



وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

معاونت اکتشاف

مدیریت پشتیبانی اکتشاف

گروه ژئوفیزیک

مطالعه امکان اکتشاف طلا به روش مغناطیس سنجی و مقاومت
سنجی در منطقه حمزه قرنین استان کردستان

توسط :

فیروز جعفری
فرامرز اله وردی

زمستان ۱۳۸۸

فهرست مطالب

فصل اول.....	۳
۱-۱- مقدمه.....	۳
۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی.....	۳
۱-۳- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه.....	۵
۱-۴- زمین شناسی ساختمانی حمزه قرنین.....	۶
فصل دوم.....	۹
((تئوری روشهای ژئوفیزیک)).....	۹
۱-۲- روش مقاومت سنجی.....	۹
۱-۱-۲- آرایش دایپل - دایپل (Dipole - Dipole).....	۱۰
۱-۲-۲- روش مغناطیس سنجی.....	۱۱
۱-۲-۲- روشهای فیلتر اژ نقشه های مغناطیس.....	۱۴
۱-۲-۲- بررسی نقشه کاهش به قطب.....	۱۵
فصل سوم.....	۱۶
((برداشتهای ژئوفیزیک)).....	۱۶
۱-۳- تجهیزات مورد استفاده.....	۱۶
۱-۱-۳- دستگاه مغناطیس سنج.....	۱۶
۱-۲-۳- دستگاه ژئو الکتریک.....	۱۸
۱-۳-۲- مطالعات ژئوفیزیک و برداشت صحرائی.....	۲۰
فصل چهارم.....	۲۲
((بررسی نتایج)).....	۲۲
۱-۴- بررسی آرایش های دایپل-دایپل.....	۲۲
۱-۱-۴- بررسی آرایش دایپل دایپل بر روی پروفیل شماره ۱.....	۲۳
۱-۲-۴- بررسی آرایش دایپل دایپل بر روی پروفیل شماره ۲.....	۲۶
۱-۳-۴- بررسی آرایش دایپل دایپل بر روی پروفیل شماره ۳.....	۲۹
۱-۴-۴- بررسی آرایش دایپل دایپل بر روی پروفیل شماره ۴.....	۳۲
۱-۲-۴- بررسی نتایج مغناطیس سنجی.....	۳۵
۱-۲-۴- بررسی نتایج مغناطیس سنجی در محدوده شماره یک.....	۳۵
۱-۲-۴- بررسی نتایج مغناطیس سنجی در محدوده شماره دو.....	۴۳
۵- نتیجه گیری.....	۴۷
تشکر و قدردانی.....	۴۸

فصل اول

۱-۱- مقدمه

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور برای انجام عملیات ژئوفیزیکی به روش مغناطیس سنجی و مقاومت سنجی الکتریکی در منطقه حمزه قرنین در شهرستان سقز استان کردستان به منظور اکتشاف رگه های سیلیسی طلا دار، طی حکم شماره ۲۰۵۸، اکیپ سه نفره ای شامل فیروز جعفری به عنوان سرپرست گروه همراه دو تکنسین فرامرز اله وردی و عباس باقری اسفندآبادی در شهریور ماه ۸۷ به مدت ۲۰ روز به محل اجرای حکم اعزام نمود.

در این ماموریت مقاومت ویژه در ۴۱۶ ایستگاه بر روی ۴ پروفیل با آرایش دایپل-دایپل و مغناطیس سنجی در ۱۵۵۶ ایستگاه در دو شبکه جداگانه به فواصل ۵ در ۱۰ و ۲ در ۲ اندازه گیری شد.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی

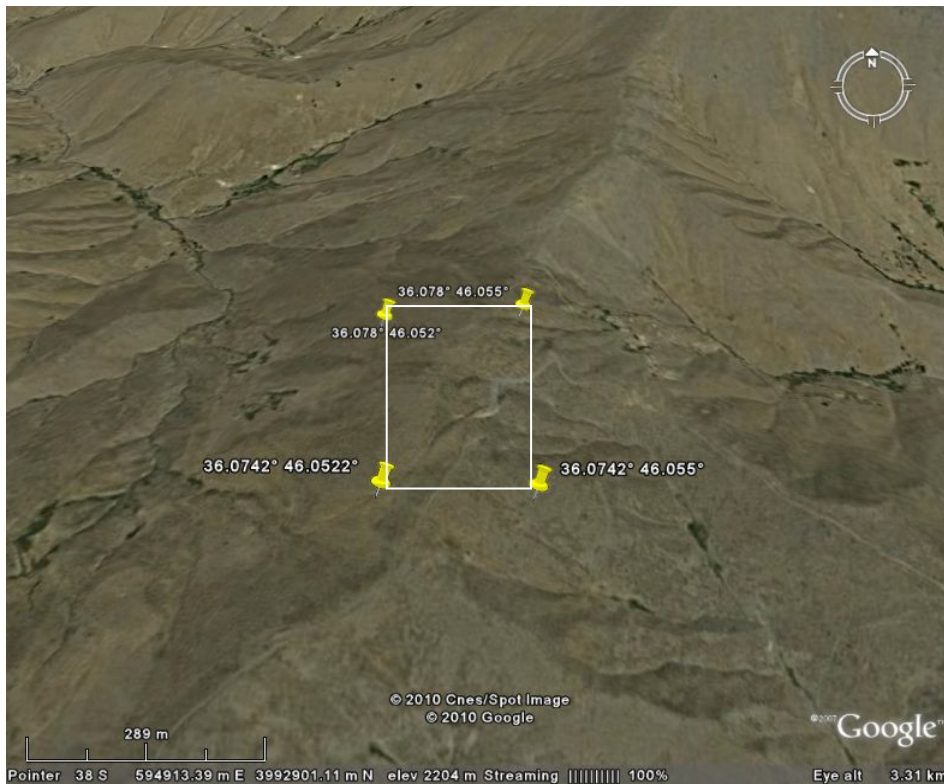
این محدوده در استان کردستان واقع شده و مختصات جغرافیایی آن به شرح زیر است.

عرض شمالی $36^{\circ} 04' 24''$ - $36^{\circ} 05' 11''$ و طول شرقی $46^{\circ} 02' 16''$ - $46^{\circ} 03' 35''$

دسترسی به منطقه از طریق جاده اصلی سقز به بانه مقدور می باشد. جهت دسترسی به منطقه مورد مطالعه باید از جاده آسفالت سقز به سمت بانه حدود ۳۵ کیلومتر طی شود. سپس از طریق یک جاده خاکی که از سمت چپ جاده آسفالت جدا می شود می توان پس از طی حدود ۳ کیلومتر به روستای حمزه قرنین و سپس بعد از طی حدود ۲ کیلومتر به محدوده اکتشافی دسترسی یافت (تصویر شماره ۲۱).



تصویر شماره ۱- نقشه راه دسترسی به محدوده حمزه قرزین



تصویر شماره ۲- عکس ماهواره ای از محدوده حمزه قرزین

۱-۳- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

(اقتباس از گزارش نهایی اکتشافات عمومی طلا در محدوده حمزه قرنین شرکت مشاور زرناب اکتشاف بهمن ۱۳۸۷)

محدوده حمزه قرنین به عنوان بخشی از زون سنندج - سیرجان شرایط مشابهی با سایر کانسارهای شناخته شده از جمله قلقله، کرویان، قبغلوچه و غیره دارد که در مجاورت آن واقع شده اند عمده واحدهای زمین شناسی را سنگ های گرانودیوریتی با دگرگونی در رخساره شیست سبز تشکیل می دهند که به نظر می رسد در زمان های متفاوتی بصورت پی در پی در محدوده نفوذ کردند. سنگ دربرگیرنده این توده ها احتمالاً سنگهای رسوبی است که سن آنها مشخص نیست اما ممکن است از پر کامبرین تا کرتاسه باشند. فعالیت های تکتونیکی بصورت همزمان در محدوده تاثیر گذار بوده اند و باعث دگر شکلی و خرد شدگی در محدوده شده اند به طوریکه انواع ساخت های شکل پذیر و شکننا و یا حد واسط را می توان در محدوده مشاهده کرد. مجموعه این فعالیت ها هم زمان با جایگیری توده های نفوذی باعث آلتراسیون فراگیر در محدوده شده که البته به سمت واحد های جوان تر از شدت آن نیز بسیار کاسته شده است. ساختارهای میلونیتی به شدت در محدوده توسعه یافته اند و منحصر به واحد خاصی نمی شود اما در سنگهای قدیمی بیشتر شایع هستند. کانی سازی طلا در محدوده با غنی شدگی های متفاوتی در زونی به وسعت حدود هفت هکتار رخ داده که روند آن N25E و به شکل دوک مانند منطبق بر واحد گرانیت میلونیتی و سربستی است. ادامه روند این کانی سازی در خارج از محدوده به قلقله می رسد و باندهای مشابهی نیز در کرویان وجود دارد که همگی از روند و شرایط مشابهی برخوردارند.



تصویر شماره ۳- نمایی از رگه های سیلیسی با آثار لیمونیت

۱-۴- زمین شناسی ساختمانی حمزه قرنین

محدوده ۱:۱۰۰۰۰۰۰ حمزه قرنین با وسعت حدود ۱۸۷ هکتار در جنوب غرب بر گه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ سقز قرار دارد. اکثر سطح محدوده را سنگهای دگرگونی که عمدتاً در رخساره پایین شیست سبزدگرگونه هستند، تشکیل داده است که البته در جنوب غرب و مرکز محدوده گرانیت، متادیوریت، دیوریت، گرانیت، گنیس، لوکوگرانیت نیز به چشم می خورد. از دیدگاه زمین شناسی ساختمانی ساختارهای محدوده به دو دسته ساختارهای شکل پذیر و شکننده تقسیم می شوند.

الف- ساختارهای شکل پذیر

گسترش عمده این ساختارها در واحدهای دگرگونی منطقه به ویژه شیست ها میباشد در بررسی های به عمل آمده حداقل سه نسل چین خوردگی در شیست ها مشاهده می شود که شدیدترین نسل دگرریختی چین های نسل اول میباشد و به صورت چین های یال موازی برگشته با شیب به سمت شمال شرق میباشد. در داخل این شیست واحدهای گرانیتی به صورت میلونیتی درآمده اند که در دو جهت می توان

ساختار میلونیتی را مشاهده کرد که این امر میتواند مبین هم زمان بودن برش و دگرگونی باشد گرچه وجود رگه هایی از کوارتز چین خورده مابین فولیاسیون صفحه محوری، نسل اول بودن این چین ها را با تردید روبرو می سازد. زیرا که برای تعیین نسل های مختلف چین خوردگی باید آثار لایه بندی اولیه و چین های آن را مشاهده کرد.

ب- ساختارهای شکننده

علاوه بر گسل و شکستگی های منطقه، شکستگی و گسل ها را در واحدهای آذرین میتوان مشاهده کرد. برخی از سنگهای منطقه صرفاً به صورت شکننا عمل کرده اند و موجب جابجایی رگچه ها شده اند اما اکثر آنها بصورت کششی همراه یا بدون برشی عمل کرده اند و در نهایت برخی بعد از تزریق رگه های کوارتز و سرد شدن آن فعالیت نموده که موجب تشکیل Brittle-Ductile shear band شده اند.



تصویر شماره ۴- نمایی عمومی از منطقه مورد مطالعه



تصویر شماره ۵- نمایی نزدیکتر از منطقه مورد مطالعه

فصل دوم

((تئوری روشهای ژئوفیزیک))

در این فصل تئوری و روشهای ژئوفیزیکی بکاررفته در منطقه اکتشافی به شرح زیر توضیح داده میشود .

۱-۲ روش مقاومت سنجی

در روش مقاومت سنجی جریانهای الکتریکی مصنوعی توسط دو الکترود به زمین تزریق می شود و اختلاف پتانسیل منتهی به دو نقطه در سطح زمین اندازه گیری می شود. انحراف از شکل اختلاف پتانسیل های قابل انتظار در مورد زون های هموزن اطلاعاتی در مورد شکل و خواص الکتریکی ناهمگونی های زیرسطحی ارائه می دهد.

مقاومت مخصوص یک ماده به عنوان مقاومت بین سطوح مخالف یک مکعب واحد از جسم بر حسب اهم متر تعریف می شود. مقاومت یکی از خواص فیزیکی سنگها می باشد که دارای تغییرات زیادی است. کانی های خاصی مانند فلزات طبیعی و گرافیت از طریق عبور الکترون ها جریان الکتریکی را هدایت می کنند لیکن بیشتر کانی های تشکیل دهنده سنگها غیر قابل نفوذ بوده و جریان الکتریکی عمدتاً از طریق یون های آب موجود در خلل و فرج سنگ شارژ می یابد. بنابراین بیشتر سنگها الکتریسیته را بطریق الکترولیتی هدایت می کنند تا از طریق الکترونیکی، و این بدان معناست که تخلخل عمده ترین کنترل کننده مقاومت سنگ بوده و علاوه بر آن میزان آب درون خلل و فرج و مقاومت آب نیز در این جهت نقش اصلی را بازی می کنند و در حد وسیعی مقاومت سنگ را تغییر می دهند و بر این اساس هم پوشی قابل ملاحظه ای بین مقاومت الکتریکی انواع مختلف سنگها وجود دارد و در نتیجه مشخص کردن نوع سنگها تنها

بر اساس داده‌های مقاومت‌سنجی امکانپذیر نمی‌باشد و باید حتماً عوامل فوق را مدنظر قرار داد. در عمل اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی بدین ترتیب انجام می‌شود که از طریق دو الکتروود جریان (A, B) جریان مستقیم به درون زمین فرستاده می‌شود و اختلاف پتانسیل حاصل بین دو الکتروود پتانسیل (M, N) در زمین اندازه‌گیری می‌شود و مقاومت از فرمول $P = K.V / I$ محاسبه می‌گردد که در این فرمول V اختلاف پتانسیل اندازه‌گیری شده و I شدت جریان تزریق شده به زمین و K ضریب ژئومتری آرایش مورد استفاده بوده و اگرچه برای هر آرایش می‌توان فرمول آن را بیان کرد ولی فرمول کلی محاسبه این ضریب بصورت زیر می‌باشد.

