



وزارت
صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور

معاونت اکتشاف

مدیریت خدمات اکتشاف

گروه ژئوفیزیک

**گزارش انجام عملیات ژئوفیزیک
به روش مقاومت سنجی جهت اکتشاف بیتومین
در منطقه ایلام و ایوان غرب**

توسط : علیرضا عامری

شهریور ماه ۱۳۸۶



فهرست مطالب

فصل اول

"کلیات"

- ۱-۱- مقدمه ۵
- ۱-۲- موقعیت جغرافیایی و وضعیت آب و هوایی ۶
- ۱-۳- زمین شناسی منطقه ۸
- الف - محدوده هر قتگه ۸
- ب - محدوده سیاهگل و کپه سرخ ۸
- ۱-۴- توضیحاتی چند در مورد ماده معدنی بیتومین ۹
- ۱-۵- هدف از انجام مطالعات ۱۰

فصل دوم

"مطالعات ژئوفیزیک"

- ۲-۱- اصول و کاربرد روش الکتریکی ۱۱
- ۲-۲- روش اندازه گیری مقاومت ویژه الکتریکی ۱۳
- ۲-۳- آرایش های مورد استفاده ۱۴
- ۲-۳-۱- آرایش دوقطبی - دوقطبی (DIPOLE - DIPOLE ARRAY) ۱۴
- ۲-۳-۲- آرایش ونر الفا (ALPHA WENNER ARRAY) ۱۵

فصل سوم

"بررسی نتایج"

- ۳-۱- نحوه انجام عملیات صحرائی ۱۷
- ۳-۲- تجهیزات مورد استفاده برای اندازه گیری ۱۸
- ۳-۳- نحوه انجام کاردفتری ۲۰
- ۳-۳-۱- معکوس سازی هموار داده ها با استفاده از نرم افزار (RES2DINV) ۲۰
- ۳-۴- بررسی نتایج بدست آمده از آرایه های دایبل - دایبل و ونر ۲۱
- ۳-۴-۱- بررسی نتایج بدست آمده از منطقه ایلام - هر قتگه ۲۲
- بررسی شبه مقطع (DD1 - P00) ۲۲
- بررسی شبه مقطع (W- P00) ۲۸

- ۳۱ بررسی شبه مقطع (DD2 - P100)
- ۳۵ بررسی شبه مقطع (W - P100)
- ۳۸ بررسی شبه مقطع (DD3 - P200)
- ۴۱ ۲-۳-۳- بررسی نتایج بدست آمده از منطقه ایوان
- ۴۱ الف - محدوده کپه سرخ
- ۴۱ بررسی شبه مقطع شماره یک DD1
- ۴۷ بررسی شبه مقطع شماره دو DD2
- ۵۰ بررسی شبه مقطع شماره سه DD3
- ۵۳ بررسی شبه مقطع شماره چهار DD4
- ۵۶ ب - محدوده سیاهگل
- ۵۶ بررسی شبه مقطع شماره یک DD1
- ۵۹ بررسی شبه مقطع شماره دو DD2

فصل چهارم

نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۶۲ الف - محدوده هرقتگه
- ۶۳ ب - محدوده کپه سرخ و سیاهگل

فصل اول

"کلیات"

