



وزارت
صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

طرح اکتشاف مواد معدنی در استان های خراسان رضوی، جنوبی و شمالی

معاونت اکتشاف
مدیریت پشتیبانی اکتشاف
گروه ژئوفیزیک

اکتشاف ذخایر پلی متال با استفاده از
روش پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه الکتریکی
در منطقه کبودان - بردسکن (استان خراسان رضوی)

مجریان طرح
مهندس محمد تقی کره ای
مهندس جمال روشن روان

نگارنده: مهدی محمدی ویژه

زمستان ۱۳۸۸

فهرست مطالب

فصل اول

کلیات

- ۱-۱- مقدمه ۵
- ۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه ۶
- ۱-۳- مختصری از زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ۸

فصل دوم

مطالعات ژئوفیزیک

- ۲-۱- روش های الکتریکی ۱۰
- ۲-۱-۱- روش قطبش القایی ۱۰
- ۲-۱-۲- پلاریزاسیون غشایی یا غیر فلزی ۱۱
- ۲-۱-۳- پلاریزاسیون الکتروودی یا پلاریزاسیون فلزی ۱۱
- ۲-۲- اختلالات در اندازه گیری ها ۱۲
- ۲-۲-۲- پلاریزاسیون غشایی ۱۲
- ۲-۲-۳- اثر کوپلینگ القای الکترومغناطیسی ۱۳
- ۲-۲-۴- پلاریزاسیون القایی منفی ۱۴
- ۲-۳- روش های اندازه گیری ۱۵
- ۲-۴- روش مقاومت سنجی ۱۶

- ۱۷-۲-۵- آرایش های مورد استفاده..... ۱۷
- ۱۸-۲-۵-۱- آرایش مستطیلی..... ۱۸
- ۱۹-۲-۵-۲- آرایش دوقطبی - دوقطبی..... ۱۹
- ۲۱-۲-۶- نحوه انجام عملیات صحرائی در منطقه..... ۲۱
- ۲۳-۲-۷- نحوه پردازش داده ها و مدل سازی..... ۲۳
- ۲۶-۲-۸- تجهیزات مورد استفاده..... ۲۶

فصل سوم

بررسی نتایج

- ۲۹-۳-۱- بررسی نتایج در محدوده شماره ۱ (B1)..... ۲۹
- ۳۰-۳-۱-۱- بررسی نتایج آرایش مستطیلی..... ۳۰
- ۳۲-۳-۲- بررسی نتایج در محدوده شماره ۲ (B2)..... ۳۲
- ۳۳-۳-۲-۱- بررسی نتایج آرایش مستطیلی..... ۳۳
- ۳۵-۳-۲-۲- بررسی مقطع B2-DD1..... ۳۵
- ۴۰-۳-۳- بررسی نتایج در محدوده شماره ۳ (B3)..... ۴۰
- ۴۱-۳-۳-۱- بررسی نتایج آرایش مستطیلی..... ۴۱
- ۴۴-۳-۳-۲- بررسی مقطع B3-DD1..... ۴۴
- ۴۹-۳-۳-۳- بررسی مقطع B3-DD2..... ۴۹
- ۵۴-۳-۴- بررسی نتایج در محدوده شماره ۴ (B4)..... ۵۴
- ۵۴-۳-۴-۱- بررسی مقطع B4-DD1..... ۵۴
- ۵۹-۳-۵- بررسی نتایج در محدوده شماره ۵ (B5)..... ۵۹

- ۵۹ B5-DD1 بررسی مقطع ۱-۵-۳
- ۶۴ B5-DD2 بررسی مقطع ۲-۵-۳
- ۶۹ (B6) ۶ بررسی نتایج در محدوده شماره ۶ (B6)
- ۶۹ ۱-۶-۳ بررسی نتایج آرایش مستطیلی
- ۷۳ B6-DD1 بررسی مقطع ۲-۶-۳
- ۷۸ B6-DD2 بررسی مقطع ۳-۶-۳
- ۸۳ (B7) ۷ بررسی نتایج در محدوده شماره ۷ (B7)
- ۸۳ B7-DD1 بررسی مقطع ۱-۷-۳
- ۸۸ (B8) ۸ بررسی نتایج در محدوده شماره ۸ (B8)
- ۸۸ ۱-۸-۳ بررسی نتایج آرایش مستطیلی
- ۹۲ ۴- نتیجه گیری و پیشنهادات
- ۹۴ ۵- تشکر و قدردانی

فصل اول

کلیات

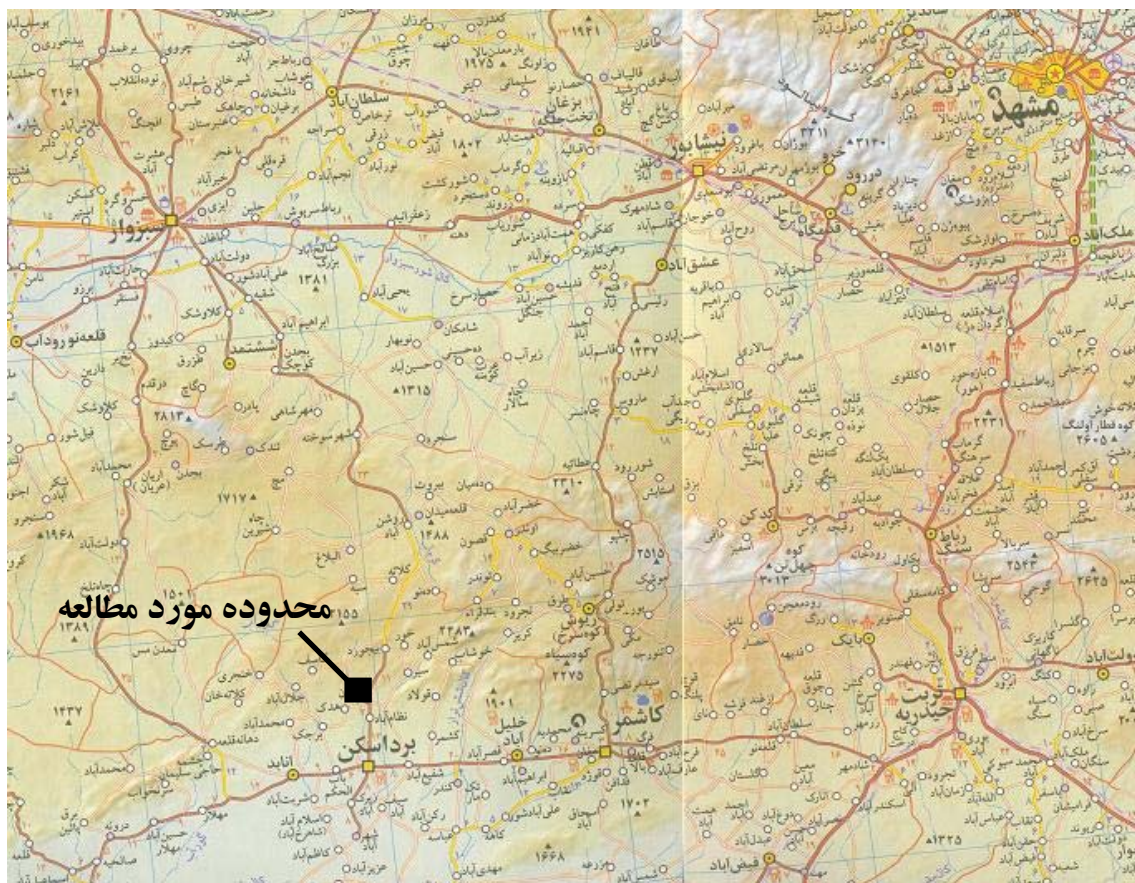
۱-۱- مقدمه

به درخواست مدیریت محترم منطقه شمال شرق سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، عملیات ژئوفیزیک به روش IP & RS در منطقه کبودان واقع در استان خراسان رضوی، شهرستان بردسکن، به منظور اکتشاف مس و طلا، صورت پذیرفت. بدین منظور طی احکام شماره ۱۰۹۰ و ۵۶۳۰ اکیپ ژئوفیزیک در بازه زمانی اواخر خرداد تا اواخر مرداد ماه ۸۸ در دو ماموریت ۲۰ روزه به منطقه اعزام گردید. سرپرستی گروه به عهده نگارنده و مهندس سید ابوالحسن رضوی بوده و آقایان عباس باقری، ابراهیم ترک و حسین ایرانشاهی به عنوان تکنسین با اکیپ همکاری داشته‌اند.

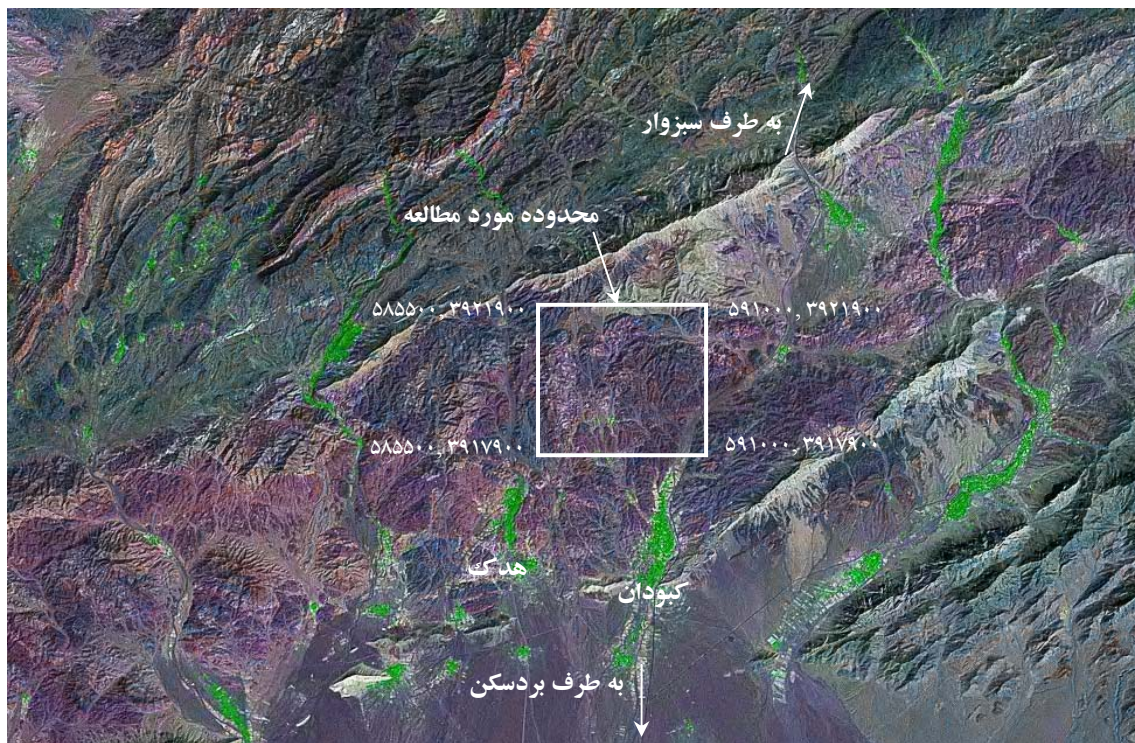
این منطقه با ۶ آرایش مستطیلی با خط جریان $AB=800\text{ m}$ و $MN=20\text{ m}$ و ۹ آرایش دایپل - دایپل با مشخصات $AB=MN=20,40\text{ m}$ و با پرش ۲۰ متر مورد پیمایش قرار گرفت. جمعاً ۲۱۲۱ ایستگاه با روش IP & RS برداشت شد که از این تعداد، ۸۰۰ ایستگاه با آرایش مستطیلی و ۱۳۲۱ ایستگاه با آرایش دوقطبی - دوقطبی بوده است.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در شمال روستاهای کبودان و هدک از توابع شهرستان بردسکن و در استان خراسان رضوی واقع می باشد (تصویر ۱-۱). این روستاها در ۱۴ کیلومتری شمال شهر بردسکن قرار دارند. از آنجا که مناطق مورد مطالعه در این بررسی در نواحی مختلفی واقع شده، دسترسی به آنها نیز توسط راههای مختلفی امکان پذیر است. محدوده شماره ۱ پس از طی مسافت ۱۴ کیلومتر از جاده بردسکن - سبزوار و عبور از داخل روستای کبودان، توسط یک جاده خاکی به مسافت تقریبی ۴ کیلومتر، قابل دسترسی است. راه های دسترسی به محدوده شماره ۲ و ۸ نیز جاده های خاکی به ترتیب با مسافت های تقریبی ۱ و ۲ کیلومتر می باشند که از کیلومتر ۱۸ جاده بردسکن - سبزوار منشعب می شوند. دسترسی به محدوده های ۴، ۶ و ۷ نیز از کیلومتر ۲۱ جاده بردسکن - سبزوار توسط یک جاده خاکی که در کنار کارخانه آسفالت واقع شده، امکان پذیر است. برای دسترسی به هر کدام از این نواحی بایستی به ترتیب مسافت های ۱/۸، ۱/۵ و ۴ کیلومتر جاده خاکی پیمود. نهایتاً دسترسی به محدوده های ۳ و ۵ از طریق روستای هدک و طی مسافت تقریبی ۳ کیلومتر جاده خاکی برای هر یک از این نواحی، امکان پذیر است. موقعیت محدوده مورد مطالعه نسبت به روستاهای کبودان و هدک در عکس ماهواره ای (تصویر ۱-۲) آورده شده است.



تصویر ۱-۱: موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه و راه های دسترسی



تصویر ۱-۲: محدوده مورد مطالعه بر روی عکس ماهواره ای

۱-۳- مختصری از زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در ورقه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰ کاشمر و ۱/۱۰۰۰۰۰ بردسکن واقع شده است. از نظر زمین شناسی بخش اعظم محدوده مورد مطالعه از سازند تکنار (به سن پرکامبرین) مشتمل بر شیبست های سبز همراه با لایه هایی از متاریوداسیت و متاریولیت با منشاء توف های اسیدی زیردریایی تشکیل شده است. این سازند از ضخامت زیادی برخوردار بوده و دگرگونی بسیار ضعیفی را متحمل شده است. رخنمون های نسبتا وسیعی از سنگ های گرانیتی (پرکامبرین) و گابرو دیوریتی (ترشیری) در غرب محدوده مورد مطالعه مشاهده می شوند که به داخل سازند تکنار نفوذ کرده اند. علاوه بر آن رخنمون های بزرگی از سنگ های آهکی (کرتاسه) و کنگلومرای کرمان (پالئوسن) در شمال محدوده مورد مطالعه مشاهده می شوند. رخنمون های کوچکتري از سازندهای سلطانیه (کامبرین) نیز در جنوب شرق و شمال غرب محدوده مشاهده می گردند. شواهد مالاکیت و سولفید در بخش های کلریتی و شواهد سولفیدی در قسمت های سرسیتی و کائولونیتی دیده می شود. سیلیسی و کائولونیتی شدن و همچنین اکسیدهای آهن در بعضی نقاط مشاهده می شود. در برخی مناطق نیز بر روی زون سرسیتی کلاهدک های آهنی تشکیل گردیده است (برگرفته از گزارش پی جویی برگه ۱/۲۵۰۰۰ کبودان، مهندس صفری).

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 شلامبرگر 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.

^۱. Induced polarization (IP)

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 از این روش می توان به خوبی بهره برد. 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 و پس از قطع جریان به وضع اولیه خود بر می گردد که نتیجه این عمل پدیده IP می باشد (شکل ۲-۱).

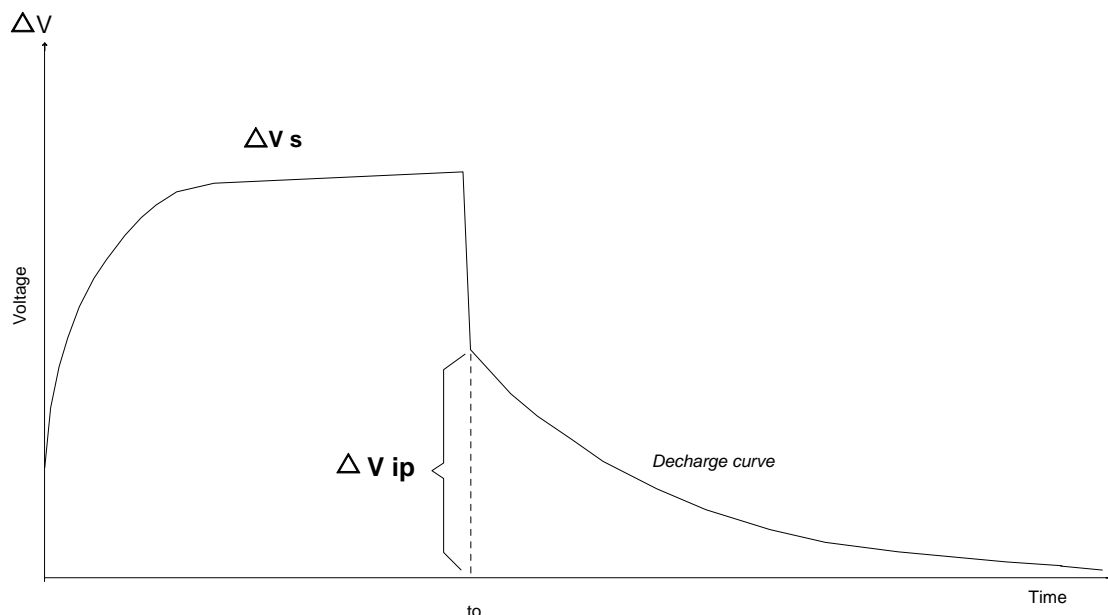
۲-۱-۳- پلاریزاسیون الکترودی^۳ یا پلاریزاسیون فلزی

در این روش عبور جریان الکتریکی توسط کانیهای فلزی در سنگها بصورت الکترونیکی صورت می گیرد. البته در این حالت ممکن است همزمان با عبور جریان الکتریکی توسط الکترولیت های موجود در خلل و فرج آنها نیز صورت پذیرد. هرگاه جریان الکتریکی بطور ناگهانی قطع شود، بارهای الکتریکی به آهستگی پراکنده شده و بسوی تعادل پیش می روند. این امر 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 در متن سنگ میزبان پراکنده تر (دیسپرسه تر) باشد، IP بزرگتر خواهد بود، زیرا در این حالت سطح تماس جهت تبادل الکترونی- یونی به حداکثر خواهد رسید. با تجربه ای که در

². Membrane Polarization

³. Over Voltage

عملیات زمینی بدست آمده در بعضی موارد با مقایسه نقشه های مقاومت ظاهری و شارژیبلته مشخص می شود نواحی که دارای IP قوی است دارای مقاومت ظاهری زیاد هم میباشد.



شکل ۱-۲: تغییرات ولتاژ قبل و بعد از قطع جریان نسبت به زمان

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.

۱-۲-۲ - 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

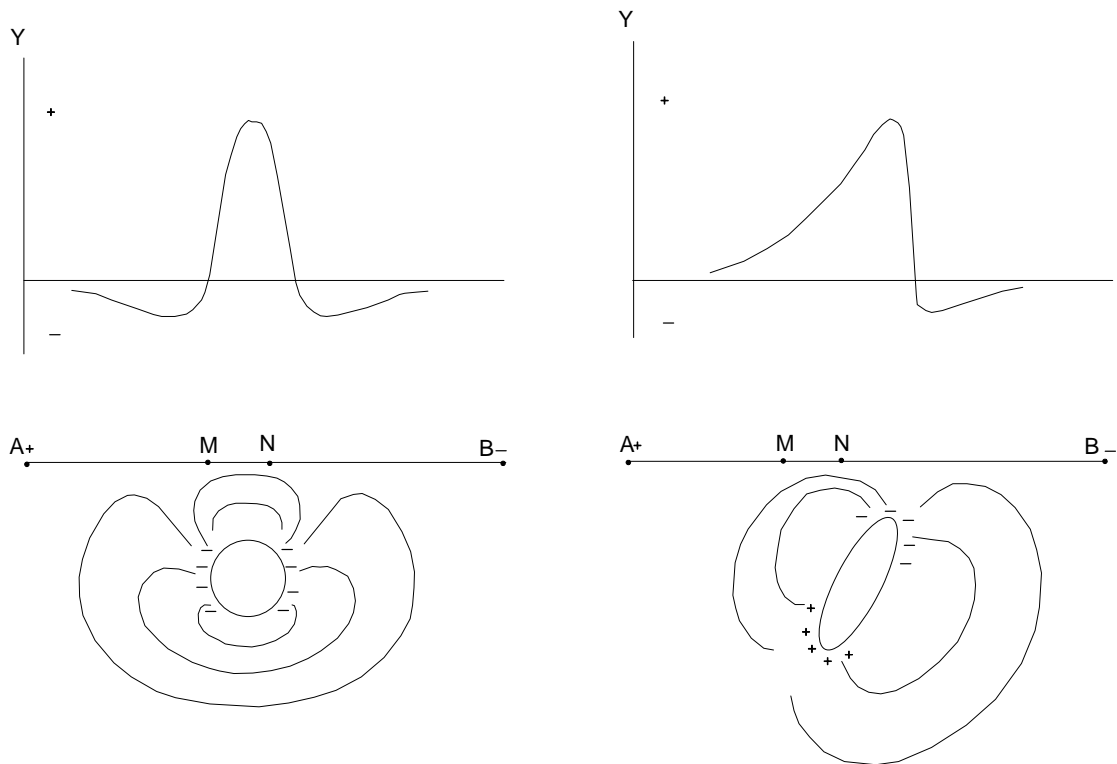
اثرات القای الکترومغناطیسی باعث انحراف اختلاف پتانسیل مربوط به پلاریزاسیون القایی می گردد. این انحراف ناخواسته هنگامی که طول خط جریان زیاد است و زمین هم دارای هدایت ویژه قابل توجهی است محسوس بوده و باعث خطای زیادی در اندازه گیریهای پلاریزاسیون القایی می شود. از این رو شناخت چنین انحرافات در اندازه گیری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

راما چانداران^۴ 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.

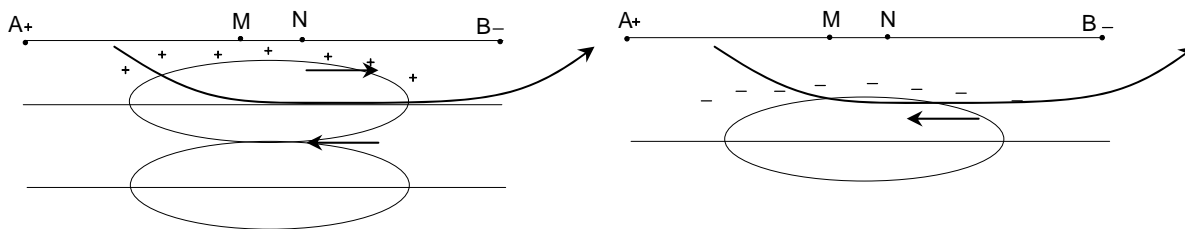
4. Ramachandaran

۳-۲-۲- 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 کنند. همانطور که در شکل ۲-۲ 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 قسمت های مجاور قله (بسته به شکل هندسی توده) پتانسیل منفی ظاهر می شود. همچنین وقتی توده معدنی مطابق شکل ۲-۲-۳ سطحی باشد باعث ایجاد پلاریزاسیون القایی منفی خواهد شد.



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



شکل ۲-۳: 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 روبه زوال IP در حوزه زمان^۵ می باشد که خود به اشکال گوناگون صورت می گیرد که بستگی به نوع دستگاه های اندازه گیری دارد. یکی از روشهای اندازه گیری بارپذیری ظاهری براساس نسبت $\Delta VIP/V_s$ 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 الکترومغناطیس 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 بارپذیری ظاهری در حوزه فرکانس^۶ است که در این روش تغییرات مقاومت ویژه ظاهری در فرکانس های مختلف اندازه گیری می گردد. 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. از آنجا افزایش فرکانس سبب کم شدن مقدار

⁵. Time-Domain

⁶. Frequency Domain

ولتاژ IP می شود، این مقاومت مازاد با افزایش فرکانس جریان تزریقی مرتباً کم 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 ρ_a 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 ρ_a به اندازه ۱۰ تا ۲۰ درصد 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.

۲-۴- روش مقاومت سنجی

در این روش جریانهای الکتریکی مصنوعی توسط دو الکتروود به زمین تزریق می شود و اختلاف پتانسیل متوجه بین دو نقطه در سطح زمین اندازه گیری می شود. انحراف از شکل اختلاف پتانسیل های قابل انتظار در مورد زون های همگن، اطلاعاتی در مورد شکل و خواص الکتریکی ناهمگونی های زیر سطحی ارائه می دهد.

مقاومت ویژه یک ماده به عنوان مقاومت ویژه بین سطوح مخالف یک مکعب واحد از جسم بر حسب اهم متر تعریف می شود. مقاومت ویژه الکتریکی یکی از خواص فیزیکی سنگها می باشد که دارای تغییرات زیادی است. کانی های خاصی مانند فلزات طبیعی و گرافیت از طریق عبور الکترون ها جریان الکتریکی را هدایت می کنند. ولی بیشتر کانی های تشکیل دهنده سنگها از رسانایی پایینی برخوردار بوده و جریان الکتریکی اغلب از طریق یون های آب موجود در خلل و فرج سنگ انتقال می یابد. بنابراین بیشتر سنگها الکتریسیته را بطریق الکترولیتی هدایت می کنند تا از طریق الکترونیکی، و این بدان معناست که تخریل عمده ترین کنترل کننده

مقاومت ویژه سنگ می باشد. علاوه بر این، میزان آب درون خلل و فرج سنگ ها و مقاومت الکتریکی آب نیز در این جهت نقش مهمی را ایفا کرده و در حد وسیعی مقاومت ویژه الکتریکی سنگ را تغییر می دهند. و بر این اساس هم پوشی قابل ملاحظه ای بین مقاومت ویژه الکتریکی انواع مختلف سنگ ها وجود دارد و در نتیجه مشخص کردن نوع سنگ ها تنها بر اساس داده های مقاومت سنجی امکان پذیر نمی باشد. در اندازه گیری مقاومت ویژه الکتریکی، جریان الکتریکی از نوع مستقیم توسط دو الکتروود جریان (A, B) به درون زمین فرستاده می شود و اختلاف پتانسیل حاصل بین دو الکتروود پتانسیل (M, N) در سطح زمین اندازه گیری می شود. مقاومت ویژه الکتریکی از فرمول $\rho = K.V / I$ محاسبه می گردد. در این رابطه V اختلاف پتانسیل اندازه گیری شده و I شدت جریان تزریق شده به زمین و K ثابت هندسی آرایش مورد استفاده می باشد. ضریب هندسی آرایش های مختلف الکتروودی توسط رابطه زیر قابل محاسبه است.

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

وقتی جنس زمین همگن (یکنواخت) باشد مقاومت ویژه الکتریکی محاسبه شده بر اساس این معادله ثابت بوده و مستقل از فاصله الکتروودها خواهد بود. در صورتی که اگر ناهمگنی زیرسطحی موجود باشد، مقاومت ویژه الکتریکی با موقعیت نسبی الکتروودها تغییر می کند و هر مقدار محاسبه شده به عنوان مقاومت ویژه الکتریکی ظاهری (ρ_a) نامیده خواهد شد. این مقدار تابعی از شکل ناهمگنی مربوطه خواهد بود.

۲-۵- آرایش های مورد استفاده

در این پیمایش دو نوع آرایش الکتروودی به کار گرفته شده است که در ادامه به اختصار شرح داده خواهد

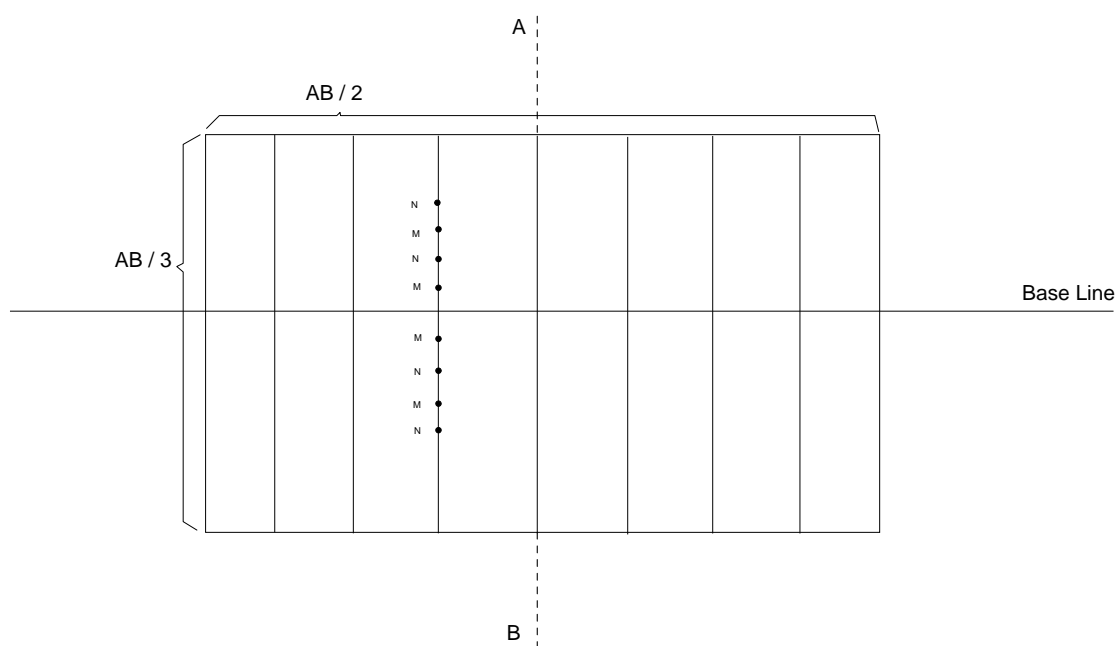
شد. این آرایش ها عبارتند از:

۱- آرایش مستطیلی

۲- آرایش دوقطبی-دوقطبی

۲-۵-۱- آرایش مستطیلی

همانطور که قبلاً اشاره شد در این نوع آرایش، خطی را بعنوان خط مبنا^۷ موازی با روند بی هنجاری یا برون زدگی ماده معدنی بر روی زمین در نظر می گیریم. سپس با توجه به عمق مورد مطالعه و تشکیلات زمین شناسی منطقه فاصله الکترودهای فرستنده (AB) و همچنین با در نظر گرفتن موقعیت و ابعاد توده معدنی و پراکندگی آن فاصله الکترودهای گیرنده (MN) را مشخص می شوند. مقدار IP و مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده به نقطه وسط MN نسبت داده می شود. شکل ۲-۴ وضعیت الکترودهای گیرنده، فرستنده و پروفیل ها را نشان می دهد.