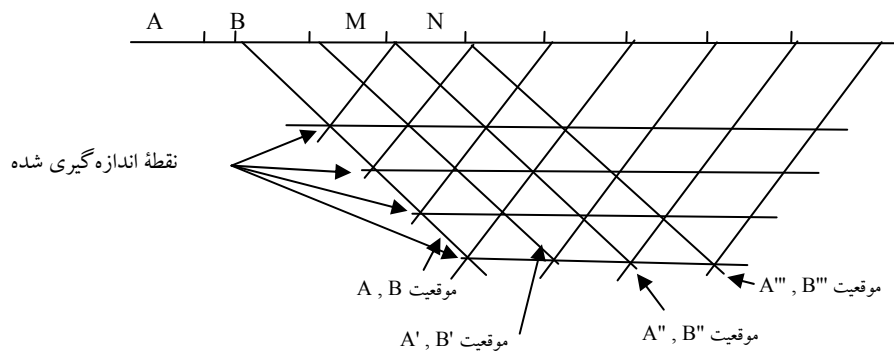
$$K = 2\pi \cdot \frac{1}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}}$$

وقتی جنس زمین یکنواخت باشد مقاومت محاسبه شده بر اساس این معادله ثابت بوده و مستقل از فاصله الکتروودها خواهد بود ولی اگر غیریکنواختی زیرسطحی، موجود باشد مقاومت با موقعیت نسبی الکتروودها تغییر می‌کند و هر مقدار محاسبه شده به عنوان مقاومت ظاهری ρ_a نامیده خواهد شد و تابعی از شکل غیریکنواختی مربوطه خواهد بود.

۱-۱-۲ آرایش دایپل - دایپل (Dipole - Dipole)

در این آرایه الکتروودهای A, B, M, N در روی یک مقطع قرار داشته و الکتروودهای M, N همیشه در خارج الکتروودهای A, B واقع می‌شوند در عمل فواصل الکتروودها $AB = MN = a$ اختیار می‌شود و در هر اندازه‌گیری فاصله AB ثابت بوده و الکتروودهای MN را در امتداد مقطع حرکت می‌دهند. در نتیجه، اندازه‌گیری برای عمق‌های مختلف انجام می‌گیرد، فاصله بین نزدیکترین الکتروودهای جریان و پتانسیل برابر na بوده (۳)

$n = 1, 2, \dots$ و عمق هر اندازه گیری برابر $a(n+1)/2$ خواهد بود، در هر اندازه گیری عدد بدست آمده برای نقطه ای در محل تلاقی خطوطی که با زاویه ۴۵ درجه نسبت به امتداد مقطع از وسط AB و MN رسم می شود منظور می گردد و بدین ترتیب با رسم نتایج بدست آمده شبهه مقطعی از تغییرات مقاومت الکتریکی درون زمین نشان داده می شود (شکل ۱).



شکل ۱: شمای آرایه دوقطبی - دوقطبی

۲-۲- روش مغناطیس سنجی

مطالعه مغناطیس زمین، قدیمیترین شاخه ژئوفیزیک است. برای نخستین بار گیلبرت نشان داد که میدان مغناطیسی زمین راستایی عموماً شمالی - جنوبی در نزدیکی محور چرخشی زمین دارد. از آن زمان تاکنون پیشرفت های قابل توجهی در زمینه ساخت دستگاهها و تفسیر اندازه گیری های این روش بدست آمده است. در روشهای مغناطیسی معمولاً میدان کلی یا مولفه قائم اندازه گیری می شود. با توجه به اینکه میدان مغناطیسی دارای دو قطب و نیز راستا می باشد، لذا تفسیر نقشه های مربوطه پیچیده تر از سایر روشها می باشد.

از طرف دیگر، در مقایسه با اغلب روش های ژئوفیزیکی، اندازه گیری های صحرائی در این روش، ارزان و ساده است و عملاً نیازی به اعمال تصحیحات پیچیده و طولانی در قرائت ها نیست. میدان مغناطیسی زمین تا آنجا که به اکتشاف ژئوفیزیکی مربوط است، از سه قسمت تشکیل شده است:

۱- میدان اصلی، که هر چند با زمان ثابت نیست، نسبتاً به آرامی تغییر می کند و منشاء آن داخلی است و حدود ۹۰ درصد میدان مغناطیسی زمین را تشکیل می دهد.

۲- میدان خارجی، جزء کوچکی از میدان اصلی است که منشاء آن خارج از زمین می باشد و نسبتاً سریع تغییر می کند، تغییری که بخشی از آن دوره ای و بخشی اتفاقی (تصادفی) است (مربوط به تغییرات روزانه و سالیانه خورشید و روزانه ماه می باشد).

۳- تغییرات میدان اصلی، معمولاً ولی نه همیشه خیلی کوچکتر از میدان اصلی است، نسبتاً با زمان و مکان ثابت است و در اثر بی هنجاری های مغناطیسی محلی در نزدیکی سطح پوسته زمین بوجود می آید. این تغییرات هدف های ژئوفیزیک اکتشافی را تشکیل می دهد.

اگر جسمی در میدان زمین F قرار بگیرد در این صورت یک میدان به نام J (مغناطیدگی القایی^۱) به داخل جسم القاء می شود. که خواهیم داشت: $J = KF$

که K ضریب مغناطیس پذیری^۲ (خودپذیری مغناطیسی) می باشد. اجسام بر حسب ضریب K به سه دسته تقسیم می شوند:

۱. $K < 0$ ، دیامغناطیس. معمولترین مواد دیامغناطیس زمین، گرافیت، ژپس، مرمر، کوارتز و نمک می باشند.

۲. $K > 0$ ، پارامغناطیس. عناصری مانند نیکل و کلسیم و ... این اثر با دما کاهش می یابد.

۳. $K \gg 0$ ، فرومغناطیس اکثراً اکسیدهای آهن.

^۱ . Induced Magnetization

^۲ . Susceptibility

خودپذیری مغناطیسی، متغیری مهم در مغناطیس است و همان نقشی را داراست که چگالی در تفسیرهای گرانی دارد. هر چند تغییرات بزرگی در مقادیر K ، حتی برای یک سنگ بخصوص وجود دارد و لپوشی وسیعی بین نوع‌های مختلف مشاهده می‌شود، سنگ‌های رسوبی پایین‌ترین و سنگ‌های آذرین اصلی بالاترین میانگین خودپذیری را دارا می‌باشند. در هر مورد خودپذیری تنها به مقدار کانی‌های فری مغناطیس موجود بستگی دارد که عمدتاً مانیتیت و بعضی اوقات ایلمنیت یا پیروتیت می‌باشند (سنگ‌هایی نظیر گابرو، پیروکسنیت، بازالت و آندزیت دارای خاصیت مغناطیسی بالا هستند).

اغلب ممکن است که کانی‌هایی با خودپذیری منفی توسط اندازه‌گیری‌های مغناطیسی تفصیلی تعیین محل شوند، هر چند این مقادیر منفی کوچکند. همچنین باید خاطر نشان کرد که بسیاری از کانی‌های آهن فقط کمی مغناطیسی اند. سنگ‌ها و کانی‌ها از نظر مغناطیس به سه دسته؛ دیا مغناطیس (بدون مغناطیس)، پارامغناطیس (دارای مغناطیس وقتی در معرض میدان قرار می‌گیرد) و فرومغناطیس (مغناطیس دار) تقسیم می‌شوند. پارامتر اندازه‌گیری خاصیت مغناطیس سنگ‌ها خودپذیری مغناطیسی است که بر حسب واحدهای emu^3 در جدول ذیل برای تعدادی از کانی‌ها ارائه گردیده است.

نوع	میانگین خودپذیری $\times 10^6$	نوع	میانگین خودپذیری $\times 10^6$
هماتیت	۵۵۰	کرومیت	۶۰۰
مانیتیت	۵۰۰۰۰۰	لیمونیت	۲۲۰
زغال سنگ	-۱	کوارتز	-۱

جدول شماره ۱- میانگین خودپذیری بعضی از کانی‌ها

^۳ واحدهای emu : واحدهای الکترومغناطیسی cgs می‌باشد.

دستگاه‌های اندازه‌گیری در این روش به سه دسته واریومترهای مغناطیسی، مغناطیس‌سنج فلاکس گیت (دروازه شار)، مغناطیس‌سنج شتاب هسته‌ای و بخار رویدیم تقسیم‌بندی شده‌اند. پیشرفته‌ترین و جدیدترین نوع مغناطیس‌سنج مدل Smartmag ساخت شرکت Scintrex کشور کانادا است که با استفاده از بخار سزیم کار می‌کند. این دستگاه دارای حساسیت بسیار بالا و در حد ۰/۰۱ گامامی باشد و برای کشف بی‌هنجاری‌های باستان‌شناسی کاربرد فراوانی دارد. واحد اندازه‌گیری شدت میدان مغناطیسی، گاما یا همان نانوتسلا است. مغناطیس‌سنج‌های با حساسیت و ظرافت کمتر برای عملیات معدنی بسیار مناسب‌تر است

۲-۱- روشهای فیلترژ نقشه‌های مغناطیس

به منظور آماده‌سازی داده‌ها ابتدا همه مختصات‌ها با استفاده از GPS دستی بر روی هر پروفیل برداشت می‌شود. سپس نقشه‌ها همگی در این مختصات و توسط نرم افزار GEOSOFT تحلیل می‌شود. بمنظور تفسیر بهتر داده‌های برداشت شده، از روشهای مختلف تحلیلی و ترسیمی استفاده می‌شود. به عنوان مثال روش ادامه فراسو بمنظور کاهش اثر نویزهای سطحی و نمایش بهتر بی‌هنجاری‌های عمیقتر مناسب است در حالیکه نقشه‌های مشتق جهت نمایان سازی هر چه بیشتر بی‌هنجاریهای سطحی مناسب است. نقشه‌های مشتق اول و دوم چنانکه پیداست میزان نسبت تغییرات بی‌هنجاری و شدت تغییرات بی‌هنجاری را به عمق نمایش می‌دهد. روشن است که به این ترتیب بی‌هنجاریهای سطحی که تغییرات شدیدتری دارند نمایانتر خواهند شد ضمن آنکه احتمال عمیق بودن یا ادامه چنین بی‌هنجاریهایی در عمق منتهی نیست و به همین منظور نقشه‌های ادامه فراسو تهیه می‌گردد. بصورت ساده می‌توان چنین فرض کرد که سنسور دستگاه مغناطیس‌سنج در ارتفاعی بالاتر از سطح فعلی اندازه‌گیری نموده است. نقشه کاهش به قطب نیز به منظور تعیین بهتر محل بی‌هنجاری با توجه به موقعیت جغرافیایی و با در دست داشتن مقادیر *declination*

inclination در منطقه وانجام تصحیح بدست می آید. تمامی نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار های مختص ژئوفیزیک ترسیم شده است.

۲-۲-۲- بررسی نقشه کاهش به قطب

به منظور حذف اثر دوقطبی و تعیین دقیق تر محل واقعی توده ها، ابتدا نقشه شدت کل میدان به قطب برگردانده شده است. به این ترتیب بیهنجاریها کمی به سمت شمال کشیده شده است. با استفاده از مقادیر استاندارد جهانی در محل انجام برداشتها، برای تهیه نقشه کاهش به قطب مقادیر $Inclination=54.2$ $declination=3.8$ درجه محاسبه شده است.

فصل سوم

((برداشتهای ژئوفیزیک))

۱-۳- تجهیزات مورد استفاده

۱-۱-۳- دستگاه مغناطیس سنج

جهت انجام برداشتهای مغناطیس سنجی در محدوده مورد مطالعه از دو دستگاه مغناطیس سنج MP3 ساخت شرکت Scintrex کانادا استفاده شده است. یک دستگاه جهت ایستگاه BASE و دیگری جهت اندازه گیری استفاده شده است. دستگاه های MP3 در واقع مغناطیس سنجهای نوع پروتون میباشند که قابلیت ثبت داده هارا تا ۳۲ کیلوبایت داشته و میتوان با اتصال دو دستگاه BASE و اندازه گیری، تصحیحات روزانه را به سادگی و بطور خودکار انجام داد. دقت دستگاه تا ۰/۱ نانو تسلا بوده که در مقیاس مطالعات ما کافی است. با استفاده از این مدل دستگاه می توان اندازه گیری های گرادیان را نیز با سنسور مخصوص انجام داد. بطور کلی این دستگاهها در نوع خود بسیار سبک (۲ کیلوگرم) و دارای قابلیت حمل آسان و کاربری راحتی می باشد.



تصویر شماره ۶- دستگاه مغناطیس سنج MP3

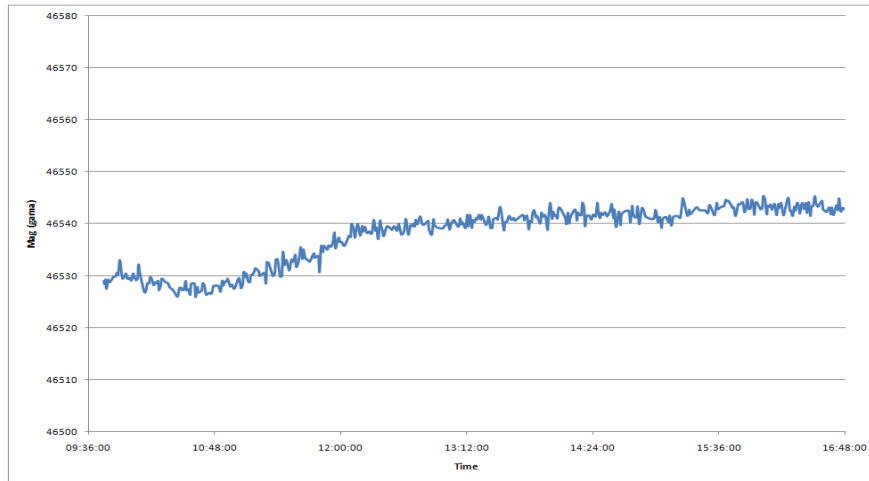


تصویر شماره ۷ - عملیات اندازه گیری مغناطیس با استفاده از مغناطیس سنج MP3

قبل از اندازه گیری های مغناطیس سنجی ابتدا شبکه برداشت توسط GPS دستی پیاده شد این اندازه گیری ها با قرار دادن یک ایستگاه Base در منطقه برای انجام تصحیحات روزانه و بررسی طوفان های مغناطیسی احتمالی انجام شد. لازم به ذکر است که، در روز هایی که برداشت های مغناطیسی در حال انجام بودند، طوفان مغناطیسی دیده نشد.

