وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

معاونت اکتشاف

مدیریت پشتیبانی اکتشاف

گروه ژئوفیزیک

اکتشاف آهن به روش مغناطیس سنجی و *IP,RS*
در منطقه چاه پلنگ شمالی
استان اصفهان

توسط :

فیروز جعفری
سپیده صمیمی نمین

بهار ۱۳۸۹

فهرست مطالب

فصل اول ٤
" کلیات " ٤
١-١-مقدمه ٤
١-٢- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی ٤
١-٣- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه ٥
فصل دوم ٩
((تئوری روشهای ژئوفیزیک)) ٩
٢- ١- تئوری روش مغناطیس سنجی ٩
٢-١-١- روش‌های تحلیل و تفسیر داده‌های میدان مغناطیسی ١٢
٢-٢- تئوری روش قطبش القایی (IP) Induced polarization ١٣
٢-٢-١- پلاریزاسیون غشایی یا IP غیرفلزی ١٣
٢-٢-٢- پلاریزاسیون الکترودی Over Voltage یا پلاریزاسیون فلزی ١٤
٢-٣- روشهای اندازه گیری ١٥
٢-٤- آرایش های مورد استفاده ١٦
٢-٤-١- آرایش دایپل – دایپل (Dipole – Dipole) ١٦
٢-٤-٢- آرایش قطبی – قطبی(pole-pole) ١٧
فصل سوم ١٩
((برداشتهای ژئوفیزیک)) ١٩
٣-١- تجهیزات مورد استفاده ١٩
٣-١-١- دستگاه اندازه گیری مغناطیس ١٩
٣-٢- دستگاه اندازه گیری IP, RS ٢٠
٣-٣- مطالعات ژئوفیزیک و برداشت صحرایی ٢٣
فصل چهارم ٢٦
((بررسی نتایج)) ٢٦
٤-١- بررسی نتایج برداشت های مغناطیس سنجی ٢٦
٤-٢- بررسی آرایشهای دایپل- دایپل ٣٦
٤-٢-١- بررسی آرایش دایپل - دایپل بر روی پروفیل شماره ١ .... ٣٦

۴-۲-۲- بررسی آرایش دایپل دایپل با فاصله الکترودی ۴۰ متر بر روی پروفیل شماره ۱ .... ۴۱
۴-۲-۳- بررسی آرایش دایپل دایپل بر روی پروفیل شماره ۲........ ۴۵
۴-۲-۴- بررسی آرایش دایپل دایپل بر روی پروفیل شماره ۳........ ۴۹
۴-۳-۱- بررسی آرایش پل- پل بر روی پروفیل شماره ۲ .... ۵۳
۴-۳-۲- بررسی آرایش پل- پل بر روی پروفیل شماره ۳........ ۵۶
۴-۴- نتیجه گیری ۵۹
۴-۵-پیشنهادات ۶۰
تشکر و قدردانی ۶۱

فصل اول

" کلیات "

۱-۱-مقدمه

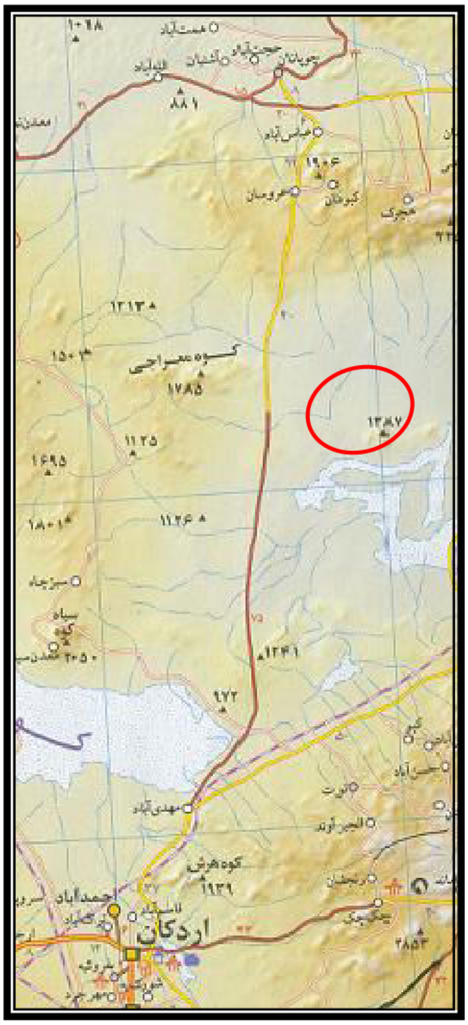
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور برای انجام عملیات ژئوفیزیکی به روش مغناطیس سنجی و IP,RS درمنطقه چاه پلنگ شمالی شهر اردکان استان اصفهان به منظور اکتشاف آهن ، طی احکام شماره ۷۰۲۶ و ۵۸۹۰ در دو ماموریت ۱۵ روزه در شهریور و آبان ۱۳۸۸ اکیپی به سرپرستی فیروز جعفری و تکنسین ها ابراهیم ترک، حسین ایرانشاهی و فرامرز اله وردی به محل اجرای حکم اعزام نمود .

دراین ماموریت اندازه گیری پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه در ۵۴۰ نقطه بر روی۳ پروفیل با آرایش دایپل – دایپل و ۲ پروفیل با آرایش پل- پل و مجموعاً ۳۲۰۴ ایستگاه مغناطیس اندازه گیری شد.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباطی

منطقه حدوداً در ۱۰۰ کیلومتری شمال شرقی اردکان واقع شده و مختصات آن در طول جغرافیایی "۵۴°۲۳'۱۶ و عرض جغرافیایی ´۰۵ °۳۳ است.

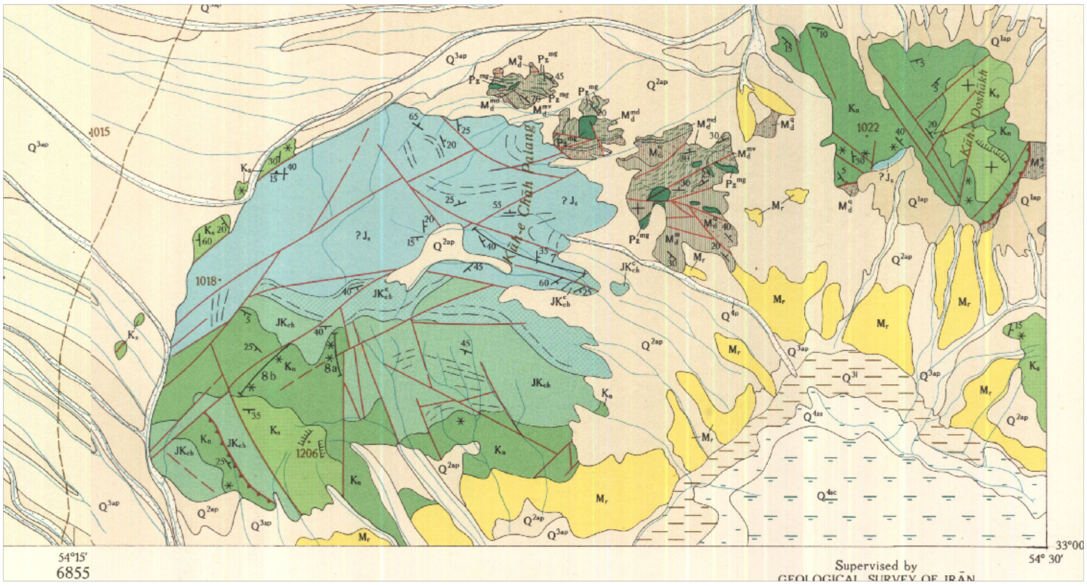
برای رسیدن به منطقه پس از طی ۱۱۰ کیلومتر از اردکان به سمت اصفهان در سمت راست با عبور از جاده خاکی به طول تقریبی ۱۵ کیلومتر به محدوده می رسیم.(شکل ۱)

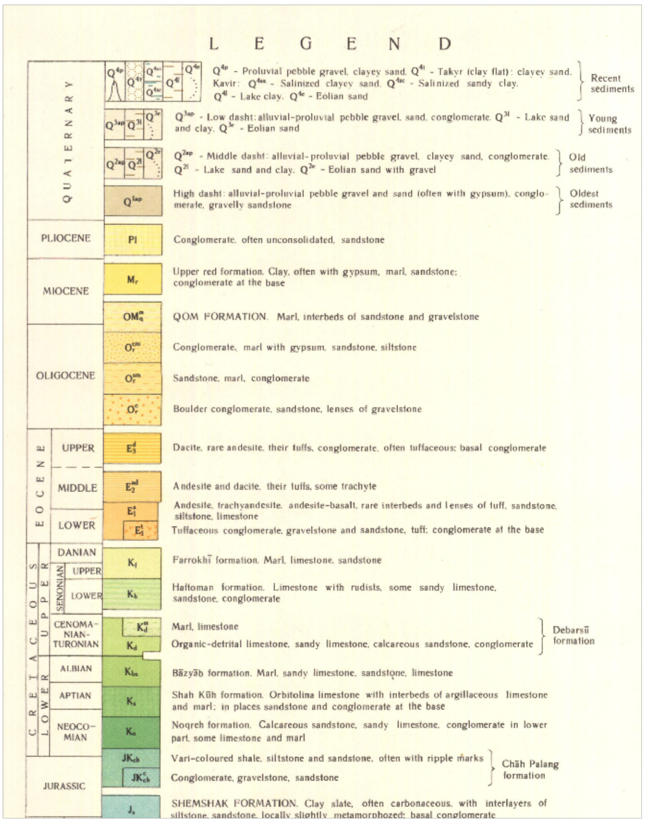


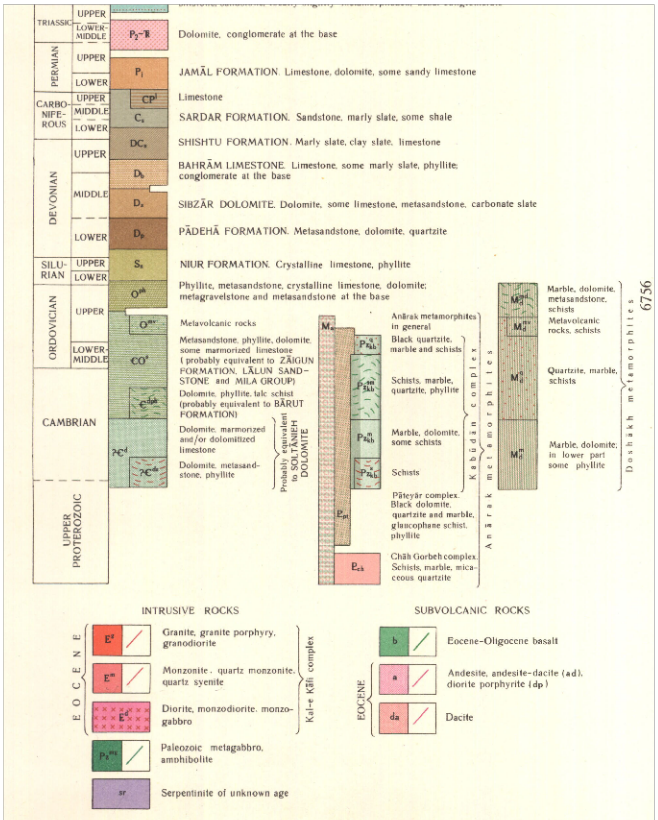
شکل۱- نقشه راه دسترسی به محدوده چاه پلنگ

۱-۳- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

کانسار آهن چاه پلنگ شمالی در فاصله ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی انارک واقع شده و محدوده آن مرکب از سنگهای آتشفشانی- رسوبی دگرگون شده به سن پروتروزوئیک بالائی- پالئوزوئیک زیرین می باشد. کانسنگ آهن در نیمه بالائی این ترادف سنگی و همراه با سنگ درونگیر مرمری و دولومیتی حاوی سنگ های شیستی واقع شده است . ساختار منطقه در پیکر ناودیس کشیده ای با روند محوری تقریباً شرقی- غربی و پلانژ رو به شرق است که کانی سازی بصورت همخواب با لایه بندی و نزدیک به بخش محوری این ناودیس قرار گرفته است.







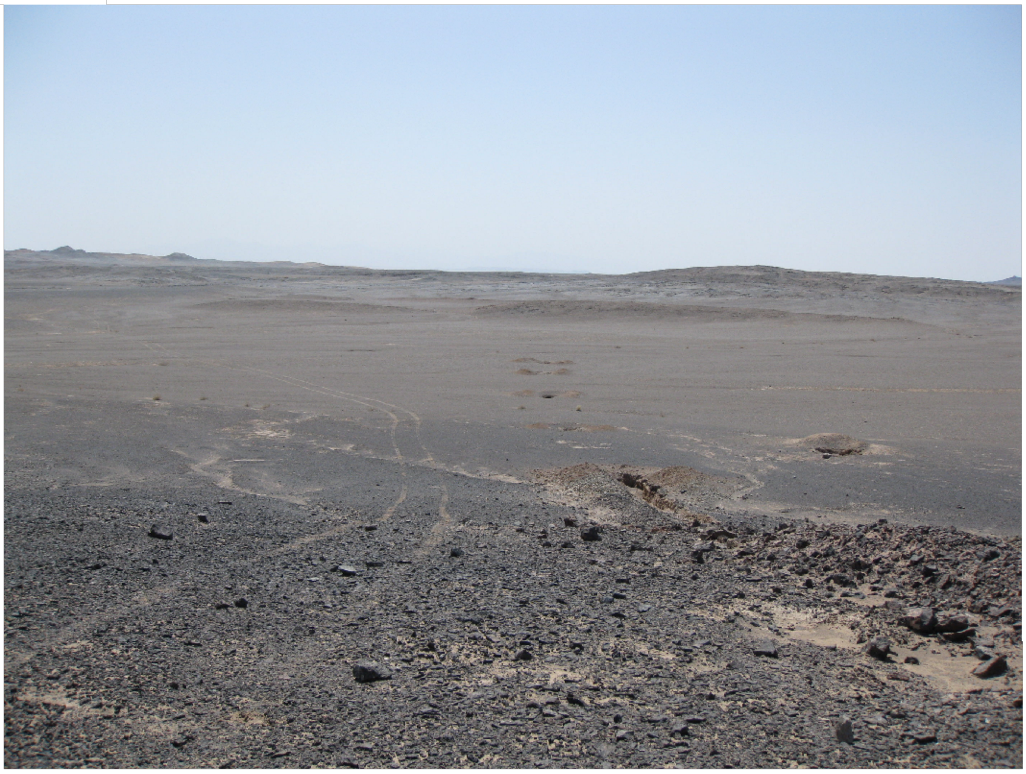
شکل شماره ۲ – نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه

کانی سازی شامل ۳ زون کانه دار می باشد، زون های اول و دوم در پهلوی شرقی کانسار و زون سوم در پهلوی غربی کانسار واقع شده اند.

۱- زون اصلی یا زون اول در پیکر دو تپه کشیده و پیوسته با روند شرقی- غربی و ابعاد ۳۰۰ در ۷۰ متر بوده وافق کانه دار به موازات راستای تپه و باشیب رو به شمال ، بر بلندای آن واقع شده است. این تپه بطور کامل از قطعات کانسنگ هماتیتی- مانیتیتی پوشیده شده و تنها در بخش شمالی آن مقادیری شیست رخنمون دارد. اطراف تپه نیز در اشغال نهشته های آبرفتی عهد حاضر می باشد. یک ترانشه طویل شمالی – جنوبی عمود بر روند کانی سازی بر روی آن دیده می شود.

۲- زون دوم که در فاصله ۸۰۰ متری جنوب غربی زون اصلی واقع شده است ، توسط تعدادی تنه عدسی شکل باریک و صفحه ای شکل با شیب رو به شمال در سطح شناسایی میشود. بخشهای شمالی زون کانه دار در اشغال میکروگابروهای دگرگونه و بخشهای جنوبی آن نیز مرکب از مرمر های توده ای میباشد. چندین دایک دیا بازی با روند شمال شرقی- جنوب غربی نیز در محل دیده میشود . یک ترانشه طویل با روند تقریبی شمالی – جنوبی نیز بر روی زون کانه دار حفر شده است. عدسی های کانه دار در این زون، بطور عمده مرکب از منیتیت و کمی هماتیت بوده و وزن مخصوص آنها حکایت از عیار بالای آهن در کانسنگ دارد.

۳- زون سوم در پهلوی غربی کانسار و در فاصله دو کیلومتری غرب زون دوم واقع بوده و شامل دو تنه باریک از کانسنگ حاوی هماتیت و مارتیت میباشد.کانسنگ اولیه منیتیتی توسط مقادیری پیریت و آرسنوپیریت همراهی میشود. زون کانه دار سوم نیز حاوی مقادیری منگنز در پیکر کانه های پیرولوزیت و منگانو سیدریت است.(اقتباس از گزارش زمین شناسی منطقه)



تصویر شماره۱ – ترانشه بزرگ آهن دار(دید از شمال به جنوب)

تصویر شماره ۲- نمونه کانسنگ آهن در کنار ترانشه اصلی

فصل دوم

((تئوری روشهای ژئوفیزیک))

دراین فصل تئوری روشهای ژئوفیزیکی بکاررفته درمنطقه اکتشـافی زیر توضیح داده می شود .

۲- ۱- تئوری روش مغناطیس سنجی

مطالعهٔ مغناطیس زمین، قدیمیترین شاخهٔ ژئوفیزیک است. برای نخستین بار گیلبرت نشان داد که میدان مغناطیسی زمین راستایی عموماً شمالی – جنوبی در نزدیکی محورچرخشی زمین دارد. از آن زمان تاکنون پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه ساخت دستگاهها و تفسیر اندازه‌گیری‌های این روش بدست آمده است. در روشهای مغناطیسی معمولاً میدان کلی یا مولفه قائم اندازه‌گیری می‌شود. با توجه به اینکه میدان مغناطیسی دارای دو قطب و نیز راستا می‌باشد، لذا تفسیر نقشه‌های مربوطه پیچیده‌تر از سایر روش‌ها می‌باشد.

از طرف دیگر، در مقایسه با اغلب روش‌های ژئوفیزیکی، اندازه‌گیری‌های صحرایی در این روش، ارزان و ساده است و عملاً نیازی به اعمال تصحیحات پیچیده و طولانی در قرائت‌ها 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 می‌کند و منشاء آن داخلی است و حدود ۹۰ درصد میدان مغناطیسی زمین را تشکیل می‌دهد.

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

۳- تغییرات میدان اصلی، معمولاً ولی نه همیشه خیلی کوچکتر از میدان اصلی است، نسبتاً با زمان و مکان ثابت است و در اثر بی‌هنجاری‌های مغناطیسی محلی در نزدیکی سطح پوسته زمین بوجود می‌آید. این تغییرات هدف‌های ژئوفیزیک اکتشافی را تشکیل می‌دهد.

اگر جسمی در میدان زمین F قرار بگیرد در این صورت یک میدان به نام J(مغناطیدگی القایی[1]) به داخل جسم القاء می‌شود. که خواهیم داشت:

$$J = KF$$

که K ضریب مغناطیس‌پذیری[2] (خودپذیری مغناطیسی) می‌باشد. اجسام بر حسب ضریب K به سه دسته تقسیم می شوند:

۱. $K < 0$ ، دیامغناطیس. معمولیترین مواد دیامغناطیس زمین، گرافیت، ژیپس، مرمر، کوارتز و نمک می‌باشند.

