



وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

معاونت اکتشاف

مدیریت پشتیبانی اکتشاف

گروه ژئوفیزیک

گزارش اکتشافات ژئوفیزیک با استفاده از
روش پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه
در محدوده خونیک (استان خراسان جنوبی)

سیدابوالحسن رضوی

سال ۱۳۸۹

فهرست مطالب

فصل اول

کلیات

- ۱-۱- مقدمه ۳
- ۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۳
- ۳-۱- زمین شناسی منطقه ۵

فصل دوم

مطالعات ژئوفیزیک

- ۱-۲- روش های الکتریکی ۹
- ۱-۱-۲- روش قطبش القایی ۹
- ۲-۱-۲- پلاریزاسیون غشایی یا غیر فلزی ۹
- ۳-۱-۲- پلاریزاسیون الکتروودی یا پلاریزاسیون فلزی ۱۰
- ۲-۲- اختلالات در اندازه گیری ها ۱۰
- ۱-۲-۲- پلاریزاسیون غشایی ۱۱
- ۲-۲-۲- اثر کوپلینگ القای الکترومغناطیسی ۱۲
- ۳-۲-۲- پلاریزاسیون القایی منفی ۱۲
- ۳-۲- روش های اندازه گیری ۱۳
- ۴-۲- روش مقاومت سنجی ۱۵
- ۱-۴-۲- آرایش دایپل - دایپل ۱۶
- ۵-۲- نحوه انجام عملیات صحرائی در منطقه ۱۷
- ۶-۲- نحوه پردازش داده ها و مدلسازی ۲۰
- ۷-۲- تجهیزات مورد استفاده ۲۱

فصل سوم

بررسی نتایج

- ۱-۳- بررسی نتایج در محدوده مورد مطالعه ۲۴
- ۱-۱-۳- بررسی مقطع شماره یک ۲۵
- ۲-۱-۳- بررسی مقطع شماره دو ۳۰
- ۳-۱-۳- بررسی مقطع شماره سه ۳۵
- ۴-۱-۳- بررسی مقطع شماره چهار ۴۰
- ۵-۱-۳- بررسی مقطع شماره پنج ۴۵

- ۳-۱-۶- بررسی مقطع شماره شش ۵۰
- ۳-۱-۷- بررسی مقطع شماره هفت ۵۵
- ۳-۲- بررسی نتایج مدلسازی سه بعدی ۶۰
- ۴- نتیجه گیری و پیشنهادات ۶۳
- ۵- تشکر و قدردانی ۶۵
- ۶- پیوست (مختصات ایستگاهها) ۶۵

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

به درخواست مدیریت محترم زمین شناسی، عملیات ژئوفیزیک به روش IP & RS در محدوده خونیک واقع در استان خراسان جنوبی از توابع شهرستان خوسف، به منظور اکتشاف زونهای سولفور، در یک ماموریت ۲۰ روزه انجام شد (شماره حکم ۶۴۶۳). سرپرستی گروه به عهده نگارنده و آقای مهندس علیرضا عامری به عنوان کارشناس همراه و آقای عباس باقری اسفندآبادی به عنوان تکنسین با اکیپ همکاری داشته‌اند. در محدوده خونیک، ابتدا پنج پروفیل دوقطبی - دوقطبی با آزیموت ۴۵ درجه و فواصل ۴۰ متر از یکدیگر با فواصل ایستگاهی ۲۰ متر برداشت گردید و سپس دو پروفیل نیز عمود بر این پنج پروفیل به منظور مدلسازی سه بعدی از محدوده، مورد پیمایش قرار گرفت. طول تقریبی پروفیل‌ها ۷۰۰ متر می‌باشد. در مجموع ۱۲۲۴ ایستگاه با روش IP & RS برداشت شد.

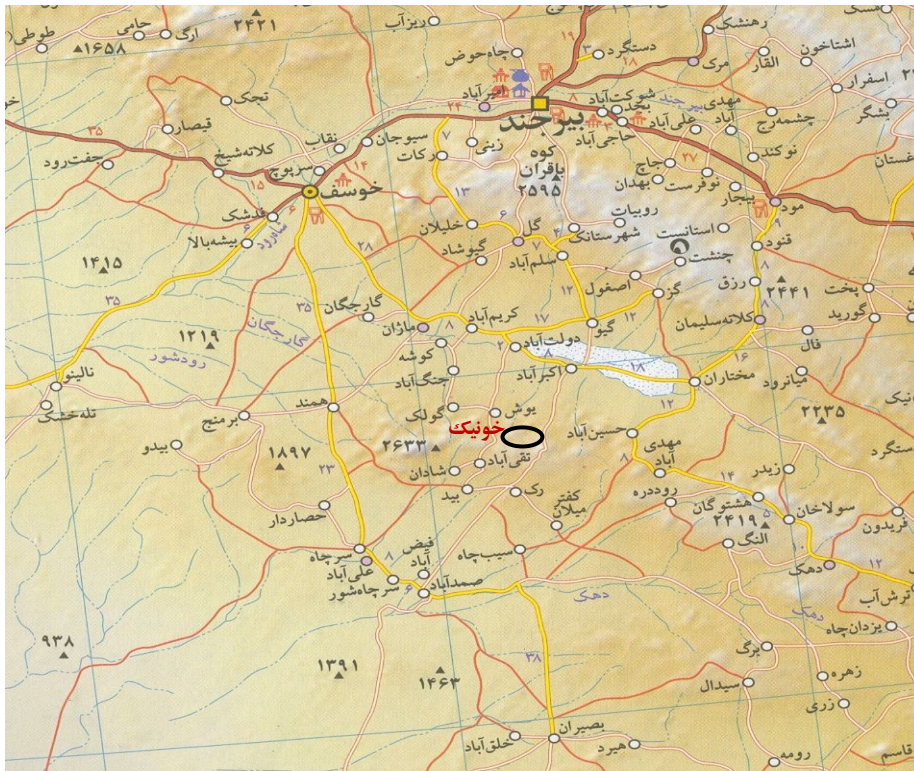
۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در فاصله حدود ۵۷ کیلومتری خوسف و ۹۳ کیلومتری بیرجند، بین طولهای جغرافیایی $32^{\circ} 26' 00''$ - $32^{\circ} 21' 00''$ و عرضهای جغرافیایی $59^{\circ} 13' 00''$ - $59^{\circ} 08' 00''$ از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ برزاج محدود گردیده است. محدوده مذکور از طرف شمال توسط آبادیهای (هردنگ، کشوک پائین، کاجو پائین، خونیک) از طرف جنوب توسط آبادیهای (بندشک، اناران، حسین آباد) و از طرف شرق توسط آبادیهای (برزداران، مبادی) احاطه گردیده است. راههای دسترسی در منطقه تقریباً از تمام جهات به سهولت صورت می‌گیرد. بطوریکه از بخش مرکزی منطقه راه خاکی درجه ۲ از جنوب به شمال به ترتیب از

آبادیهای کشوک پائین، کشوک بالا، در صالح، برزاج، حسین آباد میران، کلاته محمدجمال و در نهایت به بخش جنوب غرب محدوده به آبادی شمس آباد می رسد.

همچنین از بخش مرکزی منطقه راه خاکی کشوک به شمس آباد در اواسط مسیر راه خاکی دیگری به سمت شرق منشعب می گردد که آبادیهای اناران و بندشک در بخش جنوب شرق منطقه می رسد. در مسیر میانی منطقه یعنی از جنوب به شمال (کشوک - شمس آباد) نرسیده به کشوک در چند کیلومتری مانده به آن، راه خاکی درجه ۲ به سمت شرق منشعب می گردد که حوالی شمال شرق و شرق محدوده اکتشافی یعنی آبادیهای خونیک، جویدان، مبادی، حسین آباد و برزداران می رسد.

همچنین از کشوک پائین در جهت غرب راه دیگری منشعب می گردد که بخش شمال غرب محدوده یعنی حوالی آبادیهای کاجو پائین و کاجو بالا را در بر می گیرد. موقعیت محدوده مورد مطالعه در عکس ماهواره ای در تصویر شماره ۲ آمده است.



تصویر شماره ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده های مورد مطالعه



تصویر شماره ۲- محدوده‌های مورد مطالعه بر روی عکس ماهواره‌ای

۱-۳- زمین شناسی منطقه^۱

در منطقه مذکور واحدهای سنگی آذرین خروجی، نفوذی، آذر آواری، رسوبی و همچنین بخشهای

آلتره به شرح زیر شاهد هستیم:

^۱. اقتباس از گزارش زمین شناسی منطقه

- **واحد سنگی آذرین نفوذی:** واحد سنگی میکرودیوریت با سن ترشیری که عموماً در بخشهای جنوبی محدوده آنومالی بصورت مجزا و با گسترش محدود داخل واحدهای سنگی توف و آگلومرا برونزد دارد. واحد مذکور فقط در یک نقطه داخل واحد سنگی آندزیت، که اطراف آن را بخش آلتره کائولینیتی فرا گرفته است. واحد سنگی فوق الذکر در محدوده آنومالی بیشترین تأثیر در کانه‌زایی داشته است.

- **واحدهای سنگی آذرین خروجی:** شامل موارد زیر می‌باشد:

ریولیت: که فقط در یک نقطه در محدوده‌ای کوچک داخل واحد نفوذی میکرودیوریت، در بخش جنوب شرق محدوده اکتشافی رخنمون دارد.

داسیت: واحد سنگی مذکور با سن پالئوژن در بخش جنوب شرق محدوده در محدوده‌ای کوچک داخل واحدهای رسوبی کنگلومرا رخنمون دارد.

آندزیت: با سن پالئوژن بیشتر در بخش جنوب غرب منطقه و تا حدودی در بخشهای شرقی منطقه مشاهده می‌شود که اطراف آن را واحدهای سنگی توف، آگلومرا، لاتیت و بخشهای آلتره کائولینیتی و داسیت را شاهد هستیم. لاتیت و بخش آلتره کائولینیتی: بخش مرکزی محدوده را در بر می‌گیرد که در اطراف آن واحدهای سنگی آندزیت، توف و آگلومرا فرا گرفته است.

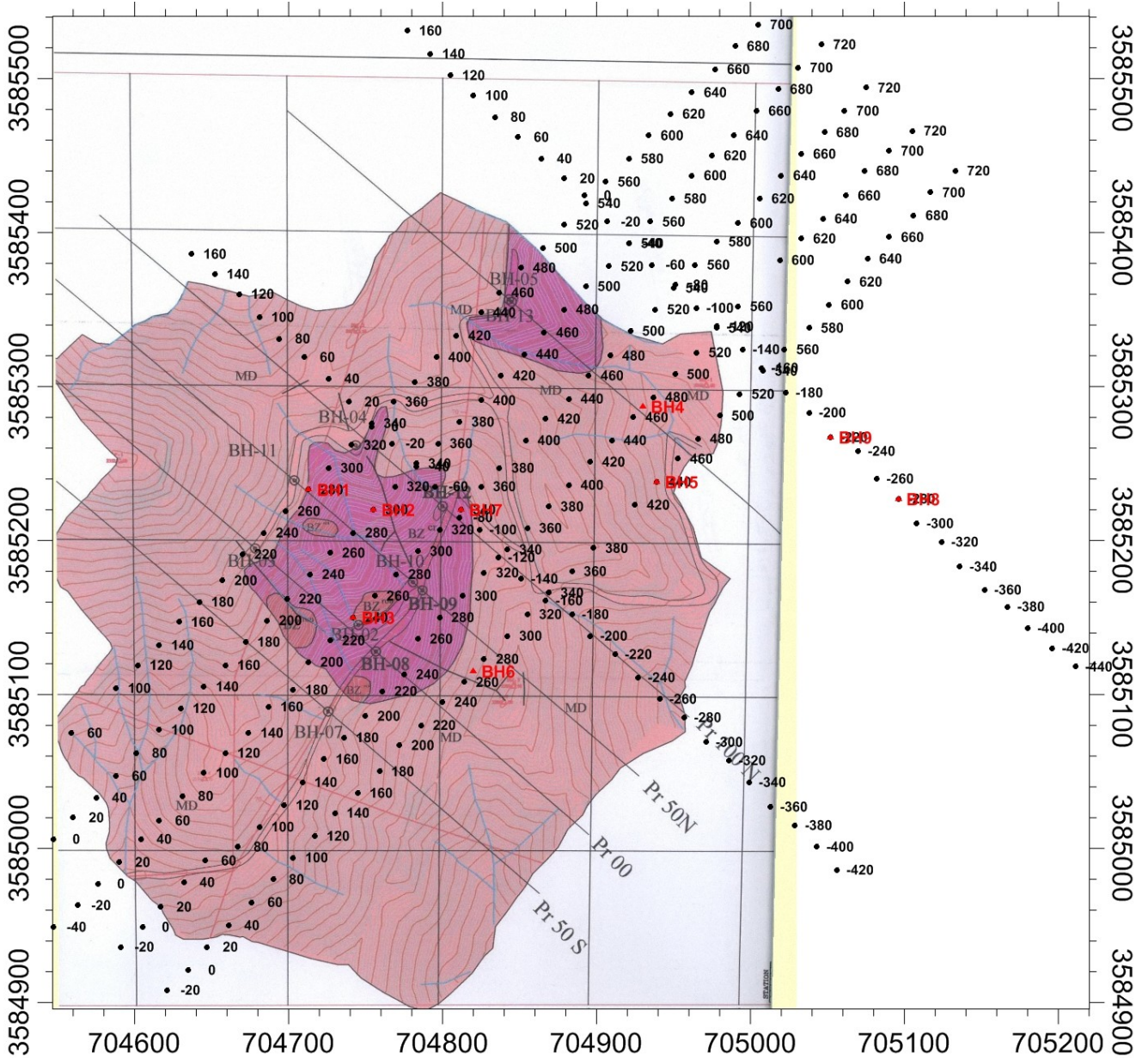
- **واحدهای سنگی آذر آواری:** توف و آگلومرا: تقریباً گسترش وسیعی از منطقه را در بر می‌گیرد.

واحدهای مذکور با مورفولوژی بستر اطراف واحدهای سنگی آندزیت و لاتیت، مورفولوژی مرتفع را فرا گرفته‌اند. داخل واحدهای سنگی توف و آگلومرا واحدهای سنگی آندزیت، میکرودیوریت، ریولیت با رخنمونهای کوچک و در اکثر نقاط قابل مشاهده می‌باشد.

- **واحدهای سنگی رسوبی:** کنگلومرا با سن نئوژن تقریباً حد انتهایی بخش جنوبی منطقه را در بر می گیرد که دارای روند شمال غرب- جنوب شرق می باشد. از نظر وسعت تقریباً قابل توجه است.

تراسهای قدیم و جوان: با وسعت محدود در بخشهای شمال شرق محدوده اکتشاف گسترش دارند.

همانطور که قبلاً اشاره شد کانه زایی منطقه مذکور به احتمال قریب به یقین در ارتباط با توده نفوذی نیمه عمیق میکرودیوریت می باشد. واحد مذکور در بخش جنوب شرق محدوده رخنمون دارد. که بقیه بخشهای رخنمونی آن در راستای شمال شرق- جنوب غرب در خارج از محدوده مورد مطالعه در سه نقطه از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ مختاران قابل مشاهده است.



تصویر شماره ۳. نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه به همراه موقعیت ایستگاههای برداشت و نقاط حفاری پیشنهاد شده که با

رنگ قرمز نشان داده شده‌اند.

فصل دوم

مطالعات ژئوفیزیک

۲-۱- روش های الکتریکی

۲-۱-۱- روش قطبش القایی^۱

اولین بار در اواخر دهه ۱۹۴۰ روش قطبش یا پلاریزاسیون القایی برای اکتشاف توده های کانسنگی بالاخص برای سولفیدهای پراکنده (دیسیمینه) مورد استفاده قرار گرفت. در دهه ۱۹۶۰ از این روش بطور گسترده در اکتشافات ژئوفیزیک معدنی زمین پایه استفاده شده است. کنراد شلومبرگر احتمالاً اولین فردی بود که وجود پدیده پلاریزاسیون القایی را گزارش کرد.

تجارب آزمایشگاهی نشان داده است هنگامیکه جریان الکتریکی از نوع مستقیم DC و یا متناوب AC با فرکانس خیلی کم حدود ۰/۱ هرتز به زمین فرستاده شود، انرژی الکتریکی در داخل سنگها بر اساس فرآیندهای یونی ذخیره می شود. این عمل معمولاً به دو طریق صورت می گیرد.

۲-۱-۲- پلاریزاسیون غشایی^۲ یا غیر فلزی

در این روش عبور جریان الکتریکی توسط الکترولیت های موجود در خلل و فرج سنگها صورت می گیرد. این نوع IP در زمین های رسی دیده می شود و بدین جهت در مورد اکتشاف آب و نواحی 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.

^۱ . Induced polarization (IP)

^۲ . Membrane Polarization

لذا بعد از گسترش جریان بارهای مثبت جابجا می شوند و پس از قطع جریان به وضع اولیه خود بر می گردد که نتیجه این عمل پدیده IP می باشد. (شکل ۱)

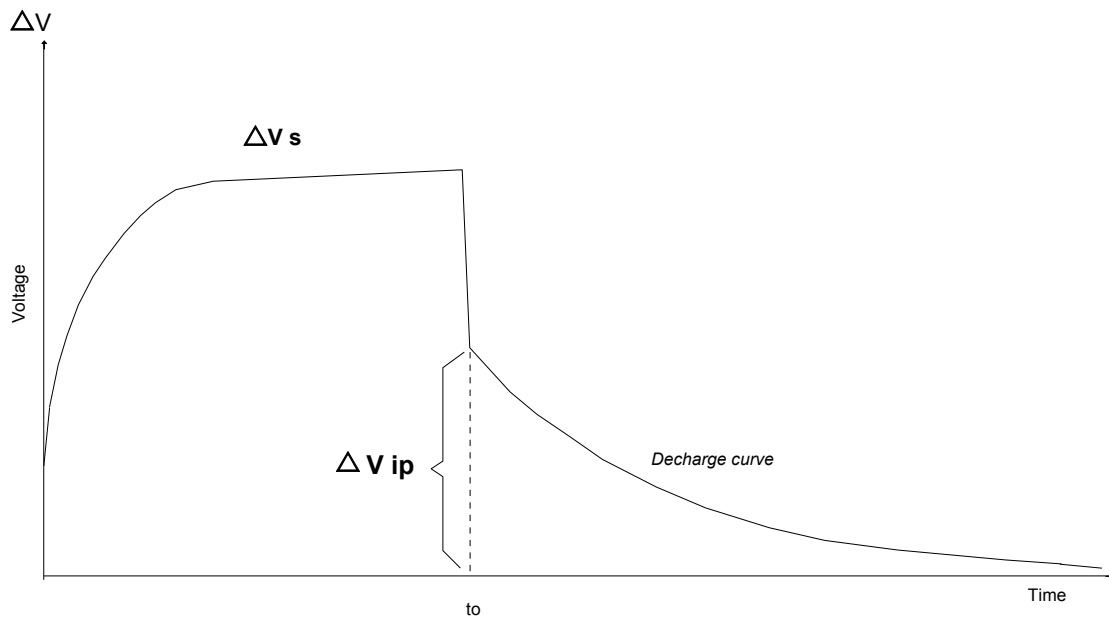
۲-۱-۳- پلاریزاسیون الکترودی^۱ یا پلاریزاسیون فلزی

در این روش عبور جریان الکتریکی توسط کانیهای فلزی در سنگها بصورت الکترونیکی صورت می گیرد. البته در این حالت ممکن است همزمان عبور جریان الکتریکی توسط الکترولیت های موجود در خلل و فرج آنها نیز صورت پذیرد. هرگاه جریان الکتریکی فرستاده به داخل زمین بطور ناگهانی قطع شود. یونها به آهستگی پراکنده شده و بسوی تعادل پیش می رود که سبب پیدایش ولتاژ ضعیف و رو به زوال IP می شود. طول مدت دوام ولتاژ رو به زوال IP در داخل زمین به عواملی مثل جنس و ساخت سنگها، تخلخل، نفوذپذیری، قابلیت هدایت الکتریکی، کانیهای فلزی و قابلیت هدایت الکترولیت موجود در حفرات سنگها بستگی دارد. هر چه ماده معدنی هادی تر و درصد آن بیشتر و پراکنده تر (دیسپرسه تر) در متن سنگ میزبان باشد IP بزرگتر خواهد بود، زیرا در این حالت تماس جهت تبادل الکترونی- یونی به حداکثر خواهد رسید. با تجربه ای که در عملیات زمینی بدست آمده در بعضی موارد با مقایسه نقشه های مقاومت ظاهری و شارژیبلتیه مشخص می شود نواحی که دارای IP قوی است دارای مقاومت ظاهری زیاد هم می باشد.

۲-۲- اختلالات در اندازه گیری ها

در این مبحث فرض بر صحت اندازه گیری ها بوده و خطاهای دستگاهی در مقایسه با سایر خطاها قابل اغماض فرض می شود. لذا در این قسمت اختلالات ناشی از پدیده های زمین شناسی نامطلوب و اثرات شرایط خاص زمین شناسی مورد توجه قرار گرفته است.

^۱ . Over Voltage



شکل ۱- تغییرات ولتاژ قبل و بعد از قطع جریان نسبت به زمان

۲-۲-۱- پلاریزاسیون غشایی

این پلاریزاسیون در سنگهایی که درصد ناچیزی از کانیهای رسی در آنها پخش شده باشد، ظهور می کند خصوصاً در سنگهای متخلخل و نفوذپذیری که رس در قسمتی از مسیر تخلخل موثر حاوی الکترولیت قرار می گیرد، مقدار پلاریزاسیون غشایی افزایش می یابد. از آنجا که در حین اندازه گیری نمی توان اثر پلاریزاسیون غشایی را از پلاریزاسیون فلزی تشخیص داد، پلاریزاسیون غشایی در اکتشاف ذخایر معدنی فلزی پارازیت محسوب می شود. ولی همانطور که قبلاً اشاره کردیم این پلاریزاسیون در اکتشاف منابع آبهای زیرزمینی که سنگ کف آنها از نوع رسی باشد، مفید خواهد بود. برای تشخیص وجود پلاریزاسیون مربوط به رس ها، باید از زمین شناسی منطقه مورد مطالعه هم کمک گرفت و یا با روش های ویژه پلاریزاسیون الکترودی فلزی را از پلاریزاسیون غشایی تمیز داد.

۲-۲-۲- اثر کوپلینگ القای الکترومغناطیسی

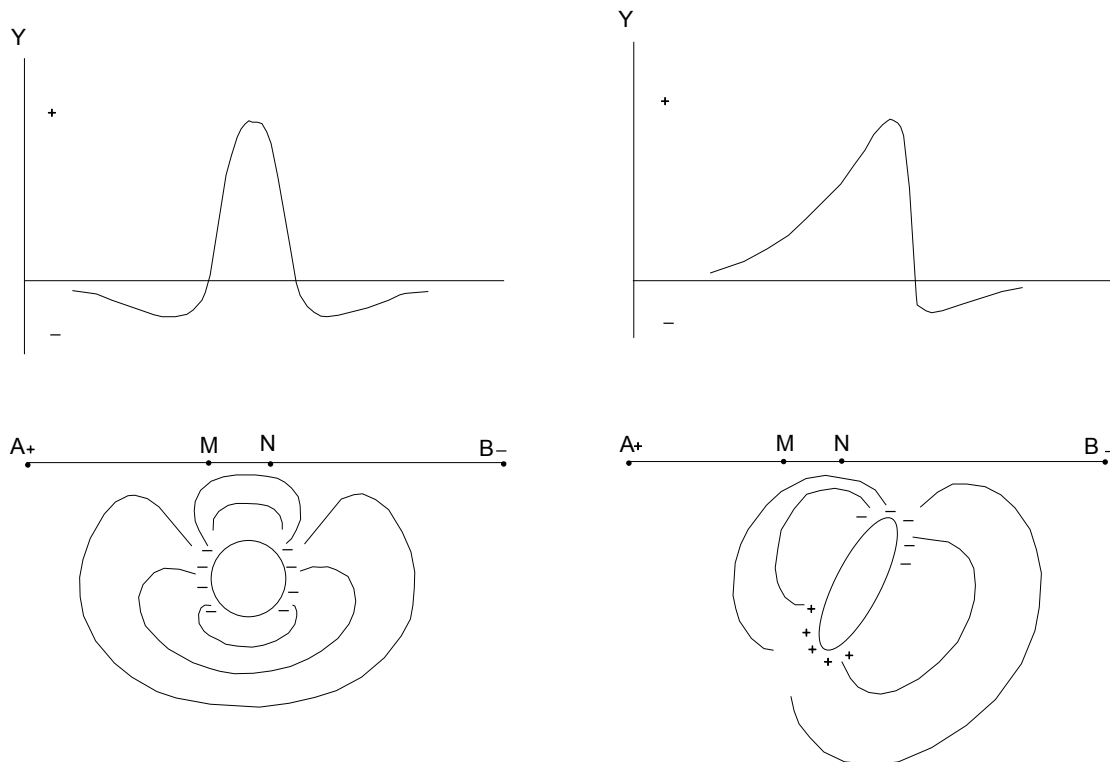
اثرات القای الکترومغناطیسی باعث انحراف اختلاف پتانسیل مربوط به پلاریزاسیون القایی می گردد. این انحراف ناخواسته هنگامی که طول خط جریان زیاد است و زمین هم دارای هدایت ویژه قابل توجهی است محسوس بوده و باعث خطای زیادی در اندازه گیریهای پلاریزاسیون القایی می شود. لذا شناخت چنین انحرافات در اندازه گیری های پلاریزاسیون القایی ضروری است.