SCINTREX v4.1		Magnetom R2.0					
Base	Fld: 47477	Cycle	Time:	30 sec			
Line:	9999	Grid:	1	Job:	1	Date:	
Station:	9999	Information					
Changes	Between	Readings					
Time	Mag	Fld	1	2	3	4	
10:05:36	47480.2	-0.5	3276.7	-327	0.3	-0.1	-0.1
10:10:36	47480	-0.1	-0.1	-0.3	0.2	-0.3	-0.3
10:15:36	47479	0.3	-1	0.3	-0.2	-0.2	-0.2
10:20:36	47477.6	0.5	-1	-0.4	1.3	0.2	0.2
10:25:36	47476.8	-0.3	-0.6	0.4	0.2	0.1	0.1
10:30:36	47475.7	0	0.3	-0.4	0	-0.2	-0.2
10:35:36	47475	0	-0.2	0.2	-1.6	0.4	0.4
10:40:36	47472.8	1.4	-2.2	0.8	-0.2	-0.4	-0.4
10:45:36	47472.6	-0.6	-0.3	0.1	0.3	-0.2	-0.2
10:50:36	47471.7	-0.6	0.6	-0.1	0.1	-0.3	-0.3
10:55:36	47471.1	0.3	-0.8	-0.2	0.3	0.3	0.3

شکل شماره ۲ - نمونه داده های خروجی دستگاه مغناطیس سنج MP3



شکل شماره ۳- نموداری از داده های ایستگاه Base

۳-۱-۲- دستگاه ژئوالکترونیک

دستگاه اندازه گیری مقاومت ویژه ظاهری که در این منطقه بکار رفته است عبارت است از :

ترانزموتر مدل *SAS300B* سوئدی که در آن علاوه بر اندازه گیری و حذف پتانسیل خودزا (*SP*) نسبت V/I مستقیماً اندازه گیری و روی صفحه نمایشگر بصورت رقمی نشان داده می شود. این نحوه عمل دقت اندازه گیری را بالا برده و خطاها را به حداقل ممکن می رساند.

پتانسیومتر شامل یک بخش فرستنده می باشد که قادر است تا ۲۰ میلی ولت اختلاف پتانسیل به الکترودهای جریان اعمال نماید. این پتانسیومتر اغلب به منظور مطالعات مقاومت ویژه بکار میرود. این دستگاه قادر است در مدت زمان معینی که معمولاً برای ۲ ثانیه تنظیم میگردد جریان را از فرستنده دریافت و مقدار اختلاف پتانسیل را در دو سر الکترودهای پتانسیل به همراه جریان ایجاد شده ثبت نماید. به این ترتیب مقدار مقاومت ویژه با استفاده از فرمول ساده $\rho = K \cdot \Delta V / I$ قابل محاسبه است.



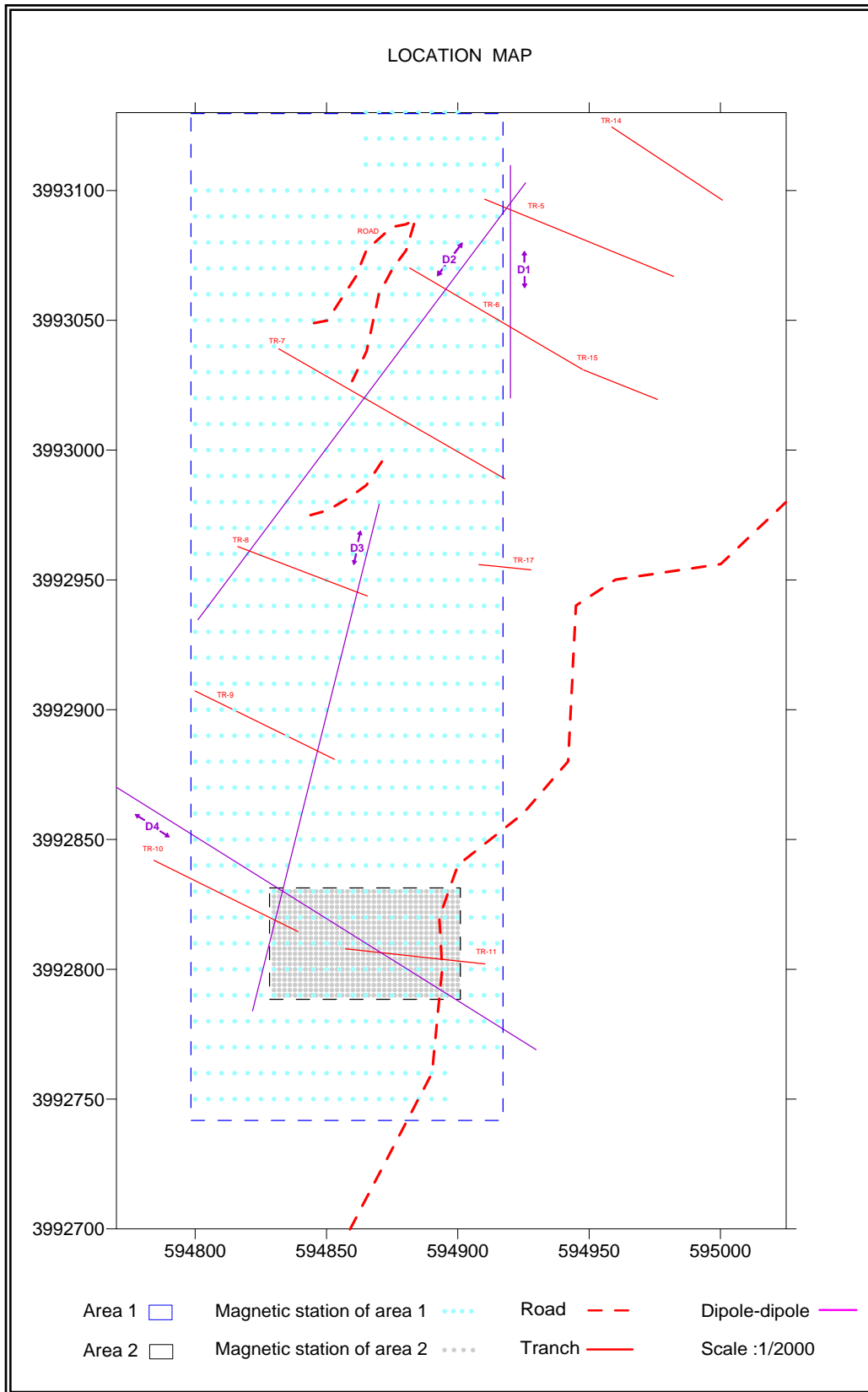
تصویر شماره ۸- تراوتر مدل SAS300B سوندی



تصویر شماره ۹ - عملیات برداشت مقاومت ویژه همزمان با برداشت مغناطیسی

۳-۲- مطالعات ژئوفیزیک و برداشت صحرائی

محدوده توسط زمین شناس منطقه جهت مطالعات ژئوفیزیک معرفی گردید که پس از بازدید، اندازه گیری مقاومت ویژه ظاهری بر روی چهار پروفیل جهت دسترسی به ایده ای مناسب برای پیدا کردن راهی به منظور جداسازی بی هنجاری های مرتبط با کانی سازی صورت گرفت و همچنین به منظور بررسی احتمال همبستگی بین مقدار آهن ورگه های حاوی طلا برداشت مغناطیس سنجی در محدوده انجام شد. نقشه شماره یک محل برداشت دایبل ها، محدوده های برداشت مغناطیس سنجی و موقعیت ترانسه ها را در محدوده نشان می دهد. در ادامه به ترتیب نتایج بدست آمده مورد تعبیر و تفسیر قرار گرفته و سپس مدل ها با اعمال تصحیح توپوگرافی ارائه شده است.



نقشه شماره ۱- نقشه مکان نمای برداشتهای ژئوفیزیک

فصل چهارم

((بررسی نتایج))

۴-۱- بررسی آرایش های دایپل-دایپل

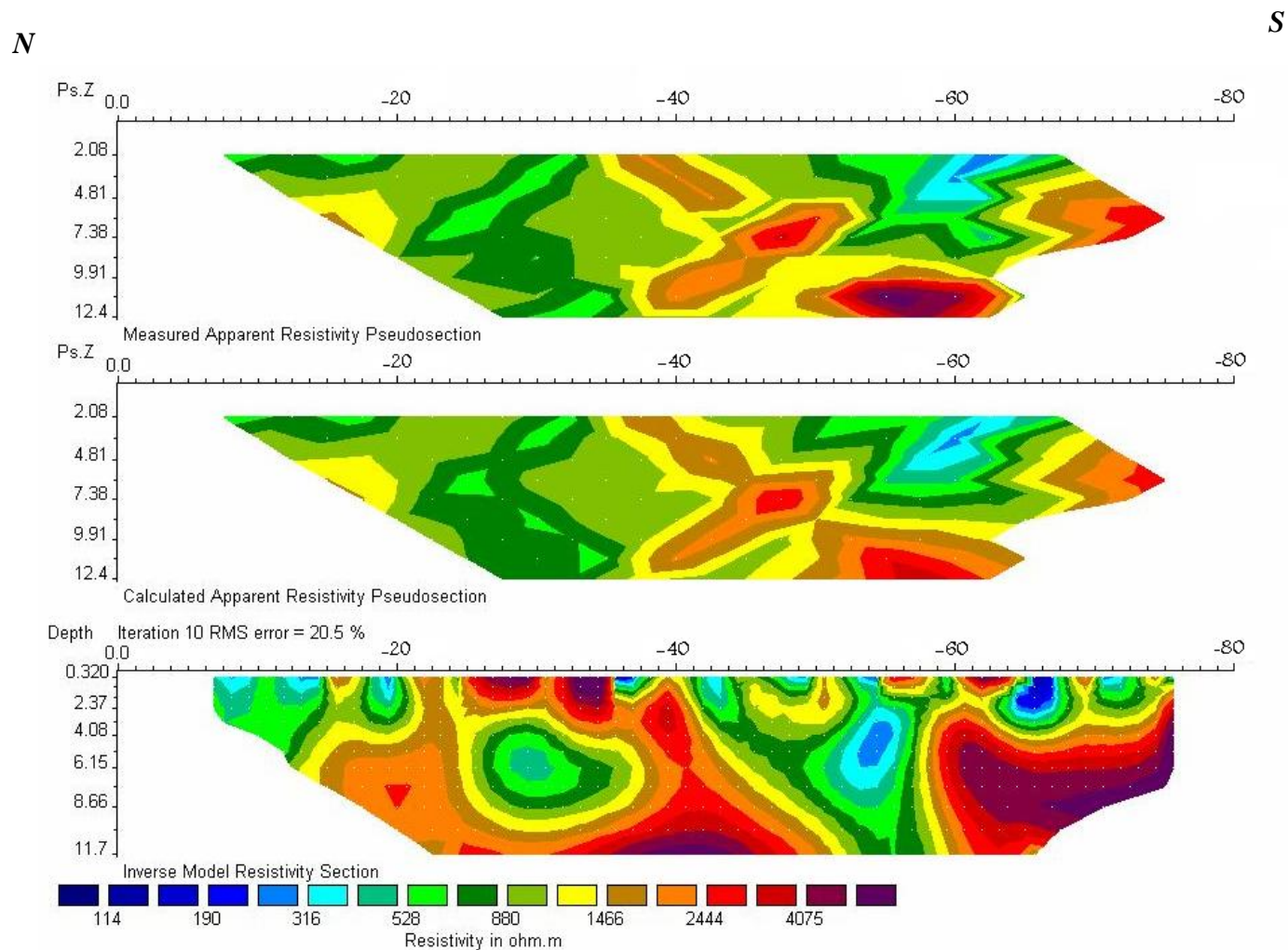
بر روی مقاطع D2 تا D4 برداشتها با فاصله الکترودی ۱۰ متر، پرش ۱۰ متر و تا ۹ پرش برای MN و نیز D1 با فاصله الکترودی ۵ متر، پرش ۵ متر و تا ۹ پرش برای MN انجام شده است. در این پروفیل ها مقاومت ویژه ظاهری بر حسب اهم متر ($\Omega.m$) اندازه گیری شده است.

مختصات تمام ایستگاهها بر حسب UTM داده شده است. در مقاطع مدلسازی شده عمق واقعی نمایش داده شده است. برای هر پروفیل ابتدا شبه مقاطع داده های خام و محاسبه شده به همراه مدل بدون توپوگرافی برای مقاومت ویژه و سپس نتیجه مدلسازی با اعمال توپوگرافی ارایه شده است.

ع-۱-۱- بررسی آرایش دایپیل دایپیل بر روی پروفیل شماره ۱

این برداشت با قرار دادن الکترودهای جریان بر روی ایستگاه های صفر و ۵- با مختصات UTM (۳۹۹۳۱۱۰ ، ۵۹۴۹۲۰) و (۳۹۹۳۱۰۵ ، ۵۹۴۹۲۰) آغاز و اندازه گیری در جهت جنوب ادامه یافته بطوریکه آخرین الکتروود جریان روی (۳۹۹۳۰۲۰ ، ۵۹۴۹۲۰) قرار می گیرد. بیشترین مقدار برای مقاومت ویژه ظاهری ۵۹۹۱ و کمترین مقدار ۹۶ اهم متر برداشت شده است. نقشه شماره ۲ نمایش شبه مقاطع با داده های خام و محاسبه شده به همراه مدل مقاومت ویژه و نقشه شماره ۳، مدل مقاومت ویژه را پس از مدلسازی با نرم افزار RES2DINV با اعمال توپوگرافی نشان می دهد.

