



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
گیوشاد "خراسان جنوبی"**

مجری طرح : مهندس ناصر عابدیان

مجری فنی : مهندس ابراهیم شاهین

ناظر فنی : مهندس سید ابوالحسن رضوی

مشاور : زمین فیزیک

تهران
1387

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
5	چکیده
6	پیش آغاز

بخش اول : کلیات

8	1 - هدف از اکتشافات ژئوفیزیک
9	2 - نحوه انجام عملیات صحرائی و مشخصات دستگاه های ژئوفیزیک
12	3 - خلاصه ای در مورد روش ها و آرایش های الکترودهای استفاده شده
12	3 - 1 - روش پلاریزاسیون القائی
12	3 - 1 - 1 - شرح پدیده IP
12	3 - 1 - 2 - منشاء پدیده IP
13	3 - 1 - 3 - پلاریزاسیون فلزی یا الکترونیکی
13	3 - 1 - 4 - پلاریزاسیون غشائی یا الکترولیتی
13	3 - 1 - 5 - اندازه گیری پلاریزاسیون القائی
13	3 - 1 - 6 - روش زمان - حوزه ای (اندازه گیری با جریان پیوسته)
14	3 - 1 - 7 - روش فرکانس - حوزه ای (اندازه گیری با فرکانس پیوسته)
15	3 - 2 - روش مقاومت سنجی
16	3 - 3 - آرایش های الکترودی استفاده شده
20	4 - نحوه پردازش - تفسیر و نرم افزارهای مورد استفاده
20	4 - 1 - نقشه های تغییرات شارژابلیته IP
21	4 - 2 - نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی RS
21	4 - 3 - نقشه های شبه مقاطع IP و RS و مقاطع مدل سازی شده
22	4 - 4 - نرم افزارهای مورد استفاده

23 5 - موقعیت منطقه مورد اکتشاف و اطلاعات کلی از زمین شناسی آن

23 6 - پیشینه مطالعات قبلی

بخش دوم : بررسی نتایج حاصله

صفحه	عنوان
25	7 - بررسی نتایج بدست آمده در محدوده خوشف
26	7 - 1 - بررسی نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی (RS)
28	7 - 2 - بررسی نقشه تغییرات شارژابیلیته (IP)
30	7 - 3 - بررسی شبه مقاطع
31	7 - 3 - 1 - بررسی شبه مقطع P.5w DD ₁
33	7 - 3 - 2 - بررسی شبه مقطع P.00 DD ₂
34	7 - 3 - 3 - بررسی شبه مقطع P.20E DD ₃
36	7 - 3 - 4 - بررسی شبه مقطع P.35E DD ₄
38	7 - 3 - 5 - بررسی شبه مقطع DD ₅
40	7 - 4 - نتیجه گیری کلی و پیشنهادها
42	- تشکر و امتنان

فهرست شکل ها و نقشه ها

	نقشه دسترسی محدوده مطالعات	نقشه شماره A1
	زمین شناسی منطقه با مقیاس 1/100,000	نقشه شماره A2
	عکس هائی از محدوده مطالعات	شکل شماره A3
Configuration Map	نقشه موقعیت	نقشه شماره K-1
Resistivity Map	نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی RS	نقشه شماره K-2
Chargeability Map	نقشه تغییرات شارژ ایلیته IP	نقشه شماره K-3
	نقشه های شبه مقاطع و مقاطع	نقشه های شماره K-4 ، K1-4 و K2-4 تا K-8 ، K1-8 و K2-8
		مدلسازی شده
Pseudo Section Map& Inverse Model Map (Chargability& Resistivity)		

چکیده

در محدوده گیوشاد واقع در جنوب شرقی شهرستان خوسف از استان خراسان جنوبی آثار کانی سازی در تعدادی از ترانشه های حفاری شده مشاهده می شود، برای بررسی این محدوده مینرالیزه و تعیین محورهای آنومالی از روش ژئوالکتریک شامل برداشت فاکتورهای مقاومت الکتریکی RS و شارژابیلیته IP استفاده شده است.

این منطقه ابتدا با آرایه رکتانگل با طول خط جریان $AB=800$ متر و $MN=20$ متر در شبکه 50×20 متر مورد پوشش قرار گرفته و سپس در محدوده آنومالی های IP و RS، 5 شبه مقطع با آرایه داپیل - داپیل تهیه شده و سپس نقشه های مدلسازی تهیه گردید، نتایج تفسیرها با اطلاعات زمین شناسی تلفیق و پس از بحث و تبادل نظر با کارشناسان منطقه، محل گمانه های اکتشافی با مختصات کامل شامل آزیموت، شیب و طول حفاری همچنین محدوده مطالعات تکمیلی ارائه گردیده است.

در این منطقه کلا " 1620 اندازه گیری IP و RS بعمل آمده که 1008 اندازه گیری با آرایه رکتانگل و 612 اندازه گیری با آرایه داپیل - داپیل می باشد.

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 هائی 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 شهرستان خوسف در استان خراسان جنوبی قرار گرفته است که انجام آنها طی قرارداد شماره 2179-300 مورخ 1386/4/13 به این مشاور واگذار گردیده است ، برداشت های صحرائی توسط یک اکیپ ژئوفیزیک با همکاری آقایان محمد افخمی و محمود حشمتی کارشناس و آقای بهرام فتاح تکنسین این مشاور بعمل آمده و گزارش توسط آقای دکتر جعفر کیمیا قلم تهیه گردیده است ، لازم به توضیح است که کارشناسان این مشاور با کارشناس زمین شناسی منطقه آقای مهندس منظمی در مورد نتایج بدست آمده بحث های لازم را انجام و تبادل اطلاعات نموده اند.

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 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

بخش اول : کلیات

1 - 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 منطقه که کانه های سرب و روی مورد توجه است محدوده های کانه دار بصورت مستقیم و غیر مستقیم مورد کاوش قرار می گیرند ، بطور کلی هدف از مطالعات ژئوفیزیک در این منطقه را میتوان بصورت زیر عنوان نمود.

الف - مشخص کردن آنومالی های RS و IP

ب - تعیین گستره آنومالی ها بصورت 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

2 - 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 50 متر از یکدیگر علامت گذاری و با رنگ مشخص گردیده است ، با توجه به شبکه اندازه گیری ، ایستگاه های اندازه گیری با فواصل 20 متر در روی مقاطعی که عمود بر خط مبناء می باشند با G.P.S در زمین پیاده شده اند ، در مناطق مورد مطالعه برای اندازه گیری فاکتورهای IP و RS از دو سری دستگاه های IP استفاده گردیده که شامل یک دستگاه گیرنده رقومی (IPR-10A) و یک دستگاه ترانسیمتر TSQ-3/3000W و یک دستگاه ژنراتور می باشد ، اندازه گیری در حوزه زمان انجام می گیرد و مشخصات دستگاه های گیرنده و ترانسیمتر آنها بصورت زیر است :

گیرنده IPR-10A (Receiver) :

- طیف ولتاژ اولیه از 30 میکرو ولت تا 30 ولت
- دقت اختلاف پتانسیل اندازه گیری شده 0.1mv/v
- دقت پتانسیل خودزا 1٪
- صفحه نمایشگر رقومی
- ابعاد $310\text{mm}\times 150\text{mm}\times 170\text{mm}$
- وزن 3 کیلوگرم
- این دستگاه مقدار شارژ ابیلیته را پس از خنثی کردن پتانسیل طبیعی زمین در 6 پنجره زمانی در منحنی دشارژ می تواند اندازه گیری کند.

