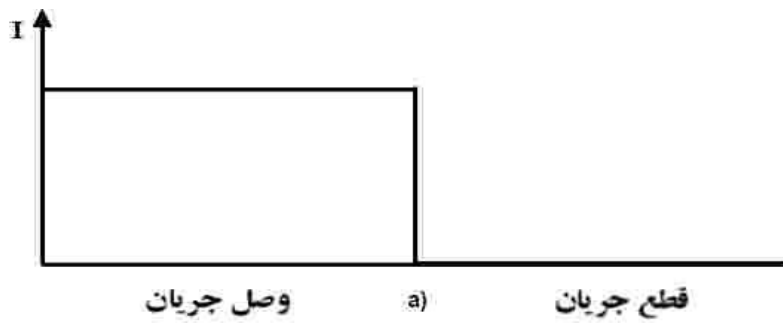


Fig.No. : 1 (ب) نمودار تغییرات پتانسیل

شکل شماره ۱ - تغییرات جریان و پتانسیل در زمین در یک سیکل قطع و وصل جریان

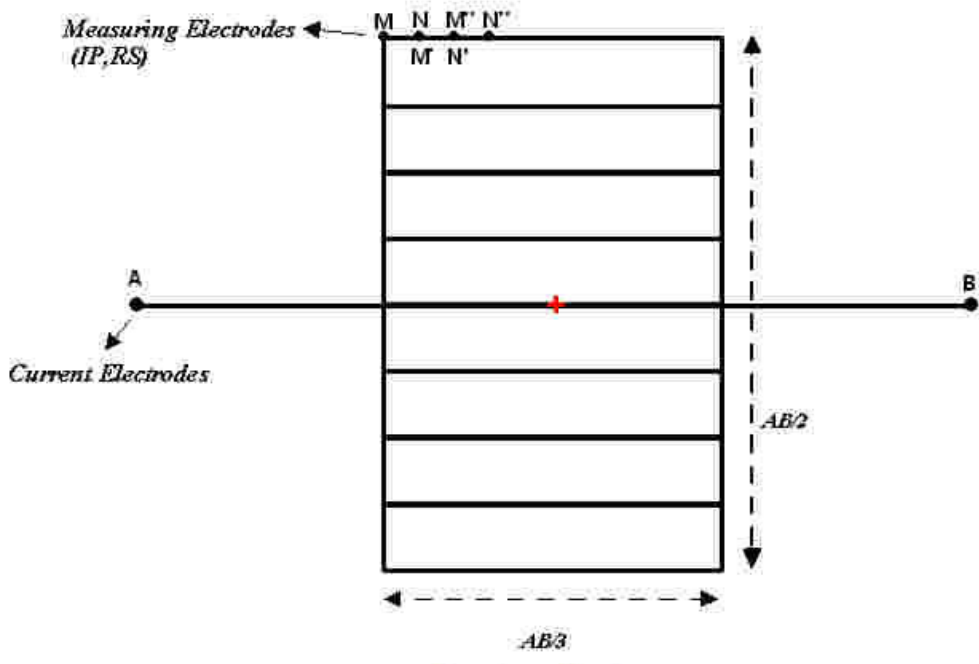


Fig. No.: 2 **Rectangle Array**

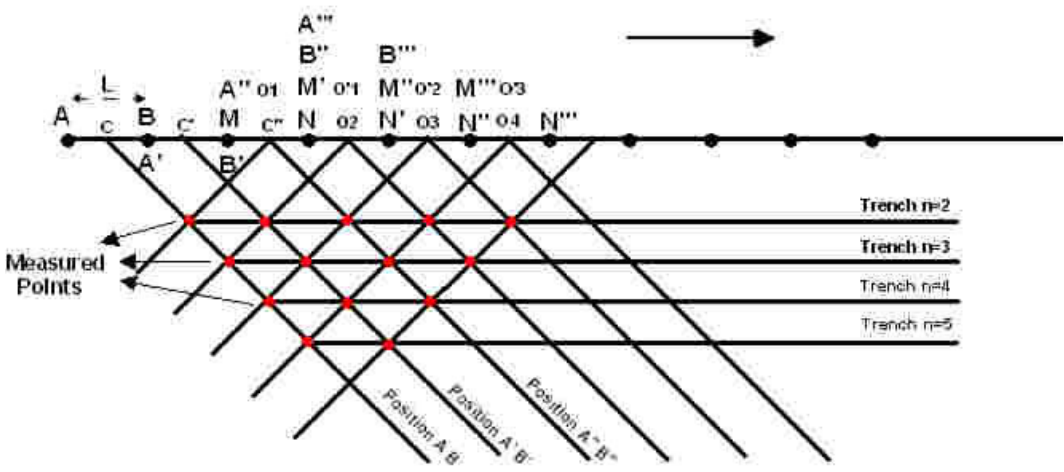


Fig. No.: 3 **Dipole - Dipole Array**

#### ۴ - 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 می گردد ، نحوه تهیه این نقشه ها ، پردازش و تفسیر نتایج بصورت زیر می باشد.

#### ۴-۱ - تهیه نقشه تغییرات شارژاییلیته IP Chargeability Map

برای تهیه نقشه تغییرات شارژاییلیته ابتدا به طیف تغییرات مقادیر شارژاییلیته توجه کرده و فاصله پربندی ها طوری انتخاب می شود که محدوده هائی که دارای شارژاییلیته نسبتاً زیاد است بخوبی درنقشه ظاهر گردند ، می توان فاصله پربندی را  $0.5\text{mv/v}$  تا  $5\text{mv/v}$  و یا بیشتر انتخاب نمود، این نقشه ها با مقیاس خطوط رنگی و یا با طیف رنگ نشان داده می شوند می توان این نقشه ها را نیز بصورت ۳ بعدی ارائه نمود برای تعبیر و تفسیر نقشه تغییرات شارژاییلیته با توجه به مقدار زمینه Back Ground در یک سازند ، محدوده های آنومالی مشخص می شود، معمولاً "محدوده ای که مقادیر شارژاییلیته آنها بیشتر از ۲ تا ۲/۵ برابر زمینه می باشند آنومالی تلقی می گردد، محدوده های آنومالی بصورت محورهای آنومالی مشخص شده و زون بندی و شماره گذاری می شوند ، تفسیر آنومالی ها عبارتست از ارائه گستره آن ، مطابقت آنها با سازندی که آنومالی در آن واقع شده ، بررسی آنومالی ها در سر زمین و انطباق آنها با کانی سازی های موجود ، مطابقت نقشه های تغییرات IP و RS و مشخص کردن هم بری ها و گسل ها و غیره

#### ۴-۲ - تهیه نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی RS (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 مختلف از جمله ۱۰ ، ۲۰ و ... اهم متر استفاده نمود ، با توجه به اینکه در اغلب موارد محدوده هائی که دارای افت مقاومت الکتریکی بوده و احتمال داده می شود که این افت مقاومت الکتریکی در رابطه با زون های مینرالیزه خصوصاً "سولفیدها باشد باید پربندی را طوری انتخاب نمود که زون های هادی الکتریکی گویاتر درنقشه ظاهر شوند ، استفاده از مقیاس خطوط رنگی و یا طیف رنگی این زون ها را بارزتر مشخص می کند. در مواقعی که طیف مقاومت الکتریکی وسیع است از ضریب  $\sqrt{2}$  استفاده میشود، بطوریکه تغییرات مقدار خطوط هم مقاومت الکتریکی مضربی از  $\sqrt{2}$  است ، در این نوع پربندی زون های

هادی الکتریکی بهتر نمایان می شوند در نقشه هائی که از این نوع پربندی استفاده میشود خطوط هم تراز با هموار کردن مقادیر عددی بصورت زیر انتخاب میشوند.

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

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 احتمالی در این نوع نقشه ها مشخص می گردند .

#### ۴-۳ - 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 میگردد ، 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 افزارهای 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 شارژیابلیته زیاد و مترادف آن با مقاومت الکتریکی کم بعنوان آنومالی های جالب در نظر گرفته شده و محل گمانه های حفاری ، شیب و عمق آنها مشخص می شوند.