راما چانداران^۱ در سال ۱۹۸۰ با بررسی اثرات کوپلینگ الکترومغناطیس نشان داد که در آرایش های مستطیلی کوپلینگ الکترومغناطیسی دارای علامت منفی بوده، یعنی در خلاف جهت پلاریزاسیون القایی می باشد. در آرایش های دوقطبی - دوقطبی و قطبی - دوقطبی این اثر دارای علامت مثبت یعنی در جهت موافق پلاریزاسیون القایی است.

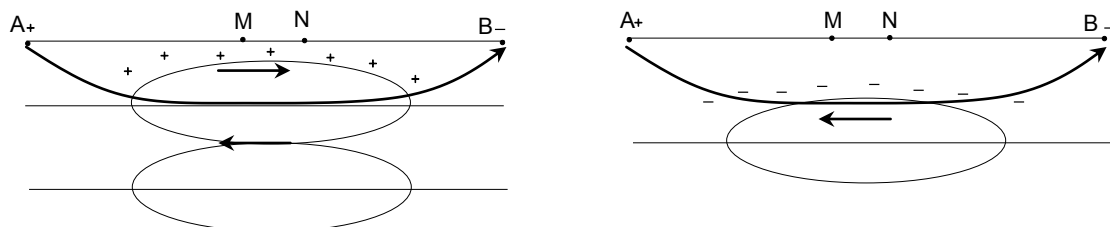
۲-۲-۳- پلاریزاسیون القایی منفی

گاهی در اندازه گیری های پلاریزاسیون القایی مقادیر منفی بدست می آید به این معنی که بعد از قطع جریان ولتاژ ظاهر شده بین الکترودهای پتانسیل، دارای جهت مخالف با ولتاژ اولیه قبل از قطع جریان است. عاملی که باعث شکل گیری این پدیده می شود، ممکن است ناشی از تاثیر خطوط برق، تلفن و یا ناهمگنی های جانبی باشد. گاهی کره ها و استوانه های پلاریزه شونده مدفون و حتی لایه های پلاریزه شونده افقی نیز در موقعیت های خاص، تولید پلاریزاسیون القایی منفی می کند. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود پتانسیل ناشی از پلاریزاسیون القایی بر روی توده های پلاریزه شونده مدفون به مقدار ماکزیمم خود باعث علامت مثبت می شود و در قسمتهای مجاور قله (بسته به شکل هندسی توده) پتانسیل منفی ظاهر می شود. همچنین وقتی توده معدنی مطابق شکل ۳ سطحی باشد باعث اختلاف پلاریزاسیون القایی منفی خواهد شد.

^۱ . Ramachandaran



شکل ۲. توده های پلاریزه شونده مدفون، تولید کننده پلاریزاسیون القایی منفی



شکل ۳. توده های افقی کانی سازی شده اگر در سطح قرار گیرند پلاریزاسیون القایی منفی تولید می کنند و اگر توسط روباره غیر

قابل پلاریزه پوشیده شوند پلاریزاسیون القایی منفی تولید نمی کنند.

۲-۳- روش های اندازه گیری

اولین راه اندازه گیری ولتاژ رو به زوال IP در حوزه زمان^۱ می باشد که خود به اشکال گوناگون

صورت می گیرد که بستگی به نوع دستگاههای اندازه گیری دارد. یکی از روشهای اندازه گیری شارژپذیری

^۱ . Time-Domain

ظاهری براساس نسبت $\Delta VIP/VS$ می باشد. در این روش کمیت ΔVIP را در یک زمان معین (T) پس از قطع جریان اندازه گیری می کنند و نسبت آن را به VS (ولتاژ اندازه گیری شده در زمان T0) با واحد میلی ولت بر ولت نشان می دهند. در این طریق زمان T درست کمی بعد از جریان T0 انتخاب می شود (شکل ۱) 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 پارازیت برسد.

دومین راه اندازه گیری، اندازه گیری شارژپذیری ظاهری در حوزه فرکانس^۱ است که در این روش تغییرات مقاومت ویژه ظاهری در فرکانسهای مختلف اندازه گیری می گردد. چون جریان حاصله از IP در سنگهای زیرسطحی با جهت جریان تزریقی مخالفت می کند، از این رو سبب ایجاد یک مقاومت مازاد بر مقاومت 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 در سنگهایی که تقریباً فاقد کانیهای هادی هستند IP خیلی کم ایجاد می شود و در نتیجه اثر ازدیاد فرکانس در کاهش pa در حدود ۰/۱ می باشد.

در سنگهایی که کانیهای هادی به مقدار قابل ملاحظه ای حضور دارند مقدار IP حاصله نسبتاً زیاد و در نتیجه به ازای هر ده برابر که بر فرکانس جریان تزریقی افزوده شود pa به اندازه ۱۰٪ تا ۲۰٪ کاهش نشان می دهد. اندازه گیری های حوزه فرکانسی نسبت به حوزه زمانی دارای دو مزیت است یکی نسبت سیگنال به پارازیت در آنها بیشتر است و دیگری ساده و سبک بودن تجهیزات. برتری اندازه گیری های حوزه زمانی نسبت به حوزه فرکانسی سرعت بیشتر اندازه گیری ها و صرفه جویی در زمان است.

^۱ . Frequency Domain

۲-۴- روش مقاومت سنجی

در این روش جریان‌های الکتریکی مصنوعی توسط دو الکتروود به زمین تزریق می‌شود و اختلاف پتانسیل منتجه بین دو نقطه در سطح زمین اندازه‌گیری می‌شود. انحراف از شکل اختلاف پتانسیل‌های قابل انتظار در مورد زون‌های همگن، اطلاعاتی در مورد شکل و خواص الکتریکی ناهمگونی‌های زیرسطحی ارائه می‌دهد. مقاومت ویژه یک ماده به عنوان مقاومت ویژه بین سطوح مخالف یک مکعب واحد از جسم برحسب اهم متر تعریف می‌شود. مقاومت ویژه یکی از خواص فیزیکی سنگها می‌باشد که دارای تغییرات زیادی است. کانی‌های خاصی مانند فلزات طبیعی و گرافیت از طریق عبور الکترون‌ها جریان الکتریکی را هدایت می‌کنند لیکن بیشتر کانی‌های تشکیل‌دهنده سنگ‌ها غیرقابل نفوذ بوده و جریان الکتریکی اغلب از طریق یون‌های آب موجود در خلل و فرج سنگ انتقال می‌یابد. بنابراین بیشتر سنگ‌ها الکتریسیته را بطریق الکترولیتی هدایت می‌کنند تا از طریق الکترونیکی، و این بدان معناست که تخلخل عمده‌ترین کنترل‌کننده مقاومت سنگ بوده و علاوه بر آن میزان آب درون خلل و فرج و مقاومت الکتریکی آب نیز در این جهت نقش اصلی را بازی می‌کنند و در حد وسیعی مقاومت ویژه سنگ را تغییر می‌دهند و بر این اساس هم‌پوشی قابل ملاحظه‌ای بین مقاومت ویژه الکتریکی انواع مختلف سنگ‌ها وجود دارد و در نتیجه مشخص کردن نوع سنگ‌ها تنها بر اساس داده‌های مقاومت‌سنجی امکانپذیر نمی‌باشد و حتماً باید عوامل فوق را مدنظر قرار داد. در اندازه‌گیری مقاومت ویژه الکتریکی، جریان الکتریکی از نوع مستقیم توسط دو الکتروود جریان (A, B) به درون زمین فرستاده می‌شود و اختلاف پتانسیل حاصل بین دو الکتروود پتانسیل (M, N) در زمین اندازه‌گیری می‌شود. مقاومت ویژه 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.

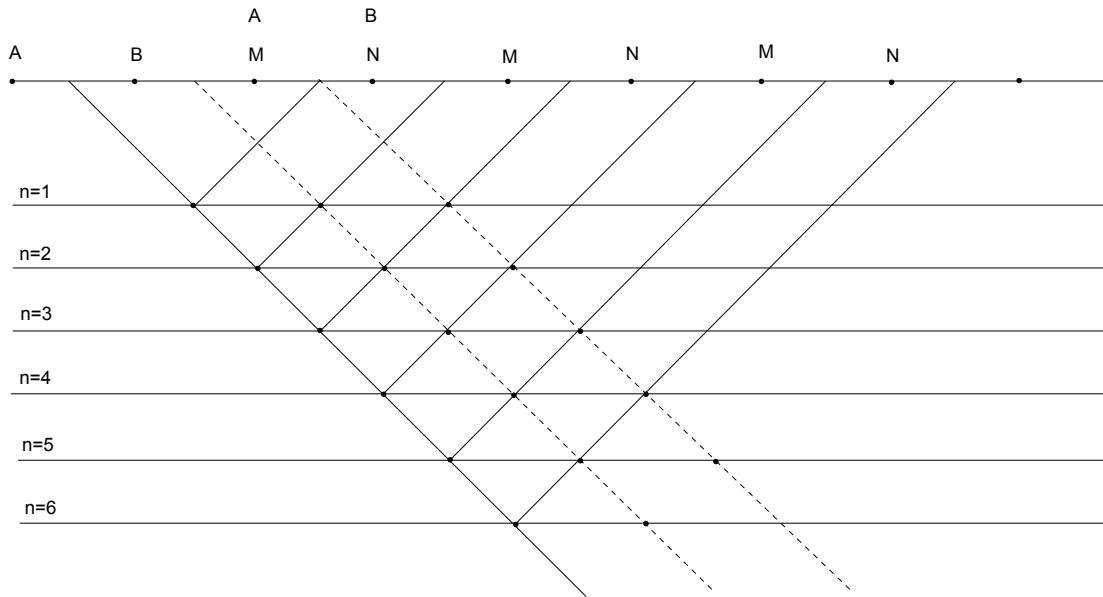
$$K = 2\pi \cdot \frac{1}{\frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN}}$$

وقتی جنس زمین همگن (یکنواخت) باشد مقاومت ویژه محاسبه شده بر اساس این معادله ثابت بوده و مستقل از فاصله الکترودها خواهد بود ولی اگر ناهمگنی زیرسطحی، موجود باشد؛ مقاومت ویژه با موقعیت نسبی الکترودها تغییر می کند و هر مقدار محاسبه شده به عنوان مقاومت ویژه ظاهری (a) نامیده خواهد شد و تابعی از شکل ناهمگنی مربوطه خواهد بود. در این پیمایش از آرایه دوقطبی - دوقطبی استفاده شده که در ادامه به اختصار توضیح داده می شود.

۲-۴-۱- آرایش دایپل - دایپل

از این نوع آرایش برای مطالعه و بررسی تغییرات و گسترش بی هنجاری در عمق و بدست آوردن شبه مقطعی از IP و مقاومت ویژه ظاهری در مسیر یک پروفیل استفاده می شود. در این نوع آرایش هر چهار الکترودهای A, B, M, N در امتداد یک پروفیل قرار داشته و عملاً فاصله الکترودهای فرستند AB مساوی فاصله الکترودهای گیرنده MN، $AB=MN=a$ بوده و در هر اندازه گیری الکترودهای AB ثابت بوده و الکترودهای MN در امتداد پروفیل حرکت می کند، در نتیجه اندازه گیری برای عمق های مختلف انجام می گیرد.

فاصله بین نزدیکترین الکترودهای جریان پتانسیل برابر na می باشد ($n=1,2,3,\dots$) و عمق هر اندازه گیری برابر $(n+1)a/2$ خواهد بود و عدد 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 و مقاومت ویژه ظاهری در امتداد یک پروفیل بدست خواهد آمد (شکل ۴).

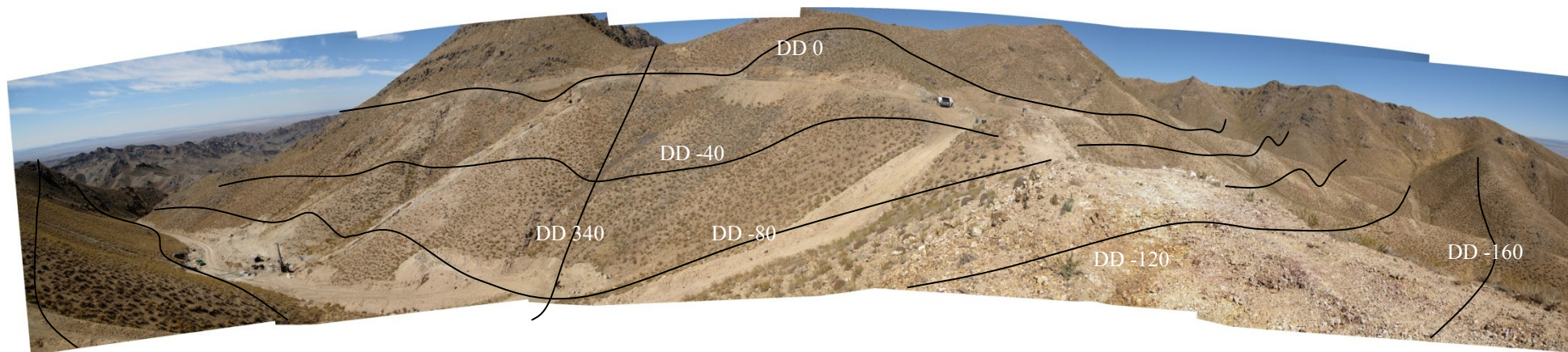


شکل ۴. آرایش دو قطبی - دو قطبی

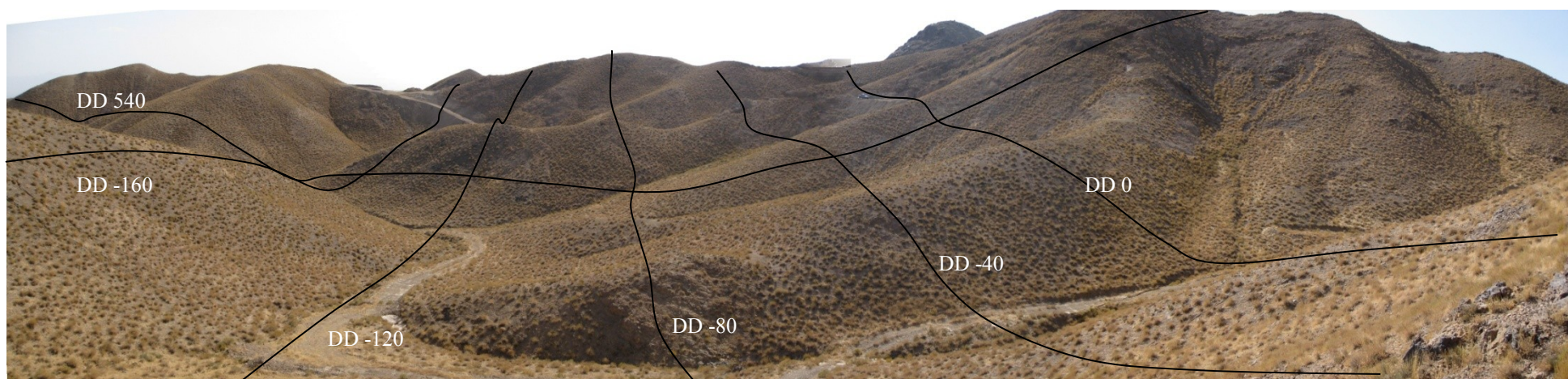
۲-۵- نحوه انجام عملیات صحرائی در منطقه

در این محدوده ابتدا پنج پروفیل با امتداد $N45E$ و فاصله ۴۰ متر از یکدیگر با مشخصات $AB=MN=40\text{ m}$ که پرش الکتروود جریان برابر با ۲۰ متر و پرش الکتروودهای پتانسیل برابر با ۴۰ متر بوده است؛ برداشت گردید. طول تقریبی پروفیل‌های برداشت شده حدود ۷۰۰ متر می‌باشد. سپس دو پروفیل عمود بر این پنج پروفیل با مشخصات ذکر شده فوق به طول تقریبی ۶۰۰ متر که برای مدلسازی سه بعدی از منطقه مورد نیاز بوده است، مورد پیمایش قرار گرفته است. برداشت‌ها تا هشت پرش الکتروودهای پتانسیل در هر خط، برداشت شده است. موقعیت تقریبی پروفیل‌ها و عوارض در تصاویر شماره ۴ و ۵ و موقعیت پروفیل‌ها و ایستگاههای برداشت شده در نقشه شماره یک آورده شده است.

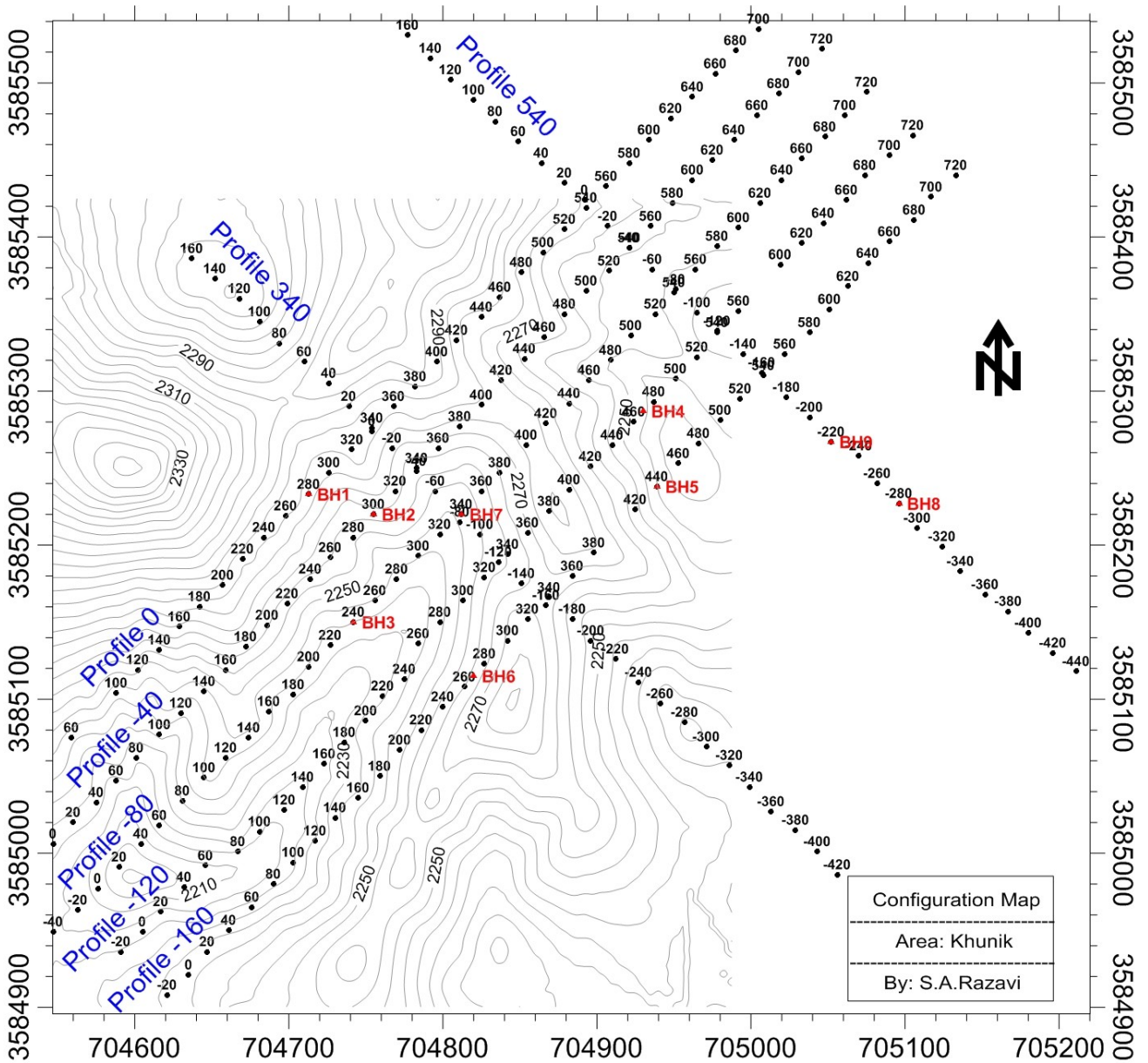
پس از برداشت، داده‌ها به فرمت نرم‌افزار $Res2Dinv$ در آمده و توسط آن مدلسازی شده‌اند.



تصویر شماره ۴. موقعیت پروفیل‌ها در محدوده مورد مطالعه (دید به طرف شمال)



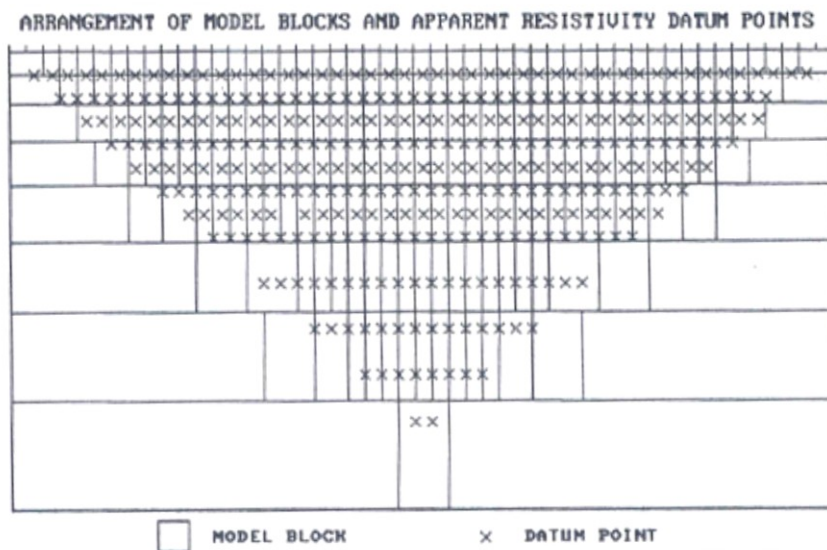
تصویر شماره ۵. موقعیت پروفیل‌ها در محدوده مورد مطالعه (دید به سمت جنوب غرب)



نقشه شماره ۱. نقشه موقعیت ایستگاهها و پروفیلها و نقاط حفاری پیشنهادی

۲-۶- نحوه پردازش داده ها و مدلسازی

مدل مقاومت ویژه دو بعدی حاصل از برداشتهای صحرائی با استفاده از نرم افزار *Res2Dinv* محاسبه و ترسیم می گردد. مدل دوبعدی استفاده شده بوسیله این برنامه شامل یک تعداد بلوک مستطیلی شکل است (شکل شماره ۶).



شکل ۶. موقعیت قرارگیری مستطیلهای مورد استفاده در مدل نسبت به نقاط برداشت در شبه مقطع

در این برنامه می توان برای برداشتهای از آرایه های قطبی - قطبی، دو قطبی - دو قطبی، دو قطبی - قطبی، و نر، شلومبرژه استفاده کرد، علاوه بر آرایه های معمول، این برنامه حتی از آرایه های غیرمتعارف نیز پشتیبانی می کند. می توان شبه مقطعی با بیش از ۱۰۰۰۰ الکتروود و ۲۱۰۰۰ نقطه داده را در یک زمان واحد روی کامپیوتری با *RAM* یک گیگا بایت پردازش کرد.

در این روش با تغییر مقاومت ویژه بلوک ها، اساساً سعی می شود اختلاف بین مقاومت ویژه ظاهری محاسبه شده و اندازه گیری شده را کاهش داد. این اختلاف بوسیله خطای جذر متوسط مربعات *RMS* ارائه می شود. با این وجود مدلی با کمترین خطای *RMS* ممکن است بعضی وقتها تغییرات غیرواقعی و بزرگتری را در مقادیر مقاومت ویژه مدل نشان دهد و همیشه ممکن نیست بهترین مدل از نظر زمین شناسی باشد. بطور کلی

بهترین روش انتخاب مدل، انتخاب در الگوریتم‌هایی است که خطای RMS بطور قابل توجهی تغییر نمی‌کند این حالت بین تکرارهای ۳ تا ۵ اتفاق می‌افتد. در ضمن، تصحیح توپوگرافی بر روی داده‌ها را می‌توان با داشتن نقاط ارتفاعی، همزمان با معکوس سازی انجام داد.

۲-۲- تجهیزات مورد استفاده

دستگاه اندازه گیری $IP&RS$ که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است ساخت شرکت $IRIS$ فرانسه می‌باشد که مشخصات آن در زیر آمده است.

- 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. از این دستگاه در حالت ($Time Domain$) استفاده شد. این دستگاه به گونه‌ای 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 می‌باشد. در هر بار ارسال جریان، جهت جریان نیز از داخل دستگاه عوض می‌شود. در ضمن میزان شدت جریان برقرار شده بین الکترودهای A, B نیز توسط صفحه دیجیتالی موجود بر روی دستگاه با دقت میلی آمپر نشان داده می‌شود که در محاسبه مقاومت ویژه ظاهری مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- دستگاه گیرنده (رسیور) مدل $ELREC-10$ ساخت شرکت $IRIS$ با دقت ۰/۰۱ میلی ولت بر ولت است. این دستگاه قادر است مساحت زیر منحنی میرای ولتاژ در زمان‌های $T1, T2$ را در ۲۰ پنجره مختلف اندازه گیری نماید و در نتیجه امکان پردازش اسپکترال را میسر می‌سازد.