ترانسیمتر TSQ-3/3000W :

- قدرت خروجی حداکثر 3000
- ولتاژ خروجی از 300 تا 1500 ولت
- حداکثر جریان خروجی 10 آمپر
- دقت قرائت 10 mA میلی آمپر
- ابعاد $350\text{mm}\times 530\text{mm}\times 320\text{mm}$
- درجه حرارت مجاز محیط اندازه گیری از $+50^{\circ}\text{C}$ تا -30°C
- وزن 30 کیلوگرم

الکترودها

- برای ارسال جریان الکترودهای آهنی و برای اندازه گیری از الکترودهای غیر قابل پلاریزه استفاده می شود.



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 کانادا که مورد استفاده قرار گرفته است.

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

3-1 - روش پلاریزاسیون القائی (IP) Induced Polarization

3-1-1 - شرح پدیده IP

دوقطبی AMNB (شکل 3) را در نظر گرفته و 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. شکل های شماره 1 الف و 1 ب تغییرات شدت جریان I و ΔV را برای یک سیکل زمان $T+\theta$ نشان می دهد، T زمان بخش جریان در زمین و θ زمان قطع می باشد، زمان های T و θ به اندازه های انتخاب می شوند تا مقدار آن کافی برای برقراری یک سیستم پخش و قطع کامل جریان در زمین باشد.

با توجه به شکل 1 الف) دیده می شود که 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 بنام پدیده پلاریزاسیون القائی (IP) Induced Polarization نامیده می شود، این پدیده را بصورت بهتری پس از قطع جریان می توان مورد تجزیه و تحلیل قرار داد، اندازه گیری مقدار پتانسیل باقیمانده ΔV_{IPO} در زمان بلافاصله قطع جریان بعلاوه گرادیان زیاد منحنی مشکل می باشد و لذا تغییرات آن پس از گذشت زمان کمی اندازه گیری می گردد (ΔV_{IPt}).

3-1-2 - منشاء پدیده IP

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 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.

3-1-3 - 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 برگردانده 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 کنند 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 بصورت دانه ای (Dessiminated) باشد پدیده IP قوی تر خواهد بود و این مزیتی بر سایر روش های ژئوفیزیکی است.

3-1-4 - 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 "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 وضع اولیه برمی گردند این عمل ایجاد پدیده IP می کند.

3-1-5 - 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 آنها ارائه می گردد.

3-1-6 - 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 شارژابیلیته 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:

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

و واحد آن mv/v خواهد بود.

دستگاه های اندازه گیری می توانند پس از خنثی کردن پتانسیل طبیعی زمین مقدار شارژاییته را در 6 پنجره زمانی اندازه گیری کنند.

3-1-7- روش فرکانس - حوزه ای (اندازه گیری با فرکانس پیوسته)

در این روش مقاومت ویژه ظاهری در دو فرکانس مختلف کمتر از 10 هرتز (بطور معمول 0/1 و 5 هرتز یا 0/3 و 2/5 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) 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 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.

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

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

3-2- روش مقاومت سنجی : Resistivity

مقاومت ظاهری سنگها یکی از فاکتورهای فیزیکی است که با اندازه گیری و تغییر 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 $\rho_a = k\Delta v/I$ بدست آید.

مقدار k برابر 2π

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

بوده و بر حسب موقعیت الکتروودها متفاوت است ، این ضریب برای آرایه های مختلف قبلا " 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 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 خنثی 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 ابیلیته و مقاومت ظاهری تهیه و مورد تفسیر قرار می گیرند.

3 - 3 - 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 بمنظور شناخت گسترش جانبی بی هنجاری ها از آرایش مستطیل (Rectangle) استفاده می شود و سپس جهت بررسی عمقی بی هنجاری ها آرایش دو قطبی - دوقطبی (Dipole-Dipole) بکار گرفته 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 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 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 2 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.

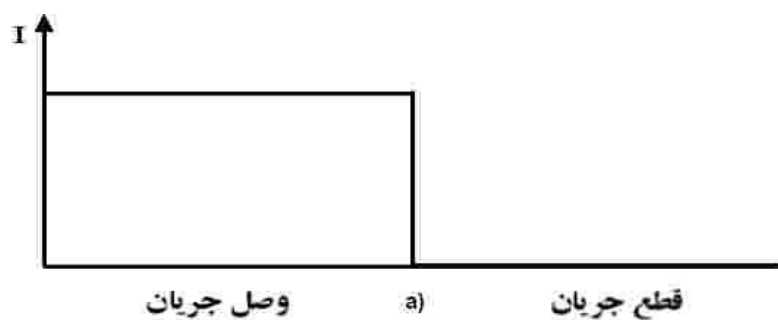
- آرایش داپیل - داپیل DIPOLE - DIPOLE : (دوقطبی - دوقطبی)

در این آرایش، 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 3 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 الکتروودهای M و N روی یک پروفیل به اندازه L یا کمتر شارژ ایلیته 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 معمولا" به نقطه برخورد خطوطی که با زاویه 45 درجه از نقاط O_1 و O_2 رسم می شود نسبت داده میشود (شکل 3).