#### ۴-۴ - نرم افزارهای مورد استفاده

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

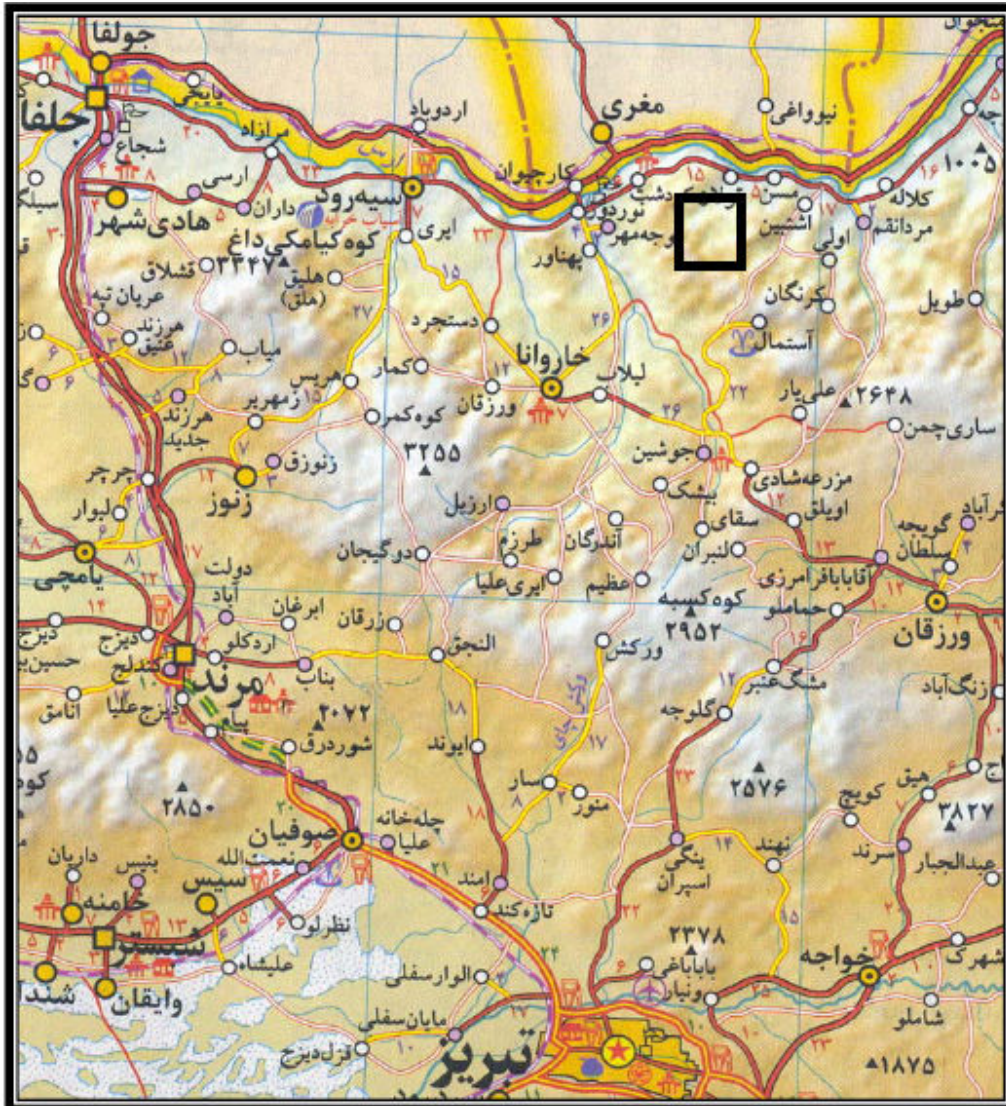
- ترسیم نقشه های سه بعدی ، دو بعدی Surfer 8
- مدلسازی معکوس Version 3.5- RES2DINV
- نقشه موقعیت و مختصات نقاط Map Source

## ۵ - موقعیت جغرافیائی و راه های دسترسی

منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان خاوری، در فاصله هوایی حدود ۸۵ کیلومتری شمال - شمال خاور شهر تبریز و حدود ۲۵ کیلومتری شمال خاور بخش خاروانا و در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی سیه رود واقع شده است.

منطقه مطالعاتی انیق - قره چیلر از لحاظ تقسیمات کشوری در استان آذربایجان خاوری، شهرستان جلفا و بخش سیه رود واقع شده است. روستاهای انیق، قره چیلر، قره دره و اغان در داخل منطقه مورد مطالعه واقع شده اند که روستای انیق با حدود ۴۰ خانوار بزرگترین روستا بوده و روستای قره چیلر با ۶ خانوار در جایگاه بعدی قرار دارد.

مسیر دستیابی به این منطقه، از طریق جاده تبریز - ورزقان - خاروانا امکان پذیر است که از محل روستای جوشین، بعد از پیمایش حدود ۳۷ کیلومتر به سمت شمال در امتداد یک جاده خاکی به روستای انیق می رسیم. علاوه بر این، با استفاده از مسیر تبریز - جلفا و طی مسیر در امتداد جاده مرزی جلفا - خداآفرین تا روستای قولان، پس از طی ۸ کیلومتر مسیر پیاده در امتداد رودخانه قولان به سمت جنوب به روستای قره چیلر می رسیم. شکل ۵-۱ موقعیت جغرافیائی منطقه مطالعاتی و راه های دسترسی به آن و همچنین شکل شماره A1 نقشه توپوگرافی منطقه را نشان می دهد.



شکل ۵-۱- موقعیت جغرافیائی منطقه مطالعاتی و راههای دسترسی به آن.

## ۵-۱- ریخت شناسی و آب و هوا

منطقه مورد مطالعه از لحاظ شرایط اقلیمی، کوهستانی بوده و در برگیرنده کوههای سر به فلک کشیده قره داغ می باشد. این منطقه از جمله مناطق سرسبز و دارای کوههای مرتفع و برفگیر با زمستانهای سرد و تابستان های معتدل می باشد و از آب و هوای خنک و دلپذیری برخوردار است. وجود پوشش جنگلی بسیار زیبا در دامنه های شمالی کوهستانها باعث هوای ملایم و مطبوع می گردد. البته جریان هوا و وزش بادهای نیز موجب تغییرات آب و هوایی این منطقه گردیده است. در شکل ۵-۲ نمایی از بارش برف در اواسط اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۵ در منطقه مطالعاتی به نمایش گذاشته شده است.





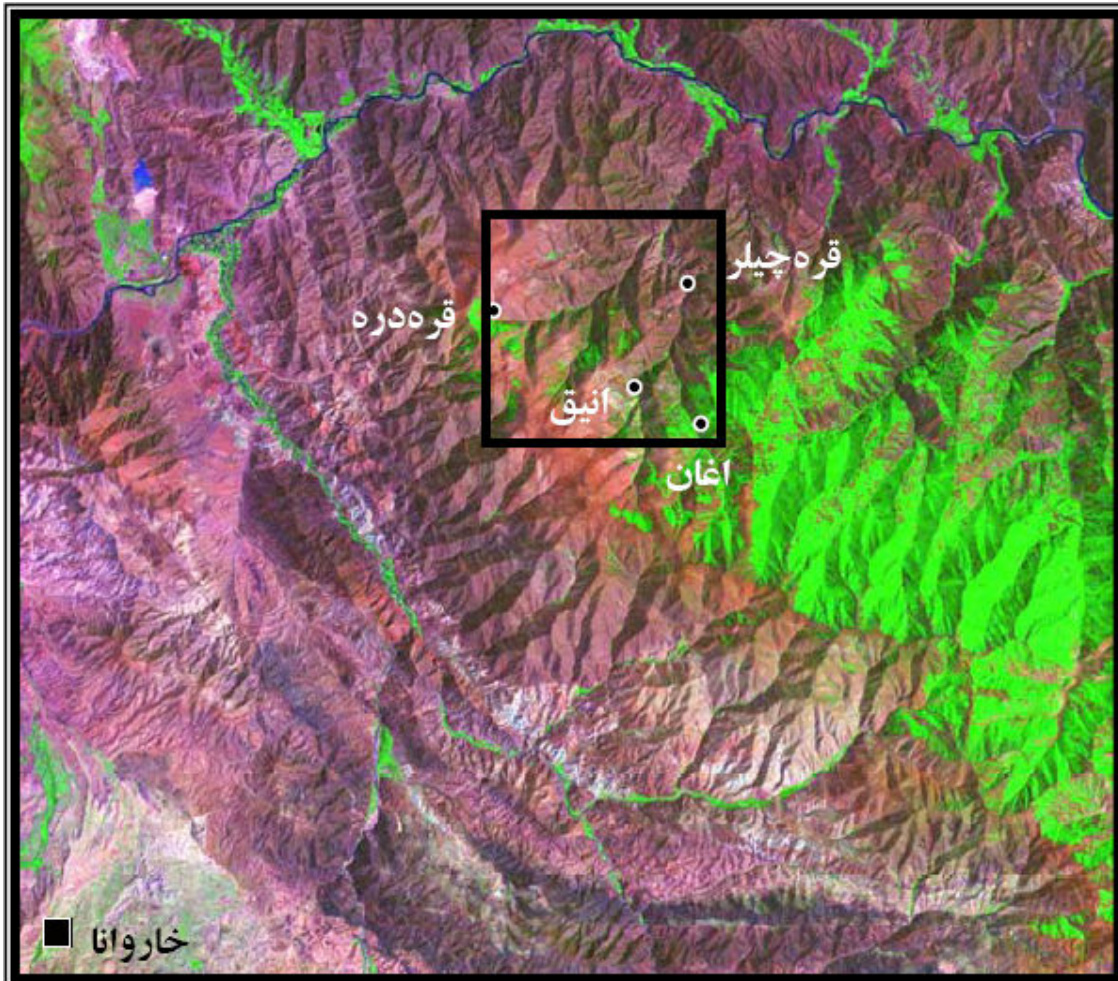
شکل ۵-۲- نمایی از بارش برف در اواسط اردیبهشت ماه منطقه مطالعاتی (دید به سمت جنوب).

منطقه قره داغ بخاطر کوههای سرسبز و جنگل های زیبا و مراتع غنی، از زیبایی و جلوه خاصی برخوردار بوده و در مجموع این منطقه کانون زیبایی و شکوه و عظمت طبیعت، قدمت تاریخی و تنوع گیاهی و جانوری است. این منطقه با برخورداری از اشکال متنوعی از صخره ها، جنگلها، مراتع، رودخانه ها، کشتزارها و...، طیف وسیعی از زیستگاهها را در بر می گیرد که هر یک محل زیست انواع خاصی از گونه های حیات وحش هستند.

این منطقه از مهمترین و مناسب ترین زیستگاههای پستانداران بزرگی نظیر کل و بز، گراز، خرس قهوه ای، گرگ، سیاه گوش، روباه، خرگوش و پلنگ بشمار می رود.