شکل ۲-۴: آرایش مستطیلی

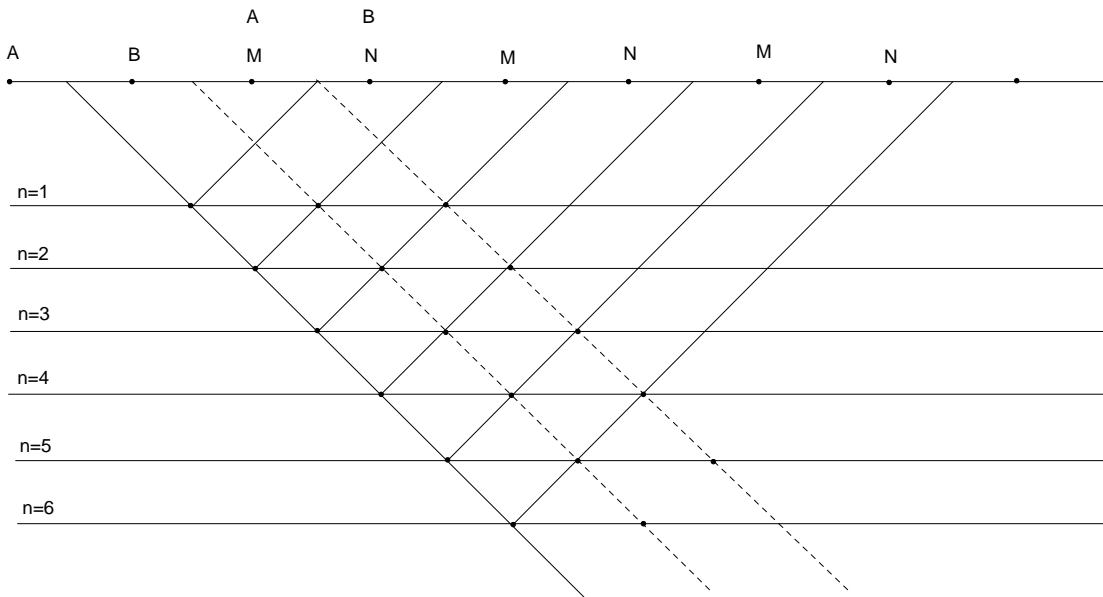
⁷ Base Line

نقاط اندازه گیری در داخل مستطیلی است که مرکز آن منطبق با وسط AB بوده و ابعاد آن AB/3 در جهت عمود بر خط مبنا و AB/2 در امتداد خط مبنا می باشد. در این نوع آرایش فاصله AB ثابت بوده و فقط الکترودهای MN متحرک می باشند و همچنین در طول عملیات شدت جریان ثابت نگه داشته می شود. با استفاده از این روش می توان تغییرات جانبی بی هنجاری ها را از یک عمق ثابت تا به سطح بررسی نمود.

۲-۵-۲- آرایش دوقطبی - دوقطبی

از این نوع آرایش برای مطالعه و بررسی تغییرات و گسترش بی هنجاری در عمق و بدست آوردن شبه مقطعی از مقادیر IP و مقاومت ویژه ظاهری در محل 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 مساوی فاصله الکترودهای گیرنده و برابر مقدار ثابت a می باشد (AB=MN=a). در هر اندازه گیری الکترودهای AB ثابت بوده و الکترودهای MN در امتداد پروفیل حرکت می کنند.

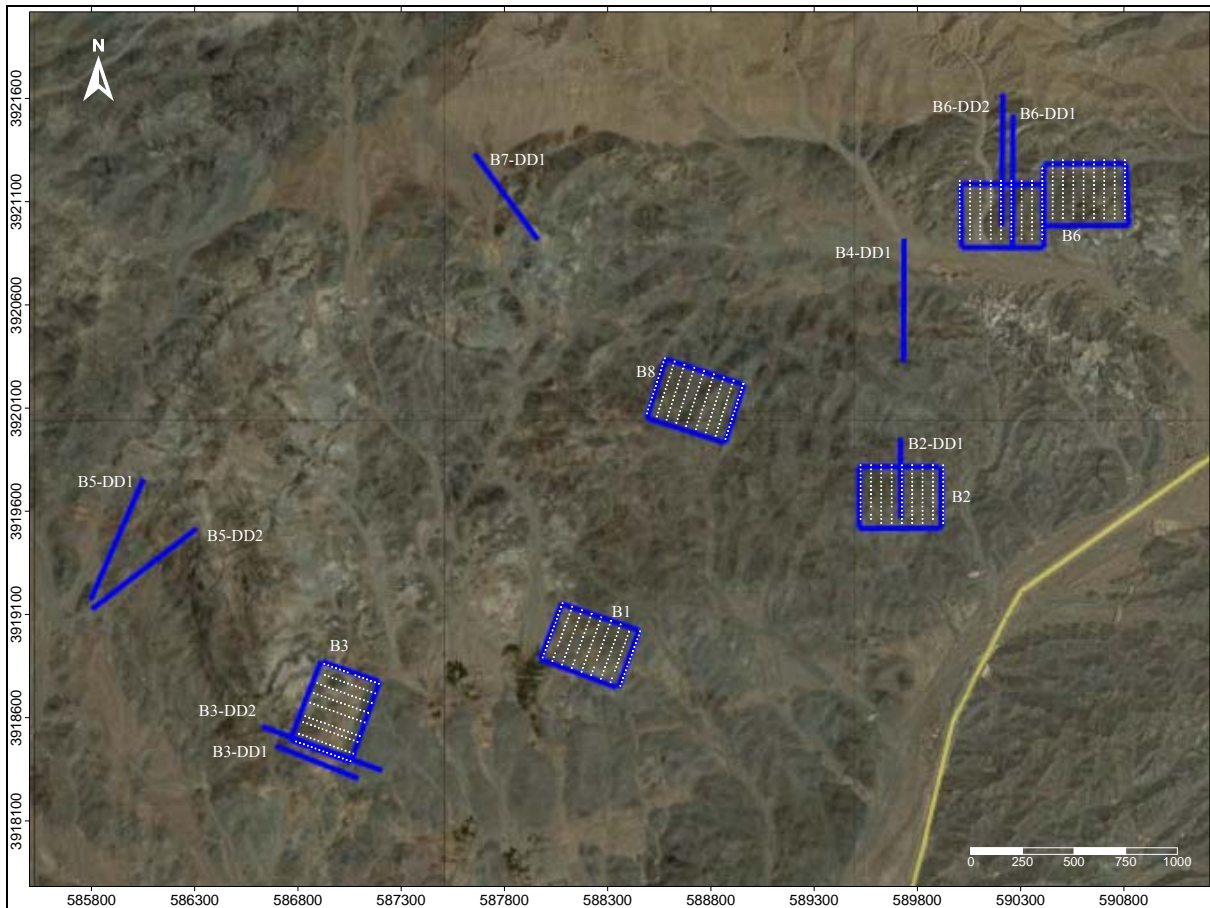
فاصله بین نزدیکترین الکترودهای جریان و پتانسیل برابر na می باشد (n=1,2,3,...) و عمق هر اندازه گیری برابر $(n+1)a/2$ خواهد بود. عدد اندازه گیری شده به نقطه ای در محل تلاقی دو خط با زاویه ۴۵ درجه نسبت به سطح زمین که از وسط AB, MN رسم شده نسبت داده می شود. به این ترتیب از مجموع نقاط اندازه گیری شده با این روش شبه مقطعی از بارپذیری و مقاومت ویژه ظاهری در امتداد یک پروفیل بدست خواهد آمد. (شکل ۲-۵)



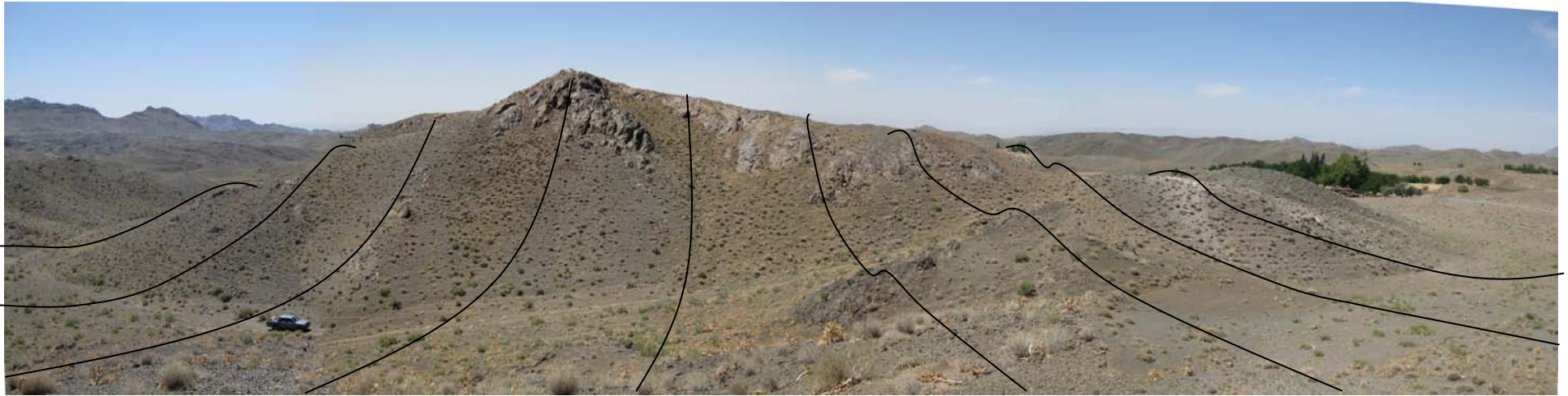
شکل ۲-۵: آرایش دو قطبی - دو قطبی

۶-۲- نحوه انجام عملیات صحرائی در منطقه

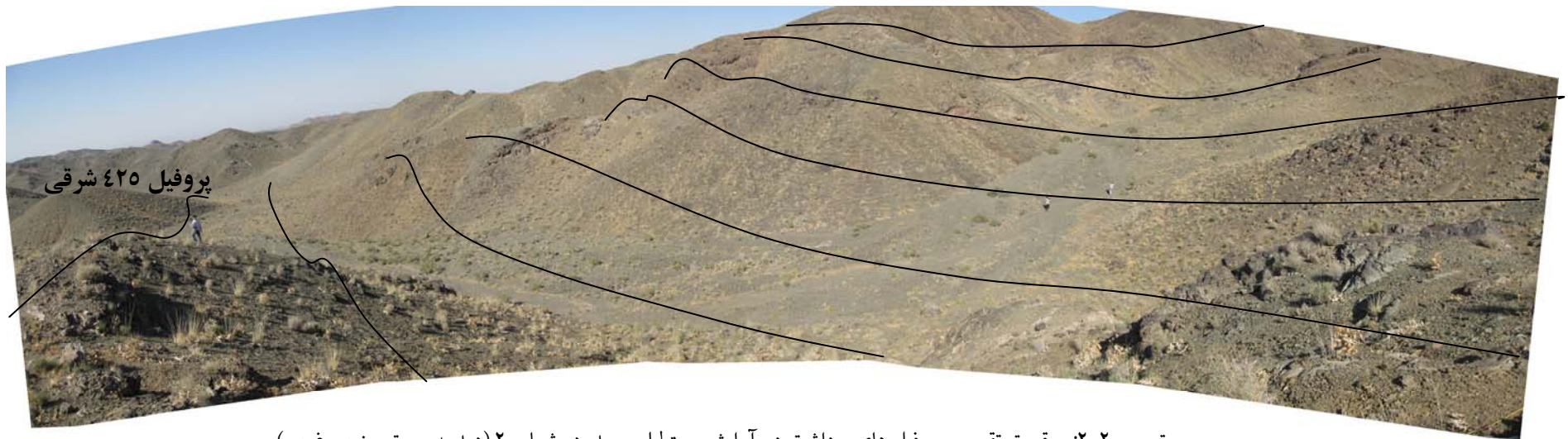
بخش هایی از محدوده مورد مطالعه قبل از این، توسط بخش خصوصی مورد مطالعه قرار گرفته بود. در ادامه نواحی دیگری در این محدوده توسط زمین شناس منطقه (مهندس صفری) جهت انجام عملیات ژئوفیزیک معرفی گردید. این مناطق در نواحی مختلفی واقع شده و به ترتیب انجام پیمایش های ژئوالکتربیک از محدوده شماره ۱ تا ۸ در این گزارش نام گذاری شده اند. در این محدوده جمعاً ۶ آرایش مستطیلی $AB=800\text{ m}$ با فواصل ایستگاهی ۲۰ متر و فواصل پروفیلی ۵۰ متر، ۶ آرایش دوقطبی-دوقطبی $AB=40\text{ m}$ و ۳ آرایش دوقطبی-دوقطبی $AB=20\text{ m}$ برداشت شد. موقعیت آرایش های مستطیلی و ایستگاه های برداشت آن و همچنین موقعیت پروفیل های دوقطبی-دوقطبی بر روی عکس هوایی منطقه برداشت در نقشه ۱-۲ آورده شده است. به عنوان مثال در این نقشه، در منطقه شماره ۳ (B3) یک آرایش مستطیلی و یک آرایش دوقطبی-دوقطبی برداشت شده است. کلیه نقاط ایستگاهی توسط GPS تعیین موقعیت و با سنگ چین علامت گذاری شده و ارتفاع آنها جهت تصحیح توپوگرافی مقاطع، برداشت شده است. در تصاویر ۱-۲ تا ۴-۲ موقعیت و امتداد تقریبی پروفیل ها در برخی از محدوده های مورد مطالعه نشان داده شده است.



نقشه ۱-۲: موقعیت آرایش های مستطیلی و دو قطبی-دوقطبی در محدوده برداشت

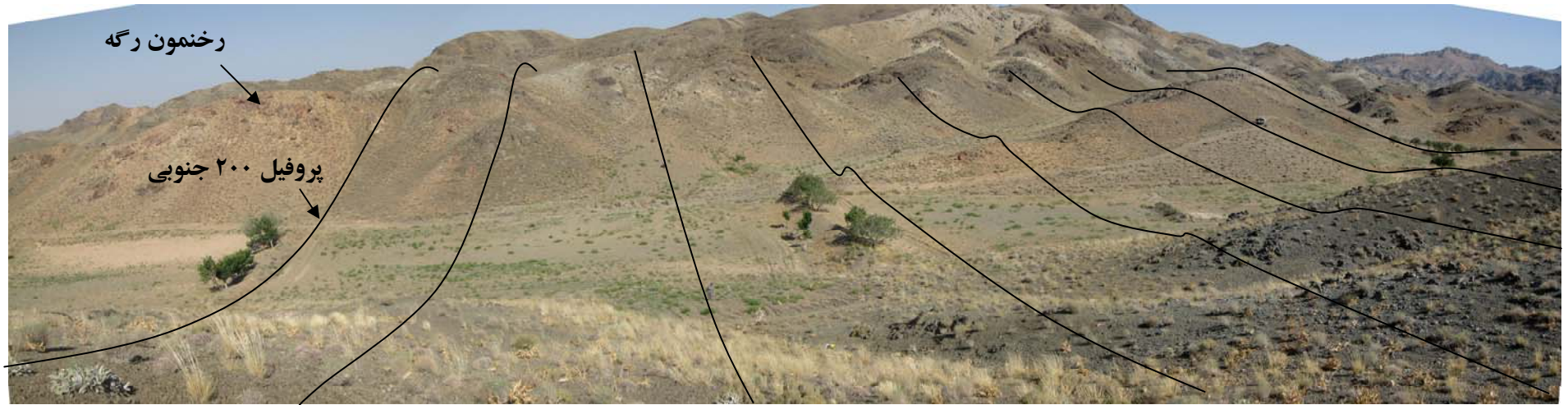


تصویر ۱-۲: موقعیت تقریبی پروفیل های برداشت در آرایش مستطیلی محدوده شماره ۱ (دید به سمت جنوب).

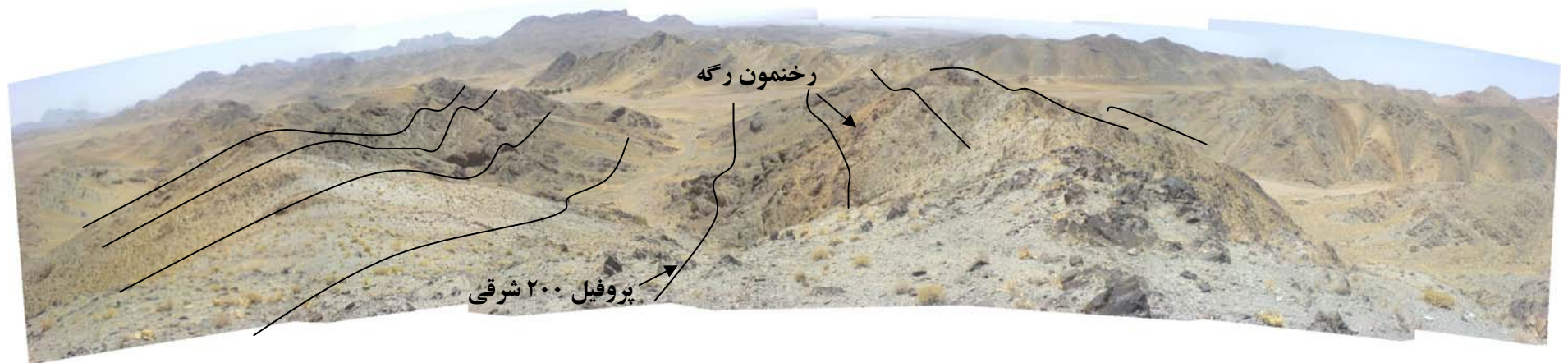


پروفیل ۴۲۵ شرقی

تصویر ۲-۲: موقعیت تقریبی پروفیل های برداشت در آرایش مستطیلی محدوده شماره ۲ (دید به سمت جنوب غرب).



تصویر ۲-۳: موقعیت تقریبی پروفیل های برداشت در آرایش مستطیلی محدوده شماره ۳ (دید به سمت شمال غرب).

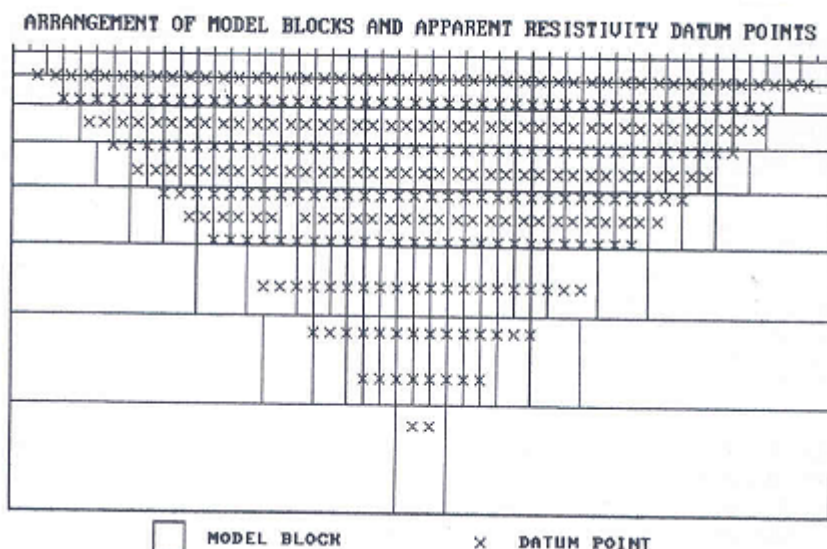


تصویر ۲-۴: موقعیت تقریبی پروفیل های برداشت در آرایش مستطیلی محدوده شماره ۶ (دید به سمت جنوب).

۷-۲- نحوه پردازش داده ها و مدل سازی

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 ۲-۶).

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



شکل ۲-۶: موقعیت قرارگیری مستطیل های مورد استفاده در مدل نسبت به نقاط برداشت در شبه مقطع

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 دهد. این اختلاف بوسیله خطای جذر متوسط مربعات RMS ارائه می شود. با این وجود مدلی با کمترین خطای RMS ممکن می تواند 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. در حالت عمومی بهترین روش انتخاب مدل، انتخاب در الگوریتم هایی است که خطای RMS بطور قابل توجهی تغییر نمی کند. این حالت بین تکرارهای ۳ تا ۵ اتفاق می افتد. علاوه بر این، اعمال تصحیحات توپوگرافی بر روی داده ها با داشتن نقاط ارتفاعی، همزمان با معکوس سازی داده ها در این نرم افزار امکان پذیر است.

۲-۸- تجهیزات مورد استفاده

دستگاه اندازه گیری IP&RS که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است ساخت شرکت IRIS فرانسه می باشد که مشخصات آن به شرح ذیل می باشد.

- موتور ژنراتور بنزینی جهت تولید برق ۲۲۰ ولت ۵۰ هرتز.
- دستگاه تقویت کننده، یکسو کننده 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. در این مطالعه از این دستگاه در حالت 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. در هر بار ارسال جریان، جهت جریان نیز از داخل دستگاه عوض می شود. علاوه بر این، میزان شدت جریان برقرار شده بین الکترودهای A و B نیز توسط صفحه دیجیتالی موجود بر روی دستگاه با دقت میلی آمپر نشان داده می شود که در محاسبه مقاومت ویژه ظاهری مورد استفاده قرار می گیرد.



تصویر ۲-۵: مجموعه موتور ژنراتور، ترانسسمیتر و رسیور به همراه سیمهای فرستنده جریان



تصویر شماره ۲-۶: ترانسسمیتر VIP ساخت شرکت IRIS فرانسه

• 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 می سازد.

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

اندازه گیری همزمان ۱۰ ایستگاه به طور همزمان، 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 کنترل می شود، میزان اتصال الکتریکی الکترودها با زمین، اندازه گیری مثبت 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 گیری‌ها، بارپذیری واقعی، و امکان مشاهده نوفه‌ها 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 ۲-۷: گیرنده (رسیور) ELREC-10 ساخت شرکت IRIS فرانسه به همراه سویچ باکس ساخت سازمان زمین شناسی کشور (گروه ژئوفیزیک).

فصل سوم

بررسی نتایج

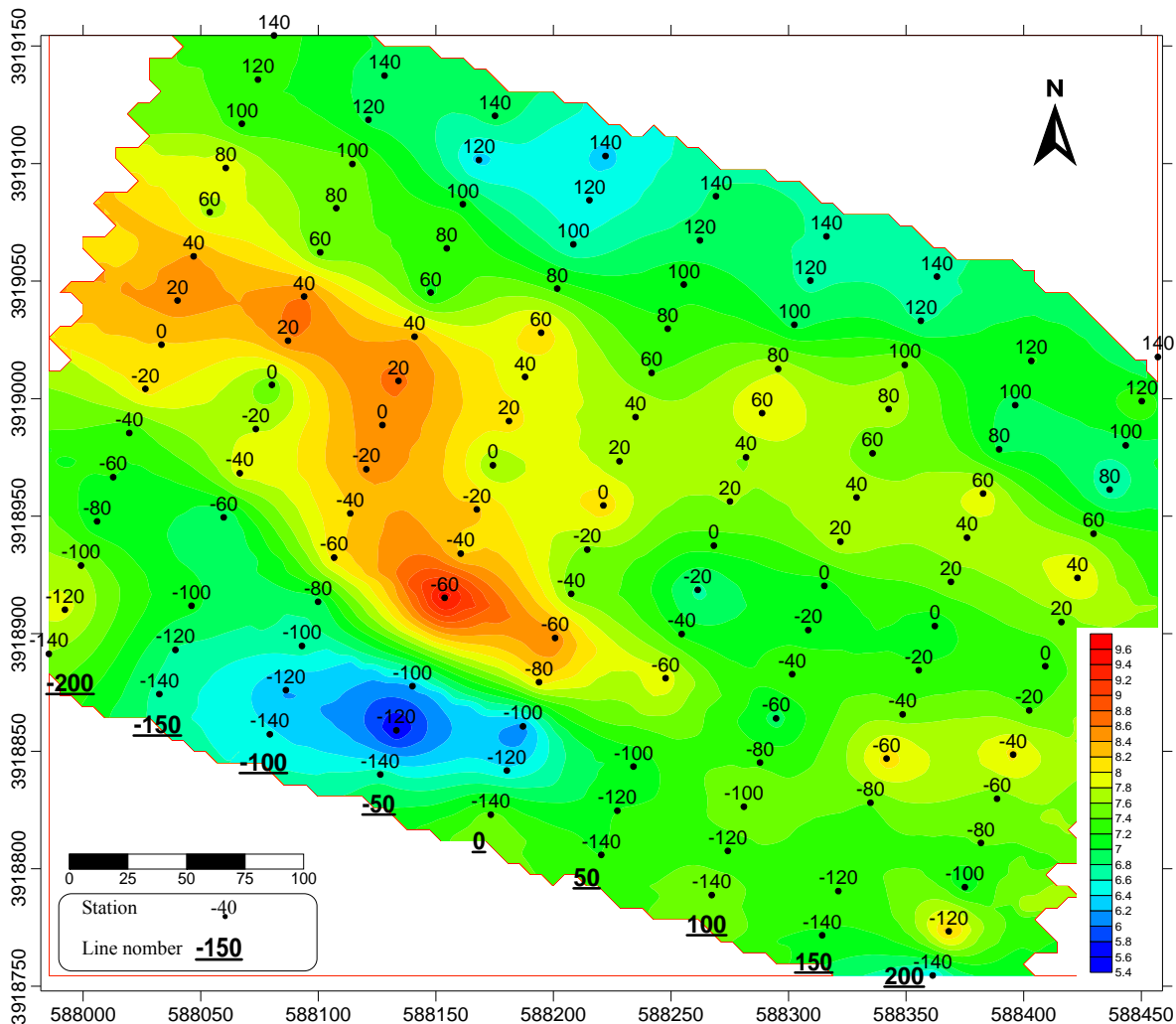
همانطور که ذکر شد، مناطق مورد بررسی در این مطالعه در نواحی مختلفی واقع شده اند. از این رو این مناطق را به صورت مجزا و به ترتیب انجام پیمایش های ژئوالکتریک مورد بررسی قرار خواهیم داد. در تمامی نقشه های این گزارش ایستگاه ها و پروفیل های شمالی و شرقی با علامت مثبت و تمامی ایستگاه ها و پروفیل های جنوبی و غربی با علامت منفی به نمایش درآمده اند.

۳-۱- بررسی نتایج در محدوده شماره ۱ (B1)

این محدوده توسط یک آرایش مستطیلی با مشخصات $AB=800\text{ m}$ و فواصل پروفیل های 50 m و $MN=20\text{ m}$ مورد پیمایش قرار گرفته و پارامترهای بارپذیری ظاهری و مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شد. با توجه به مقادیر اندازه گیری شده، نقشه های مقاومت ویژه و بارپذیری به صورت جداگانه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

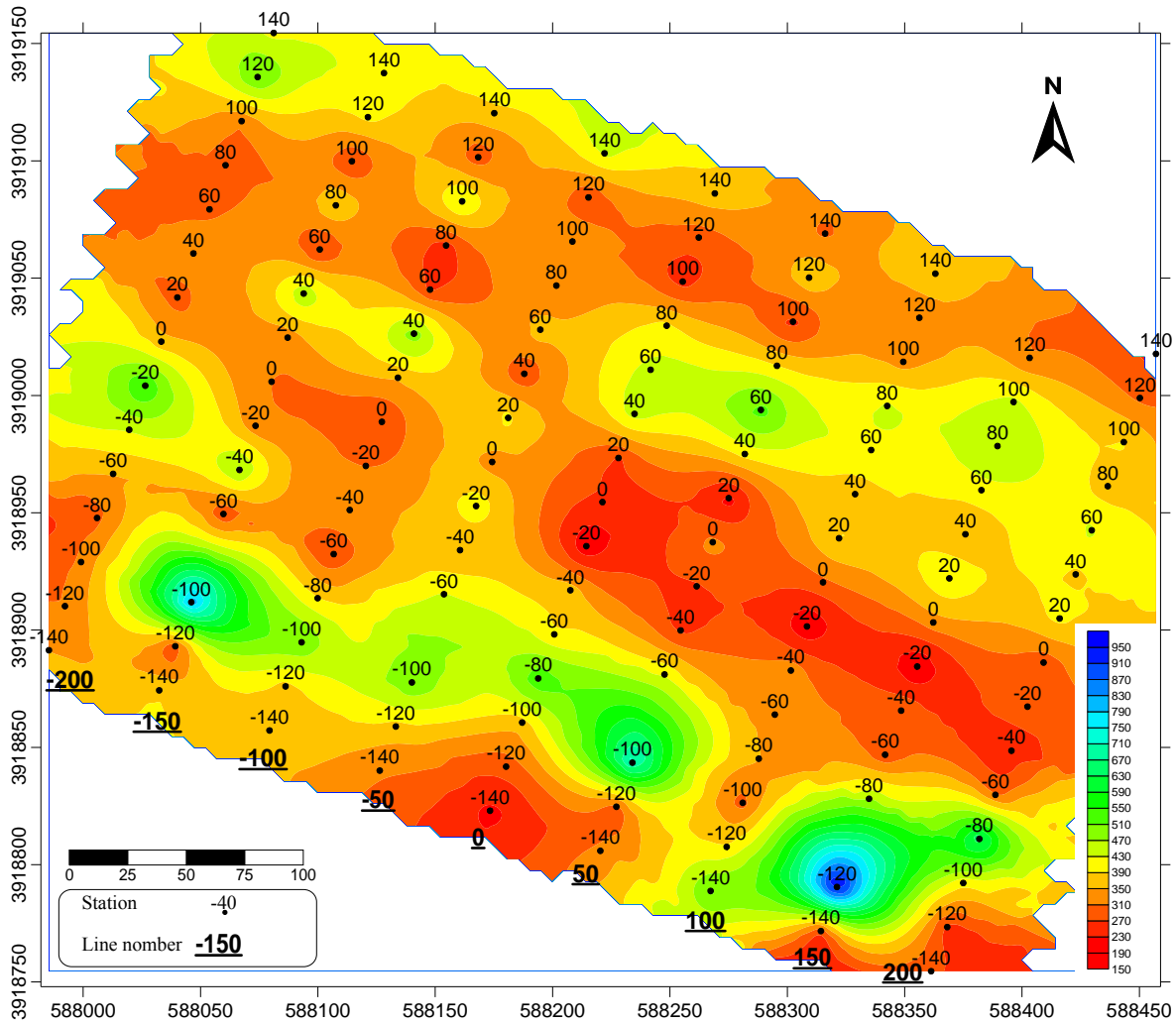
۳-۱-۱- بررسی نتایج آرایش مستطیلی

در این محدوده حداقل مقدار عددی بارپذیری ۵/۶ و حداکثر مقدار عددی آن ۹/۶ می باشد. با توجه به نقشه بارپذیری ظاهری (نقشه ۳-۱)، محدوده تغییرات بارپذیری بسیار کوچک است. محدوده بی هنجار (طیف رنگی نارنجی تا قرمز) که احتمالاً نشان دهنده نواحی کانه زا می باشد، به مقدار کمی از مقدار زمینه (حدود ۷/۴ میلی ولت بر ولت) تجاوز می کند.