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

(الف) نمودار تغییرات شدت جریان



(الف) نمودار تغییرات شدت جریان

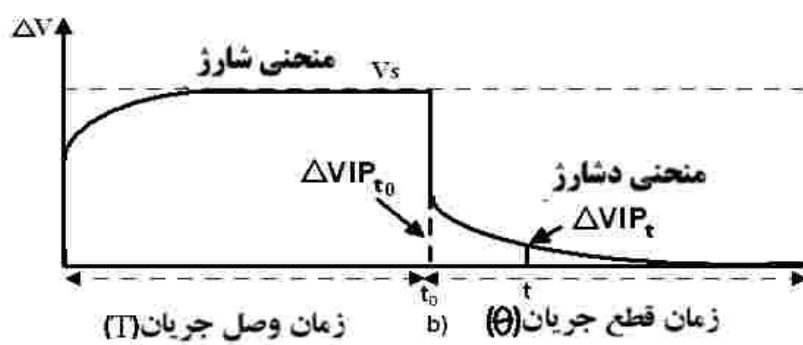


Fig.No. : 1 (ب) نمودار تغییرات پتانسیل

شکل شماره 1- تغییرات جریان و پتانسیل در زمین در یک سیکل قطع و وصل جریان

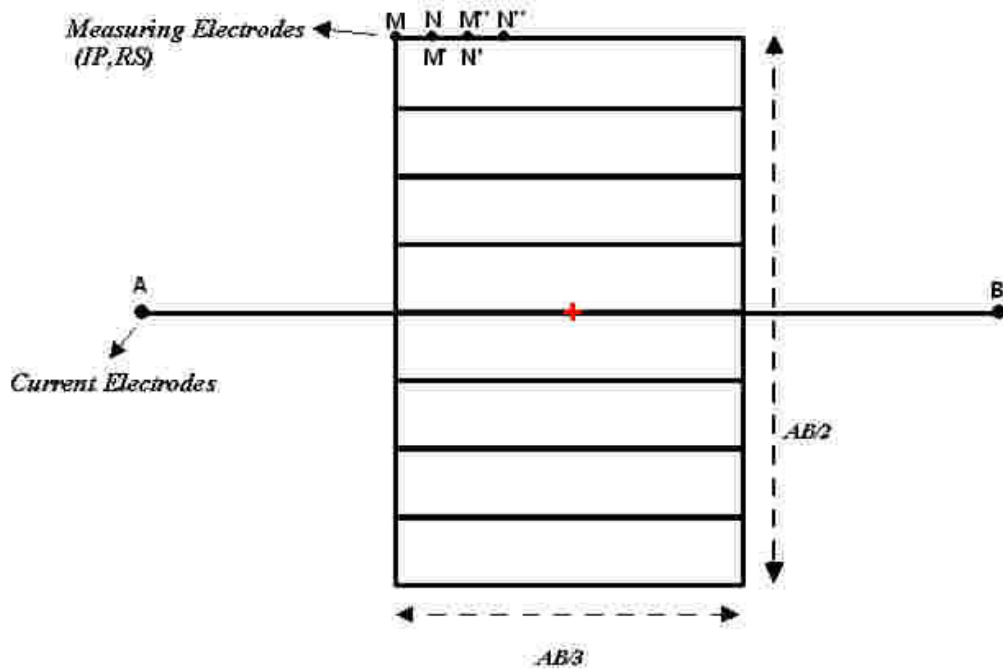


Fig. No.: 2 **Rectangle Array**

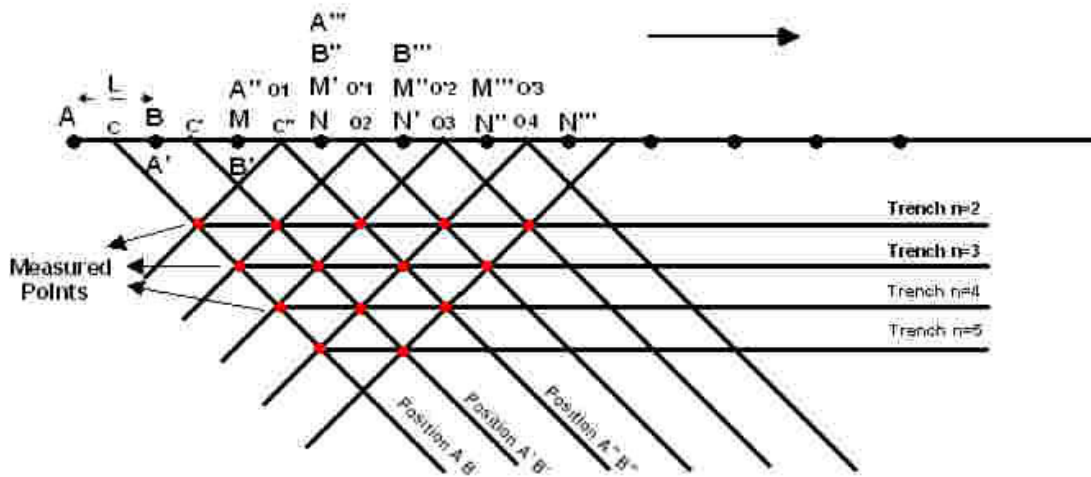


Fig. No.: 3 **Dipole - Dipole Array**

4 - 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 و مقاطع مدلسازی شده IP و RS تهیه می گردد ، نحوه تهیه این نقشه ها ، پردازش و تفسیر نتایج بصورت زیر می باشد.

4-1 - تهیه نقشه تغییرات شارژاییلیته IP Chargeability Map

برای تهیه نقشه تغییرات شارژاییلیته ابتدا به طیف تغییرات مقادیر شارژاییلیته توجه کرده و فاصله پربند ها طوری انتخاب می شود که محدوده هائی که دارای شارژاییلیته نسبتاً زیاد است بخوبی درنقشه ظاهر گردند ، 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 می توان این نقشه ها را نیز بصورت 3 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 2 تا 2/5 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

4-2 - نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی (Resistivity Map) RS

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 10 ، 20 و ... اهم متر استفاده نمود ، با توجه به اینکه در اغلب موارد محدوده هائی که دارای افت مقاومت الکتریکی می باشد و احتمال داده می شود که این افت مقاومت الکتریکی در رابطه با وجود زون های مینرالیزه خصوصا " سولفیدها باشد باید پربندی را طوری انتخاب 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 خطوط هم تراز با هموار کردن مقادیر عددی بصورت زیر انتخاب شده اند.

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 اضافی در این نقشه مشخص می گردد .

4-3 - نقشه های شبه مقاطع IP و RS و مقاطع مدلسازی شده

شبه مقاطع با برداشت فاکتورهای IP و RS با آرایه دوقطبی - دوقطبی به نحوی که در بند 3-3 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 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 شارژاییته 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.

4-4 - 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

5 - موقعیت منطقه مورد اکتشاف و اطلاعات کلی از زمین شناسی آن

منطقه مورد اکتشاف در محدوده گیوشاد واقع در جنوب شرقی شهرستان خوسف واقع شده است، برای رسیدن به این منطقه پس از پیمودن 20 کیلومتر راه آسفالته تا روستای ماژان در ادامه بطرف روستای گل پس از طی 5 کیلومتر راه آسفالته به محدوده مورد اکتشاف می رسیم. (شکل شماره A1 راههای دسترسی به منطقه را نشان می دهد). این منطقه از نظر آب هوایی خشک بوده و حداکثر درجه آن در تابستان 42°C درجه و حداقل به 14°C - درجه سانتیگراد در زمستان ها می رسد.

از نقطه نظر زمین شناسی منطقه بیرجند دارای مجموعه سنگ های افیولیت و مخلوط درهم رنگین، رسوبات نوع فلیش و سنگ های آذرآواری جوانتر از افیولیت ها می باشد.

منطقه مورد مطالعه عموماً از رسوبات آبرفتی و یا پوششی از مواد دانه ریز حاصل از فرسایش سنگ های آذرآواری پوشیده شده است که اغلب بصورت تپه ماهورهای کم ارتفاع در منطقه مشاهده می شود، در مواردی که رخنمونی از سنگ های آذرآواری وجود داشته بعلت کانی سازی مس کارهای قدیمی در آن صورت گرفته است، همچنین تراشه های جدید توسط کارشناسان زمین شناسی و تحقیقات معدنی کشور حفاری گردیده و نمونه برداری ژئوشیمیایی بعمل آمده است که هنوز نتایج آن در دسترس نمی باشد، انگیزه مطالعات ژئوفیزیک نیز وجود آثار کانی سازی مس در این سازندها بوده است.

نقشه شماره A2 شامل محدوده ای از نقشه زمین شناسی با مقیاس 1/100,000 در ارتباط با محدوده مورد مطالعه می باشد.

نقشه شماره A3 عکس هائی از کارهای قدیمی و کانی زائی مس را در این سنگ ها در منطقه مورد مطالعه نشان می دهد.