۱-۱- مقدمه

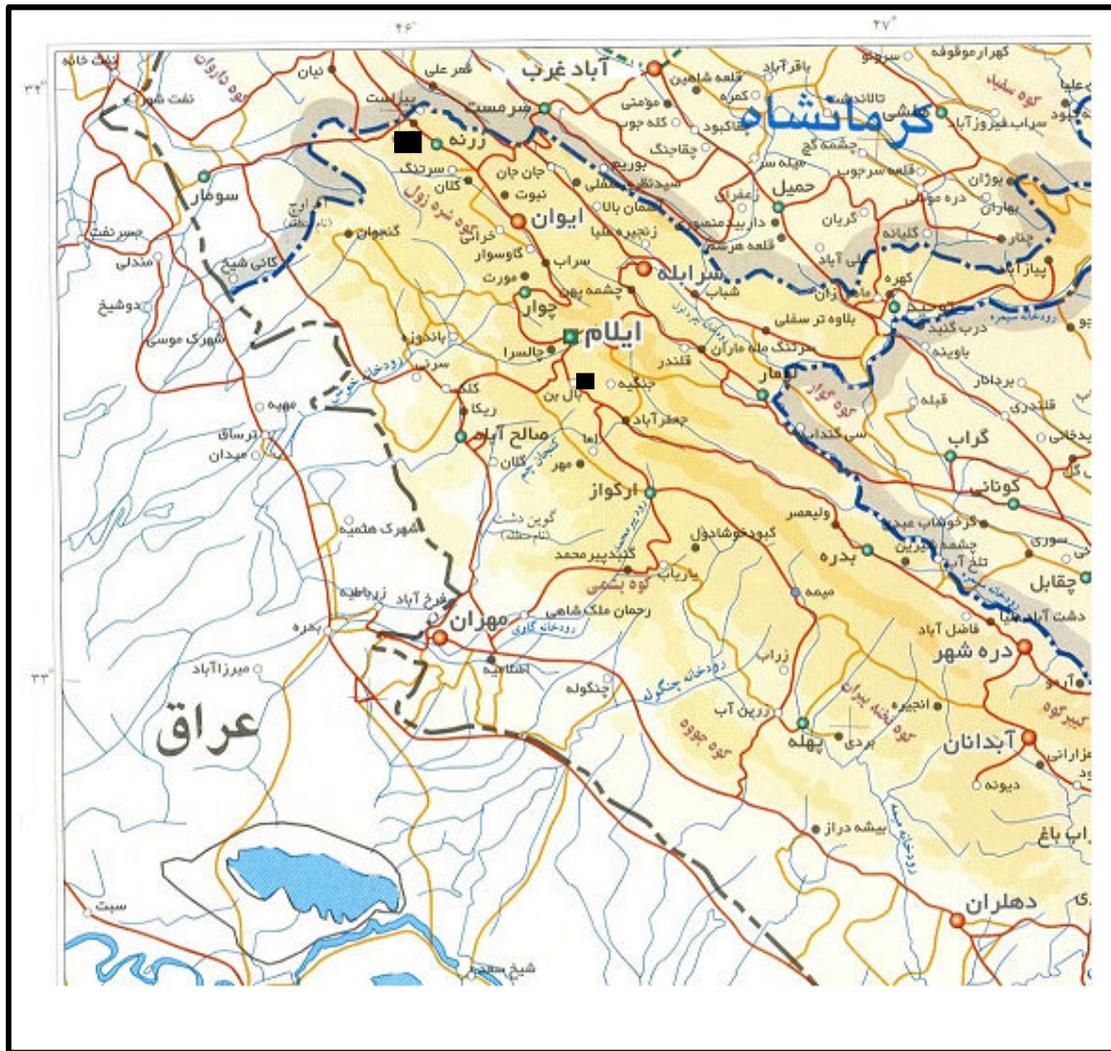
در پی انجام عملیات ژئوفیزیک به روش مقاومت سنجی در مناطق ایلام و ایوان غرب طی احکامی به شماره ۵۴ و ۴۸۳ مورخه ۱/۱۶ و ۱۸۵/۲/۲۴ اکیپ ژئوفیزیک سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور طی دو ماموریت ۲۰ روزه در اوایل سال ۸۵ به منطقه عزیمت نموده که سرپرستی گروه به عهده نگارنده و آقایان مهندس سید ابوالحسن رضوی و حسین ایرانیان (تکنیسین) که در امر برداشت صحرائی، و نیز سرکار خانم خدیجه احمدی که در امر تایپ گزارش با اکیپ همکاری داشته اند تشکر و قدردانی می نمایم. در اینجا لازم می دانم از آقای مهندس شهریار جوادی پور ریاست محترم گروه ژئوفیزیک و آقای مهندس جلیلیان مدیر محترم اکتشاف اداره کل صنایع و معادن استان ایلام که زحمات بسیاری را متحمل شدند کمال سپاسگزاری را نمایم.