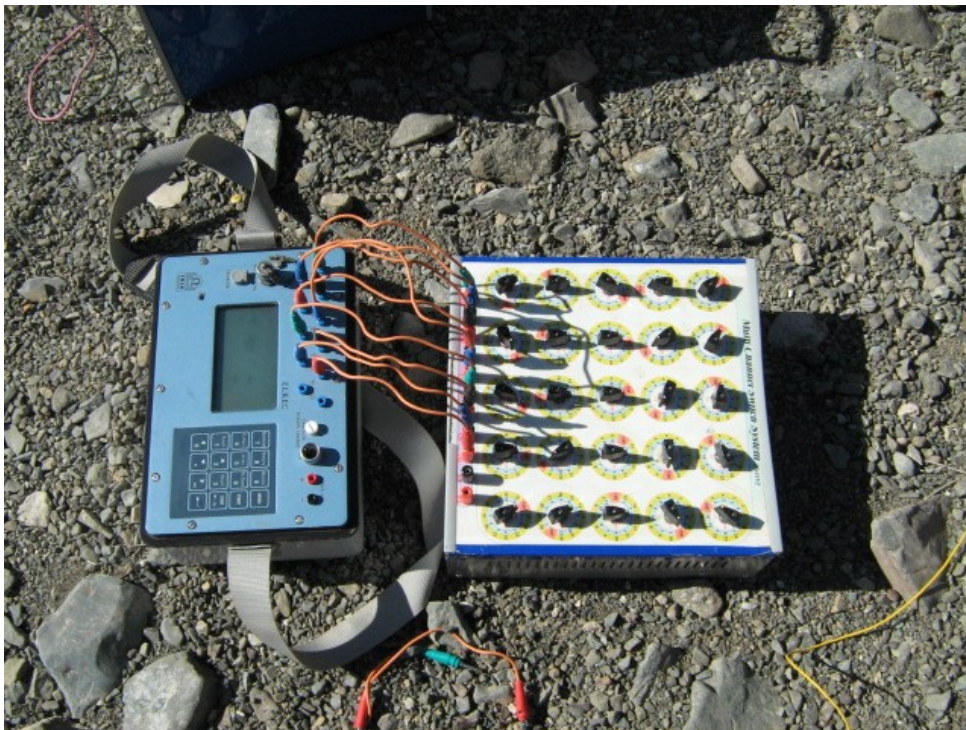
تصویر شماره ۶- مجموعه موتور ژنراتور، ترانسمیتر و رسیور به همراه سیمهای فرستنده جریان



تصویر شماره ۷- ترانسمیتر VIP ساخت شرکت IRIS فرانسه

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 و گیرنده، محاسبه مقاومت ویژه ظاهری که بطور خودکار با توجه به مقدار شدت جریان الکتریکی برحسب میلی آمپر انجام می شود، میزان اتصال الکتریکی الکترودها با زمین، اندازه گیری و ثبت تمام پارامترها شامل موقعیت هر ایستگاه، مقاومت الکترودها، میزان پتانسیل خودزا، اختلاف پتانسیل، بارپذیری ظاهری، میزان انحراف معیار ($S.D$)، میزان مقاومت ویژه ظاهری، تعداد اندازه گیری ها، بارپذیری واقعی، و امکان مشاهده منحنی میرایی ولتاژ و نوفه ها بر روی هر یک از الکترودها هنگام اندازه گیری و داشتن حافظه و امکان ذخیره سازی تمامی اطلاعات و تخلیه اطلاعات از گیرنده به کامپیوتر از طریق خروجی USB با نرم افزار تخلیه مخصوص دستگاه.



تصویر شماره ۸- گیرنده (رسیور) $ELREC-10$ ساخت شرکت $IRIS$ فرانسه به همراه سویچ باکس ساخت سازمان زمین شناسی کشور (گروه ژئوفیزیک)

فصل سوم

بررسی نتایج

در این فصل به بررسی و تفسیر نتایج محدوده مورد مطالعه می پردازیم. در بررسی نتایج ابتدا به تعبیر و تفسیر نقشه های مقاطع دوقطبی - دوقطبی مدل سازی شده با نرم افزار *Res2Dinv* و سپس به بررسی نتایج مدل سازی سه بعدی که با نرم افزار *Res3Dinv* تهیه شده و با نرم افزار *Voxler* نمایش داده شده، پرداخته می شود. در همه نقشه های مقاومت ویژه و بارپذیری، طیف رنگی آبی تا قرمز به ترتیب برای مقاومت های ویژه کم به زیاد و بارپذیری کم به زیاد استفاده شده است.

۳-۱ بررسی نتایج در محدوده مورد مطالعه

همانطور که قبلاً ذکر شد مطالعات در این محدوده به روش *IP & RS* با آرایش دوقطبی - دوقطبی انجام شد. خلاصه ای از مشخصات پروفیل هایی که آرایش دوقطبی - دوقطبی بر روی آنها انجام گرفته، در جدول ذیل آمده است.

شمار	نام پروفیل	شماره مقطع	سطح برداشت	فاصله الکترودی	پوش <i>AB</i>	پوش <i>MN</i>	شماره نقشه
۱	صفر	۱	۶۰	۴۰ متر	۲۰ متر	۴۰ متر	۲
۲	-۴۰	۲	۴۰	۴۰ متر	۲۰ متر	۴۰ متر	۳
۳	-۸۰	۳	۴۰	۴۰ متر	۲۰ متر	۴۰ متر	۴
۴	-۱۲۰	۴	۶۰	۴۰ متر	۲۰ متر	۴۰ متر	۵
۵	-۱۶۰	۵	۶۰	۴۰ متر	۲۰ متر	۴۰ متر	۶
۶	۳۴۰	۶	-۷۰	۳۴۰	۲۰ متر	۴۰ متر	۷
۷	۵۴۰	۷	-۷۰	۳۶۰	۲۰ متر	۴۰ متر	۸

در ادامه ابتدا به تعبیر و تفسیر نقشه‌های IP & RS مقاطع مدل‌سازی شده دو بعدی و سپس نتایج

مدلسازی سه بعدی، پرداخته خواهد شد.

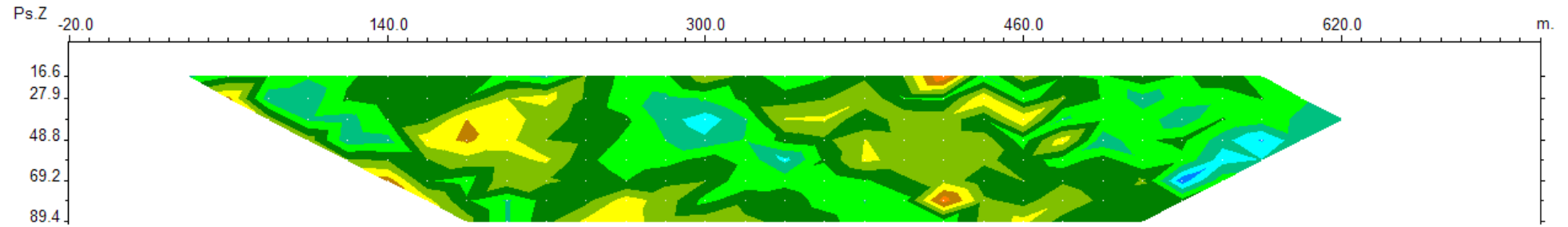
۳-۱-۱- بررسی مقطع شماره یک

این مقطع با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و با پرش الکتروود پتانسیل و جریان به ترتیب ۴۰ و ۲۰ متر و با آرایه دو قطبی - دوقطبی به منظور تعیین نحوه گسترش توده معدنی در عمق، برداشت شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۳/۶ تا ۲۴ میلی‌ولت بر ولت و ۶۶ تا ۷۸۹ اهم متر می‌باشد. مقاطع مدل‌سازی شده IP & RS مربوطه با نرم‌افزار $Res2Dinv$ تهیه شده و ابتدا نقشه مدل مقاومت ویژه به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع حاصل از مدل (نقشه شماره ۲ الف) و سپس نقشه مدل بارپذیری به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع مدل (نقشه شماره ۲ ب) و در نهایت نقشه مدل‌سازی شده مقاومت ویژه و بارپذیری با توپوگرافی در نقشه شماره ۲ آمده است.

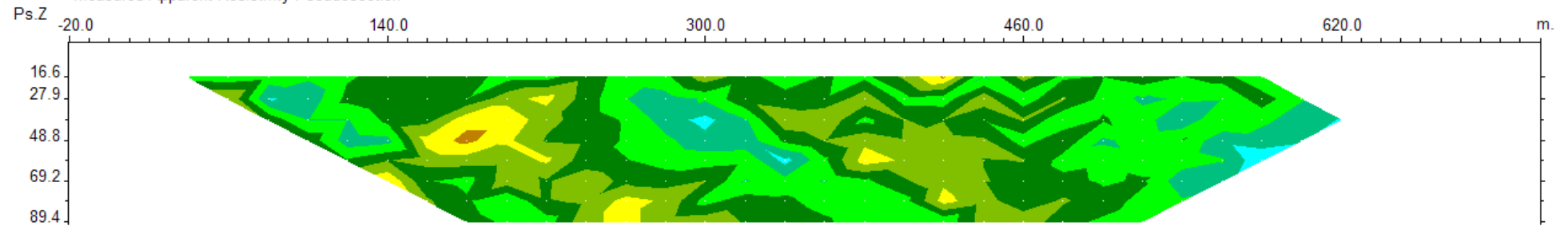
در نقشه IP ، سه بی‌هنجاری دیده می‌شود که دو بی‌هنجاری دارای شدت مقدار عددی و وسعت بیشتری هستند. بی‌هنجاری اول حدفاصل ایستگاههای ۲۰۰ و ۲۸۰ از عمق تقریبی ۴۰ متر از سطح تا عمق بیش از ۱۰۰ متر ادامه دارد. این بی‌هنجاری بر محدودهای با مقاومت ویژه زیر ۱۰۰ اهم متر منطبق می‌باشد که ممکن است به دلیل وجود کانی‌های فلزی باشد. بی‌هنجاری دوم حدفاصل ایستگاههای ۳۰۰ و ۳۸۰ می‌باشد که از عمق تقریبی ۳۵ متر شروع و تا عمق بیش از ۱۰۰ متر ادامه دارد و با توجه به نقشه مدل‌سازی شده مقاومت ویژه، بر محدودهای با مقاومت ویژه ۴۰۰ تا ۶۰۰ اهم متر منطبق می‌باشد که این مقدار عددی بالا ممکن است به دلیل وجود کانه‌زایی فلزی پراکنده باشد. بی‌هنجاری سوم در انتهای پروفیل، حدفاصل ایستگاههای ۵۲۰ و ۵۶۰ در عمق تقریبی ۸۰ متر قرار دارد و تا عمق بیش از ۱۰۰ متر ادامه دارد. این بی‌هنجاری بر محدوده‌ای با مقاومت ویژه ۲۰۰ تا ۳۰۰ اهم متر قرار می‌گیرد.

با توجه به اینکه بی‌هنجاری اول بر محدوده‌ای با مقاومت ویژه پایین قرار گرفته است حفاری جهت بررسی آن پیشنهاد شده است. لازم به ذکر است که زاویه حفاری نسبت به قائم بوده و در نقاط حفاری، مبنای اصلی موقعیت حفاری، شماره ایستگاه است که بر روی زمین با سنگ چین رنگ شده مشاهده می‌شود:

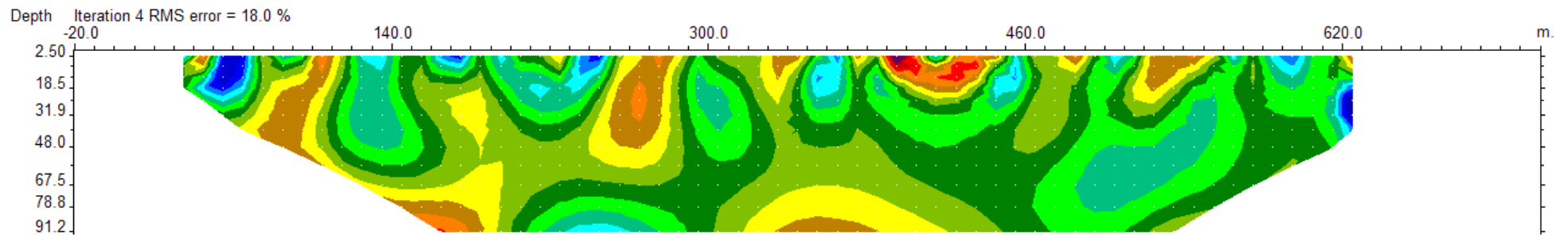
شماره مقطع	زاویه	آزیموت (درجه)	عمق حفاری	ایستگاه	y	x	نام
DD1	۱۵	۲۲۵	حداقل ۱۲۰ متر	۲۸۰	۳۵۸۵۲۳۳	۷۰۴۷۱۳	BH1



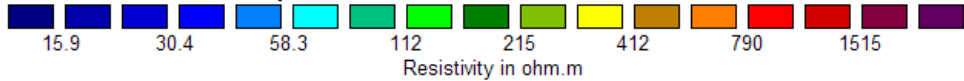
Measured Apparent Resistivity Pseudosection



Calculated Apparent Resistivity Pseudosection

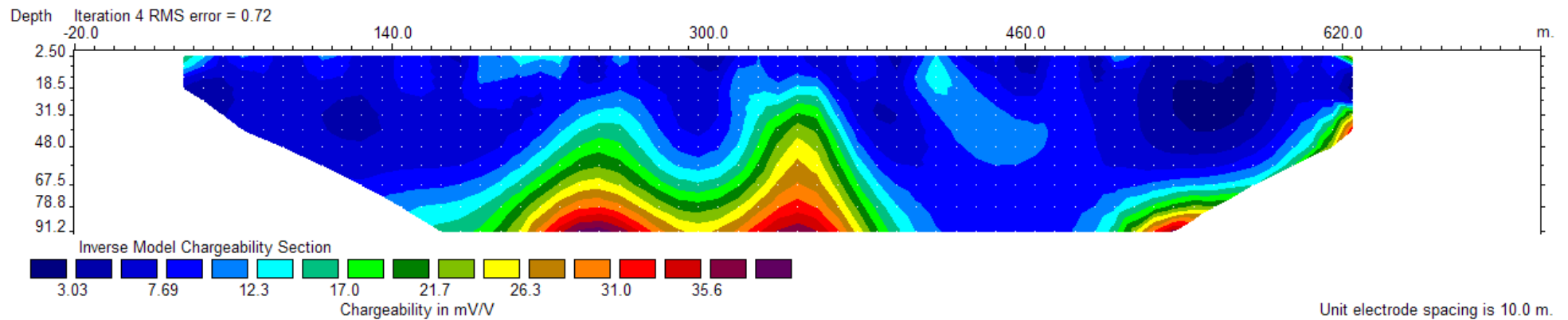
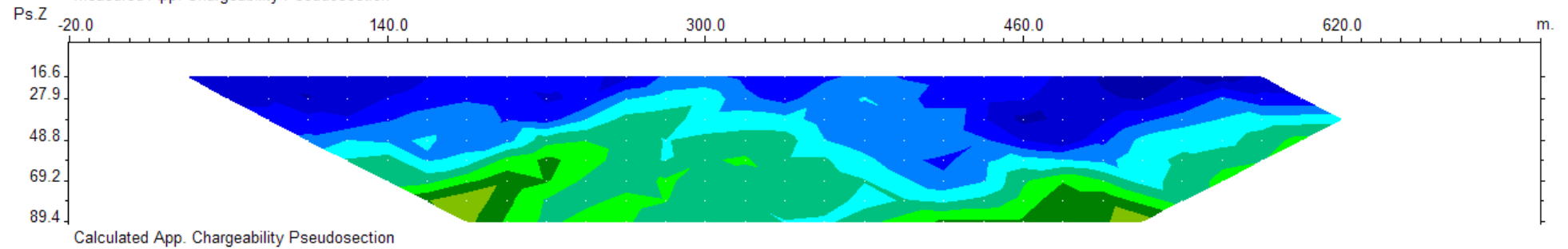
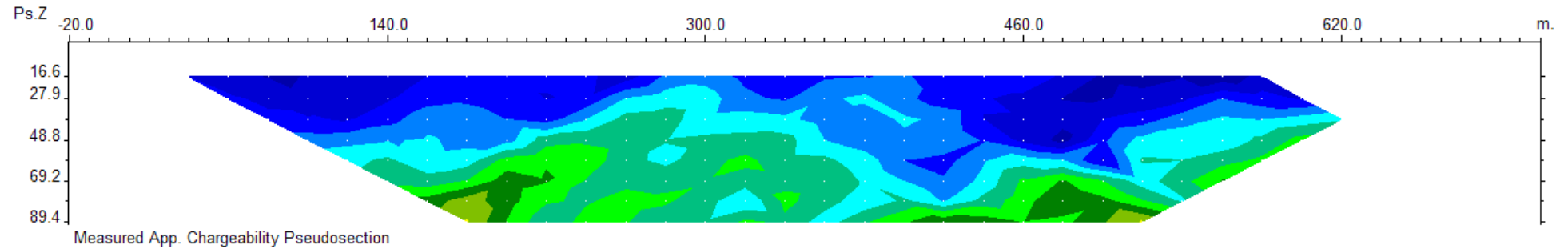


Inverse Model Resistivity Section

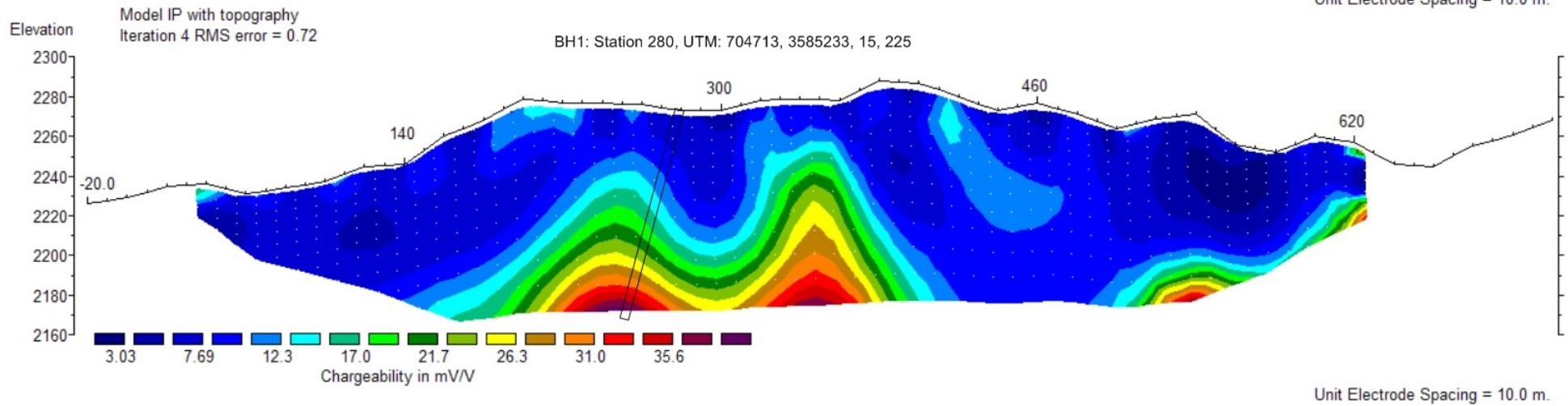
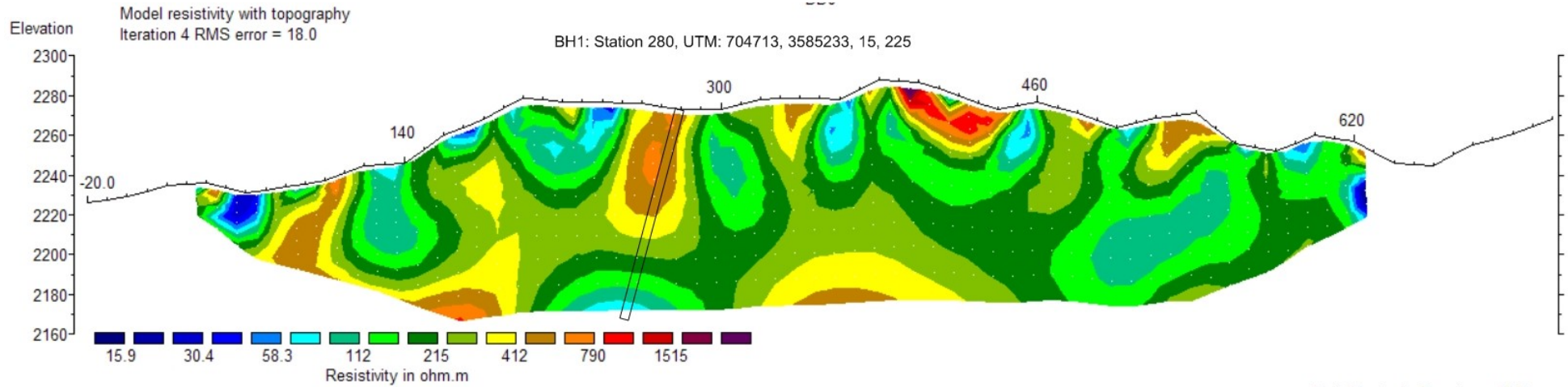


Unit electrode spacing is 10.0 m.

نقشه ۲ الف. شبه مقطع مقاومت ویژه به همراه مدل، مقطع شماره یک



نقشه ۲ ب. شبه مقطع شارژیبلته به همراه مدل، مقطع شماره یک



نقشه ۲. مقاطع مدلسازی بارپذیری و مقاومت ویژه با اعمال تصحیح توپوگرافی، مقطع شماره یک

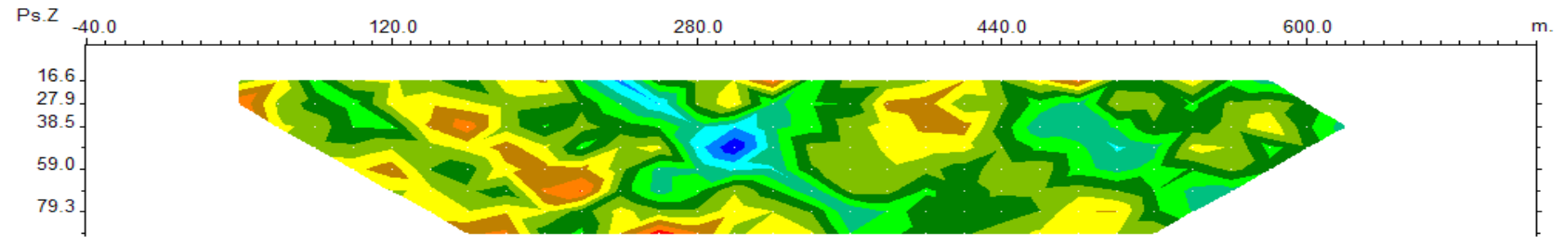
۳-۱-۲- بررسی مقطع شماره دو

این مقطع با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و با پرش الکتروود پتانسیل و جریان به ترتیب ۴۰ و ۲۰ متر با آرایه دو قطبی - دو قطبی و به منظور تعیین نحوه گسترش توده معدنی در عمق، برداشت شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۵/۵ تا ۲۵ میلی ولت بر ولت و ۲۷ تا ۴۷۹ اهم متر می باشد. مقطع مدل سازی شده $IP \& RS$ مربوطه با نرم افزار $Res2DInv$ تهیه شده و ابتدا نقشه مدل مقاومت ویژه به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع حاصل از مدل (نقشه شماره ۳ الف) و سپس نقشه مدل بارپذیری به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع مدل (نقشه شماره ۳ ب) و در نهایت نقشه مدل سازی شده مقاومت ویژه و بارپذیری با توپوگرافی در نقشه شماره ۳ آمده است.

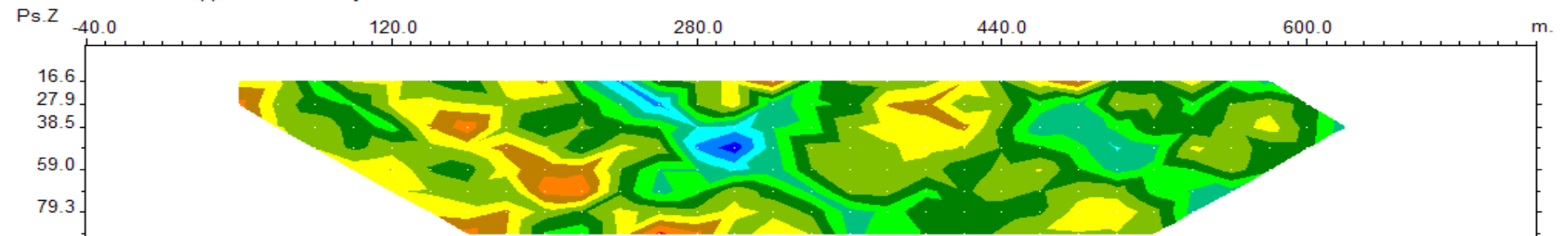
با توجه به نقشه مدل سازی شده IP در این مقطع نیز دو بی هنجاری اصلی که در مقطع پیشین نیز مشاهده شده بود، دیده می شود که تقریباً در همان عمق و با همان گسترش جانبی می باشند. بی هنجاری اول حداقل ایستگاههای ۱۸۰ و ۲۸۰ در عمق ۴۰ متری شروع شده و تا عمق بیش از ۱۰۰ متر ادامه دارد. این بی هنجاری نیز بر محدوده ای با مقاومت ویژه زیر ۱۰۰ اهم متر منطبق می باشد. بی هنجاری دوم حداقل ایستگاههای ۳۰۰ تا ۳۸۰ قرار گرفته و در عمق حدود ۳۵ متری شروع و تا عمق بیش از ۱۰۰ متری ادامه دارد و بر محدوده ای با مقاومت ویژه ۲۰۰ تا ۴۰۰ اهم متر قرار می گیرد. بی هنجاری ضعیفی نیز حداقل ایستگاههای ۵۲۰ و ۵۶۰ در عمق ۸۰ متری مشاهده می شود که به دلیل قرار گرفتن در انتهای مقطع و عمق زیاد به صورت کامل برداشت نشده و اظهار نظر در مورد آن مشکل است.