6 - پیشینه مطالعات قبلی

- نقشه زمین شناسی با مقیاس 1/250,000 ورقه بیرجند تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی و تحقیقات معدنی کشور
- نقشه زمین شناسی با مقیاس 1/100,000 ورقه بیرجند تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی و تحقیقات معدنی کشور

بخش دوم :

بررسی نتایج حاصله

7 - بررسی نتایج حاصله

همانگونه که قبلاً ذکر گردید در منطقه گیوشاد از روش قطبش القائی Induced Polarization (IP) و (RS) Resistivity جهت ردیابی زون های آنومالی استفاده گردیده است، ابتدا با استفاده از آرایه مستطیلی Rectangle منطقه مورد مطالعه از نقطه نظر فاکتورهای شارژاییلیته IP و مقاومت الکتریکی RS مورد اندازه گیری قرار گرفت، برای این منظور ابتدا خط مبنائی در امتداد $N118^{\circ}E$ در روی زمین و در جهت زون مینرالیزه در نظر گرفته شد، نقطه 00 آن دارای مختصات $x=689365$ و $y=3616352$ بوده و محدوده مورد اندازه گیری که در 7 مستطیل قرار گرفته بصورت یک هشت ضلعی که مختصات رئوس آن عبارتند از:

A	B	C	D
{ x=688564 { Y=3616758	{ x=690122 { Y=3615964	{ x=690259 { Y=3616232	{ x=689866 { Y =3616454
E	F	G	H
{ x=690267 { Y=3617239	{ x=689911 { Y=3617420	{ x=689511 { Y= 3616635	{ x=688701 { Y =3617026

پروفیل ها از شماره P5w، P10w، P90w...، از طرف غرب و P5E، P10E تا P85E از طرف شرق شماره گذاری شده اند، فاصله پروفیل ها از یکدیگر 50 متر می باشد، اندازه گیری ها در پروفیل های شماره 0 تا 40E از نقطه شماره 00N تا 1200N برابر 1200 متر و در دیگر پروفیل ها از شماره 00N تا 300N برابر 300 متر انجام گرفته است. طول خط جریان $AB=800$ متر و فاصله الکترودهای پتانسیل 20 متر انتخاب شده و اندازه گیری در شبکه 20×50 متر بعمل آمده است. در محدوده مورد مطالعه تعدادی ترانسه حفاری گردیده که آثار مس در آنها بصورت مالاکیت مشاهده می گردد، ترانسه های a، b، c و d در فاصله پروفیل های 50w تا 200E و در محدوده رخنمون سازندها واقع شده است، یک ترانسه بر روی پروفیل 35E و بین نقاط 730 و 750 و ترانسه های متعددی نیز در غرب منطقه و شمال مقاطع P.50w تا P.90w حفاری گردیده اند. همچنین آثار حفاری های قدیمی بصورت حفره و تونل نیز در منطقه دیده می شود که در شکل A3 مواردی از آنها نشان داده شده است.

محدوده خط مبنا، پروفیل ها، نقاط اندازه گیری، ترانسه های حفاری شده در نقشه شماره K-1 بنام نقشه موقعیت یا Configuration Map ارائه گردیده است، مقیاس این نقشه 1/5000 می باشد، پس از اندازه گیری فاکتورهای IP و RS نقشه تغییرات آنها تهیه گردیده است، با تهیه این نقشه ها و مشخص شدن زون های آنومالی های IP و RS تعداد 5 شبه مقطع با شماره های DD1، DD2، ... DD5 از مناطق آنومالی های IP و RS تهیه گردیده است، محدوده این شبه مقاطع نیز در نقشه شماره K-1 نشان داده شده است، در زیر به بررسی و تفسیر نتایج بدست آمده پرداخته می شود.

7-1 - بررسی نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی RS نقشه شماره K-2

این نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی محدوده مورد مطالعه را نشان می دهد، در این نقشه از مقیاس رنگ استفاده شده و زون های با مقاومت های الکتریکی متفاوت بصورت بهتری نمایان شده اند، علت اینکه ابتدا نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی مورد بررسی قرار گرفته این است که با توجه به نقشه تغییرات شارژیابلیته (نقشه شماره K-3) زون هایی که دارای شارژیابلیته نسبتاً زیادی هستند بصورت محورهای مشخصی پدیدار نگشته بلکه بصورت پراکنده و در زون های متفاوت با ابعاد مختلف ظاهر گردیده اند، با توجه به نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی محورهای آنومالی مقاوم الکتریکی بخوبی در محدوده های مشخصی نمایان گردیده اند، ترانسه های a، b، c و d در محدوده زون های آنومالی مقاوم الکتریکی که در آنها کانی سازی مس مشاهده می شود ایجاب می کرد که زون های آنومالی شارژیابلیته در محدوده آنومالی های مقاوم الکتریکی مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به مطالب یاد شده اگر نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی مورد بررسی قرار گیرد دیده می شود که طیف تغییرات مقاومت الکتریکی بین 20 اهم متر تا 300 اهم متر می باشد، زون های آنومالی مقاوم الکتریکی بصورت محورهای با شماره های AXE 1 تا AXE 4 و با مشخصات زیر تعیین گردیده اند.

- محور آنومالی AXE 1 - این محور آنومالی در جنوب منطقه و از پروفیل 85w تا 65E مشخص شده است در این محور آنومالی مقاومت الکتریکی بین 60 اهم متر تا 300 اهم متر متغیر است و محدوده آنومالی های با مقاومت های الکتریکی زیاد با مقیاس رنگ بخوبی مشخص شده اند، محدوده ترانسه های a، b، c و d در امتداد این محور آنومالی قرار گرفته اند و نتیجتاً "زون های مینرالیزه می تواند در طول این محور آنومالی وجود داشته باشد.

- محور آنومالی 2 AXE - این محور آنومالی بین مقاطع 5w تا 40E بین ایستگاههای 640N در غرب تا 720N در شرق منطقه قرار دارد، این محور آنومالی از غرب و شرق محدود نشده است.
- محور آنومالی 3 AXE - این محور آنومالی بین مقاطع 5w تا 40E بین ایستگاههای 760N در غرب تا 860N در شرق منطقه واقع شده و از طرف شرق و غرب محدود نشده است.
- محور آنومالی 4 AXE- این محور آنومالی بین مقاطع 5w تا 40E بین ایستگاههای 1020N و 900N واقع شده و از طرف شرق و غرب محدود نشده است، در شمال این محور آنومالی زون های محدودی با مقاومت الکتریکی نسبتاً زیاد نیز ردیابی شده است که در نقشه محدوده آنها بین مقاطع 25E تا 40E و 15E تا 40E مشخص شده است. در دیگر نقاط مقاومت الکتریکی اغلب بین 20 تا 60 اهم متر متغیر است که می توان عامل هوازدگی سنگ ها و یا پوشش رسی سازندها و عمیق بودن آنها را دلیل بر این امر دانست، با توجه به روند خطوط هم مقاومت الکتریکی وجود گسل های F1 ، F2 و F3 را که جهت آنها شمال شرق- جنوب غرب می باشند احتمال داده می شود، تاثیر این گسل ها بر محورهای آنومالی با جابجائی امتداد آنها در نقشه کاملاً مشهود است.

7-2 - بررسی نقشه تغییرات شارژاییلیته نقشه شماره K-3

در این نقشه تغییرات شارژاییلیته منطقه نشان داده شده است، طیف تغییرات آن بین 5mv/v تا 13mv/v می باشد فاصله خطوط هم شارژاییلیته $0/5\text{mv/v}$ انتخاب شده است در این نقشه نیز از مقیاس رنگ استفاده شده و زون های آنومالی بخوبی مشخص شده اند، با توجه به نقشه دیده می شود که مقادیر شارژاییلیته بصورت نامنظم تغییر می کند و نمی توان در آن محورهای آنومالی بارزی را مشخص نمود بدین جهت با در نظر گرفتن محورهای آنومالی های مقاوم الکتریکی که زون های مینرالیزه پیرامون این محورها قرار دارند این نقشه مورد بررسی قرار می گیرد.

- در محدوده محور آنومالی 1 AXE از طرف غرب به شرق محدوده های آنومالی بصورت زیر می باشند.