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

۳. $K >> 0$ ، فرومغناطیس اکثراً اکسیدهای آهن.

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 لبپوشی وسیعی بین نوع‌های مختلف مشاهده می‌شود، سنگ‌های رسوبی پایین ترین و سنگ های آذرین اصلی بالاترین میانگین خودپذیری را دارا می‌باشند. در هر مورد خودپذیری تنها به مقدار کانی‌های فری‌مغناطیس 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).

---

1 . Induced Magnetization
2 . Susceptibility

اغلب ممکن است که کانیهایی با خودپذیری منفی توسط اندازه گیری های 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 وکانی‌ها 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***[۳] درجدول 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 شماره۱- میانگین خودپذیری بعضی از کانیها

دستگاه‌های اندازه‌گیری در این روش به سه دسته واریومترهای مغناطیسی، مغناطیس‌سنج فلاکس گیت (دروازه شار)، مغناطیس‌سنج شتاب هسته‌ای و بخار روبیدیم تقسیم‌بندی شده اند. پیشرفته‌ترین و جدیدترین نوع مغناطیس‌سنج مدل Smartmag ساخت شرکت Scintrex کشورکانادا است که با استفاده از بخار سزیم کار می‌کند. این دستگاه دارای حساسیت بسیار بالا و در حد۰/۰۱ گاما‌می‌باشد 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

[۱] واحدهای ***emu***: واحدهای الکترومغناطیسی ***cgs*** می‌باشد.

۲-۱-۱- روش‌های تحلیل و تفسیر داده‌های میدان مغناطیسی

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.

جهت تفسیر بهتر داده‌های برداشت شده، از روش‌های مختلف تحلیلی و ترسیمی استفاده می‌شود. به عنوان مثال روش ادامه فراسو[۴] بمنظور کاهش اثر نویزهای سطحی و نمایش بهتر بی‌هنجاری‌های عمیقتر مناسب است در حالیکه نقشه‌های مشتق جهت آشکارسازی هر چه بیشتر بی‌هنجاری‌های سطحی مناسب هستند. نقشه‌های مشتق اول و دوم، میزان نسبت تغییرات بی‌هنجاری و شدت تغییرات بی‌هنجاری را به عمق نمایش می‌دهد. بدین ترتیب بی‌هنجاری‌های سطحی که تغییرات شدیدتری دارند، نمایان‌تر خواهند شد؛ ضمن آنکه احتمال عمیق بودن یا ادامه چنین بی‌هنجاری‌هایی در عمق منتفی نیست و به همین منظور نقشه‌های ادامه فراسو تهیه می‌گردد. به صورت ساده می‌توان چنین فرض کرد که گیرنده[۵] دستگاه مغناطیس‌سنج در ارتفاعی بالاتر از سطح فعلی اندازه‌گیری نموده است. نقشهٔ 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 و انجام تصحیح بدست می‌آید.

---

[4] .Upward Continuation
[5]. Sensor

۲-۲- تئوری روش قطبش القایی Induced polarization (IP)

اول بار دراواخر دهه ۱۹۴۰ روش قطبش یا پلاریزاسیون القایی برای اکتشاف توده های کانسنگی بالاخص برای سولفیدهای پراکنده (دیسیمینه) مورد استفاده قرار گرفت . دردهه ۱۹۶۰ از این روش بطورگسترده در اکتشافات ژئوفیزیک معدنی زمین پایه استفاده شده است .

کنراد شلامبرگر اولین فردی بود که وجود پدیده پلاریزاسیون القایی را گزارش کرد .

تجارب آزمایشگاهی نشان داده است هنگامیکه جریان الکتریکی از نوع مستقیم DC ویا متناوب AC با فرکانس خیلی کم حدود ۰/۱ هرتز به زمین فرستاده شود ، انرژی الکتریکی درداخل سنگها بر اساس فرآیندهای الکترو شیمیایی ذخیره می شود . این عمل معمولاً به دوطریق صورت می گیرد .

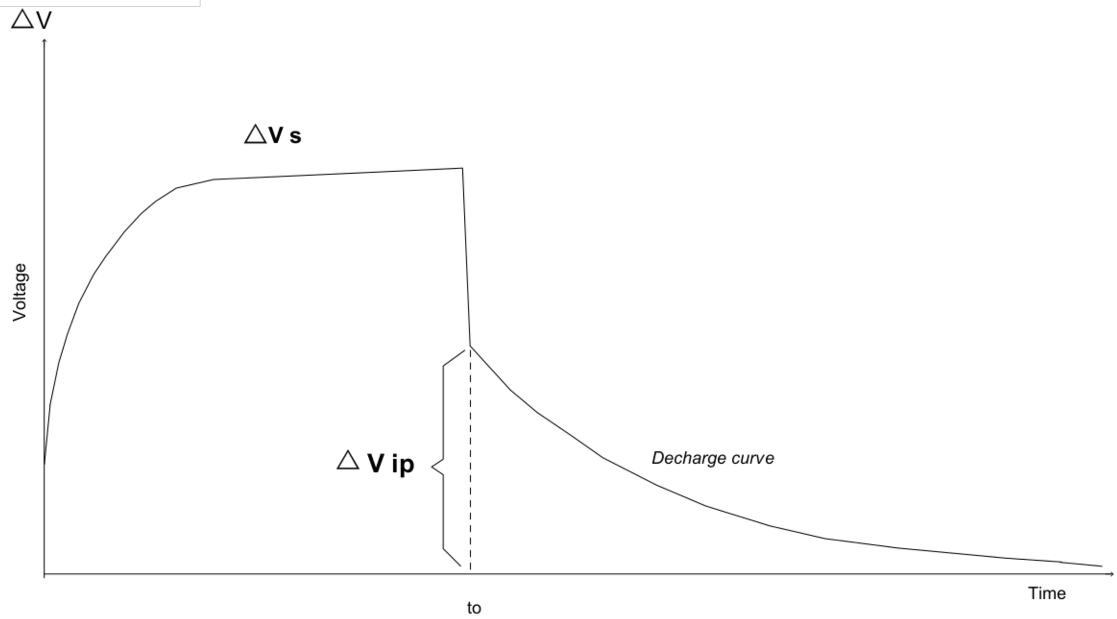
۲-۲-۱- پلاریزاسیون غشایی یا IP غیرفلزی

دراین روش عبور جریان الکتریکی توسط الکترولیتهای موجود در خلل وفرج سنگها صورت می گیرد .این نوع IP درزمین های رسی دیده می شود و بدین جهت درمورد اکتشاف آب ونواحی رسی این روش نیز می تواند کمک شایانی انجام دهد. علت این نوع IP را می توان چنین توجیه کرد که سطح کانیهای رسی دارای بار منفی است و در نتیجه بارهای مثبت را جذب می کند.

لذا بعد از گسترش جریان بارهای مثبت جابجا می شوند وپس از قطع جریان به وضع اولیه خود برمی گردد که نتیجه این عمل پدیده IP می باشد.(شکل ۳)

۲-۲-۲- پلاریزاسیون الکترودی Over Voltage یا پلاریزاسیون فلزی

دراین روش عبور جریان الکتریکی توسط کانیهای فلزی در سنگها بصورت الکترونیکی صورت مـی گیـرد . البته دراین حالت ممکن است همزمان عبور جریان الکتریکی توسط الکترولیتهای موجود در خلل وفرج آنهـا نیز صورت پذیرد . هرگاه جریان الکتریکی فرستاده به داخل زمین بطور ناگهانی قطع شود . یونها به آهستگی پراکنده شده وبسوی تعادل پیش می رود که سبب پیدایش ولتاژ ضعیف ورو به زوال IP می شود . طول مدت دوام ولتاژ رو به زوال IP در داخل زمین به عواملی مثل جنس وساخت سنگها، تخلخل ، نفوذپذیری ، قابلیـت هدایت الکتریکی ، کانیهای فلزی وقابلیت هدایت الکترولیت موجود در حفرات سنگها بـستگی دارد . هرچـه ماده معدنی هادی تر ودرصد آن بیشتر وپراکنده تر (دیسیمینه تر) درمتن سنگ میزبان باشد IP بزرگتر خواهد بود ، زیرا دراین حالت سطح تماس جهت تبادل الکترونی- یونی به حداکثر خواهد رسید . اما درمورد بعـضی از عوامل مانند مقاومت سنگ دربرگیرنده وغیره بطور قطع نمی توان اظهار نظرکـرد . زیـرا بـا تجربـه ای کـه درعملیات زمینی بدست آمده دربعضی موارد با مقایسه نقشه های مقاومت ظاهری وشارژیبیلیته مـشخص مـی شود نواحی که دارای IP قوی است دارای مقاومت ظاهری زیاد هم میباشد و با بررسی سر زمین معلـوم شـده که وجود ماده معدنی با سیلیسی شدن سنگهای درونگیر همراه است. .



شکل۳- تغییرات ولتاژقبل وبعد از قطع جریان نسبت به زمان

۲-۳- روشهای اندازه گیری

اولین راه اندازه گیری ولتاژ رو به زوال IP درحوزه زمان (Time-Domain) می باشد که خود به اشکال گوناگون صورت می گیرد که بستگی به نوع دستگاههای اندازه گیری دارد. یکی از روشهای اندازه گیری شارژپذیری ظاهری براساس نسبت ΔVIP/Vs می باشد. دراین روش کمیت ΔVIP را دریک زمان معین (T) پس از قطع جریان اندازه گیری می کنند ونسبت آن را به VS (ولتاژ اندازه گیری شده در زمان T0) با واحد میلی ولت بر ولت نشان می دهند . دراین طریق زمان T درست کمی بعد از جریان T0 انتخاب می شود .تا اثر جریان الکترومگنتیک ثانویه از بین برود از سوی دیگر زمان T نباید زیاد طولانی باشد ، زیرا ممکن است افت پتانسیل IP آنقدر زیاد باشد که به حد نویز برسد .

دومین راه اندازه گیری ، اندازه گیری شارژپذیری ظاهری درحوزه فرکانس (Frequency Domain) است که در این روش تغییرات مقاومت ویژه ظاهری در فرکانسهای مختلف اندازه گیری می گردد. چون جریان حاصله از IP درسنگهای زیرسطحی با جهت جریان تزریقی مخالفت می کند، از این رو سبب ایجاد یک

مقاومت مازاد برمقاومت الکتریکی سنگها می شود این مقاومت مازاد با افزایش فرکانس جریان تزریقی مرتباً کم می شود زیرا افزایش فرکانس سبب کم شدن مقدار ولتاژ IP می شود . معمولاً درسنگهایی که تقریباً فاقد کانیهای هادی هستند IP خیلی کم ایجاد می شود ودرنتیجه اثر ازدیاد فرکانس درکاهش ρa درحدود ۰/۱ می باشد .

درسنگهایی که کانیهای هادی به مقدار قابل ملاحظه ای حضور دارند مقدار IP حاصله نسبتاً زیاد و درنتیجه به ازای هر ده برابر که برفرکانس جریان تزریقی افزوده شود ρa به اندازه ۱۰ ٪تا ۲۰ ٪ کاهش نشان می دهد . اندازه گیری های حوزه فرکانسی نسبت به حوزه زمانی دارای دو مزیت است که نسبت سیگنال به نویز درآنها بیشتر است ودیگری ساده و سبک بودن تجهیزات . برتری اندازه گیری های حوزه زمانی نسبت به حوزه فرکانسی سرعت بیشتر اندازه گیری ها و صرفه جویی درزمان است .

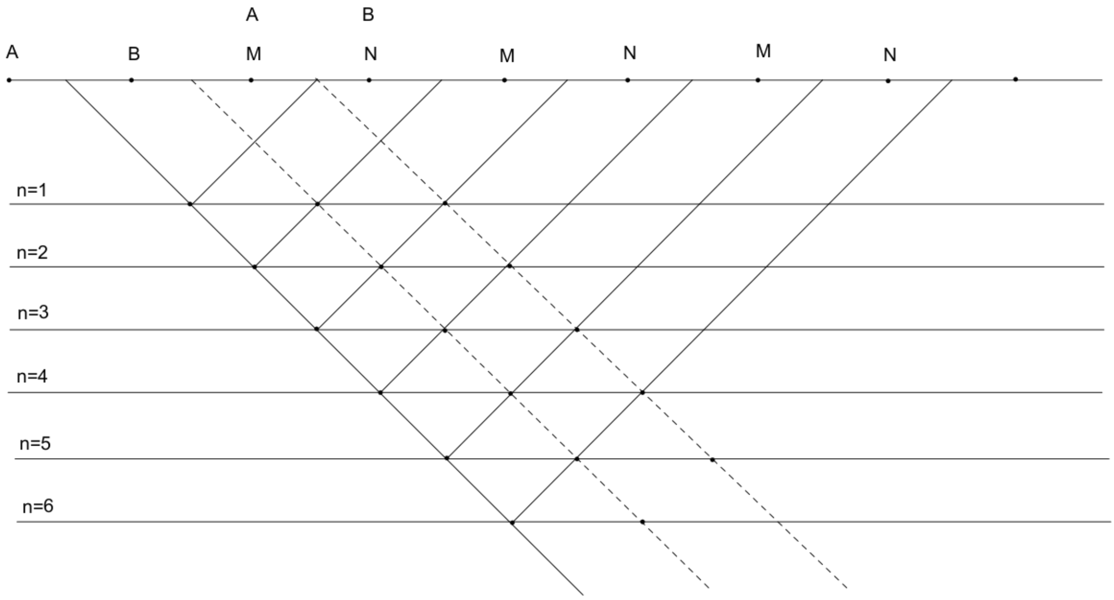
۲-٤- آرایش های مورد استفاده

۲-٤-۱- آرایش دایپل – دایپل (Dipole – Dipole)

از این نوع آرایش برای مطالعه و بررسی تغییرات وگسترش بی هنجاری در عمق وبه دست آوردن شبه مقطعی از IP ومقاومت ویژه ظاهری درمسیر یک پروفیل استفاده می شود. در این نوع آرایش هرچهار الکترود A,B,M,N درامتداد یک پروفیل قرارداشته وعملاً فاصله الکترودهای فرستند AB مساوی فاصله الکترودهای گیرنده MN ، AB=MN=a بوده و درهر اندازه گیری الکترودهای AB ثابت بوده و الکترودهای MN درامتداد پروفیل حرکت می کند ، درنتیجه اندازه گیری برای عمق های مختلف انجام می گیرد .

فاصله بین نزدیکترین الکترودهای جریان پتانسیل برابر na می باشد (n=1,2,3,…) وعمق هراندازه گیری برابر (n+1)a/2 خواهد بود وعدد اندازه گیری شده برای نقطه ای به محل تلاقی دو خط با زاویه ۴۵ درجه نسبت

به سطح زمین که از وسط AB,MN رسم شده نسبت داده می شود . به این ترتیب از مجموع نقاط اندازه گیری شده با این روش شبه مقطعی از شارژپذیری ومقاومت ویژه ظاهری درامتداد یک پروفیل بدست خواهد آمد



شکل ۴- آرایش دوقطبی- دوقطبی

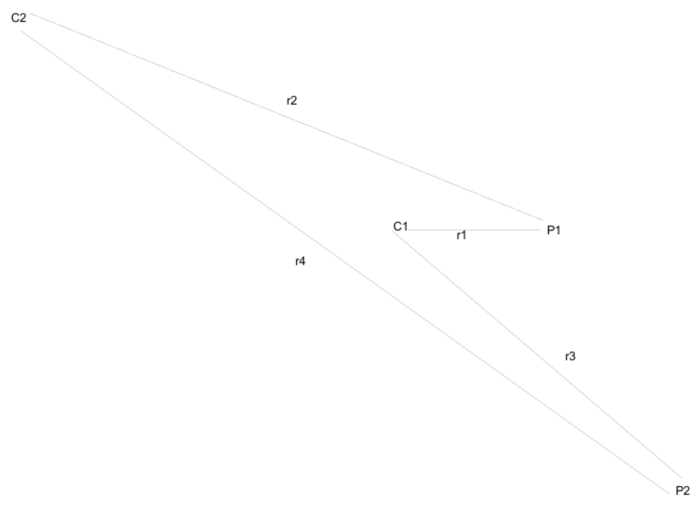
۲-٤-۲- آرایش قطبی – قطبی(pole-pole)

در تئوری آرایش قطبی- قطبی فقط دو الکترود در نزدیکی هم قرار میگیرد یک الکترود جریان و یک الکترود پتانسیل ودو الکترود دیگر در بینهایت قرار میگیرد که کمترین اثر را بر روی آرایش داشته باشد.در حالت کلی توصیه میشود که فاصله این دو الکترود از الکترودهای c1, p1 ده و ترجیحا ۲۰ برابر انتخاب شود.در بعضی موارد که فاصله الکترودهای c1, p1 بسیار زیاد است این حداقل ها برای تمام اندازه گیری ها رعایت نمی شود.این قضیه میتواند منجر به پیچیدن بیهنجاری بر روی مدل حاصل از معکوس سازی در هنگام مدل سازی شود.این مشکل با استفاده از روش محاسبه معمول ضریب k در آرایش قطبی- قطبی

بوجود می آید و اگر ضریب k با استفاده از روش کلی محاسبه ضریب k بر حسب فاصله الکترودها محاسبه شود این مشکل حل خواهد شد.

برای خط برداشت با n الکترود $n(n+1)/2$ ترکیب ایجاد میشود.به عنوان مثال برای خط برداشت با ۲۵ الکترود ۳۰۰ ترکیب ایجاد خواهد شد.در عمل حداکثر فاصله بین الکترود های c1, p1 بر اساس حداکثر عمق جستجوی مورد نیاز تعیین میشود.در بسیاری موارد این حداکثر فاصله بین ۶ تا ۱۰ برابر فاصله تک الکترود تا خط برداشت است.

برای پرهیز از مقاومت ویژه منفی یا صفر بایستی فاصله الکترودهای c2,p2 حداقل ۲/۵ برابر و ترجیحا ۳ برابر فاصله c1,p1 باشد.به عنوان مثال اگر فاصله الکترودی ۱ متر است ، فاصله c1p1 بایستی ۱۰ متر باشد.در اینصورت الکترودهای c2, p2 بایستی حداقل در فاصله ۲۵ متری از خط برداشت قرار بگیرند.با کم شدن فاصله الکترودهای c2, p2 از خط برداشت عمق جستجو کاهش می یابد.با این حال آرایش قطبی – قطبی بیشترین نسبت عمق جستجو را نسبت به سایر آرایش ها داراست. به عبارتی اگر نسبت عمق جستجو در آرایش دوقطبی– دوقطبی ۰/۳ برابر عمق اسمی جستجو باشد ، در این روش عمق جستجو ۰/۹ برابر عمق اسمی است.