در این ماموریت سه محدوده (هرقتگه - کپه سرخ - سیاهگل) مورد مطالعه ژئوفیزیکی قرار گرفت که برداشتها با ۱۱ آرایش دوقطبی - دوقطبی با فاصله الکترودی ۱۰، ۵ و ۲۰ متر و ۲ آرایش ونر صورت پذیرفت. در این ماموریت جمعا ۱۸۰۰ ایستگاه اندازه گیری شد و نتایج برداشتها بصورت شبه مقاطع همراه با مدل سازی، اعمال تصحیح توپوگرافی و مشخصات *UTM* ایستگاهها در گزارش ارائه شده است. در ضمن، برای مدل سازی از نرم افزار *Res2Dinv* استفاده شده است.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و وضعیت آب وهوایی

همانطور که قبلاً اشاره کردیم مطالعات ژئوفیزیک در سه محدوده صورت پذیرفت ، محدوده شماره یک در منطقه هرقتگه در جنوب شرقی ایلام واقع شده است برای رسیدن به محدوده فوق در مسیر جاده ایلام - دره شهر بعد از طی مسیر ۶ کیلومتری از نزدیکی روستای بلین از یک راه فرعی بعد از طی مسافت حدود ۱/۵ کیلومتری به محدوده مورد نظر می رسیم. محدوده شماره دو و سه (سیاهگل و کپه سرخ) در ۳۵ کیلومتری غرب شهر ایوان واقع شده است برای رسیدن به محدوده فوق در مسیر جاده اصلی ایلام - اسلام آباد سه راهی سومار بطرف روستای زرنه که توسط جاده خاکی از سد کنگیر عبور کرده و به روستای سیاهگل میرسد ، معدن در مجاورت رودخانه کنگیر واقع شده است و در ادامه بعد از طی مسیر تقریباً ۲ کیلومتری به معدن کپه سرخ می رسد که در شمال غرب معدن سیاهگل واقع شده است.

بطور کلی از نظر آب و هوایی منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوایی گرم و خشک و در نواحی مرتفع و برفگیر درختانی از انواع بلوط و ون بصورت پراکنده دیده می شود بارندگی سالیانه قریب ۶۰۰ میلی متر است و شغل اصلی مردمان آن کشاورزی بصورت دیم و گله داری می باشد.



نقشه موقعیت محدوده ها و راههای دسترسی

۳-۱- زمین شناسی منطقه^۱

الف - محدوده هرقتگه

محدوده مورد مطالعه هرقتگه از نظر زمین شناسی در زون ساختاری زاگرس چین خورده قرار دارد. بیشترین نمود سازی متعلق به سازندهای پابده و گورپی می باشد بطوریکه درابتدای مسیردستیابی به این منطقه شیل های ارغوانی انتهای تحتانی پابده با سن ائوسن کاملاً^۱ مشهود است. محدوده مورد نظر یک دره گسلی است که خود را بصورت یک آبراهه با روند شمال شرقی - جنوب غربی نمایان می سازد و در زیر شیلهای ارغوانی سازند گورپی با سن کامباین یا پائوسن قرار گرفته است. این شیل ها بعضاً^۱ نیز به دلایل قرارگرفتن در محیطهای مختلف تغییر رنگ می دهند، بنابراین با تغییرات محیط رسوبگذاری رنگ شیلهای نیز ممکن است تغییر نماید و در بعضی از قسمتهای شیلهای ارغوانی رگه و رگچه های بیتومین مشهود می باشد .

ب - محدوده سیاهگل و کپه سرخ

محدوده های مورد مطالعه فوق مشابه محدوده هرقتگه از نظر زمین شناسی در زون ساختاری زاگرس چین خورده قرار دارد و عمده سازندهایی که در منطقه برونزد دارد شامل لایه های مارن و گچی (سازند گچساران) و آهک کرم رنگ تا قهوه ای سازند آسماری است و در بیرون زدگیها بصورت برجسته و با درز و شکافهای زیاد بخوبی مشخص است . ساختار منطقه اغلب شامل چین های ملایم می باشد که بوسیله یک سری زون های گسلی و ناپیوستگی قطع شده اند رگه ها و یا عدسی های بیتومین موجود در محدوده اغلب در سازند گچساران و در میان لایه های گچی و مارنی قرار دارد.

¹ اقتباس از نقشه زمین شناسی ایلام

۴-۱- توضیحاتی چند در مورد ماده معدنی بیتومین

از آنجا که گروه ژئوفیزیک سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور برای اولین بار اکتشاف بیتومین را تجربه می نماید، بر خود لازم می دانم مطالبی مختصر و مفید در مورد این ماده معدنی ارائه دهم .