نقشه ۳-۱: نقشه بارپذیری ظاهری بر روی آرایش مستطیلی محدوده شماره ۱

نقشه مقاومت ویژه ظاهری این محدوده در نقشه ۲-۳ به نمایش درآمده است. محدوده تغییرات عددی مقاومت ویژه ظاهری بین ۱۸۹ تا ۹۸۵ اهم متر می باشد. در این نقشه مقاومت ویژه اکثر نواحی از مقاومت ویژه الکتریکی در حد ۲۰۰ تا ۴۰۰ اهم متر برخوردار است. به نظر می رسد که نقشه مقاومت ویژه تبعیتی از نقشه بارپذیری ندارد ولی بخش هایی از مناطق با مقاومت ویژه الکتریکی متوسط (طیف رنگی زرد تا سبز) منطبق بر بی هنجاری مشاهده شده بر روی نقشه بارپذیری است. با توجه به شواهد کانی سازی در سطح زمین، بی هنجاری ضعیف در نقشه بارپذیری می تواند در ارتباط با کانی سازی باشد. مقدار IP متوسط و مقاومت ویژه متوسط تا بالا در نقشه ها را می توان به کانی سازی ضعیف و پراکنده سولفیدی همراه با سیلیسی شدن نواحی کانه زا نسبت داد. از آنجا که مقادیر بی هنجاری IP در این محدوده بالا نمی باشد و به دلیل اولویت بندی مناطق مورد مطالعه از برداشت های دو قطبی - دو قطبی بر روی بی هنجاری بارپذیری در این ناحیه خودداری شده است.



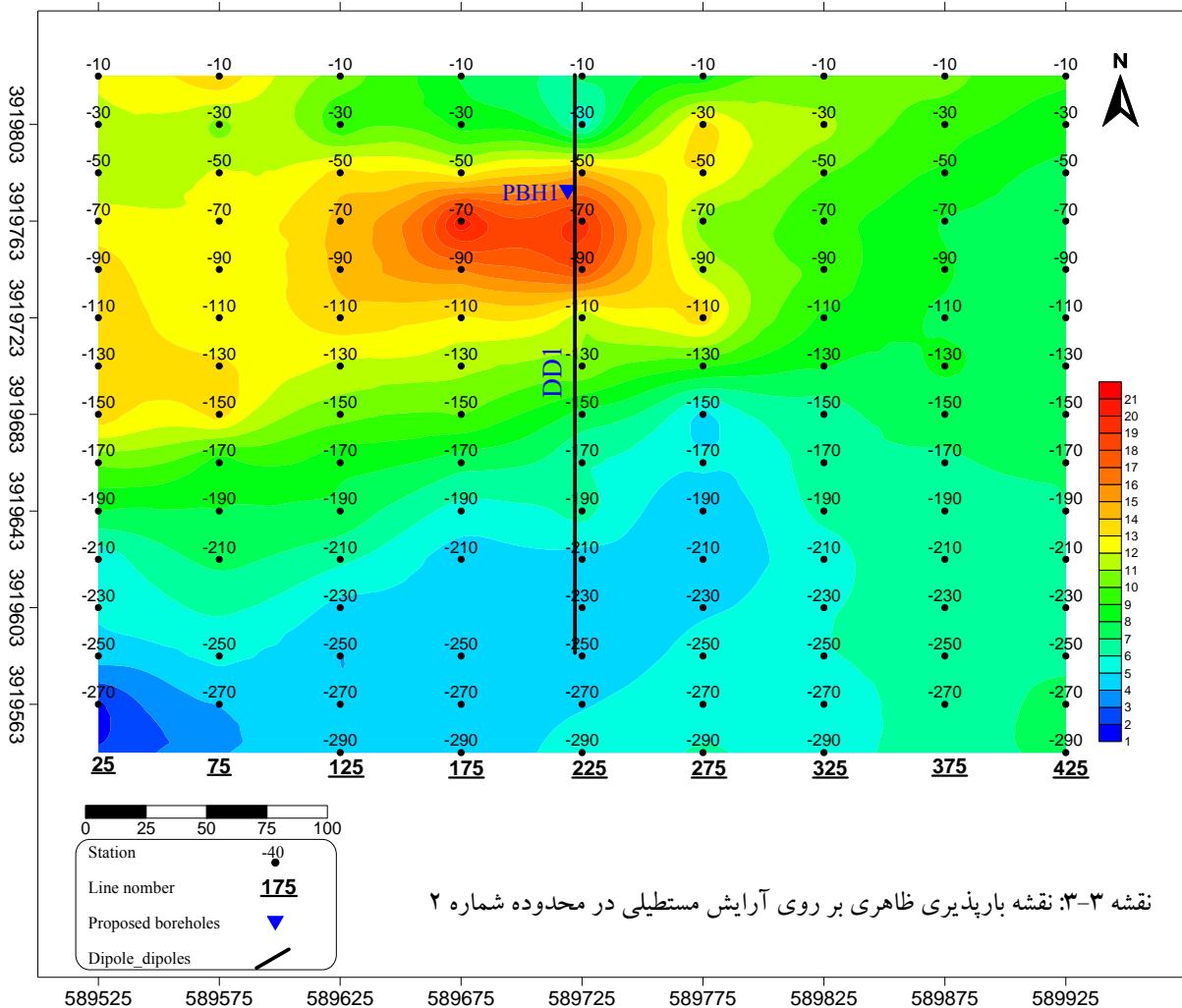
نقشه ۳-۲: نقشه مقاومت ویژه ظاهری بر روی آرایش مستطیلی محدوده شماره ۱

۳-۲- بررسی نتایج در محدوده شماره ۲ (B2)

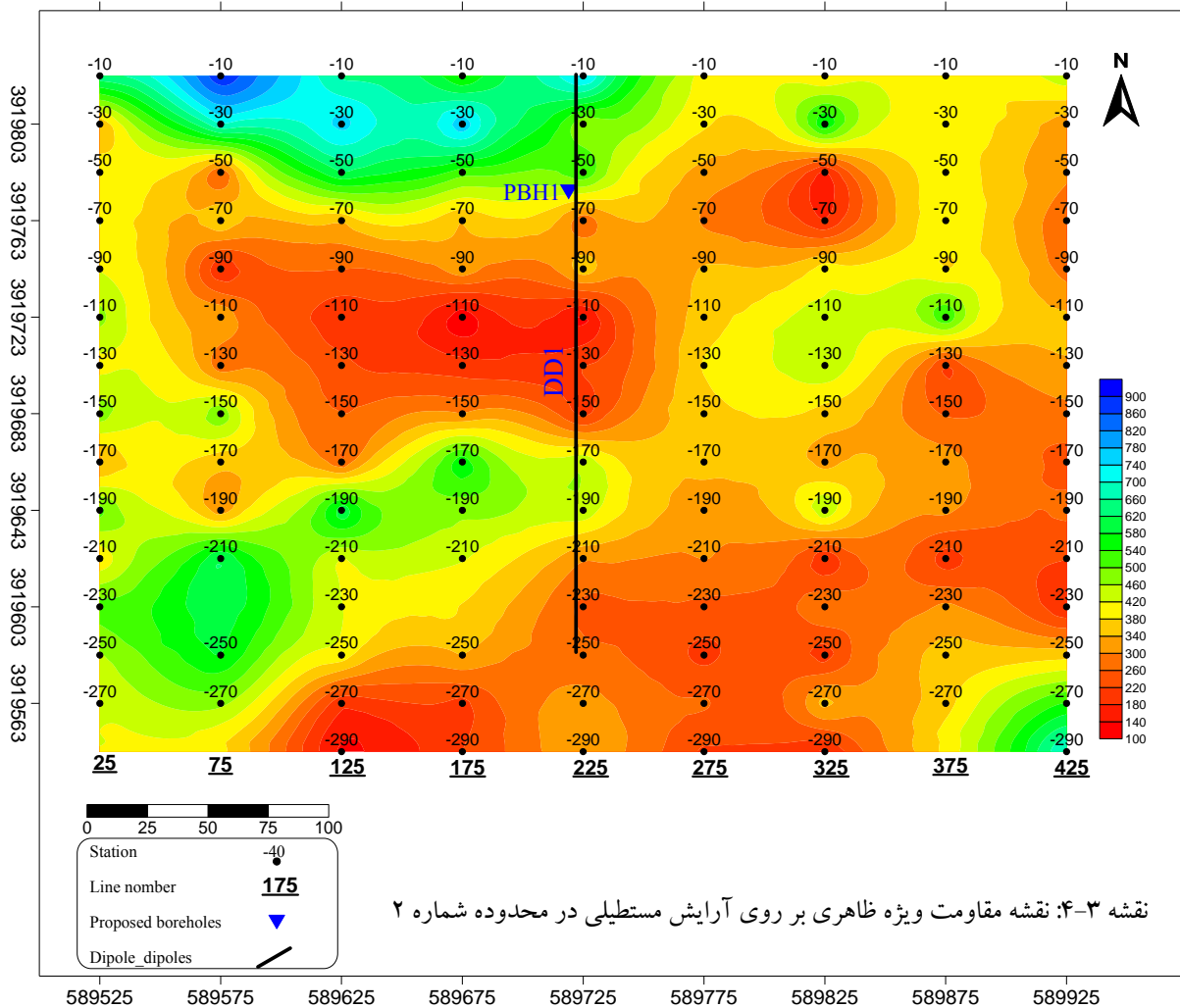
این محدوده توسط یک آرایش مستطیلی با مشخصات $AB=800\text{ m}$ و فواصل پروفیل‌های ۵۰ متر و $MN=20\text{ m}$ و یک آرایش دوقطبی-دوقطبی مورد پیمایش قرار گرفته و پارامترهای بارپذیری ظاهری و مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شد. در ادامه مقادیر اندازه گیری شده در نقشه های مقاومت ویژه و بارپذیری به صورت جداگانه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۳-۲-۱- بررسی نتایج آرایش مستطیلی

نقشه بارپذیری ظاهری این محدوده با استفاده از آرایش مستطیلی در نقشه ۳-۳ به نمایش درآمده است. در این نقشه نواحی با بارپذیری بالا که مشخصه نواحی کانه‌زایی باشند با رنگ قرمز از دیگر نواحی متمایز شده‌اند. حداقل مقدار عددی بارپذیری ۱/۸ و حداکثر مقدار عددی آن ۲۱ می‌باشد. همانطور که از این نقشه مشاهده می‌شود، محدوده واقع در فاصله پروفیل‌های ۱۲۵ تا ۱۷۵ شرقی و مابین ایستگاه‌های ۵۰ تا ۱۱۰ جنوبی، از بارپذیری بالایی برخوردار است.



نقشه مقاومت ویژه ظاهری محدوده شماره ۲ با استفاده از آرایش مستطیلی در نقشه ۳-۴ به نمایش درآمده است. محدوده تغییرات عددی مقاومت ویژه ظاهری بین ۱۰۴ تا ۸۹۸ اهم متر می باشد. در این نقشه نواحی با مقاومت ویژه الکتریکی پایین (طیف رنگی قرمز) از انطباق نسبی خوبی با بی هنجاری با IP بالا (طیف رنگی قرمز) بر روی نقشه بارپذیری برخوردار است. این دو بی هنجاری از نظر موقعیت مکانی کاملاً منطبق نیستند. در ادامه و در بررسی مقاطع پروفیل دوقطبی - دوقطبی (B2-DD1) خواهیم دید که این جابه جایی نسبی بی هنجاری عمدتاً بواسطه بی هنجاری های محلی سطحی ناشی شده است و در عمق این دو بی هنجاری از انطباق قابل توجهی برخوردارند. از آنجا که کانی سازی در این منطقه به صورت مالاکیت و سولفیدی می باشد، این ناحیه را می توان از پتانسیل مناسبی برای کانی سازی برخوردار دانست. از این رو برای بررسی های جزئی تر، یک پروفیل دوقطبی - دوقطبی بر روی بی هنجاری IP در این ناحیه در نظر گرفته شد.



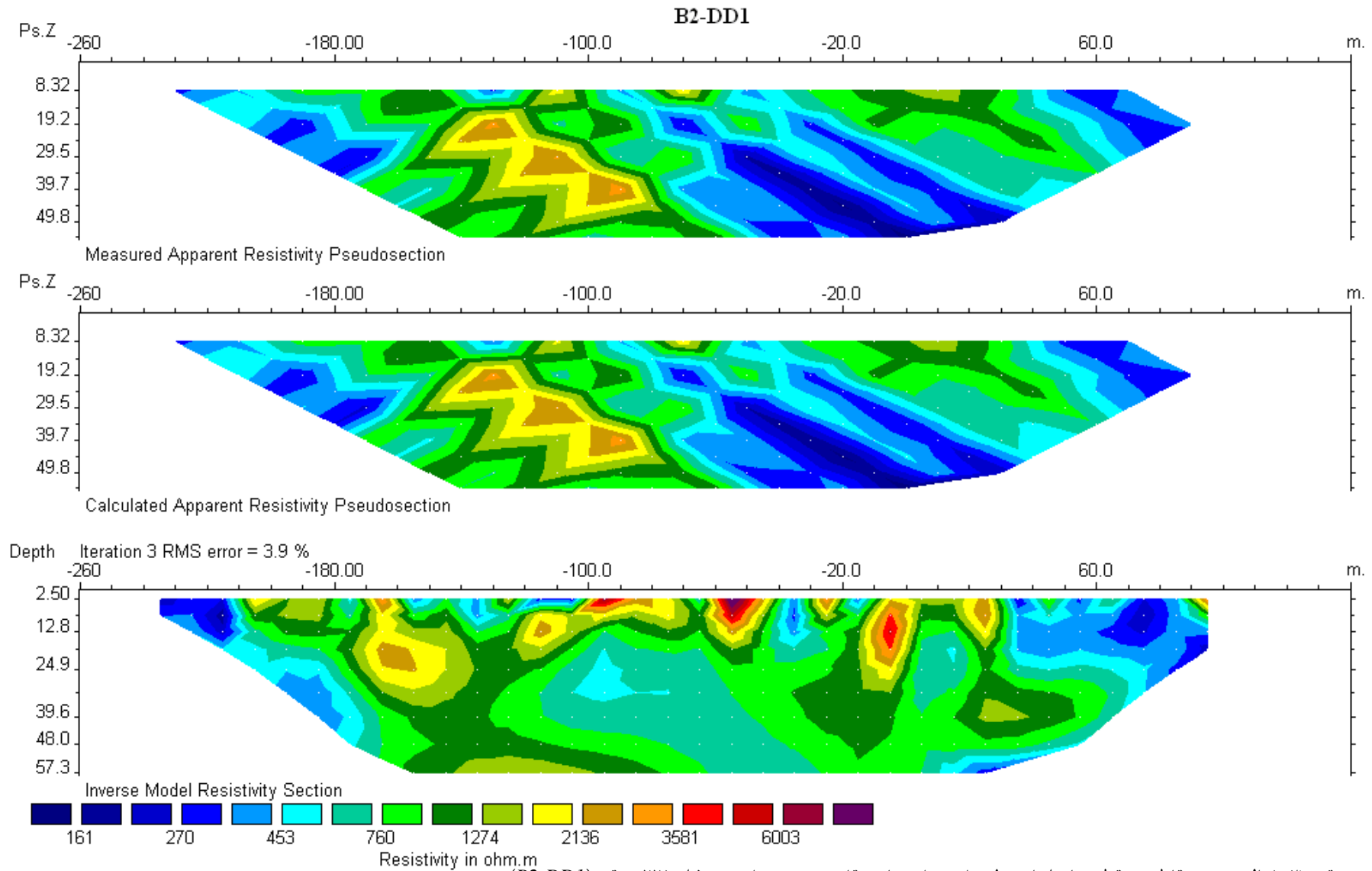
۳-۲-۲- بررسی مقطع B2-DD1

به منظور بررسی عمقی و ردیابی بی هنجاری واقع در نقشه بارپذیری آرایش مستطیلی (شکل ۳-۳) یک پروفیل دوقطبی- دوقطبی با فاصله ایستگاهی و پرش ۲۰ متر ($AB=MN=Leap=20\text{ m}$) بر روی پروفیل ۲۲۵ شرقی برداشت شد. موقعیت این پروفیل در نقشه های ۳-۳ و ۴-۳ به نمایش درآمده است. به منظور پوشش جانبی این بی هنجاری پروفیل دوقطبی-دوقطبی به سمت شمال آرایش مستطیلی گسترش یافته است. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوطه با نرم افزار Res2Dinv تهیه شده و در نقشه شماره ۳-۵ مشاهده می شود. در نقشه های ۳-۵-الف و ۳-۵-ب به ترتیب شبه مقاطع و مقطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل

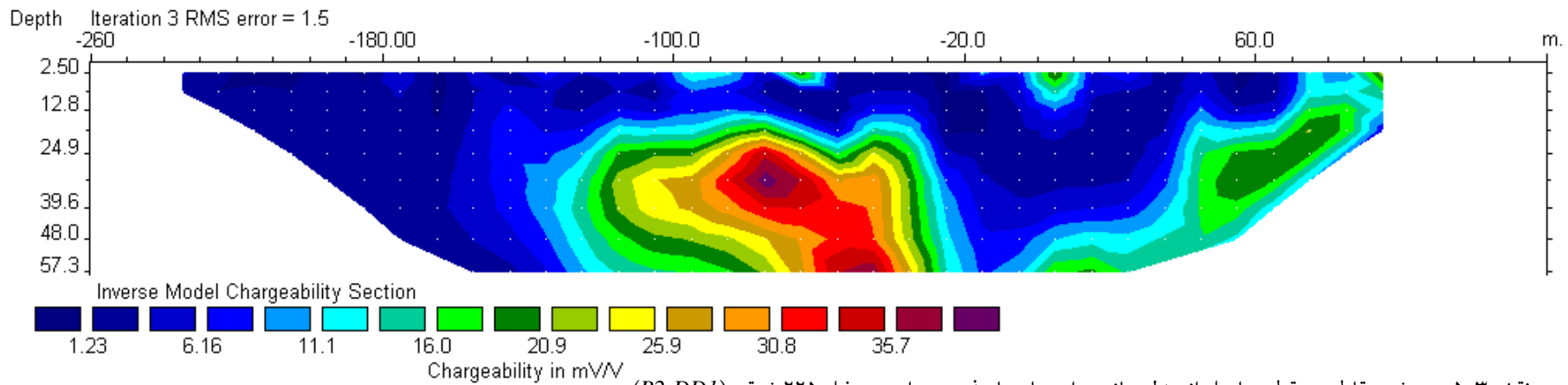
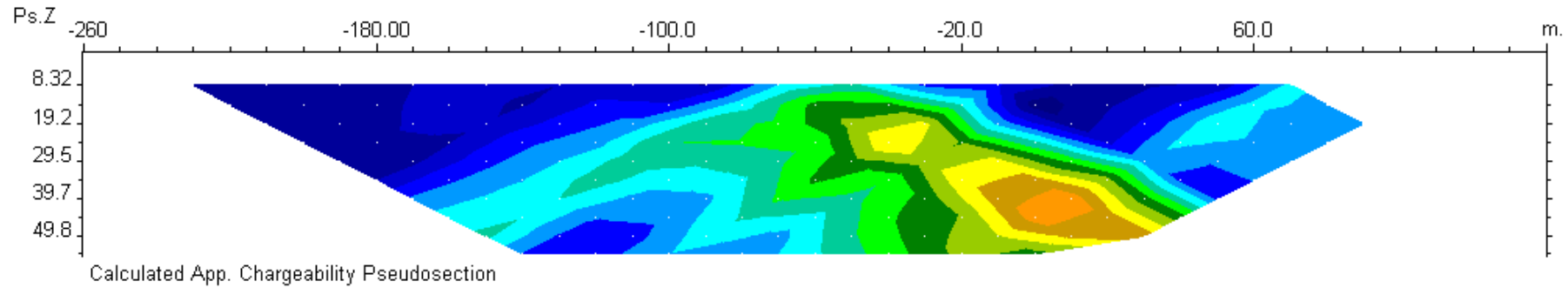
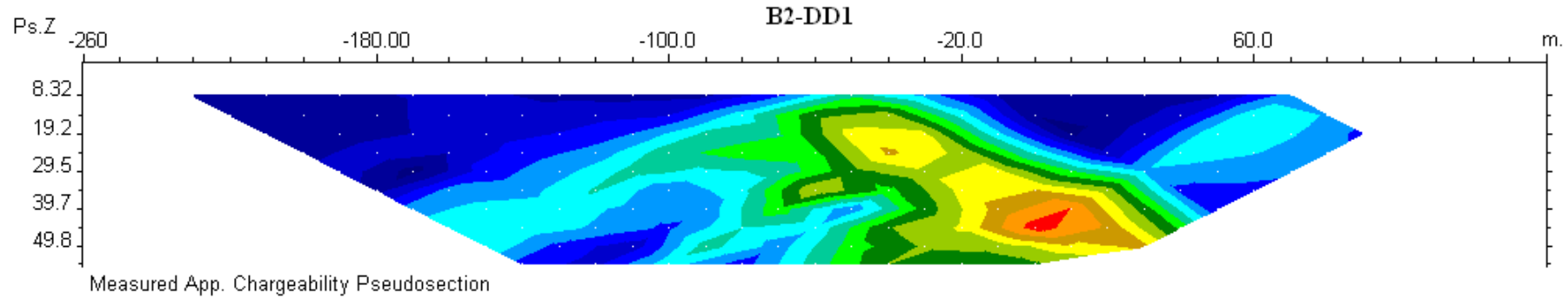
سازي وارون (معكوس) مربوط به اين پروفيل، نشان داده شده است. علاوه بر اين مقاطع دوبعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازي وارون اين پروفيل با اعمال تصحيح توپوگرافي در نقشه ۳-۵-ج آورده شده است. حداقل و حداكثر مقدار عددي بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتيب ۰/۱۴ تا ۳۲ میلی ولت بر ولت و ۱۴۲ تا ۳۰۹۲ اهم متر می باشد.

در نقشه IP محدوده بی هنجاری با طیف رنگی سبز تا قرمز از دیگر نواحی متمایز شده است. این بی هنجاری که در فاصله ایستگاه های ۲۰ تا ۱۲۰ جنوبی و در عمق تقریبی بالای ۱۵ متری واقع شده، از انطباق خوبی با بی هنجاری با مقاومت ویژه نسبتاً پایین (حدود ۵۰۰ اهم متر) برخوردار است. با توجه به کانی سازی مس به صورت مالاکیت و حضور کانی های سولفیدی در این منطقه، این ناحیه را می توان از پتانسیل بالایی برای کانی سازی برخوردار دانست. همانطور که در مقطع مدل سازی شده بارپذیری (نقشه ۳-۵-ج) دیده می شود، بی هنجاری IP در عمق ۵۰ متر (عمق مدل سازی) محدود نشده و امکان گسترش آن در عمق وجود دارد. با توجه به موارد ذکر شده فوق گمانه اکتشافی بنابر نقشه بارپذیری به ترتیب اولویت به شرح زیر پیشنهاد می گردد (زاویه حفاری نسبت به قائم می باشد):

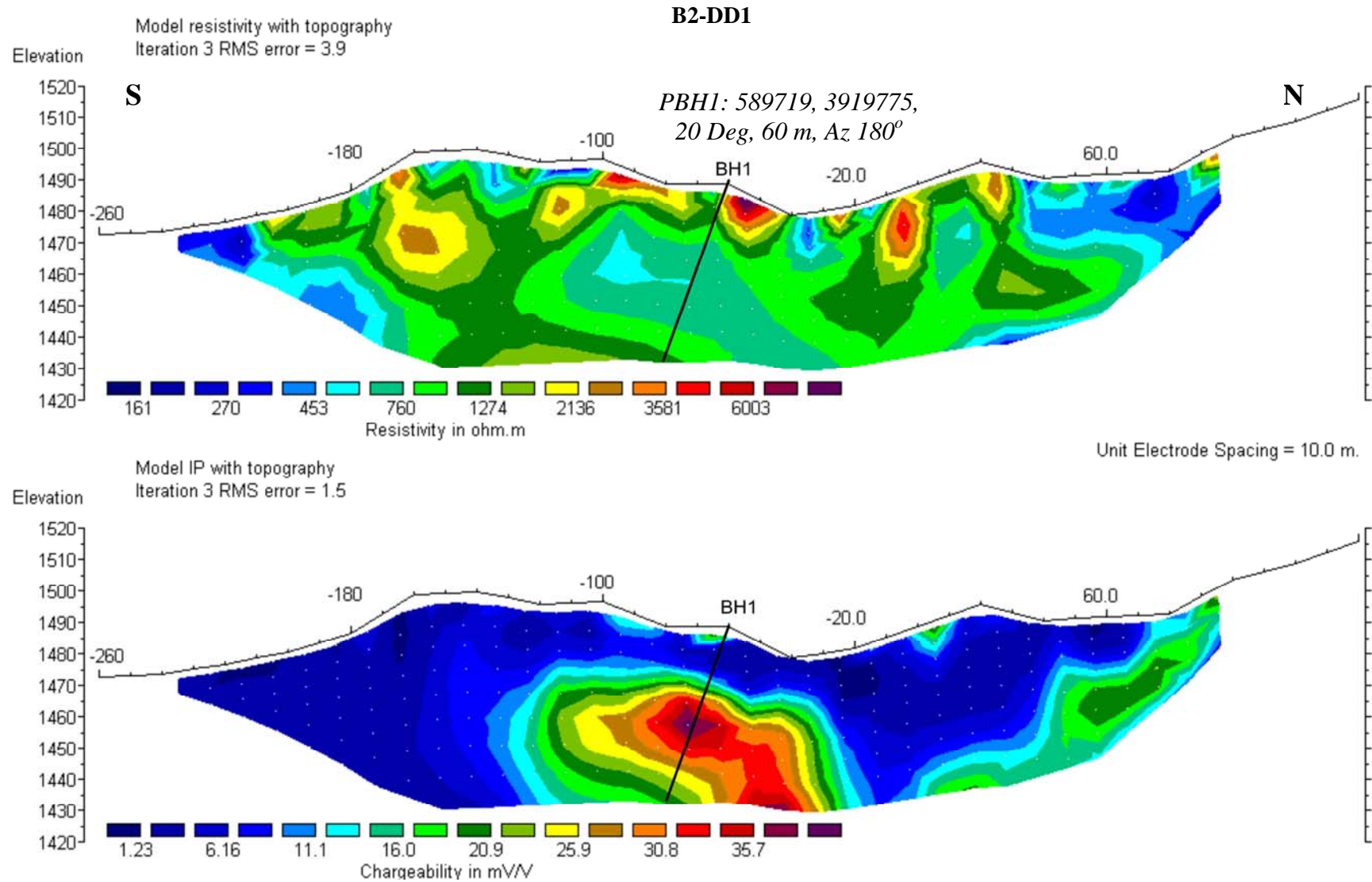
نام	X(UTM)	Y(UTM)	ایستگاه	عمق حفاری	آزیموت(درجه)	زاویه (درجه)
PBH1	۵۸۹۷۱۹	۳۹۱۹۷۷۵	۶۰ جنوبی	۶۰ متر	۱۸۰	۲۰



نقشه ۳-۵-الف: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های مقاومت ویژه برای پروفیل ۲۲۵ شرقی (B2-DD1).



نقشه ۳-۵-ب: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های بارپذیری برای پروفیل ۲۲۵ شرقی (B2-DD1).



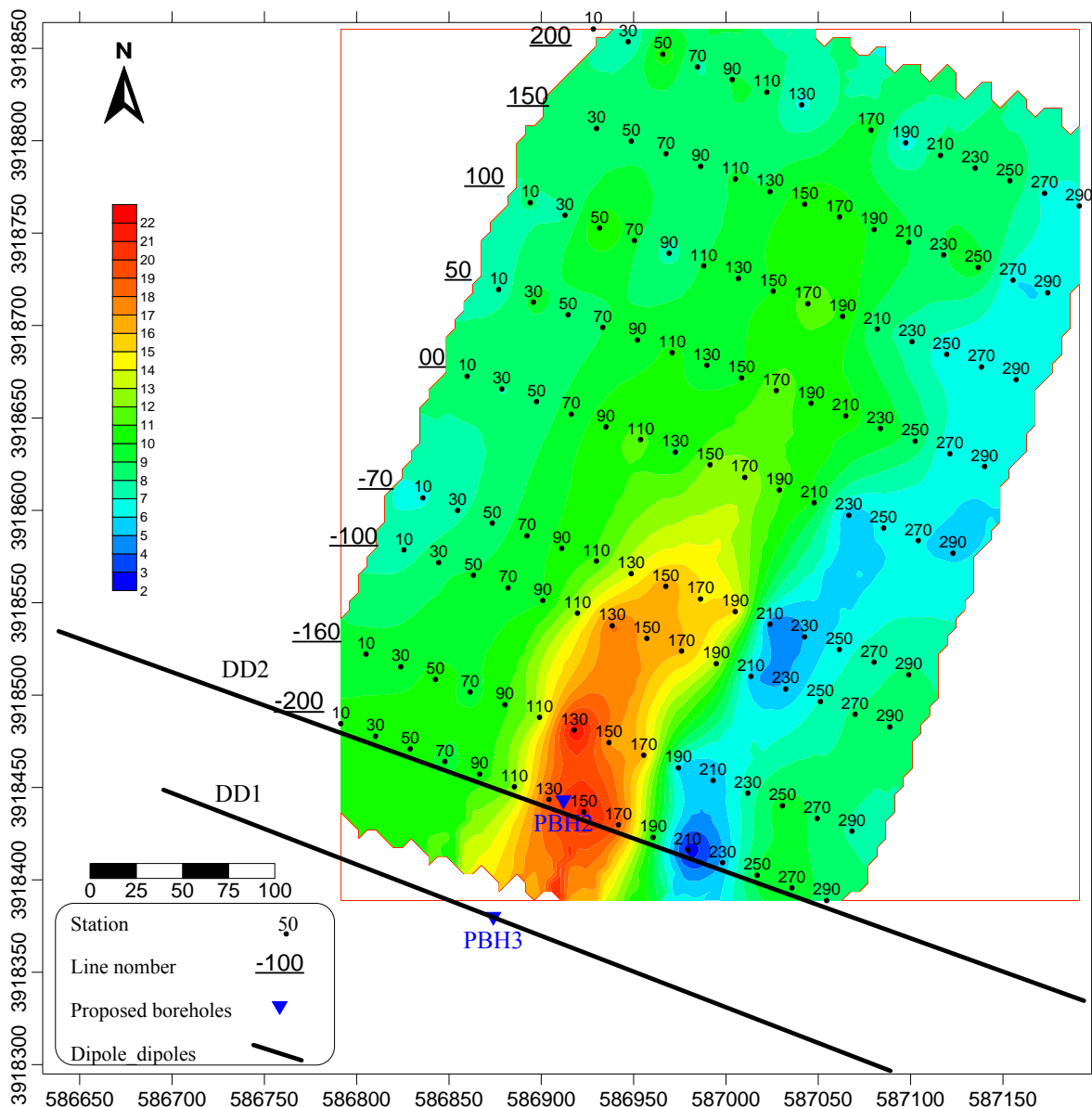
نقشه ۳-۵-ج: مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون با اعمال تصحیح توپوگرافی برای پروفیل ۲۲۵ شرقی (B2-DD1).