- محدوده واقع بین پروفیل های 80w تا 70w بین ایستگاه های 260N تا 300N ، حداکثر شارژاییلیته در ایستگاه 300N از مقطع 80w اندازه گیری شده که مقدار آن به 11mv/v می رسد و کاملاً با محور آنومالی RS مطابقت دارد باید توجه داشت که در شمال غرب این منطقه و در ترانشه های حفاری شده آثار کانی زائی مس مشاهده می شود.

- محدوده واقع بین پروفیل های 40w (ایستگاه 220N) تا 55w (ایستگاه 280N) که در مرکز آن واقع در ایستگاه 260N حداکثر شارژاییلیته به 10.5mv/v می رسد.

- محدوده بین پروفیل های 25w تا 40w که در شمال محور آنومالی RS بین ایستگاه های 200N تا 300N واقع شده و حداکثر شارژاییلیته به 11.5mv/v در پروفیل 30w (ایستگاه 260N تا 280N) می رسد.

- محدوده واقع بین پروفیل های 20w تا 100E و در جنوب محور آنومالی RS مرکز آن در پروفیل 00 ایستگاه 120N دارای شارژاییلیته 10.5mv/v می باشد.

- محدوده واقع بین پروفیل های 150E تا 400E که دارای مراکز پراکنده ای است و حداکثر شارژاییلیته در آنها به 10.5mv/v می رسد، این محدوده در جنوب محور آنومالی RS واقع می باشد.

- محدوده بزرگ و وسیعی در شمال محور آنومالی RS بین پروفیل های 40E تا 65E بصورت آنومالی IP مشخص شده است مرکز این آنومالی در پروفیل 45E بین ایستگاه های 220N تا 26N واقع شده و حداکثر شارژاییلیته در آن به 11.5mv/v می رسد.

محدوده آنومالی های مقاوم الکتریکی AXE 2، AXE 3 و AXE 4 بین مقاطع 00 و 40E قرار دارند، با توجه به نقشه دیده می شود که در محدوده نقاط 380N تا 200N از این مقاطع کلا " مقدار شارژاییلیته نسبتا" زیاد است و بغیر از محدوده های نسبتا" کوچکتر مقدار شارژاییلیته بین 9.5mv/v تا حداکثر 13mv/v متغیر است و بجز محدوده محور AXE 2 در محدوده محورهای AXE 3 و AXE 4 مقدار شارژاییلیته زیاد است که موقعیت این آنومالی ها در شبه مقاطع تهیه شده مشخص می شود و در بررسی شبه مقاطع می توان نتیجه گیری بهتری ارائه نمود ولی بنظر می رسد که پوشش سازندها در این منطقه که از مواد دانه ریز حاصل از فرسایش و یا هوازگی سازندهای منطقه حاصل شدند می تواند یکی از عوامل بالابودن نسبی شارژاییلیته در این محدوده نیز باشد.

7-3 - بررسی نتایج شبه مقاطع

بمنظور بررسی زون های آنومالی های IP و RS تعداد 5 شبه مقطع در مقاطع P5w(DD1) ، P20E(DD2) ، P.00(DD3) ، P35E(DD4) و در امتداد ترانسه های موجود در غرب منطقه DD5 برداشت گردید، این شبه مقاطع بر مبنای آنومالی های مقاوم الکتریکی که بر مبنای ترانسه های a ، b ، c و d که در محدوده آنها قرار گرفته و نشانه هائی از کانی زائی در آنها مشاهده می شود تهیه گردیده است. مشخصات این شبه مقاطع در جدول زیر ارائه گردیده است.

مشخصات شبه مقاطع برداشت شده در محدوده خوسف

شماره شبه مقطع	شماره پروفیل	مختصات ابتدا و انتهای شبه مقاطع		طول خط جریان	جهش ایستگاهی
		ابتدا	انتهای		
DD1	P.5w	x=689341 y=3616410	x=689446 y=3616614	20 متر	20 متر
DD2	P.20E	x=689552 y=3616277	x=689693 y=3616554	20 متر	20 متر
DD3	P.00	x=689611 y=3616832	x=689757 y=3617125	20 متر	20 متر
DD4	P.35E	x=689968 y=3616762	x=690150 y=3617120	20 متر	20 متر
DD5	P.AB	x=689130 y=3617044	x=688747 y=3616869	20 متر	20 متر

نتایج بصورت شبه مقاطع خام با تصحیحات توپوگرافی و مقاطع مدلسازی شده تهیه گردیده و با تلفیق اطلاعات زمین شناسی و تفسیر نتایج محل گمانه های اکتشافی تعیین و مشخصات هر یک از آنها در هر شبه مقطع ارائه گردیده است. در زیر به بررسی نتایج حاصله پرداخته می شود.

7-3-1- بررسی شبه مقطع (DD1) P.5w

این شبه مقطع در محدوده پروفیل 5w بین ایستگاه های 40 و 270 برداشت گردیده است، نتایج در نقشه های شماره K-4 ، K₁-4 و K₂-4 ارائه گردیده است، طول خط جریان AB، فاصله الکترودهای پتانسیل و جهش ایستگاهی 20 متر انتخاب شده است، در مقاطع مدلسازی شده زون های آنومالی IP و محورهای آنومالی های مقاوم الکتریکی RS نیز نشان داده شده است.

در نقشه شماره K-4 شبه مقاطع خام با تصحیح توپوگرافی نشان داده شده است، در شبه مقطع IP دو زون آنومالی در جنوب و شمال مقطع ظاهر گردیده است که بوسیله یک زون با شارژاییته کم از یکدیگر جدا شده اند، در شبه مقاطع RS یک زون مقاوم الکتریکی در جنوب شبه مقطع بین ایستگاه های 80 تا 150 ظاهر گردیده است در شمال شبه مقطع مقاومت الکتریکی بین 20 اهم متر تا 100 اهم متر متغیر است.

مقاطع مدلسازی شده در نقشه شماره K₁-4 نشان داده است، در مقطع مدلسازی شده شارژاییته یک زون وسیع آنومالی در اعماق 25 تا 50 متر ردیابی شده و مراکز در فاصله نقاط 145 تا 165 ، 190 تا 205 و 220 تا 235 در آن مشخص گردیده که حداکثر شارژاییته در این مراکز به 14mv/v می رسد. این زون آنومالی در محدوده ایستگاه های 110 تا 140 ، 150 تا 160 ، 180 تا 190 و 220 تا 230 تا لایه های سطحی ادامه پیدا کرده است، در جنوب مقطع مدلسازی شده زون آنومالی دیگری ظاهر شده که در عمق و جنوب مقطع محدود نشده است، با توجه به آثار کانی سازی که در ترانسه های مجاور این شبه مقطع در ایستگاه های 150 تا 160 وجود دارد و آنومالی شارژاییته در این محدوده نیز تا لایه های سطحی ادامه دارد می توان وجود آنومالی ردیابی شده را با اهمیت تلقی نمود.

در مقطع مدلسازی شده مقاومت الکتریکی زون وسیعی بین ایستگاه های 80 تا 210 مشخص گردیده است، محدوده ای بصورت آنومالی هادی الکتریکی در مجموعه زون مقاوم الکتریکی، بین نقاط 170 تا 185 ظاهر شده و مقاومت الکتریکی از 300 اهم متر به حدود 120 اهم متر افت می کند، این آنومالی می تواند در اثر وجود یک زون مینرالیزه در سازند سخت نیز بوجود آمده باشد، دیگر آنومالی های هادی الکتریکی می تواند در رابطه با سازندهائی شامل مواد رسی و دانه ریز باشد مقدار Error=19.53 می باشد که از نقشه شماره K₂-4 که مشخصات کامپیوتری را ارائه می کند تعیین گردیده است.