بیتومین به ماده آلی نیمه جامد ، آمورف ، محتوی مخلوطی از هیدروکربن ها که از هر نوع منبع آلی استخراج شود گفته می شود. با حرارت دادن بیتومین می توان انواعی از گروه های هیدروکربن های جامد، نیمه جامد مثل گازولین ها و روغن ها و اسفالتها را بدست آورد. انواع مختلفی از مواد قابل اشتعال را از تقطیر زغالسنگ ها و نفت خام می توان بدست آورد. این مواد گاهی بصورت طبیعی نیز ظاهر می شوند. به مواد نفتی که بصورت جامد یا نیمه جامد ظاهر می شوند و شامل هیدروکربن های مایع و جامد می باشند نیز بیتومن اطلاق میگردد. اسفالت یک نوع بیتومین است که بصورت مایع غلیظ محتوی هیدروکربن های سنگین تر از پنتان بوده و گاهی حاوی مواد گوگردی است. زغالسنگ نفتی یا سنگ بیتومین نوعی هیدروکربور جامد همانند زغالسنگ است و از نظر ترکیب در مناطق مختلف دنیا متفاوت بوده و با توجه به ترکیب نامهای مختلفی همانند آسفالت - کراهامیت - پوتتائیت - ژیلسوئیت - البرنیت و ورتزلیت و غیره نامیده می شوند. و مشخصات کلی آنها دارا بودن شکست صدفی در سطح شکست ، رنگ سیاه و غیره و ظاهری شبیه زغالسنگ میباشد و برخی از آنها در دی سولفید کربن حل می شوند. این مواد (نهشته های هیدروکربوری) با توجه به شرایط لیتولوژی و همچنین بر حسب اینکه در سطح زمین یا در زیر زمین قرار گرفته باشد دارای شکل گسترش مختلفی خواهند بود و معمولاً بصورت رگه های چند اینچی تا ۲۵ فوتی در داخل شکافها، گسلها و شکستگی ها و یا بصورت عدسی های لنز مانند

که بطول یک کیلومتر و به قطر ۱۵ تا ۲۰ متر تا عمق ۵۰ متری گسترش دارند، در طبیعت یافت می شوند.

۵-۱- هدف از انجام مطالعات

هدف از انجام مطالعات ژئوفیزیک به روش مقاومت سنجی، تعیین چگونگی نحوه گسترش بیتومین در بخشهای زیرسطحی از جمله تعیین شکل و عمق آن در مناطق مورد مطالعه میباشد. در این رابطه با بکارگیری از دو آرایش مختلف شامل دوقطبی - دوقطبی و ونر سعی شد تا حد امکان اطلاعات کاملی از رفتار بیتومین در برابر عبور جریان الکتریکی حاصل گردد که در نهایت بتوان، با استفاده از پارامترهای فیزیکی و همچنین شواهد زمین شناسی، محل آنومالی های احتمالی را تعیین کرد.

فصل دوم

"مطالعات ژئوفیزیک"

۱-۲- اصول و کاربرد روش الکتریکی

متهای بکار گرفته شده در روشهای کاوش الکتریکی در مقایسه با سایر روشهای ژئوفیزیک بسیار متنوع می باشد. این روشها بر پایه آشکار سازی آثار سطحی استوار است که در اثر عبور جریان الکتریکی از درون زمین ایجاد می شود. با استفاده از این روش ها می توان پتانسیلها (ولتاژها)، جریانها و میدان های الکتریکی یا الکترومغناطیسی را اندازه گیری کرد که بطور طبیعی یا مصنوعی در زمین ایجاد می شود. تغییرات رسانندگی یا هدایت الکتریکی سنگها و کانیها از ویژگیهایی است که استفاده از این روشها را امکان پذیر ساخته است. اغلب این روشها بر حسب چشمه تولید جریان الکتریکی به دو گروه طبیعی یا مصنوعی رده بندی می شوند. روشهای گروه طبیعی عبارتند از:

۱- روش پتانسیل خودزا

۲- روش جریان تلوریک

۳- روش مگنتو تلوریک

۴- روش میدان مغناطیسی با فرکانس شنوایی

و روشهای حاصل از جریان مصنوعی عبارتند از:

۱- روش مقاومت ویژه الکتریکی

۲- روش الکترومغناطیس

۳- روش قطبش القایی الکتریکی

۴- روش قطبش القایی مغناطیسی

روش مقاومت ویژه الکتریکی در مسائل هیدرولوژی و زمین شناسی مهندسی کاربرد فراوان دارد و با توجه به کاربرد این روش در محدوده مورد مطالعه به بحث در باره آن و همچنین برخی خواص الکتریکی سنگها و کانیها می پردازیم .