مرتفع ترین نقطه منطقه مطالعاتی با ارتفاع حدود ۱۷۹۰ متر در حاشیه جنوب خاوری منطقه، در حد فاصل روستاهای انیق - اغان و پست ترین نقطه با ارتفاع حدود ۷۳۴ متر در حاشیه شمال خاوری محدوده و در داخل رودخانه قولان واقع شده است. شکل ۵-۳، تصویر ماهواره ای محدوده اکتشافی و مورفولوژی آن را نشان می دهد.





شکل ۳-۵- تصویر ماهواره ای منطقه مطالعاتی و موقعیت روستاهای موجود در منطقه (مقیاس ۱/۲۰۰۰۰)

## ۶ - اطلاعات کلی از زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (تلخیص از گزارش سازمان زمین

شناسی توسط آقای مهندس علی اصغر مختاری)

در تقسیم بندی زونهای زمین ساختی - رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵) منطقه مورد مطالعه در زون البرز - آذربایجان واقع می شود. زون البرز - آذربایجان از زونهای پویا از لحاظ ماگماتیسم بویژه در طی دوران سنوزوئیک بوده است. در این دوران، ماگماتیسم شدت داشته که اوج آن در ائوسن و الیگوسن بوده و باتولیت قره داغ یکی از مهم ترین توده های نفوذی مربوط به اولیگوسن - میوسن است. در اینجا از ذکر واحدهای لیتولوژیکی تشکیل دهنده این منطقه صرف نظر نموده و به ذکر زمین شناسی منطقه مورد مطالعه اکتفا می شود.

### ۶ - ۱ - زمین شناسی منطقه مطالعاتی

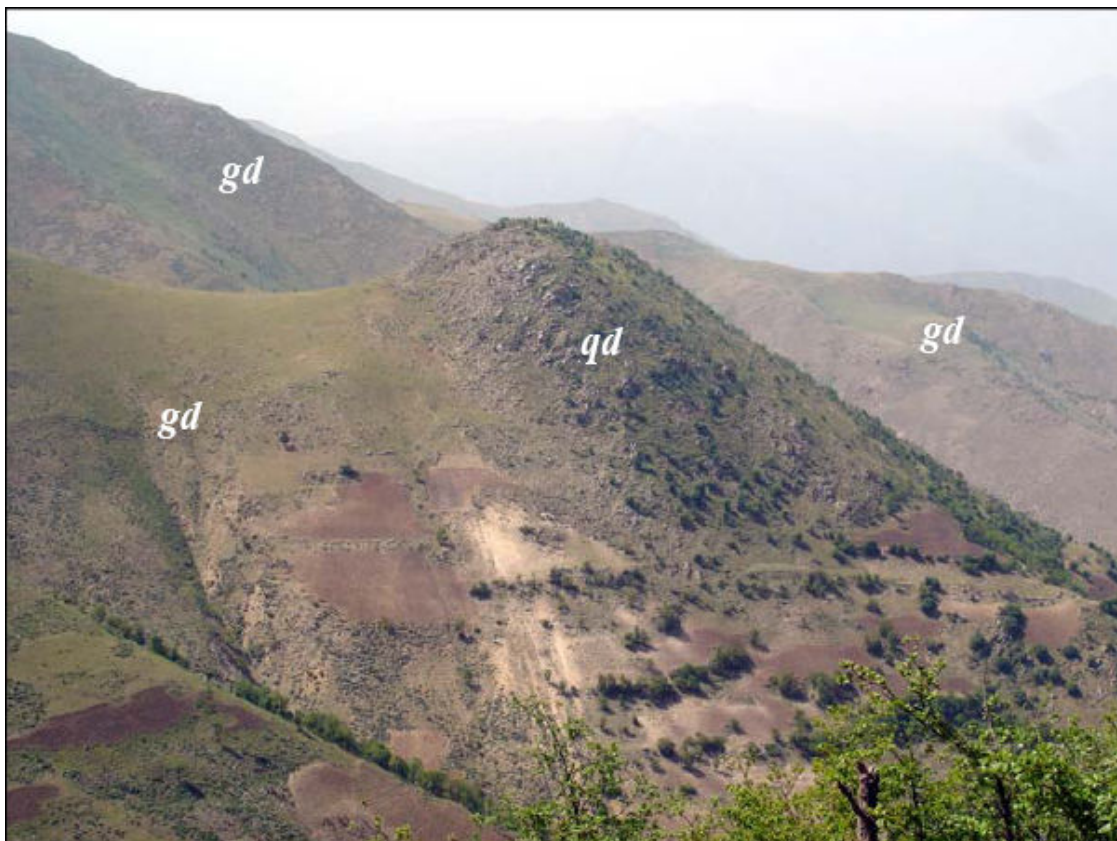
به منظور بررسی چگونگی ارتباط آثار و رخدادهای کانی سازی با پدیده های زمین شناسی (سنگ شناسی، تکتونیک و دگرسانی)، نقشه زمین شناسی محدوده مطالعاتی با مقیاس تقریبی 1/20/000 و در وسعت حدود ۴۰ کیلومتر مربع تهیه گردید (شکل شماره A2). در این مرحله از عکس های هوایی در مقیاس 1/20/000 و تصاویر ماهواره ای استفاده شده است. بطور کلی، واحدهای لیتولوژیکی تشکیل دهنده این منطقه تماما "متعلق به سنوزوئیک بوده و تماما" از نوع آذرین نفوذی هستند. این منطقه در برگیرنده چهار فاز نفوذی قابل تفکیک می باشد که بترتیب از قدیم به جدید عبارتند از: ۱ - توده نفوذی با ترکیب گرانودیوریت - کوارتز مونزودیوریت ۲ - توده نفوذی با ترکیب دیوریت ۳ - استوکهای کوارتز مونزونیتی ۴ - دایکهای اسیدی و حدواسط.

- واحد gd

بخش عمده منطقه مطالعاتی (حدود ۸۰٪) توسط این فاز نفوذی که دارای ترکیب گرانودیوریت - کوارتز مونزودیوریت می باشد، پوشیده شده است. این سنگها، میزبان کانی سازی و رگه های کوارتزی منطقه اکتشافی انیق - قره چیلر می باشند. این سنگها دارای بافت هتروگرانولار و مونزونیتی بوده و کانیهای اصلی متشکله آنها شامل پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپار، کوارتز، آمفیبول و بیوتیت می باشد. کانیهای اوپاک، اسفن، پیروکسن، آپاتیت و زیرکن نیز بعنوان کانی های فرعی حضور دارند.

## - واحد qd

این واحد بصورت استوکهایی با ترکیب دیوریت - کوارتز دیوریت در جنوب منطقه مطالعاتی (جنوب روستای انیق) بداخل فاز گرانودیوریتی نفوذ کرده است (شکل ۶-۱). این سنگها دارای بافت هتروگرانولار بوده و کانی های اصلی آن شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول، پیروکسن، کوارتز، بیوتیت و آلکالی فلدسپار می باشد. کانی های اوپاک، اسفن و آپاتیت نیز کانی های فرعی هستند.



شکل ۶-۱- نمایی از استوک کوارتز دیوریتی واقع در جنوب روستای انیق که بداخل توده گرانودیوریتی نفوذ کرده است (دید به سمت شمال باختر).

این واحد بصورت دو استوک کوچک با ترکیب کوارتز مونزونیتی یکی در جنوب روستای انیق و دیگری در جنوب خاور روستای قره چیلر می باشد. استوک کوارتز مونزونیتی واقع در جنوب روستای انیق (شکل ۶-۲)، به شدت متحمل دگرسانی سریسیتی شده و حاوی کانی سازی سولفیدی بصورت پراکنده در متن سنگ می باشد. رگه و رگچه های متعدد کوارتزی استوک را در جهات مختلف قطع کرده اند.



بطور کلی، این توده متحمل دگرسانی نسبتاً شدیدی شده و در آن کانیهای کوارتز و آلپیت نئو فرمه، سربیسیت، کلسیت و کانیهای رسی به همراه پیریت در مقادیر زیاد تشکیل شده اند.



شکل ۶-۲- نمائی از استوک کوارتز مونزونیتی واقع در جنوب روستای انیق

#### ۶-۱-۱- دایکهای حد واسط و اسیدی

- دایکهای اسیدی

دایکهای اسیدی عمدتاً در منطقه قره چیلر و در مجاورت بارگه های کوارتزی حضور دارند. بخش عمده این دایکها دارای ترکیب ریولیتی- روداسیتی بوده و عموماً دارای امتداد شمال باختر- جنوب خاوری هستند. بافت این سنگها، پورفیری و میکرولیتیک پورفیری می باشد. علاوه بر دایکهای ریولیتی- ریوداسیتی یاد شده، دایکهای گرانیتی در ضخامتهای کم (حداکثر نیم متر) در برخی مناطق منطقه قره چیلر حضور دارند. این سنگها دارای بافت پورفیری بوده کانیهای اصلی آنها شامل پلاژیوکلاز، کوارتز، آلکالی فلدسپار و بیوتیت است. همچنین دایکهای آپلیتی در ضخامتهای باریک در منطقه قره چیلر قابل مشاهده هستند این سنگها دارای بافت گرانولار بوده و آلکالی فلدسپار، کوارتز و پلاژیوکلاز کانیهای اصلی آنها می باشند

#### ۶-۱-۲- دایکهای حد واسط

دایکهای با ترکیب تراکی آندزیتی در مقادیر نسبتاً زیاد در منطقه زرلی دره (حد واسط روستاهای انیق و قره چیلر) و شمال منطقه مطالعاتی گسترش دارند. این سنگها دارای بافت پورفیری هستند. فنوکریست ها شامل بلورهای شکلدار تا نیمه شکلدار پلاژیوکلاز، آلكالی فلدسپار و مقدار کوارتز هستند. فنوکریست های پلاژیوکلاز، شکلدار بوده و ترکیب در حد آندزین دارند که متحمل دگرسانی سریستی و آرژیلی شده اند. کانیهای اوپاک بصورت بلورهای نسبتاً درشت وجود دارند که با توجه به شواهد صحرایی احتمالاً از نوع سولفیدی (پیریت) و سولفیدهای اکسیده هستند. تمامی کانیهای مافیک اولیه دگرسان شده اند. کلریتیزاسیون زمینه بسیار فراگیر می باشد.