با تلفیق نتایج بدست آمده و اطلاعات زمین شناسی و مشاهدات عینی کانی سازی در ترانشه ها حفیر یک گمانه اکتشافی در نقطه 150 پیشنهاد گردیده است، شیب این گمانه الکتریکی طوری تعیین شده که علاوه بر قطع مرکز آنومالی RS آنومالی شارژاییته IP و قسمت های زیرین امتداد ترانشه های حفاری شده را نیز قطع کند .
مختصات این گمانه الکتریکی در جدول زیر ارائه گردیده است.

ردیف	مقطع	نقطه	مختصات نقطه حفاری		طول حفاری	آزیموت	شیب
			Y	X			
BH ₁	P.5w	150	3616499	689386	70 متر	N28°E	25°N

7-3-2- بررسی شبه مقطع P.20E (DD2)

این شبه مقطع قسمت شرقی محور آنومالی مقاوم الکتریکی AXE 1 را مورد بررسی قرار می دهد، ترانسه شماره d در غرب نقطه 160N از این شبه مقطع واقع شده است، اندازه گیری ها بین نقاط 20N و 320N انجام گرفته است، فاصله الکترودهای پتانسیل، طول خط جریان و جهش ایستگاهی 20 متر انتخاب شده است، محور آنومالی مقاوم الکتریکی AXE 1 و زون های آنومالی IP در مقاطع مدلسازی شده آورده شده اند، نقشه های شماره K-5، K1-5 و K2-5 نتایج برداشت ها و تفسیرهای انجام شده را نشان می دهد.

نقشه شماره K-5 شبه مقطع خام با تصحیح توپوگرافی را ارائه می کند، در شبه مقطع IP یک زون آنومالی بزرگ در شمال شبه مقطع بین نقاط 200N تا 290N ظاهر شده همچنین در جنوب شبه مقطع بین نقاط 50 و 140 آنومالی بزرگ دیگر ردیابی شده است، آنومالی های محدود در مناطق دیگر بصورت پراکنده وجود دارد که با مقیاس رنگ در شبه مقطع مشخص شده اند. در شبه مقطع RS زون های مقاوم الکتریکی بین نقاط 80، 140 و 150 تا 250 مشاهده می شوند، در دیگر نقاط مقاومت الکتریکی بین 20 اهم متر تا 60 اهم متر متغیر است.

نقشه شماره K1-5 مقاطع مدلسازی شده IP و RS را نشان میدهد، در مقطع مدلسازی شده IP یک آنومالی بین نقاط 60 و 130 مشخص شده است مرکز این آنومالی در نقطه 80 و در عمق 25 متری قرار گرفته است، آنومالی دیگری بین نقاط 210 تا 270 مشخص شده است، این آنومالی بطرف شمال مقطع ادامه داشته و به لایه های سطحی نزدیک می شود، دو مرکز آنومالی در زیر نقاط 220 و 260 و در عمق 40 متری مشخص شده اند، در مقطع مدلسازی شده RS زون وسیعی از نقطه 60 تا 280 دارای مقاومت الکتریکی بیشتر از 100 اهم متر می باشد که در داخل آن زون های محدودی دارای مقاومت الکتریکی کم می باشد این زون ها در فاصله نقاط 120 تا 140 و 180 تا 210 واقع شده اند، در محدوده مقاوم الکتریکی در فاصله نقاط 140 تا 210 مقاومت الکتریکی زیاده تر شده و در محدوده نقاط 150 تا 160 و 190 تا 210 مقدار آن به حداکثر می رسد. مقدار $Error=6.7$ و از نقشه شماره K2-5 نتیجه گیری شده است.

با توجه به زمین شناسی منطقه و ترانسه موجود حفر سه گمانه اکتشافی پیشنهاد گردیده است، مشخصات آنها در جدول زیر ارائه گردیده است.

شیب	آزیموت	طول حفاری	مختصات نقطه حفاری		نقطه	مقطع	ردیف
			Y	X			
25°N	N28°E	50 متر	3616317	689573	70	P.20E	BH ₂
20°N	N28°E	50 متر	3616397	689613	50	P.20E	BH ₃
25°S	N28°E	40متر	3616459	689646	230	P.20E	BH ₄

گمانه های اکتشافی طوری انتخاب شده اند که مراکز آنومالی های IP و RS را مورد بررسی قرار دهند، گمانه اکتشافی BH₂ محدوده زیر ترانشه حفر شده در نقطه 160 را که آثار کانی سازی مس در آن مشاهده می شود در عمق مورد بررسی قرار داده و ارتباط آن را با آنومالی RS محور 1 AXE مشخص می کند.

7-3-3- بررسی شبه مقطع (DD3) P.00

این شبه مقطع نیز بمنظور بررسی آنومالی های RS شامل محورهای AXE 2 و AXE 3 که در آن کانی سازی در ترانشه های حفاری شده دیده می شود انجام گرفته است، محدوده برداشت ها بین نقاط 540 تا 870 از پروفیل 00 واقع شده است، محدوده آنومالی های RS و IP در مقاطع مدلسازی شده نشان داده شده است، نتایج در نقشه های شماره K-6، K1-6 و K2-6 ارائه گردیده است.

نقشه شماره K-6 شبه مقطع خام با تصحیح توپوگرافی را نشان می دهد، در شبه مقطع شارژاییته زون های آنومالی بین نقاط 700 تا 850 در شمال شبه مقطع قرار گرفته است، آنومالی دیگری نیز در فاصله نقاط 630 تا 660 ردیابی گردیده است، در شبه مقطع مقاومت الکتریکی زون مقاوم الکتریکی بین نقاط 620 تا 740 ظاهر گردیده و در دیگر نقاط مقاومت الکتریکی کم و بین 20 اهم متر تا 60 اهم متر متغیر است.

نقشه شماره K1-6 شبه مقطع مدلسازی شده IP و RS را ارائه می کند، در مقطع مدلسازی شده IP آنومالی های متفاوتی با مشخصات زیر ظاهر گردیده اند.

- آنومالی بین نقاط 560 تا 630 که مرکز آن در عمق 25 تا 35 متر بین نقاط 595 تا 620 واقع شده است این آنومالی در فاصله ایستگاه های 590 تا 600 تا لایه های نزدیک سطح زمین نیز ادامه پیدا می کند.

- زون آنومالی واقع بین نقاط 660 تا 700 که دارای دو مرکز در زیر نقاط 665 و 595 در اعماق بترتیب 15 و 45 متری می باشد، این زون آنومالی با آنومالی در نقشه تغییرات شارژاییته شماره K-3 مشخص شده مطابقت می کند.

- زون وسیعی بین نقاط 740 تا 850 با دو مرکز آنومالی بین نقاط 750 تا 780 و 805 تا 840 این آنومالی وسیع با زون آنومالی IP که در نقشه تغییرات شارژاییته K-3 مشخص شده مطابقت می کند.