۳-۳- بررسی نتایج در محدوده شماره ۳ (B3)

این محدوده توسط یک آرایش مستطیلی با مشخصات $AB=800\text{ m}$ و فواصل پروفیل‌های ۵۰ متر و $MN=20\text{ m}$ و دو آرایش دوقطبی-دوقطبی مورد پیمایش قرار گرفته و پارامترهای بارپذیری ظاهری و مقاومت ویژه ظاهری اندازه‌گیری شد. در ادامه مقادیر اندازه‌گیری شده در نقشه‌های مقاومت ویژه و بارپذیری به صورت جداگانه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۳-۳-۱- بررسی نتایج آرایش مستطیلی

نقشه بارپذیری ظاهری محدوده شماره ۳ با استفاده از آرایش مستطیلی در نقشه ۳-۶ به نمایش درآمده است. در این نقشه نواحی با بارپذیری بالا که مشخصه نواحی کانه‌زا می‌باشند با رنگ قرمز از دیگر نواحی متمایز شده‌اند. حداقل مقدار عددی بارپذیری ۲/۰۴ و حداکثر مقدار عددی آن ۲۲/۵ می‌باشد. همانطور که از این نقشه مشاهده می‌شود، محدوده واقع در فاصله پروفیل های ۷۰ جنوبی تا ۲۰۰ جنوبی و فاصله ایستگاه های ۱۱۰ تا ۱۹۰ شرقی، از بارپذیری بالایی برخوردار است. همانطور که در این نقشه دیده می‌شود، بی‌هنجاری مزبور در جنوب آرایش مستطیلی محدود نشده است. این آرایش مستطیلی به منظور پوشش کامل بی‌هنجاری مشاهده شده در مطالعات قبلی (توسط بخش خصوصی) و انجام مطالعات تکمیلی بر روی این محدوده در نظر گرفته شده است.



نقشه ۳-۶: نقشه بارپذیری ظاهری بر روی آرایش مستطیلی در محدوده شماره ۳

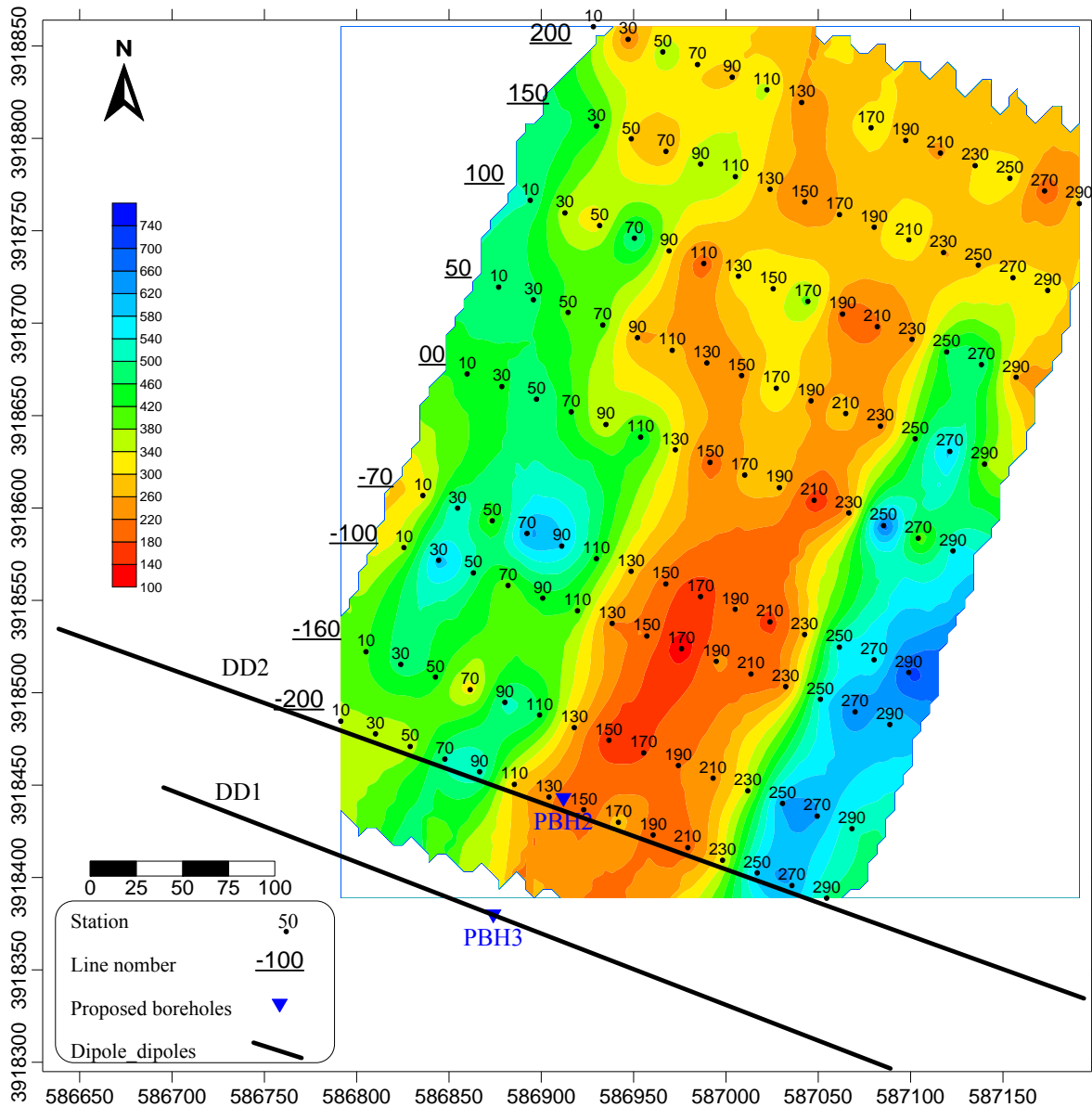
نقشه مقاومت ویژه ظاهری این محدوده با استفاده از آرایش مستطیلی در نقشه ۳-۷ به نمایش درآمده

است. محدوده تغییرات عددی مقاومت ویژه ظاهری بین ۱۰۴ تا ۸۹۸ اهم متر می باشد. در این نقشه نواحی با

مقاومت ویژه الکتریکی پایین (طیف رنگی نارنجی تا قرمز) از انطباق خوبی با بی هنجاری با IP بالا (طیف رنگی

نارنجی تا قرمز) بر روی نقشه بارپذیری برخوردار است. از این رو این ناحیه می تواند از نظر کانی سازی با

اهمیت تلقی شود. بنابراین برای بررسی های جزئی تر، دو پروفیل برای پیمایش با آرایش دو قطبی - دو قطبی در این ناحیه در نظر گرفته شد.



نقشه ۳-۷: نقشه مقاومت ویژه ظاهری بر روی آرایش مستطیلی در محدوده شماره ۳

۳-۳-۲- بررسی مقطع B3-DD1

به منظور بررسی عمقی رگه ای که در این منطقه واقع شده است و با نظر زمین شناس منطقه (مهندس صفری)، یک پروفیل دوقطبی- دوقطبی در حاشیه جنوبی آرایش مستطیلی در نظر گرفته شد. موقعیت این پروفیل در نقشه های ۳-۶ و ۳-۷ با واژه DD1 به نمایش درآمده است. این پروفیل به طول ۳۳۰ متر و با آزیموت ۱۱۲ درجه با مشخصات $AB=MN=Leap=20\text{ m}$ مورد پیمایش قرار گرفت. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوطه با نرم افزار Res2Dinv تهیه شده و در نقشه شماره ۳-۸ به نمایش درآمده است. در نقشه های ۳-۸-الف و ۳-۸-ب شبه مقاطع و مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل، نشان داده شده است. علاوه بر این مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل با اعمال تصحیح توپوگرافی در نقشه ۳-۸-ج آورده شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۱/۴ تا ۲۶/۳ میلی ولت بر ولت و ۴۹ تا ۱۴۲۲ اهم متر می باشد.

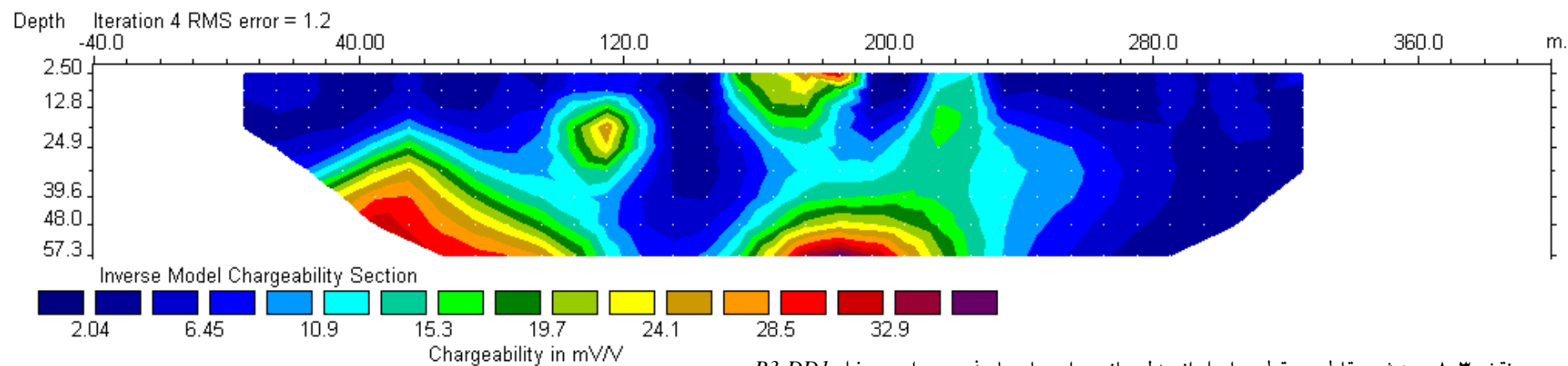
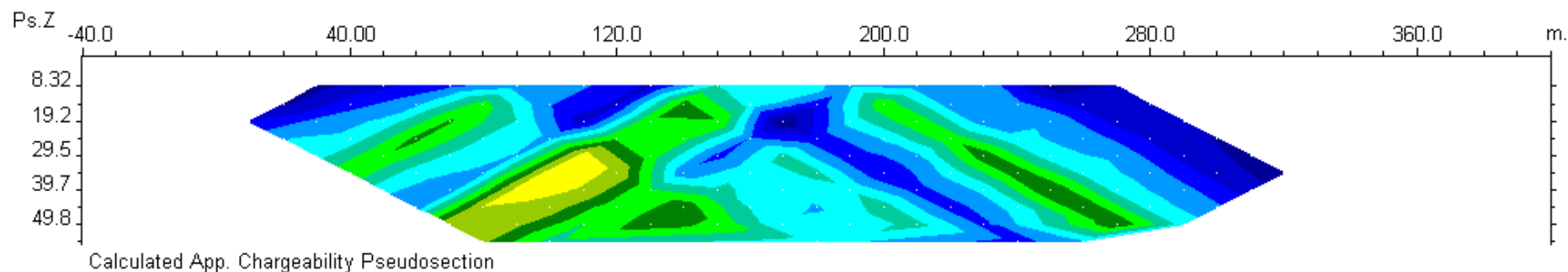
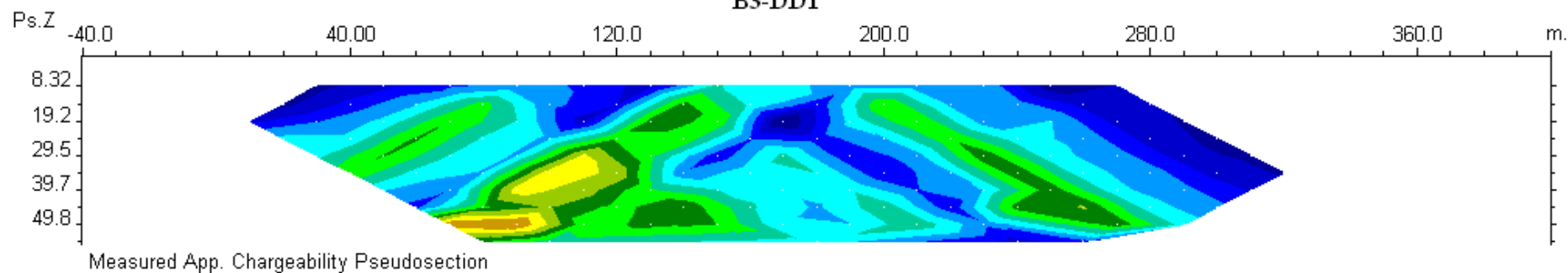
در نقشه IP محدوده های بی هنجار با طیف رنگی سبز تا قرمز از دیگر نواحی متمایز شده است. بی هنجاری اول که در فاصله ایستگاه های ۴۰ تا ۱۲۰ شرقی و در عمق تقریبی ۲۰ متری واقع است، در نقشه RS منطبق بر نواحی با مقاومت ویژه بالا است. اما بی هنجاری دوم که در فواصل ایستگاهی ۱۵۰ تا ۲۳۰ شرقی واقع است و از سطح به عمق گسترش یافته است، از انطباق خوبی با بی هنجاری با مقاومت ویژه پایین (۵۰ تا ۱۰۰ اهم متر) برخوردار است. البته یک گسستگی قابل توجه در عمق تقریبی ۳۰ متری این بی هنجاری قابل تشخیص است. این بی هنجاری در سطح و در فاصله ایستگاهی ۱۴۰ و ۱۶۰ شرقی در هر دو مقطع IP و RS قابل تشخیص است و منطبق بر رخنمون زون کانی سازی در این ناحیه است. با توجه به نوع کانی سازی و حضور احتمالی کانی های سولفیدی در این منطقه، بی هنجاری دوم را می توان از پتانسیل بالایی برای کانی سازی برخوردار

دانست. همانطور که در مقاطع مدل سازی شده (نقشه ۳-۸-ج) دیده می شود، بی هنجاری های IP و RS در عمق ۵۰ متر (عمق مدل سازی) محدود نشده و امکان گسترش آن در عمق وجود دارد.

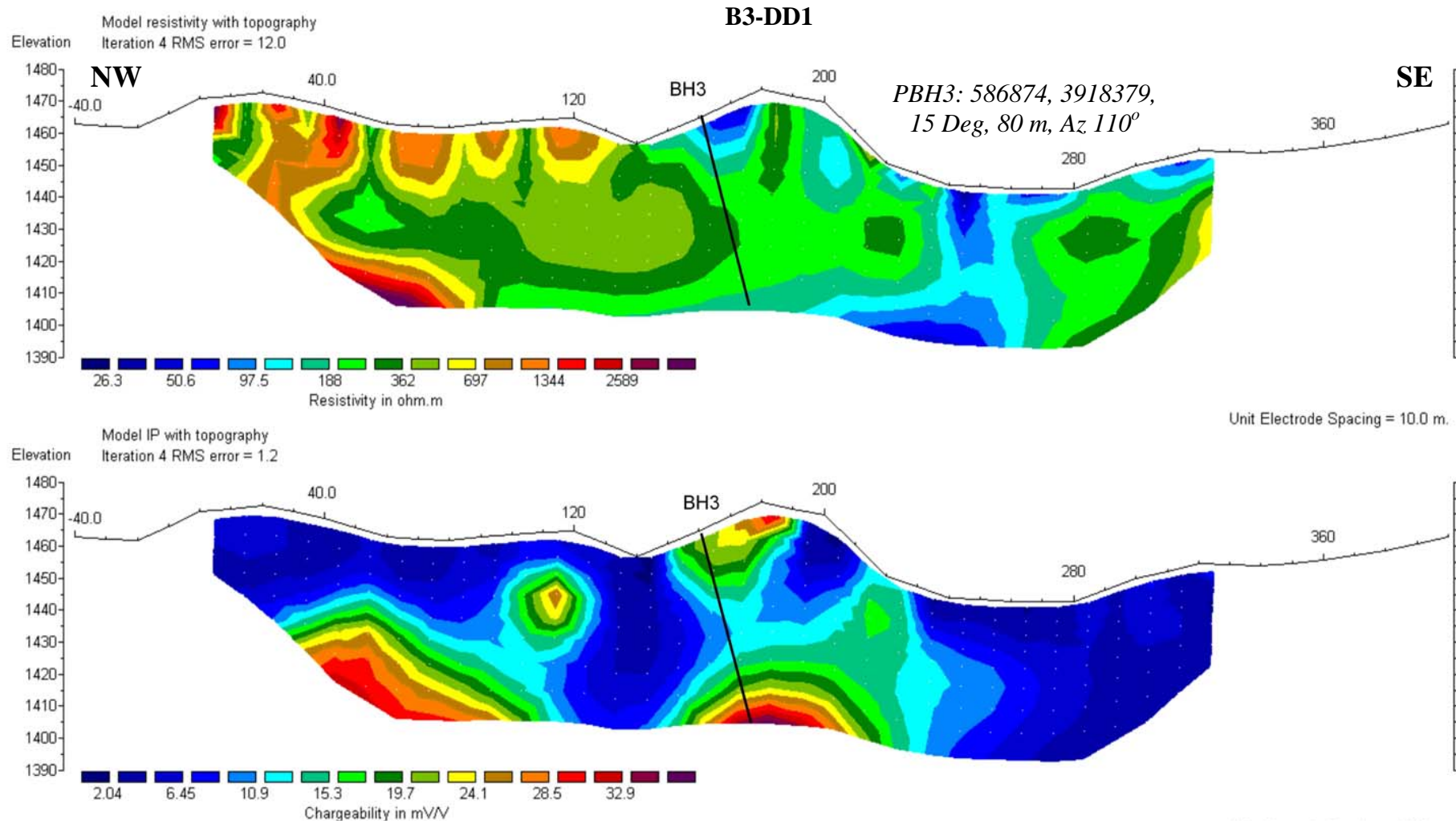
با توجه به موارد ذکر شده فوق گمانه اکتشافی بنابر نقشه بارپذیری به ترتیب اولویت به شرح زیر پیشنهاد می گردد (زاویه حفاری نسبت به قائم می باشد):

نام	X(UTM)	Y(UTM)	ایستگاه	عمق حفاری	آزیموت(درجه)	زاویه (درجه)
PBH3	۵۸۶۸۷۴	۳۹۱۸۳۷۹	۱۶۰ شرقی	۸۰ متر	۱۱۰	۱۵

B3-DD1



نقشه ۳-۸-ب: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های بارپذیری برای پروفیل B3-DD1



نقشه ۳-۸-ج: مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون با اعمال تصحیح توپوگرافی برای پروفیل B3-DD1

۳-۳-۳- بررسی مقطع B3-DD2

به منظور بررسی عمقی و ردیابی بی هنجاری واقع در نقشه بارپذیری آرایش مستطیلی (نقشه ۳-۶) یک پروفیل دوقطبی- دوقطبی با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و با پرش ۲۰ متر بر روی پروفیل ۲۰۰ جنوبی به طول ۴۳۰ متر و با آزیموت ۱۱۰ درجه برداشت شد. موقعیت این پروفیل در نقشه های ۳-۶ و ۳-۷ با واژه DD2 به نمایش درآمده است. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوطه با نرم افزار Res2Dinv تهیه شده و در نقشه شماره ۳-۹ به نمایش درآمده است. در نقشه های ۳-۹-الف و ۳-۹-ب شبه مقاطع و مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل، نشان داده شده است. علاوه بر این مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل با اعمال تصحیح توپوگرافی در نقشه ۳-۹-ج آورده شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۲/۷ تا ۲۶ میلی ولت بر ولت و ۴۳ تا ۱۱۶۶ اهم متر می باشد.

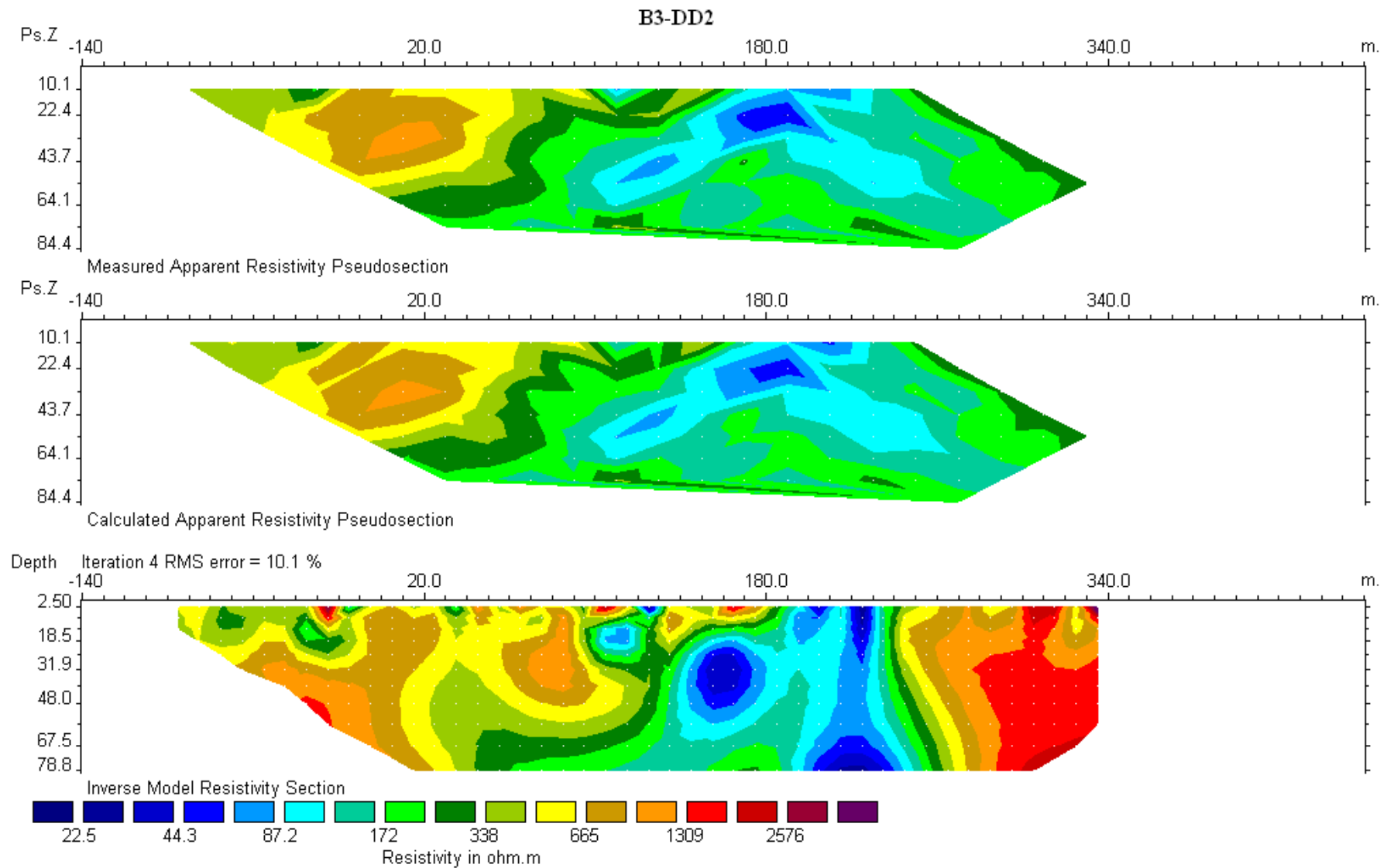
در نقشه IP محدوده بی هنجاری با طیف رنگی سبز تا تا قرمز از دیگر نواحی متمایز شده است. این بی- هنجاری که از گستردگی قابل توجهی برخوردار است، در فاصله ایستگاه های ۱۰۰ تا ۱۹۰ شرقی و در عمق تقریبی ۳۰ متری دارای بیشترین مقدار است. همانطور که در نقشه IP دیده می شود، این بی هنجاری به شدت کمتری به سمت شمال غرب گسترش دارد. نکته قابل توجه، انطباق دقیق این زون با بی هنجاری با مقاومت ویژه خیلی پایین (کمتر از ۱۰۰ اهم متر) در نقشه RS می باشد. این مسأله می تواند ناشی از کانی سازی فلزی در این ناحیه باشد. یک بی هنجاری دیگر با مقدار بارپذیری ۱۳ تا ۱۶ میلی ولت بر ولت که در عمق محدود نشده است، در فاصله ایستگاهی ۲۲۰ تا ۲۷۰ شرقی به چشم می خورد. این بی هنجاری از انطباق خوبی با بی هنجاری با مقاومت ویژه پایین (پایین تر از ۱۰۰ اهم متر) برخوردار است. با توجه به نوع کانی سازی در این ناحیه، این منطقه نیز می تواند به عنوان زون احتمالی کانی سازی، معرفی شود. با توجه به نظر زمین شناس منطقه این بی

هنجاری نیز می تواند در مراحل بعدی اکتشاف مورد توجه قرار گیرد. همانطور که در مقاطع مدل سازی شده (نقشه ۳-۹-ج) دیده می شود، بی هنجاری شماره ۱ در عمق ۱۰۰ متر (عمق مدل سازی) محدود شده است. از این رو، گمانه پیشنهادی بر روی این پروفیل نسبت به گمانه حفاری بر روی پروفیل قبلی در اولویت است و با واژه PBH2 در نقشه های ۳-۶ و ۳-۷ به نمایش درآمده است.

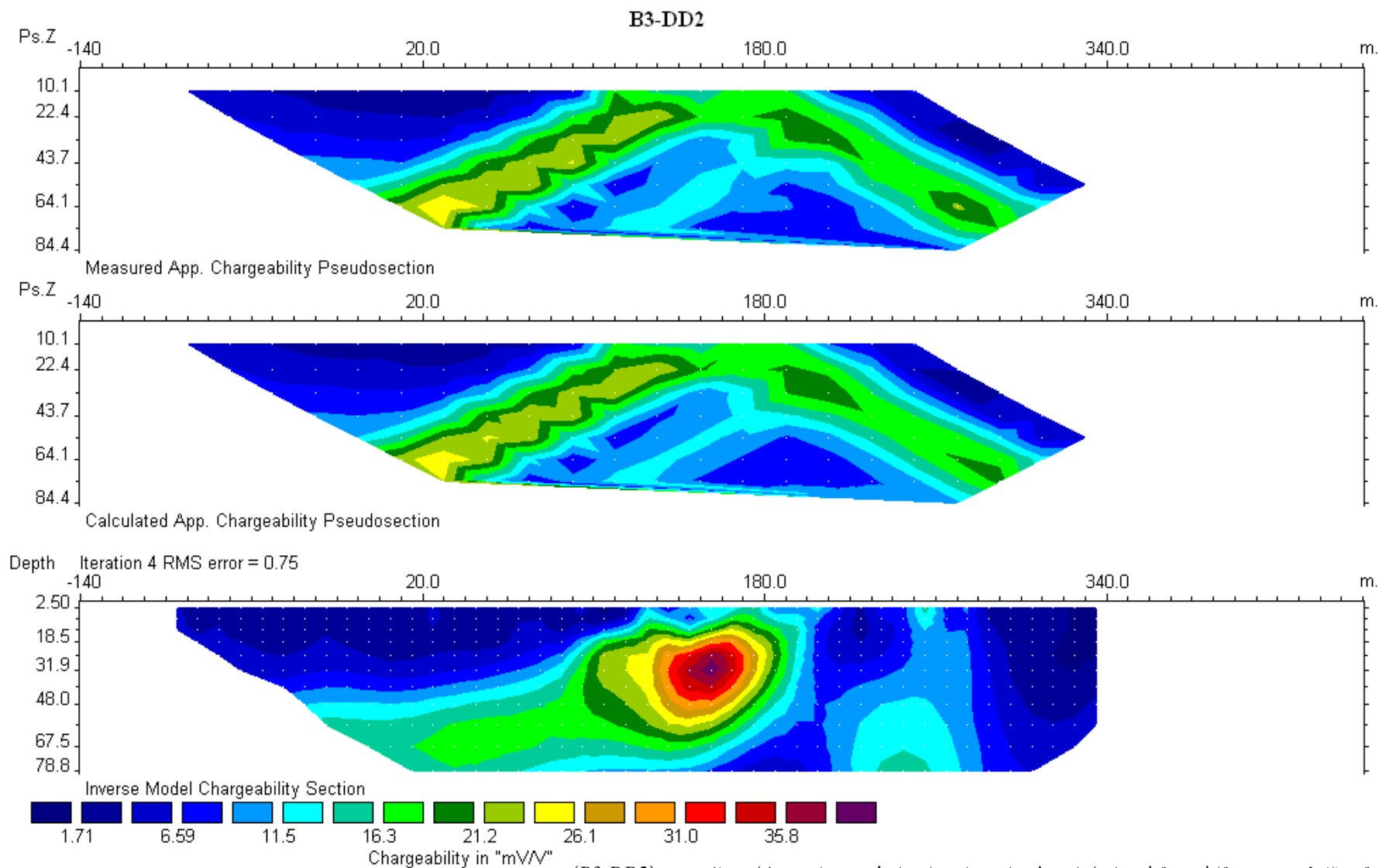
با توجه به موارد ذکر شده فوق گمانه اکتشافی بنابر نقشه بارپذیری به ترتیب اولویت به شرح زیر پیشنهاد

می گردد (زاویه حفاری نسبت به قائم می باشد):

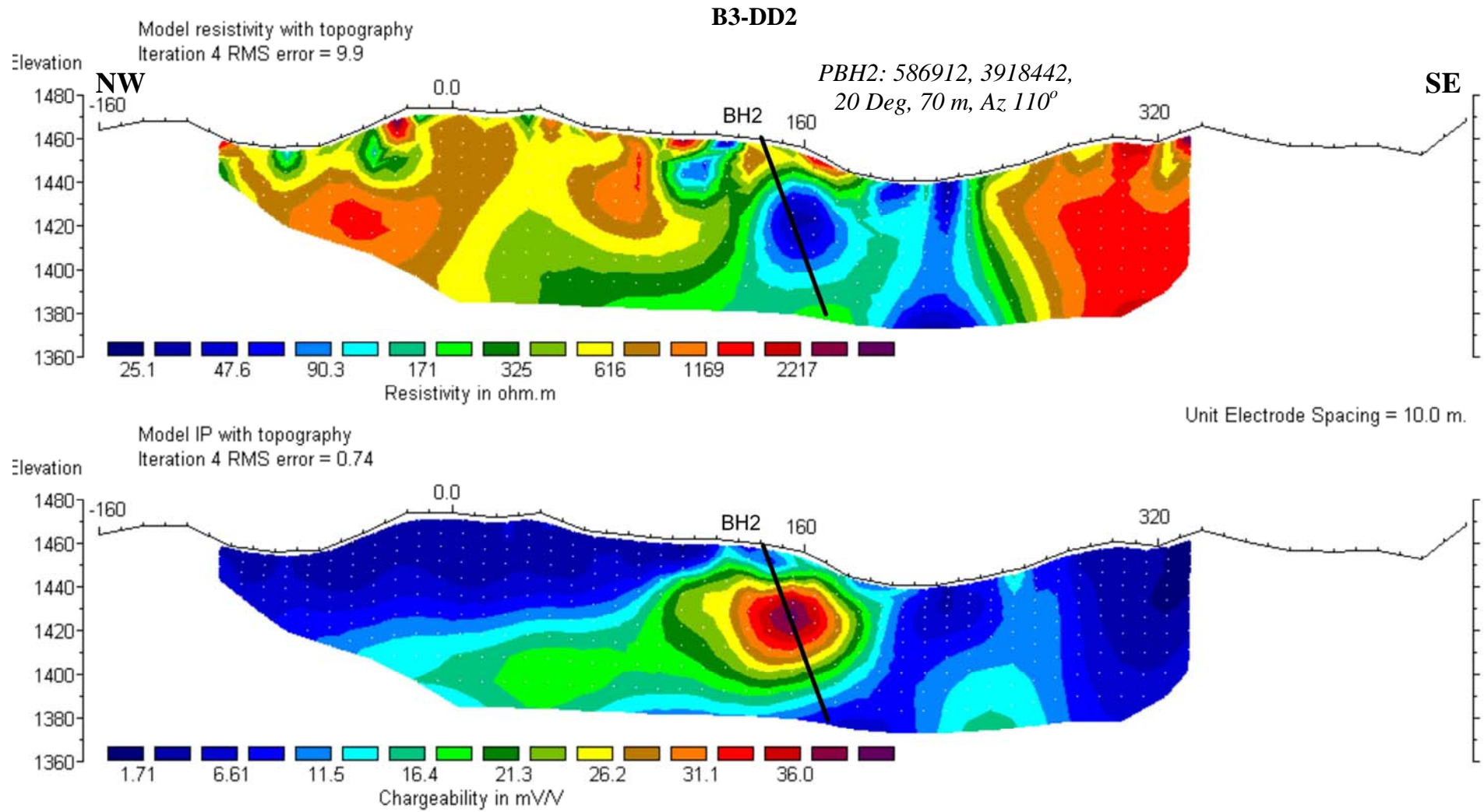
نام	X(UTM)	Y(UTM)	ایستگاه	عمق حفاری	آزیموت(درجه)	زاویه (درجه)
PBH2	۵۸۶۹۱۲	۳۹۱۸۴۴۲	۱۴۰ شرقی	۷۰ متر	۱۱۰	۲۰



نقشه ۳-۹-الف: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های مقاومت ویژه برای پروفیل ۲۰۰ جنوبی (B3-DD2).