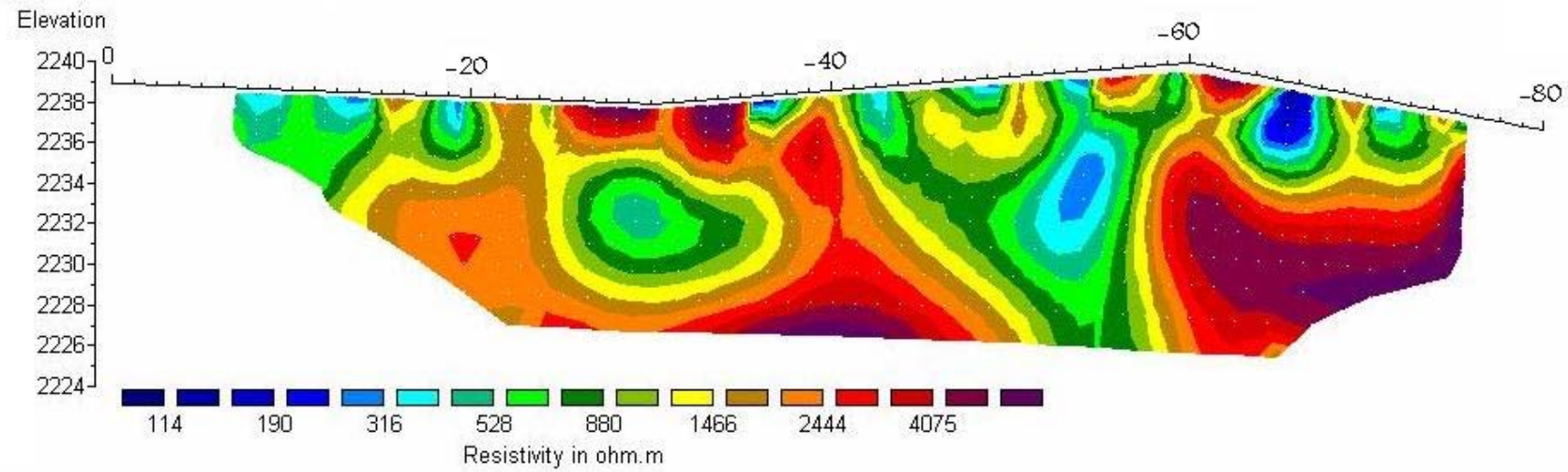
با توجه به نقشه شماره ۳ در این پروفیل مقدار مقاومت ویژه حد فاصل ایستگاه های ۲۵- تا ۳۵- در سطح بالا رفته و همچنین در زیر ایستگاه ۴۰- یک کنتاکت با شیبی به سمت جنوب بین توده مقاوم وهادی دیده میشود که توده مقاوم به رنگ نارنجی تا قرمز و توده کم مقاومت که احتمالاً مربوط به شیست هاست با رنگ آبی و سبز تفکیک شده است. بطور کلی با روش مقاومت ویژه می توان بخش های مقاوم سیلیسی را به سادگی از بخش های کم مقاومت با جنس شیست جدا کرد. این تفکیک تا عمق ۱۲ متر برای برداشتهای ۵ متری بخوبی انجام شده است. بی هنجاری مقاوم دیگری نیز حد فاصل ایستگاه های ۶۰- تا ۸۰- دیده میشود که به احتمال زیاد حاوی سنگ هایی از جنس سیلیس می باشد



نقشه شماره ۲- شبه مقطع مقاومت ویژه به همراه مدل بر روی پروفیل شماره ۱

N

S



نقشه شماره ۳- مدل مقاومت ویژه بر روی پروفیل شماره ۱

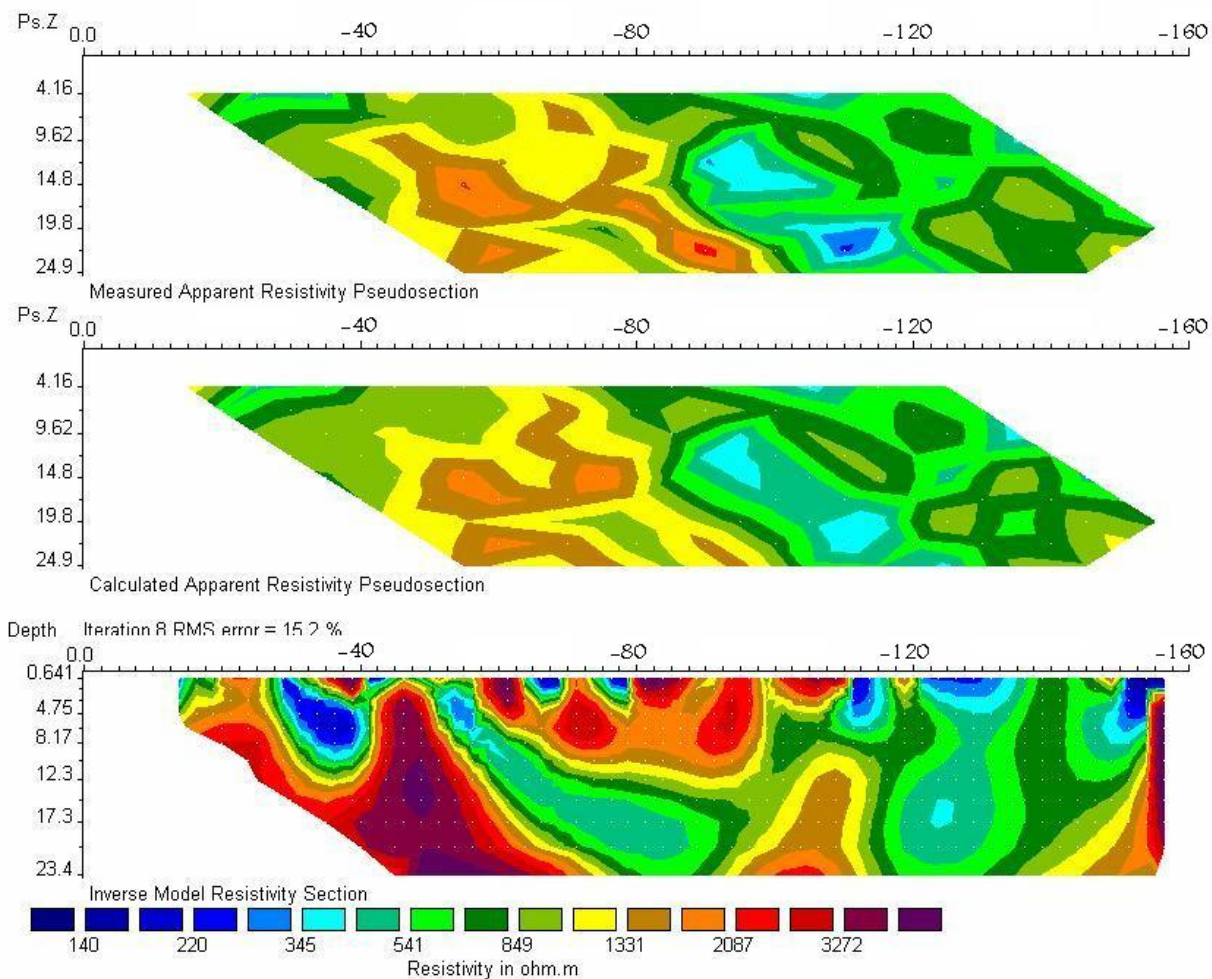
۴-۱-۲- بررسی آرایش دایپیل دایپیل بر روی پروفیل شماره ۲

این پروفیل به طول ۲۰۰ متر از مختصات (۵۹۴۹۲۷، ۳۹۹۳۱۰۴) در نقطه صفر شروع شده و تا مختصات (۵۹۴۸۰۰، ۳۹۹۲۹۳۵) در نقطه ۲۰۰- ادامه می یابد. بیشترین مقدار برای مقاومت ویژه ظاهری ۲۷۸۵ و کمترین مقدار ۲۴۹ اهم متر برداشت شده است. نقشه شماره ۴ نمایش شبه مقاطع داده های خام و محاسبه شده همراه مدل مقاومت ویژه است. نقشه شماره ۵، مدل مقاومت ویژه را پس از مدلسازی با نرم افزار RES2DINV با اعمال توپوگرافی نشان می دهد.

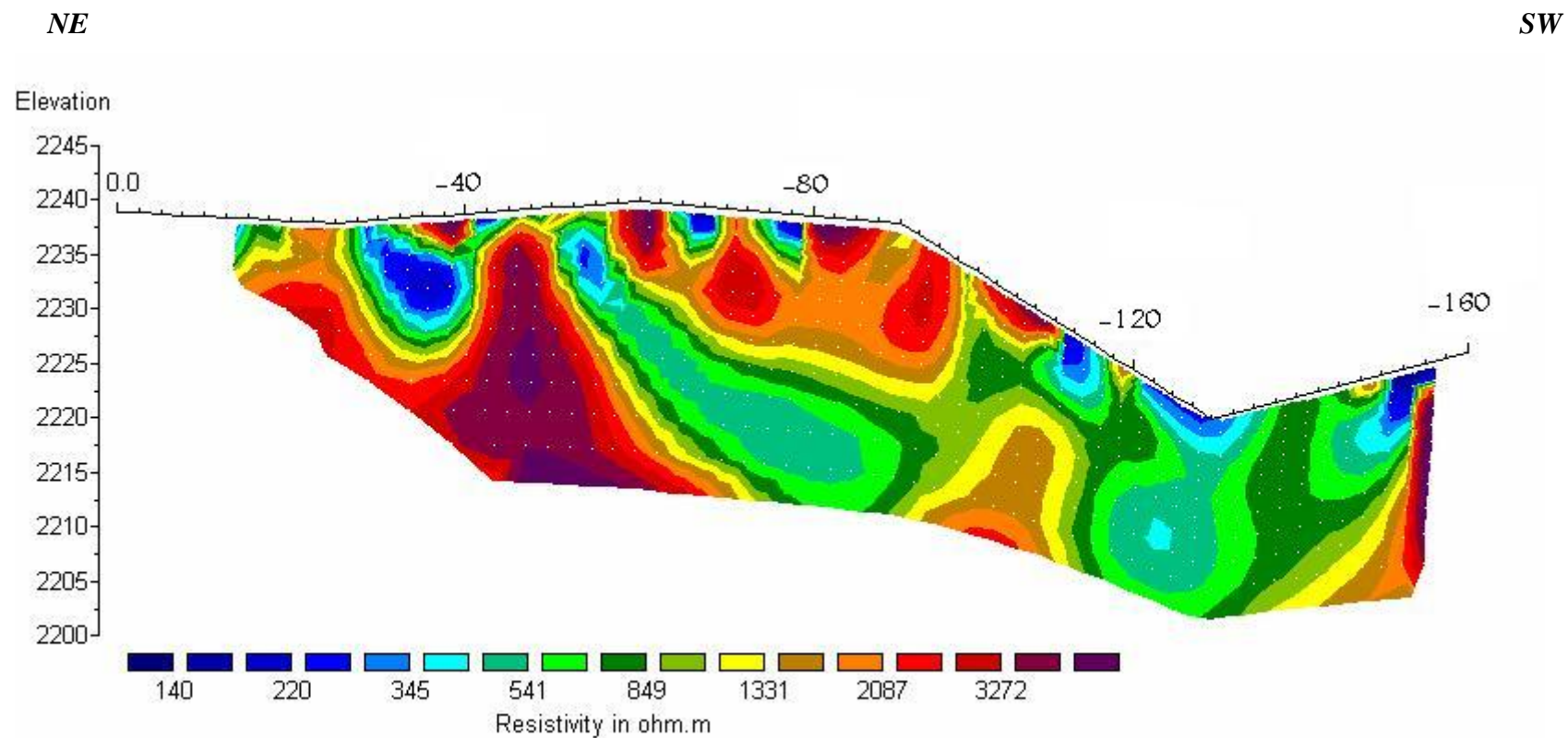
در نقشه شماره ۵ میتوان دید که مقدار مقاومت ویژه در بخشهایی با رنگ قرمز بسیار بالا بوده و این را می توان به دلیل وجود سیلیس که سنگی با مقاومت ویژه بالاست دانست. میان لایه های با مقاومت کم که شیب ها را شامل میشود در بین سیلیس ها خود را بخوبی نشان داده است. هر دو نوع این سنگها در سطح برونزد داشته و بخوبی می توان شواهد سطحی آن را مشاهده کرد.