تعدادی دایک آندزیتی نیز در ضلع خاوری رودخانه قولان (حاشیه خاوری منطقه مطالعاتی) وجود دارد این سنگها دارای بافت میکرولیتیک پورفیری بوده و کانیهای اصلی آنها شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت می باشد.

#### ۶-۲- کانی سازی در منطقه مطالعاتی

مهمترین سیمای کانی سازی در منطقه اکتشافی انیق - قره چیلر عبارت از رگه های کوارتزی و زونهای سیلیسی مینرالیزه در داخل گرانودیوریت می باشد. علاوه بر این، یک استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده در جنوب روستای انیق وجود دارد که حاوی کانی سازی سولفیدی و رگه و رگچه های کوارتزی می باشد. بطور کلی برپایه مطالعاتی صحرایی می توان چهار نوع و منطقه کانی سازی شده را در منطقه مطالعاتی شناسایی و تفکیک نمود (مختاری و همکاران، ۱۳۸۶): ۱- کانی سازی بصورت رگه های کوارتزی در منطقه قره چیلر (بخش شمالی منطقه مطالعاتی) ۲- کانی سازی بصورت رگه های کوارتزی، زونهای سیلیسی مینرالیزه و برشهای هیدورترمالی در منطقه زرلی دره (بخش مرکزی منطقه مطالعاتی) ۳- کانی سازی بصورت رگه های کوارتزی حاوی مولیبدن در منطقه قره دره و دره گوهران به ترتیب در حاشیه باختری و خاوری منطقه کانی سازی اصلی قره چیلر و زرلی دره) ۴- استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده حاوی کانی سازی در جنوب روستای انیق (بخش جنوبی منطقه مطالعاتی).

به منظور مطالعات ژئوشیمیایی و عیار سنجی طلا و عناصر همراه (Cu، Ag، Mo، As، Pb، Sb، Zn، Bi و W) حدود ۳۹۰ نمونه از رگه های کوارتزی، زونهای کانی سازی و نیز زونهای دگرسانی مختلف موجود در منطقه مطالعاتی در طی سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ برداشته شد. نمونه های یاد شده، در آزمایشگاههای سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شرکت زرکان و مرکز تحقیقات و

فرآوری موارد معدنی ایران، آماده سازی و آنالیز گردید. نتایج بدست آمده، گویای تمرکز بالای طلا در رگه های کوارتزی و زونهای کانی سازی منطقه مطالعاتی می باشد و حتی در نمونه هائی که تمرکز طلا پائین می باشد (نمونه های مربوط به زونهای دگرسانی)، باز هم میتوان غنی شدگی طلا را مشاهده نمود. ویژگیهای صحائی و گسترش رگه های کوارتزی و زونهای کانی سازی در منطقه قره چیلر و در محدوده مطالعات ژئوفیزیک بصورت زیر است.

#### ۶-۲-۱- کانی سازی در منطقه قره چیلر

کانی سازی در منطقه قره چیلر عبارت از دو رگه کوارتزی اصلی (GV1 و GV2) در داخل توده گرانودیوریتی می باشد که در جنوب، جنوب باختر، باختر و شمال باختر روستای قره چیلر واقع شده اند (شکل ۶-۳). فعالیت های معدنی قدیمی بصورت تونلهای استخراجی متعدد بر روی این رگه ها در سطوح مختلف قابل مشاهده هستند (شکل ۶-۴). علاوه بر رگه های کوارتزی یاد شده، چندین رگه کوارتزی کوتاه دیگر در این منطقه وجود دارد. مشخصات کلی دو رگه کوارتزی یاد شده در جدول ۳-۱ نشان داده شده است. بطور کلی این رگه ها دارای امتداد کلی شمال باختر- جنوب خاور و شیب حدود ۸۰ درجه بسمت شمال خاور می باشند. رگه های کوارتزی دارای بافت متراکم و توده ای بوده و کانی سازی سولفیدی (کالکوپیریت، مولیبدنیت، پیریت و ...) در داخل آنها وجود دارد (شکل ۶-۵). محتوای کانیهای سولفیدی در این رگه ها حداکثر به ۱۰ درصد می رسد. هاله های دگرسانی در اطراف این رگه ها عموماً "محدود بوده و حداکثر به یک متر می رسد. در برخی نقاط رگه های باریک کوارتزی حاوی کانی سازی سولفیدی و نیز رگه های آنکریتی در داخل این زونهای دگرسانی وجود دارد (شکل ۶-۷). همچنین رگه های کوارتزی باریک (حد اکثر ۲cm) متعددی بموازات هم در داخل گرانودیوریت دگرسان شده (سیلیسی و سریسیتی) وجود دارد (شکل ۶-۵، ۶-۶ و ۶-۷) که حاوی کانی سازی سولفیدی و آغشتگیهای مالاکیتی بوده و در مجموع ضخامت حدود ۵-۲ متر را تشکیل می دهند. بدلیل عملکرد شدید تکتونیک در این منطقه، امتداد رگه ها جابجائی های نسبتاً زیادی را نشان می دهد.

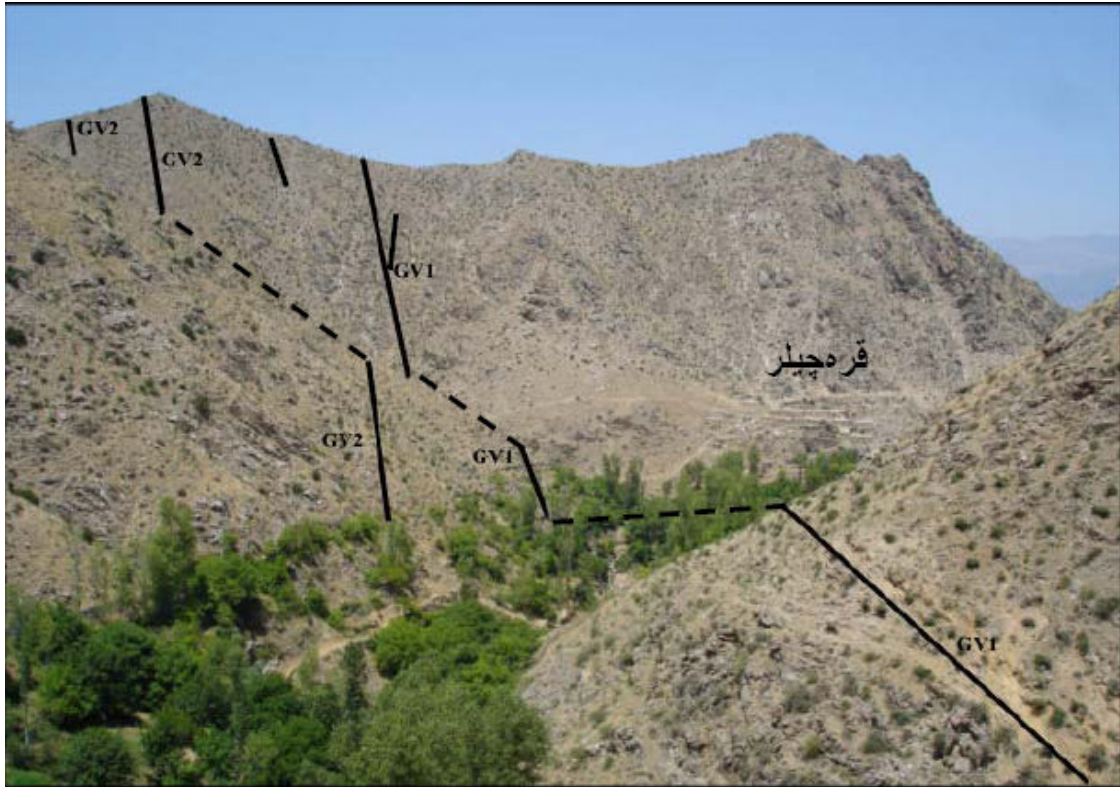
نام منطقه	شماره رگه کوارتزی	ضخامت رگه کوارتزی	طول رگه کوارتزی	امتداد کلی رگه کوارتزی
قره چیلر	GV2	۲-۰/۵ متر	حدود ۳۰۰ متر	N 135-145 E
	GV1	۲-۰/۵ متر	حدود ۷۰۰ متر	N 140 E

جدول ۱-۳ - مشخصات کلی رگه های کوارتزی موجود در منطقه قره چیلر



شکل ۳-۶- تونل های استخراجی قدیمی





شکل ۴-۶- نمای کلی از منطقه و موقعیت نسبی رگه های کوارتزی اصلی

علاوه بر رگه های کوارتزی، تعداد زیادی دایک با ترکیب ریولیتی- داسیتی در منطقه قره چیلر وجود دارد. امتداد کلی این دایکها تقریباً " با رگه های کوارتزی هم راستا می باشد(شمال باختر- جنوب خاور). در داخل این دایکها، کانی سازی سولفیدی پیریت و کالکوپیریت در مقادیر جزئی بصورت پراکنده در متن و در داخل حفرات و شکستگیها تشکیل شده است.