شکل شماره ۵ – نمایی از آرایش قطبی– قطبی

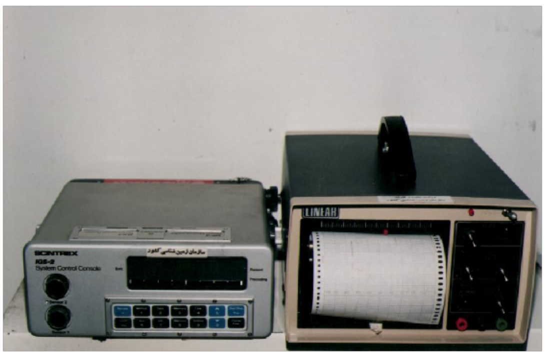
فصل سوم

((برداشتهای ژئوفیزیک))

۳-۱- تجهیزات مورد استفاده

۳-۱-۱- دستگاه اندازه گیری مغناطیس

جهت انجام برداشتهای مغناطیس‌سنجی 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 نانوتسلا بوده که در مقیاس مطالعات ما کافی است. با استفاده از این مدل دستگاه می‌توان 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 می‌باشد.



تصویر شماره ۳- دستگاه مغناطیس سنج MP3

تصویر شماره ۴- اندازه گیری با دستگاه مغناطیس سنج در منطقه

۳-۲- دستگاه اندازه گیری IP, RS

در این برداشت ها از دستگاه اندازه گیری IP, RS ساخت شرکت IRIS فرانسه استفاده شدکه ست کامل آن عبارت است از:

- موتور ژنراتور بنزینی جهت تولید برق ۲۲۰ ولت ۵۰ هرتز .

- دستگاه تقویت کننده ، یکسوکننده و فرستنده جریان مدل VIP ساخت کشور فرانسه ، این دستگاه قادر است برق ۲۲۰ ولت حاصل از موتور در دو حوزه فرکانسی و زمانی (بسته به دستگاه گیرنده) را تا حداکثر

۱۵۰۰ ولت افزایش دهد. ازاین دستگاه درحالت (Time Domain) استفاده شد. این دستگاه به گونه ای تنظیم گردیده که جریان الکتریسیته را به فاصله زمانی مساوی هر ۲ ثانیه به الکترودهای جریان A,B فرستاده و قطع نماید . مدت ارسال جریان نیز ۲ ثانیه می باشد . درهربار ارسال جریان ، جهت جریان نیز از داخل دستگاه عوض می شود . درضمن میزان شدت جریان برقرار شده بین الکترودهای A,B نیز توسط صفحه دیجیتالی موجود برروی دستگاه با دقت میلی آمپر نشان داده می شود که درمحاسبه مقاومت ویژه ظاهری مورد استفاده قرارمی گیرد .

- دستگاه گیرنده (رسیور) مدل ELREC-10 ساخت شرکت IRIS با دقت ۰/۰۱ میلی ولت برولت است ، این دستگاه قادراست مساحت زیر منحنی روبه زوال ولتاژ درزمانهای T1,T2 را در۲۰ پنجره مختلف اندازه گیری نماید ودر نتیجه امکان پردازش اسپکترال را میسر می سازد .

تصویر شماره ۵- مجموعه رسیور وترانسمیتر بهمراه سوییچ باکس و سیمهای فرستنده جریان

تصویر شماره ۶- ترانسمیتر VIPساخت شرکت IRIS فرانسه

تصویر شماره ۷- انجام عملیات صحرایی

از مهمترین مشخصات این دستگاه می توان به موارد زیر اشاره کرد :

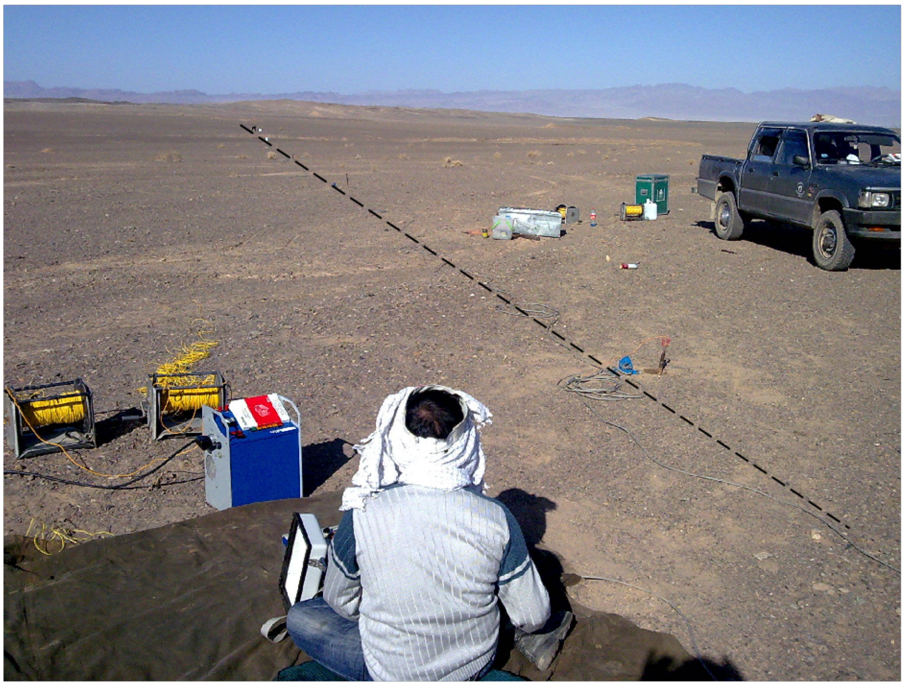
اندازه گیری همزمان ۱۰ ایستگاه باهم ، محاسبه ضریب K بطور خودکار با توجه به موقعیت الکترودهای فرستنده وگیرنده ، محاسبه مقاومت ویژه ظاهری که بطور خودکار با توجه به مقدار شدت جریان الکتریکی برحسب میلی آمپر کنترل میشود. اندازه گیری وثبت تمام پارامترها شامل موقعیت هر ایستگاه ، مقاومت الکترودها ، میزان پتانسیل خودزا ، اختلاف پتانسیل ، شارژپذیری ظاهری ، میزان انحراف معیار (S.D) ، میزان مقاومت ویژه ظاهری ، تعداد اندازه گیری ها ، شارژپذیری واقعی و امکان مشاهده نویزها برروی هریک از الکترودها هنگام اندازه گیری و داشتن حافظه وامکان ذخیره سازی تمامی اطلاعات .

۳-۳- مطالعات ژئوفیزیک و برداشت صحرایی

پس ار آنکه محدوده توسط زمین شناس منطقه جهت مطالعات ژئوفیزیک معرفی گردید برداشتهای مغناطیس سنجی در دو مرحله انجام شده است. در مرحله اول برداشتها با فاصله ایستگاه ۲۰ متر و فاصله پروفیل ۴۰ متر انجام شد. در مرحله دوم برداشتها با فاصله ایستگاه ۴۰ متر و فاصله پروفیل ۱۰۰ متر در شرق محدوده ادامه یافت.در کل ۲۴۰ هکتار با روش مغناطیس سنجی پوشش داده شده است. پس از انجام برداشتهای مغناطیس و بررسی نتایج آن در مرحله دوم برداشت آرایشهای دایپل – دایپل و پل- پل بر روی ۳ پروفیل به موازات هم به فاصله ۱۵۰ متر عمود بر محور بی هنجاری اصلی مغناطیس اجرا شد، که نتایج آن در ادامه آمده است.

مجموعاً ۳ پروفیل در محدوده برداشت شده است. پروفیل ها همگی دارای راستای شمالی – جنوبی میباشند . بر روی دایپل شماره ۲ یک برداشت پل- پل با فاصله الکترودی ۲۰ متر و بر روی پروفیل شماره ۳ یک برداشت پل- پل با فاصله الکترودی ۱۰ متر برداشت شده است.

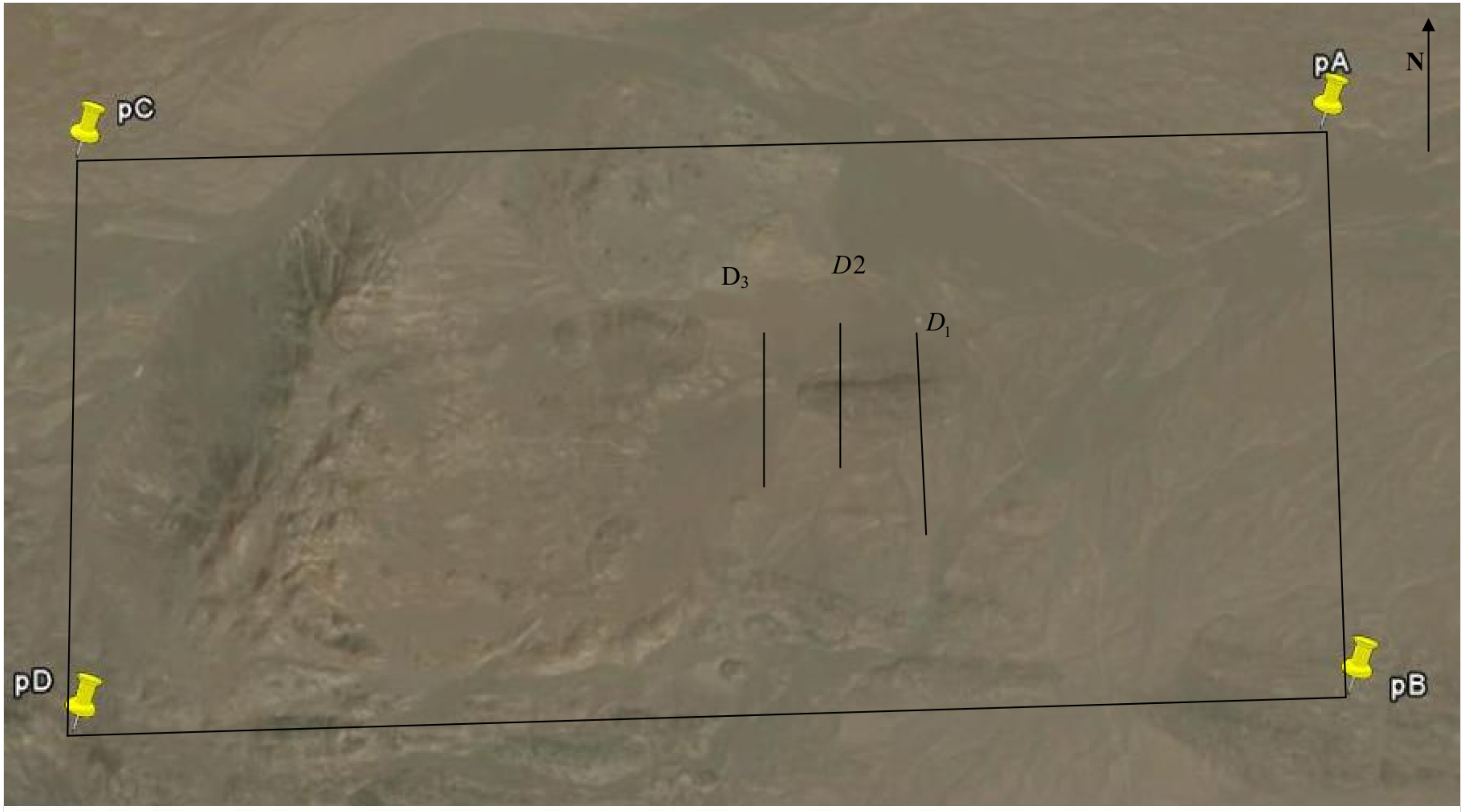
ارتفاع ایستگاه ها با استفاده از GPS دستی برداشت شده است. در ادامه به ترتیب نتایج بدست آمده مورد تعبیر وتفسیر قرار گرفته وسپس مدل ها با اعمال تصحیح توپوگرافی ارائه شده است.



تصویر شماره ۸ – نمایی از برداشت داپیل شماره ۳ (دید به جنوب)

تصویر شماره ۹- نمایی از برداشت داپیل ها (دید از جنوب غرب به شمال شرق)

وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور



تصویر شماره۱۰ – مختصات چهار گوش برداشت هایی مغناطیس و موقعیت تقریبی پروفیلهای D1,D2,D3

فصل چهارم

((بررسی نتایج))

٤-١- بررسی نتایج برداشت های مغناطیس سنجی

در این منطقه مجموعاً ۳۲۰۴ ایستگاه برداشت شد. بیشترین شدت مغناطیس که در این محدوده برداشت شده ۵۲۶۵۴ گاما و کمترین مقدار آن ۴۴۶۸۲ گاما میباشد.مقدار مغناطیس کل در محدوده ۴۷۲۵۳ گاما ، مقدار زاویه میل ۵۰/۹ و مقدار زاویه انحراف ۳/۳ بدست آمده است.

با توجه به نقشه شدت کل میدان مغناطیس (نقشه شماره ۱) که برای پوشش دادن بی هنجاری اصلی بطول ۵۰۰ متر در شرق تا پروفیل ۲۵۷۰۰۰ ادامه پیدا کرده، میتوان دیدکه بیهنجاری در شرق بسته شده و ادامه نداشته است. نقشه های بعدی بدون اضافه کردن این بخش از برداشتها ترسیم شده است. با نگاهی به این نقشه میتوان چندین محور بی هنجاری را جدا سازی کرد که با خطوط و منحنی های مشکی رنگ جدا شده است

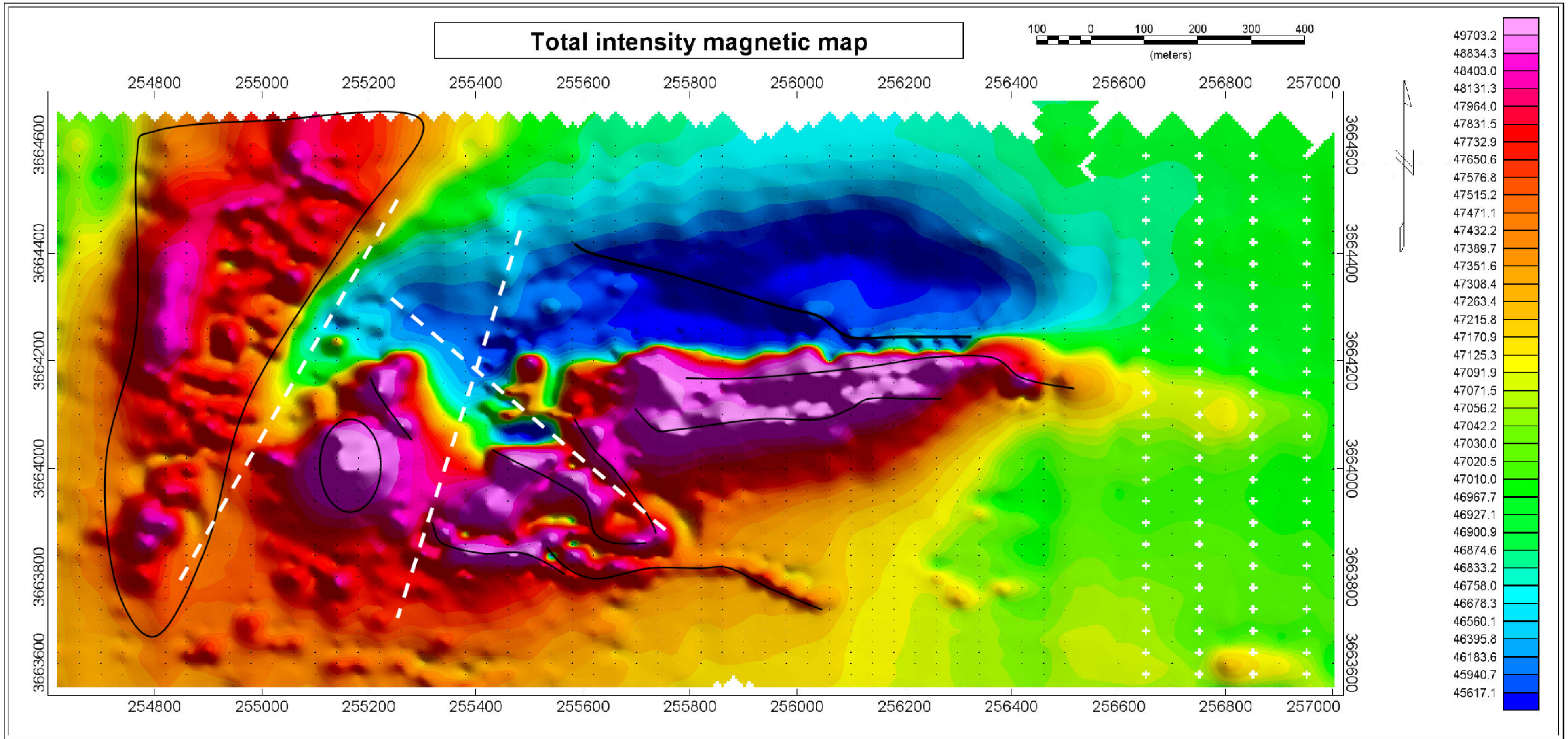
توده ای که بطور وسیع در غرب محدوده با رنگ قرمز جدا شده است با اینکه شدت میدان کل مقدار عددی بالایی بر روی آن نشان داده ولی با توجه به اینکه حالت دو قطبی نداشته و مشاهدات سر زمین نیز نشان از عدم وجود توده آهن حداقل بطور سطحی است احتمالاً مربوط به توده های بازیک میباشد.

نکته جالب توجه در این نقشه بیهنجاری خطی شمالی است که در نقشه برگردان به قطب (نقشه شماره ۲) یا حتی در نقشه شدت کل نیز بسختی قابل جدا سازی است ولی با مشاهده پروفیل ها وجود آن لمس میشود (نمودار شماره ۲ صفحه۳۵) . در نمودار شماره ۲ که پروفیل ۲۵۵۹۸۰ برداشتهای مغناطیس را نشان می دهد، چهار بیهنجاری قابل تفکیک است که موقعیت آن با چهار فلش نمایش داده شده است نکته

جالب توجه بیهنجاری سمت راست یا همان بی هنجاری شمالی می باشد که به دلیل قرار گرفتن در قسمت منفی بیهنجاری اصلی و عمق بیشتر اثر آن محدود شده است و به سادگی تشخیص داده نمی شود ولی بر روی این پروفیل می توان اثر آن را مشاهده نمود.

همچنین بر روی نقشه میتوان انفصالهایی نیز مشخص کرد که با خط چین سفید نمایش داده شده است. این انفصالها ممکن است گسلهای محدوده را نشان دهد.بطور کلی مجموعه اصلی با قطب بزرگ آبی و قرمز جدا شده که در نقشه های ادامه فراسو چنانچه دیده میشود تا عمق بیش از ۱۰۰ متر نیز ادامه داشته است. بررسی نمودار طیف توان نیز عمق بیهنجاری را در عمق ۱۰۰ متر تایید میکند.