NE

SW



نقشه شماره ۴- شبه مقطع مقاومت ویژه به همراه مدل بر روی پروفیل شماره ۲

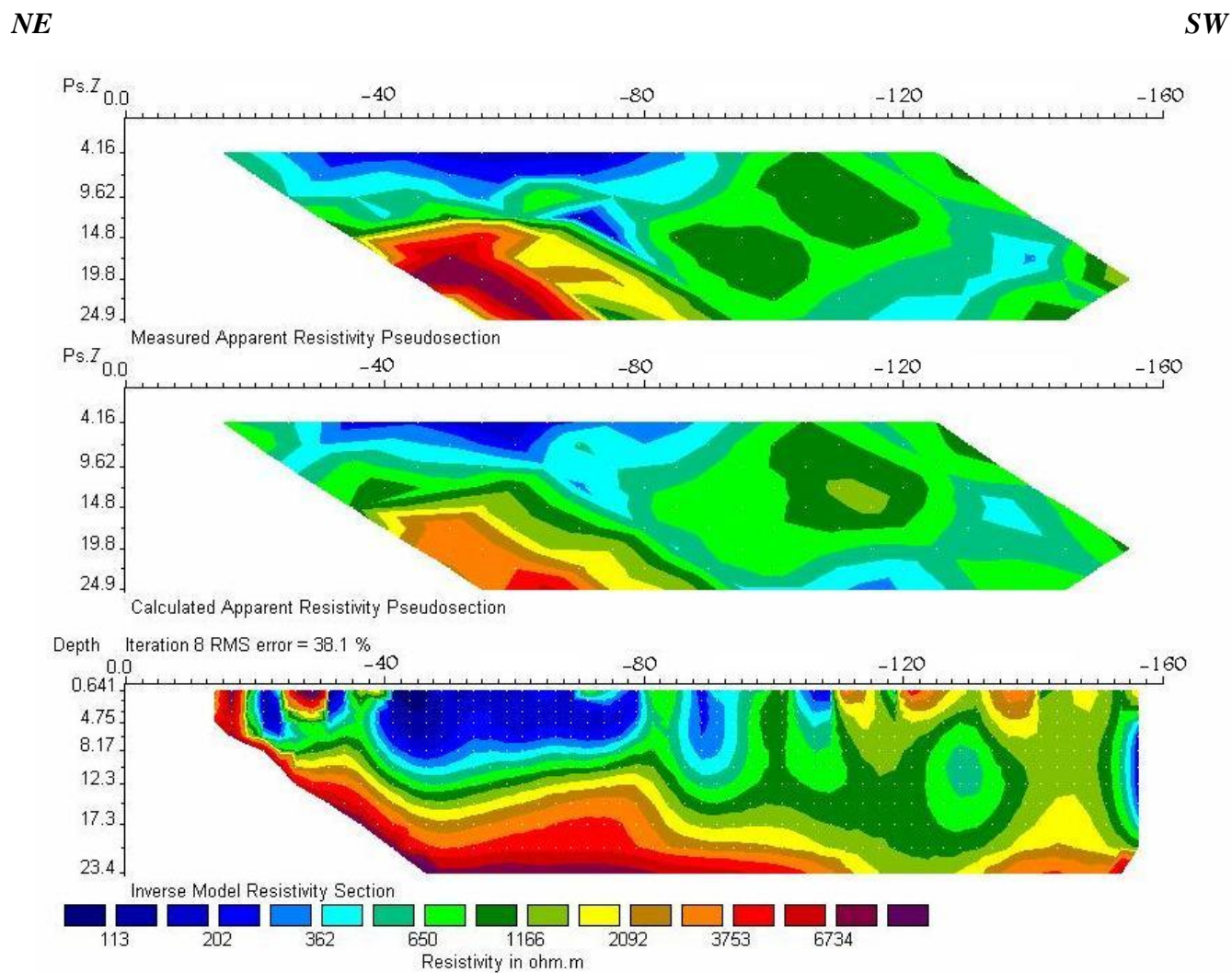


نقشه شماره ۵- مدل مقاومت ویژه بر روی پروفیل شماره ۲

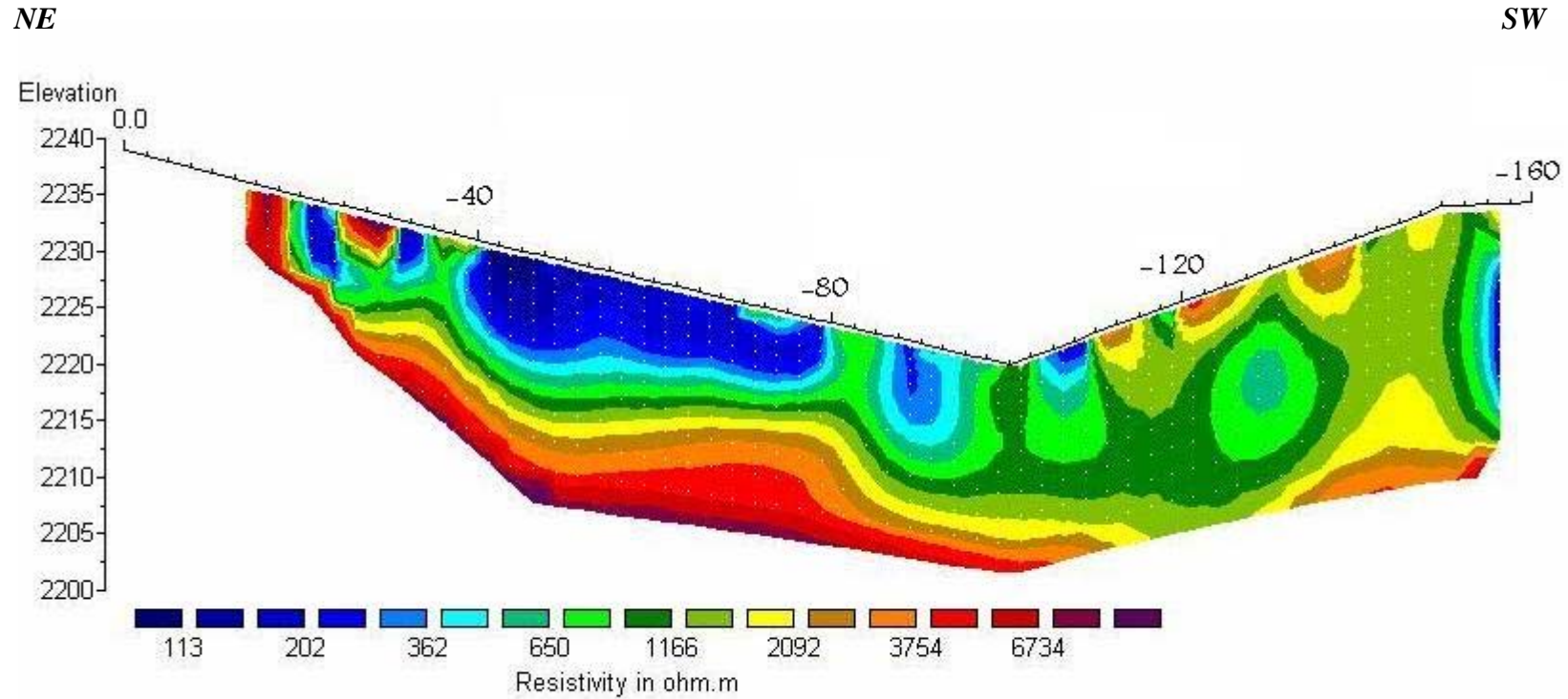
ع-۱-۳- بررسی آرایش دایپل دایپل بر روی پروفیل شماره ۳

این پروفیل به طول ۲۰۰ متر از مختصات (۳۹۹۲۹۸۰، ۵۹۴۸۷۰) در نقطه صفر شروع شده و تا مختصات (۳۹۹۲۷۸۴، ۵۹۴۸۲۲) در نقطه ۲۰۰- ادامه می یابد. بیشترین مقدار برای مقاومت ویژه ظاهری ۸۸۷۸ و کمترین مقدار ۱۱۳ اهم متر برداشت شده است.

نقشه شماره ۶ نمایش شبه مقاطع داده های خام و محاسبه شده به همراه مدل مقاومت ویژه است. نقشه شماره ۷، مدل مقاومت ویژه را پس از مدلسازی با نرم افزار RES2DINV با اعمال توپوگرافی نشان می دهد. مدل مقاومت ویژه این پروفیل بطور کلی یک بخش بسیار مقاوم در عمق و یک بخش با مقاومت کم را در سطح جدا کرده است. اگر بخشهای زیرین را سیلیسی فرض کنیم بخشهای رویی می تواند از جنس خاک سطحی و سپس حاوی سنگهای دگرگونی به صورت شیست باشد. در بعضی جاها بخشهای سیلیسی با رنگ قرمز و نارنجی و به صورت لکه هایی بدون ارتباط با عمق مشاهده می شود و نیز بخش مقاوم به سمت شمال به سطح زمین نزدیک می شود.



نقشه شماره ۶ - شبه مقطع مقاومت ویژه به همراه مدل بر روی پروفیل شماره ۳



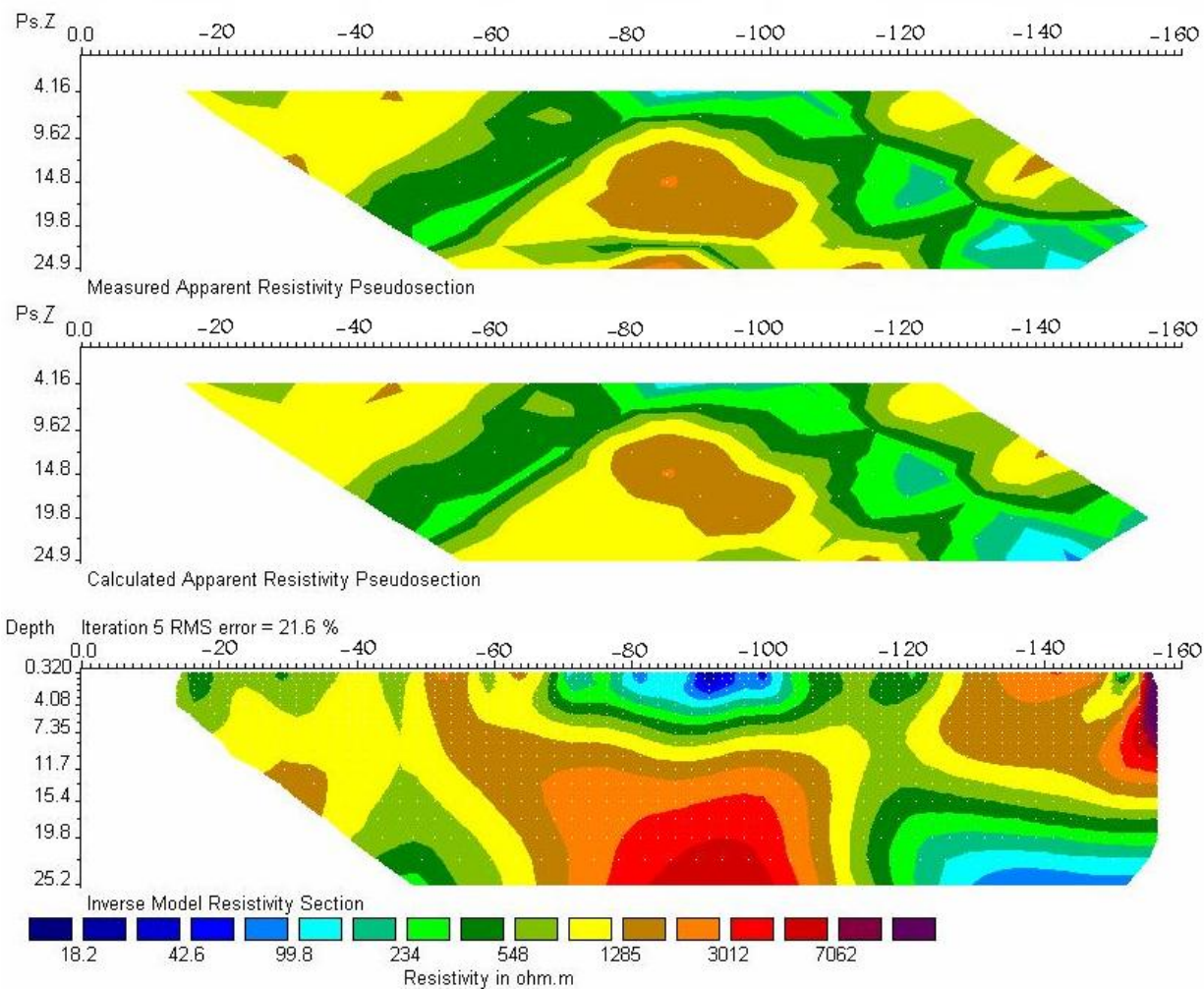
نقشه شماره ۷ - مدل مقاومت ویژه بر روی پروفیل شماره ۳

ع-۱-۴- بررسی آرایش دایپل دایپل بر روی پروفیل شماره ۴

این پروفیل به طول ۲۰۰ متر از مختصات (۳۹۹۲۸۷۰، ۵۹۴۷۷۰) در نقطه صفر شروع شده و تا مختصات (۳۹۹۲۷۶۹، ۵۹۴۹۳۰) در نقطه ۲۰۰- ادامه می یابد. بیشترین مقدار برای مقاومت ویژه ظاهری ۲۴۲۴ و کمترین مقدار ۸۷ اهم متر برداشت شده است. نقشه شماره ۸ نمایش شبه مقاطع داده های خام و محاسبه شده همراه مدل مقاومت ویژه است. نقشه شماره ۹، مدل مقاومت ویژه را پس از مدلسازی با نرم افزار RES2DINV با اعمال توپوگرافی نشان می دهد. تغییرات مقاومت ویژه بر روی این پروفیل نیز مانند سایر پروفیل ها بسیار زیاد است. بر روی مدل مقاومت ویژه این پروفیل می توان به محدوده بین ایستگاه ۸۰- تا ۱۰۰- با مقاومت ویژه بالا و از عمق ۱۰ متر و همینطور به محدوده ایستگاه ۱۳۰- به سمت جنوب شرق اشاره کرد که در سطح و تا عمق ۲۰ متر مقدار مقاومت بالا رفته است. این قسمت ها احتمالاً بخش های سیلیسی می باشد. ممکن است برونزدی نیز بین ایستگاه ۵۰- تا ۶۰- داشته باشیم. محدوده های با رنگ آبی و به عبارتی مقاومت ویژه کم در سطح احتمالاً مربوط به خاک سطحی و در عمق و زیر ایستگاه ۱۲۰- به سمت شرق مربوط به توده های شیست با مقاومت ویژه پایین می باشد.