نقشه ۳-۹-ب: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های بارپذیری برای پروفیل ۲۰۰ جنوبی (B3-DD2).



نقشه ۳-۹-ج: مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون با اعمال تصحیح توپوگرافی برای پروفیل ۲۰۰ جنوبی (B3-DD2).

۳-۴- بررسی نتایج در محدوده شماره ۴ (B4)

۳-۴-۱- بررسی مقطع B4-DD1

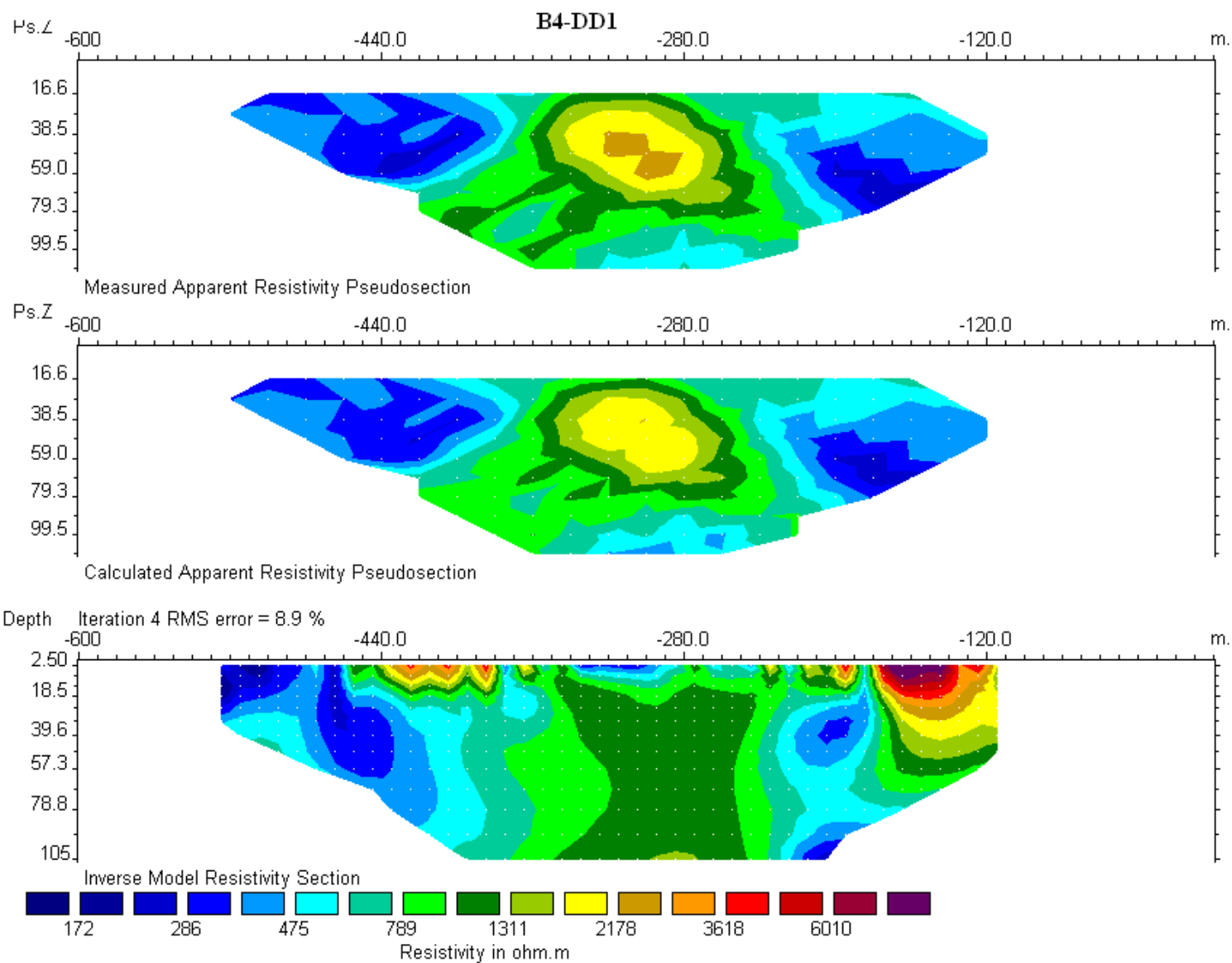
به منظور بررسی عمقی رگه ای که در این منطقه واقع شده است، یک پروفیل دوقطبی - دوقطبی با امتداد شمالی - جنوبی به طول ۴۱۰ متر در این ناحیه برداشت شد. موقعیت این پروفیل که با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و پرش ۲۰ متری در این ناحیه در نظر گرفته شده است، در نقشه ۱-۲ با واژه B4-DD1 به نمایش درآمده است. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوطه با نرم افزار Res2Dinv تهیه شده و در نقشه شماره ۳-۱۰ به نمایش درآمده است. در نقشه های ۳-۱۰-الف و ۳-۱۰-ب شبه مقاطع و مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل، نشان داده شده است. علاوه بر این مقاطع دوبعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل با اعمال تصحیح توپوگرافی در نقشه ۳-۱۰-ج آورده شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۱/۳ تا ۱۳/۹ میلی ولت بر ولت و ۲۱۲ تا ۲۴۳۶ اهم متر می باشد.

در نقشه IP محدوده بی هنجاری با طیف رنگی سبز تا قرمز از دیگر نواحی متمایز شده است. یک بی هنجاری کوچک با مقدار بارپذیری نسبتاً بالا در فاصله ایستگاه های ۴۲۰ تا ۴۵۰ جنوبی که از سطح شروع شده و تا عمق ۵۵ متری ادامه دارد، مشاهده می شود. این بی هنجاری منطبق بر نواحی با مقاومت ویژه پایین تا متوسط (۲۰۰ تا ۴۰۰ اهم متر) در نقشه RS می باشد. با توجه به مقادیر IP و RS در سایر نواحی این پروفیل، این مناطق از نظر حضور کانی های سولفیدی ضعیف به نظر می رسد. از طرفی با توجه به وجود شواهد کانی سازی به صورت ملاکیت در سنگ های متاریولیت و متاتوف های ریولیتی مناطق با بارپذیری متوسط و بالا (طیف رنگی سبز تا زرد) و مقاومت ویژه بالا (طیف رنگی سبز)، می توانند از نظر کانی سازی با اهمیت باشند.

با توجه به موارد ذکر شده فوق گمانه اکتشافی بنابر نقشه شارژپذیری به ترتیب اولویت به شرح زیر

پیشنهاد می گردد (زاویه حفاری نسبت به قائم می باشد):

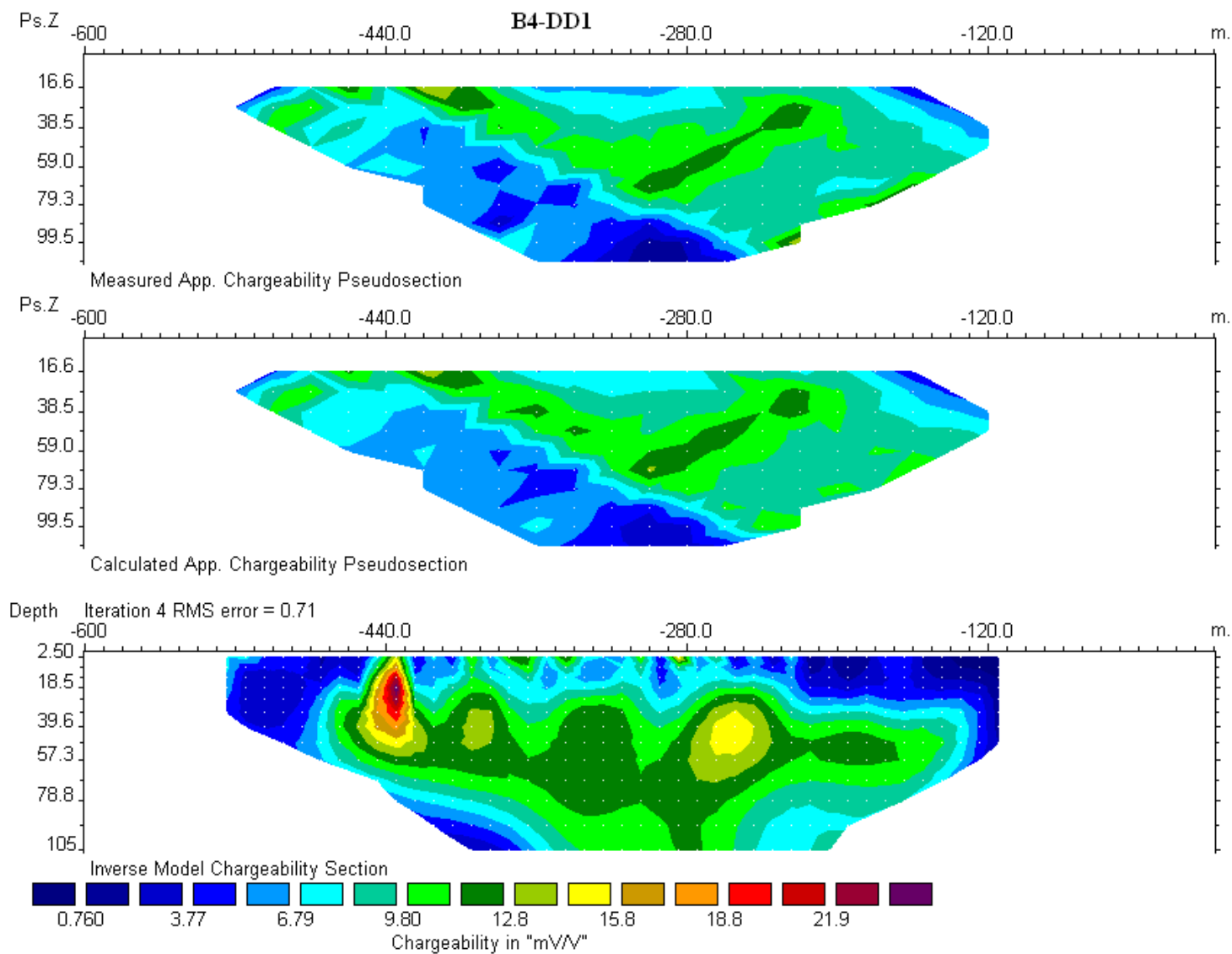
نام	X(UTM)	Y(UTM)	ایستگاه	عمق حفاری	آزیموت(درجه)	زاویه (درجه)
PBH4	۵۸۹۷۳۵	۳۹۲۰۴۹۹	۴۴۰ جنوبی	۵۰ متر	۰	۱۰



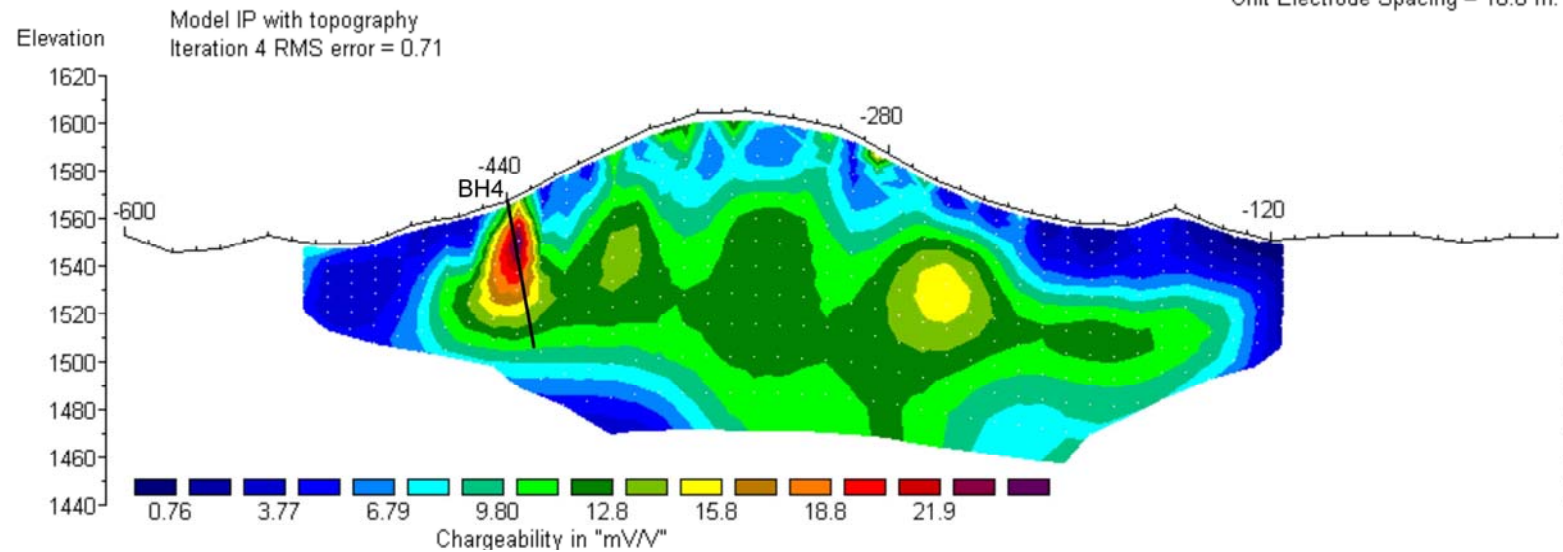
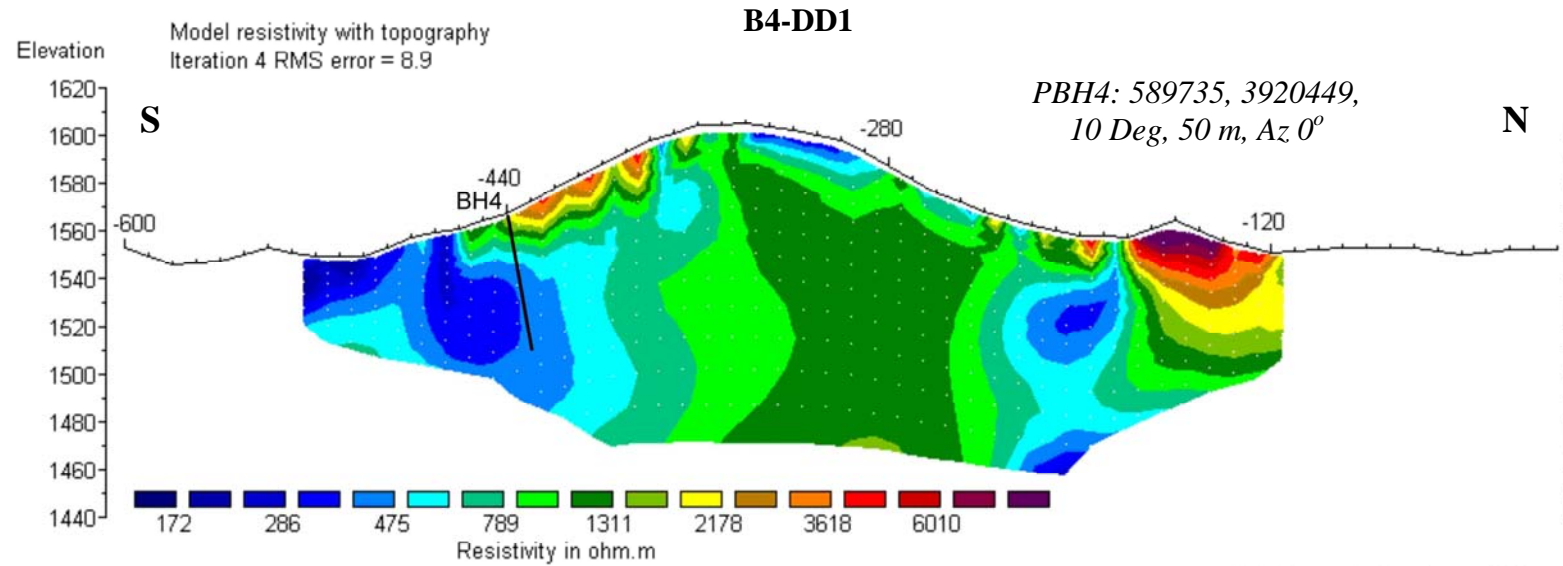
نقشه ۳-۱۰-الف: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های مقاومت ویژه پروفیل B4-DD1

۵۶

ژئوفیزیک



نقشه ۱۰-۳-ب: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های بارپذیری پروفیل B4-DD1



نقشه ۳-۱۰ ج: مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون با اعمال تصحیح توپوگرافی برای پروفیل B4-DD1

۳-۵- بررسی نتایج در محدوده شماره ۵ (B5)

به منظور بررسی عمقی رگه ای که در این محدوده واقع شده، دو پروفیل دوقطبی - دوقطبی با امتدادهای $N24^{\circ} E$ و $N52^{\circ} E$ در این ناحیه در نظر گرفته شد. موقعیت این پروفیل ها که با فواصل ایستگاهی ۴۰ متر و پرش ۲۰ متری در این ناحیه مورد پیمایش قرار گرفت، در نقشه ۲-۱ به نمایش درآمده اند.

۳-۵-۱- بررسی مقطع B5-DD1

موقعیت این پروفیل در نقشه ۲-۱ با واژه B5-DD1 به نمایش درآمده است. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوط به این پروفیل با نرم افزار Res2Dinv تهیه شده و در نقشه شماره ۳-۱۱ به نمایش درآمده است. در نقشه های ۳-۱۱-الف و ۳-۱۱-ب شبه مقاطع و مقاطع دوبعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل، نشان داده شده است. علاوه بر این مقاطع دوبعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل با اعمال تصحیح توپوگرافی در نقشه ۳-۱۱-ج آورده شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۲/۶ تا ۱۳ میلی ولت بر ولت و ۸۳ تا ۲۴۲۰ اهم متر می باشد. در نقشه IP محدوده بی هنجاری با طیف رنگی سبز تا قرمز از دیگر نواحی متمایز شده است. یک بی هنجاری رگه ای شکل با شیب تقریبی ۳۰ درجه نسبت به افق با مقدار بارپذیری نسبتاً بالا (طیف رنگی سبز تا قرمز) در فاصله ایستگاه های ۲۸۰ تا ۴۲۰ جنوبی واقع است. این بی هنجاری منطبق بر نواحی با مقاومت ویژه متوسط (۳۰۰ تا ۷۰۰ اهم متر) در نقشه RS می باشد. دگرسانی این منطقه از نوع سیلیسی - هماتیسی و گاهاً لیمونیتی است. همچنین شواهدی از حضور مالاکیت در این ناحیه دیده می شود. از این رو بی هنجاری مشاهده شده بر روی نقشه بارپذیری را می توان به عنوان منطقه با پتانسیل بالای کانی سازی معرفی کرد. در فاصله

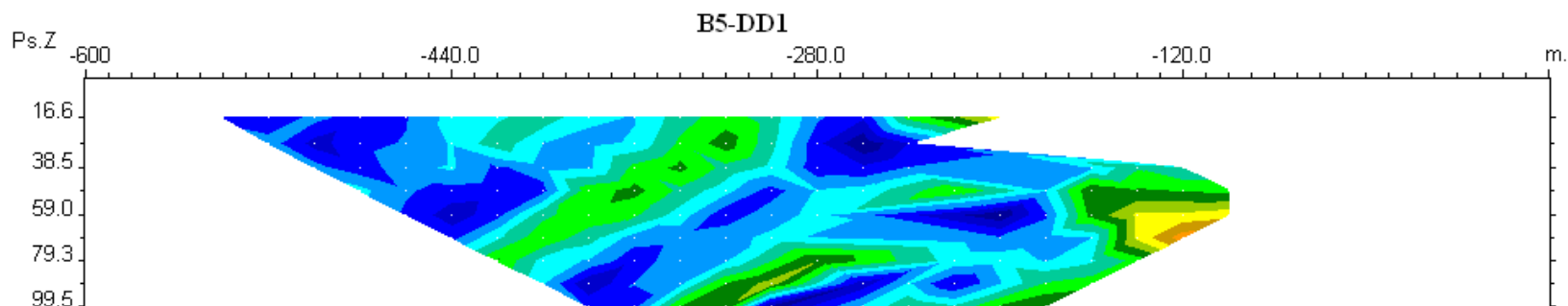
ایستگاهی ۱۲۰ تا ۲۸۰ جنوبی مقادیر مقاومت ویژه بالا است. این ناحیه منطبق بر واحد های متاریولیت و توف

های اسیدی دگرگون شده می باشد که از مقاومت ویژه بالایی برخوردارند.

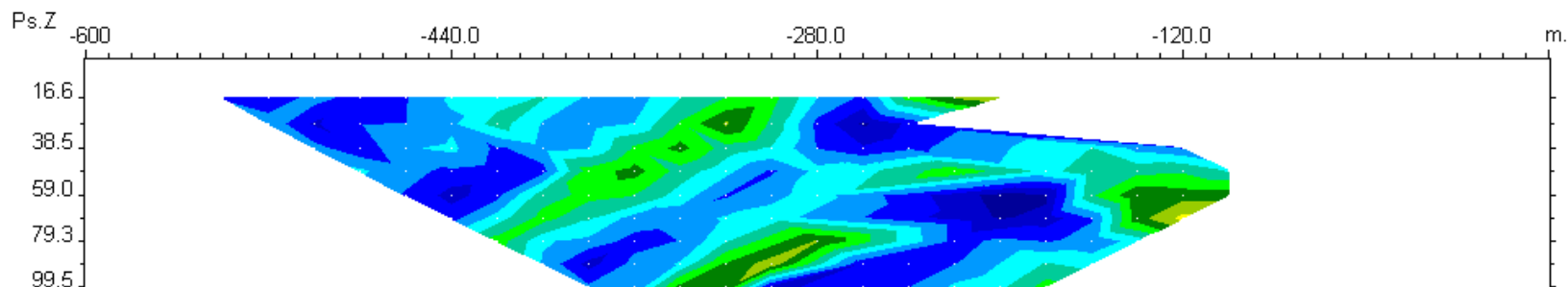
با توجه به موارد ذکر شده فوق گمانه اکتشافی بنابر نقشه بارپذیری به ترتیب اولویت به شرح زیر پیشنهاد

می گردد (زاویه حفاری نسبت به قائم می باشد):

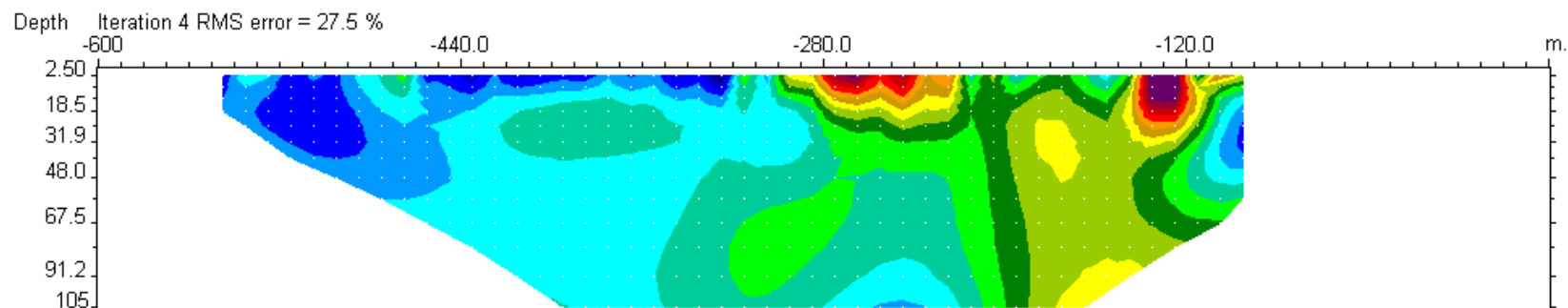
نام	X(UTM)	Y(UTM)	ایستگاه	عمق حفاری	آزموت(درجه)	زاویه (درجه)
PBH5	۵۸۵۹۰۰	۳۹۱۹۳۹۶	۳۳۰ جنوبی	۸۰ متر	۲۴	۲۰



Measured Apparent Resistivity Pseudosection



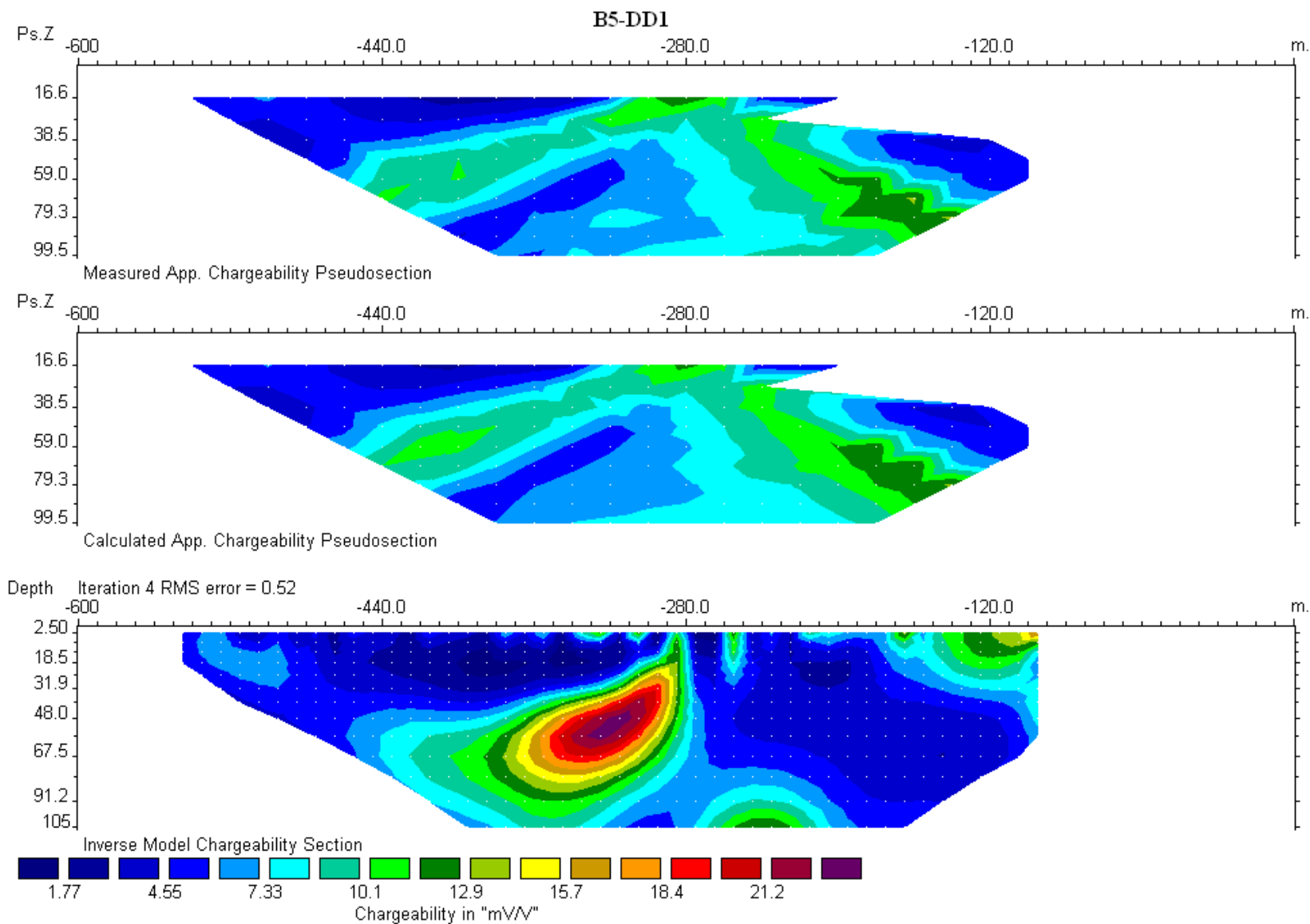
Calculated Apparent Resistivity Pseudosection