شکل ۵-۶- نمائی از رگه کوارتز GV2 در منطقه قره چیلر



شکل ۶-۶- رگه های آنکریتی در رگه های کوارتزی



شکل ۶-۷- نمائی از رگه های کوارتزی باریک و موازی هم در داخل گرانودیوریت

#### - فراوانی طلا و عناصر همراه در رگه های کوارتزی منطقه قره چیلر

همچنان که قبلاً گفته شد، کانی سازی در منطقه قره چیلر عبارت از دورگه کوارتزی اصلی بنامهای GV1 و GV2 و چند رگه کوارتزی فرعی و کوچک حاوی کانی سازی سولفیدی پیریت، کالکوپیریت و مولیبدنیت می باشد. لازم بذکر است که دایکهای با ترکیب ریولیتی تا ریوداسیتی د همراهی نزدیک با رگه های کوارتزی در این منطقه وجود دارد که حاوی کانی سازی نسبتاً خوبی هستند. برای اطلاعات بیشتر در مورد رگه های یاد شده و نتایج نمونه برداری می توان از گزارش زمین شناسی مهندس مختاری استفاده نمود.

### ۶-۳- دگرسانی در منطقه مطالعاتی

در محدوده مطالعاتی، دگرسانیهای بسیار مشخص عبارت از سرسیتی شدن و سیلیسی شدن می باشد که بر روی استوک کوارتز مونوزونیتی جنو روستای انیق عمل کرده است. علاوه بر این، در حاشیه تعدادی از رگه های کوارتزی در منطقه قره چیلر و زرلی دره (بویژه رگه های GV1، ZV3 و ZV4) نیز میتوان دگرسانی سرسیتی و سیلیسی را مشاهده نمود. دگرسانی سیلیسی بدو حالت سیلیسی شدن گرانودیوریت سیلیسی و سرسیتی شده مشاهده می شود. دگرسانی کلریتی و سرسیتی بصورت بسیار محدود در توده گرانودیوریتی میزبان رگه های کوارتزی قابل مشاهده است که مرتبط با مرحله کانی سازی منطقه مطالعاتی نبوده و در تمام باتولیت گرانودیوریتی قره داغ قابل مشاهده است. همچنین در کنتاکت توده کوارتز دیوریتی و توده گرانودیوریتی در جنوب روستای انیق، بر اثر عملکرد سیالات گرمابی حاصل از نفوذ توده کوارتز دیوریتی، زون دگرسانی سرسیتی، آرژیلی و سیلیسی نسبتاً گسترده ای تشکیل شده است.

### ۶-۳-۱- دگرسانی در حاشیه رگه های کوارتزی

دگرسانی گرمابی و ترکیب کانی سناسی کانه ها، معرف خوبی برای تشخیص شیمی سیالات کانه ساز و دمای کانی سازی است مشروط بر اینکه هر دو در ارتباط با کانی سازی باشند. اگر چه تحمیل دو نوع دگرسانی به یک سنگ معین و مخلوط شدن محصولات آنها و ایجاد یک مجموعه ناسازگار از کانیهای دگرسانی در سیستمهای ژئوترمال فعال نادر است، ولی در سیستمهای اپی ترمال و کانسارهای وابسته به آنها چنین پدیده ای دیده می شود. عامل اصلی چنین اختلاطی، میعان سیالات اسیدی مختلف در شرایط مختلف از عمق می باشد. اگر بخواهیم مجموعه کانیهای موجود در هر فاز کانی سازی را درست تشخیص دهیم، لازم است به امکان اختلاط این مجموعه ها توجه کافی کنیم و در صورت امکان آنها را از یکدیگر تفکیک نماییم.

همچنانکه گفته شد در حاشیه تعدادی از رگه های کوارتزی منطقه قره چیلر و زرلی دره، زونهای دگرسانی در ضخامتهای نسبتاً " قابل توجه (۳-۱ متر) گسترش یافته اند. در حاشیه بقیه رگه ها، زونهای دگرسانی چندان قابل توجه نبوده و عمدتاً " کمتر از ۰/۵ متر می باشند. بهرحال، مطالعات صحرایی و میکروسکوپی نمونه های برداشته شده از این زونهای دگرسانی بیانگر این است که سنگ اولیه آنها عبارت از توده گرانودیوریتی میزبان رگه های کوارتزی بوده است که بشدت متحمل دگرسانی سرسیتی و سیلیسی شده و اثری از کانیهای اولیه در آنها مشاهده نمی شود. همچنین رگچه های متعدد، آنکریت، کوارتز و

اکسیدهای آهن این زونهای دگرسانی را قطع کرده اند. مجموعه کانیهای حاصل از دگرسانی عبارتند از سریسیت، کوارتز، آلبیت، کلسیت، آنکريت و اکسیدهای آهن. با توجه به نمونه های برداشته شده از زونهای دگرسانی حاشیه رگه های کوارتزی منطقه قره چیلر و زرلی دره، می توان نتیجه گرفت که زونهای دگرسانی سیلیسی و سریسیتی یاد شده، حاوی تمرکزهای نسبتاً بالائی از طلا و دیگر عناصر همراه هستند که می توانند با بالا رفتن ذخیره در این منطقه کمک کنند. بدین مفهوم که در اکتشاف این منطقه، می بایستی زونهای دگرسانی حاشیه رگه های کوارتزی (حتی در ضخامتهای باریک) نیز مد نظر قرار گیرند. مجموعه کانیهای حاصل از دگرسانی عبارتند از سریسیت، کلسیت، کوارتز، آلبیت و پیریت علاوه بر این تعداد رگه کوارتزی به ضخامت حدود ۵۰-۳۰ cm این استوک قطع کرده اند که حاوی مقادیر جزئی کانی سازی سولفیدی (پیریت) هستند. در برخی نقاط، رگچه های کوارتزی نیز دیده می شوند که استوک مونزونیتی را در جهات مختلف قطع کرده اند.

## ۷- مطالعات قبلی انجام شده

در این ناحیه مطالعاتی علمی انجام شده قبلی چندان زیاد نمی باشد. لیکن وجود فعالیتهای قدیمی معدنی بصورت تونلهای استخراجی، نشان از شناخته شدن این منطقه از حیث وجود کانی سازی در زمانهای دور می باشد. شاید بتوان گفت که قدیمی ترین مطالعه علمی صورت گرفته در این منطقه مربوط به مطالعات اکتشافی قبل از انقلاب باشد که توسط ملاکپور (۱۳۵۲) و با حضور کارشناسان آمریکایی صورت گرفته است.

مهمترین پژوهشهای انجام شده در این ناحیه به قرار زیر می باشد:

- ۱ - ملاکپور (۱۳۵۲) در راستای پروژه مطالعات مقدماتی حفاری و زمین شناسی ناحیه معدنی قره چیلر، این منطقه را مورد مطالعه قرار داده است.
- ۲ - قریشی و همکاران (۱۳۶۷) در قالب تهیه نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی تبریز- پلدشت، این منطقه را نیز مورد مطالعه و بررسی قرار داده اند.
- ۳ - مهر پرتو و همکاران (۱۳۷۶) در قالب تهیه نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی ورقه سیه رود، این منطقه را نیز مورد مطالعه قرار داده اند.
- ۴- برنا (۱۳۷۰) در راستای طرح پیجویی مقدماتی طلا در مناطق قره چیلر و قره دره، کانی سازیهای اطراف روستاهای قره چیلر و قره دره (بخشهایی از منطقه اکتشافی انیق - قره چیلر) را مورد بررسی قرار داده است.
- ۵ - برنا و جان نثاری (۱۳۷۲) در راستای طرح اکتشاف سراسری طلا در مناطق قره چیلر و قره دره و بررسی طلا در زونهای آرسنیک دار سیه رود- دستجرد، مطالعات نسبتاً مفصلی را در این منطقه انجام داده اند.
- ۶ - امینی فضل (۱۳۷۳) در چارچوب رساله دکتری خویش با عنوان "مطالعه پترولوژی، مینرالوژی و ژئوشیمی (مناطق دارای اندیسههای فلزی) توده نفوذی قره داغ (گرانیت اردوباد) واقع در شمال غربی ایران (قولان، دوزال، آستامال)" به مطالعه منطقه مطالعاتی پرداخته است.
- ۷ - علوی و همکارانش (۱۳۷۴) در چارچوب مطالعات ژئوشیمیایی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ سیه رود، منطقه مطالعاتی را مورد بررسی قرار داده اند.
- ۸ - سهرابی (۱۳۸۲) در راستای پایاننامه کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی با عنوان "بررسی کانی سازی مس و مولیبدن و آهن در توده گرانیتی قولان، شرق سیه رود"، کانی سازیهای موجود در اطراف روستای قره چیلر را مورد مطالعه قرار داده است.