NW

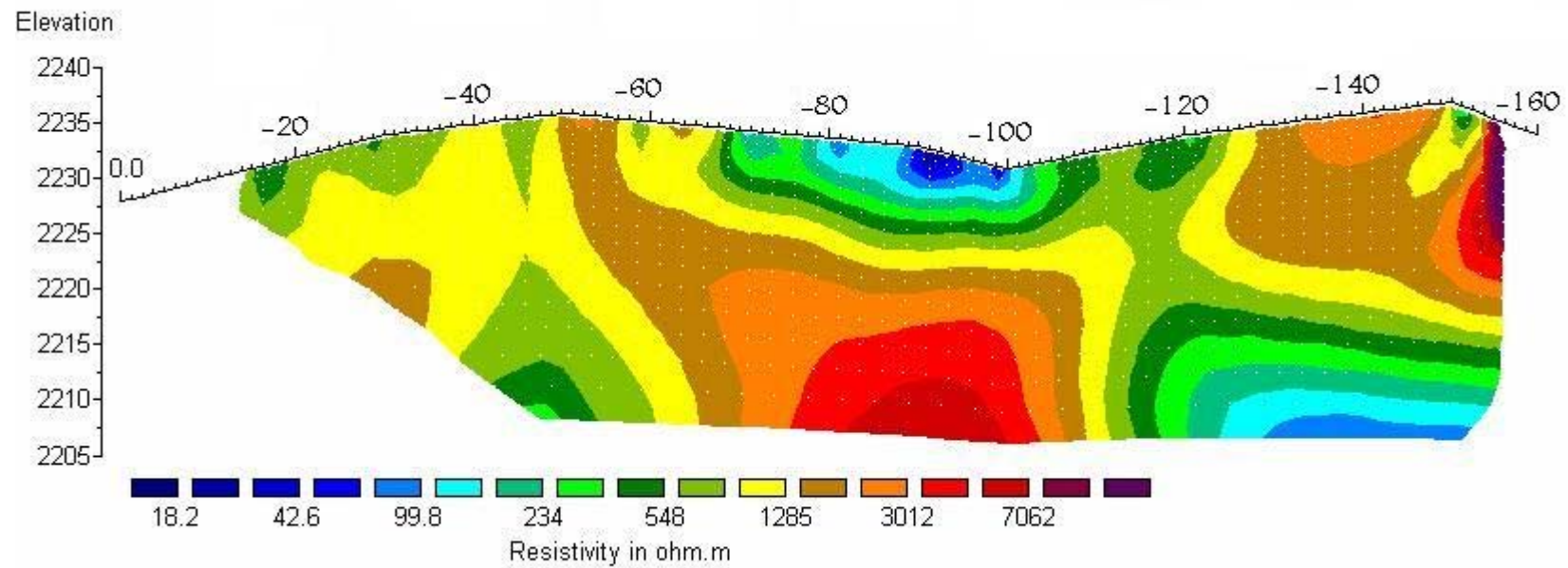
SE



نقشه شماره ۸- شبه مقطع مقاومت ویژه به همراه مدل بر روی پروفیل شماره ۴

NW

SE



نقشه شماره ۹ - مدل مقاومت ویژه بر روی پروفیل شماره ۴

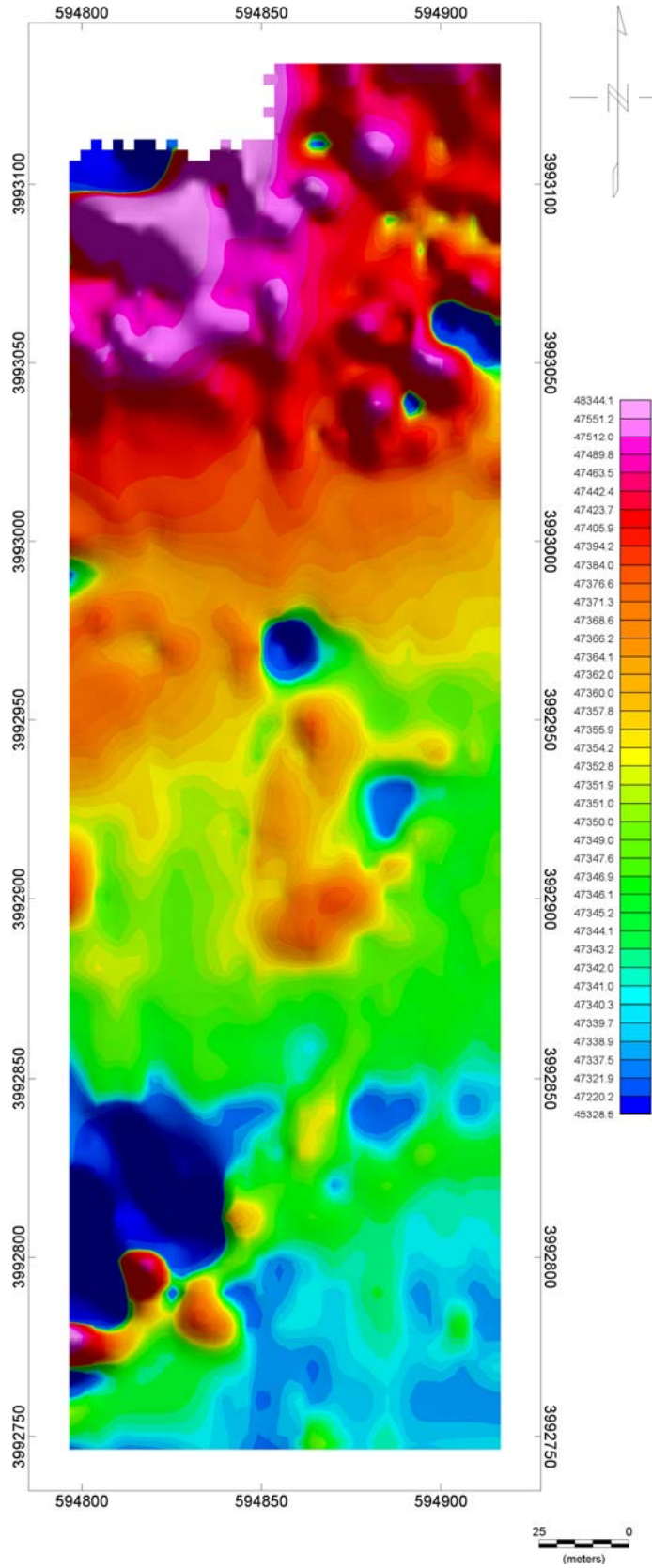
۴-۲- بررسی نتایج مغناطیس سنجی

برداشت ایستگاه های مغناطیس در دو محدوده انجام شد که به بررسی هر کدام از این مناطق به طور جداگانه میپردازیم .

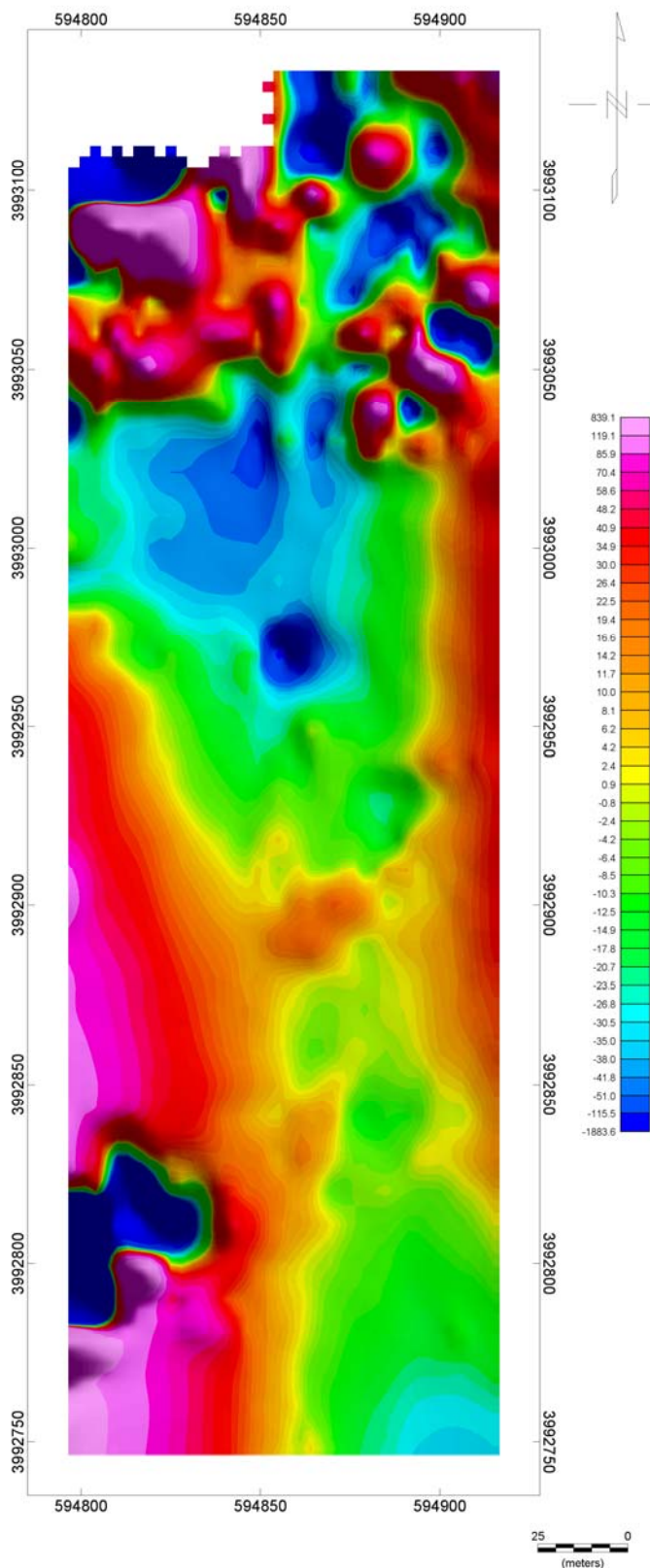
۴-۲-۱- بررسی نتایج مغناطیس سنجی در محدوده شماره یک

چهار گوش محدوده شماره یک دارای مختصات (۳۹۹۳۱۰۰، ۵۹۴۸۰۰)، (۳۹۹۳۱۳۰، ۵۹۴۹۱۵) و (۳۹۹۲۷۵۰، ۵۹۴۸۰۰)، (۳۹۹۲۷۵۰، ۵۹۴۹۱۵) می باشد که بر روی نقشه شماره ۱ محل آنها مشخص گردیده است. نتایج بدست آمده در محدوده شماره یک شامل ۶ نقشه بصورت نقشه شدت کل میدان مغناطیسی، نقشه باقیمانده میدان مغناطیسی، نقشه کاهش به قطب و ۳ نقشه ادامه فراسو به ترتیب در ارتفاع ۵، ۱۰ و ۲۰ متر می باشد که در ادامه با شماره های ۱۰ تا ۱۵ آورده شده است. بر روی نقشه برگردان به قطب محدوده شماره یک که روند از روی داده ها برداشته شده است، می توان به چندین محدوده کوچک با شدت مغناطیس بالا اشاره کرد. این محدوده ها اکثراً در شمال بر روی تپه ای که جاده آن رادر بر می گیرد قرار می گیرند (تصویر شماره ۴). پس از آن شدت میدان مغناطیسی به سمت جنوب کاهش پیدا کرده و بجز لکه کوچکی که با شماره ۹ نشان داده شده بیهنجاری محسوسی دیده نمیشود. در جنوب این محدوده بیهنجاری شماره ۱۰ قرار گرفته که به سمت غرب نیز گسترش دارد. بسته نشدن بیهنجاری ها به علت شیب شدید و توپوگرافی سخت محدوده بوده که عملاً برداشتها را منحصر به بخش کوهان شکل مرتفع در منطقه نموده است. شدت بیهنجاری ها حاکی از وجود توده های مگنتیت سطحی با خلوص نسبی کم می باشد. این مگنتیت ها روی بخش های سیلیسی را پوشانده است. بطور کلی تغییرات شدت میدان مغناطیس در محدوده متأثر از همین توده هاست و بیهنجاری های ضعیف تر که ممکن است مربوط به لیمونیتها در داخل سنگهای شیست و سیلیس باشد در اثر حضور این توده ها خود را نشان نمی دهد و قابل جداسازی نیست. در صورتیکه محوطه

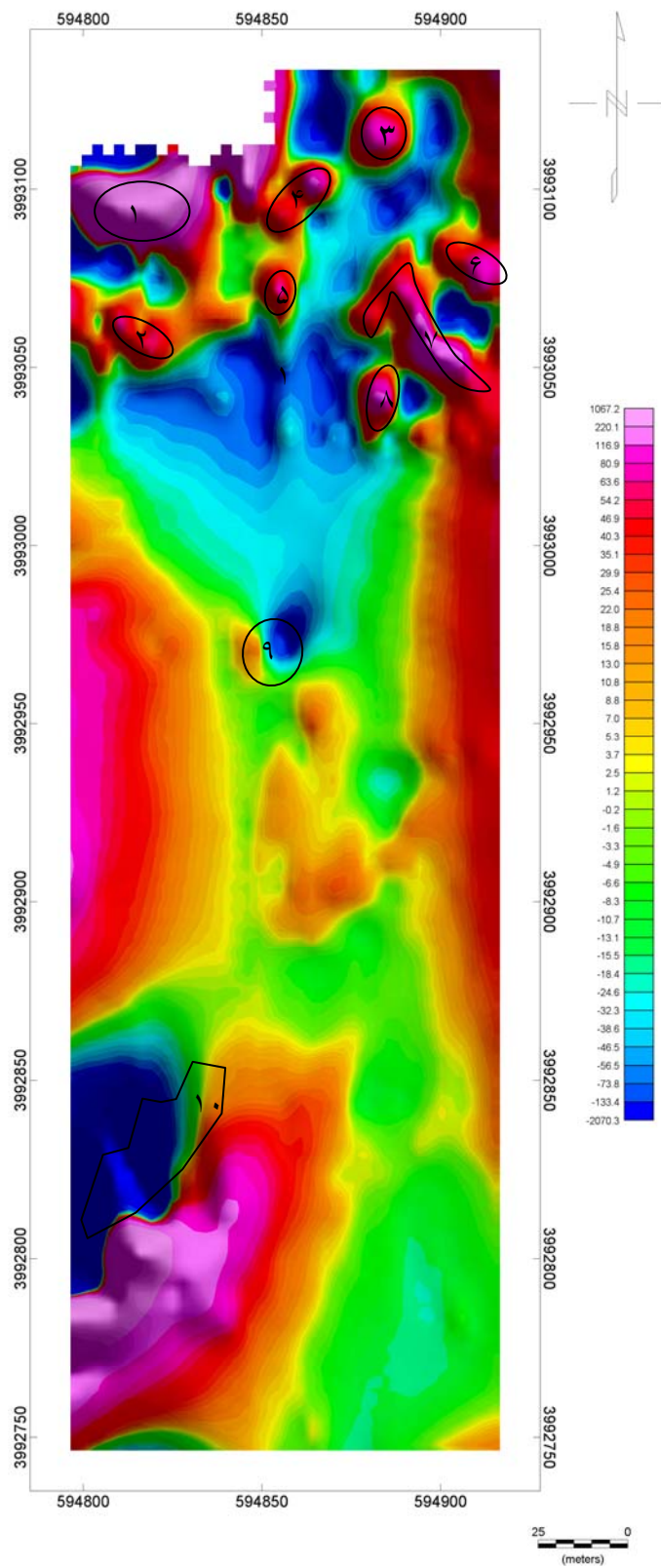
برداشته‌های عاری از بیهنجاری‌های مربوط به توده‌های آهن‌مگنتیتی باشد ممکن است بتوان این توده‌ها را جدا نمود. با همین هدف برداشته‌ها با فاصله شبکه کوچکتر در داخل همین محوطه و در محدوده بدون آهن انجام شده است. همچنین نقشه‌های ادامه فراسو تا ۲۰ متر در محدوده شماره ۱ نشان می‌دهد که اکثر بیهنجاری‌ها سطحی بوده و حداکثر عمقی تا ۱۰ متر دارند و در نقشه‌های ادامه فراسو تا ۲۰ متر اثری از آنها دیده نمی‌شود.