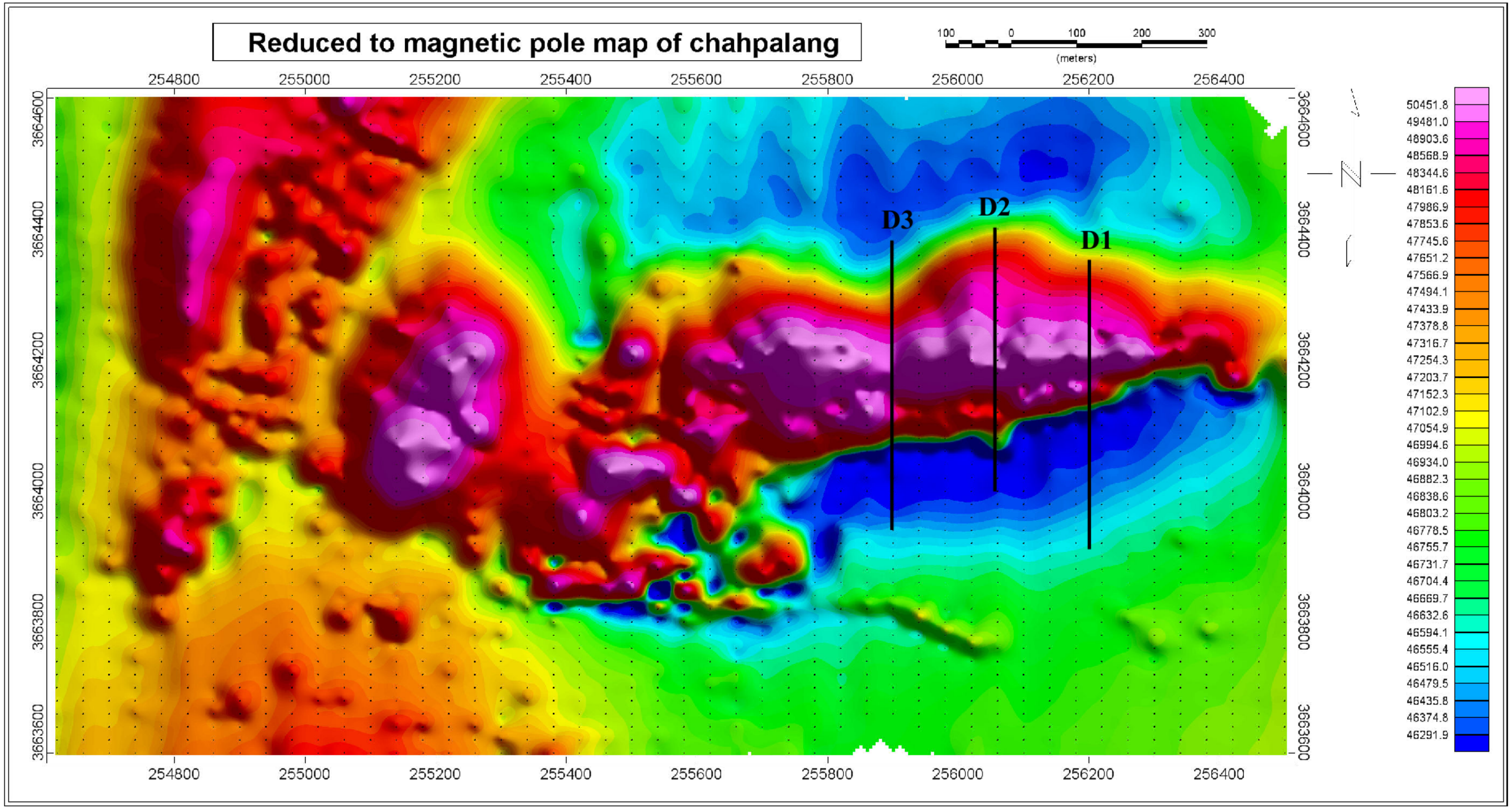
دو باریکه اصلی که محور آن بر روی ۳۶۶۴۲۰۰ = y قرار دارد بیش از ۱۰۰۰ متر طول داشته و احتمالاً در شرق تا پروفیل ۲۵۶۹۰۰ به عمق ادامه یافته است. ولی بطور بارز در جهت شرقی- غربی از ۲۵۵۴۰۰ تا ۲۵۶۴۰۰ ادامه داشته و نزدیک به ۲۰۰متر پهنا نشان میدهد که با در نظر گرفتن عمق ۱۰۰متر می توان به حجم زیاد توده پی برد. البته باید در نظر داشت که همه این وسعت ممکن است مگنتیت خالص نباشد و ناخالصی و همچنین میان لایه هایی نیز همراهشان باشد. برای بررسی گسترش بی هنجاری در عمق سه پروفیل بر روی بی هنجاری اصلی انتخاب شده و برداشتهای RS , IP بر روی آن انجام گرفته که نتایج آن در ادامه ارائه شده است.



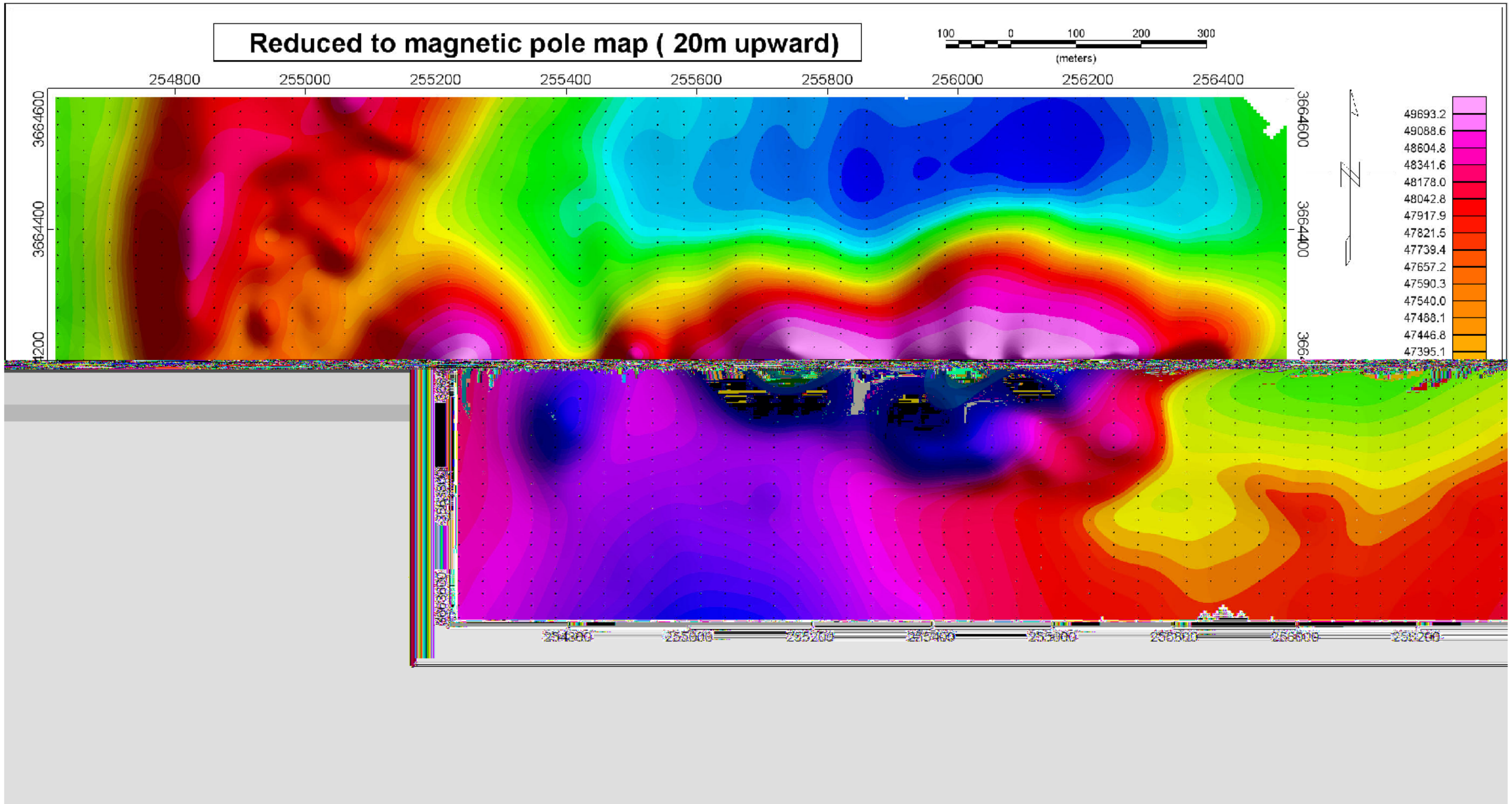
نقشه شماره ۱- نقشه شدت کل میدان مغناطیسی (بخشهای خالی با رنگ سفید به علت نبود داده ایجاد شده است)

D1

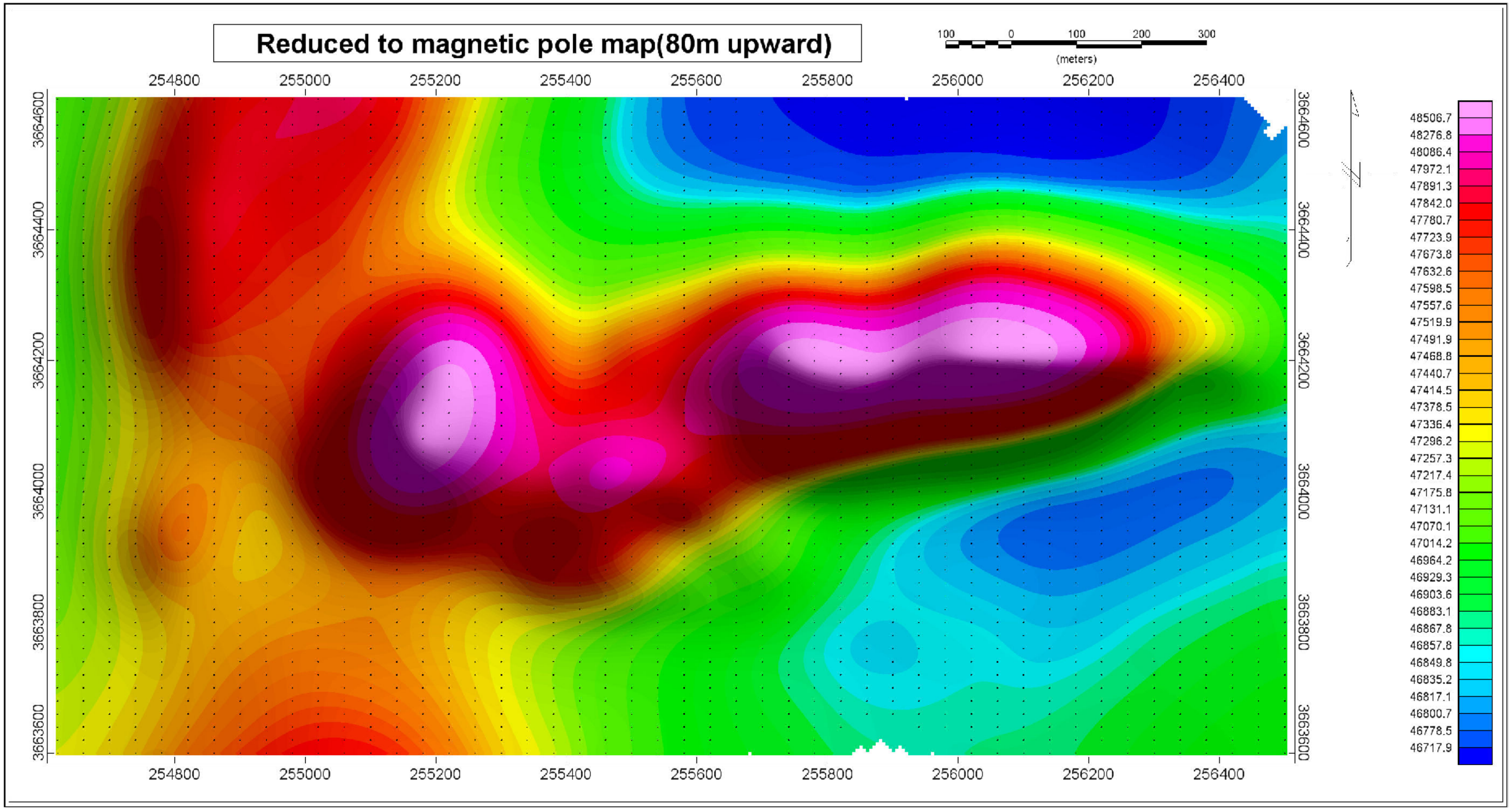
D1



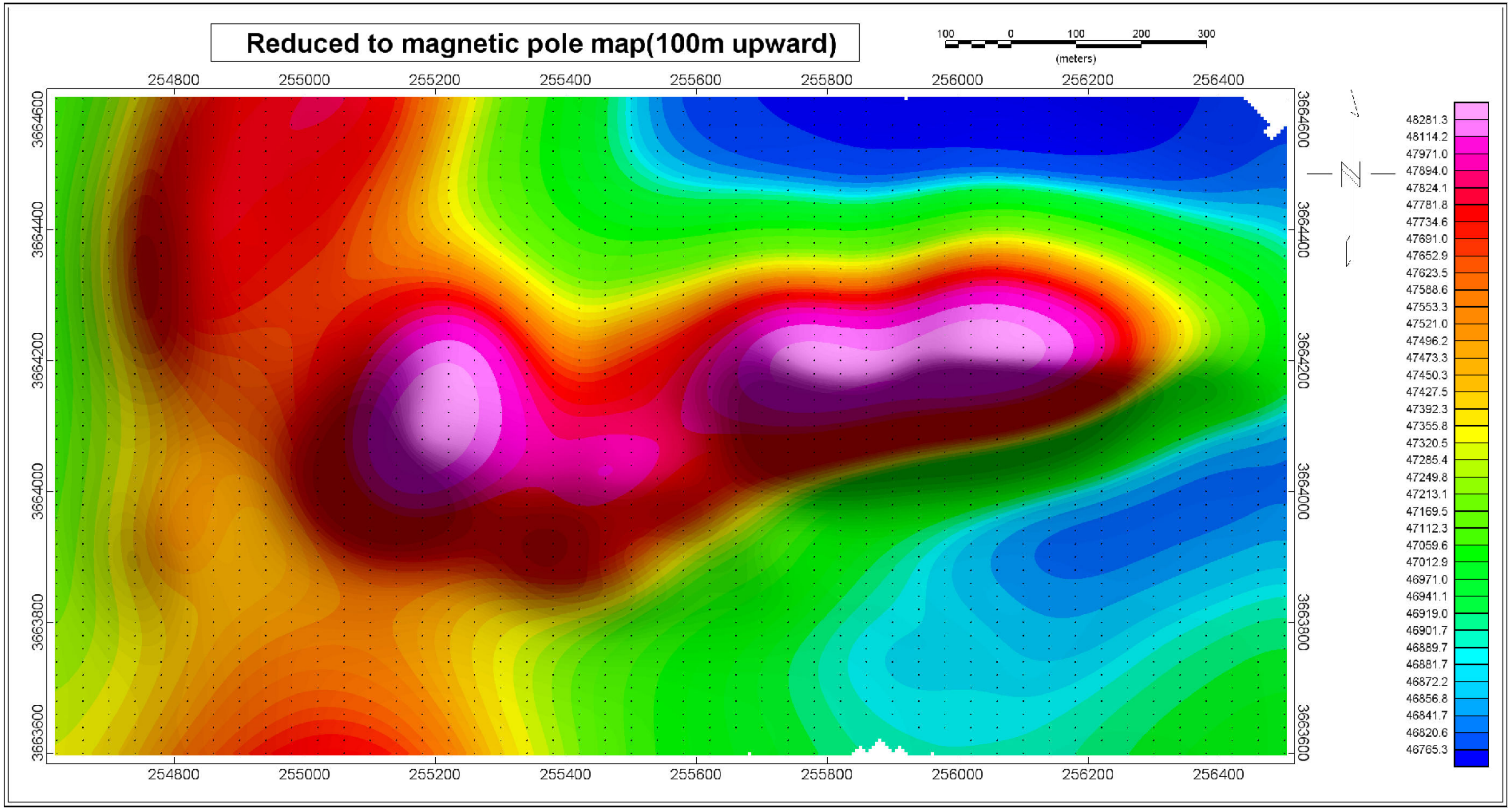
نقشه شماره ۲- نقشه برگردان به قطب (D1,D2,D3 امتداد پروفیلها را نشان می دهد)



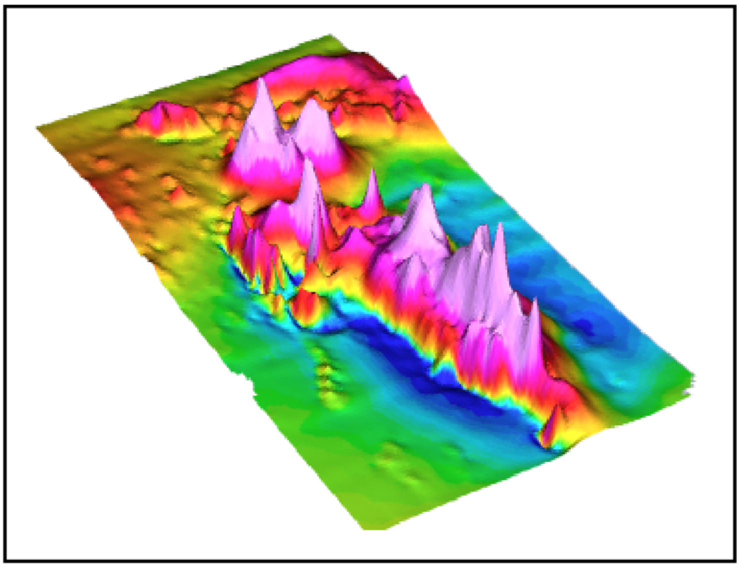
نقشه شماره ۳- نقشه برگردان به قطب (ادامه فراسو تا ۲۰ متر)



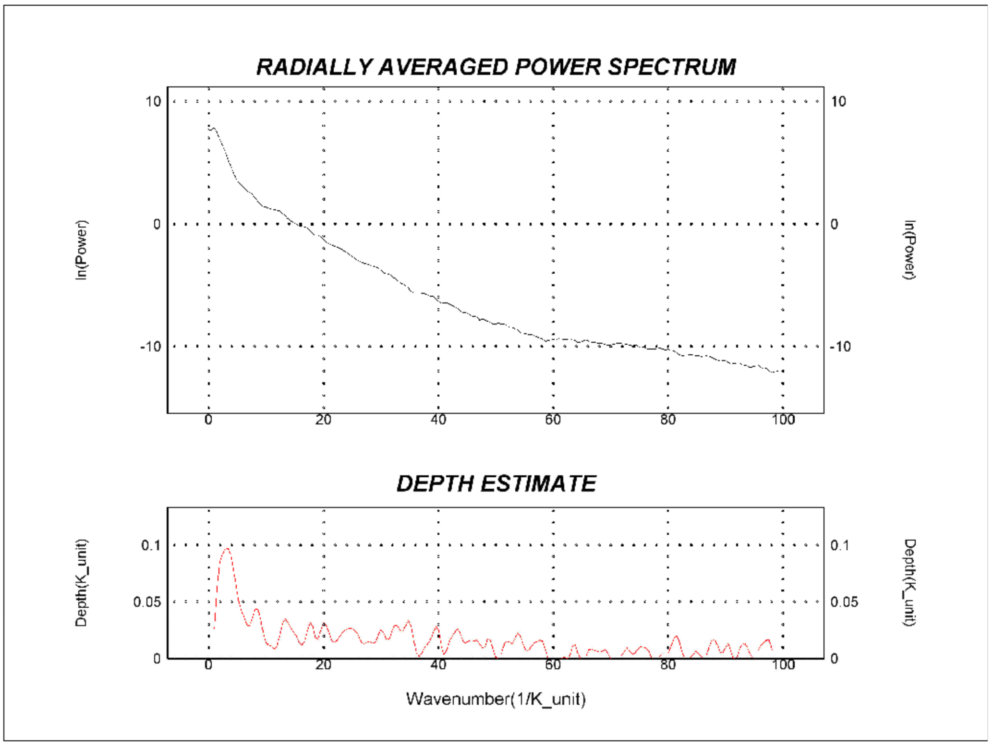
نقشه شماره ۵- نقشه برگردان به قطب (ادامه فراسو تا ۸۰ متر)