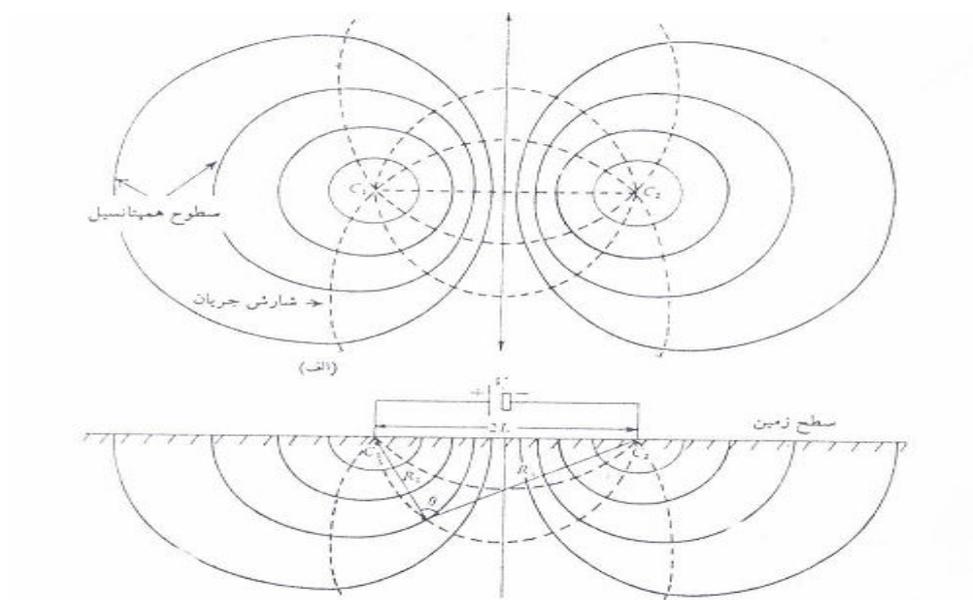
یکی از مهمترین خاصیت الکتریکی سنگها خاصیت مقاومت الکتریکی توده سنگی در برابر عبور جریان الکتریکی است. بطوریکه در میان ویژگیهای فیزیکی سنگها و کانیها مقاومت ویژه الکتریکی بزرگترین تغییرات را در مقایسه با سایر ویژگیها مانند چگالی سرعت موجهای لرزه ای، و قابلیت مغناطیس شدگی نشان می دهد. اکثر سنگها در زمین بعلت وجود آب حاوی املاح در داخل خلل و فرج آنها، جریان الکتریکی را از خود عبور می دهند، بنابراین مقاومت ظاهری طبقات زمین تابعی از عوامل هادی (آب - مواد رسی و شوری)، درجه تراکم، تخلخل و غیره می باشد که با اندازه گیری آن و تعیین مقدار آن می توان برخی از عوامل زمین شناسی از جمله زون خرد شده، گسل، شیب و ساختمان طبقات زیرین و ضخامت رسوبات آبرفت را شناخت. با توجه به این پارامترها سنگها را می توان برحسب مقاومت الکتریکی به سه گروه که عبارتند از:

- ۱- رسانای خوب شامل: فلزات، سولفیدها و برخی از اکسیدها مثل مگنتیت و ایلمنیت
- ۲- گروه رسانای متوسط شامل اکثر اکسیدها و سنگهای متخلخل آبدار
- ۳- گروه رسانای ضعیف که مقاومت ویژه آنها بالاست مثل سیلیکاتها، فسفاتها، کربناتها و نیتراتها رده بندی کرد. بطور کلی سنگهای آذرین و دگرگونی مقاومت ویژه بالا تا متوسط را تشکیل می دهند و سنگهای رسوبی پائین ترین مقدار مقاومت ویژه را به خود اختصاص می دهند.

۲-۲- روش اندازه گیری مقاومت ویژه الکتریکی

اساس اندازه گیری مقاومت ویژه الکتریکی در زمین بر پایه توزیع پتانسیلها در یک محیط همگن است که در کاوشهای الکتریکی برای اندازه گیری مقاومت ویژه الکتریکی معمولاً از یک جفت چشمه نقطه ای استفاده می شود. در این حالت توزیع پتانسیل و خطوط جریان حاصل از دو چشمه نقطه ای بطور مجزا مورد بررسی قرار می گیرد و پتانسیل ایجاد شده در نقطه ای مانند P مجموع پتانسیل های ایجاد شده از دو چشمه نقطه ای است. در شکل (۲-۱)، توزیع سطوح هم پتانسیل و خطوط شارش جریان در یک محیط همگن رسانا حاصل از یک جفت چشمه نقطه ای نشان داده شده است.