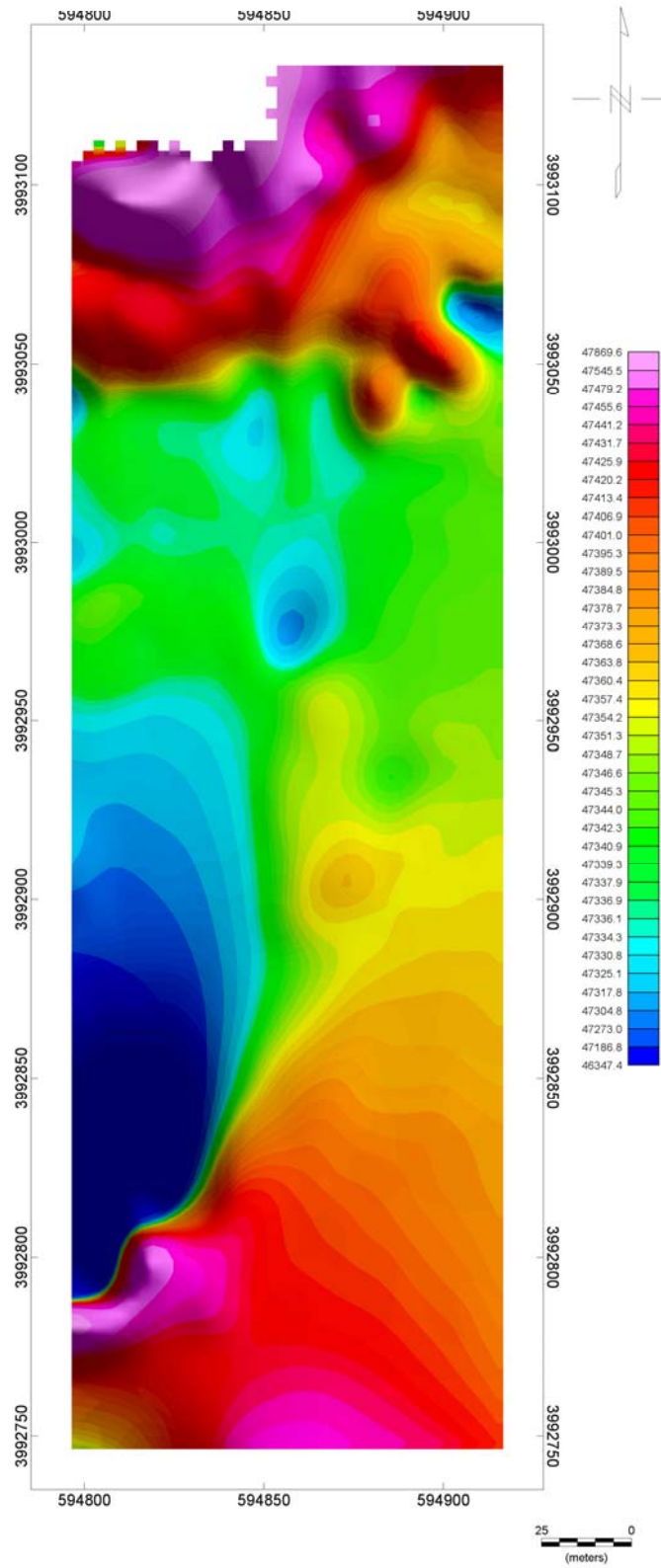
نقشه شماره ۱۰ - نقشه شدت کل میدان مغناطیسی



نقشه شماره ۱۱ _ نقشه باقیمانده میدان مغناطیسی



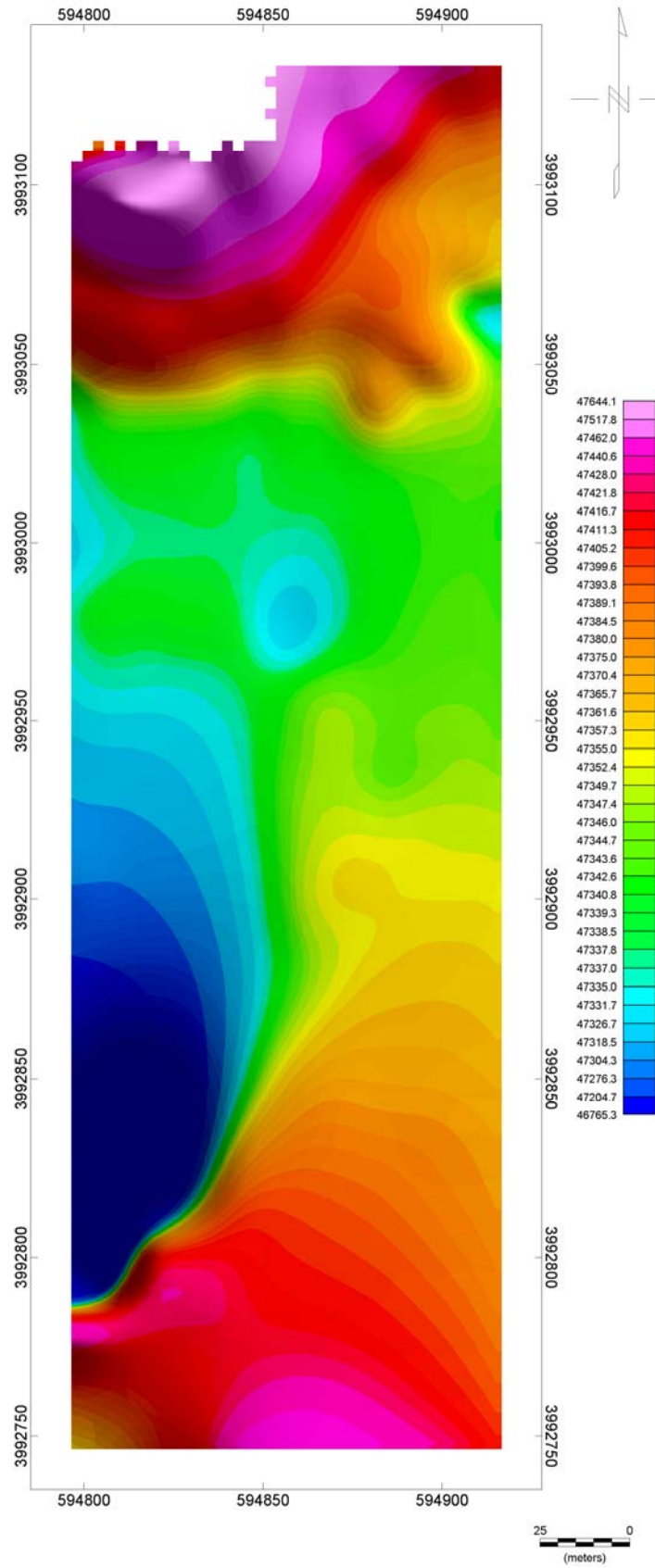
نقشه شماره ۱۲ - نقشه کاهش به قطب میدان مغناطیسی



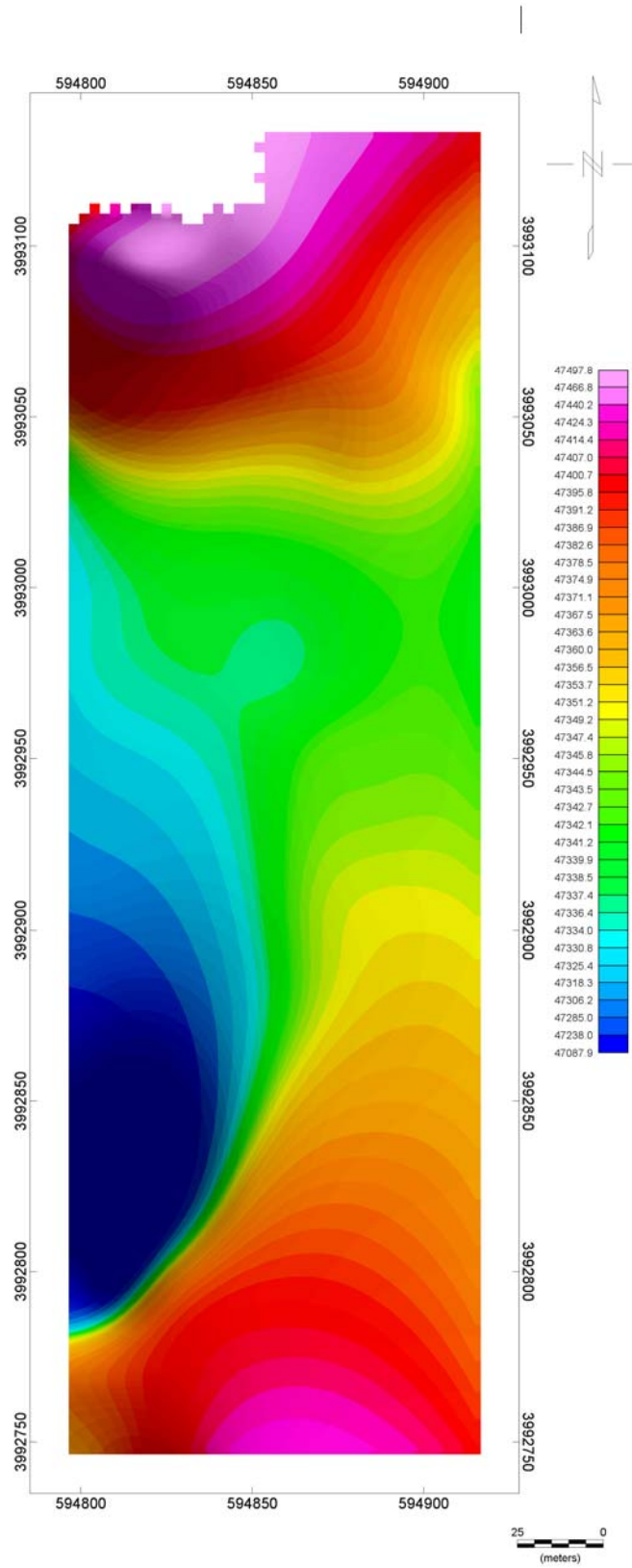
نقشه شماره ۱۳ _ نقشه ادامه فراسو (۵ متر)

۴۰

گروه ژئوفیزیک



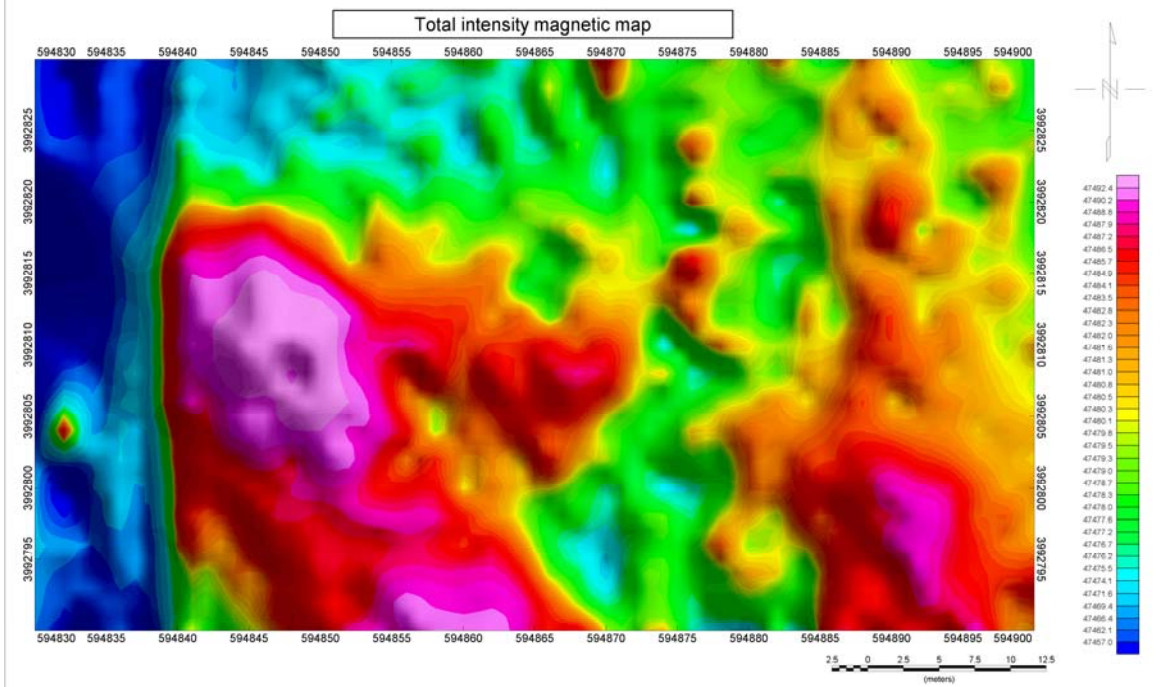
نقشه شماره ۱۴ - نقشه ادامه فراسو (۱۰متر)



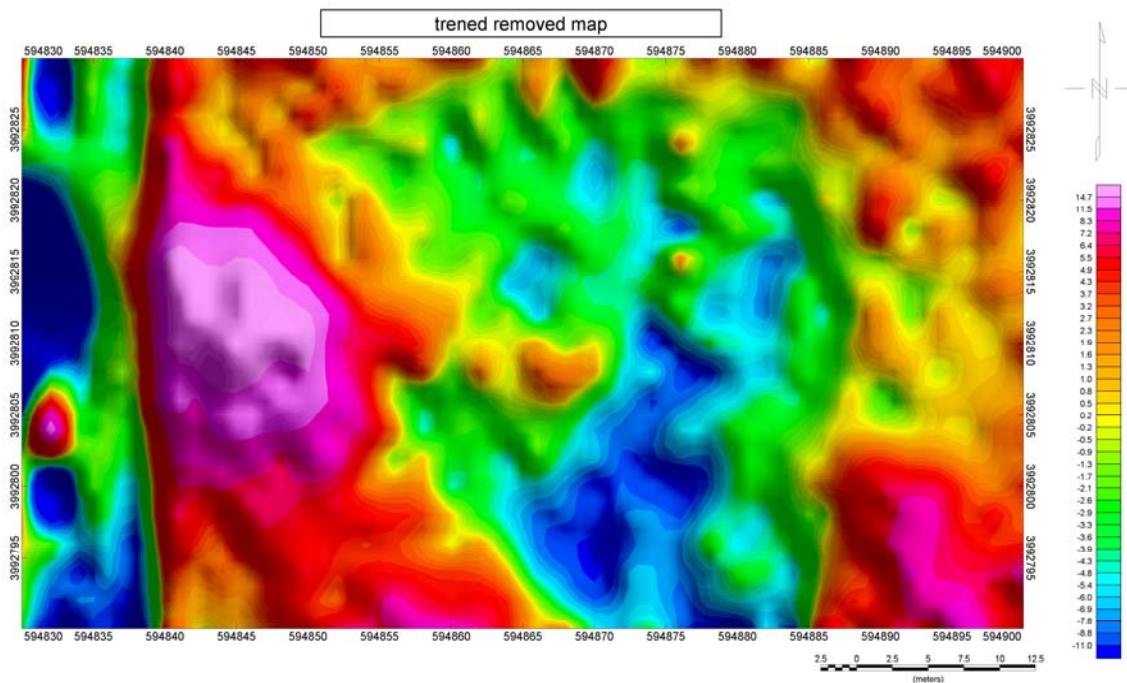
نقشه شماره ۱۵ _ نقشه ادامه فراسو (۲۰متر)