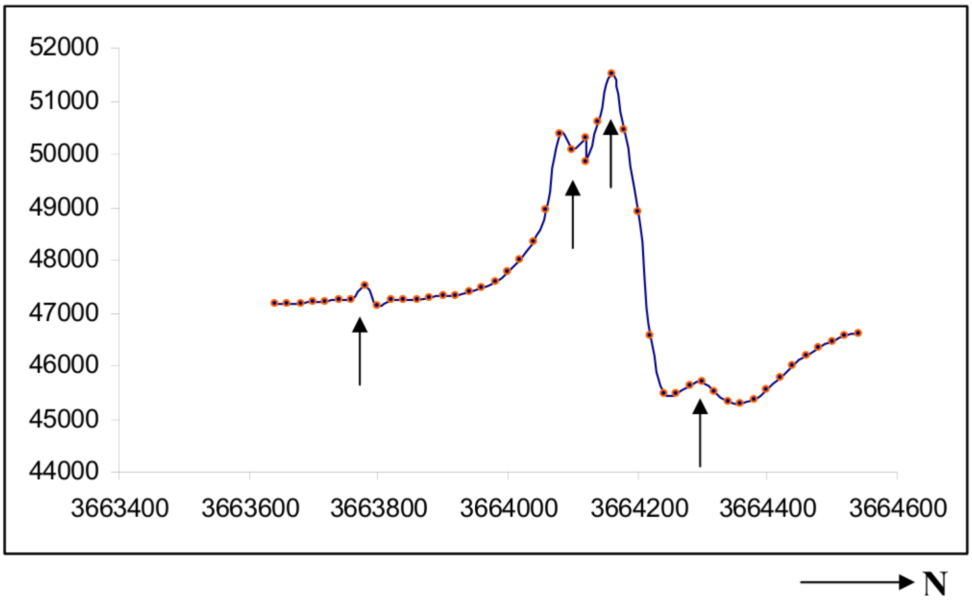
نقشه شماره ۶- نقشه برگردان به قطب (ادامه فراسو تا ۱۰۰ متر)



نقشه شماره ۷- نقشه برگردان به قطب ۳ بعدی



نمودار شماره ۱ - نمودار تخمین عمق با استفاده از طیف توان انرژی



نمودار شماره ۲- نمودار پروفیل ۲۵۵۹۸۰

٤-٢- بررسی آرایشهای دایپل- دایپل

بر روی پروفیل های P1 تا P3 برداشتها با فاصله الکترودی ۲۰ متر، و بر روی پروفیل شماره ۱ یک برداشت با فاصله الکترودی ۴۰ متر نیز انجام شد. بر روی هر پروفیل دو پارامتر پلاریزاسیون القایی ظاهری بر حسب میلی ولت به ولت (mv/v) ومقاومت ویژه ظاهری برحسب اهم متر(Ω.m) اندازه گیری شده است. فاصله پروفیلها از یکدیگر ۱۵۰ متر میباشد.

بر روی پروفیل شماره ۱ برداشت از جنوب به شمال و بر روی پروفیل شماره ۲ و۳ از شمال به جنوب انجام شده است.بر روی پروفیل شماره ۲ یک برداشت پل- پل با فاصله الکترودی ۲۰ متر و بر روی پروفیل شماره۳ یک برداشت پل- پل با فاصله الکترودی ۱۰ متر نیز انجام 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 پلاریزاسیون القایی بطور جداگانه و سپس نتیجه مدلسازی با اعمال توپوگرافی ارائه شده است.برای برداشتهای پل- پل برای جلوگیری از اطاله مطلب به ارایه مدلها اکتفا شده است.

٤-٢-١- بررسی آرایش دایپل – دایپل بر روی پروفیل شماره ۱

دایپل- دایپل شماره یک از جنوب به شمال با فاصله الکترودی و پرش ۲۰ متر برای الکترودهای جریان و پتانسیل ۲۰ متر برداشت شده است. این برداشت با قرار دادن الکترودهای جریان بر روی ایستگاه های ۱۶۰و ۱۸۰ با مختصات UTM (۳۶۶۴۰۰۰ ۲۵۶۲۰۰) و (۳۶۶۴۰۲۰ ۲۵۶۲۰۰) آغاز و اندازه گیری در

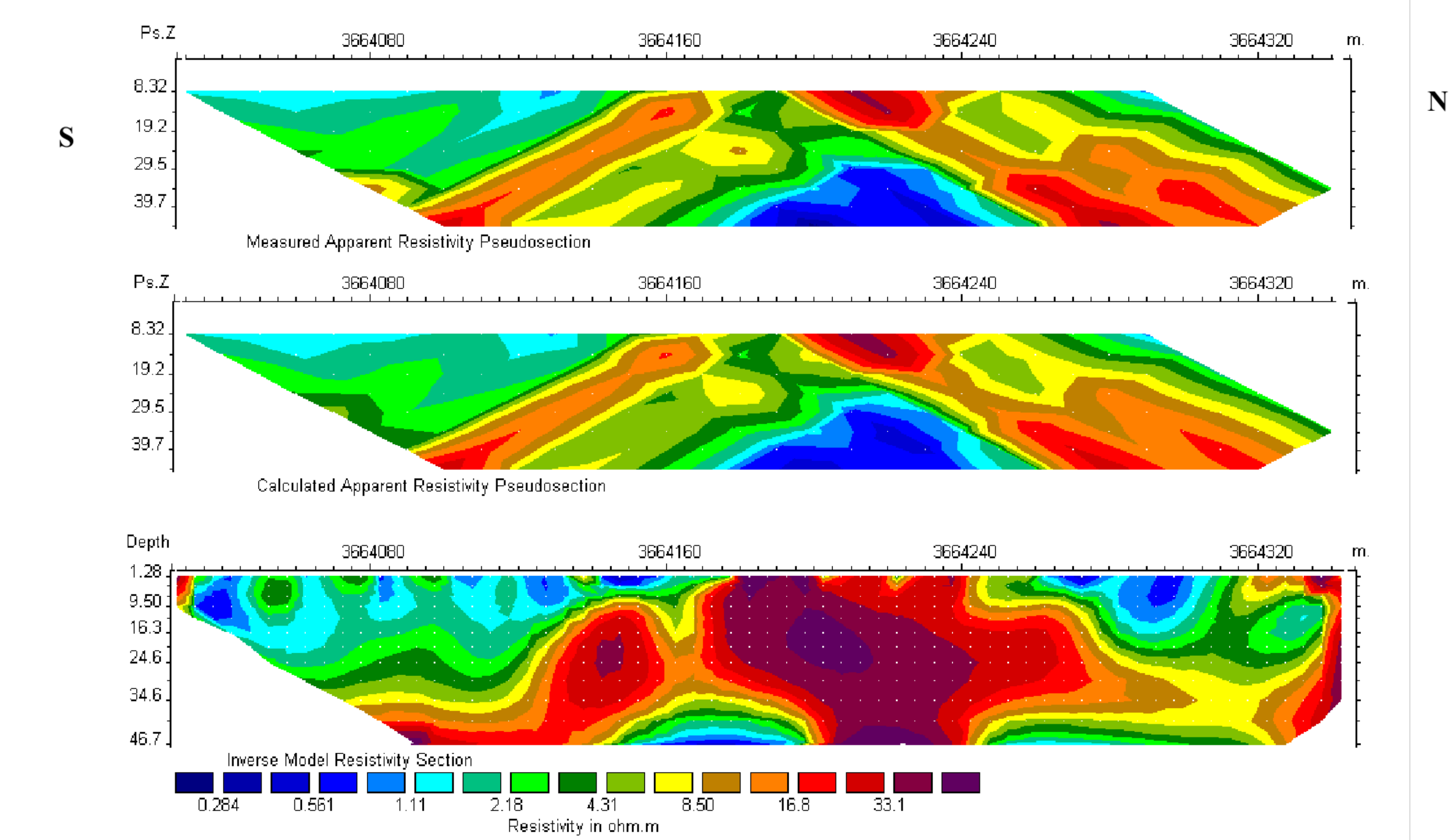
جهت شمال ادامه یافته بطوریکه با ۱۴ پرش آخرین الکترودهای پتانسیل بـر روی ایـستگاه هـای ۵۶۰ و ۵۸۰ با مختصات UTM (۳۶۶۴۴۰۰ ۲۵۶۲۰۰) و (۳۶۶۴۴۲۰ ۲۵۶۲۰۰) قرار می گیرند.

برای مقاومت ویژه ظـاهری بیـشترین مقـدار ۳۶/۱۵ وکمتـرین مقـدار ۰/۲۴ اهـم متربرداشـت شـده اسـت. بیشترین مقدار برای پلاریزاسیون القایی که بر روی این مقطع برداشـت شـده ۱۰/۴۶ وکمتـرین مقـدار ۰/۲۷ میلی ولت بر ولت بوده است.نقشه شماره ۸ و ۹ شبه مقطع مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القـایی را بـرای ایـن برداشت نشان می دهد.

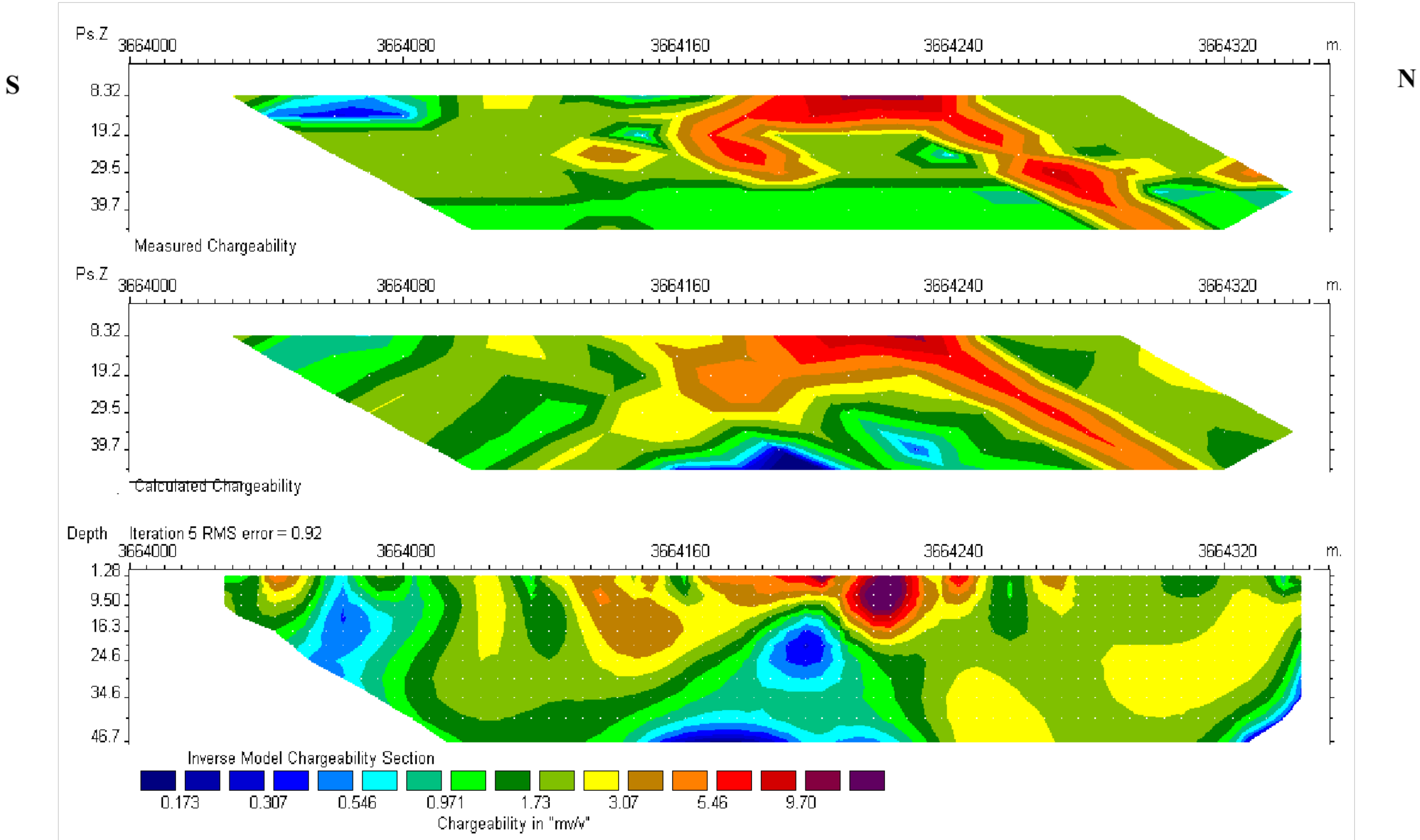
نقشه شماره ۱۰ ، مدل مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی پروفیل را همراه با توپوگرافی که با استفاده از نرم افزار مدلسازی RES2DINV ترسیم شده است، نشان می دهد.

برداشتهای ۲۰ متری بی هنجاری را تا عمق ۵۰ متر تفکیک نموده اسـت. بخـشهای قرمـز رنـگ بـا مقاومـت بیشتر با توجه به اینکه سنگی از جنس دیگر در آن اطراف نیست وضعیت توده آهن دار را نشان مـی دهـد و باقی تشکیلات شامل رسوبات سطحی با مقاومت کم است که بـا رنـگ آبـی از دیگـر نـواحی متمـایز شـده است. از سمت جنوب به شمال می توان حـدس زد بیهنجـاری در عمـق ۴۰ متـری زیـر ایـستگاه ۳۶۶۴۰۸۰ شروع تا نزدیکی سطح در زیر ایستگاه ۳۶۶۴۱۶۰ ادامه داشته و سپس با یک انفصال از ۳۶۶۴۱۷۰ شروع تـا ۳۶۶۴۲۴۰ ادامه داشته که این بخش از سطح تا عمق ۵۰ متر ادامه داشته است. پس از یک انفصال در منتهـی الیه شمالی نیز بیهنجاری مقاومی در ۳۶۶۴۳۲۰ در عمق حدود ۳۰ متری دیده می شود.

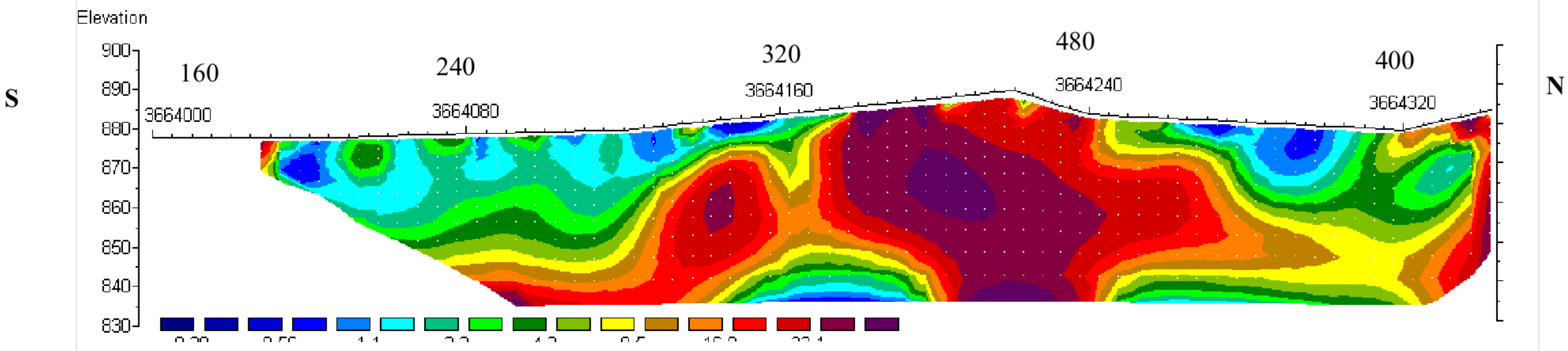
بر روی مقطع پلاریزاسیون القایی این پروفیل تنها مقدار IP بـر روی گـرده آهـن دار بـالا بـوده و در عمـق بیهنجاری مشخصی نشان نداده است.



نقشه شماره ۸– شبه مقطع مقاومت ویژه بهمراه مدل بر روی پروفیل شماره ۱



نقشه شماره ۹ – شبه مقطع پلاریزاسیون القایی بهمراه مدل بر روی پروفیل شماره ۱



نقشه شماره ۱۰- مدل پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه به همراه توپوگرافی بر روی پروفیل شماره ۱

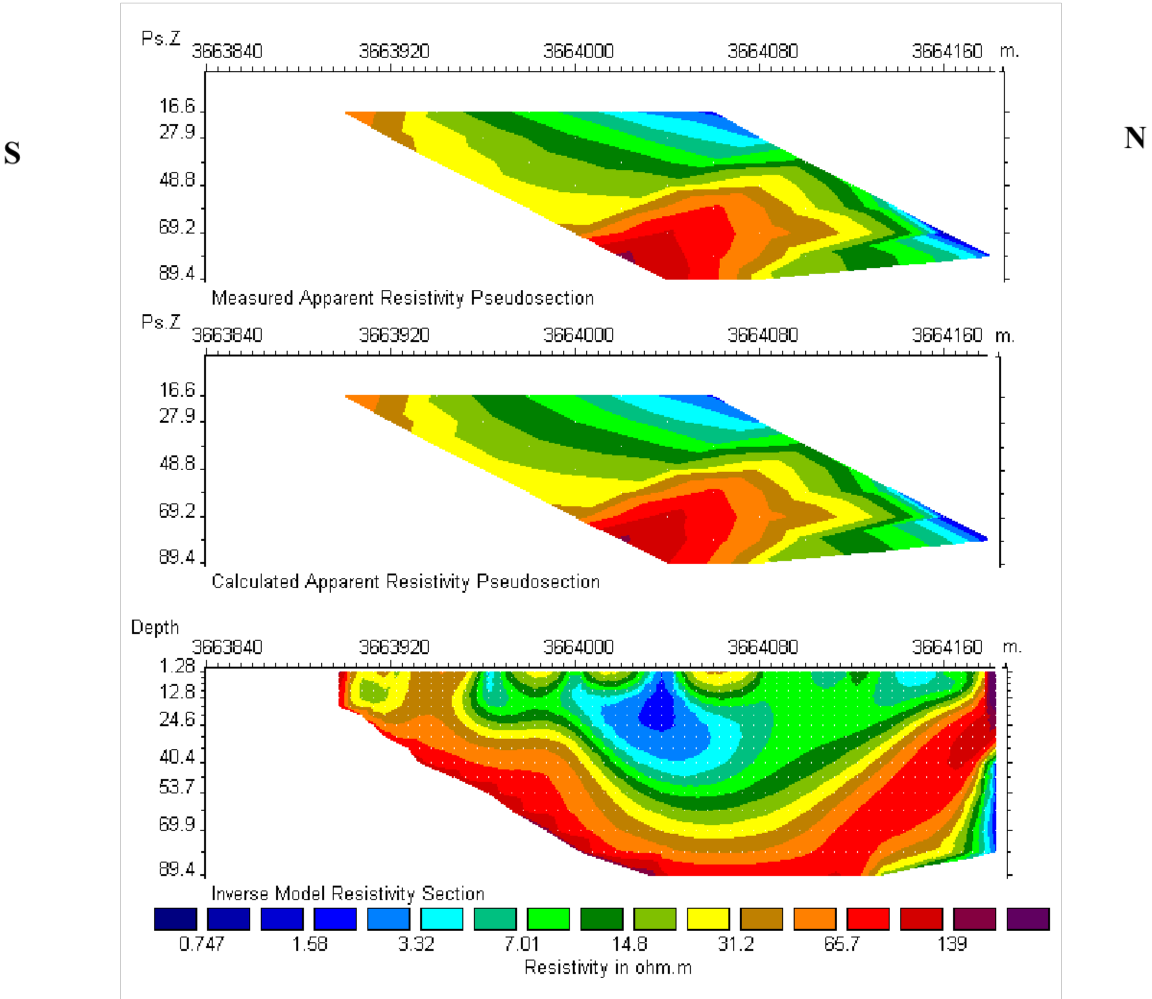
٤-٢-٢- بررسی آرایش دایپل دایپل با فاصله الکترودی ٤٠ متر بر روی پروفیل شماره ١

این برداشت با فاصله الکترودی ۴۰ متر با ۵ پرش در جهت جنوب به شمال برداشت شده است. با قرار دادن الکترودهای جریان بر روی ایستگاه های صفر و ۴۰ با مختصات UTM (۲۵۶۲۰۰ ۳۶۶۳۸۴۰) و (۲۵۶۲۰۰ ۳۶۶۳۸۶۰) آغاز و اندازه گیری در جهت شمال ادامه یافته بطوریکه آخرین الکترودهای پتانسیل بر روی ایستگاه های ۴۸۰ و ۵۲۰ با مختصات UTM (۲۵۶۲۰۰ ۳۶۶۴۳۲۰) و (۲۵۶۲۰۰ ۳۶۶۴۳۶۰) قرار می گیرد.