Inverse Model Resistivity Section



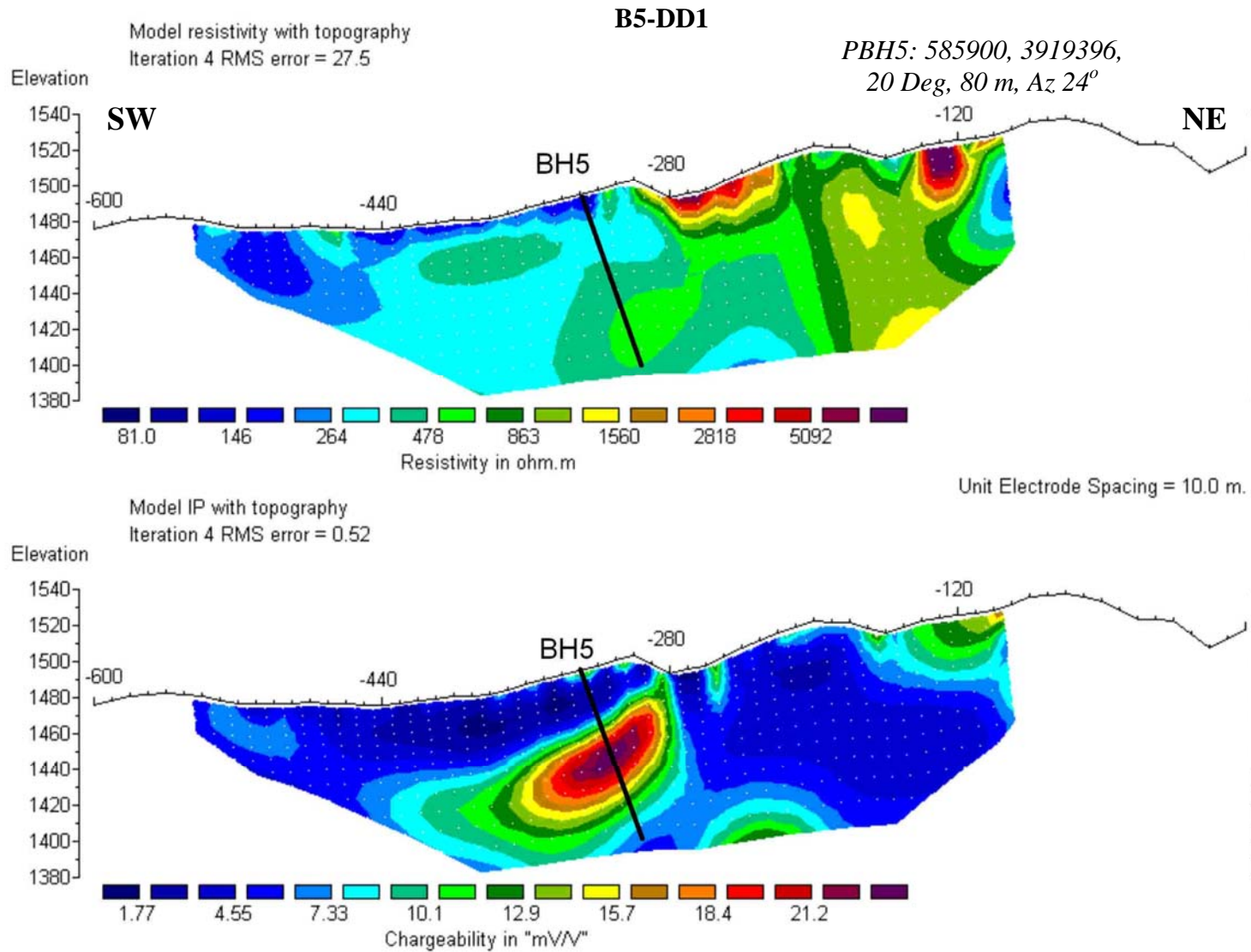
نقشه ۳-۱۱-الف: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های مقاومت ویژه برای پروفیل B5-DD1



نقشه ۳-۱۱-ب: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های بارپذیری برای پروفیل B5-DD1

۶۲

ژئوفیزیک

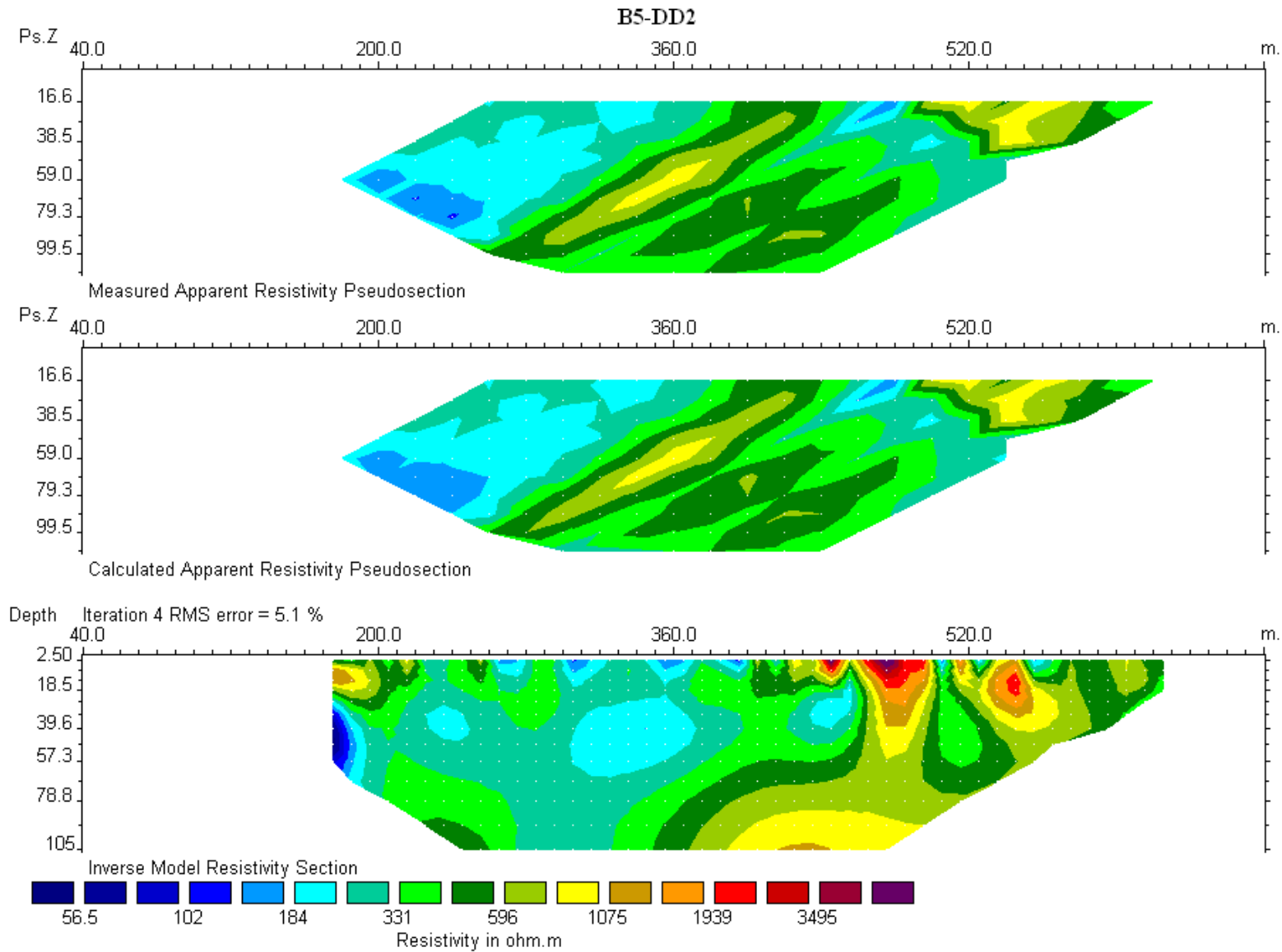


نقشه ۳-۱۱-ج: مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون با اعمال تصحیح توپوگرافی برای پروفیل B5-DD1

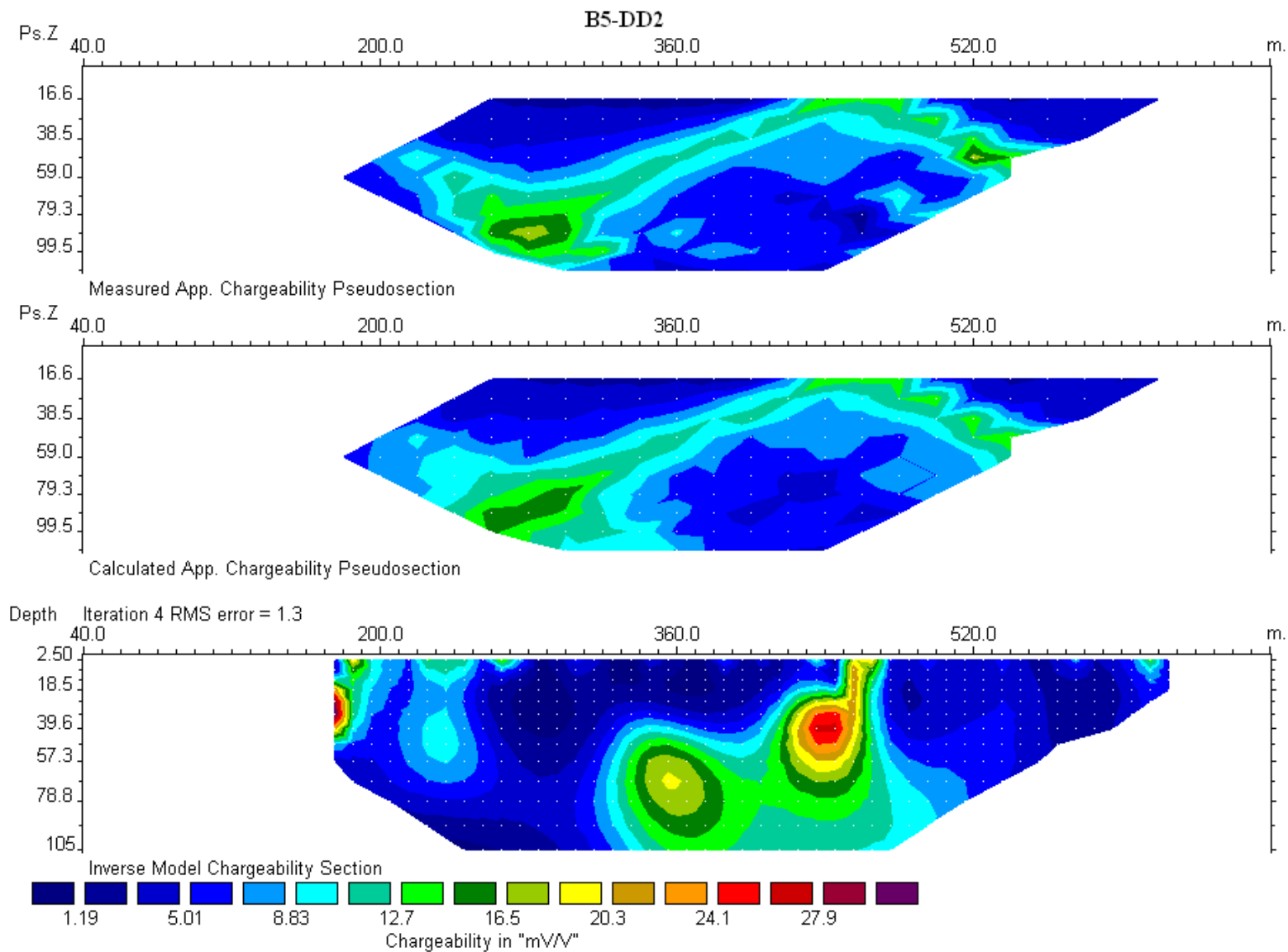
۳-۵-۲- بررسی مقطع B5-DD2

موقعیت این پروفیل در نقشه ۱-۲ با واژه B5-DD2 به نمایش درآمده است. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوط به این پروفیل با نرم افزار Res2Dinv تهیه شده و در نقشه شماره ۱۲-۳ به نمایش درآمده است. در نقشه های ۱۲-۳ الف و ۱۲-۳ ب شبه مقاطع و مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل، نشان داده شده است. علاوه بر این مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل با اعمال تصحیح توپوگرافی در نقشه ۱۲-۳ ج آورده شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۱/۷ تا ۱۷/۶ میلی ولت بر ولت و ۱۲۶ تا ۹۷۳ اهم متر می باشد. در نقشه IP محدوده بی هنجاری با طیف رنگی سبز تا قرمز از دیگر نواحی متمایز شده است. یک بی هنجاری رگه ای شکل با شیب تقریبی ۳۰ درجه نسبت به افق با مقدار بارپذیری نسبتاً بالا (طیف رنگی سبز تا قرمز) در فاصله ایستگاه های ۳۳۰ تا ۴۸۰ شمالی و در عمق تقریبی ۲۰ تا ۸۰ متری واقع است. این بی هنجاری منطبق بر نواحی با مقاومت ویژه متوسط (۲۰۰ تا ۷۰۰ اهم متر) در نقشه RS می باشد. این بی هنجاری از نظر مشخصات ظاهری (شیب و گستردگی) و مقادیر عددی بارپذیری و مقاومت ویژه، از شباهت قابل توجهی با بی هنجاری مشاهده شده در مقطع ۱ (نقشه ۱۱-۳) برخوردار است. از آنجا که این دو پروفیل بر روی یک رگه در نظر گرفته شده است، چنین نتیجه ای منطقی به نظر می رسد. در فاصله ایستگاه های ۴۴۰ تا ۴۷۰ شمالی، مقادیر بارپذیری بالا (طیف رنگی زرد تا قرمز) دارای انطباق خوبی با زون با مقاومت ویژه نسبتاً پایین (۲۰۰ اهم متر) است. از این رو این زون می تواند از پتانسیل بالاتری برای کانی سازی برخوردار باشد. با توجه به موارد ذکر شده فوق گمانه اکتشافی بنابر نقشه بارپذیری به ترتیب اولویت به شرح زیر پیشنهاد می گردد (زاویه حفاری نسبت به قائم می باشد):

نام	X(UTM)	Y(UTM)	ایستگاه	عمق حفاری	آزیموت(درجه)	زاویه (درجه)
PBH6	۵۸۶۰۹۹	۳۹۱۹۳۴۰	۴۲۰ شمالی	۷۰ متر	۵۲	۳۰



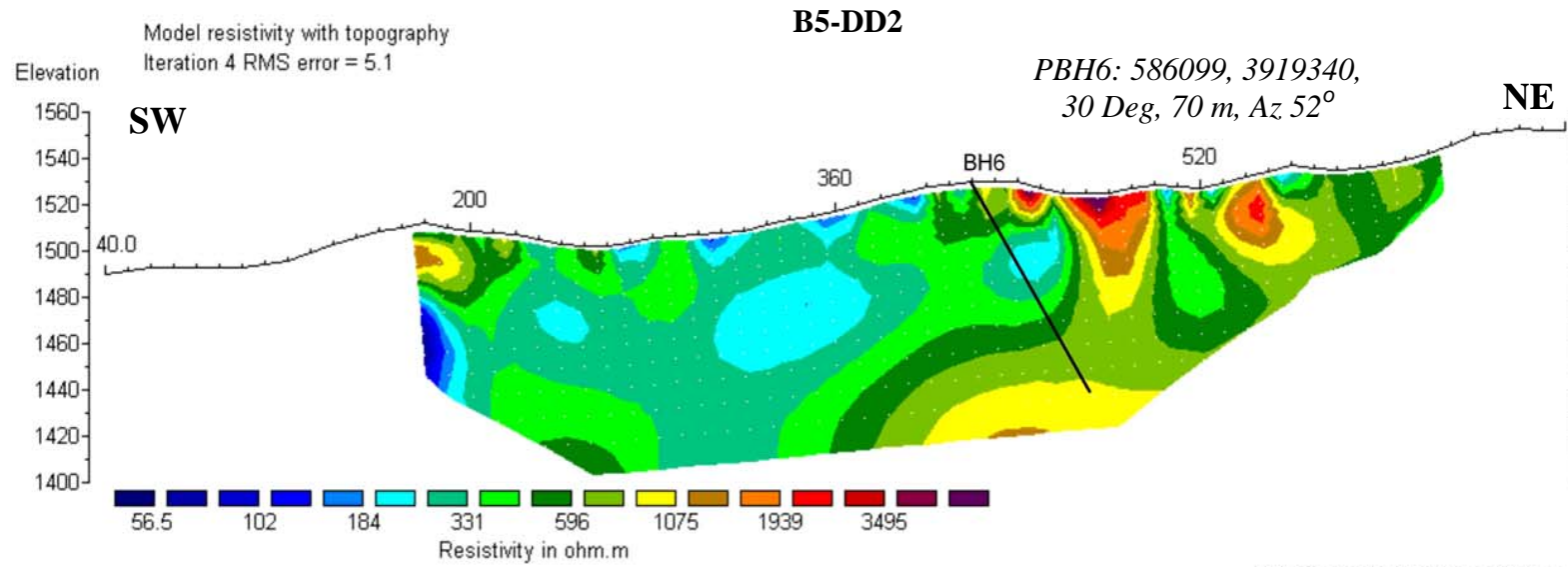
نقشه ۳-۱۲-الف: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های مقاومت ویژه برای پروفیل B5-DD2



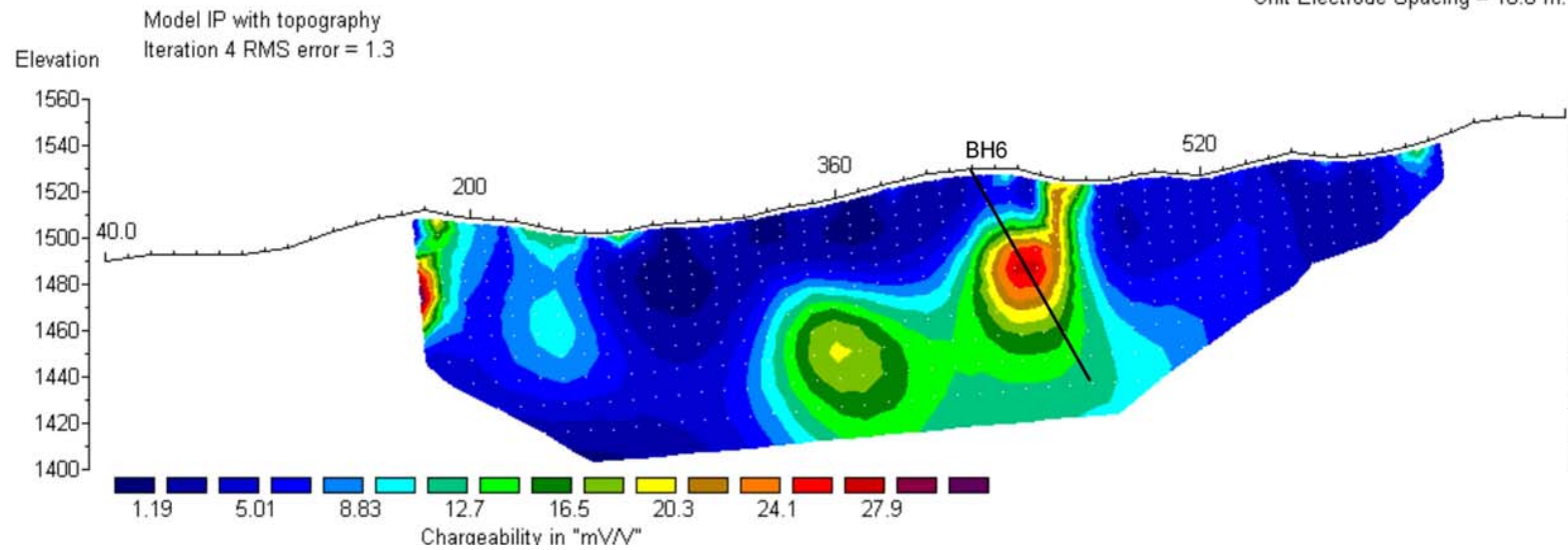
نقشه ۳-۱۲-ب: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های بارپذیری برای پروفیل B5-DD2

۶۷

ژئوفیزیک



Unit Electrode Spacing = 10.0 m.



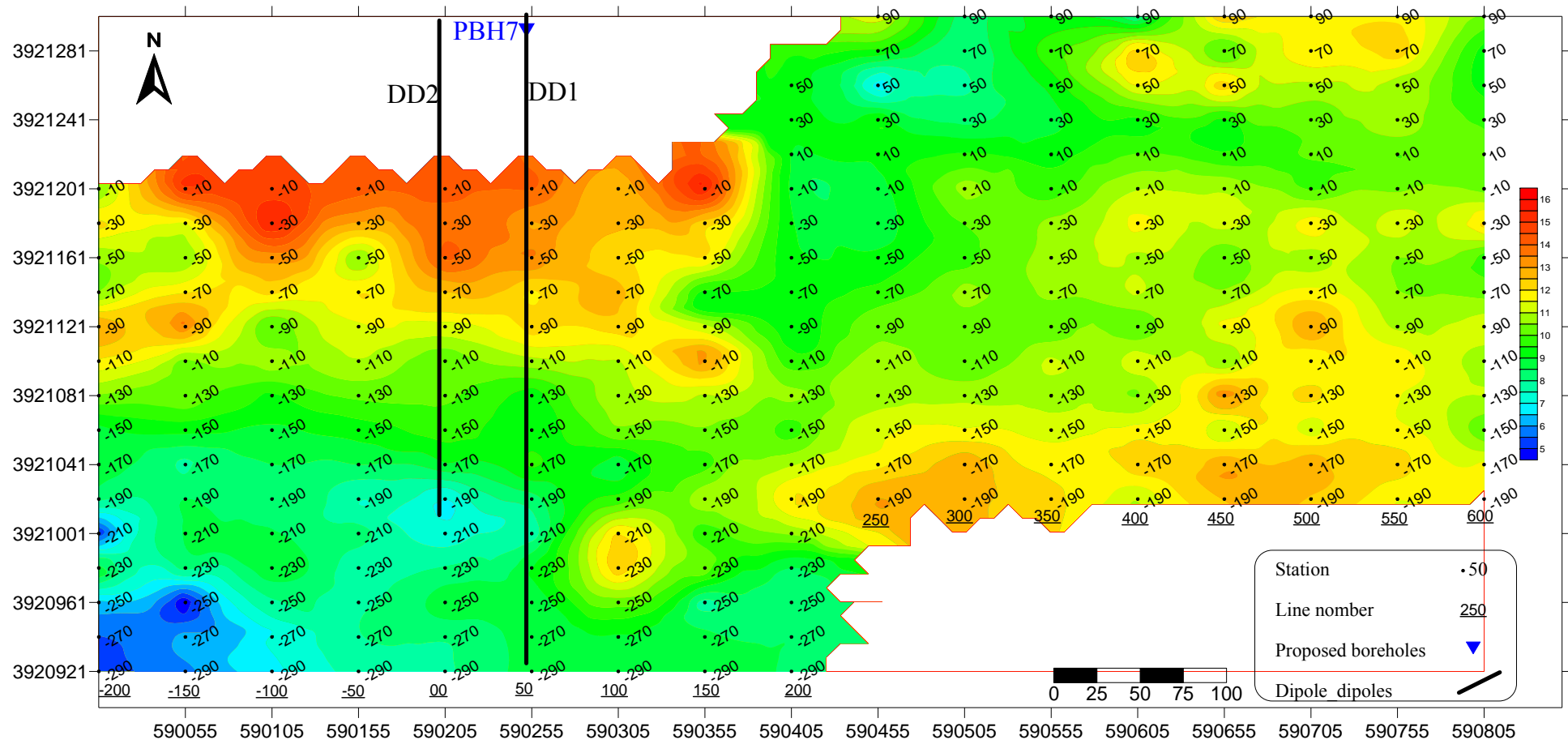
نقشه ۳-۱۲-ج: مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون با اعمال تصحیح توپوگرافی برای پروفیل B5-DD2

۳-۶- بررسی نتایج در محدوده شماره ۶ (B6)

این محدوده توسط دو آرایش مستطیلی با مشخصات $AB=800$ m و فواصل پروفیل های ۵۰ متر و $MN=20$ m و دو آرایش دوقطبی - دوقطبی مورد پیمایش قرار گرفته و پارامترهای بارپذیری ظاهری و مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شد. در ادامه مقادیر اندازه گیری شده در نقشه های مقاومت ویژه و بارپذیری به صورت جداگانه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

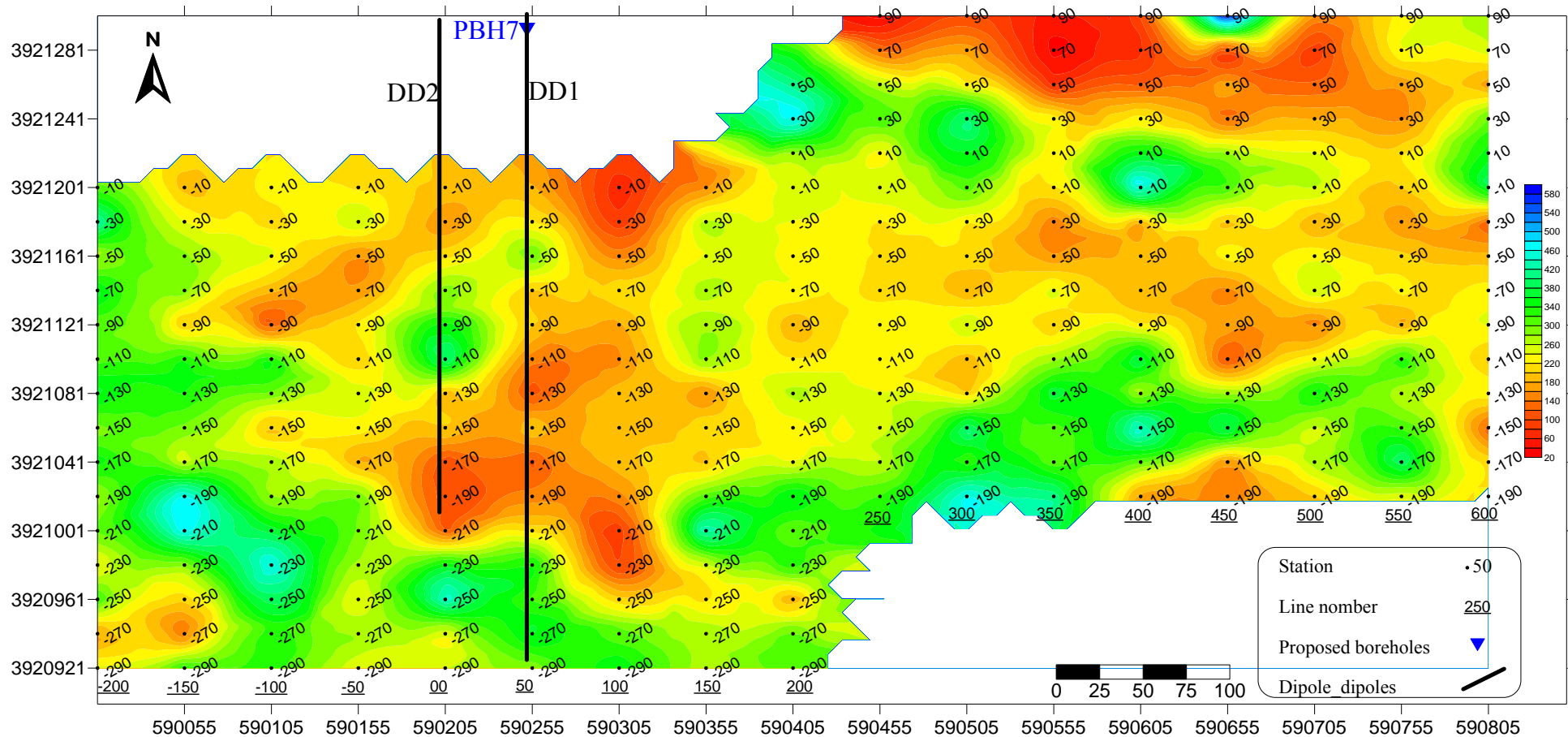
۳-۶-۱- بررسی نتایج آرایش مستطیلی

نقشه بارپذیری ظاهری محدوده شماره ۶ با استفاده از آرایش مستطیلی در نقشه ۳-۱۳ به نمایش درآمده است. در این نقشه نواحی با بارپذیری بالا که مشخصه نواحی کانه‌زا می‌باشند با رنگ قرمز از دیگر نواحی متمایز شده‌اند. حداقل مقدار عددی بارپذیری ۴ و حداکثر مقدار عددی آن ۱۶ میلی ولت بر ولت می‌باشد. همانطور که از این نقشه مشاهده می‌شود، محدوده واقع در فاصله پروفیل های ۲۰۰ غربی تا ۱۵۰ شرقی و حد فاصل ایستگاه های ۱۰ تا ۹۰ جنوبی، از بارپذیری نسبتاً بالایی برخوردار است. همانطور که در این نقشه دیده می‌شود، بی‌هنجاری مزبور در شمال آرایش مستطیلی نیز محدود نشده است. همچنین در فاصله پروفیل های ۱۰۰ تا ۶۰۰ شرقی و در جنوب آرایش مستطیلی یک بی‌هنجاری با مقدار بارپذیری متوسط (طیف رنگی زرد تا نارنجی) به چشم می‌خورد. این بی‌هنجاری نیز در سمت جنوب توسط آرایش مستطیلی محدود نشده است.



نقشه ۳-۱۳: نقشه بارپذیری ظاهری بر روی آرایش مستطیلی در محدوده شماره ۶

نقشه مقاومت ویژه ظاهری محدوده شماره ۲ با استفاده از آرایش مستطیلی در نقشه ۳-۱۴ به نمایش درآمده است. محدوده تغییرات عددی مقاومت ویژه ظاهری بین ۲۷ تا ۶۳۱ اهم متر می باشد. در این نقشه نواحی با مقاومت ویژه الکتریکی نسبتاً بالا (طیف رنگی سبز تا آبی) در فاصله پروفیل های ۱۰۰ تا ۵۵۰ شرقی، منطبق بر بی هنجاری با IP متوسط (طیف رنگی نارنجی تا قرمز) بر روی نقشه بارپذیری است. ولی بی هنجاری اول با IP نسبتاً بالا که در فاصله ۲۰۰ غربی تا ۱۵۰ شرقی قرار داشته و در شمال محدوده مورد مطالعه واقع است، منطبق بر نواحی با مقاومت ویژه پایین (۲۰ تا ۲۰۰ اهم متر) می باشد. با توجه به شواهد کانی سازی در سطح به صورت مالاکیت و احتمال حضور کانی های سولفیدی در این ناحیه، این بی هنجاری می تواند از نظر کانی سازی با اهمیت تلقی شود. از این رو به منظور بررسی های جزئی تر این بی هنجاری و گسترش عمقی آن دو پروفیل دوقطبی-دوقطبی در این منطقه در نظر گرفته شد.