بخش دوم:

مطالعات ژئوفیزیک

## بخش دوم : بررسی نتایج مطالعات ژئوفیزیک

محدوده مورد مطالعه که شامل ۳ رکتانگل می باشد دارای مختصات زیر می باشد

	{ x=619418	{ x= 619871	{ x= 620145
A ( مترادف با نقطه 00		B	C
خط مبنا B.L)	{ Y =4300814	{ Y=4301236	{ Y=4300946
	{ x=619911	{ x=620233	{ x= 619998
D		E	F
	{ Y=4300728	{ Y =4300414	{ Y=4300197

شبکه اندازه گیری 20 × 50 متر انتخاب شده است، برای شروع کار ابتدا خط مبنائی (Base Line) با امتداد N45w و در راستای محدوده های مینرالیزه با G.P.S در زمین پیاده گردید، نقطه 00 آن بر نقطه A منطبق می باشد، نقاط اندازه گیری روی پروفیل ها که فاصله آن از یکدیگر 50 متر بوده با فاصله 20 متر از یکدیگر نیز با G.P.S در زمین مشخص شد، طول خط مبنا 850 متر بوده و پروفیل ها با شماره های P.5، P.10.... P.80 و P.85 نامگذاری شده اند، موقعیت پروفیل ها، نقاط اندازه گیری، ترانسه ها، و زون های مینرالیزه، محورهای آنومالی و محل حفاری های اکتشافی در نقشه شماره 1-G بنام نقشه موقعیت یا Configuration Map ارائه گردیده است، پس از تعیین محورهای آنومالی IP و RS و تهیه نقشه های تغییرات شارژابیلیته (IP) و مقاومت الکتریکی (RS) دو شبه مقطع از محدوده آن تهیه گردید نتایج شبه مقاطع بصورت شبه مقطع خام با تصحیح توپوگرافی و مقاطع مدلسازی شده تهیه شده و مور تفسیر قرار گرفته اند، در کلیه نقشه ها از مقیاس رنگ استفاده گردیده و محدوده آنومالی ها بصورت واضح تری نشان داده شده اند.

## ۷-۱ - بررسی نقشه تغییرات شارژیبلتته IP نقشه شماره 2-G

این نقشه، تغییرات فاکتور شارژیبلتته را در منطقه نشان می دهد، با توجه به نقشه دیده می شود که طیف تغییرات شارژیبلتته بین  $7.5\text{mv/v}$  تا بیشتر از  $25\text{mv/v}$  متغیر است، مناطقی که مقدار شارژیبلتته آنها کم است زمینه اصلی سنگ ها را مشخص می کند و مقدار آن بین  $7.5\text{mv/v}$  تا  $10\text{mv/v}$  میباشد، مقدار شارژیبلتته در شرق و جنوب منطقه بین مقطع P.10 تا P.85 و در فاصله ایستگاهی 0 تا 300 بیشترین مقدار را دارا می باشد و در محدوده هائی به حداکثر خود میرسد، در فاصله مقاطع P.45 تا P.85 و بین ایستگاه های 10 تا 300 وجود پیریت اکسیده در سطح نشان دهنده وجود کانی پیریت و سایر سولفورها در عمق می باشد و می تواند علت ازدیاد IP در این محدوده باشد همچنین میتوان تصور نمود که زون وسیعی از سولفورهای هادی در عمق وجود دارد و آنومالی های اطراف بصورت بازوهائی از این محدوده و آنومالی IP محسوب می شوند، وجود کار قدیمی در مقطع P.50 نقطه 220 نیز تأییدی بر وجود مینرالیزاسیون در این منطقه می باشد. در این محدوده همانطوریکه گفته شد مقدار شارژیبلتته در بعد وسیعی نسبتاً زیاد است و اگر محدوده ای بین مقاطع P.50 تا P.55 و P.75 که در آنها زون هائی با شارژیبلتته بیشتر از  $25\text{mv/v}$  را مراکز آنومالی IP فرض کنیم باید برای تعیین گستره آنها در عمق شبه مقطعی تهیه کرد تا بتوان گسترش آنومالی را در عمق مشخص نمود.

در محدوده مقاطع P.10 تا P.40 یک زون آنومالی بصورت محوری بین مقاطع P.15 و P.30 ظاهر شده که بنام محور آنومالی AXE I اطلاق شده است، مرکز آنومالی در مقطع P.25 در ایستگاه های 100 و 120 با حداکثر شارژیبلتته  $25\text{mv/v}$  مشخص گردیده است.

در محدوده کارهای قدیمی و ترانشه های حفاری شده که در طول مقاطع P.30 و P.35 بین نقاط 180 تا 240 واقع شده مقدار شارژیبلتته بین  $12.5\text{mv/v}$  تا  $20\text{mv/v}$  متغیر است،

همچنین در محدوده نقاط 400 تا 420 از این مقاطع نیز ترانشه هائی در زون های مینرالیزه حفاری شده است، مقدار شارژیبلتته در این محدوده ها نیز زیاد می باشد، می توان محورهای آنومالی دیگری را در راستای مقاطع P.30، P.35 و P.40 بصورت زیر مشخص نمود. این محورها در داخل محدوده ای قرار گرفته اند که مقدار شارژیبلتته در آن بین  $10\text{mv/v}$  و  $17.5\text{mv/v}$  متغیر است. موقعیت این محورها بصورت زیر است.



### - محور آنومالی شماره AXE II

این محور در امتداد مقاطع P.30 (ایستگاه 280) تا مقطع P.35 (ایستگاه 260) واقع شده که بصورت دو مرکز بی هنجاری ظاهر گردیده است، مقدار شارژاییته در مراکز آن بین  $17.5\text{mv/v}$  تا  $20\text{mv/v}$  متغیر است. در جنوب غرب این محور دو نقطه 220 مقدار شارژاییته به  $22.5\text{mv/v}$  می رسد با توجه به نقشه بنظر می رسد که زونی با شارژاییته زیاد بعد از گسل  $F_3$  بطرف شمال غرب ادامه یافته و احتمالاً "محور AXE II می تواند ادامه این زون باشد.

### - محور آنومالی شماره AXE III

این محور در امتداد مقاطع P.35 (ایستگاه 340) تا مقطع P.40 (ایستگاه 360) واقع بوده و مقدار شارژاییته در مراکز آن بین  $17.5\text{mv/v}$  تا  $20\text{mv/v}$  متغیر است.

### - محور آنومالی شماره AXE IV

این محور در امتداد مقاطع P.35 (ایستگاه 420) تا مقطع P.40 (ایستگاه 400) قرار دارد و در محدوده آن ترانشه هائی حفاری شده که تائیدی بر وجود زون مینرالیزه در این محور آنومالی می باشد، حداکثر مقدار شارژاییته در مراکز آن بین  $17.5\text{mv/v}$  تا  $20\text{mv/v}$  متغیر است.

### ۷-۲ - بررسی نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی (RS) نقشه شماره 3-G

در این نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی منعکس می باشد، طیف تغییرات آن بین کمتر از 200 اهم متر تا بیشتر از 2000 اهم متر است، از نظر زمین شناسی، منطقه از سنگهای گرانودیوریت و کوارتز مونزونیت تشکیل شده و زون مینرالیزه بصورت محدوده وسیع در شرق منطقه و همچنین در رگه های سیلیسی مشاهده می شوند. استنباط آنچه که از این نقشه مهم است بررسی زون هائی از محدوده های مقاوم الکتریکی است که در آن افت مقاومت الکتریکی مشهود است و بدین سبب است که خطوط هم مقاومت الکتریکی با فاصله 100 اهم متر از یکدیگر انتخاب شده اند تا در محدوده های بسیار مقاوم الکتریکی زون هائی که دارای افت مقاومت الکتریکی هستند مشخص گردد، با استفاده از خطوط هم مقاومت

الکتریکی سه گسل در این نقشه مشخص شده که با حروف F1، F2 و F3 نشان داده شده اند، بررسی و تفسیر تغییرات مقاومت الکتریکی بصورت زیر می باشد.

در شرق گسل F3 بین مقاطع P.45 تا P.85 که گسترش مقاطع بین نقطه 0 تا 300 می باشد مقاومت الکتریکی بین حداکثر 600 اهم متر تا حداقل 200 اهم متر متغیر است، و فقط در محدوده کوچکی از مقطع P.55 ایستگاه های 140 و 160 به حداکثر 1000 اهم متر میرسد که در سمت شرق و غرب تا مقاطع P.60 و P.45 گسترش ضعیفی دارد، از طرف دیگر در این محدوده مقدار شارژاییته در اکثر نقاط نسبتاً زیاد می باشد که می تواند در اثر عامل مینرالیزه بودن این منطقه نیز باشد، محدوده کارقدیمی در مقطع P.50 نقطه 220 قرار دارد و در زون گسل F1 واقع شده است. با توجه به اینکه منطقه کلا" از سنگهای کرانودیوریت و کواترمونزونیت تشکیل شده افت مقاومت الکتریکی و بوجود آمدن مراکز آنومالی بصورت وسیع که محدوده های آن با مقیاس رنگ بخوبی مشخص شده قابل توجه می باشد.

در غرب گسل F3 همانگونه که دیده می شود دو محدوده با مقاومت الکتریکی خیلی زیاد در غرب و شرق منطقه بوسیله یک محدوده با مقاومت الکتریکی نسبتاً کم از یکدیگر بوسیله گسل های یا هم بری های F1 و F2 جدا شده اند.

محدوده ای که در غرب منطقه واقع شده و دارای مقاومت الکتریکی خیلی زیاد است بین مقطع P.0 (نقطه 60) و مقطع P.40 (نقطه 180) قرار دارد، در محدوده ای بین مقطع 15 (نقطه 80) تا مقطع P.30 (نقطه 160) افت مقاومت الکتریکی از 2000 اهم متر به 600 اهم متر ردیابی شده که بصورت محور آنومالی (AXE I (RS) در نقشه مشخص گردیده است، این محور آنومالی نسبت به زون های دیگر، آنومالی هادی الکتریکی محسوب می شود و دارای مراکز است که مقاومت الکتریکی در آنها به حداقل 600 تا 700 اهم متر افت می کند در صورتیکه در مناطق دیگر مقاومت الکتریکی به 2000 اهم متر می رسد. مراکز آنومالی ها در مقطع P.20 و P.25 (ایستگاه های 80) واقع شده اند که در آنها مقاومت الکتریکی به کمتر از 600 اهم متر افت می کند.