در مقطع مدلسازی شده RS زون های آنومالی مقاوم الکتریکی بین نقاط 610 تا 640، 670 تا 740 (این زون آنومالی تا لایه های سطحی ادامه پیدا میکند)، 760 تا 780 ظاهر شده اند، در لایه های سطحی نیز مقاومت الکتریکی در ابعاد کوچکتری زیاد شده اند که مقیاس رنگ آن را مشخص کرده است، آنومالی های شارژاییته در محدوده هائی قرار گرفته اند که افت مقاومت الکتریکی در آنها کاملاً وجود دارد مقدار $Error=8.66$ بوده و از نقشه شماره K2-6 نتیجه گیری شده است، برای بررسی این آنومالی ها با توجه به زمین شناسی منطقه تعداد 4 گمانه اکتشافی با مشخصات زیر پیشنهاد گردیده است.

شیب	آزیموت	طول حفاری	مختصات نقطه حفاری		نقطه	مقطع	ردیف
			Y	X			
35°N	N28°E	60 متر	3616873	689634	590	P.00	BH5
40°N	N28°E	80 متر	3616930	689658	650	P.00	BH6
45°S	N28°E	100 متر	3617002	689693	730	P.00	BH7

7-3-4- بررسی شبه مقطع P.35w (DD4)

این شبه مقطع نیز بمنظور بررسی محورهای مقاوم الکتریکی AXE 2 و AXE 3 و ادامه محور AXE 4 ارائه گردیده است، محدوده این محورها و زون های آنومالی شارژاییته در مقاطع مدلسازی شده نشان داده شده است، اندازه گیری ها بین نقاط 640N و 1040N انجام گرفته است طول خط جریان ، فاصله الکترودهای پتانسیل و جهش ایستگاهی 20 متر انتخاب شده است نتایج بدست آمده و تفسیرهای انجام شده در نقشه های شماره K-7، K1-7 و K2-7 ارائه شده اند.

نقشه شماره K-7 شبه مقطع خام با تصحیح توپوگرافی را نشان می دهد، در شبه مقطع IP یک زون آنومالی بین نقاط 940 و 1020 مشخص گردیده است، آنومالی سطحی دیگری نیز بین نقاط 910 و 940 ظاهر گردیده است، در شبه مقطع RS زون های مقاوم الکتریکی بصورت پراکنده بین نقاط 750 تا 850 و 920 تا 1000 مشخص شده اند که اغلب بوسیله زون های هادی الکتریکی بصورت مراکز محدودی در آمده اند، در دیگر نقاط مقاومت الکتریکی بین 20 تا 60 اهم متر متغیر است.

نقشه شماره K1-7 مقاطع مدلسازی شده IP و RS را نشان می دهد، در مقطع مدلسازی شده IP دو محدوده آنومالی مشاهده می شود در محدوده جنوبی مقدار IP بین نقاط 650 تا 770 نسبتاً زیاد است ولی محدوده ای با شارژاییته زیادتر بین نقاط 670 تا 710 مشخص شده که مرکز آن در زیر نقطه 680 و در عمق 10 متری قرار دارد و با زون آنومالی شارژاییته مشخص شده در نقشه شماره K-3 مطابقت نسبی دارد، در محدوده شمالی مقطع، آنومالی شارژاییته بین نقاط 800 تا 940 واقع شده و دو مرکز در فاصله نقاط 830 تا 850 و 900 تا 830 مشخص شده که اعماق مرکز آنها بترتیب در 20 و 40 متر واقع شده است، این محدوده آنومالی با زون های آنومالی نقشه تغییرات شارژاییته مطابقت دارد، در قسمت شمال منطقه نیز آنومالی دیگری ظاهر شده که در عمق و شمال مقطع مدلسازی شده محدود نشده است.

در مقطع مدلسازی شده RS یک زون های آنومالی بصورت محدوده ای وسیع در عمق و محدوده های کوچکتر در لایه های سطحی مشخص شده است، محورهای آنومالی AXE 2 ، AXE 3 و AXE 4 با این آنومالی ها مطابقت کامل دارد، زون های آنومالی IP در محدوده ای از این مقطع مدلسازی واقع می شوند که افت مقاومت الکتریکی وجود دارد و می تواند تأییدی بر وجود زون های مینرالیزه نیز باشد. مقدار Error=12.39 می باشد که از نقشه شماره K2-7 نتیجه گیری شده است.

بر مبنای نتایج بدست آمده انجام سه گمانه اکتشافی با مشخصات زیر پیشنهاد می شود.

شیب	آزیموت	طول حفاری	مختصات نقطه حفاری		نقطه	مقطع	ردیف
			Y	X			
35°S	N28°E	30 متر	3616811	689992	690	P.35E	BH ₈
25°S	N28°E	40متر	3616952	690063	850	P.35E	BH ₉
40°S	N28°E	80متر	3617041	690108	950	P.35E	BH ₁₀

7-3-5- بررسی شبه مقطع (P.AB (DD5)

در شمال غرب محدوده مورد مطالعه که شمال مقاطع P10w تا P90w را شامل می شود تعدادی ترانسه حفاری گردیده که در آنها آثار کانی سازی مس مشاهده می شود، این محدوده زیرپوشش اندازه گیری با آرایه مستطیلی قرار نگرفته است (موقعیت ترانسه ها در نقشه موقعیت نشان داده شده است) برای بررسی این محدوده شبه مقطعی در جهت $N65^{\circ}E$ بطول 480 متر برداشت گردیده است. مختصات نقطه ابتدا (نقطه 0) و انتهای آن (نقطه 480) عبارتست از:

$$\begin{array}{l} \{ x=689156 \\ 0 \\ \{ Y=3617055 \end{array} \quad \begin{array}{l} \{ x=688720 \\ 480 \\ \{ Y=3616857 \end{array}$$

فاصله خط جریان ، فاصله الکترودهای پتانسیل و جهش ایستگاهی 20 متر انتخاب شده است در طول شبه مقطع ترانسه ها در نقاط 80 و 200 از این شبه مقطع قرار گرفته اند، نتایج در نقشه های شماره K-8 ، K1-8 و K2-8 ارائه گردیده است.

نقشه شماره K-8 شبه مقطع خام با تصحیح توپوگرافی را نشان می دهد، در شبه مقطع IP مقدار شارژاییته در ابعاد وسیعی زیاد می باشد، در محدوده نقاط 60 تا 90 و 200 تا 270 مقدار آن به حداقل می رسد، در شبه مقطع RS یک زون با مقاومت الکتریکی زیاد بین نقاط 150 تا 320 مشخص شده که بوسیله زون هادی الکتریکی به دو قسمت شرقی و غربی تقسیم شده است. در دیگر نقاط مقاومت الکتریکی بین 20 تا 60 اهم متر متغیر است.

نقشه شماره K1-8 مقاطع مدلسازی شده را نشان می دهد، در مقطع مدلسازی شده شارژاییته، زون های وسیعی بصورت آنومالی شارژاییته ظاهر شده است و بنظر می رسد عامل فرسایش و هوازدگی سازندها در ایجاد شارژاییته بالا موثر می باشد، با توجه به وجود آثار کانی سازی مس در ترانسه ها باید مراکز آنومالی ها را نیز با اهمیت تلقی نمود، مقیاس رنگ این مراکز را بخوبی نشان میدهد، یک محدوده آنومالی بین نقاط 160 تا 230 که در نقطه 200 آن نیز در ترانسه ها آثار کانی مس مشاهده می شود مشخص شده و از طرفی این محدوده در زون مقاوم الکتریکی قرار گرفته که می تواند بصورت آنومالی جالب در نظر گرفته شود، این شرایط برای محدوده آنومالی که بین نقاط 260 و 380 قرار گرفته وجود دارد و بالاخره آنومالی واقع بین نقاط 40 تا 160 که در محدوده نقطه 80 ترانسه ها وجود کانی زائی را مشخص کرده حائز اهمیت است.