نقشه ۳-۱۴: نقشه مقاومت ویژه ظاهری بر روی آرایش مستطیلی در محدوده شماره ۶

۳-۶-۲- بررسی مقطع B6-DD1

به منظور بررسی عمقی و ردیابی بی هنجاری واقع در نقشه بارپذیری آرایش مستطیلی (نقشه ۳-۱۳) یک پروفیل دوقطبی- دوقطبی با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و با پرش ۲۰ متر به طول ۴۴۰ متر بر روی پروفیل ۵۰ شرقی برداشت شد. موقعیت این پروفیل در نقشه های ۳-۱۳ و ۳-۱۴ با واژه DD1 به نمایش درآمده است. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوطه با نرم افزار Res2DInv تهیه شده و در نقشه شماره ۳-۱۵ به نمایش درآمده است. در نقشه های ۳-۱۵-الف و ۳-۱۵-ب شبه مقاطع و مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل، نشان داده شده است. علاوه بر این مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل با اعمال تصحیح توپوگرافی در نقشه ۳-۱۵-ج آورده شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۱/۹ تا ۴۵/۷ میلی ولت بر ولت و ۶۳ تا ۹۳۱ اهم متر می باشد.

در نقشه IP محدوده بی هنجاری با طیف رنگی سبز تا قرمز از دیگر نواحی متمایز شده است. چند بی هنجاری در این مقطع قابل تشخیص است. بی هنجاری اول که در فاصله ایستگاه های ۱۲۰ جنوبی تا ۰ واقع است، سطحی بوده و از مقدار بارپذیری متوسطی برخوردار است. این بی هنجاری منطبق بر رخنمون رگه ای است که در این ناحیه واقع شده است. همانطور که دیده می شود، این بی هنجاری سطحی بوده و در عمق گسترش نیافته است. دومین بی هنجاری که در فاصله ایستگاه های ۴۰ تا ۱۶۰ شمالی واقع شده از انطباق خوبی با مناطق با مقاومت ویژه پایین (۱۰۰ تا ۳۷۵ اهم متر) برخوردار است. از آنجا که این بی هنجاری در عمق گسترش یافته است و از ابعاد بزرگتری برخوردار است، می تواند با اهمیت تلقی شود. بی هنجاری سوم که در فاصله ایستگاهی ۲۰۰ تا ۳۰۰ شمالی واقع است از بارپذیری بسیار بالایی (بالتر از ۳۰ میلی ولت بر ولت) برخوردار است. این بی هنجاری کاملاً منطبق بر زون با مقاومت ویژه پایین (کمتر از ۱۰۰ اهم متر) است. این بی هنجاری ناشی از سنگ

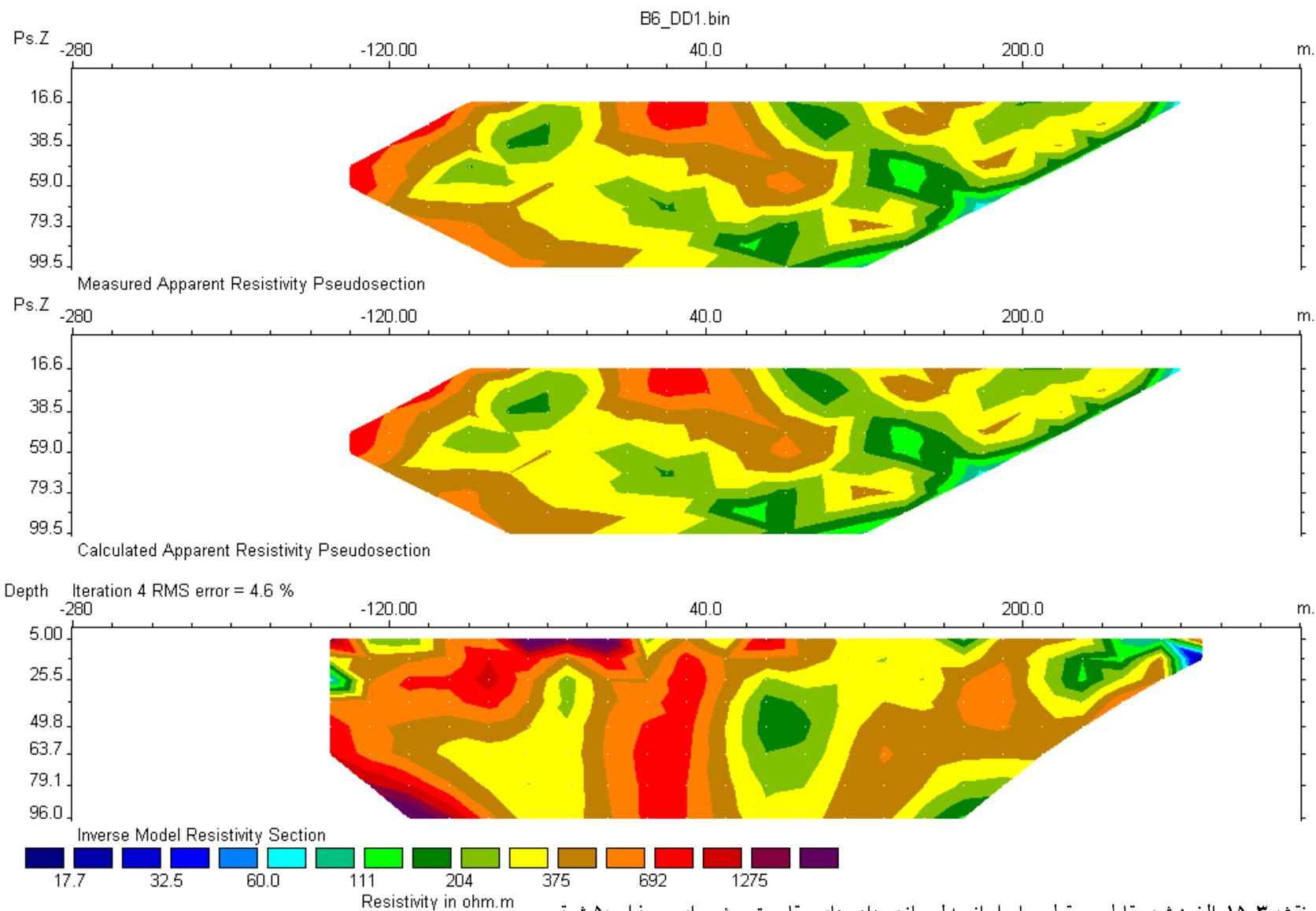
های شیبی است که در این ناحیه در سطح رخنمون دارند. هرچند که شواهدی از وجود کانی سازی در این

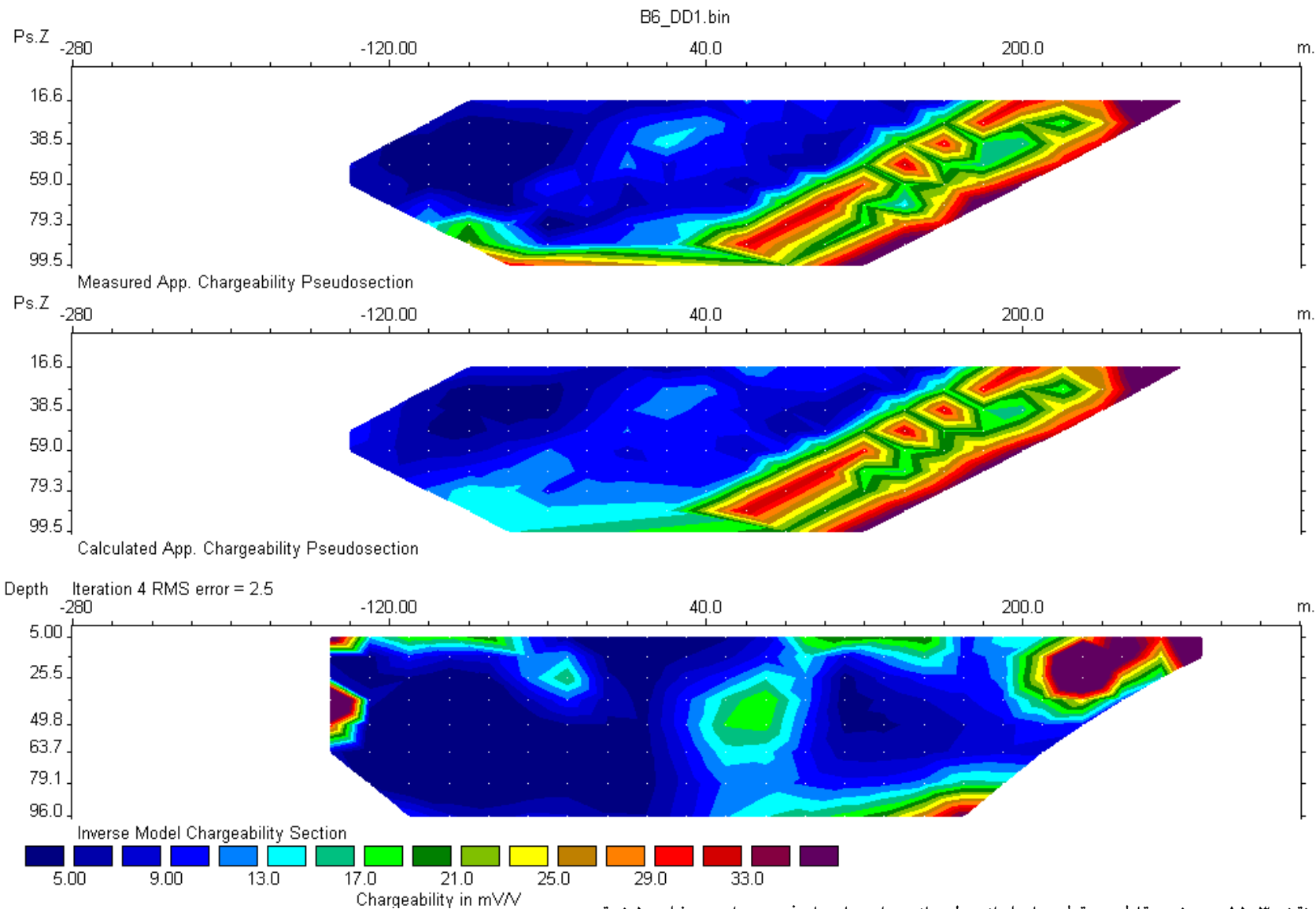
سنگ ها مشاهده می شود، ولی از نظر کانی سازی و هدف مورد مطالعه از اهمیت بالایی برخوردار نیستند.

با توجه به موارد ذکر شده فوق گمانه اکتشافی بنابر نقشه شارژپذیری به ترتیب اولویت به شرح زیر

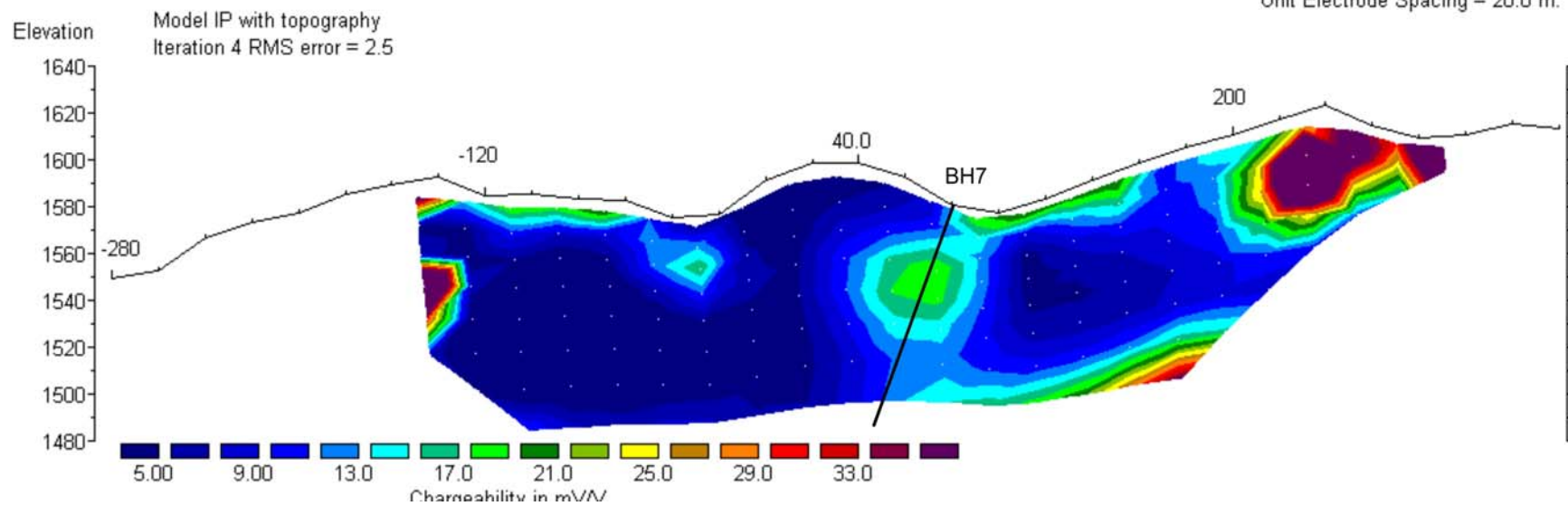
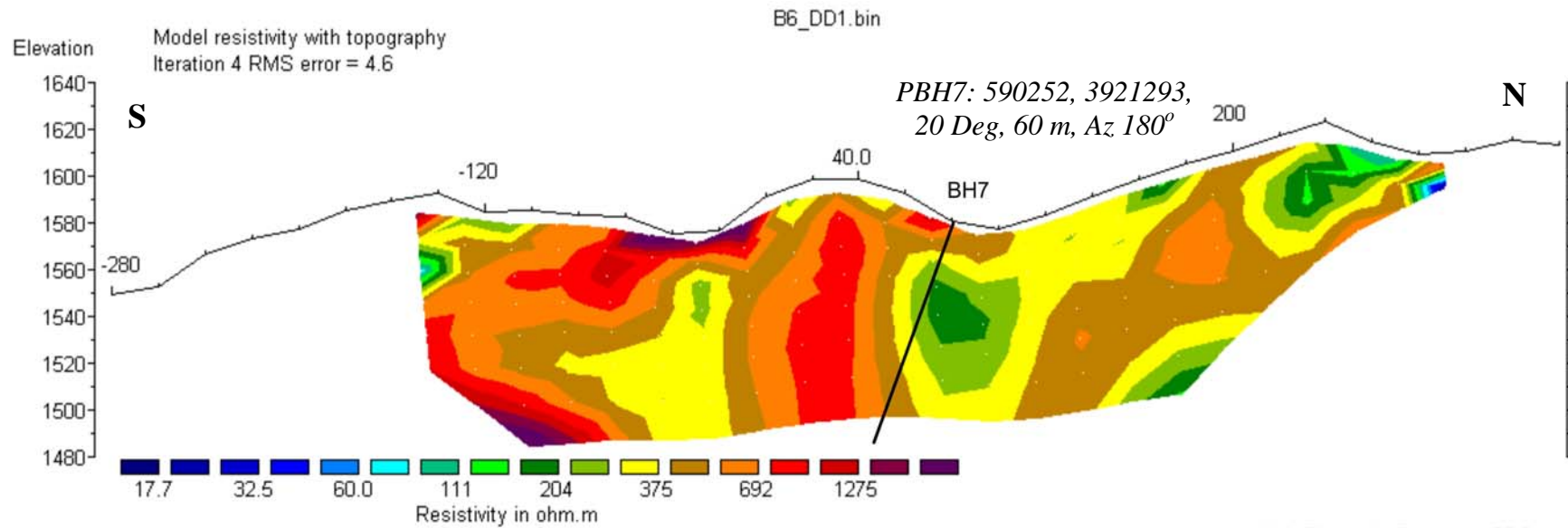
پیشنهاد می گردد (زاویه حفاری نسبت به قائم می باشد):

نام	X(UTM)	Y(UTM)	ایستگاه	عمق حفاری	آزیموت(درجه)	زاویه (درجه)
PBH7	۵۹۰۲۵۲	۳۹۲۱۲۹۳	۸۰ شمالی	۶۰ متر	۱۸۰	۲۰





نقشه ۳-۱۵-ب: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های بارپذیری برای پروفیل ۵۰ شرقی



نقشه ۳-۱۵-ج: مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون با اعمال تصحیح توپوگرافی برای پروفیل ۵۰ شرقی (B6-DD1).

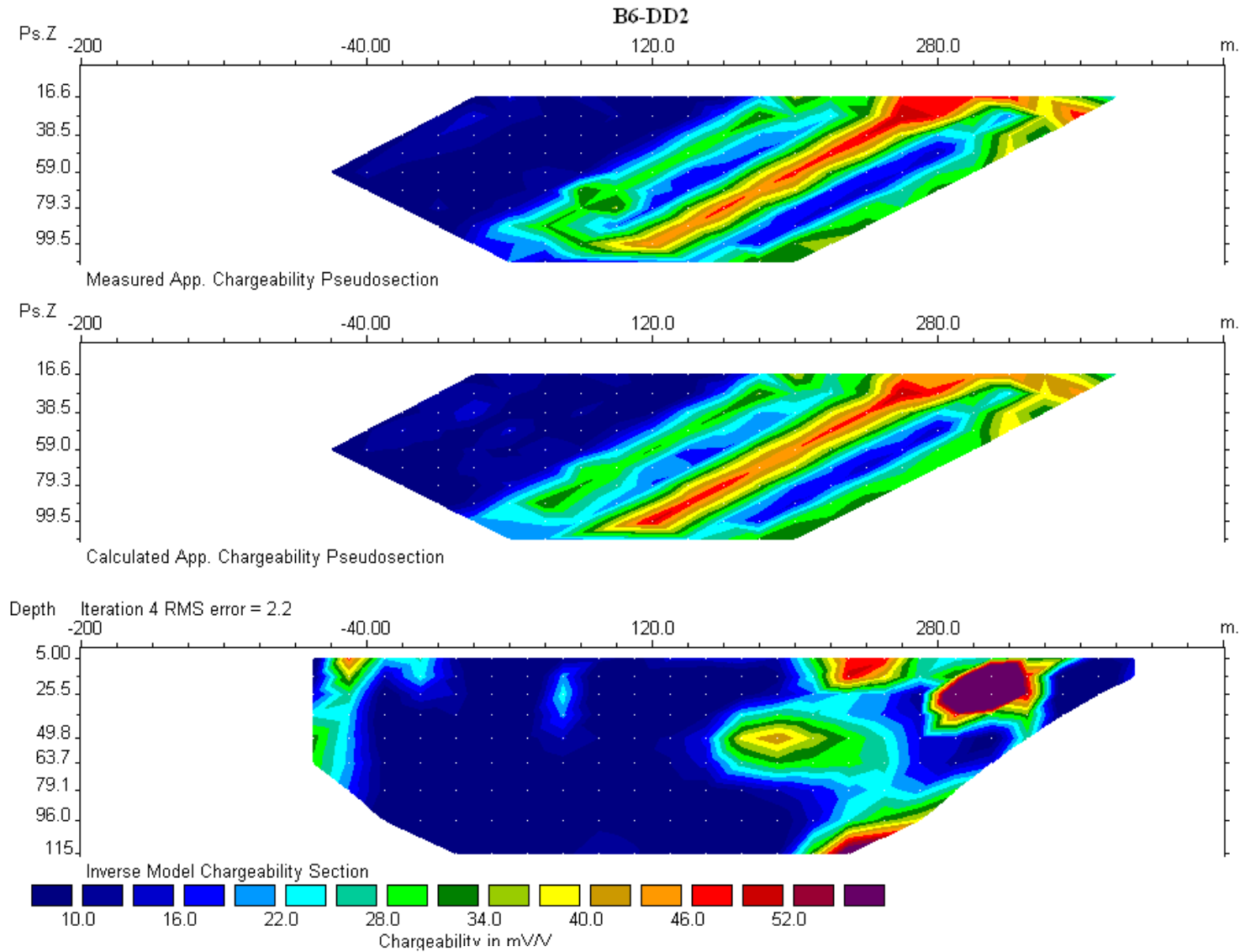
۳-۶-۳- بررسی مقطع B6-DD2

به منظور بررسی عمقی و ردیابی بی هنجاری واقع در نقشه بارپذیری آرایش مستطیلی (نقشه ۳-۶) و همچنین نواحی شمالی محدوده مورد مطالعه یک پروفیل دوقطبی- دوقطبی با فاصله ایستگاهی ۴۰ متر و با پرش ۲۰ متر بر روی پروفیل 00 به طول ۴۴۰ متر برداشت شد. موقعیت این پروفیل در نقشه های ۳-۱۳ و ۳-۱۴ با واژه DD2 به نمایش درآمده است. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوطه با نرم افزار Res2Dinv تهیه شده و در نقشه شماره ۳-۱۶ به نمایش درآمده است. در نقشه های ۳-۱۶-الف و ۳-۱۶-ب شبه مقاطع و مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل، نشان داده شده است. علاوه بر این، مقاطع دوبعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل با اعمال تصحیح توپوگرافی در نقشه ۳-۱۶-ج آورده شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۵/۷ تا ۵۲ میلی ولت بر ولت و ۴۱ تا ۹۸۰ اهم متر می باشد.

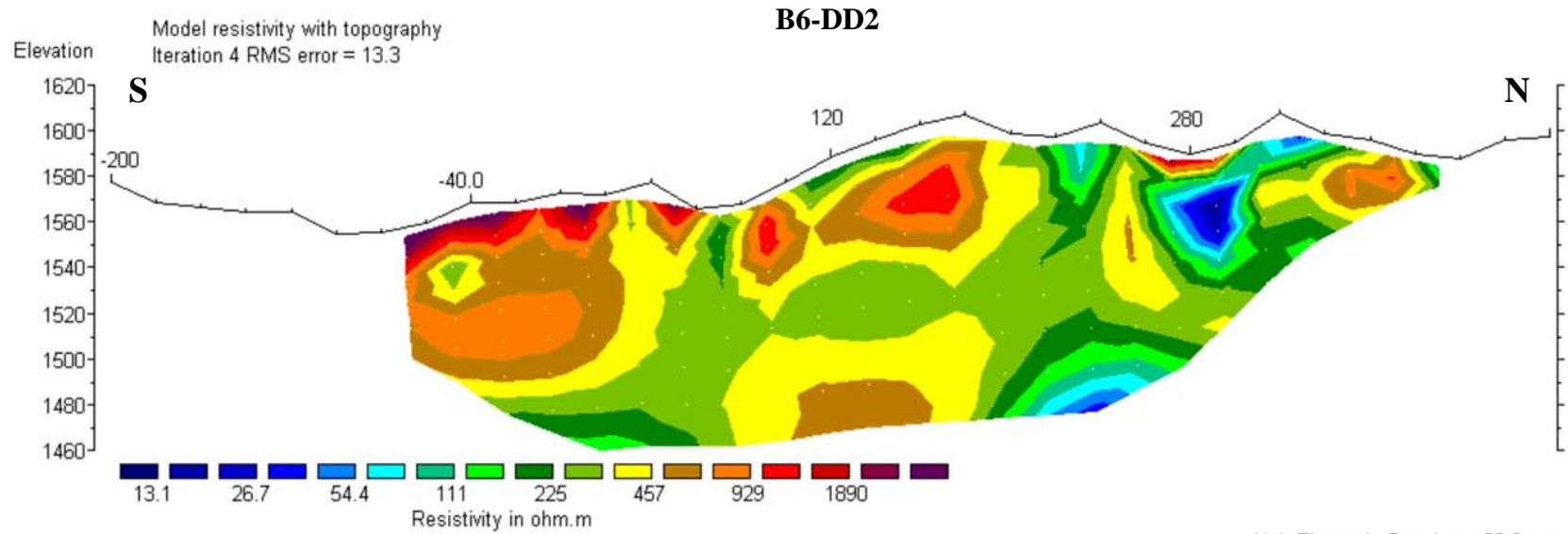
در نقشه IP محدوده بی هنجاری با طیف رنگی سبز تا قرمز از دیگر نواحی متمایز شده است. یک سری بی هنجاری با مقدار بارپذیری بالا (بالتر از ۳۰ میلی ولت بر ولت) که در عمق نیز گسترش یافته اند، در فاصله ایستگاه های ۱۶۰ تا ۳۶۰ شمالی دیده می شوند. این بی هنجاری ها منطبق بر نواحی با مقاومت ویژه پایین (کمتر از ۳۰۰ اهم متر) می باشند. همانطور که در بررسی مقطع یک نیز ذکر شد، این بی هنجاری ها در سطح منطبق بر سنگ های شیستی در این ناحیه می باشند. با توجه به وجود شواهد کانی سازی پراکنده در این سنگ ها و همچنین مقاومت ویژه پایین آنها، چنین نتیجه ای را در مقاطع بارپذیری و مقاومت ویژه سبب شده اند. به نظر می رسد که این منطقه از نظر کانی سازی اهمیت قابل توجهی نداشته باشد. یک بی هنجاری کوچک نزدیک به سطح نیز در حدفاصل ایستگاه های ۶۰ تا ۸۰ شمالی در مقطع IP قابل تشخیص است. این بی هنجاری منطبق بر نواحی با مقاومت ویژه پایین (حدود ۲۰۰ اهم متر) در مقطع مقاومت ویژه می باشد. بی هنجاری دیگر که در

فاصله ایستگاهی ۰ تا ۶۰ جنوبی واقع است، منطبق بر رخنمون رگه در این ناحیه است. این منطقه منطبق بر زون با مقاومت ویژه بالا در مقطع مقاومت ویژه است.

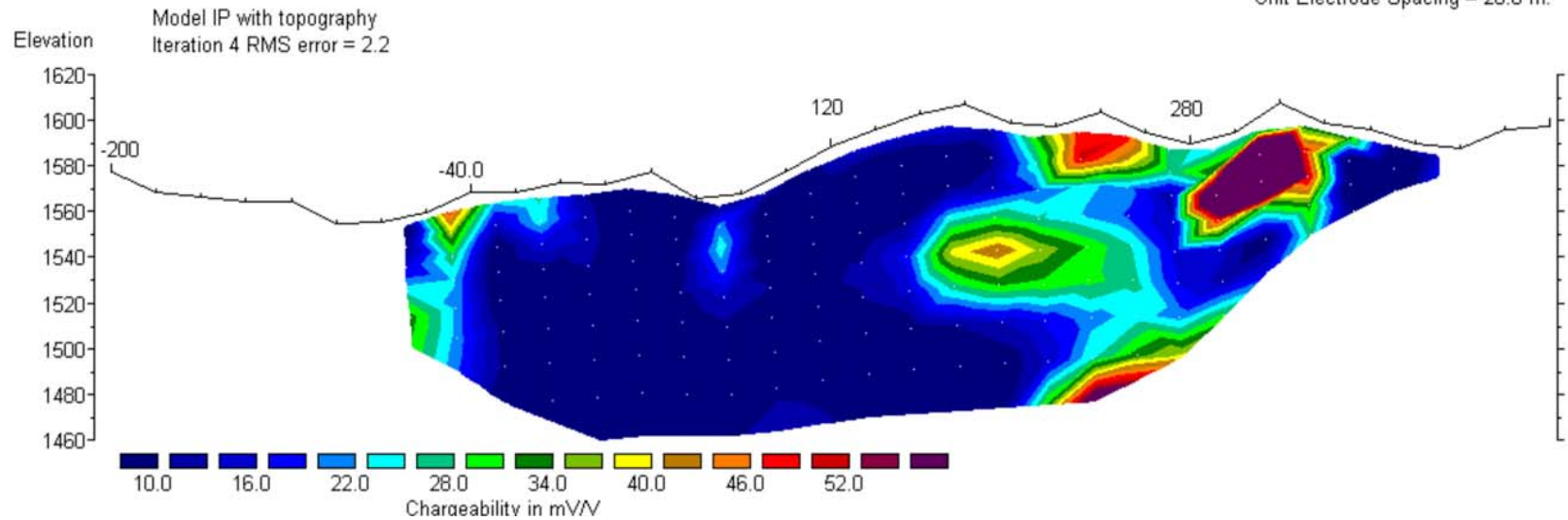
با توجه به موارد ذکر شده فوق و پیشنهاد گمانه اکتشافی بر روی پروفیل ۵۰ شرقی، گمانه ای برای حفاری بر روی این مقطع معرفی نمی شود.



نقشه ۳-۱۶-ب: شبه مقاطع و مقطع حاصل از مدل سازی داده های بارپذیری برای پروفیل (B6-DD2).



Unit Electrode Spacing = 20.0 m.



نقشه ۳-۱۶-ج: مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون با اعمال تصحیح توپوگرافی برای پروفیل (B6-DD2).

۳-۷- بررسی نتایج در محدوده شماره ۷ (B7)

۳-۷-۱- بررسی مقطع B7-DD1

به منظور بررسی عمقی رگه ای که در این محدوده واقع شده است و با نظر زمین شناس منطقه (مهندس صفری) یک پروفیل دوقطبی- دوقطبی در این محدوده در نظر گرفته شد. موقعیت این پروفیل در نقشه ۱-۲ با واژه B7-DD1 مشخص شده است. این پروفیل با مشخصات $AB=MN=Leap=20$ m به طول ۴۰۰ متر و با آزیموت ۱۴۴ درجه در این ناحیه در نظر گرفته شد. مقاطع مدل سازی شده IP & RS مربوطه با نرم افزار Res2Dinv تهیه شده و در نقشه شماره ۳-۱۷ به نمایش درآمده است. در نقشه های ۳-۱۷-الف و ۳-۱۷-ب شبه مقاطع و مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل، نشان داده شده است. علاوه بر این مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون این پروفیل با اعمال تصحیح توپوگرافی در نقشه ۳-۱۷-ج آورده شده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی بارپذیری و مقاومت ویژه به ترتیب ۰/۹ تا ۲۸/۹ میلی ولت بر ولت و ۷۹ تا ۸۸۶ اهم متر می باشد.