با توجه به موارد ذکر شده، گمانه اکتشافی بر اساس نقشه بارپذیری به شرح زیر پیشنهاد می گردد. لازم به ذکر است که زاویه حفاری نسبت به قائم بوده و در نقاط حفاری، مبنای اصلی موقعیت حفاری، شماره ایستگاه است که بر روی زمین با سنگ چین رنگ شده مشاهده می شود:

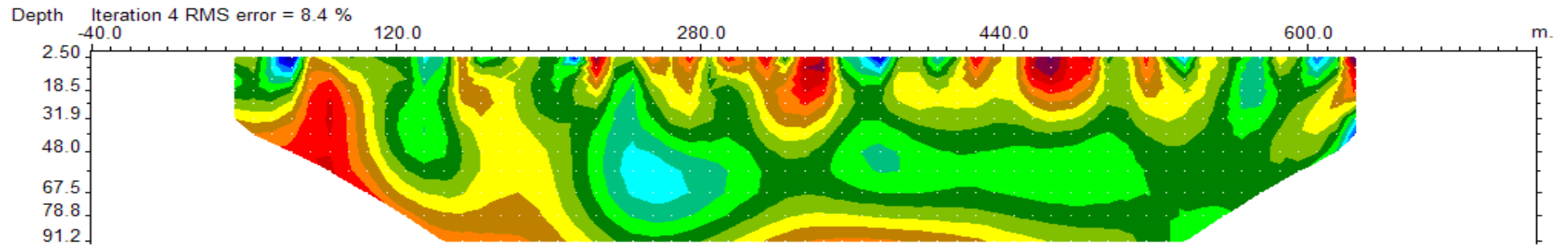
شماره مقطع	زاویه	آزیموت (درجه)	عمق حفاری	ایستگاه	y	x	نام
DD2	۱۵	۴۵	حداقل ۱۲۰ متر	۳۰۰	۳۵۸۵۲۲۰	۷۰۴۷۵۵	BH2



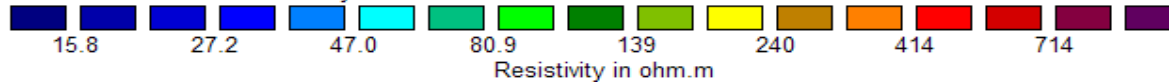
Measured Apparent Resistivity Pseudosection



Calculated Apparent Resistivity Pseudosection

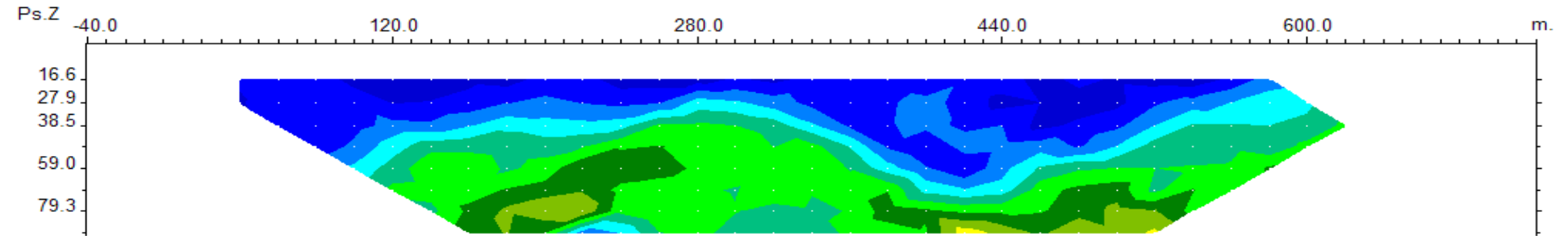


Inverse Model Resistivity Section

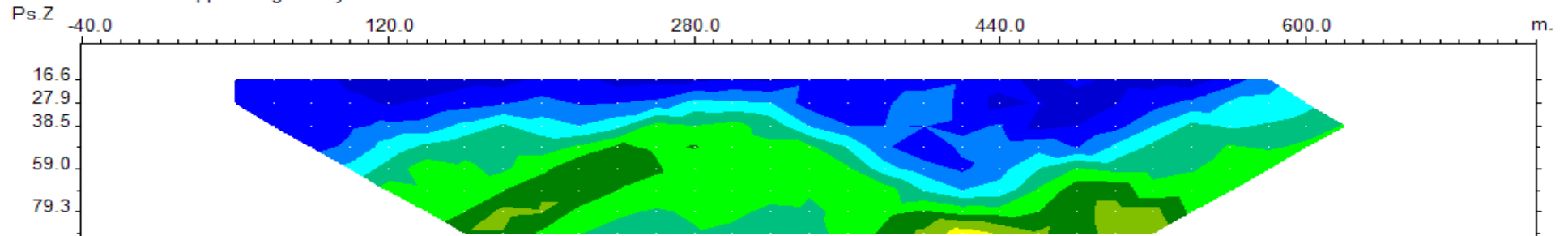


Unit electrode spacing is 10.0 m.

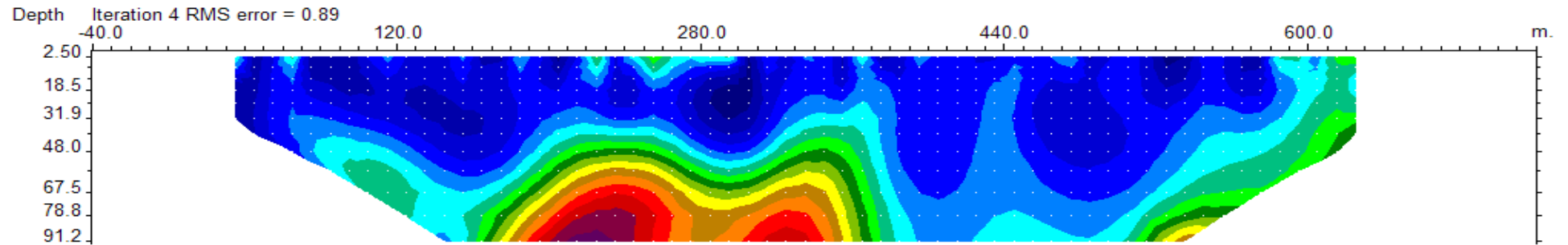
نقشه ۳ الف. شبه مقاطع مقاومت ویژه به همراه مدل، مقطع شماره دو



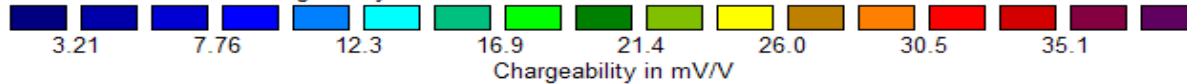
Measured App. Chargeability Pseudosection



Calculated App. Chargeability Pseudosection



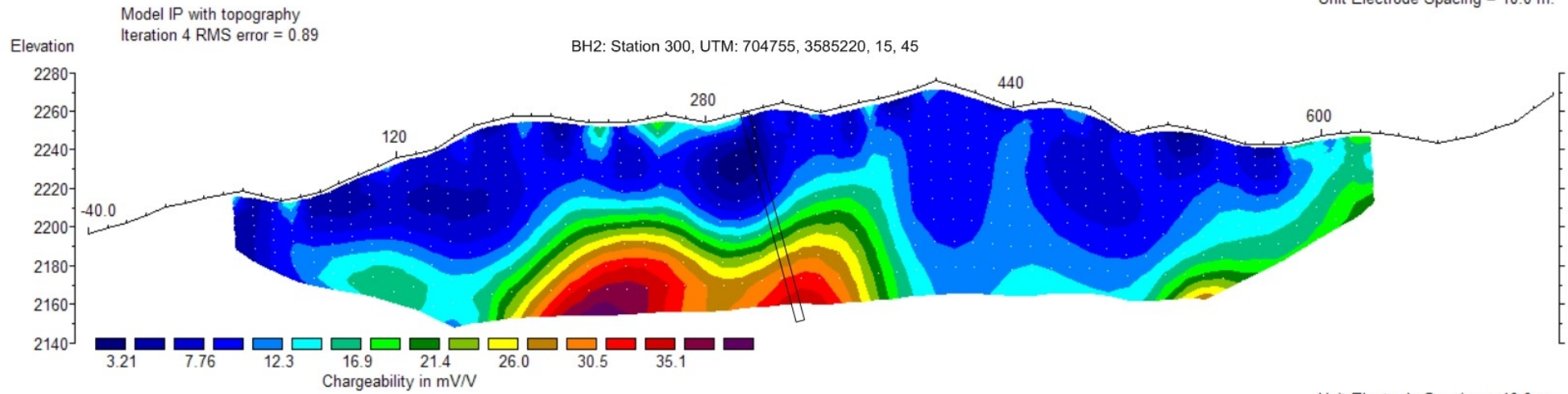
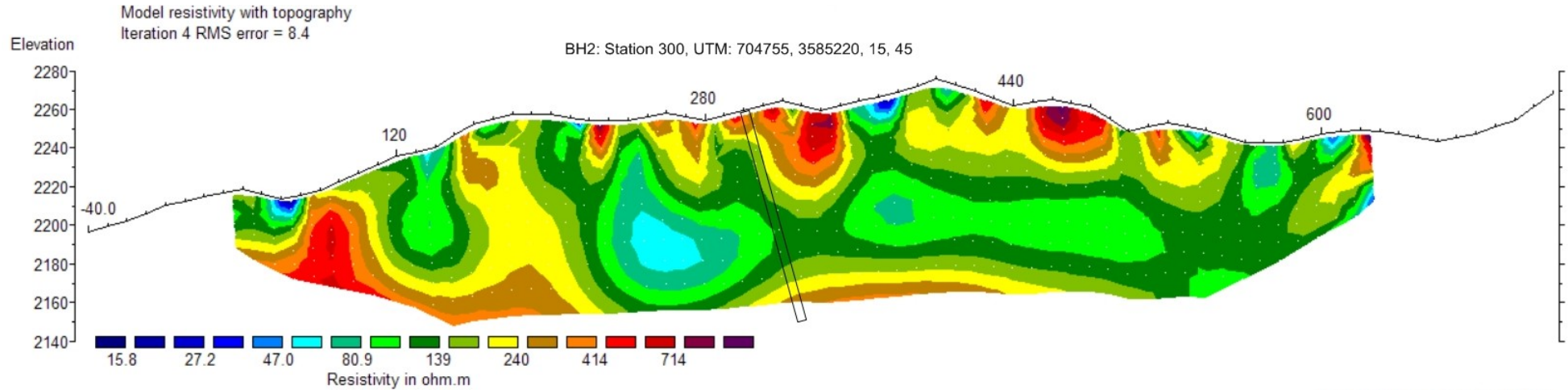
Inverse Model Chargeability Section



Chargeability in mV/V

Unit electrode spacing is 10.0 m.

نقشه ۳. شبه مقاطع بارپذیری به همراه مدل، مقطع شماره دو



نقشه ۳. مقاطع مدل سازی بارپذیری و مقاومت ویژه با اعمال تصحیح توپوگرافی، مقطع شماره دو

۳-۱-۳- بررسی مقطع شماره سه

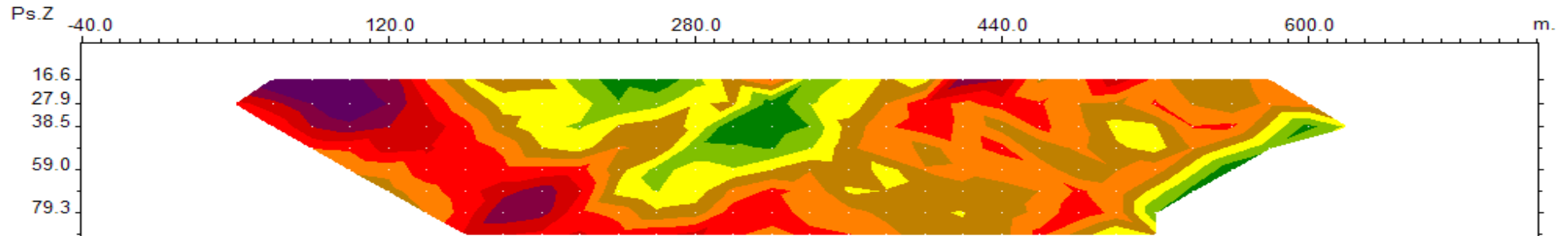
این مقطع با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و پرش الکترو دپتانسیل و جریان به ترتیب ۴۰ و ۲۰ متر با آرایه دو قطبی - دو قطبی به منظور تعیین گسترش توده معدنی در عمق، برداشت شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۵ تا ۳۰ میلی ولت بر ولت و ۴۴ تا ۵۷۴ اهم متر می باشد. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوطه با نرم افزار $Res2Dinv$ تهیه شده و ابتدا نقشه مدل مقاومت ویژه به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع حاصل از مدل (نقشه شماره ۴ الف) و سپس نقشه مدل بارپذیری به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع مدل (نقشه شماره ۴ ب) و در نهایت نقشه مدل سازی شده مقاومت ویژه و بارپذیری با توپوگرافی در نقشه شماره ۴ آمده است.

با توجه به نقشه مدل سازی شده IP ، دو بی هنجاری با مقدار عددی بارپذیری بالا مشاهده می شود که در امتداد بی هنجاری های دو مقطع پیشین می باشند اما به دلیل قرار گرفتن این مقطع در سطح ارتفاعی پایین تر نسبت به دو مقطع پیشین، بی هنجاری ها به سطح نزدیک شده و تقریباً به عمق ۱۰۰ متر محدود می شوند همچنین از وسعت جانبی آنها نیز کاسته شده است. بی هنجاری اول حدفاصل ایستگاههای ۲۰۰ و ۲۸۰ در عمق ۳۰ تا ۱۰۰ متر مشاهده شده و بر محدوده ای با مقاومت ویژه زیر ۲۰۰ اهم متر منطبق می باشد. بی هنجاری دوم که از وسعت آن کاسته شده است، حدفاصل ایستگاههای ۳۱۰ و ۳۴۰ در عمق ۴۰ تا ۷۰ متر قرار گرفته و بر محدوده ای با مقاومت ویژه زیر ۱۰۰ اهم متر منطبق می باشد. این دو بی هنجاری به دلیل مقاومت ویژه پایین می توانند از نظر کانه زایی حائز اهمیت باشند.

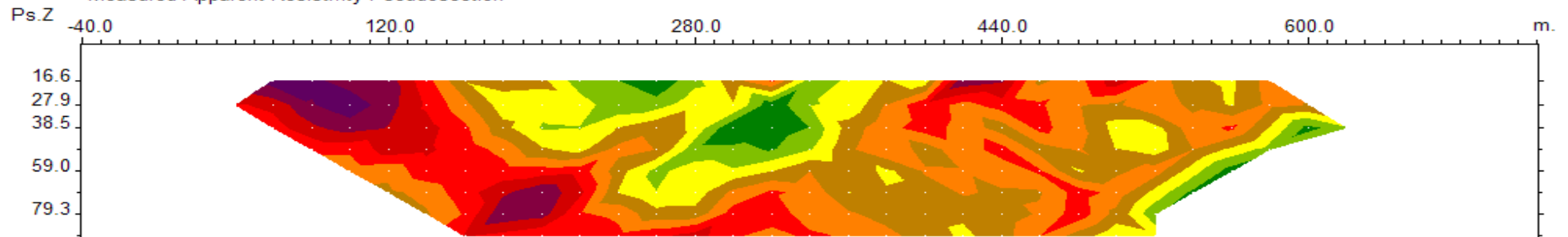
بی هنجاری ضعیفی نیز در عمق ۹۰ متری از ایستگاه ۴۲۰ تا ۵۶۰ مشاهده می شود که بر محدوده ای با مقاومت ویژه زیر ۳۰۰ اهم متر قرار می گیرد. بی هنجاری حدفاصل ۵۲۰ و ۵۶۰ در امتداد بی هنجاری است که در دو مقطع پیشین در انتهای مقاطع قرار داشت.

با توجه به موارد ذکر شده، گمانه اکتشافی بر اساس نقشه بارپذیری به شرح زیر پیشنهاد می گردد. لازم به ذکر است که زاویه حفاری نسبت به قائم بوده و در تمامی نقاط حفاری، مبنای اصلی موقعیت حفاری، شماره ایستگاه است که بر روی زمین با سنگ چین رنگ شده مشاهده می شود:

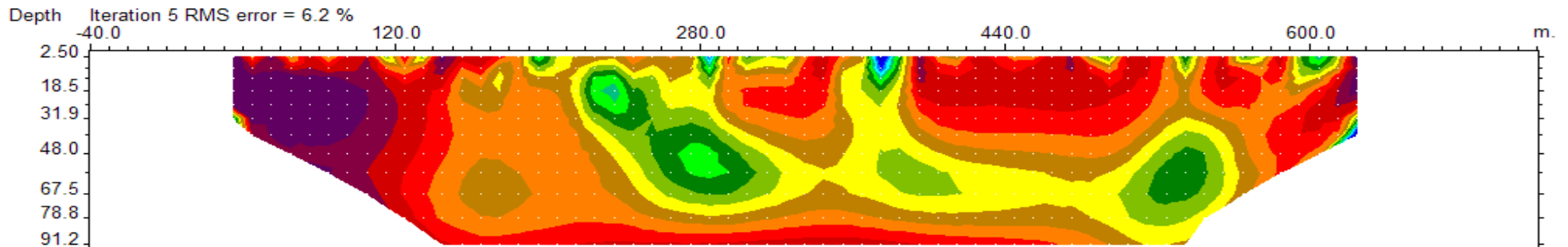
شماره مقطع	زاویه	آزیموت (درجه)	عمق حفاری	ایستگاه	y	x	نام
DD3	۱۰	۴۵	۱۰۰ متر	۲۴۰	۳۵۸۵۱۵۰	۷۰۴۷۴۲	BH3



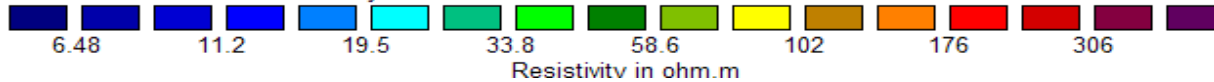
Measured Apparent Resistivity Pseudosection



Calculated Apparent Resistivity Pseudosection

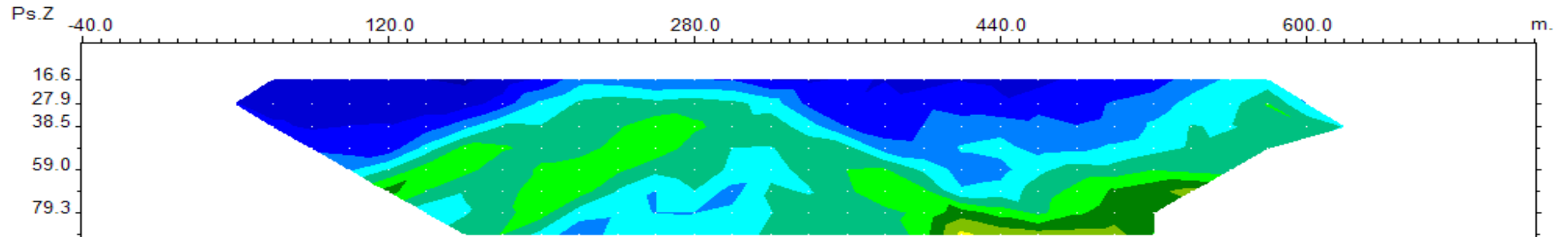


Inverse Model Resistivity Section

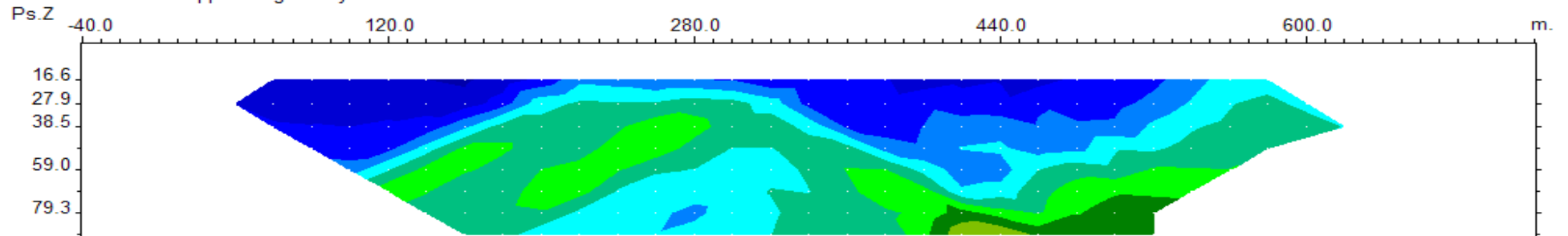


Unit electrode spacing is 10.0 m.

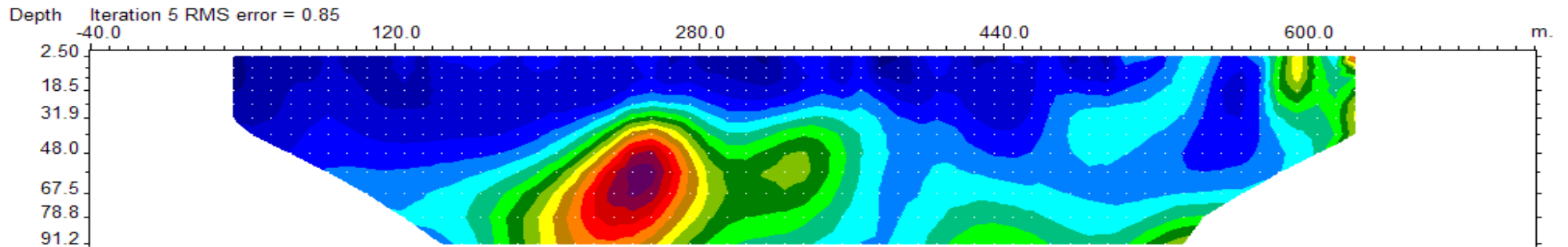
نقشه ۴ الف. شبه مقاطع مقاومت ویژه به همراه مدل، مقطع شماره سه



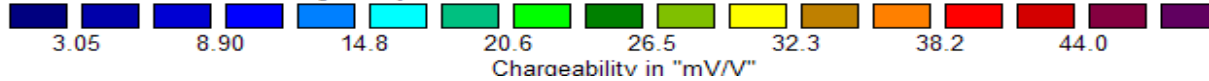
Measured App. Chargeability Pseudosection



Calculated App. Chargeability Pseudosection

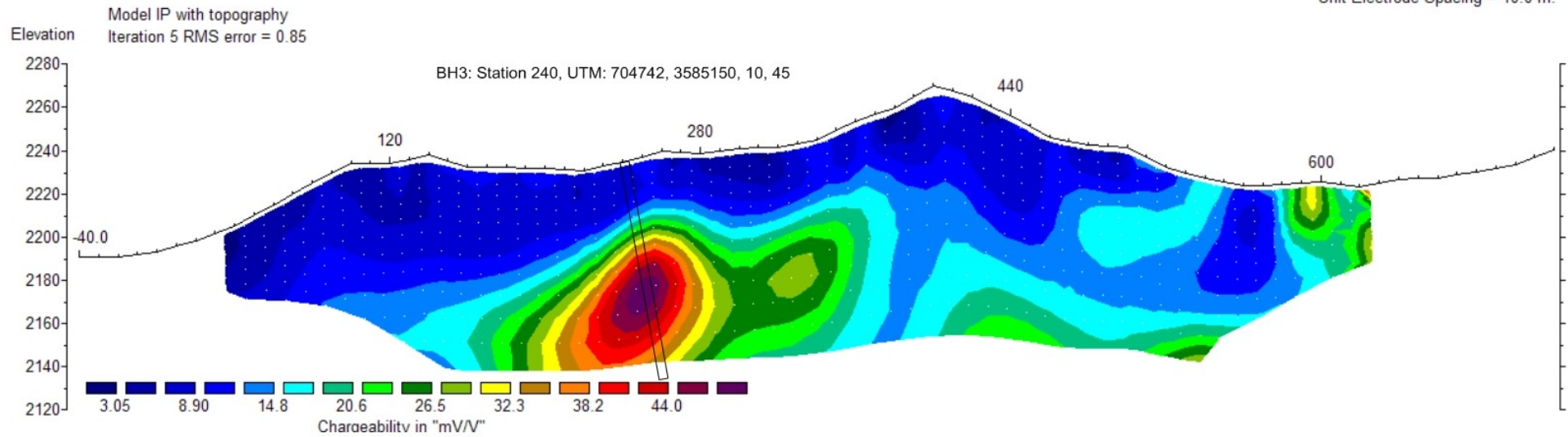
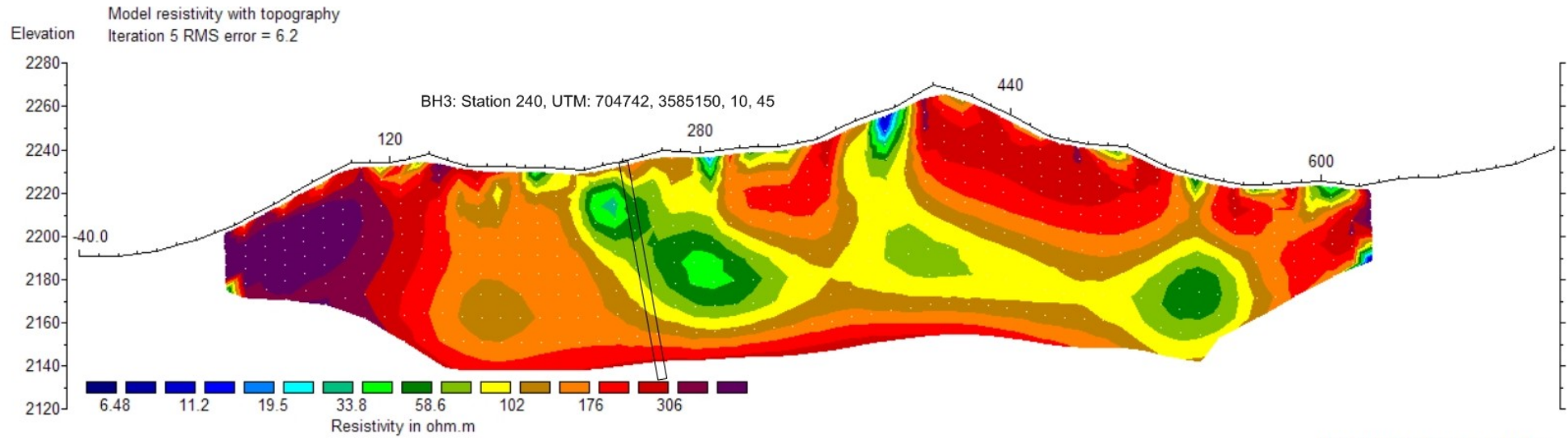


Inverse Model Chargeability Section



Unit electrode spacing is 10.0 m.