محور آنومالی شارژاییته AXE I در این محدوده نیز نشان داده شده است، همانگونه که دیده می شود آنومالی IP منطبق به محدوده ایست که مقاومت الکتریکی از 1500 اهم متر به 500 تا 800 اهم متر افت می کند و می توان اظهار نظر کرد که این افت مقاومت الکتریکی می تواند در اثر مینرالیزاسیون و وجود کانی های فلزی هادی باشد، در محدوده مقاطع P.20 (ایستگاه 280) تا P.35 (ایستگاه 220) محور آنومالی مقاومت الکتریکی (AXE II (RS) ردیابی شده است. در مرکز این محور آنومالی که در مقطع P.25 (ایستگاه 260) واقع شده مقاومت الکتریکی به حدود 300 اهم متر افت می کند، در محدوده

جنوبی این محور آنومالی که تا گسل F3 ادامه دارد ترانسه ها و کارهای قدیمی وجود دارد که خود دلیلی بر وجود مینرالیزاسیون در این منطقه است از طرف دیگر محور آنومالی شارژاییلیته AXE II نیز در محدوده محور آنومالی RS (AXE II) قرار دارد که موقعیت آن در این نقشه نیز ارائه شده است و تطابق نسبی با آن دارد.

در محدوده شرقی منطقه و شرق گسل F2 زون مقاوم الکتریکی دیگری ظاهر گردیده است، در این منطقه مقاومت الکتریکی بسیار زیاد بوده و حاکی از وجود سنگ های گرانودیوریت بدون آلتراسیون می باشد ولی در فاصله نقاط 320 تا 480 بترتیب از مقاطع P.45 تا P.15 محور آنومالی مقاومت الکتریکی AXE III مشخص شده است، این محور آنومالی در محدوده زون های مقاوم الکتریکی بصورت محور نسبتاً " هادی الکتریکی ظاهر شده و می تواند مطابقت با یک زون مینرالیزه از این سنگ ها داشته باشد ، وجود ترانسه هائی در مقطع P.35 (ایستگاه 400 تا 420) و محور آنومالی های شارژاییلیته AXE III و AXE IV که در این منطقه قرار دارد تائیدی بر این گونه تفسیر می باشد. این محور نسبتاً " هادی الکتریکی تا مقطع P.20 (ایستگاه 480 ) ادامه دارد، در دیگر نقاط این نقشه خصوصاً " قسمت شمال - غرب نیز مقاومت الکتریکی کم شده و به حداقل 200 تا 300 اهم متر می رسد که می تواند در اثر تغییر رخساره سنگ ها و یا اثر التراسیون های سطحی این سنگها باشد. لازم به ذکر است که در فاصله مقطع P.0 در محدوده ایستگاه های 140 تا 300 و مقطع P.5 در محدوده ایستگاه های 220 تا 240 مقدار شارژاییلیته به حداکثر 20mv/v می رسد و می تواند دلیلی بر وجود زون مینرالیزه در این منطقه و نهایتاً " افت مقاومت الکتریکی نیز باشد.

### ۷-۳- بررسی شبه مقاطع

در این منطقه دو شبه مقطع از محدوده مقاطع 30 و 35 تهیه گردیده است، این دو شبه مقطع بررسی آنومالی نسبتاً "هادی الکتریکی AXE I و محدوده آنومالی شارژیبلته IP (AXE I) را در بر می گیرد، با توجه به اینکه زون های مینرالیزه شامل پیریت و کالکوپیریت در این محدوده وجود دارد در مسیر این دو مقطع موقعیت گسترش آنومالی های شارژیبلته مورد بررسی قرار می گیرد، لازم به ذکر است که محل گمانه های پیشنهادی طوری انتخاب شده که ضمن اینکه آنومالی های IP مورد کاوش قرار می گیرد ضمناً "آنومالی های مقاوم الکتریکی که در مقاطع مدلسازی ظاهر شده اند و حالت های رگه ای دارند نیز توسط این گمانه ها قطع گردیده و اطلاعات عمقی از این آنومالی ها بدست آید، مشخصات شبه مقاطع تهیه شده نیز در جدول زیر ارائه شده اند.

شماره مقطع	AB=MN=a	جهش ایستگاهی	محدوده شبه مقطع برداشت شده
30	20 متر	20 متر	نقطه 30 تا نقطه 270
35	20 متر	20 متر	نقطه 90 تا نقطه 220

برای هر مقطع یک شبه مقطع خام با تصحیح توپوگرافی، یک مقطع مدلسازی شده و یک مقطع با مشخصات کامپیوتری ارائه گردیده است، در زیر به بررسی نتایج حاصله پرداخته می شود.

### ۷-۳-۱- بررسی شبه مقطع پروفیل P-30

این شبه مقطع به منظور بررسی محور شارژاییته (AXE I) که بین نقاط 80 و 140 از این مقطع واقع است مورد بررسی قرار می گیرد همچنین بررسی افت مقاومت الکتریکی بین نقاط 120 تا انتهای شبه مقطع را در بر می گیرد، محدوده محور آنومالی IP و RS در مقاطع مدلسازی شده نشان داده شده است، طول خط جریان 20 متر و جهش ایستگاهی آن نیز 20 متر انتخاب شده است، اندازه گیری بین نقاط 20 و 270 انجام شده و نتایج در نقشه های شماره 4-G، 4-G<sub>1</sub> و 4-G<sub>2</sub> نشان داده شده اند.

در نقشه شماره 4-G شبه مقطع خام با تصحیح توپوگرافی ارائه گردیده است، در شبه مقطع IP یک زون بسیار وسیع با شارژاییته نسبتاً زیاد بین نقاط 60 و 120 ظاهر گردیده است، در شبه مقطع RS یک زون مقاوم الکتریکی بین نقاط 120 تا 240 مشخص شده است در قسمتهای جنوب شرق و شمال غرب مقاومت الکتریکی به حدود 100 اهم متر تنزل پیدا می کند.

مقاطع مدلسازی شده IP و RS در نقشه شماره 4-G<sub>1</sub> نشان داده شده است. در مقطع مدلسازی شده شارژاییته IP دو محدوده آنومالی IP ظاهر گردیده است، محدوده اول در فاصله ایستگاه 80 تا 140 قرار داشته و مطابقت با زون آنومالی IP (AXE I) ردیابی شده در نقشه شماره 3-G دارد، محدوده آنومالی دیگر بین نقاط 160 تا 240 مشخص شده که مرکز آن در زیر نقطه 180 و در عمق 50 متری قرار دارد، بنظر می رسد این دو زون آنومالی در ارتباط با یکدیگر بوده اند و گسل احتمالی F<sub>1</sub> آنها را قطع می کند.

در مقطع مدلسازی RS یک زون وسیع مقاوم الکتریکی بین نقاط 100 و 260 ظاهر شده است، همچنین زون مقاوم الکتریکی بین نقطه 60 تا 160 بصورت لایه ای سطحی ظاهر شده که می تواند متاثر از هوازدگی سطحی سنگها باشد، آنومالی دیگری در فاصله ایستگاه های 220 تا 260 و در عمق کم حدود 20 تا 40 متر مشخص گردیده است. گسل F<sub>1</sub> از تغییرات خطوط هم شارژاییته و هم مقاومت الکتریکی ردیابی شده و مطابقت با گسل F<sub>1</sub> نقشه های 2-G و 3-G دارد، آنومالی RS در محدوده این شبه مقطع و در نقشه 3G مطابقت با زون مقاوم الکتریکی که بین نقاط 90 تا 250 در وسعت گسترده ای در مقطع مدلسازی شده ظاهر شده است دارد. مقدار  $Erort=18.8\%$  می باشد که از نقشه 4-G<sub>2</sub> نتیجه گیری شده است.

با تلفیق نتایج این شبه مقطع و اطلاعات زمین شناسی منطقه و بحث و تبادل نظر با کارشناس زمین شناس منطقه، برای پی گیری ارتباط این آنومالی ها با مینرالیزاسیون منطقه، تعداد سه گمانه اکتشافی با مشخصاتی که در جدول زیر ارائه شده اند پیشنهاد شده است، این گمانه های اکتشافی از نظر شیب و عمق طوری انتخاب شده اند که آنومالی های RS و IP قطع کند.

مشخصات گمانه های اکتشافی در محدوده پروفیل P-30 (قره چیلر)

ردیف	مقطع	نقطه	X	Y	طول حفاری	آزیموت	شیب
BH <sub>1</sub>	30	120	619720	4300683	80 متر	NW-SE	70° sw
BH <sub>2</sub>	30	220	619800	4300759	100 متر	NW-SE	30° sw

### ۷-۳-۲- بررسی شبه مقطع پروفیل P-35

این شبه مقطع در فاصله ۵۰ متری از پروفیل 30 قرار داشته و بمنظور بررسی محور آنومالی شارژابلیته AXE I و همچنین زون های آنومالی RS در مسیر این مقطع انجام شده است، طول خط جریان 20 متر و جهش ایستگاهی آن نیز 20 متر انتخاب شده است، نقاط اندازه گیری بین نقطه 90 و 220 قرار دارد، محدوده محور آنومالی شارژابلیته AXE I و زون آنومالی RS در مقاطع مدلسازی شده نشان داده شده است، نقشه های شماره 5-G، 5-G<sub>1</sub> و 5-G<sub>2</sub> نتایج بدست آمده را نشان می دهد.