در نقشه IP محدوده بی هنجاری با طیف رنگی سبز تا قرمز از دیگر نواحی متمایز شده است. یک بی هنجاری قابل توجه در فاصله ایستگاه های ۲۴۰ تا ۳۳۰ شمالی قابل تشخیص است. این بی هنجاری در نقشه RS منطبق بر نواحی با مقاومت ویژه پایین (۱۰۰ تا ۳۰۰ اهم متر) است. همانطور که از نقشه IP دیده می شود، این بی هنجاری در عمق ۵۰ متر محدود نشده و احتمال گسترش آن در عمق وجود دارد. با توجه به نوع کانی سازی در این ناحیه، این منطقه را می توان از پتانسیل خوبی برای کانی سازی برخوردار دانست. در فاصله ایستگاه های ۱۲۰ تا ۱۸۰ شمالی، شواهدی از کانی سازی به صورت ملاکیت در سطح مشاهده می شود. در حوالی ایستگاه ۱۲۰ شمالی نیز با فاصله ای در حدود ۲۰ متر از پروفیل برداشتی، یک ترانشه حفاری دیده می شود که شواهدی

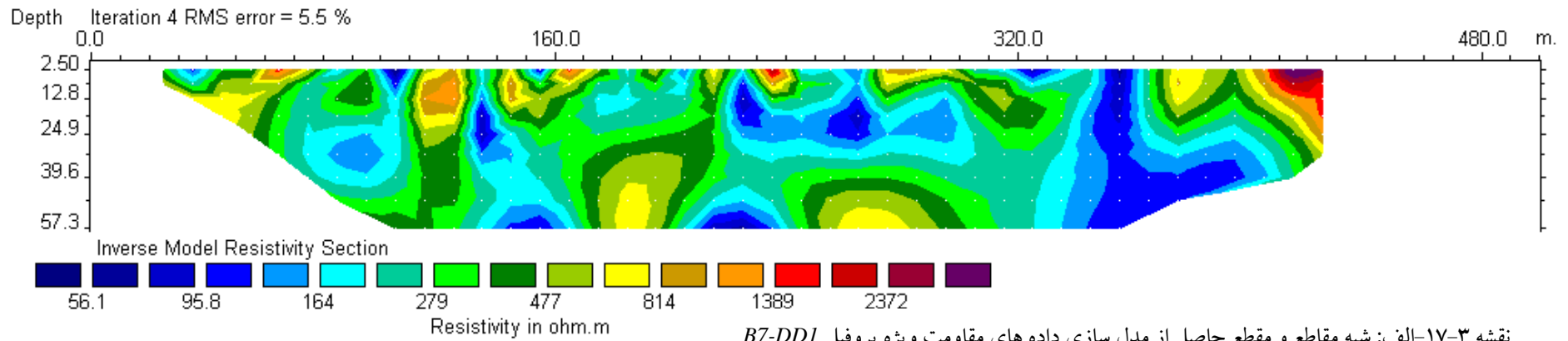
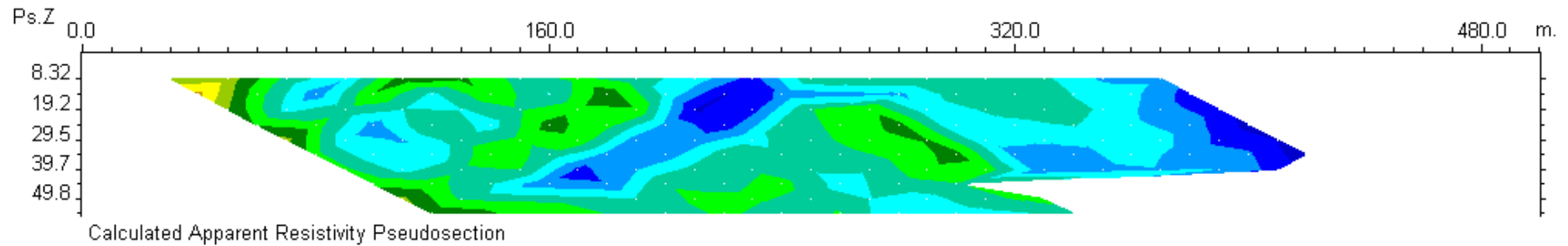
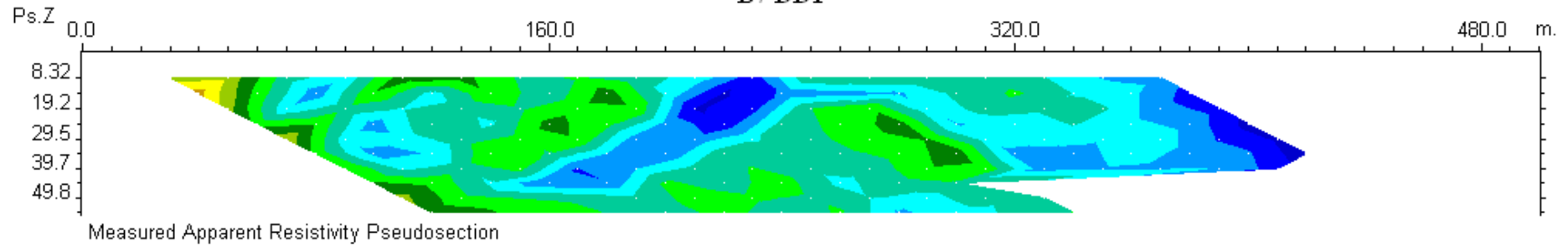
از کانی سازی در آن قابل تشخیص است. همانطور که در نقشه IP دیده می شود، در این نواحی چند بی هنجاری کوچک (با طیف رنگی سبز) دیده می شود. این بی هنجاری ها در مقایسه با بی هنجاری اول از مقادیر بارپذیری پایین تری برخوردارند و به نظر می رسد در عمق گسترش یافته اند.

با توجه به موارد ذکر شده فوق گمانه اکتشافی بنابر نقشه بارپذیری به ترتیب اولویت به شرح زیر پیشنهاد

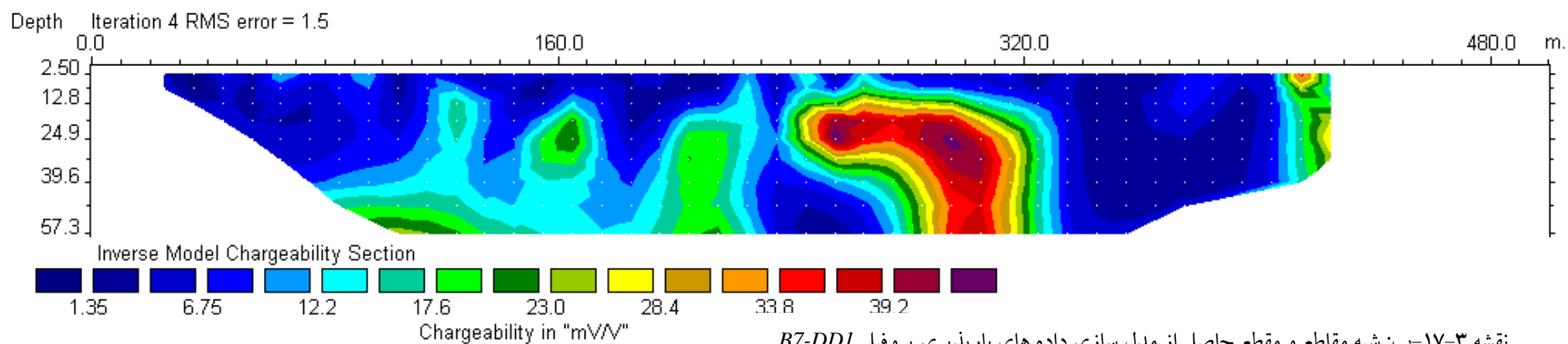
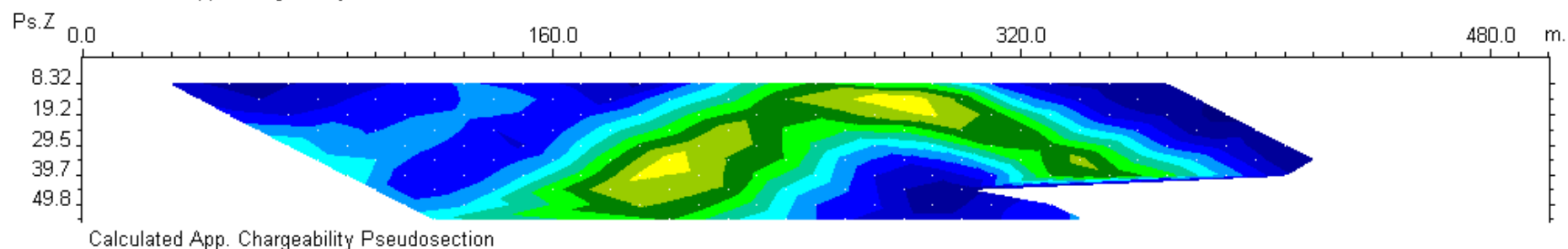
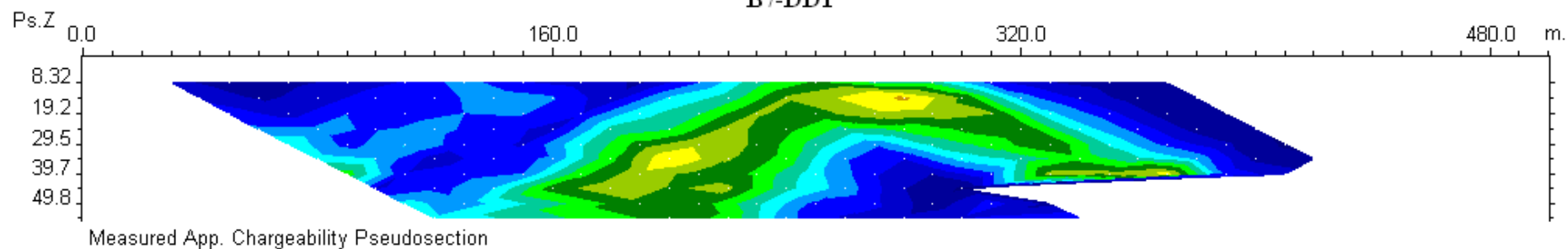
می گردد (زاویه حفاری نسبت به قائم می باشد):

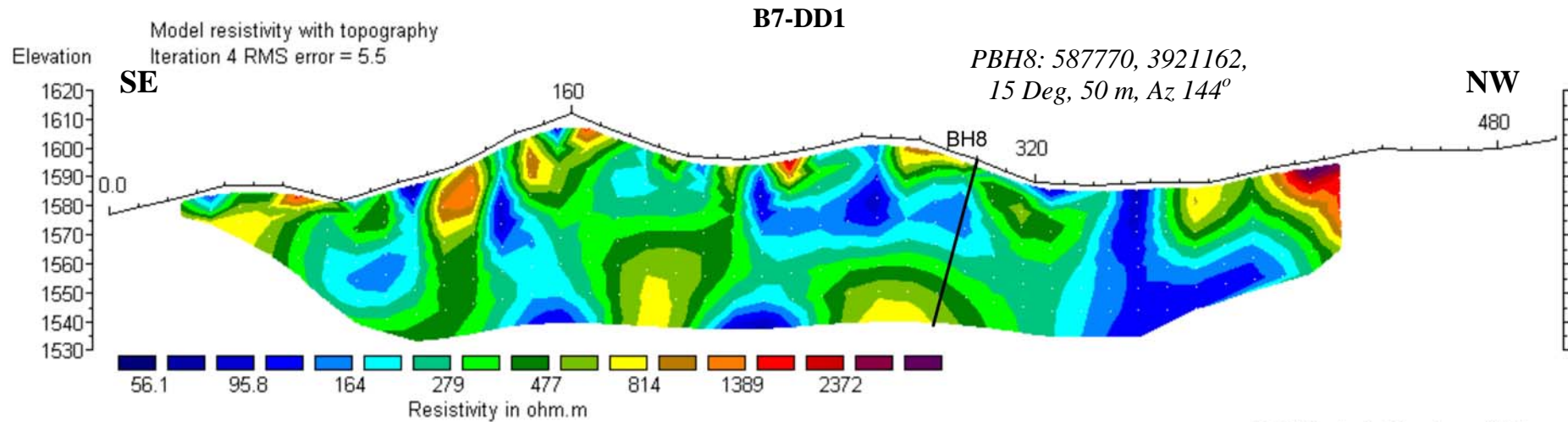
نام	X(UTM)	Y(UTM)	ایستگاه	عمق حفاری	آزیموت(درجه)	زاویه (درجه)
PBH8	۵۸۷۷۰	۳۹۲۱۱۶۲	۳۰۰ شمالی	۵۰ متر	۱۴۴	۱۵

B7-DD1

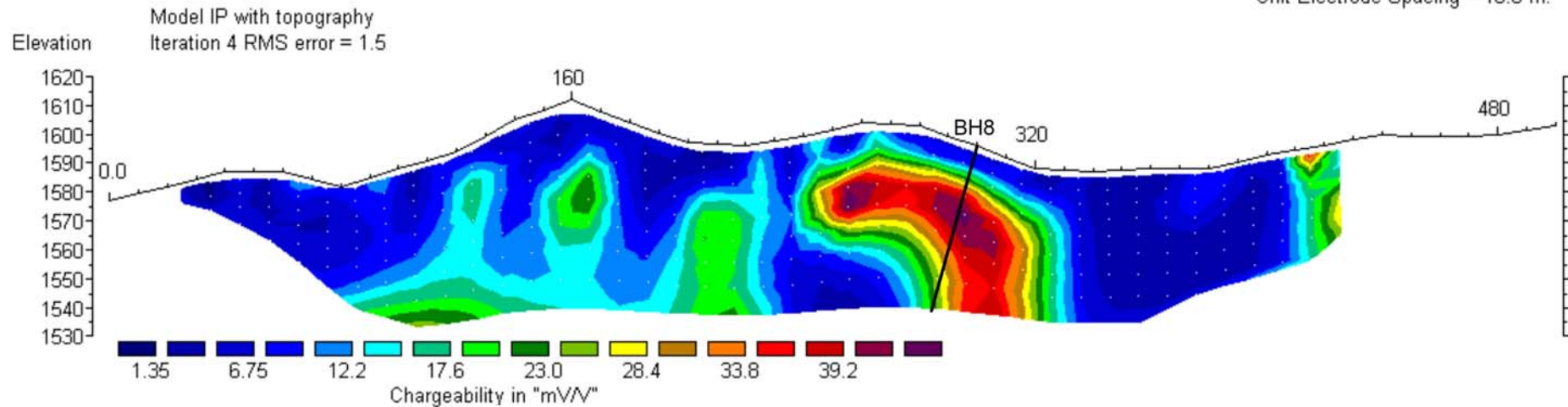


B7-DD1





Unit Electrode Spacing = 10.0 m.



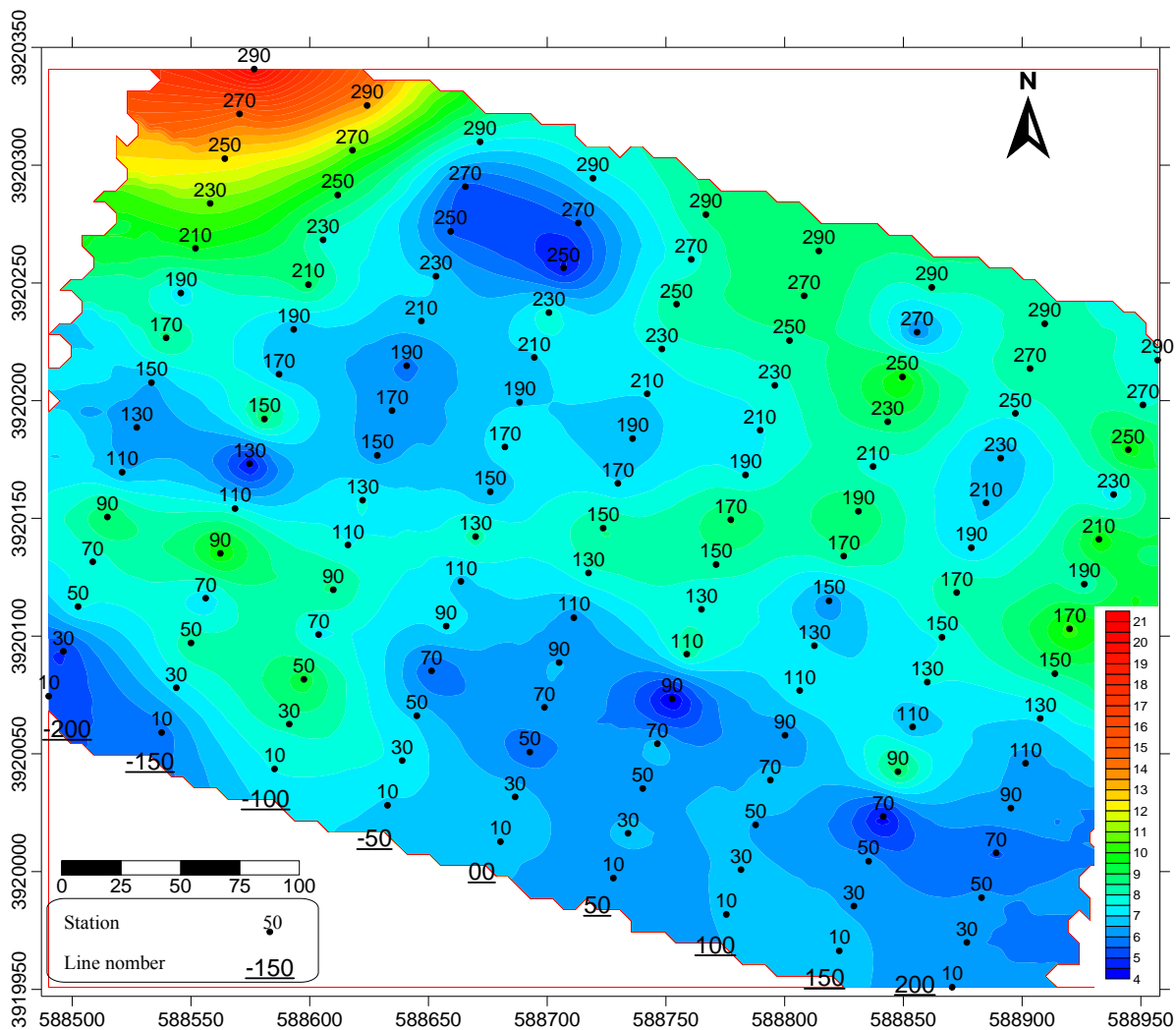
نقشه ۳-۱۷-ج: مقاطع دو بعدی مقاومت ویژه و بارپذیری حاصل از مدل سازی وارون با اعمال تصحیح توپوگرافی پروفیل B7-DD1

۳-۸- بررسی نتایج در محدوده شماره ۸ (B8)

این محدوده توسط یک آرایش مستطیلی با مشخصات $AB=800\text{ m}$ و فواصل پروفیل‌های ۵۰ متر و $MN=20\text{ m}$ مورد پیمایش قرار گرفته و پارامترهای بارپذیری ظاهری و مقاومت ویژه ظاهری اندازه‌گیری شد. در ادامه مقادیر اندازه‌گیری شده در نقشه‌های مقاومت ویژه و بارپذیری به صورت جداگانه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

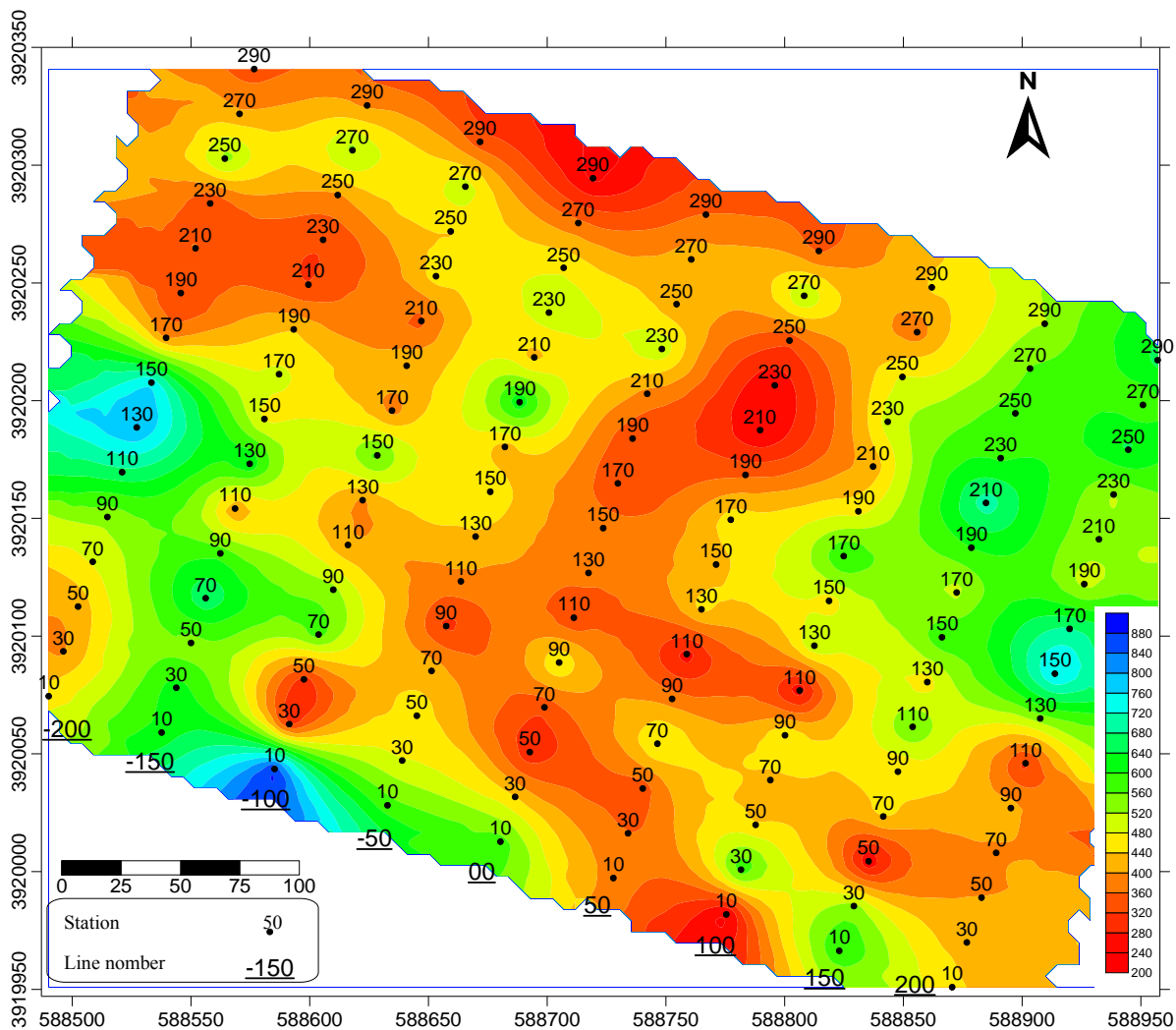
۳-۸-۱- بررسی نتایج آرایش مستطیلی

نقشه بارپذیری ظاهری محدوده شماره ۸ با استفاده از آرایش مستطیلی در نقشه ۳-۱۸ به نمایش درآمده است. در این نقشه نواحی با بارپذیری بالا که مشخصه نواحی با پتانسیل کانی‌سازی بالا می‌باشند، با رنگ قرمز از دیگر نواحی متمایز شده‌اند. حداقل مقدار عددی بارپذیری ۴ و حداکثر مقدار عددی آن ۲۱ می‌باشد. همانطور که از این نقشه مشاهده می‌شود، محدوده واقع در فاصله پروفیل‌های ۲۰۰ تا ۱۵۰ غربی و فاصله ایستگاه‌های ۲۵۰ تا ۲۹۰ شمالی، از بارپذیری بالایی برخوردار است. این بی‌هنجاری توسط این آرایش مستطیلی در این ناحیه محدود نشده و همانطور که در نقشه ۳-۱۸ دیده می‌شود، به سمت شمال غربی محدوده مورد مطالعه گسترش می‌یابد. مقادیر بارپذیری در دیگر نقاط این محدوده از مقادیر پایین تا متوسطی (طیف رنگی آبی تا سبز) برخوردار اند.



نقشه ۳-۱۸: نقشه بارپذیری ظاهری بر روی آرایش مستطیلی در محدوده شماره ۸

نقشه مقاومت ویژه ظاهری محدوده شماره ۲ با استفاده از آرایش مستطیلی در نقشه ۳-۱۹ به نمایش درآمده است. محدوده تغییرات عددی مقاومت ویژه ظاهری بین ۲۲۱ تا ۸۹۱ اهم متر می باشد. مقاومت ویژه پایین این منطقه ناشی از گسترش قابل توجه سنگ های شیستی در این ناحیه است. همانطور که در این نقشه دیده می شود، در فاصله بین پروفیل های ۲۰۰ تا ۱۵۰ غربی و مابین ایستگاه های ۲۵۰ تا ۲۹۰ شمالی که منطبق بر بی هنجاری با IP بالا در نقشه ۳-۱۸ می باشد، از مقاومت ویژه پایینی (طیف رنگی نارنجی تا قرمز) برخوردار است. از این رو به منظور انجام مطالعات تکمیلی در این ناحیه می توان با طراحی یک آرایش مستطیلی در شمال غربی این محدوده، تخمینی از گسترش جانبی زون کانی سازی به دست آورد. در نهایت با تعیین نقاط مناسب بر روی بی هنجاری های نقشه بارپذیری آرایش مستطیلی، با استفاده از آرایش دوقطبی-دوقطبی به بررسی عمقی بی هنجاری ها پرداخته شده و نقاط مناسب برای حفاری پیشنهاد گردد.



نقشه ۳-۱۹: نقشه مقاومت ویژه ظاهری بر روی آرایش مستطیلی در محدوده شماره ۸

۴- نتیجه گیری و پیشنهادات

همانطور که از اندازه گیری های IP و RS در این منطقه مشاهده می شود، نواحی کانه زا در اکثر مناطق از بارپذیری بالا و همچنین مقاومت ویژه پایین تا متوسطی برخوردارند. این امر را می توان به کانی سازی فلزی و حضور کانی های سولفیدی در مناطق کانی سازی نسبت داد. البته در برخی نقاط به دلیل سیلیسی شدن مناطق کانی سازی، مقاومت ویژه این نواحی تا اندازه ای بالاتر بوده است.

از نظر زمین شناسی بخش اعظم محدوده مورد مطالعه مشتمل بر شیست های سبز همراه با لایه هایی از متاریوداسیت و متاریولیت با منشاء توف های اسیدی است که دگرگونی بسیار ضعیفی را متحمل شده اند. سنگ های شیست در برخی نقاط جزئی از محدوده عملیاتی هستند. این سنگ ها با توجه به خواص الکتریکی خود از مقاومت ویژه پایین و بارپذیری نسبتاً بالایی برخوردارند. با توجه به نوع کانی سازی در این منطقه، اینگونه ساختارها جزء نوفه های اندازه گیری بوده و بایستی به خوبی مد نظر قرار گیرند. در مواردی که این سنگ ها با کانی سازی ضعیفی نیز همراه باشند (نظیر منطقه شماره ۶)، مقادیر بارپذیری بالایی (حتی بالاتر از مناطق کانه زا) از خود نشان می دهند. از این رو حفاری های پیشنهادی به خصوص در این نواحی بایستی با اطلاعات زمین شناسی همراه شوند.

در منطقه شماره ۸، بی هنجاری مشاهده شده در نقشه بارپذیری در شمال غرب، محدود نشده است و احتمال گسترش آن در این نواحی وجود دارد (به سمت شمال غرب). از این رو می توان با ادامه اندازه گیری ها نقاط مناسب به منظور حفاری در این ناحیه نیز معرفی کرد.

در نهایت با توجه به مقاطع برداشتی گمانه های زیر به ترتیب اولویت در هر منطقه جهت بررسی بی-

هنجاری های IP پیشنهاد می گردد.

شماره مقطع	منطقه	زاویه (درجه)	آزیموت (درجه)	عمق حفاری	ایستگاه	Y(UTM)	X(UTM)	نام
B2-DD1	B2	۲۰	۱۸۰	۶۰ متر	۶۰ جنوبی	۳۹۱۹۷۷۵	۵۸۹۷۱۹	PBH1
B3-DD2	B3	۲۰	۱۱۰	۷۰ متر	۱۴۰ شرقی	۳۹۱۸۴۴۲	۵۸۶۹۱۲	PBH2
B3-DD1	B3	۱۵	۱۱۰	۸۰ متر	۱۶۰ شرقی	۳۹۱۸۳۷۹	۵۸۶۸۷۴	PBH3
B4-DD1	B4	۱۰	۰	۵۰ متر	۴۴۰ جنوبی	۳۹۲۰۴۹۹	۵۸۹۷۳۵	PBH4
B5-DD1	B5	۲۰	۲۴	۸۰ متر	۳۳۰ جنوبی	۳۹۱۹۳۹۶	۵۸۵۹۰۰	PBH5
B5-DD2	B5	۳۰	۵۲	۷۰ متر	۴۲۰ شمالی	۳۹۱۹۳۴۰	۵۸۶۰۹۹	PBH6
B6-DD1	B6	۲۰	۱۸۰	۶۰ متر	۸۰ شمالی	۳۹۲۱۲۹۳	۵۹۰۲۵۲	PBH7
B7-DD1	B7	۱۵	۱۴۴	۵۰ متر	۳۰۰ شمالی	۳۹۲۱۱۶۲	۵۸۷۷۷۰	PBH8

نقاط حفاری پیشنهادی در این بررسی بر اساس پارامترهای فیزیکی اندازه گیری شده می باشد. زمین شناس منطقه با توجه به اطلاعات زمین شناسی و شواهد کانی سازی در سطح، نقاط حفاری پیشنهادی را تأیید می کند. در نهایت با اطلاع کارشناس ژئوفیزیک از نتایج حفاری، می توان در مورد محل حفاری های پیشنهادی و محل حفاری های بعدی تعدیل های مورد نظر را اعمال کرد.

۵- تشکر و قدردانی

در اینجا بر خود لازم می‌دانم از آقای مهندس ابراهیم شاهین مدیریت پشتیبانی اکتشاف و 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 صفری زمین شناس منطقه سپاسگزاری می‌شود. از جناب آقای مهندس سید ابوالحسن رضوی که سرپرستی ماموریت اول را به عهده داشته و از انتقال تجربیات خویش از هیچ کمکی فروگذاری نکرده اند، بی نهایت قدردان می‌باشم. در اجرای این مطالعات آقایان عباس باقری، ابراهیم ترک و حسین ایرانشاهی تکنسین‌های گروه در عملیات برداشت‌های صحرائی با کارشناسان همکاری داشته‌اند که از ایشان نیز صمیمانه قدردانی می‌شود.