نقشه ۴ ب. شبه مقطع شارژ بیلیته به همراه مدل، مقطع شماره سه



نقشه ۴. نقشه مدل سازی بارپذیری و مقاومت ویژه با اعمال تصحیح توپوگرافی، مقطع شماره سه

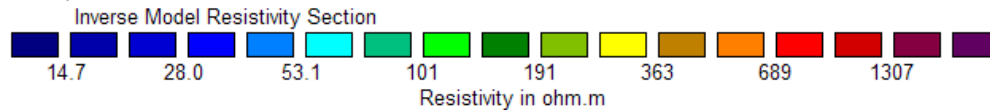
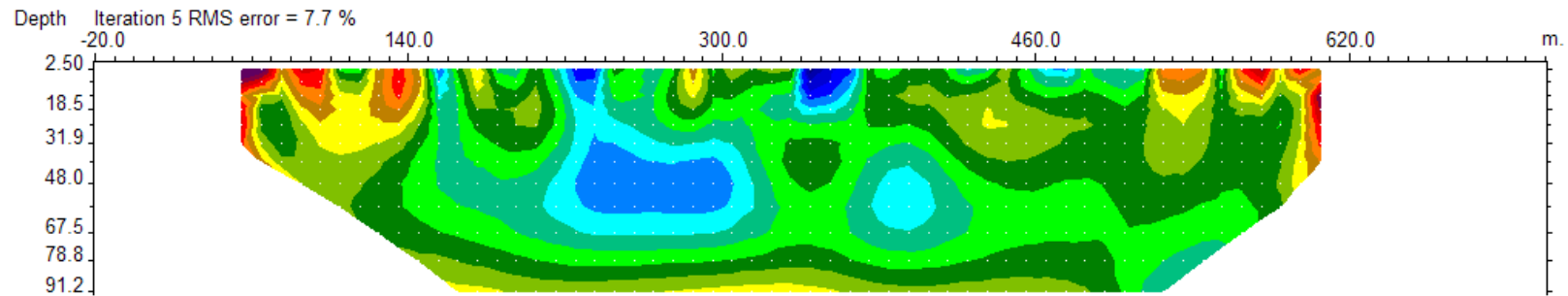
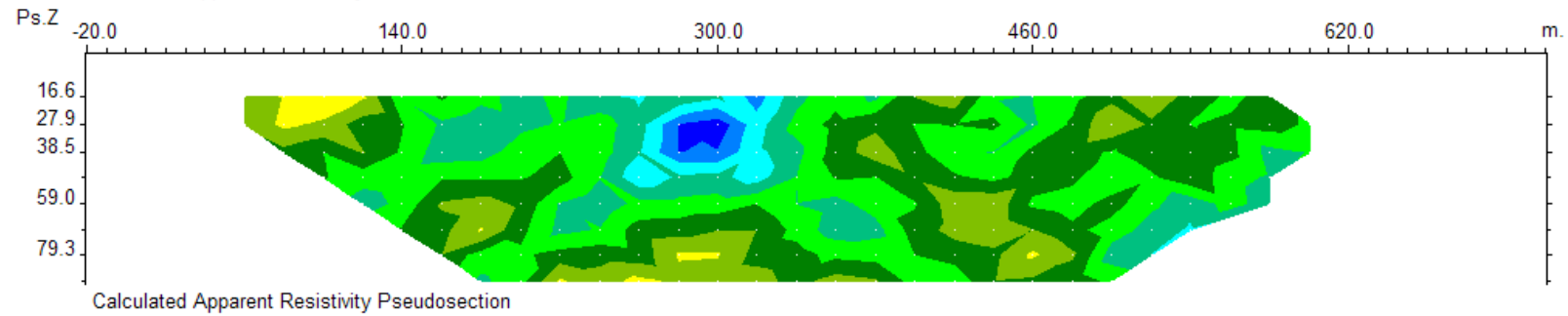
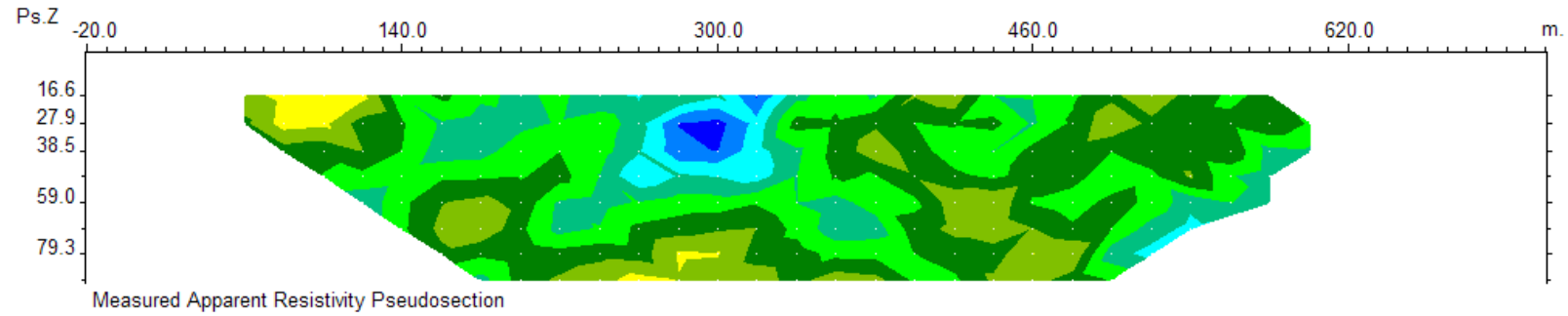
۳-۱-۴- بررسی مقطع شماره چهار

این مقطع با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و پرش ۲۰ الکترو دپتانسیل و جریان به ترتیب ۴۰ و ۲۰ متر با آرایه دو قطبی - دو قطبی به منظور بررسی گسترش در عمق توده معدنی، برداشت شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۵ تا ۳۴ میلی ولت بر ولت و ۳۳ تا ۳۶۳ اهم متر می باشد. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوطه با نرم افزار $Res2Dinv$ تهیه شده و ابتدا نقشه مدل مقاومت ویژه به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع حاصل از مدل (نقشه شماره ۵ الف) و سپس نقشه مدل بارپذیری به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع مدل (نقشه شماره ۵ ب) و در نهایت نقشه مدل سازی شده مقاومت ویژه و بارپذیری با توپوگرافی در نقشه شماره ۵ آمده است.

با توجه به نقشه مدل سازی شده IP ، چهار بی هنجاری با مقدار عددی بارپذیری متوسط به بالا دیده می شود. سه بی هنجاری اول حدفاصل ایستگاههای ۴۴۰ تا ۵۲۰ از عمق ۲۰ متر و ۳۳۰ تا ۳۸۰ از عمق ۴۰ متر و ۲۲۰ تا ۳۰۰ از عمق ۳۰ متر شروع شده و همگی تا عمق بیش از ۱۰۰ متر گسترش دارند. هر سه بی هنجاری به ترتیب دارای ناپیوستگی در عمق تقریبی ۶۰، ۸۰ و ۸۰ متر می باشند. بی هنجاری چهارم حدفاصل ایستگاههای ۱۲۰ تا ۱۶۰ در عمق ۴۰ تا ۸۰ متر قرار دارد بی هنجاری سوم بر محدوده ای با مقاومت ویژه زیر ۱۰۰ اهم متر منطبق می باشد که می تواند از نظر وسعت کانه زایی نسبت به دیگر بی هنجاری ها حائز اهمیت باشد. دیگر بی هنجاری ها بر محدوده ای با مقاومت ویژه ۱۰۰ تا ۲۰۰ اهم متر قرار می گیرند.

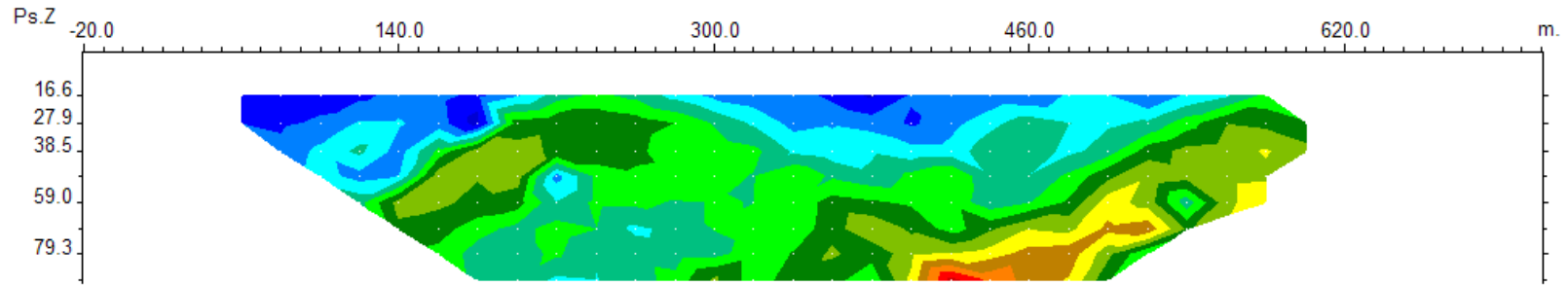
با توجه اینکه بر روی بی هنجاری های دوم و سوم در مقاطع پیشین حفاری پیشنهاد شده، در این مقطع تنها بر روی بی هنجاری اول جهت بررسی بیشتر آن حفاری داده شده است. لازم به ذکر است که زاویه حفاری نسبت به قائم بوده و در تمامی نقاط حفاری، مبنای اصلی موقعیت حفاری، شماره ایستگاه است که بر روی زمین با سنگ چین رنگ شده مشاهده می شود:

شماره مقطع	زاویه	آزیموت (درجه)	عمق حفاری	ایستگاه	y	x	نام
DD4	۱۰	۴۵	حداقل ۱۲۰ متر	۴۷۰	۳۵۸۵۲۸۷	۷۰۴۹۳۰	BH4

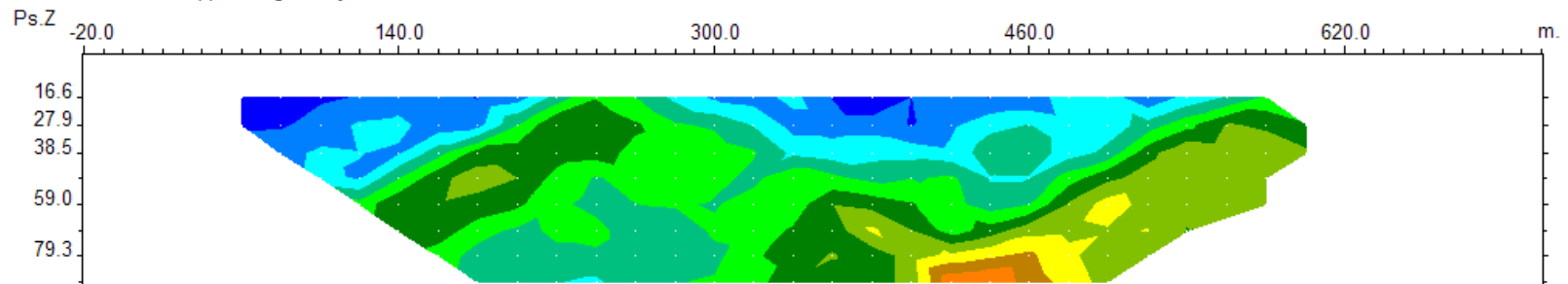


Unit electrode spacing is 10.0 m.

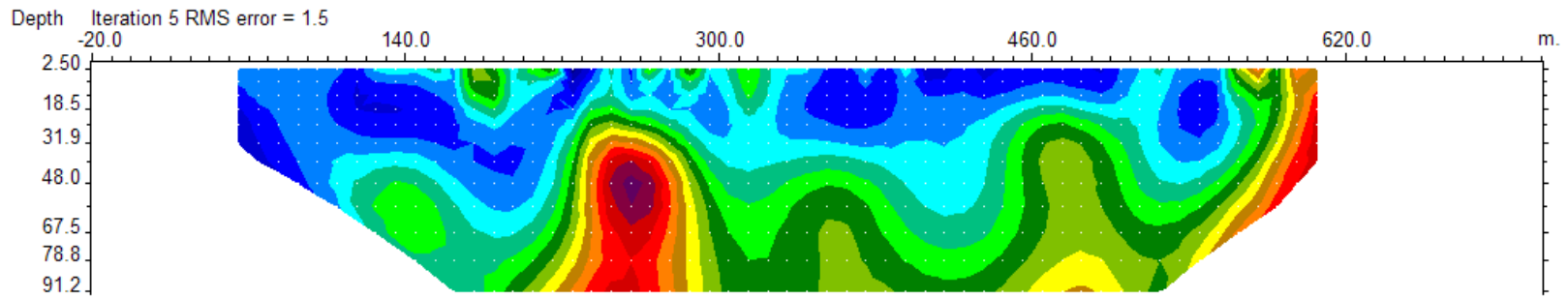
نقشه ۵ الف. شبه مقاطع مقاومت ویژه به همراه مدل، مقطع شماره چهار



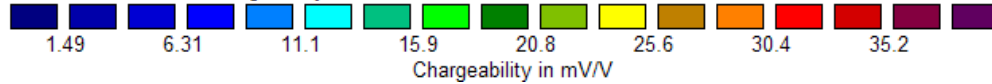
Measured App. Chargeability Pseudosection



Calculated App. Chargeability Pseudosection

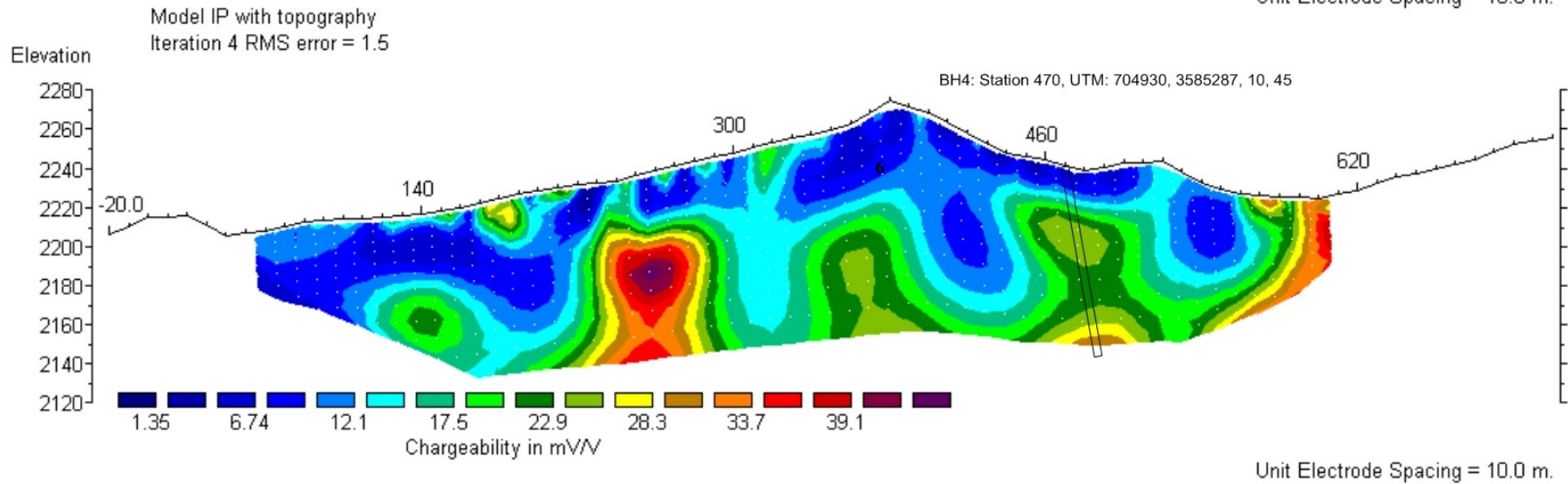
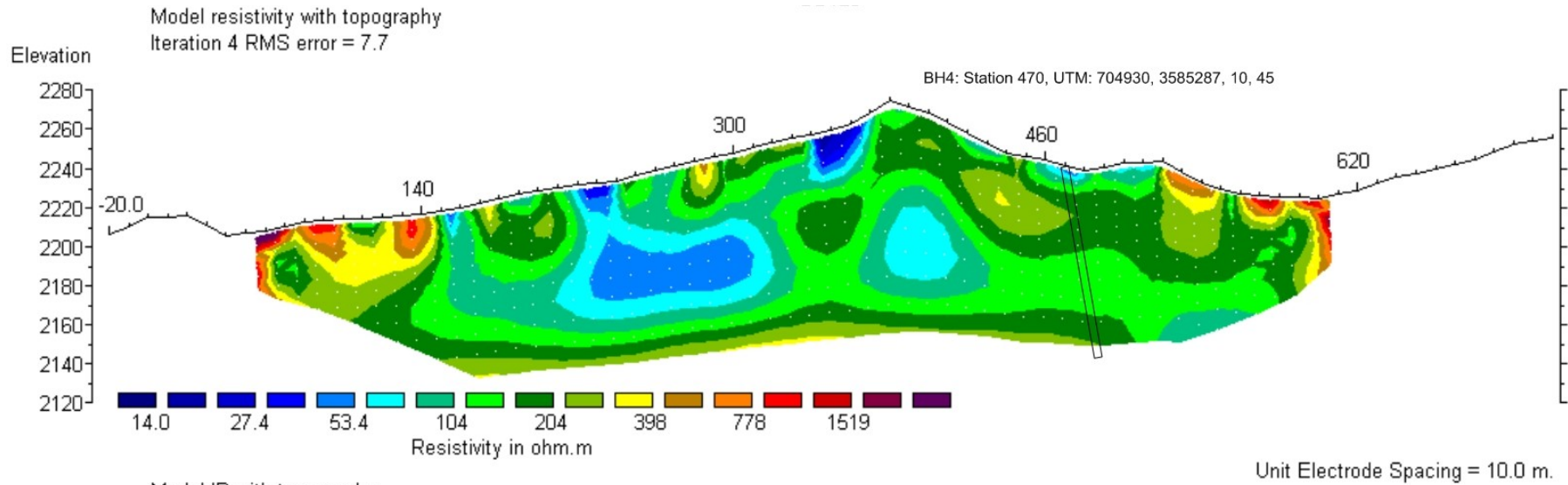


Inverse Model Chargeability Section



Unit electrode spacing is 10.0 m.

نقشه ۵ ب. شبه مقاطع بارپذیری به همراه مدل، مقطع شماره چهار



نقشه ۵. مقاطع مدل سازی شارژ پذیری و مقاومت ویژه الکتریکی، مقطع شماره چهار

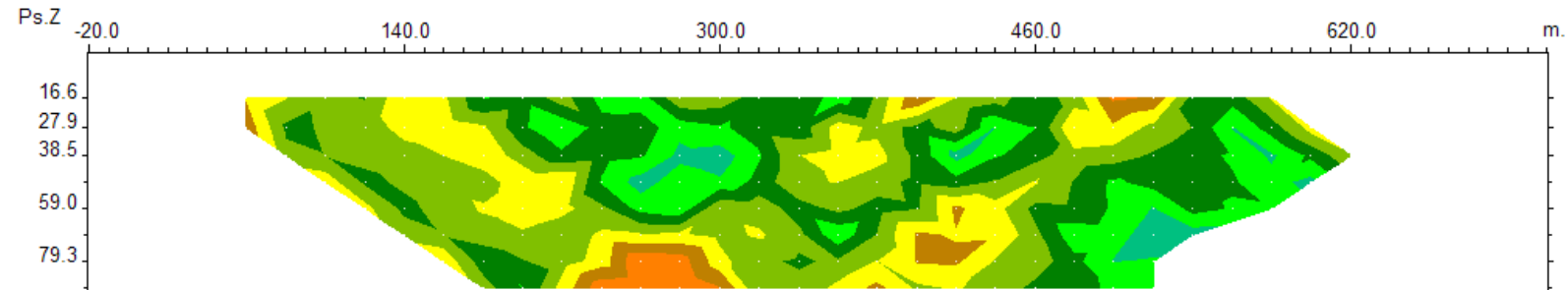
۳-۱-۵- بررسی مقطع شماره پنج

این مقطع با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و پرش الکترو دپتانسیل و جریان به ترتیب ۴۰ و ۲۰ متر با آرایه دو قطبی - دو قطبی به منظور بررسی گسترش توده معدنی در عمق، برداشت گردید. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۷/۵ تا ۳۹ میلی ولت بر ولت و ۶۱ تا ۳۹۳ اهم متر می باشد. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوطه با نرم افزار $Res2Dinv$ تهیه شده و ابتدا نقشه مدل مقاومت ویژه به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع حاصل از مدل (نقشه شماره ۶ الف) و سپس نقشه مدل بارپذیری به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع مدل (نقشه شماره ۶ ب) و در نهایت نقشه مدل سازی شده مقاومت ویژه و بارپذیری با توپوگرافی در نقشه شماره ۶ آمده است.

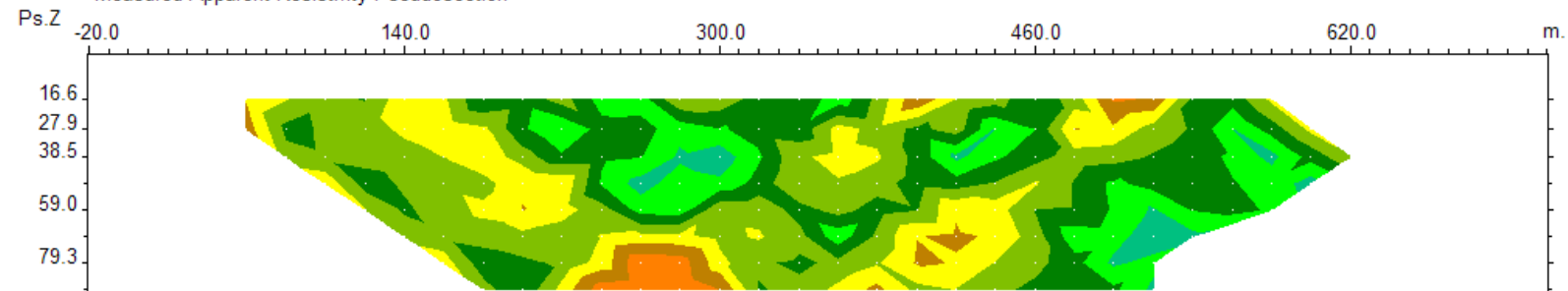
با توجه به نقشه مدل سازی شده IP ، سه بی هنجاری بارپذیری مشاهده می شود. بی هنجاری اول حد فاصل ایستگاههای ۳۰۰ و ۳۸۰ از عمق تقریبی ۳۰ شروع شده و با ناپیوستگی در عمق حدود ۶۰ متر با شدت مقدار بیشتر تا عمق بیش از ۱۰۰ متر در حدود ایستگاههای ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر ادامه می یابد. البته احتمال این که این دو بی هنجاری های جداگانه ای باشند، زیاد است. این بی هنجاری ها بر محدوده ای با مقاومت ویژه ۵۰ تا ۲۰۰ اهم متر قرار می گیرند. بی هنجاری دوم حد فاصل ایستگاههای ۴۸۰ تا ۵۲۰ در عمق ۲۰ تا ۴۰ متر و در ادامه با شدت مقدار عددی بارپذیری بالاتر در عمق ۷۰ تا بیش از ۱۰۰ متر حد فاصل ایستگاههای ۴۰۰ و ۴۸۰ قرار دارد. این بی هنجاری در سطح بر محدوده ای با مقاومت ویژه زیر ۲۰۰ اهم متر و در عمق بالای ۲۰۰ اهم متر منطبق می باشد. بی هنجاری سوم حد فاصل ایستگاههای ۵۶۰ و ۶۲۰ قرار دارد که از سطح شروع شده و با مرکزی در عمق تقریبی ۲۵ متر در زیر ایستگاه ۵۸۰ تا عمق بیش از ۵۰ متر ادامه می یابد و بر محدوده ای با مقاومت ویژه ۱۰۰ تا ۲۰۰ اهم متر منطبق می باشد.