بنابراین اختلاف پتانسیل بین نقاط $P1, P2$ که توسط جریان I در نقاط $C1, C2$ ایجاد شده عبارت است از $\Delta v = (I\rho/2\pi)[1/C1P1 - 1/C1P2 - 1/C2P1 + 1/C2P2]$ اگر عبارت داخل کروشه را M فرض کنیم و $2\pi/M$ را K همان فاکتور هندسی آرایش الکترودهای جریان و پتانسیل در نظر بگیریم در نهایت معادله کلی مقاومت ظاهری طبقات را به شکل ساده تر $\rho = K\Delta V/I$ می توان نوشت.



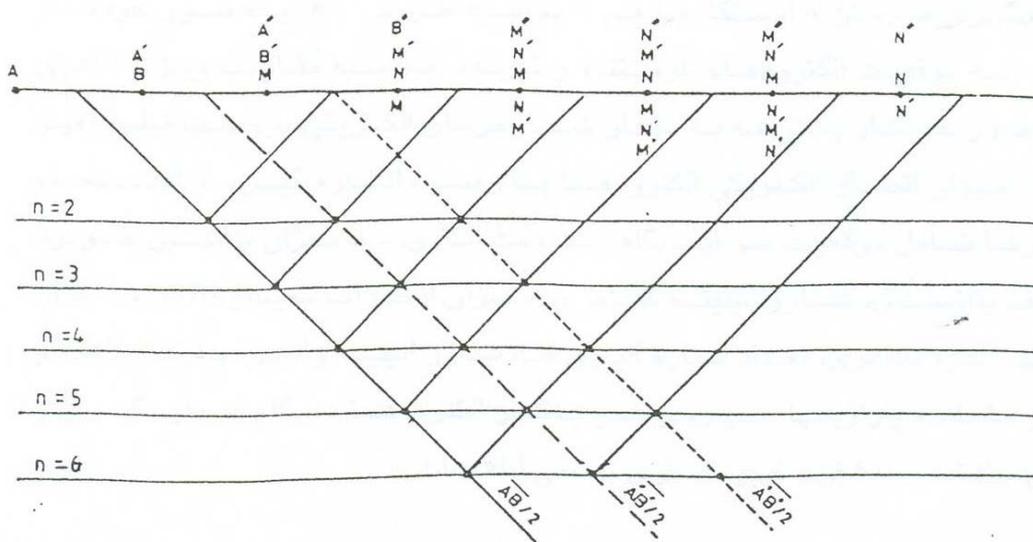
۲-۳- آرایش های مورد استفاده

در این مطالعات از دو آرایش مختلف استفاده شد. آرایش دوقطبی - دوقطبی و نیز آرایش و نر. با توجه به اینکه مقدار مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده نسبت به آرایش و فواصل الکترودی تغییر می نماید، لذا استفاده از دو آرایش مختلف، تفسیر را دقیقتر می نماید.

۱-۲-۳- آرایش دوقطبی - دوقطبی (Dipole - Dipole Array)

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

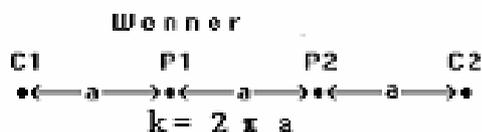
($n=1,2,3,\dots$) و عمق هر اندازه گیری برابر $d = (n+1) \times a/2$ خواهد بود و عدد اندازه گیری شده برای نقطه‌ای به محل تلاقی دو خط با زاویه ۴۵ درجه نسبت به سطح زمین از AB و MN رسم شده نسبت داده می‌شود. به این ترتیب از مجموع نقاط اندازه گیری شده با این روش شبه مقطع مقاومت ویژه ظاهری در امتداد یک پروفیل بدست خواهد آمد. (شکل ۲-۲)



۲-۳-۲- آرایش ونر الفا (Alpha Wenner Array)