ع-۲-۲- بررسی نتایج مغناطیس سنجی در محدوده شماره دو

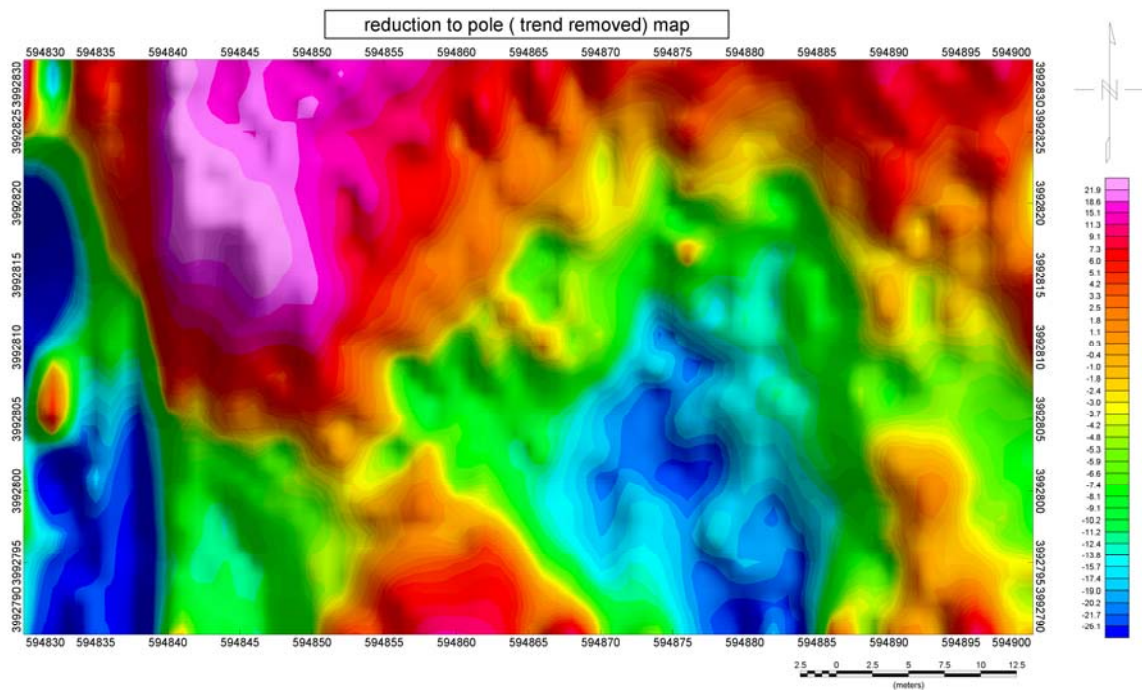
چهار گوش محدوده دوم دارای مختصات (۳۹۹۲۸۳۰، ۵۹۴۸۳۰)، (۳۹۹۲۸۳۰، ۵۹۴۹۰۰)، (۳۹۹۲۷۹۰، ۵۹۴۸۳۰) و (۳۹۹۲۷۹۰، ۵۹۴۹۰۰) می باشد. در محدوده شماره ۲ نتایج حاصله در ۶ نقشه شامل یک نقشه شدت کل میدان مغناطیسی، نقشه باقیمانده میدان مغناطیسی، نقشه کاهش به قطب و ۳ نقشه ادامه فراسو به ترتیب در ارتفاع ۱ و ۲ و ۴ متر تهیه گردید که در ادامه با شماره نقشه های ۱۶ تا ۲۱ آورده شده است. بر روی نقشه برگردان به قطب این محدوده می توان به بخشی در شمال غرب اشاره کرد که با شماره ۱ نشان داده شده است. بطور کلی در این محدوده بیهنجاری قابل توجه دیگری دیده نمی شود. و تغییرات شدت بیهنجاری ها نیز خیلی کم است. ممکن است بیهنجاری یک را بتوان به توده سنگ دگرگونی که مخلوطی از شیست و سیلیس بوده و کمی هم لیمونیتی هستند نسبت داد و در صورتیکه تمرکز کانی های طلا در لیمونیتها باشد این گونه بررسی ها می تواند فاز لیمونیتی را جدا نماید.



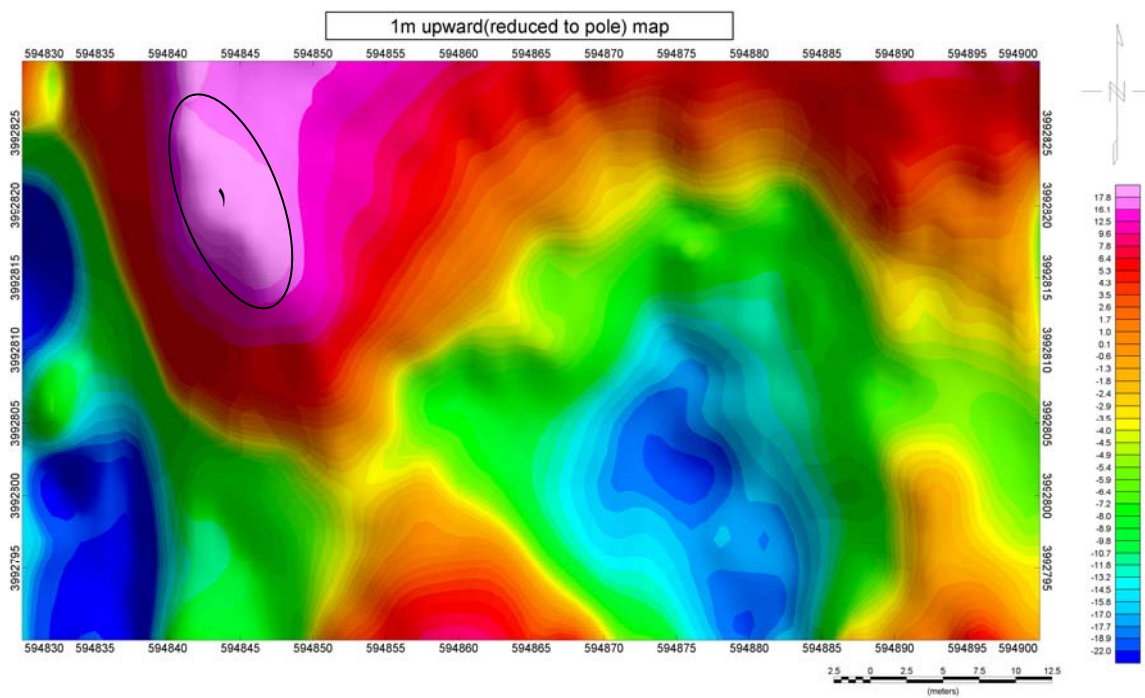
نقشه شماره ۱۶_ نقشه شدت کل میدان مغناطیسی



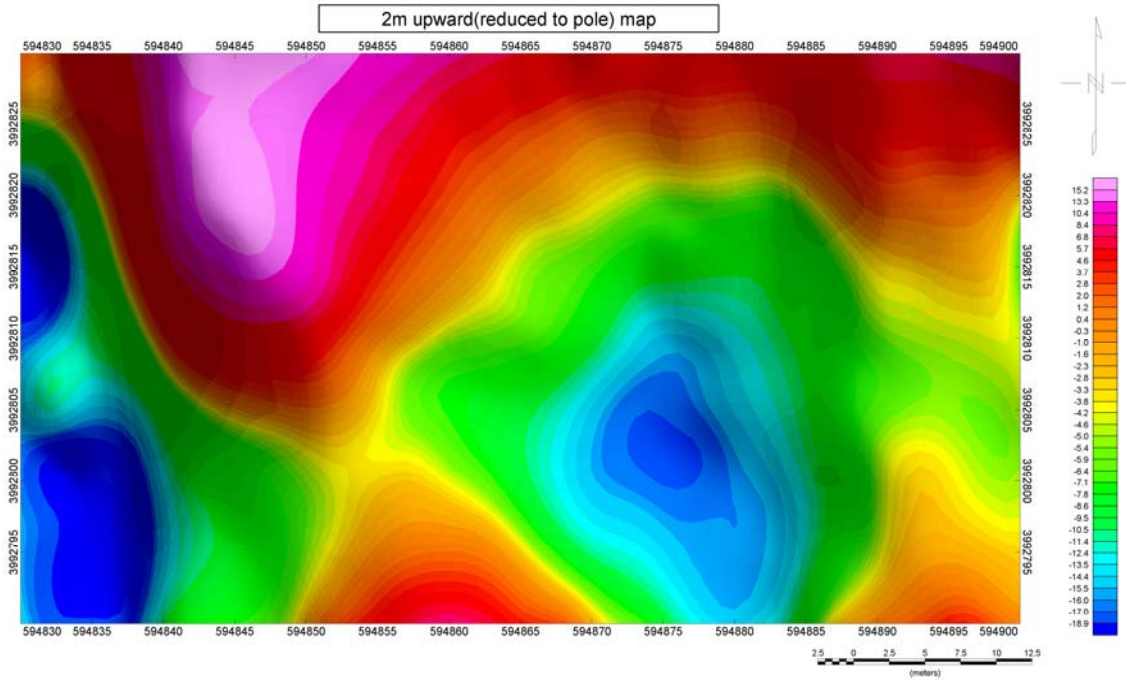
نقشه شماره ۱۷_ نقشه باقیمانده میدان مغناطیسی



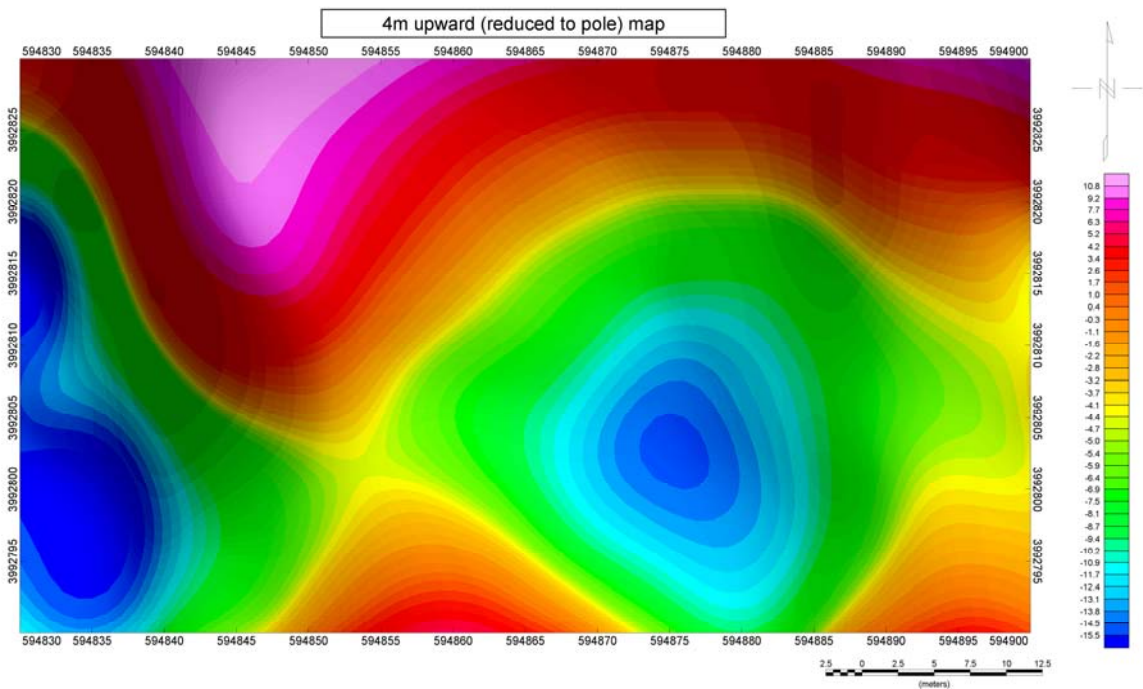
نقشه شماره ۱۸_ نقشه برگردان به قطب میدان مغناطیسی



نقشه شماره ۱۹_ نقشه ادامه فراسو (۱متر)



نقشه شماره ۲۰ _ نقشه ادامه فراسو(۲متر)



نقشه شماره ۲۱ _ نقشه ادامه فراسو(۴متر)

۵- نتیجه گیری

بطور کلی می توان به نتایج زیر اشاره کرد:

- ۱- برداشتهای مقاومت سنجی بخوبی بخش های با مقاومت ویژه بالا مربوط به سنگهای سیلیسی را از بخشهای با مقاومت کم مربوط به شیستها جدا نموده است و در صورتیکه تمرکز مشخصی در سیلیسها یا شیستها بطور جداگانه از کانی سازی مدنظر باشد تفکیک این بخش ها ممکن است.
- ۲- برداشتهای مغناطیس سنجی در محدوده اول توده های مگنتیت سطحی را نشان داده است. برداشتهای محدوده دوم به احتمال زیاد بخشهای لیمونیتی را جدا کرده است. به این ترتیب مغناطیس سنجی می تواند بخش های لیمونیتی را در صورتیکه با دقت زیاد انجام شود جدا نماید و این به شرطی است که اثری از مگنتیت در محدوده نباشد در غیر اینصورت مگنتیت ها اثر مغناطیسی ضعیف تر را که ناشی از لیمونیتهاست را میپوشاند. اگر لیمونیتها همراهی مشخصی با کانی سازی در منطقه داشته باشد برداشتهای مغناطیس می تواند آنها را معین نماید.
- ۳- در صورتیکه نتایج حفاری ها نشان دهنده وجود سولفور در عمق های بیشتر باشد و ارتباطی معین بین سولفورها و کانی سازی تشخیص داده شود پیشنهاد می شود برداشتهای مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی (IP ,RS) همزمان انجام شده تا بخش های با پلاریزاسیون القایی بالا که نشان دهنده حضور مقادیر بیشتر سولفید است، معین شود.
- ۴- در نهایت مفید بودن برداشتهای ژئوفیزیک در منطقه به منظور اکتشاف طلا با تشخیص مهندسین اکتشاف و زمین شناسان خواهد بود.

تشکر و قدردانی

در اینجا لازم می دانیم از جناب آقای مهندس ابراهیم شاهین معاونت محترم پشتیبانی اکتشاف ،
آقای مهندس سرمد روزبه کارگر مدیر طرح اکتشاف طلا، آقای مهندس علیرضا عامری رییس گروه
ژئوفیزیک و آقای مهندس مهدی زمردیان زمین شناس منطقه و آقای مهندس رامین واحدی که در مراحل
مختلف با همکاری و ارایه نظرات خود اینجانبان را یاری دادند، تشکر و قدردانی نماییم.

با تشکر

فیروز جعفری

فرامرزه وردی