با توجه به موارد ذکر شده، گمانه‌های اکتشافی بر اساس نقشه بارپذیری به ترتیب اولویت به شرح زیر پیشنهاد می‌گردند. لازم به ذکر است که زاویه حفاری نسبت به قائم بوده و در تمامی نقاط حفاری، مبنای اصلی موقعیت حفاری، شماره ایستگاه است که بر روی زمین با سنگ چین رنگ شده مشاهده می‌شود:

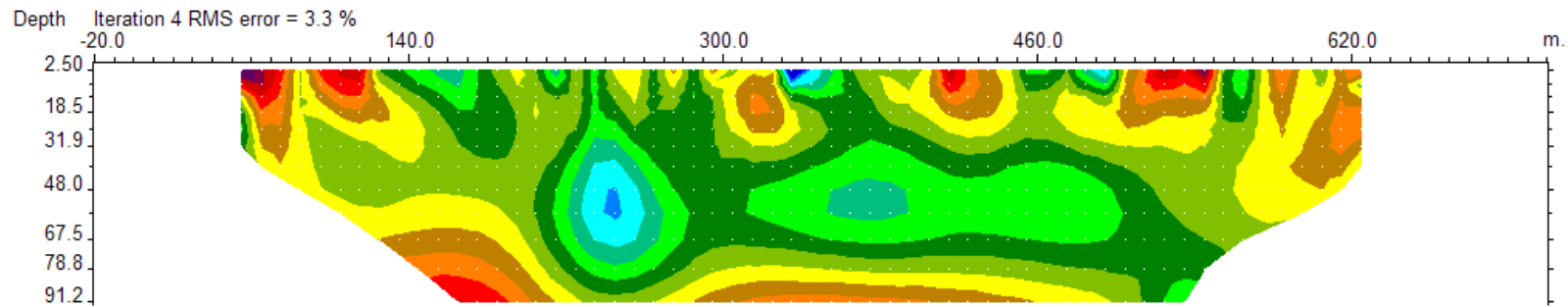
شماره مقطع	زاویه	آزیموت (درجه)	عمق حفاری	ایستگاه	y	X	نام
DD5	۱۰	۲۲۵	حداقل ۱۲۰ متر	۴۶۰	۳۵۸۵۲۵۳	۷۰۴۹۵۳	BH5
DD5	۱۵	۲۲۵	حداقل ۱۲۰ متر	۲۷۰	۳۵۸۵۱۱۵	۷۰۴۸۲۰	BH6



Measured Apparent Resistivity Pseudosection



Calculated Apparent Resistivity Pseudosection

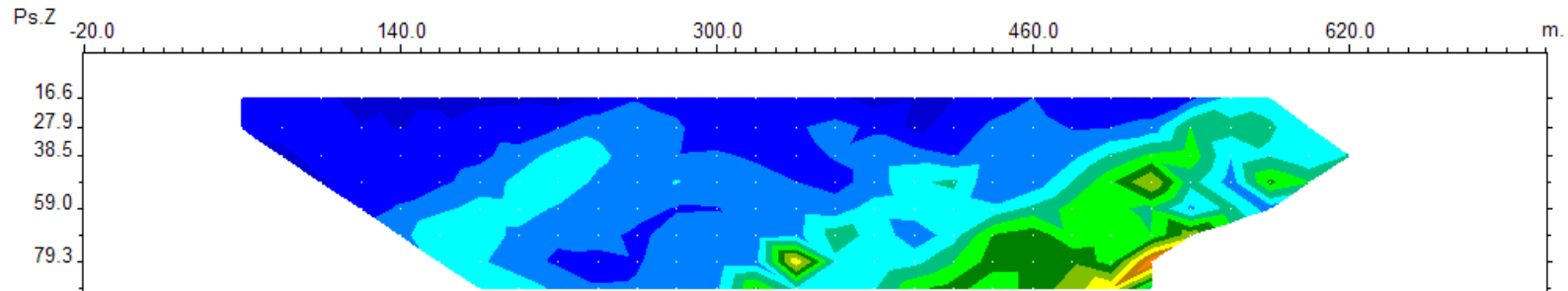


Inverse Model Resistivity Section

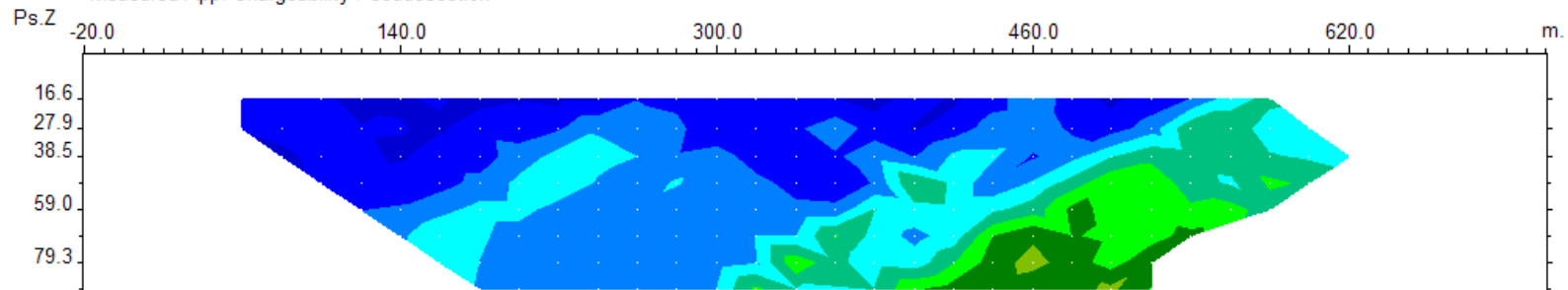


Unit electrode spacing is 10.0 m.

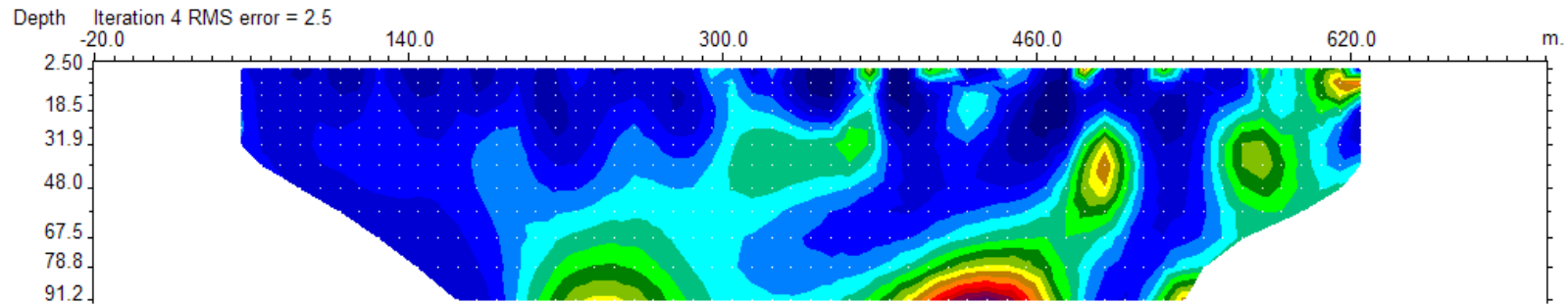
نقشه ۶ الف. شبه مقاطع مقاومت ویژه به همراه مدل، مقطع شماره پنج



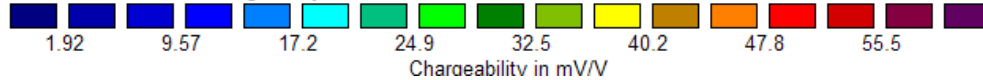
Measured App. Chargeability Pseudosection



Calculated App. Chargeability Pseudosection

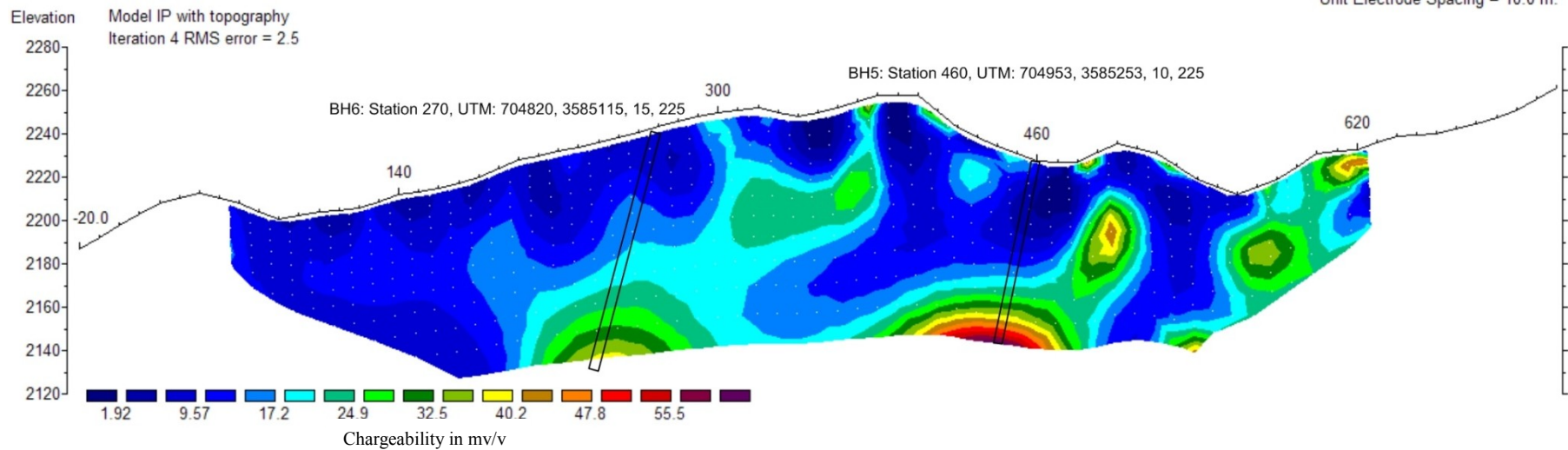
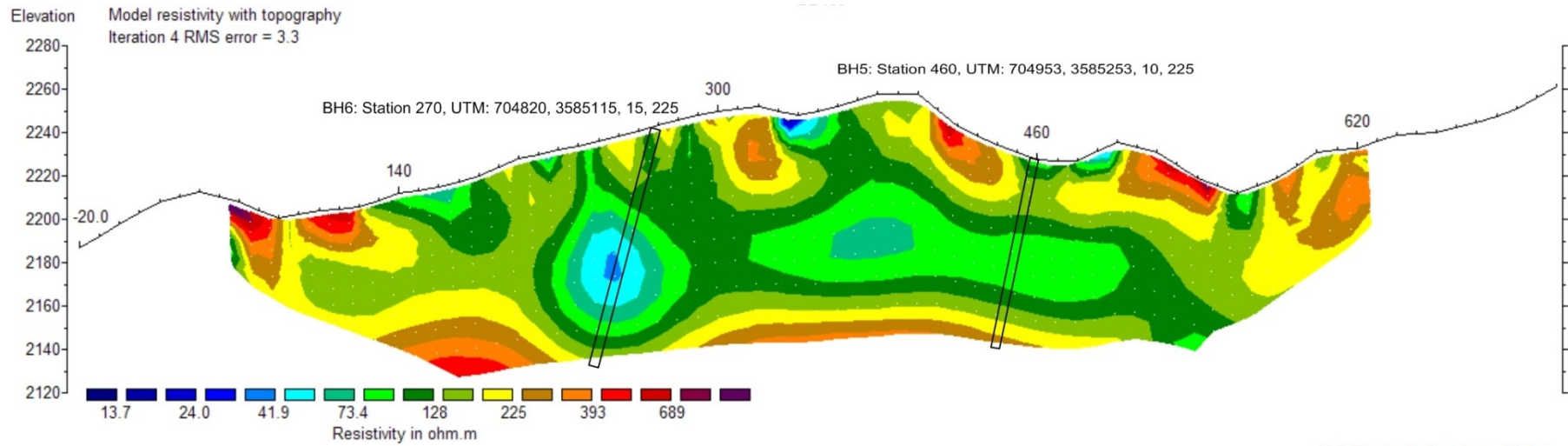


Inverse Model Chargeability Section



Unit electrode spacing is 10.0 m.

نقشه ۶ ب. شبه مقاطع بارپذیری به همراه مدل، مقطع شماره پنج



نقشه ۶. مقاطع مدل سازی بارپذیری و مقاومت ویژه با اعمال تصحیح توپوگرافی، مقطع شماره پنج

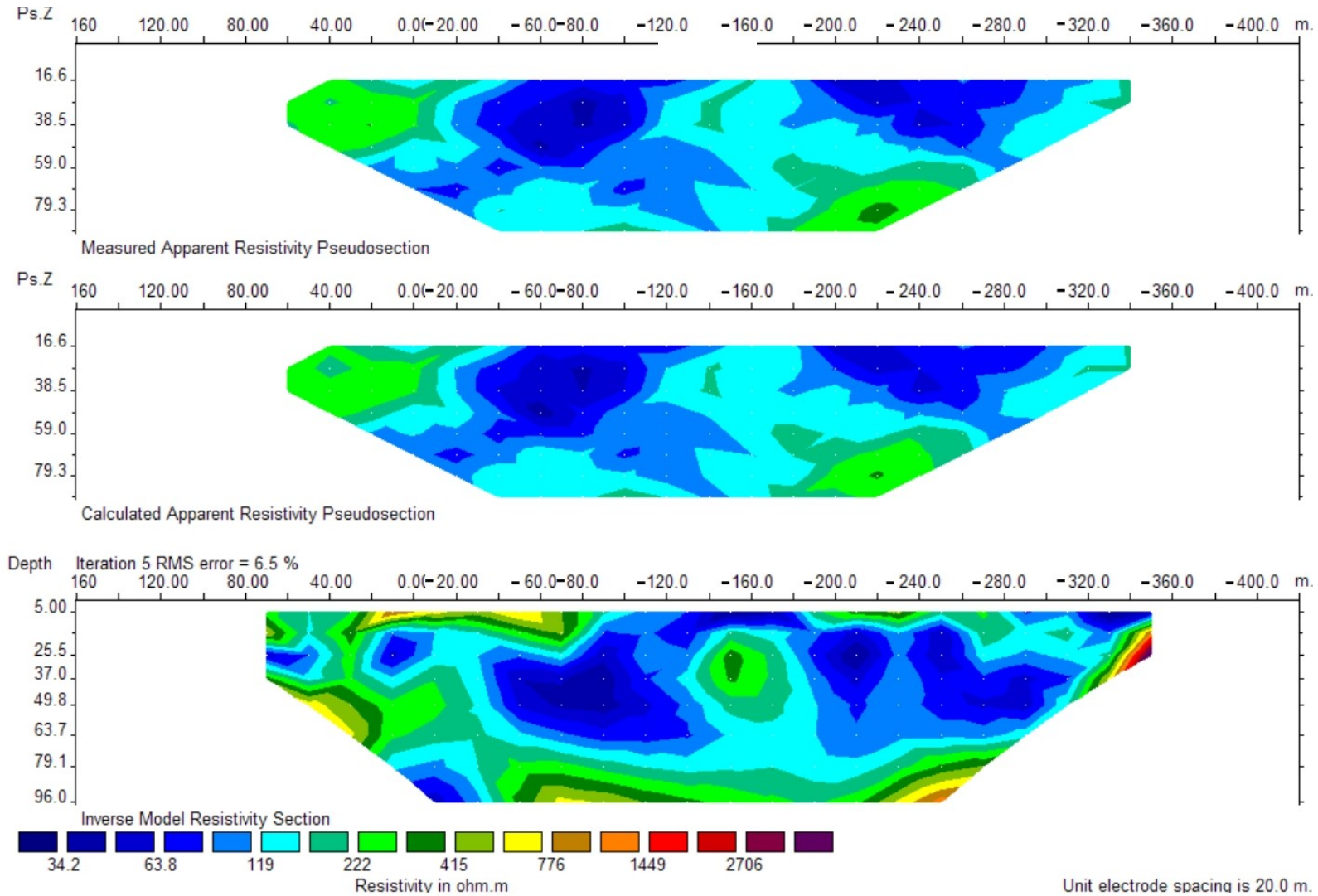
۳-۱-۶- بررسی مقطع شماره ۳ش

این مقطع با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و پرش الکترو دپتانسیل و جریان به ترتیب ۴۰ و ۲۰ متر با آرایه دو قطبی - دو قطبی به منظور بررسی گسترش توده معدنی در عمق و همچنین جهت مدلسازی سه بعدی، برداشت گردید. این مقطع به صورت عمود بر پنج پروفیل قبلی و در امتداد ایستگاه‌های ۳۴۰ پروفیل‌ها برداشت شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۸ تا ۲۵/۵ میلی‌ولت بر ولت و ۴۰ تا ۳۴۰ اهم متر می‌باشد. مقاطع مدلسازی شده $IP \& RS$ مربوطه با نرم افزار $Res2Dinv$ تهیه شده و ابتدا نقشه مدل مقاومت ویژه به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع حاصل از مدل (نقشه شماره ۷ الف) و سپس نقشه مدل بارپذیری به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع مدل (نقشه شماره ۷ ب) و در نهایت نقشه مدل سازی شده مقاومت ویژه و بارپذیری با توپوگرافی در نقشه شماره ۷ آمده است.

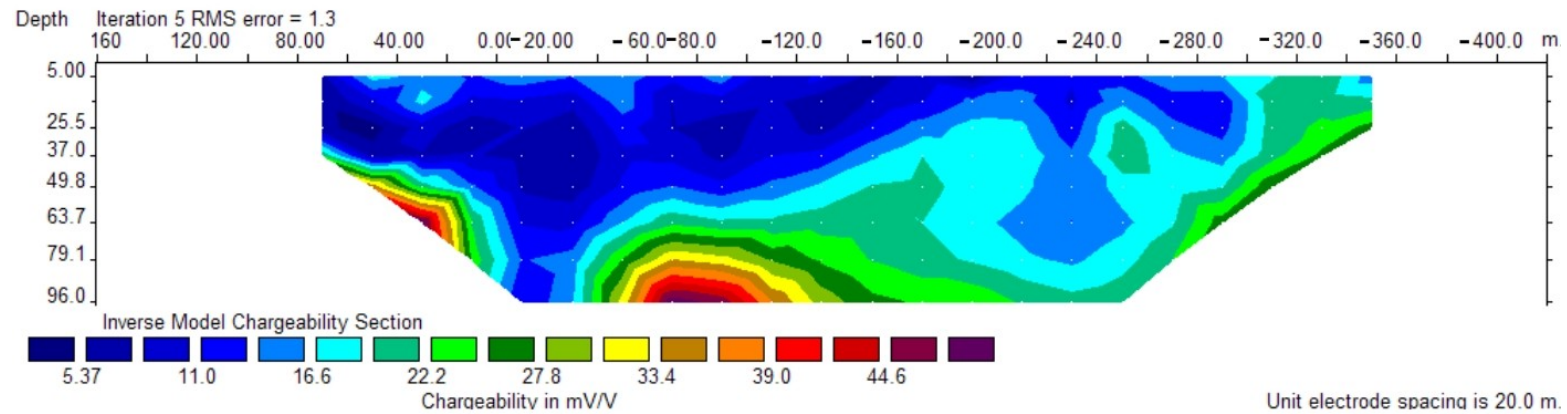
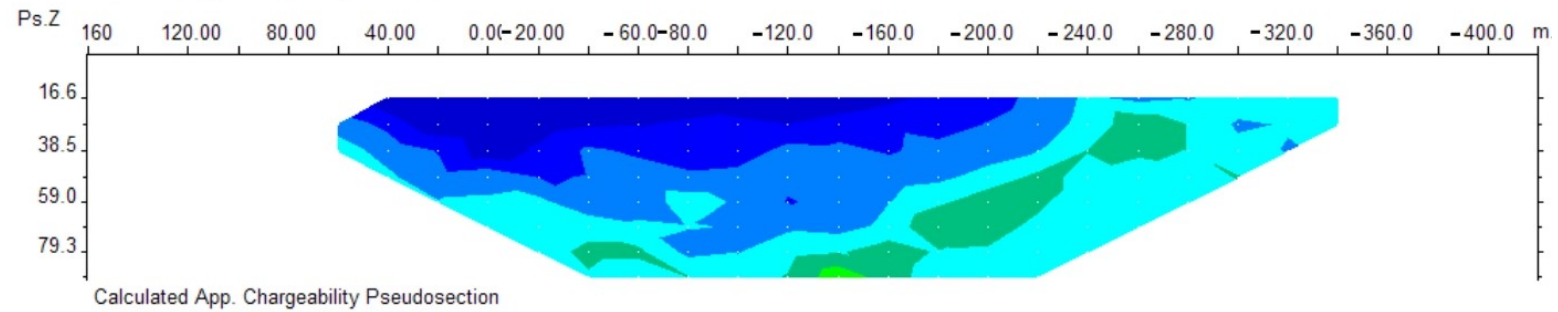
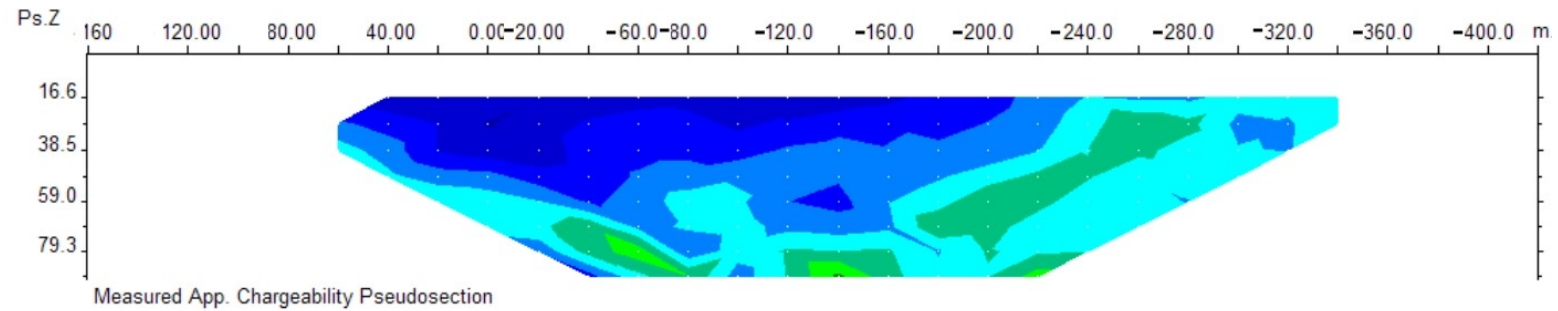
با توجه به نقشه مدلسازی شده IP ، در این مقطع بی‌هنجاری‌هایی حدفاصل ایستگاه‌های ۴۰ تا ۲۰۰- مشاهده می‌شود که در زیر ایستگاه‌های ۱۶۰- تا ۲۰۰- تا عمق ۳۰ متر به سطح نزدیک شده و تا عمق بیش از ۱۰۰ متر در زیر ایستگاه ۴۰- تا ۱۲۰- با شدت مقدار بارپذیری خیلی بالاتر می‌باشد و بر محدوده‌ای با مقاومت ویژه ۲۰۰ در سطح تا ۷۰۰ اهم متر در عمق منطبق می‌باشد. این بی‌هنجاری‌ها تقریباً بر بی‌هنجاری‌های بدست آمده در پنج پروفیل پیشین منطبق می‌باشد. در ابتدا و انتهای مقطع نیز بی‌هنجاری‌هایی مشاهده می‌شود که بر محدوده‌هایی با مقاومت ویژه ۵۰۰ تا ۷۰۰ اهم متر منطبق می‌باشند.