برای مقاومت ویژه ظاهری بیشترین مقدار ۱۴۷/۹۴ وکمترین مقدار ۰/۸۳ اهم متربرداشت شده است. بیشترین مقدار برای پلاریزاسیون القایی که بر روی این مقطع برداشت شده ۲/۲۷ وکمترین مقدار ۰/۳۸ میلی ولت بر ولت بوده است.

در برداشتهای ۴۰ متری نیز که در جنوب شروع شده تا نزدیکی توده اصلی ادامه یافته است. یک بی هنجاری بصورت نوار هلالی از ۳۶۶۱۸۰ در شمال شروع به عمق رفته و سپس در ۳۶۶۳۹۰۰ به نزدیکی زمین می رسد ، ممکن است این بی هنجاری نیز از جنس آهن باشد.نقشه شماره ۱۱ و ۱۲ به ترتیب نمایش شبه مقاطع داده های خام و محاسبه شده بهمراه مدل مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی است.

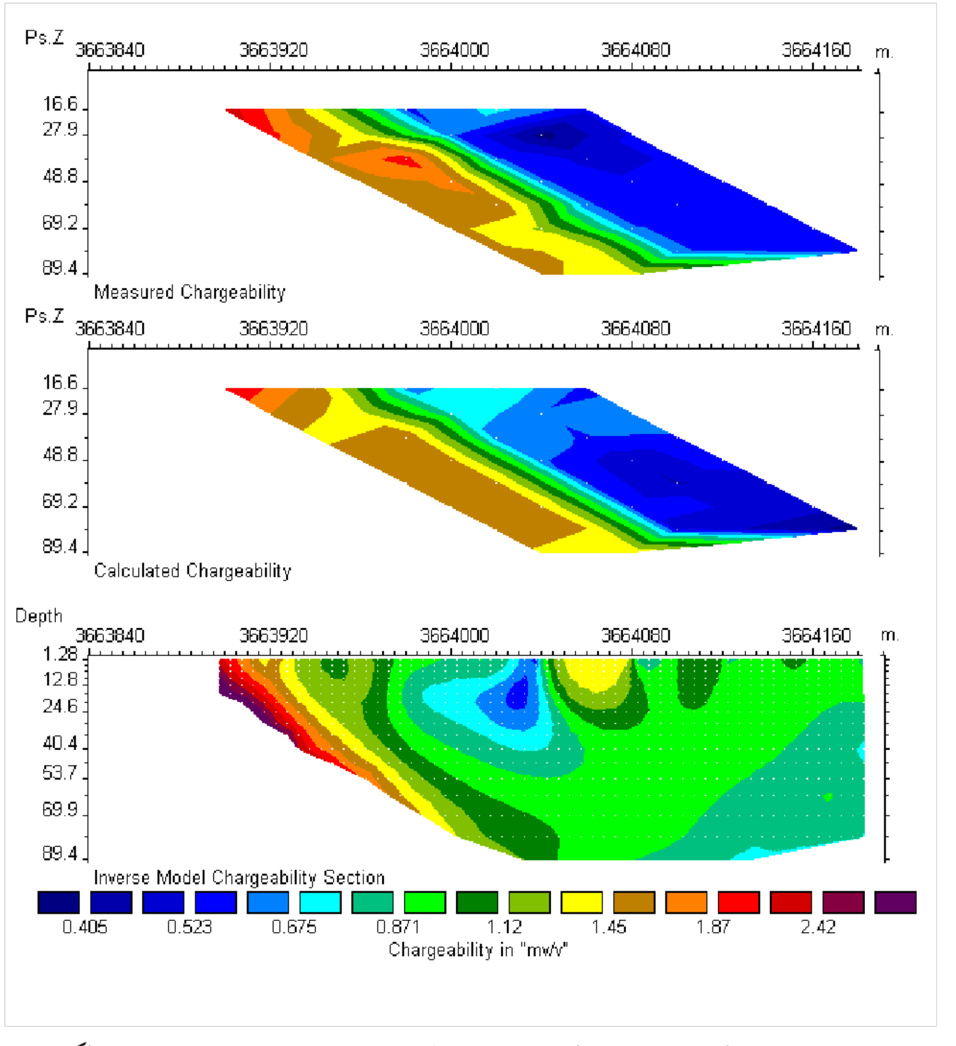
نقشه شماره ۱۳ ، مدل مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی پروفیل را که با استفاده از نرم افزار مدلسازی RES2DINV ترسیم شده است، نشان می دهد. این برداشتها به علت مناسب نبودن نتایج IP ادامه نیافت.



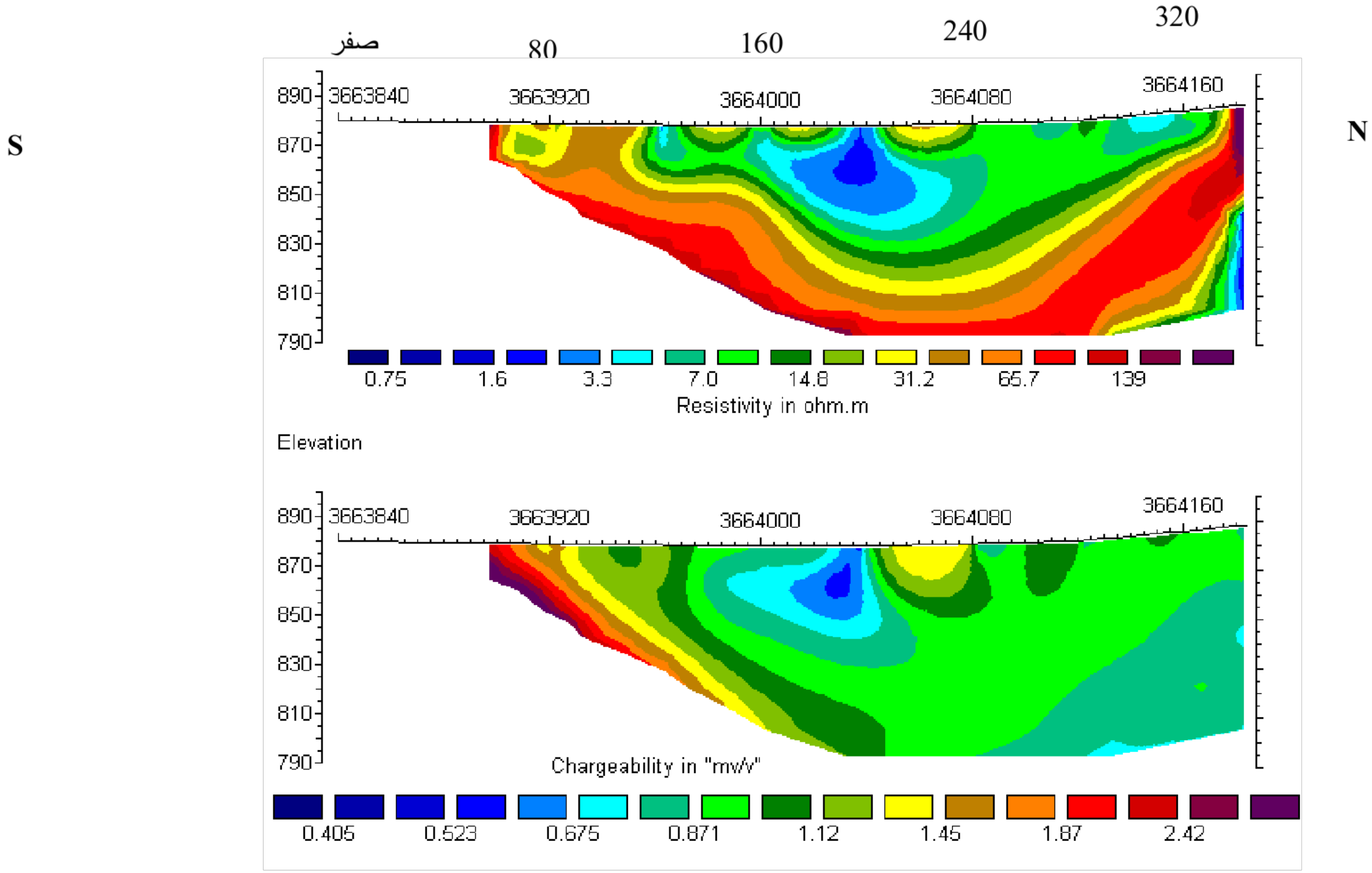
نقشه شماره ۱۱– شبه مقطع مقاومت ویژه بهمراه مدل بر روی پروفیل شماره ۱ با فاصله الکترودی ۴۰ متر

S

N



نقشه شماره ۱۲- شبه مقطع پلاریزاسیون القایی بهمراه مدل بر روی پروفیل شماره ۱ با فاصله الکترودی ۴۰ متر



نقشه شماره۱۳ – مدل مقاومت ویژه ظاهری و پلاریزاسیون القایی پروفیل شماره ۱ با فاصله الکترودی ۴۰ متر

٤-٢-٣- بررسی آرایش دایپل دایپل بر روی پروفیل شماره ۲

این برداشت با قرار دادن الکترودهای جریان بر روی ایستگاه های صفر و ۲۰- در شمال با مختصات UTM (۳۶۶۴۳۸۰ ۲۵۶۰۵۰) و (۳۶۶۴۳۶۰ ۲۵۶۰۵۰) آغاز و اندازه گیری در جهت جنوب ادامه یافته بطوریکه آخرین الکترودهای پتانسیل بر روی ایستگاه های ۳۲۰- و ۳۴۰- در جنوب با مختصات UTM (۳۶۶۴۰۶۰ ۲۵۶۰۵۰) و (۳۶۶۴۰۴۰ ۲۵۶۰۵۰) قرار می گیرد.این برداشت با فاصله الکترودی و پرش ۲۰ متر و تا ۱۲ پرش برای الکترود های جریان انجام شده است.

بیشترین مقدار برای مقاومت ویژه ظاهری ۲۷/۵۱ وکمترین مقدار ۲/۵۴ اهم مترانـدازه گیری شده است. بیشترین مقدار برای پلاریزاسیون القایی که بر روی این مقطع برداشت شده ۱۱/۰۳ و کمترین مقدار ۰/۳۸ میلی ولت بر ولت بوده است. نقشه شماره ۱۵و۱۴ به ترتیب نمایش شبه مقاطع داده های خام و محاسبه شده بهمراه مدل مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی است.

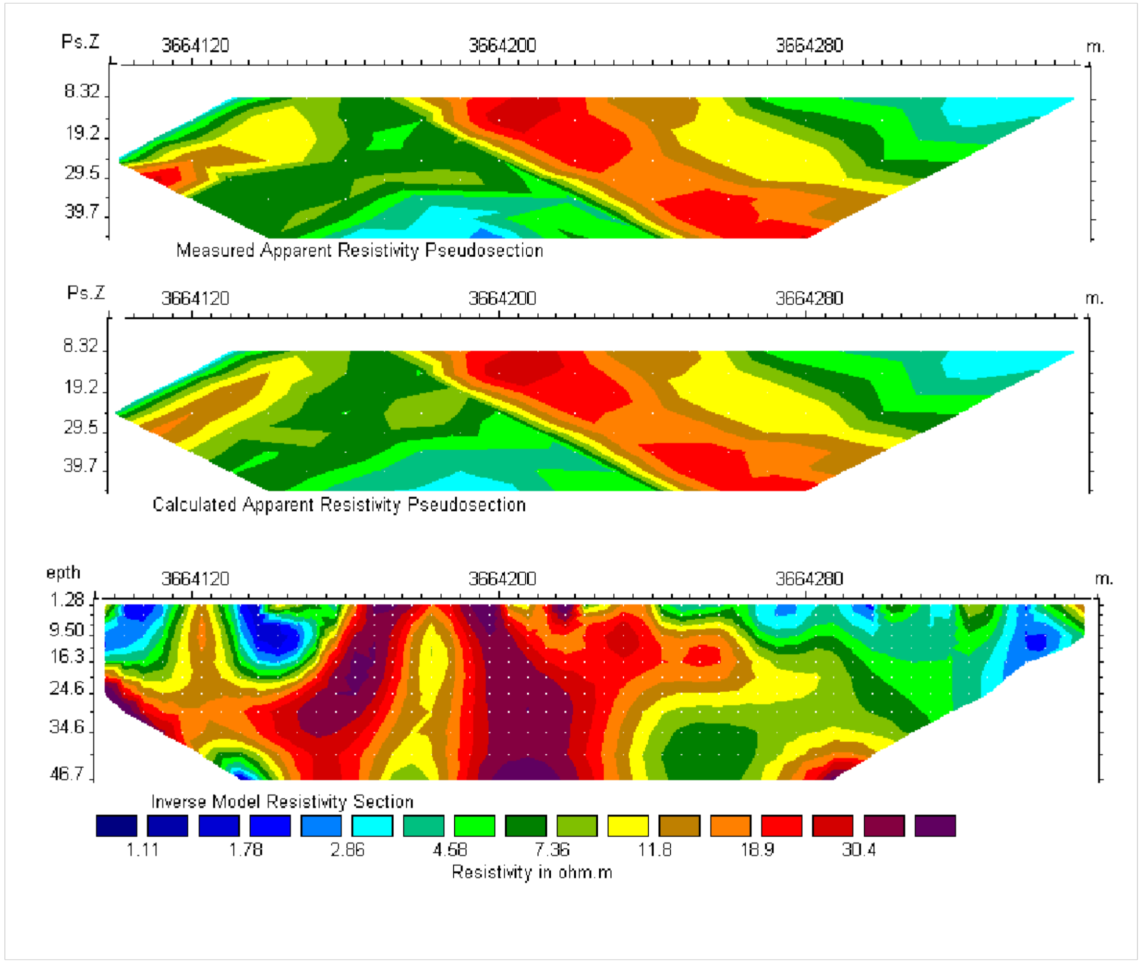
نقشه شماره ۱۶ ، مدل مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی به همراه توپوگرافی را که با استفاده از نرم افزار مدلسازی RES2DINV ترسیم شده است، نشان می دهد.

با توجه به نقشه مقاومت ویژه این پروفیل اگر بخشهای مقاوم را منطبق بر توده های آهن دار در نظر بگیریم بخش های با رنگ قرمز بخوبی این محدوده ها را نمایش داده است.بر روی مدل پلاریزاسیون القایی این پروفیل ممکن است بخش های با پلاریته بالا را بتوان بخش هایی از توده آهن در نظر گرفت که در آنها کانی های سولفوره نظیر پیریت یا پیروتیت افزایش داشته است.به این ترتیب دو محور بیهنجاری اصلی بر روی این پروفیل می توان جدا نمود که با خط مشکی نشان داده شده است.همچنین بیهنجاری دیگری نیز در عمق ۴۰ متری و از ایستگاه ۱۰۰- تا ۸۰- دیده می شود که موید بیهنجاری مشاهده شده در برداشتهای مغناطیس سنجی است.