در مقطع مدلسازی RS زون مقاوم الکتریکی بین نقاط 40 تا 380 نشان از سازندهای نسبتاً سخت را می کند در غرب مقطع مدلسازی شده از نقطه 380 تا 440 افت مقاومت الکتریکی می تواند در رابطه با سازندهای دانه ریز باشد، مقدار $Error=11.36$ می باشد که از نقشه K2-8 نتیجه گیری شده است.

با توجه به ترانسه ها و کانی زائی مس در آن و مقاطع مدلسازی شده تعداد 3 گمانه اکتشافی با مشخصات زیر پیشنهاد گردیده است.

شیب	آزیموت	طول حفاری	مختصات نقطه حفاری		نقطه	مقطع	ردیف
			Y	X			
35°w	N65°E	100 متر	3617027	689093	70	P.AB	BH ₁₁
15°w	N65°E	60 متر	3616975	688979	195	P.AB	BH ₁₂
30°E	N65°E	100 متر	3616903	688820	370	P.AB	BH ₁₃

7-4 - نتیجه گیری کلی و پیشنهادها

همانگونه که قبلاً ذکر شده هدف از مطالعات ژئوفیزیک، بررسی محدوده ای از جنوب شرقی شهرستان خوسف بنام گیوشاد بوده که در آن آثار کانی زائی در حفاری هائی که بصورت ترانشه انجام شده وجود دارد، برای این منظور منطقه ابتدا زیر پوشش اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی شارژابیلیته (IP) و مقاومت الکتریکی (RS) با آرایه مستطیلی Rectangle قرار گرفته و نقشه های تغییرات شارژابیلیته و مقاومت ظاهری تهیه شد سپس در محدوده آنومالی های RS تعداد 5 شبه مقطع تهیه گردید، نتایج برداشت شبه مقاطع بصورت شبه مقاطع خام با تصحیح توپوگرافی و مقاطع مدلسازی شده ارائه گردید، کلیه تفسیرهای انجام شده در صفحات قبلی تشریح گردید، در زیر خلاصه ای از نتایج بدست آمده و نتیجه گیری از این مطالعات عنوان می گردد.

با تهیه نقشه تغییرات مقاومت الکتریکی (نقشه شماره K-1) 4 محور آنومالی RS ردیابی گردید، این محورهای آنومالی از آن جهت دارای اهمیت هستند که تعدادی ترانشه در محدوده آنها حفاری گردیده و آثار کانی سازی مس در آنها مشاهده شده است، مبنای تفسیرها بر ردیابی این آنومالی قرار گرفته است، مشخصات محورهای آنومالی های RS قبلاً ذکر گردیده است.

نقشه شماره K-3 نقشه تغییرات شارژابیلیته را نشان می دهد، در این نقشه بعلاوه پوشش آبرفتی شامل مواد دانه ریز و یا وجود زون های هوازده در سازندها، زون های آنومالی شارژابیلیته بصورت پراکنده بوده و محورهای آنومالی بارزی ظاهر نشده اند لذا محدوده آنومالی های واقع در پیرامون محورهای آنومالی های RS مورد توجه قرار گرفته و مشخصات آنها ارائه گردیده است، مقیاس رنگ، آنها را بخوبی مشخص کرده است.

برای بررسی محورهای آنومالی های RS و زون های با شارژابیلیته زیاد پیرامون این محورها 5 شبه مقطع تهیه گردید که نتایج بصورت شبه مقاطع خام با تصحیح توپوگرافی و مقاطع مدلسازی شده ارائه و مورد تفسیر قرار گرفت، در مقاطع مدلسازی شده، آنومالی های RS و IP مورد تعبیر و تفسیر قرار گرفته است، آنومالی های RS که نشان دهنده زون های احتمالی سیلیسی شده از سازندهای سخت می باشد می تواند در ارتباط با کانی سازی مس و غیره نیز باشد و لذا مناطقی از آنها که دارای شارژابیلیته زیاد و یا حتی نسبتاً زیاد هستند می توانند نشان از کانی سازی در طول محورهای آنومالی های RS باشند، نتیجتاً در محورهای آنومالی های RS که همراه با شارژابیلیته زیاد هستند مورد توجه قرار گرفته و گمانه های اکتشافی پیشنهادی طوری انتخاب شده اند که علاوه بر اینکه آنومالی های RS را که مد نظر بوده اند قطع کند حتی المقدور از زون های با شارژابیلیته زیاد یا نسبتاً زیاد عبور

کرده باشند، این گمانه های اکتشافی به تعداد 13 عدد بوده که مختصات و مشخصات آنها کلاً در جدول زیر ارائه گردیده است.

ردیف	مقطع	نقطه	مختصات نقطه حفاری		طول حفاری	آزیموت	شیب
			Y	X			
BH ₁	P.5w	150	3616499	689386	70 متر	N28°E	25°N
BH ₂	P.20E	70	3616317	689573	50 متر	N28°E	25°N
BH ₃	P.20E	150	3616397	689613	50 متر	N28°E	20°N
BH ₄	P.20E	230	3616459	689646	40متر	N28°E	25°S
BH ₅	P.00	590	3616873	689634	60 متر	N28°E	35°N
BH ₆	P.00	650	3616930	689658	80متر	N28°E	45°N
BH ₇	P.00	810	3617072	689731	100متر	N28°E	45°S
BH ₈	P.35E	690	3616811	689992	30 متر	N28°E	35°S
BH ₉	P.35E	850	3616952	690063	40متر	N28°E	25°S
BH ₁₀	P.35E	950	3617041	690108	80متر	N28°E	40°S
BH ₁₁	P.AB	70	3617027	689093	100 متر	N65°E	35°w
BH ₁₂	P.AB	1950	3616975	688979	60متر	N65°E	15°w
BH ₁₃	P.AB	370	3616903	688820	100متر	N65°E	30°E

متذکر می گردد برحسب انجام هر گمانه اکتشافی و بررسی لوگ های زمین شناسی آنها می توان در مورد بقیه گمانه های اکتشافی از نظر مختصات و مشخصات تصمیم گیری جدیدی اتخاذ نمود، با لحاظ اینکه آنومالی های RS ردیابی شده با آرایه مستطیلی رگه هائی که احتمالاً می توانند مینرالیزه نیز باشند بخوبی نشان داده و با توجه به وجود ترانشه هائی در خارج از محدوده پوشش با آرایه ذکر شده ، گسترش اندازه گیری با آرایه مستطیلی را در این منطقه پیشنهاد می نماید.

- تشکر و امتنان

بدینوسیله از آقای مهندس ناصر عابدیان مجری محترم طرح و آقای مهندس بهروز برنا مدیر محترم امور 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 خدمات اکتشاف جهت بررسی گزارش و ارائه نظرات در تفسیرهای انجام شده که در نتایج نهائی گزارش بسیار اثرگذار بوده تشکر می شود، از آقای مهندس منظمی زمین شناس منطقه که اطلاعات زمین شناسی منطقه را ارائه نموده اند و همچنین از آقای مهندس سید ابوالحسن رضوی ناظر فنی این طرح به جهت همکاری صمیمانه ایشان با اکیپ ژئوفیزیک سپاسگزار هستیم.

این مشاور آمادگی کارشناسان خود را جهت هر گونه بحث و تبادل نظر در مورد نتایج ژئوفیزیک اعلام می دارد.

مهندسين مشاور و خدمات زمين فيزيك