با توجه به موارد ذکر شده، گمانه اکتشافی بر اساس نقشه بارپذیری به شرح زیر پیشنهاد می‌گردد. لازم به ذکر است که زاویه حفاری نسبت به قائم بوده و در تمامی نقاط حفاری، مبنای اصلی موقعیت حفاری، شماره ایستگاه است که بر روی زمین با سنگ‌چین رنگ شده مشاهده می‌شود:

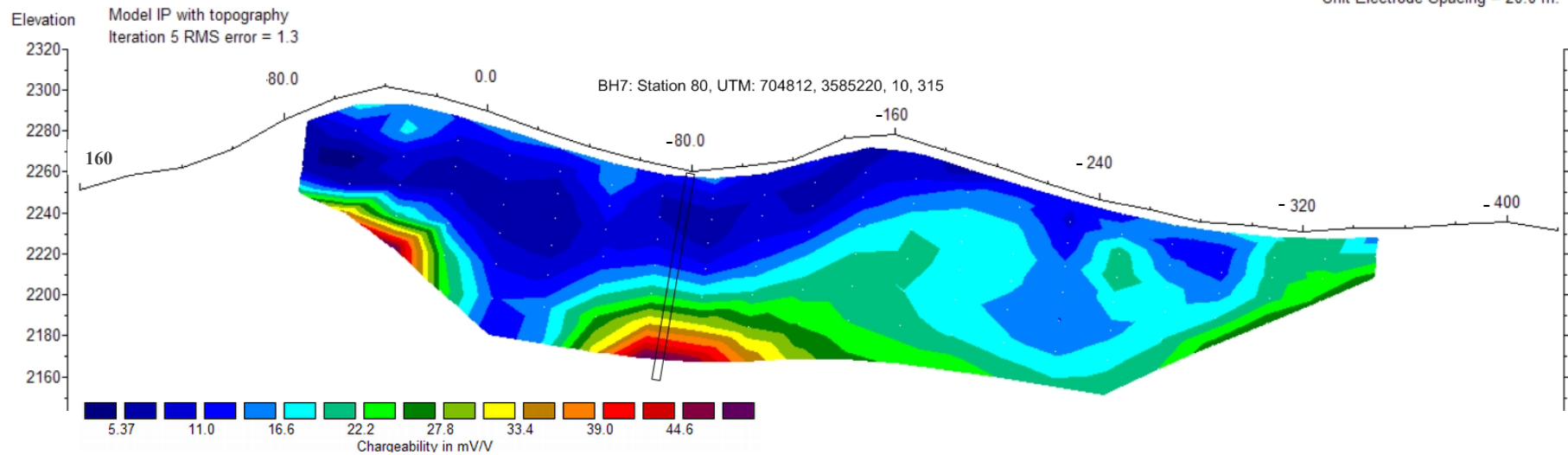
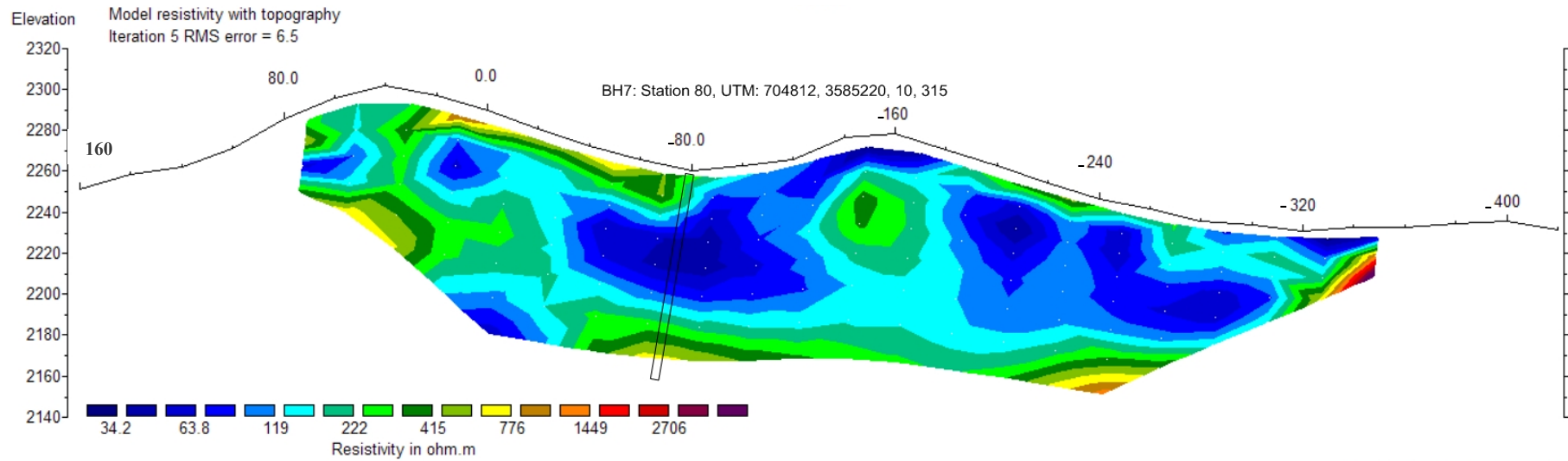
شماره مقطع	زاویه	آزیموت (درجه)	عمق حفاری	ایستگاه	y	x	نام
DD6	۱۰	۳۱۵	حداقل ۱۰۰ متر	-۸۰	۳۵۸۵۲۲۰	۷۰۴۸۱۲	BH7



نقشه ۷ الف. شبه مقاطع مقاومت ویژه به همراه مدل، مقطع شماره شش



نقشه ۷ ب. شبه مقاطع بارپذیری به همراه مدل، مقطع شماره شش



نقشه ۷. مقاطع مدلسازی بارپذیری و مقاومت ویژه با اعمال تصحیح توپوگرافی مقطع شماره شش

۳-۱-۷- بررسی مقطع شماره هفت

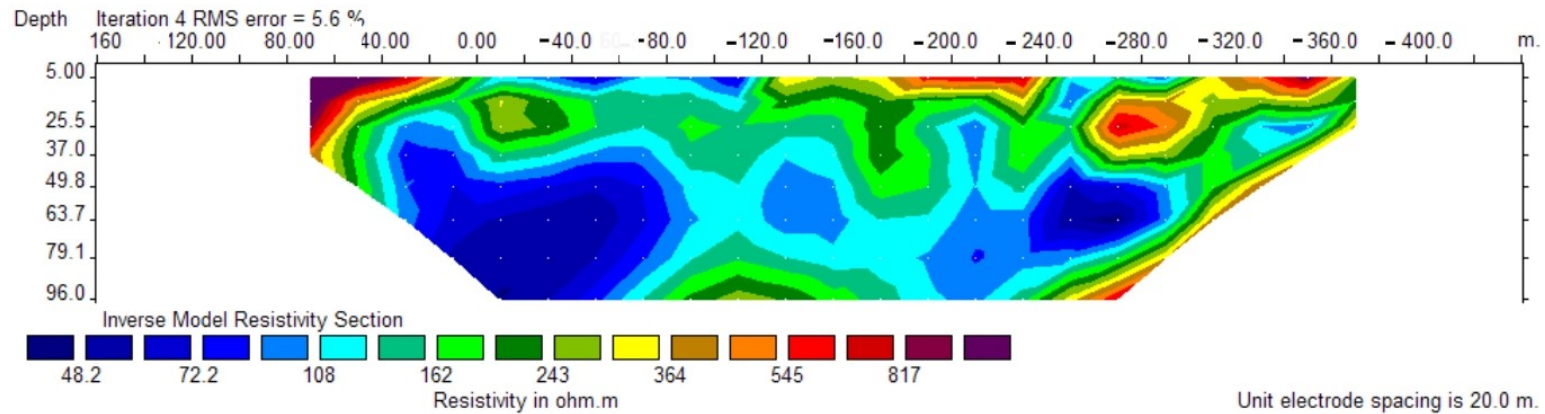
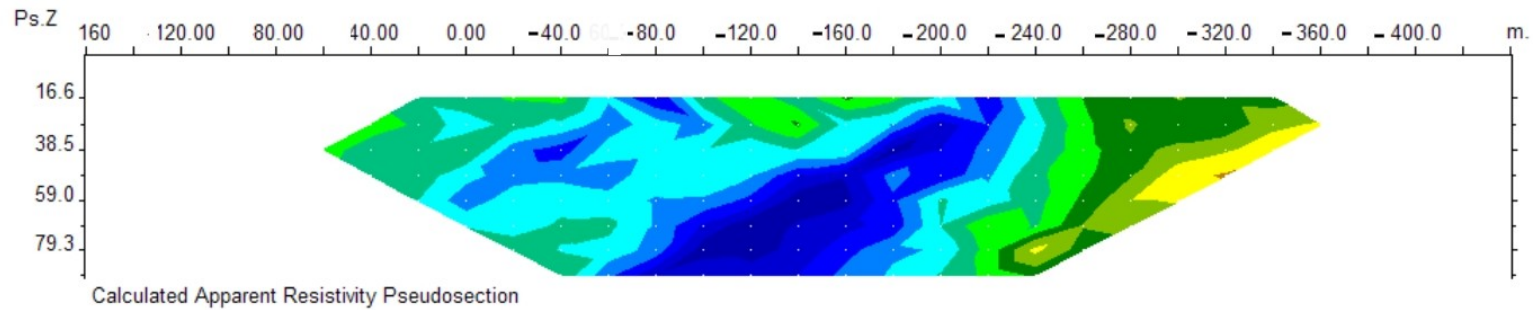
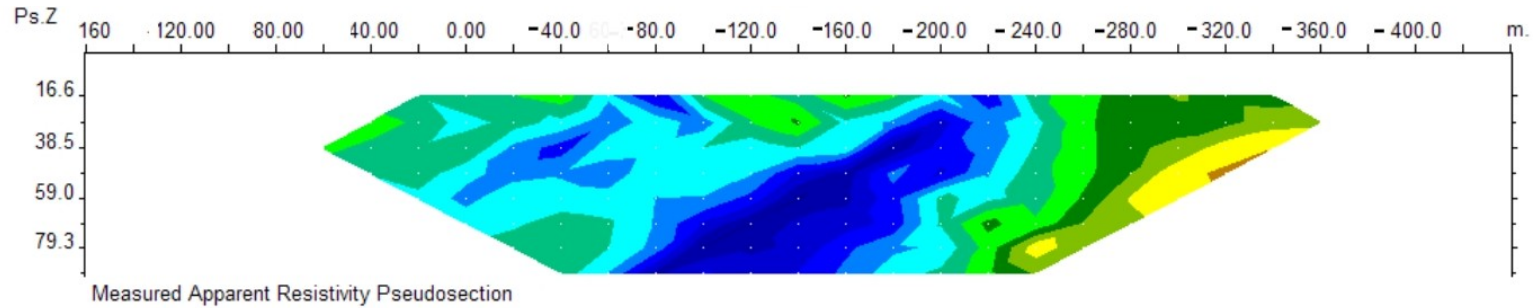
این مقطع با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و پرش الکترو دپتانسیل و جریان به ترتیب ۴۰ و ۲۰ متر با آرایه دو قطبی - دو قطبی به منظور بررسی گسترش توده معدنی در عمق و همچنین جهت مدلسازی سه بعدی، برداشت گردید. این مقطع نیز مانند مقطع پیشین به صورت عمود بر پنج پروفیل اول و در امتداد ایستگاه‌های ۵۴۰ پروفیل‌ها برداشت شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۴ تا ۳۳ میلی ولت بر ولت و ۴۷ تا ۳۷۹ اهم متر می‌باشد. مقاطع مدلسازی شده *IP & RS* مربوطه با نرم افزار *Res2Dinv* تهیه شده و ابتدا نقشه مدل مقاومت ویژه به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع حاصل از مدل (نقشه شماره ۸ الف) و سپس نقشه مدل بارپذیری به همراه شبه مقطع برداشت شده و شبه مقطع مدل (نقشه شماره ۸ ب) و در نهایت نقشه مدل سازی شده مقاومت ویژه و بارپذیری با توپوگرافی در نقشه شماره ۸ آمده است.

در نقشه *IP* دو محدوده بی‌هنجاری با بارپذیری بالا از دیگر نواحی متمایز شده‌اند. اولین بی‌هنجاری حدفاصل ایستگاه‌های ۱۶۰- تا ۳۲۰- در عمق ۴۰ تا ۱۰۰ متر مشاهده می‌شود که به صورت لایه‌ای به موازات سطح و با ضخامت تقریبی ۴۰ متر می‌باشد و دارای ناپوستگی در زیر ایستگاه ۲۶۰- در عمق ۸۰ متری بوده و از ایستگاه ۲۲۰- دارای گسترش به عمق بیش از ۱۰۰ متر نیز می‌باشد. این بی‌هنجاری بر محدوده‌ای با مقاومت ویژه زیر ۱۰۰ اهم متر منطبق می‌باشد که از نظر کانه‌زایی می‌تواند از دیگر نواحی دارای اهمیت بیشتری باشد. این بی‌هنجاری خارج از پنج پروفیل اول و نقشه زمین شناسی تهیه شده از منطقه می‌باشد. بی‌هنجاری که در محدوده پنج پروفیل اول قرار می‌گیرد که به صورت لایه‌ای حدفاصل ایستگاه‌های ۴۰- و ۱۴۰- دیده می‌شود و در زیر ایستگاه ۶۰- دارای گسترش به عمق بیش از ۱۰۰ متر بوده و احتمالاً تا زیر ایستگاه صفر نیز ادامه می‌یابد. این بی‌هنجاری نسبت به بی‌هنجاری اول دارای شدت مقدار بارپذیری کمتری است. مرکز بی‌هنجاری در زیر ایستگاه ۸۰- در عمق ۲۰ تا ۸۰ متر قرار دارد. بی‌هنجاری مورد نظر بر محدوده‌ای با مقاومت ویژه زیر ۱۰۰

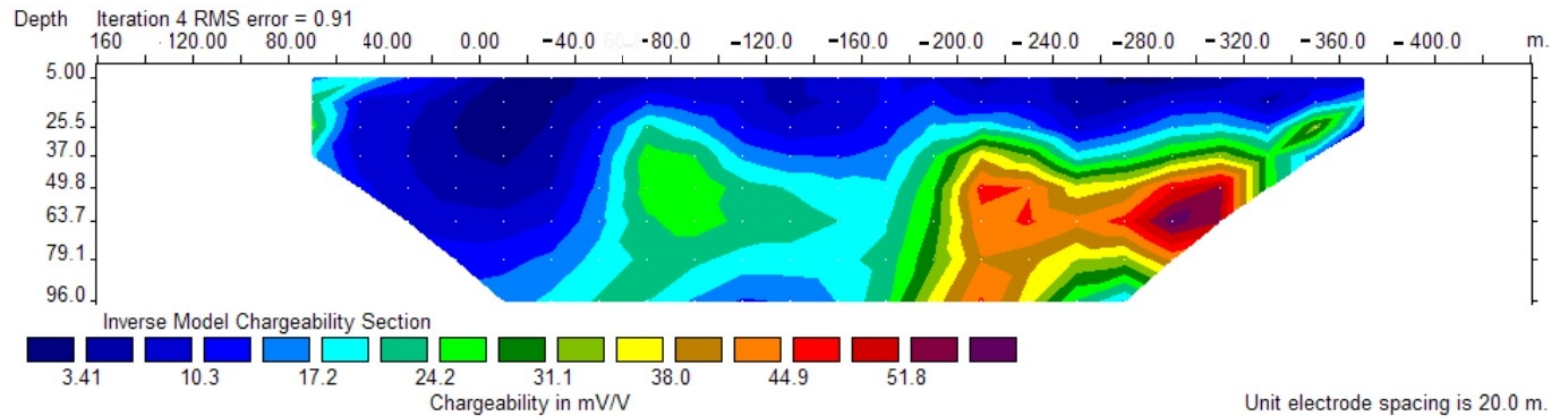
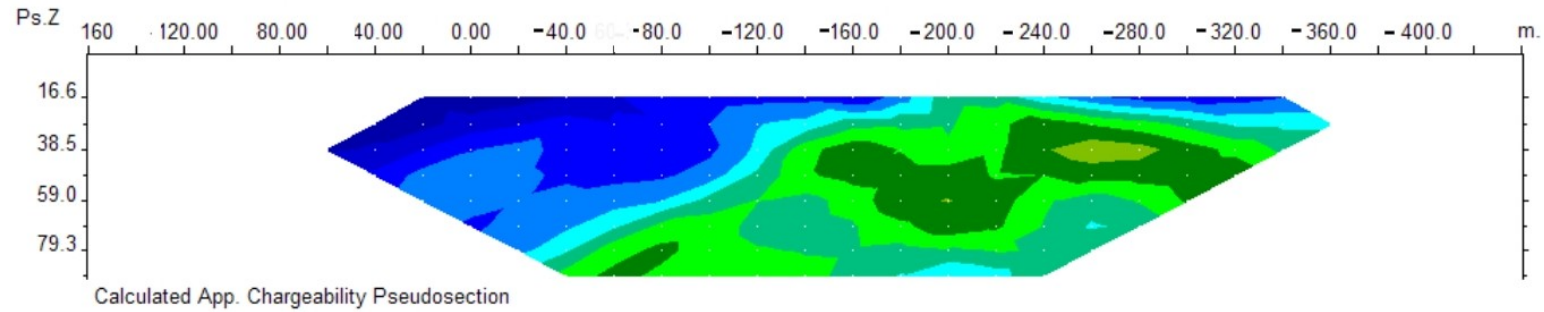
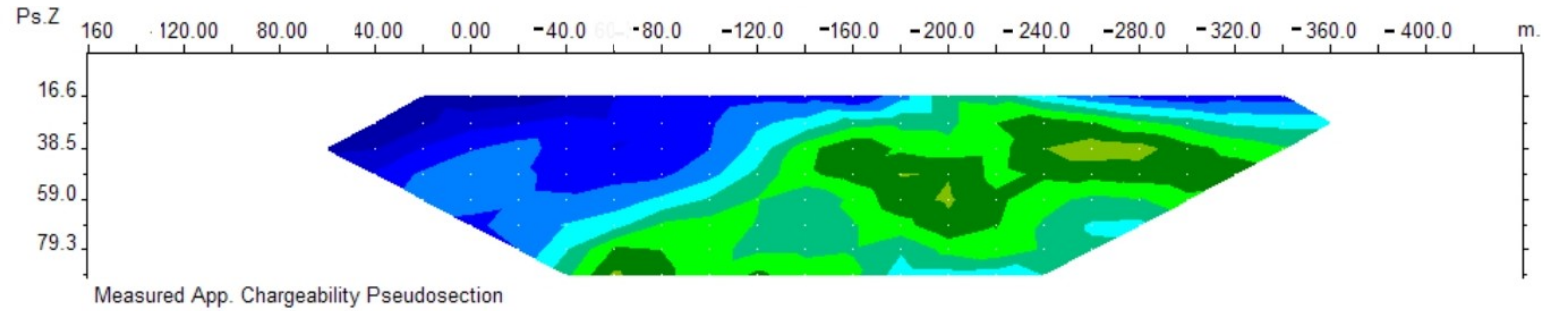
اهم متر قرار گرفته که از نظر کانه‌زایی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. بی‌هنجاری‌ها در این مقطع انطباق خوبی با بی‌هنجاری‌هایی بدست آمده در پنج پروفیل اول دارد.

با توجه به موارد ذکر شده، گمانه‌های اکتشافی بر اساس نقشه بارپذیری به ترتیب اولویت به شرح زیر پیشنهاد می‌گردند. لازم به ذکر است که زاویه حفاری نسبت به قائم بوده و در تمامی نقاط حفاری، مبنای اصلی موقعیت حفاری، شماره ایستگاه است که بر روی زمین با سنگ چین رنگ شده مشاهده می‌شود:

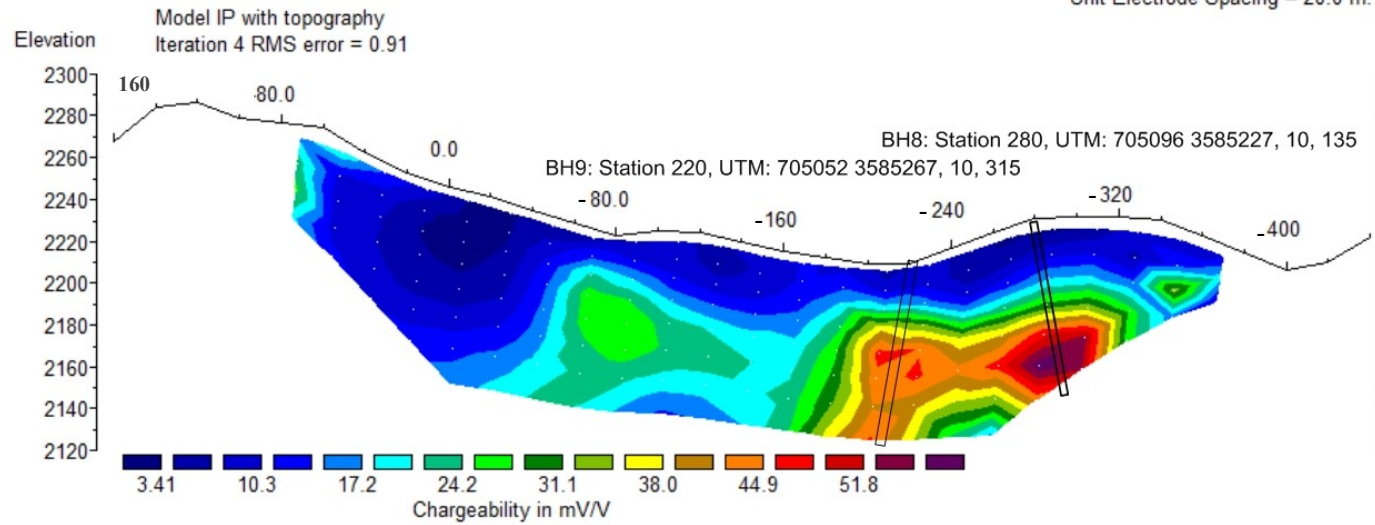
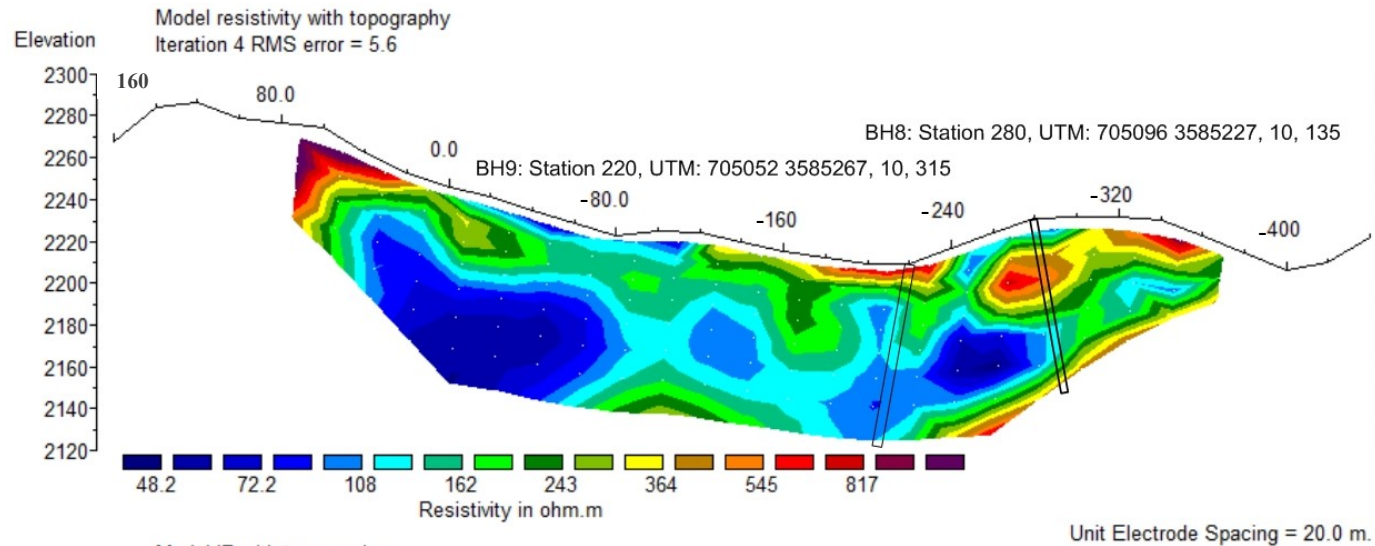
شماره مقطع	زاویه	آزیمو	عمق حفاری	ایستگاه	Y	X	نام
DD7	۱۰	۱۳۵	۱۰۰ متر	-۲۸۰	۳۵۸۵۲۲۷	۷۰۵۰۹۶	BH8
DD7	۱۰	۳۱۵	حداقل ۱۱۰ متر	-۲۲۰	۳۵۸۵۲۶۷	۷۰۵۰۵۲	BH9