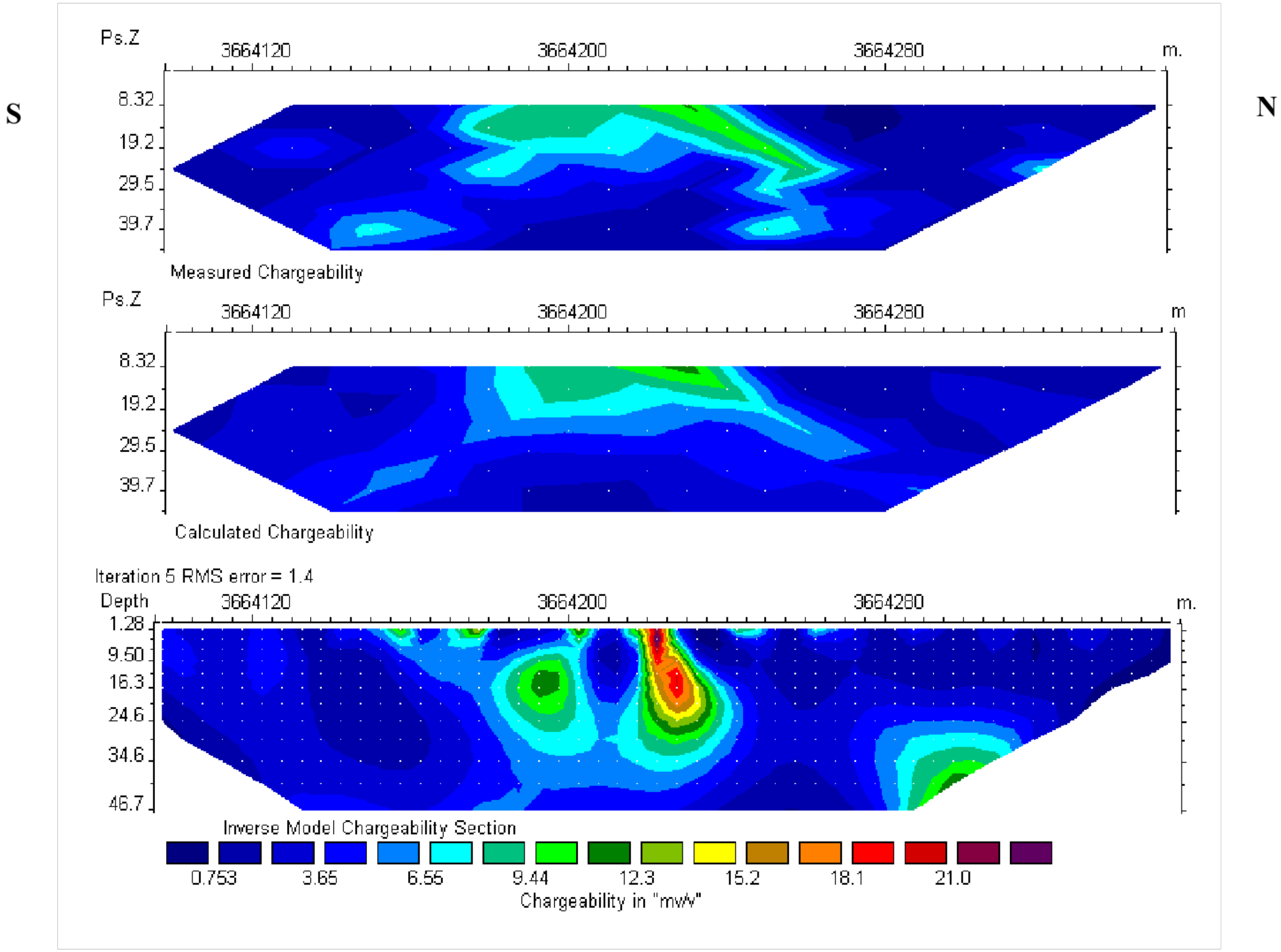
وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

S

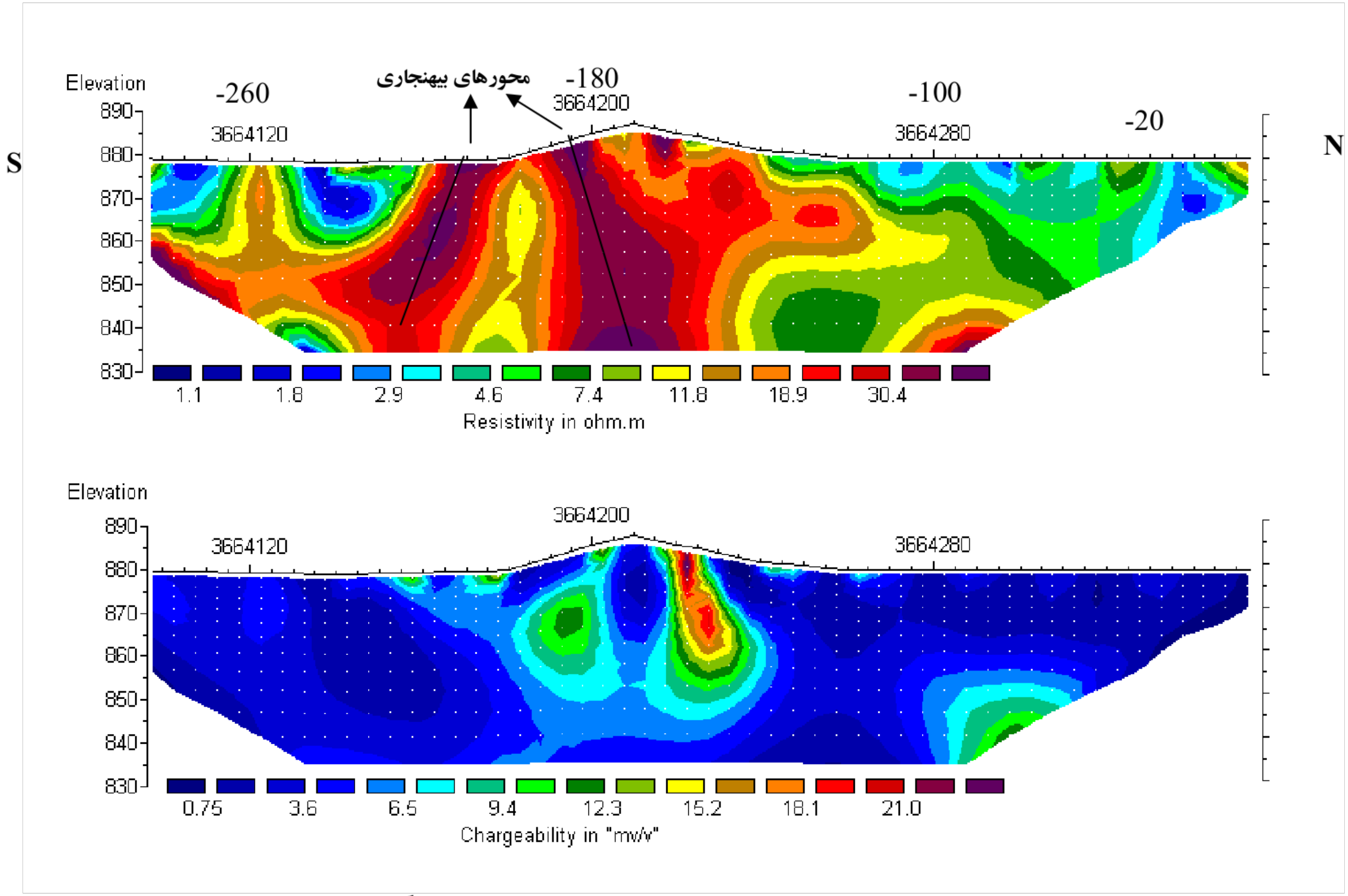
N



نقشه شماره ۱۴ – شبه مقطع مقاومت ویژه بهمراه مدل بر روی پروفیل شماره ۲



نقشه شماره ۱۵- شبه مقطع پلاریزاسیون القایی بهمراه مدل بر روی پروفیل شماره ۲



نقشه شماره۱۶- مدل مقاومت ویژه ظاهری و پلاریزاسیون القایی به همراه توپوگرافی بر روی پروفیل شماره ۲

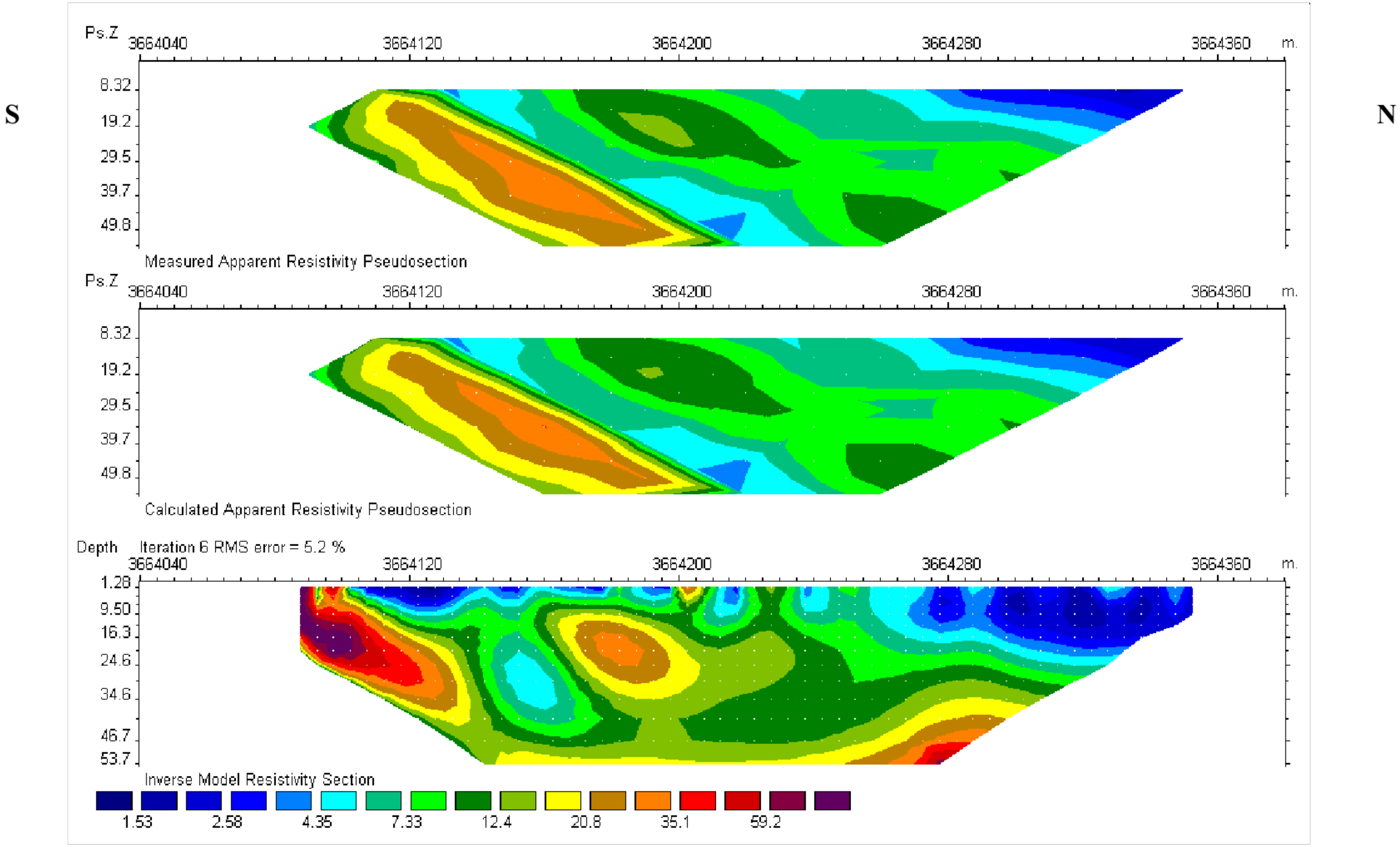
٤-٢-٤- بررسی آرایش دایپل دایپل بر روی پروفیل شماره ۳

این برداشت با قرار دادن الکترودهای جریان بر روی ایستگاه های صفر و۲۰- در شمال با مختصات UTM (۲۵۵۹۰۰ ۳۶۶۴۳۸۰) و (۲۵۵۹۰۰ ۳۶۶۴۳۶۰) آغاز و اندازه گیری در جهت جنوب ادامه یافته بطوریکه آخرین الکترودهای پتانسیل بر روی ایستگاه های۳۲۰- و ۳۴۰- در جنوب با مختصات UTM (۲۵۶۰۵۰ ۳۶۶۴۳۸۰) و (۲۵۶۰۵۰ ۳۶۶۴۳۸۰) قرار می گیرند.این برداشت با فاصله الکترودی و پرش ۲۰ متر تا ۱۳ پرش برای الکترود های جریان انجام شده است.

بیشترین مقدار برای مقاومت ویژه ظاهری ۳۳/۵ وکمترین مقدار ۱/۸۵ اهم مترانـدازه گیری شده است. بیشترین مقدار برای پلاریزاسیون القایی که بر روی این مقطع برداشت شده ۲/۷۸ و کمترین مقدار ۰/۰۷ میلی ولت بر ولت بوده است.

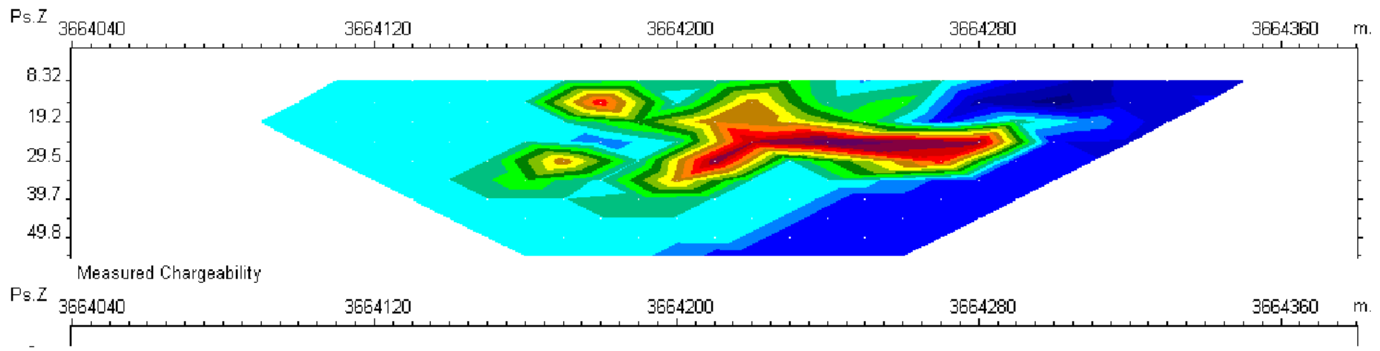
نقشه شماره ۱۸ و۱۷ به ترتیب نمایش شبه مقاطع داده های خام و محاسبه شده بهمراه مدل مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی است.نقشه شماره ۱۹ ، مدل مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی به همراه توپوگرافی که با استفاده از نرم افزار مدلسازی RES2DINV ترسیم شده است، نشان می دهد.

بر روی مدل مقاومت ویژه این پروفیل سه بیهنجاری بارز که با شماره های ۱ الی ۳ نشان داده شده دیده می شود.برروی مدل پلاریزاسیون القایی این پروفیل بیهنجاری خاصی به جز تغییر جزیی در محدوده مرتفع آهن دار دیده نمی شود.



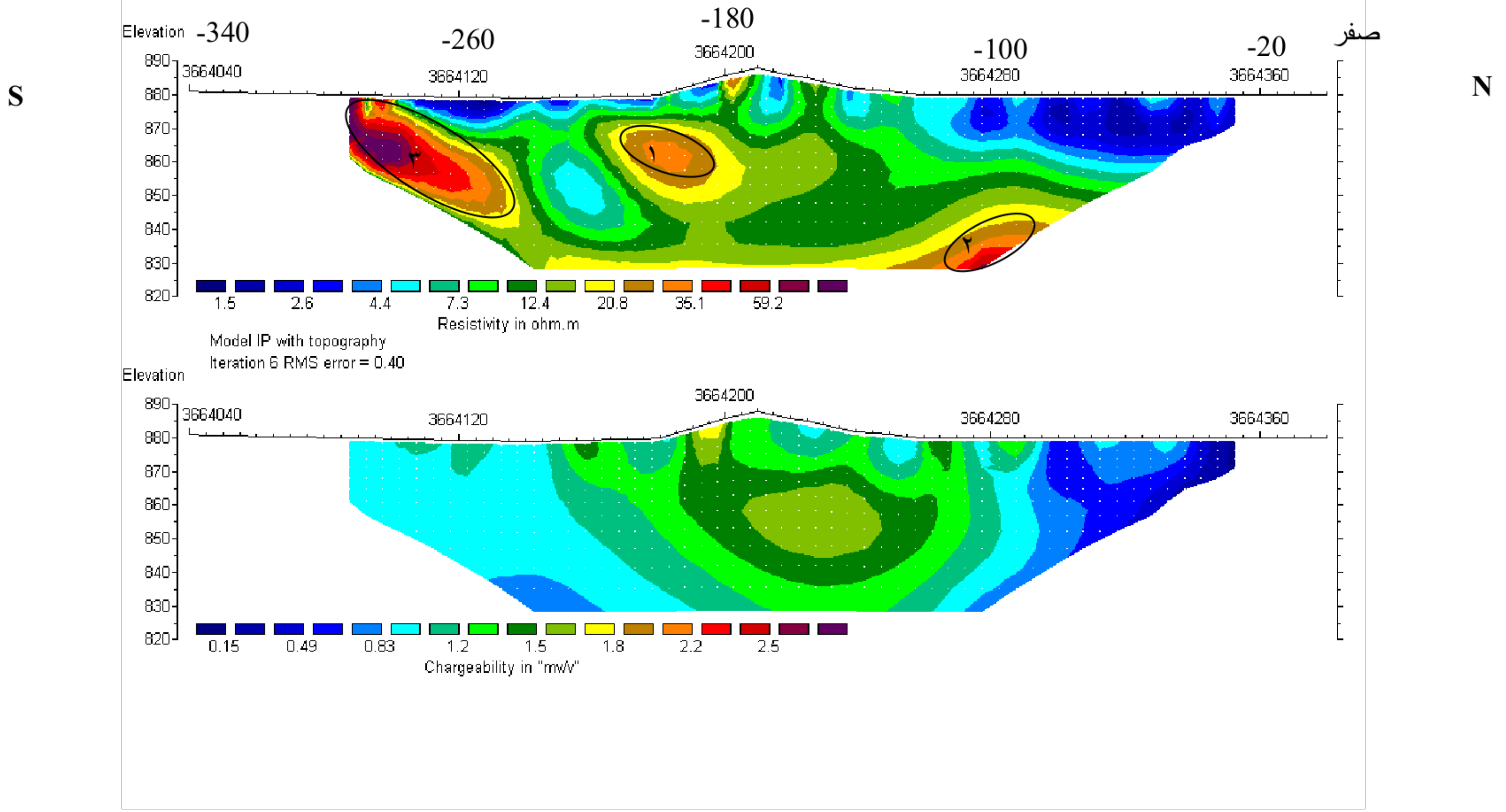
نقشه شماره ۱۷– شبه مقطع مقاومت ویژه بهمراه مدل بر روی پروفیل شماره ۳