در نقشه شماره 5-G شبه مقطع خام با تصحیح توپوگرافی نشان داده شده است، در شبه مقطع خام IP برخی زون های آنومالی بصورت پراکنده ظاهر شده اند که محدوده های بین نقاط 90 تا 160 در لایه های سطحی و 190 تا 240 و 290 تا 320 در اعماق مختلف را می توان ذکر نمود. در شبه مقطع خام RS، دو زون آنومالی مقاوم و هادی الکتریکی مشخص شده اند، زون مقاوم الکتریکی بین نقاط 160 تا 220 و هادی الکتریکی بین نقاط 90 تا 160 قرار دارند،

نقشه شماره 5-G<sub>1</sub> مقاطع مدلسازی شده IP و RS را نشان می دهد. در مقطع مدلسازی IP دو زون آنومالی مشخص گردیده است، یک محدوده بین نقاط 90 تا 170 ظاهر گردیده که مرکز آن در فاصله نقاط 120 تا 130 واقع شده و با زون آنومالی IP AXE I همخوانی خوبی دارد این زون آنومالی از طرف جنوب غرب محدود نشده است، زون دیگر بین نقاط 200 تا 230 قرار دارد که این محدوده نیز با محدوده آنومالی IP ردیابی شده در نقشه شماره 3-G همخوانی دارد و مرکز آن که در نقطه 220 قرار دارد مطابقت کامل با آنومالی ظاهر شده در این نقطه و در نقشه 2G دارد. این آنومالی نیز از طرف شمال شرق محدود نشده است، گسل F<sub>1</sub> از خطوط هم شارژابلیته و مقاومت الکتریکی نتیجه گیری شده و مترادف با گسل F<sub>1</sub> از نقشه های 2-G و 3-G می باشد.

در مقطع مدلسازی شده RS یک زون آنومالی RS بین نقاط 100 و 170 ظاهر شده که در زیر آن و در عمق یک آنومالی هادی الکتریکی نیز مشخص گردیده است، همچنین یک زون مقاوم الکتریکی بین نقاط 180 تا 210 و در لایه های سطحی نمودار گشته است، ضمن اینکه آنومالی وسیعی نیز در عمق بین نقاط 160 تا 240 مشخص گردیده است، مقدار Error=%14.5 می باشد که از نقشه 5-G<sub>2</sub> نتیجه گیری شده است.



با توجه به شرایط زمین شناسی منطقه و وجود رگه های سیلیسی از یکطرف و وجود زون های مینرالیزه، تعداد سه گمانه اکتشافی با مشخصات جدول زیر پیشنهاد می شود ضمن اینکه محدوده ایستگاه ۱۱۰، مرکز آنومالی مقاوم الکتریکی نیز با حفر یک ترانسه می تواند مورد بررسی قرار گیرد.

مشخصات گمانه های اکتشافی در محدوده پروفیل P-35 (قره چیلر)

شیب	آزیموت	طول حفاری	Y	X	نقطه	مقطع	ردیف
65° NE	SW-NE	30 متر	4300654	619760	130	35	BH3
80° NE	SW-NE	40 متر	4300676	619804	160	35	BH4
55° NE	SW-NE	100 متر	4300696	619804	190	35	BH5
-	-	-	-	-	110	35	ترانسه

## - نتیجه گیری کلی و پیشنهادها

همانگونه که در پاراگراف مربوط به زمین شناسی ذکر شده در زون های مینرالیزه آثار کانی های مس و آهن بصورت پیریت و کالکوپیریت و مالاکیت مشاهده می شود، همچنین در رگه های سیلیسی که ترانشه هائی نیز در آنها حفر شده آثار مینرالیزاسیون وجود دارد و بررسی های ژئوشیمیائی نیز وجود طلا را در محدوده رگه های سیلیسی تأیید کرده است، هدف از مطالعات ژئوفیزیک بررسی زون های مینرالیزه بوده است، در رابطه با این هدف و با اندازه گیری فاکتور IP و RS سعی بر این بوده که با مشخص کردن آنومالی های IP و RS این رگه های سیلیسی و زون های مینرالیزه مشخص گردد در بخشی از محدوده موردنظر فاکتورهای IP و RS برداشت شد که متأسفانه بعلت مسائل کارگری موجود در منطقه، پوشش کامل منطقه به بعد موکول شد. نتایج برداشت ها بصورت نقشه های تغییرات شارژابیلیته IP و مقاومت الکتریکی RS تهیه گردید که تفسیرهای انجام شده بر این نقشه مشروحا" ارائه گردید، نتایج بدست آمده را میتوان بطور خلاصه بصورت زیر عنوان نمود.

- مقدار شارژابیلیته در منطقه بین  $7.5\text{mv/v}$  تا حداکثر  $27.5\text{mv/v}$  متغیر است. مقیاس رنگ زون های شارژابیلیته زیاد را مشخص می کند همانگونه که ذکر گردیده در قسمت جنوب منطقه بین P.45 و P.85 مقدار شارژابیلیته زیاد است که بطرف شمال، شمال غرب و شمال شرق گسترش داشته و محورهای آنومالی دیگری را بوجود آورده است، در محدوده گسل F3 و شمال و غرب منطقه 4 محور آنومالی مشخص گردید که محور آنومالی AXE I بزرگتر و مقدار شارژابیلیته اندازه گیری شده در محدوده آن بیشتر از  $20\text{mv/v}$  می باشد، محور آنومالی AXE II بصورت بازوئی از زون با شارژابیلیته زیاد که در جنوب منطقه قرار دارد درآمده است و بنظر می رسد که در عمق با محدوده جنوبی مرتبط باشد، محورهای AXE III و AXE IV در قسمت شرق منطقه محدود نشده اند، ترانشه های حفاری شده بیشتر در محدوده رگه های سیلیسی حفاری شده تونل های قدیمی نیز در منطقه وجود زون های مینرالیزه را تأیید می کند، در نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی زون های مقاوم و نسبتاً " هادی الکتریکی تفکیک شده اند ولی آنچه مهم بوده اینکه تطابق نسبی بین محورهای آنومالی های IP و RS وجود دارد و بطوریکه در زون های آنومالی های IP افت مقاومت الکتریکی نیز کاملاً" مشهود است که در این مورد قبلاً" بحث شده است، دو شبه مقطع در مقاطع P.30 و P.35 وجود آنومالی های

IP را تائید می کند، آنچه مهم است اینکه در شبهه مقطع P.35 که در طرف جنوب شرق قرار داشته و نزدیکتر به زون با شارژاییلیته قوی زیاد است یک آنومالی IP که دارای وسعت زیادی است بصورت لایه ای با ضخامت 10 تا 20 متر ظاهر گردیده است میتوان گفت احتمالاً " این محدوده آنومالی بطرف شرق و جنوب شرق با توجه به شارژاییلیته زیاد در این نواحی دارای گسترش وسیعی داشته باشد مسلماً " انجام شبهه مقطعی در مقاطع P.50 ، P.55 ، P.65 و P.75 می تواند به این احتمال پاسخ دهد.

در این مورد بحث و تبادل نظر با کارشناس زمین شناس منطقه بعمل آمده و ضمناً " بحث و بررسی آنومالی ها و تطابق آنها با زمین شناسی منطقه و تلفیق نتایج ، انجام گمانه های اکتشافی پیشنهادی نیز مورد تاکید قرار گرفته است، مشخصات گمانه های اکتشافی در جدول زیر ارائه می گردد، همچنین انجام یک ترانسه در نقطه 110 نیز مورد تاکید قرار گرفته است.

مشخصات گمانه های اکتشافی در محدوده پروفیل P-30 و P-35 (قره چیلر)

ردیف	مقطع	نقطه	X	Y	طول حفاری	آزیموت	شیب
BH <sub>1</sub>	30	120	619720	4300683	40 متر	NW-SE	70° NE
BH <sub>2</sub>	30	220	619800	4300759	100 متر	NW-SE	30° SW
BH <sub>3</sub>	35	130	619760	4300654	30 متر	SW-NE	65° NE
BH <sub>4</sub>	35	160	619804	4300676	40 متر	SW-NE	80° NE
BH <sub>5</sub>	35	190	619804	4300696	100 متر	SW-NE	55° NE
ترانسه	35	110	-	-			

بدیهی است با بررسی نتایج این گمانه های اکتشافی می توان به ارائه محل گمانه های دیگر نیز پرداخت. در مورد منطقه جنوبی که دارای محدوده وسیعی است بهتر است قبل از هرگونه حفاری شبهه مقاطع پیشنهادی، تهیه گردیده و این منطقه از نظر زمین شناسی و احتمالاً " انجام ترانسه های کم عمق نیز مورد بررسی قرار گیرد.

## تشکر و امتنان

بدینوسیله از آقای مهندس ناصر عابدیان مجری محترم طرح و آقای مهندس بهروز برنا مدیر محترم اکتشافات معدنی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور به جهت همکاری صمیمانه ایشان تشکر می شود، همچنین از آقای مهندس ابراهیم شاهین مجری محترم فنی طرح و مدیر امور خدمات اکتشاف جهت بررسی گزارش و ارائه نظرات در تفسیرهای انجام شده که در ارائه نتایج نهائی گزارش بسیار اثر گذار بوده تشکر می شود، از آقای مهندس علی اصغر مختاری که اطلاعات زمین شناسی را ارائه و در مورد نتایج ژئوفیزیک و تلفیق آنها با داده های ژئوفیزیک همکاری نموده اند و از آقای مهندس سید ابوالحسن رضوی ناظر فنی این طرح که نهایت همکاری با اکیپ ژئوفیزیک را داشته اند سپاسگزار هستیم.

**مهندسين مشاور و خدمات زمين فيزيك**