نقشه ۸ الف. شبه مقاطع مقاومت ویژه به همراه مدل، مقطع شماره هفت



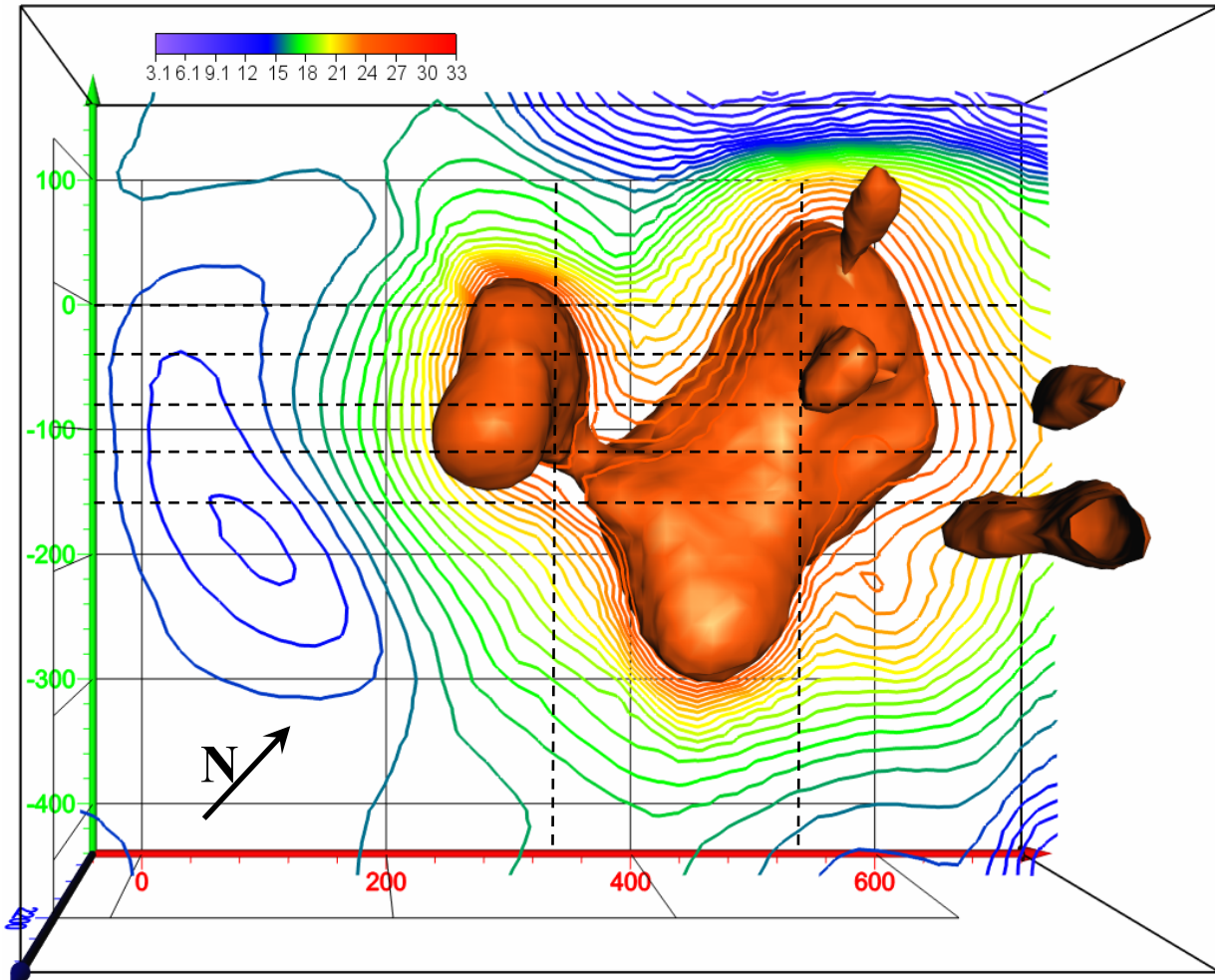
نقشه ۸ ب. شبه مقاطع بارپذیری به همراه مدل، مقطع شماره هفت



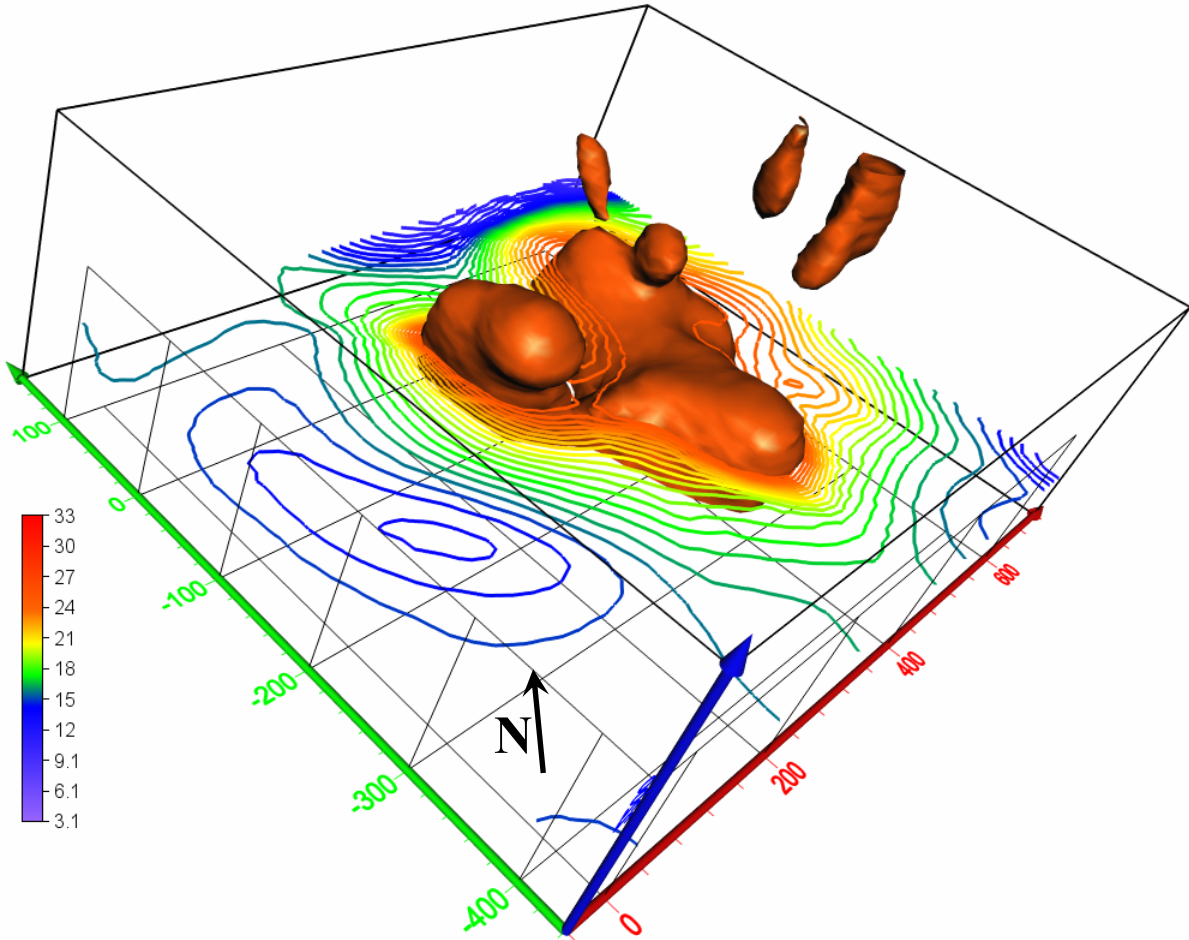
نقشه ۸. مقاطع مدل سازی بارپذیری و مقاومت ویژه با اعمال تصحیح توپوگرافی، مقطع شماره هفت

۳-۲- بررسی نتایج مدل سازی سه بعدی

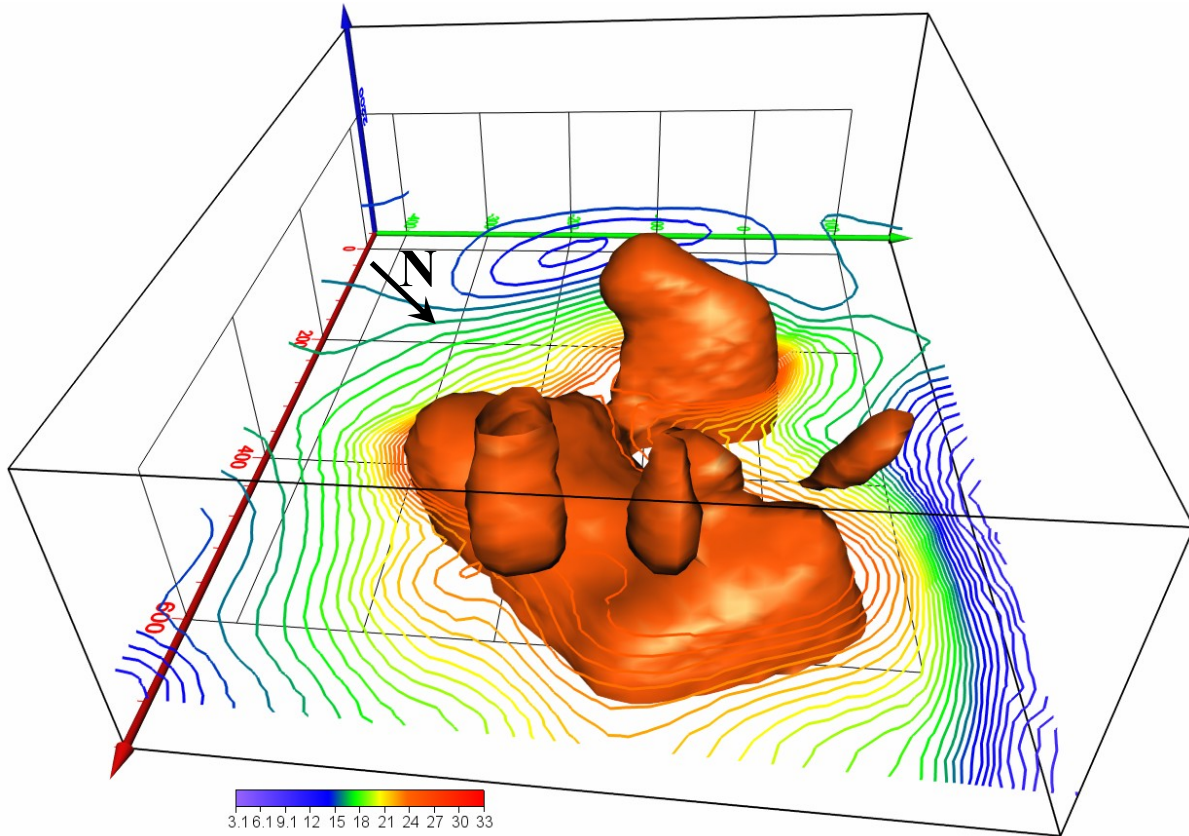
در اینجا تصویر مدل سه بعدی از بی‌هنجاری‌های حاصل از داده‌های هفت پروفیل که با نرم‌افزار *Res3Dinv* تهیه و با نرم‌افزار *Voxler* نمایش داده شده است را بررسی می‌کنیم. لازم به ذکر است که نتایج این بخش برای داشتن یک دید کلی از بی‌هنجاری‌های منطقه است و در صورت نیاز به داشتن مدل‌های دقیق، باید داده‌ها به صورت سه‌بعدی برداشت گردند که این کار با صرف هزینه و وقت زیاد ممکن خواهد بود. تصاویر شماره‌های ۹، ۱۰ و ۱۱ مدل سه‌بعدی بارپذیری محدوده مورد مطالعه را از زوایای متفاوت نشان می‌دهند. و تصویرهای شماره ۸ و ۹ مدل سه‌بعدی بارپذیری به همراه مدل سه‌بعدی مقاومت ویژه با دو زاویه دید متفاوت را نشان می‌دهند. در تصویر شماره ۷ چنانچه دیده می‌شود نواحی با بارپذیری متوسط به بالا (۹ میلی ولت بر ولت به بالا) اغلب از مرکز پروفیل به سمت شمال دیده می‌شوند که در پروفیل‌های ۲ و ۶ این بی‌هنجاری‌ها مشاهده نمی‌شوند که ممکن است به دلیل عمیق‌تر شدن بی‌هنجاری (خارج از عمق مدل‌سازی که ۴۵ متر است) و یا به دلیل وسعت کم و پراکنندگی بی‌هنجاری‌های بارپذیری باشد. در دو تصویر بعدی مشاهده می‌شود که بی‌هنجاری‌های بارپذیری بر محدوده‌هایی با مقاومت ویژه متوسط به بالا (۶۰۰ اهم متر) قرار می‌گیرند.



تصویر شماره ۹. مدل سه بعدی بی هنجاری بارپذیری دید از جنوب شرق به شمال غرب
(خطوط خط چین موقعیت پروفیل های برداشت را نشان می دهند).



تصویر شماره ۱۰. مدل سه بعدی بی هنجاری بارپذیری دید از جنوب به شمال



تصویر شماره ۱۱. مدل سه بعدی بی‌هنجاری بارپذیری دید از شمال شرق به جنوب غرب

۴- نتیجه گیری و پیشنهادات

در منطقه مورد مطالعه هفت مقطع دوقطبی - دوقطبی بر روی زون کانه‌زا که در سنگ‌های ولکانیکی مشاهده شده است، برداشت گردید. با توجه به زمین‌شناسی منطقه و اینکه زون کانه‌زا همراه با پیریت می‌باشد، انتظار می‌رود که موقعیت نواحی کانه‌زا در نقشه IP متناظر با بارپذیری بالا و در نقشه مقاومت الکتریکی منطبق بر نواحی با مقاومت ویژه بالا باشند.

با توجه به اطلاعات بدست آمده از مقاطع مدل‌سازی شده و زمین‌شناسی منطقه (تصویر شماره ۴) بطور کلی بی‌هنجاری بارپذیری در حواشه گسل اصلی و در بعضی موارد در گسل‌های فرعی دیده می‌شود که در بعضی نواحی از وسعت آن کاسته می‌شود. این بی‌هنجاری‌ها اغلب بر محدوده‌هایی با مقاومت ویژه تقریباً بالا

منطبق بوده و در محدوده سنگ‌های ولکانیکی قرار می‌گیرند. تجمع محدوده‌های بی‌هنجاری بارپذیری بیشتر از مرکز پروفیل به طرف شمال می‌باشد. عمق اکثر بی‌هنجاری‌های بدست آمده در حدود ۳۵ تا ۴۰ متر است و گسترش به عمق بیش از ۴۵ متر در اغلب آنها مشاهده می‌شود که به منظور تعیین دقیق عمق آنها، برداشت ژئوفیزیک با فواصل الکترودی بیشتر توصیه می‌گردد. حداقل وسعت بی‌هنجاری بارپذیری در پروفیل‌های ۲ و ۶ و حداکثر وسعت بی‌هنجاری بارپذیری در پروفیل‌های ۱، ۳، ۴ و ۵ دیده می‌شود. بی‌هنجاری بارپذیری به سمت شمال شرق و شمال غرب محدوده برداشت شده گسترش دارد و ادامه عملیات ژئوفیزیک پس از عملیات حفاری و بررسی نتایج آن، پیشنهاد می‌گردد.

با توجه به مطالعات ژئوفیزیک، گمانه‌های اکتشافی در صورت تایید زمین‌شناس محترم به شرح زیر

پیشنهاد می‌گردند (زاویه حفاری نسبت به قائم می‌باشد):

شماره مقطع	زاویه	آزیموت (درجه)	عمق حفاری	ایستگاه	y	x	نام
DD1	۱۵	۲۲۵	حداقل ۱۲۰ متر	۲۸۰	۳۵۸۵۲۳۳	۷۰۴۷۱۳	BH1
DD2	۱۵	۴۵	حداقل ۱۲۰ متر	۳۰۰	۳۵۸۵۲۲۰	۷۰۴۷۵۵	BH2
DD3	۱۰	۴۵	۱۰۰ متر	۲۴۰	۳۵۸۵۱۵۰	۷۰۴۷۴۲	BH3
DD4	۱۰	۴۵	حداقل ۱۲۰ متر	۴۷۰	۳۵۸۵۲۸۷	۷۰۴۹۳۰	BH4
DD5	۱۰	۲۲۵	حداقل ۱۲۰ متر	۴۶۰	۳۵۸۵۲۵۳	۷۰۴۹۵۳	BH5
DD5	۱۵	۲۲۵	حداقل ۱۲۰ متر	۲۷۰	۳۵۸۵۱۱۵	۷۰۴۸۲۰	BH6
DD6	۱۰	۳۱۵	حداقل ۱۰۰ متر	-۸۰	۳۵۸۵۲۲۰	۷۰۴۸۱۲	BH7
DD7	۱۰	۱۳۵	۱۰۰ متر	-۲۸۰	۳۵۸۵۲۲۷	۷۰۵۰۹۶	BH8
DD7	۱۰	۳۱۵	حداقل ۱۱۰ متر	-۲۲۰	۳۵۸۵۲۶۷	۷۰۵۰۵۲	BH9

۵- تشکر و قدردانی

در اینجا بر خود لازم می‌دانم از آقای مهندس علیرضا عامری رئیس گروه ژئوفیزیک بخاطر بازخوانی و ارائه راهنمایی‌های لازم در تهیه گزارش تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از همکاری صمیمانه جناب آقای مهندس واحدی زمین شناس ناظر منطقه و سایر اعضای اکیپ سپاسگزاری می‌شود. در اجرای این مطالعه آقای عباس باقری اسفندآبادی تکنسین گروه در عملیات برداشت‌های صحرائی با اینجانب همکاری داشته است.

۶- پیوست (مختصات ایستگاهها)

الف. مختصات UTM محدوده مورد مطالعه

Line	station	X	Y	Z
0	0	704518	3585032	2229
0	20	704532	3585046	2235
0	40	704544	3585060	2236
0	60	704559	3585075	2231
0	100	704588	3585104	2237
0	120	704602	3585119	2245
0	140	704616	3585132	2246
0	160	704629	3585147	2260
0	180	704642	3585160	2268
0	200	704657	3585174	2279
0	220	704670	3585191	2277
0	240	704684	3585205	2277
0	260	704698	3585219	2276
0	280	704713	3585233	2273
0	300	704726	3585247	2273
0	320	704741	3585262	2278
0	340	704754	3585276	2279
0	360	704768	3585290	2278
0	380	704782	3585303	2288
0	400	704796	3585319	2287
0	420	704809	3585333	2280
0	440	704825	3585348	2273
0	460	704837	3585361	2277
0	480	704851	3585377	2271
0	500	704865	3585390	2264

Line	station	X	Y	Z
0	520	704879	3585405	2269
0	540	704893	3585419	2261
0	560	704906	3585433	2256
0	580	704921	3585448	2252
0	600	704934	3585463	2260
0	620	704948	3585477	2257
0	640	704962	3585491	2246
0	660	704977	3585506	2245
0	680	704990	3585521	2255
0	700	705005	3585535	2261
-40	-40	704518	3584977	2197
-40	-20	704533	3584990	2202
-40	0	704547	3585006	2211
-40	20	704560	3585020	2215
-40	40	704575	3585033	2219
-40	60	704588	3585047	2214
-40	80	704601	3585062	2218
-40	100	704616	3585077	2228
-40	120	704630	3585091	2236
-40	140	704645	3585105	2241
-40	160	704659	3585119	2253
-40	180	704672	3585134	2258
-40	200	704686	3585148	2258
-40	220	704699	3585162	2255
-40	240	704714	3585178	2255
-40	260	704727	3585192	2258
-40	280	704742	3585205	2255
-40	300	704755	3585220	2260
-40	320	704769	3585235	2265
-40	340	704783	3585250	2260
-40	360	704797	3585263	2265
-40	380	704811	3585277	2269
-40	400	704825	3585291	2277
-40	420	704838	3585307	2270
-40	440	704853	3585321	2263
-40	460	704866	3585335	2266
-40	480	704879	3585350	2262
-40	500	704893	3585365	2249
-40	520	704908	3585378	2253
-40	540	704921	3585393	2250
-40	560	704935	3585407	2244
-40	580	704949	3585422	2244
-40	600	704962	3585437	2248
-40	620	704975	3585450	2250
-40	640	704989	3585463	2248

Line	station	X	Y	Z
-40	660	705004	3585479	2244
-40	680	705018	3585493	2248
-40	700	705031	3585507	2255
-40	720	705046	3585522	2269
-80	-40	704547	3584949	2191
-80	-20	704563	3584963	2191
-80	0	704576	3584977	2193
-80	20	704590	3584991	2198
-80	40	704604	3585006	2205
-80	60	704616	3585018	2215
-80	80	704631	3585034	2225
-80	100	704645	3585049	2234
-80	120	704659	3585062	2234
-80	140	704674	3585075	2238
-80	160	704687	3585092	2233
-80	180	704703	3585103	2233
-80	200	704713	3585121	2232
-80	220	704727	3585135	2231
-80	240	704742	3585150	2235
-80	260	704756	3585164	2240
-80	280	704770	3585178	2239
-80	300	704784	3585193	2241
-80	320	704798	3585207	2242
-80	340	704812	3585220	2245
-80	360	704825	3585235	2254
-80	380	704837	3585247	2260
-80	400	704854	3585265	2270
-80	420	704867	3585279	2265
-80	440	704882	3585292	2256
-80	460	704895	3585307	2246
-80	480	704909	3585320	2243
-80	500	704922	3585336	2242
-80	520	704938	3585350	2232
-80	540	704950	3585364	2227
-80	560	704964	3585379	2224
-80	580	704978	3585394	2224
-80	600	704992	3585406	2226
-80	620	705006	3585422	2223
-80	640	705020	3585437	2227
-80	660	705033	3585451	2227
-80	680	705048	3585465	2230
-80	700	705061	3585479	2234
-80	720	705075	3585494	2240
-120	-20	704591	3584936	2207
-120	0	704605	3584949	2215

Line	station	X	Y	Z
-120	20	704617	3584962	2216
-120	40	704632	3584978	2206
-120	60	704646	3584992	2208
-120	80	704667	3585001	2213
-120	100	704681	3585014	2214
-120	120	704697	3585028	2215
-120	140	704709	3585043	2217
-120	160	704723	3585058	2220
-120	180	704736	3585072	2225
-120	200	704750	3585086	2229
-120	220	704761	3585102	2232
-120	240	704775	3585113	2234
-120	260	704784	3585136	2239
-120	280	704798	3585150	2244
-120	300	704813	3585164	2248
-120	320	704827	3585179	2254
-120	340	704842	3585194	2258
-120	360	704855	3585208	2263
-120	380	704869	3585222	2275
-120	400	704882	3585236	2269
-120	420	704896	3585251	2258
-120	440	704910	3585265	2248
-120	460	704924	3585280	2245
-120	480	704937	3585293	2239
-120	500	704951	3585308	2243
-120	520	704965	3585322	2244
-120	540	704978	3585338	2233
-120	560	704992	3585352	2227
-120	600	705019	3585382	2225
-120	620	705033	3585396	2229
-120	640	705047	3585409	2236
-120	660	705062	3585424	2240
-120	680	705074	3585440	2245
-120	700	705090	3585453	2253
-120	720	705105	3585466	2256
-160	-20	704621	3584908	2187
-160	0	704635	3584921	2198
-160	20	704647	3584936	2208
-160	40	704661	3584950	2213
-160	60	704676	3584965	2208
-160	80	704690	3584980	2201
-160	100	704703	3584994	2204
-160	120	704717	3585008	2206
-160	140	704730	3585023	2212
-160	160	704745	3585036	2215

Line	station	X	Y	Z
-160	180	704759	3585050	2220
-160	200	704772	3585067	2228
-160	220	704786	3585080	2232
-160	240	704800	3585095	2236
-160	260	704814	3585108	2241
-160	280	704827	3585123	2246
-160	300	704842	3585138	2253
-160	320	704855	3585152	2256
-160	340	704869	3585166	2248
-160	360	704884	3585180	2246
-160	380	704898	3585195	2247
-160	420	704925	3585223	2243
-160	440	704939	3585238	2235
-160	460	704953	3585253	2227
-160	480	704966	3585266	2227
-160	500	704980	3585281	2236
-160	520	704993	3585295	2231
-160	540	705008	3585310	2219
-160	560	705022	3585324	2212
-160	580	705038	3585338	2219
-160	600	705051	3585353	2231
-160	620	705063	3585368	2233
-160	640	705076	3585383	2239
-160	660	705090	3585397	2240
-160	680	705106	3585411	2245
-160	700	705117	3585426	2251
-160	720	705133	3585440	2261
340	160	704637	3585386	2252
340	140	704652	3585373	2259
340	120	704668	3585360	2262
340	100	704681	3585345	2272
340	80	704694	3585331	2286
340	60	704710	3585319	2296
340	40	704726	3585305	2302
340	20	704739	3585290	2297
340	0	704754	3585274	2290
340	-20	704767	3585263	2281
340	-40	704783	3585248	2273
340	-60	704795	3585235	2266
340	-80	704811	3585215	2261
340	-100	704824	3585207	2263
340	-120	704836	3585189	2266
340	-140	704851	3585175	2277
340	-160	704867	3585161	2279
340	-180	704884	3585152	2271

Line	station	X	Y	Z
340	-200	704896	3585138	2263
340	-220	704912	3585126	2255
340	-240	704927	3585111	2247
340	-260	704941	3585097	2242
340	-280	704957	3585085	2236
340	-300	704971	3585069	2234
340	-320	704986	3585057	2231
340	-340	704999	3585043	2233
340	-360	705013	3585027	2233
340	-380	705029	3585015	2235
340	-400	705043	3585001	2236
340	-420	705056	3584986	2232
540	160	704777	3585531	2268
540	140	704792	3585516	2284
540	120	704805	3585502	2286
540	100	704820	3585489	2279
540	80	704834	3585475	2277
540	60	704849	3585462	2274
540	40	704864	3585448	2262
540	20	704879	3585435	2253
540	0	704892	3585424	2246
540	-20	704907	3585407	2241
540	-40	704921	3585393	2234
540	-60	704936	3585379	2229
540	-80	704951	3585366	2222
540	-100	704965	3585351	2225
540	-120	704978	3585339	2224
540	-140	704995	3585324	2220
540	-160	705007	3585312	2215
540	-180	705023	3585296	2212
540	-200	705038	3585283	2209
540	-220	705052	3585267	2209
540	-240	705070	3585258	2217
540	-260	705082	3585240	2224
540	-280	705096	3585227	2231
540	-300	705108	3585211	2232
540	-320	705124	3585199	2231
540	-340	705136	3585183	2230
540	-360	705152	3585168	2223
540	-380	705167	3585157	2215
540	-400	705180	3585143	2206
540	-420	705196	3585130	2210
540	-440	705211	3585118	2222