S



N

نقشه شماره ۱۸ – شبه مقطع پلاریزاسیون القایی بهمراه مدل بر روی پروفیل شماره ۲



نقشه شماره ۱۹ – مدل مقاومت ویژه ظاهری و پلاریزاسیون القایی پروفیل شماره ۳

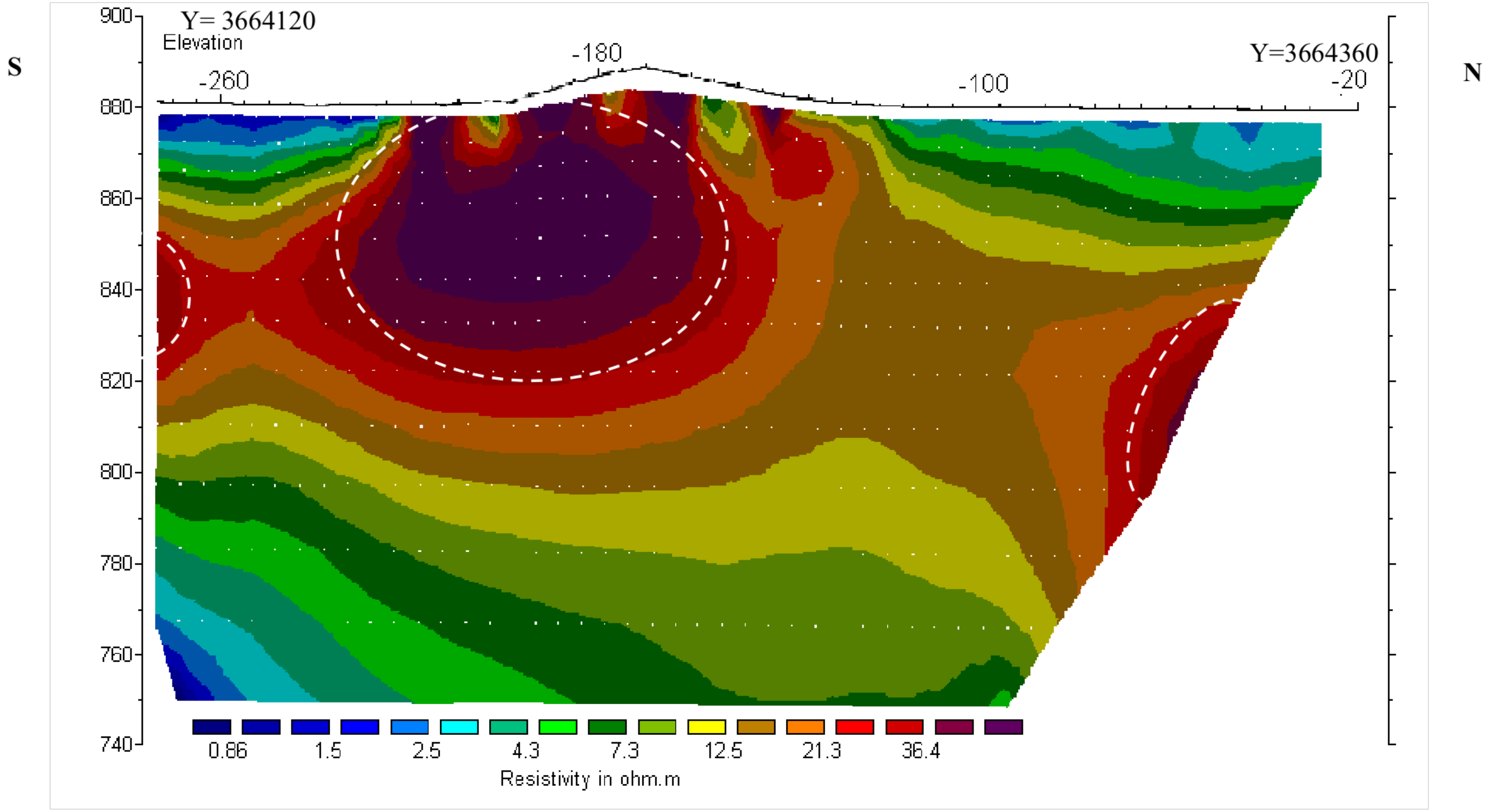
٤-٣- بررسی آرایش پل- پل

٤-٣-١- بررسی آرایش پل- پل بر روی پروفیل شماره ٢

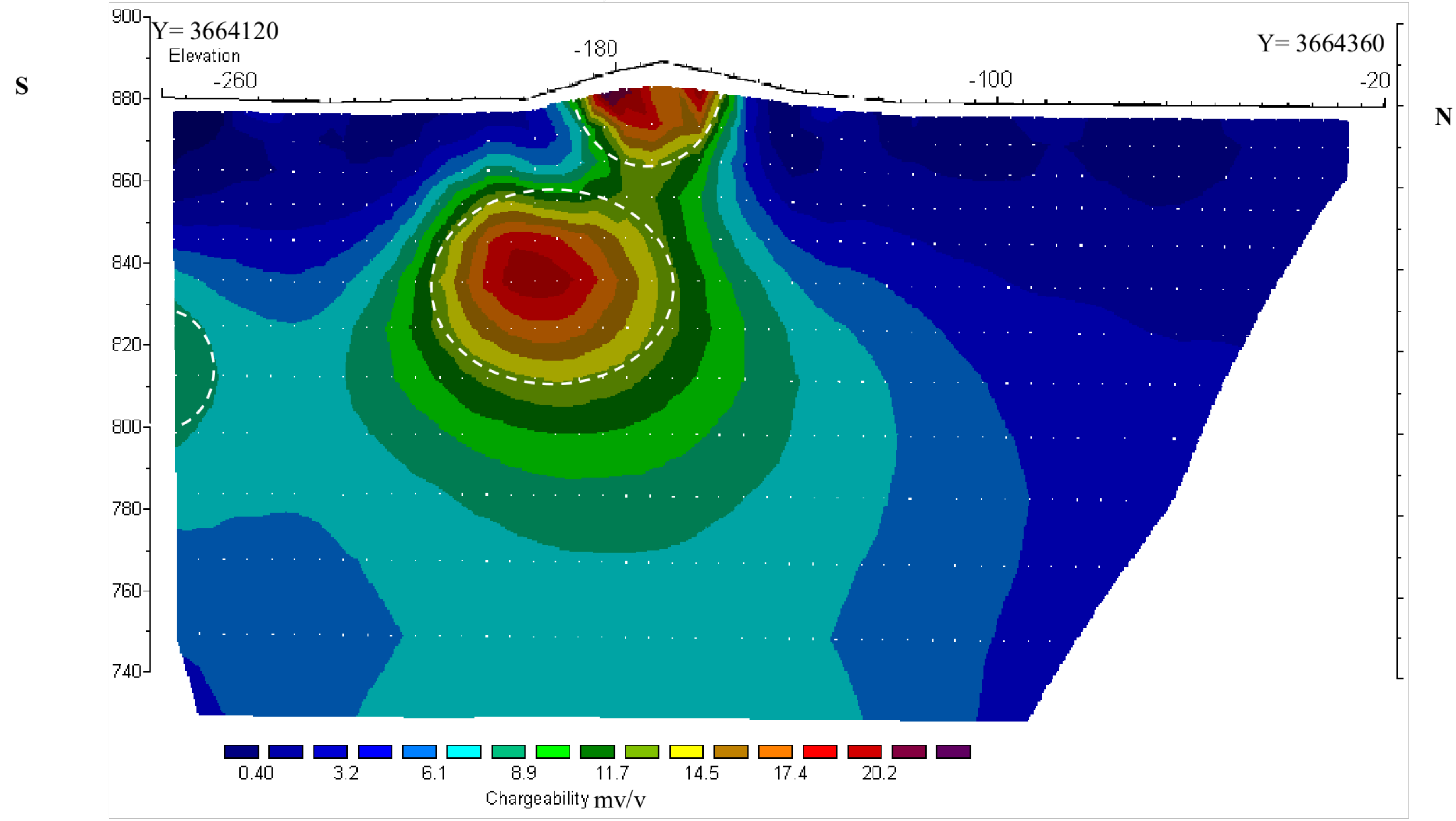
این برداشت با قرار دادن الکترود جریان بر روی ایستگاه ۲۰- در شمال گرده آهندار با مختصات UTM (۳۶۶۴۳۶۰ ۲۵۶۰۵۰) آغاز و اندازه گیری در جهت جنوب ادامه یافته بطوریکه آخرین الکترود پتانسیل بر روی ایستگاه ۳۴۰- در جنوب تپه با مختصات UTM (۳۶۶۴۰۴۰ ۲۵۶۰۵۰) قرار می گیرد. این برداشت با فاصله الکتردی ۲۰ متر تا ۱۱ پرش برای تک الکترود جریان انجام شده است.

بیشترین مقدار برای مقاومت ویژه ظاهری ۱۸/۴ وکمترین مقدار ۲/۱۶ اهم متربرداشت شده است. بیشترین مقدار برای پلاریزاسیون القایی که بر روی این مقطع برداشت شده ۷/۸۴ و کمترین مقدار ۰/۳۱- میلی ولت بر ولت بوده است. نقشه شماره ۲۰ و ۲۱ مدل بدست آمده از برداشتهای پل- پل به ترتیب برای مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی را نشان می دهد.

بر روی مدل بدست آمده از آرایش پل- پل که تا عمق بیش از ۱۴۰ متر را پوشش داده است می توان دید که مقدار مقاومت از ایستگاه ۱۲۰- با یک انفصال کوچک تا ایستگاه ۲۲۰ – در جنوب گرده آهنی افزایش و تا عمق ۶۰ متر ادامه داشته است. بیهنجاری عمیق تری نیز در منتهی الیه شمال این پروفیل ثبت شده که از عمق حدود ۳۰ تا ۴۰ متر شروع و به عمق بیش از ۸۰ متر ادامه داشته است. بیهنجاری ضعیفی نیز در جنوب ایستگاه ۲۶۰- و در عمق ۳۰ متری دیده می شود .این محدوده ها با خط چین سفید نشان داده شده است.بر روی مدل پلاریزاسیون القایی این پروفیل مقدار پلاریته در سطح ودر محدوده گرده آهنی تا عمق ۲۰ متر و سپس با یک انفصال در عمق ۳۰ متری در جنوب گرده زیر ایستگاه ۲۰۰- افزایش بارزی نشان داده است.



نقشه شماره ۲۰ – مدل مقاومت ویژه ظاهری آرایش پل- پل بر روی پروفیل شماره ۲



نقشه شماره ۲۱ – مدل پلاریزاسیون القایی آرایش پل- پل بر روی پروفیل شماره ۲

٤-٣-٢- بررسی آرایش پل- پل بر روی پروفیل شماره ۳

دراین برداشت با قرار دادن الکترودهای جریان بر روی ایستگاه صفر در شمال تپه با مختصات UTM (۳۶۶۴۳۸۰ ۲۵۵۹۰۰) آغاز و اندازه گیری در جهت جنوب ادامه یافته بطوریکه آخرین الکترود پتانسیل بر روی ایستگاه ۲۷۰- در جنوب با مختصات UTM (۳۶۶۴۱۱۰ ۲۵۵۹۰۰) قرار می گیرد.این برداشت با فاصله الکترودی ۱۰ متر و تا ۱۸ پرش برای تک الکترود جریان انجام شد.

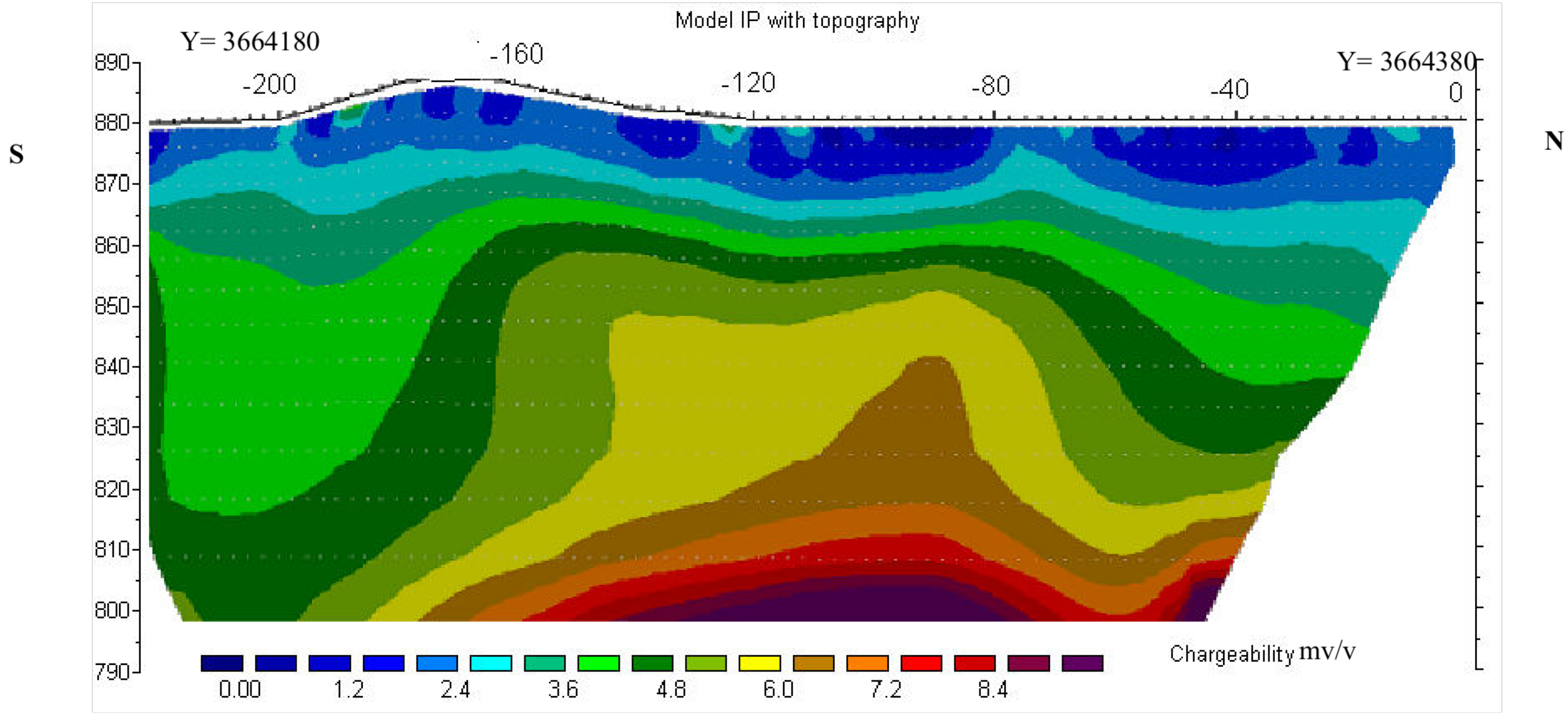
بیشترین مقدار برای مقاومت ویژه ظاهری ۱۰/۱۹ وکمترین مقدار ۳/۵ اهم متربرداشت شده است. بیشترین مقدار برای پلاریزاسیون القایی که بر روی این مقطع برداشت شده ۵/۸۶ و کمترین مقدار ۱/۵۳ میلی ولت بر ولت بوده است. نقشه شماره ۲۲ و ۲۳ به ترتیب مدل مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی بدست آمده از برداشت پل- پل را بر روی پروفیل شماره ۳ نشان می دهد.

بر روی مدل مقاومت ویژه این پروفیل مشابه پروفیل شماره ۲ مقدار مقاومت ویژه بین ایستگاه ۱۶۰- تا ۲۰۰- و سپس با یک انفصال کوچک در منتهی الیه جنوبی پروفیل در عمق ۱۰ الی ۱۵ متر افزایش یافته است.همچنین در شمال و در عمق ۲۰ متر زیر ایستگاه ۴۰- تا صفر مقدار مقاومت ویژه افزایش داشته است.این محدوده ها با خط چین سفید نمایش داده شده است.بر روی مدل پلاریزاسیون القایی این پروفیل بغیر از افزایش نسبی مقدار پلاریته در عمق بیهنجاری خاصی ثبت نشده است.

S

N

نقشه شماره ۲۲ – مدل مقاومت ویژه ظاهری آرایش پل – پل بر روی پروفیل شماره ۳



نقشه شماره ۲۳ - مدل پلاریزاسیون القایی آرایش پل- پل بر روی پروفیل شماره ۳

٤-٤- نتیجه گیری

بطور کلی میتوان چند مطلب را با استفاده از نتایج مطالعات ژئوفیزیک مطرح کرد:

۱- بر روی نقشه مغناطیس چند بیهنجاری قابل جداسازی است که به صورت خطوط و محدوده های جدا شده با رنگ مشکی بر روی نقشه شدت کل نشان داده شده است.

۲- سه خط مشکی کنار هم بیهنجاری های اصلی را نشان می دهد.این بیهنجاری ها چنانکه دیده می شود در سمت شرق به هم نزدیک شده و در سمت غرب بیهنجاری شمالی تر از دو بیهنجاری دیگر فاصله می گیرد.

۳- بیهنجاری بزرگ نشان داده شده با منحنی بسته در سمت غرب احتمالاً شامل سنگهای بازیک است و افزایش مقدار مغناطیس آن به همین دلیل می باشد.بیهنجاری دایره شکل کوچک تر نیز احتمالاً آهن دار باشد.

۵- در شرق محدوده، بیهنجاری ها تا پروفیل ۲۵۶۹۰۰ به عمق ادامه دارند و در غرب احتمالاً بسته می شوند.

۶- نتایج بدست آمده از تحلیل داده های مغناطیس عمق بیش از ۱۰۰ متر را برای بیهنجاری ها اثبات کرده و برداشتهای IP و RS نیز عمق توده ها را تا بیش از ۱۰۰ متر تایید کرده است.توده ها شیب متفاوتی نشان داده بطوریکه توده اصلی که اثر آن در روی زمین نیز دیده میشود شیب کمی نسبت به شمال نشان می دهد ولی توده ای که بلافاصله در جنوب آن قرار می گیرد شیب کمی به سمت جنوب داشته است.حفاری ها صحت یا عدم صحت این موضوع را تایید خواهد کرد.

٤-٥-پیشنهادات

ایستگاه های زیر با توجه به برداشهای مغناطیس و مقاومت ویژه جهت حفاری پیشنهاد می گردد:

۱- ایستگاه با مختصات UTM (۳۶۶۴۲۴۰ ۲۵۶۰۵۰) با زاویه ۱۰ درجه به سمت جنوب تا عمق ۱۱۰ متر بر اساس داده های برداشتهای مقاومت ویژه .

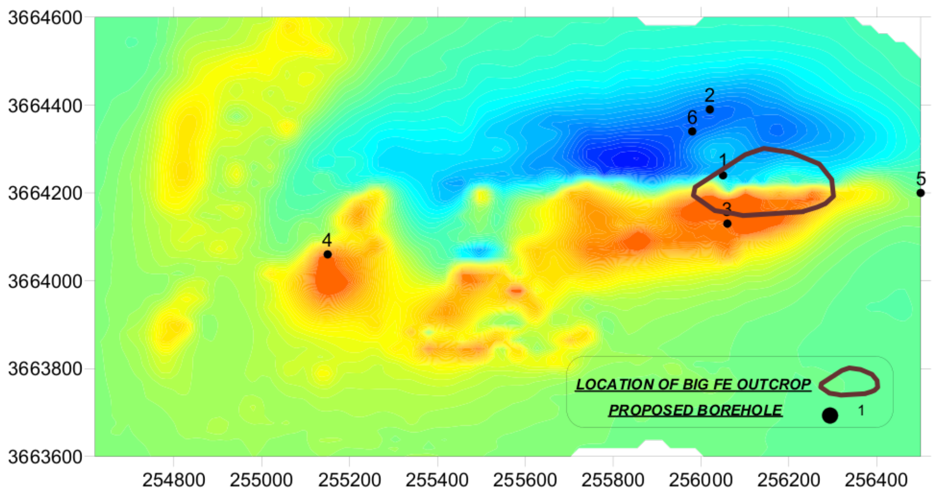
۲- ایستگاه با مختصات UTM (۳۶۶۴۳۹۰ ۲۵۶۰۲۰) با زاویه ۱۰ درجه به سمت جنوب تا عمق ۱۱۰ متر .

۳- ایستگاه با مختصات UTM (۳۶۶۴۱۳۰ ۲۵۶۰۶۰) با زاویه ۱۰ درجه به سمت جنوب تا عمق ۱۱۰ متر.

۴- ایستگاه با مختصات UTM (۳۶۶۴۰۶۰ ۲۵۵۱۵۰) با زاویه ۱۰ درجه به سمت جنوب تا عمق ۱۱۰ متر.

۵- ایستگاه با مختصات UTM (۳۶۶۴۲۰۰ ۲۵۶۵۰۰) با زاویه ۱۰ درجه به سمت جنوب تا عمق ۱۱۰ متر.

۶- ایستگاه با مختصات UTM (۳۶۶۴۳۴۰ ۲۵۵۹۸۰) با زاویه ۱۰ درجه به سمت جنوب تا عمق ۱۱۰ متر.



نقشه شماره ۲۴- محل حفاری های پیشنهادی و موقعیت رخنمون اصلی آهن در محدوده.

تشکر و قدردانی

در اینجا لازم می دانیم از جناب آقای مهندس ابراهیم شاهین مدیریت محترم پشتیبانی اکتشاف ، آقای مهندس علیرضا عامری رئیس گروه ژئوفیزیک که در مراحل مختلف تهیه این گزارش و بازخوانی آن اینجانبان را یاری دادند و همچنین از آقای دکتر محمدرضاجان نثاری به جهت راهنمایی های ایشان راجع به زمین شناسی منطقه ، تشکر و قدردانی نماییم.

فیروز جعفری

سپیده صمیمی نمین