در این آرایش الکترودهای جریان ($C1, C2$) و پتانسیل ($P1, P2$) بر روی یک خط قرار داشته و الکترودهای گیرنده ($P1, P2$) همیشه در وسط الکترودهای جریان ($C1, C2$) قرار می‌گیرند. فاصله بین تمامی الکترودها ($C1, C2, P1, P2$) هنگام اندازه گیری، در طول پروفیل برابر a در نظر گرفته می‌شود. سپس در اندازه گیری بعدی فاصله بین تمامی الکترودها به اندازه (a) افزایش می‌یابد. با افزایش a عمق جستجو نیز افزایش می‌یابد. اندازه گیری‌ها در این

آرایش به نقطه وسط الکترودها نسبت داده می شود. شکل (۲-۳) ترتیب الکترودها را در این آرایش نشان می دهد.



شکل (۲-۳) ترتیب قرار گرفتن الکترودها در آرایش ونرآلفا

عمده ترین ضعف این آرایه گسترش زیاد الکترودها و صرف زمان زیاد هنگام برداشت نسبت به دیگر آرایش های معمول می باشد. و مهمترین خصوصیت این آرایش داشتن قدرت سیگنال قوی و در نتیجه کاهش نویز و افزایش دقت نسبت به سایر آرایه های رایج دیگر است. حساسیت این آرایش نسبت به شناسائی ساختمان های افقی بیشتر از ساختمان های عمودی است.

فصل سوم

"بررسی نتایج"

۱-۳- نحوه انجام عملیات صحرائی

همانطور که قبلاً اشاره کردیم مطالعات ژئوفیزیک بر روی کانسار بیتومین در مناطق ایلام و ایوان غرب در سه محدوده هرقتگه - کپه سرخ - سیاهگل اجرا گردید. برای بدست آوردن اطلاعات اولیه از مقاومت بیتومین، با توجه به شرایط نسبتاً مناسب محدوده هرقتگه (از نظر توپوگرافی) ابتدا کار پیمایش از این محدوده آغاز شد، بنابراین پروفیل صفر را عمود بر رگه های بیتومینی که در داخل شیلهای ارغوانی با روند تقریباً شمال شرقی - جنوب غربی برون زد داشت با آزیموت $N25W$ بطول ۴۸۰ متر انتخاب، و پروفیلهای دیگر ($P100$, $P200$) را به فواصل ۹۰ و ۱۷۰ متری از هم دیگر، در شرق پروفیل صفر که در اطراف آنها کارهای استخراجی انجام داده بودند با آزیموت $N35W$ و $N40W$ به طول ۳۲۰ و ۴۷۰ متر مشخص، و بر روی آنها کار پیمایش با ۴ آرایش دایپل - دایپل با فاصله الکترودی ۵ و ۲۰ متر، و سپس ۲ آرایش ونر (بر روی پروفیلهای صفر و ۱۰۰) به اجرا درآمد.

همچنین در محدوده های کپه سرخ و سیاهگل که در حال بهره برداری و استخراج ماده معدنی (بیتومین) بودند برای بررسی چگونگی گسترش بیتومین از نظر تغییرات جانبی و عمقی، کار پیمایش پیگیری شد.

بطور کلی، در محدوده کپه سرخ ماده معدنی با روند تقریباً شمال غربی - جنوب شرقی بصورت یک عدسی (لنز مانند)، در بین لایه هایی از مارن و گچ قرار گرفته، که در بخش (یال) جنوب شرقی کار استخراج بیتومین ادامه داشت. لذا جهت بررسی گسترش کانسار در جهت شمال شرقی و شمال غربی، کار پیمایش با ۴ آرایش دایپل - دایپل با فاصله الکترودی ۱۰ و ۲۰ متر، بر روی ۳ پروفیل (به فواصل ۱۲۰ و ۷۰ متری از همدیگر) بطول تقریبی ۳۰۰ متر با آزیموت $N40E$ در شمال غربی معدن پیگیری، و آرایش پنجم با فاصله الکترودی ۲۰ متر در یال شمال شرقی معدن، بر روی پروفیل چهارم، بطوریکه بخشهای شمالی سه پروفیل دیگر را قطع می کرد با آزیموت $N55W$ بطول تقریبی ۳۰۰ متر اجرا گردید. در ادامه، کار پیمایش با دو آرایش دایپل - دایپل با فاصله الکترودی ۱۰ و ۲۰ متر، بر روی دو پروفیل (به فاصله ۱۵۰ متر از همدیگر) با آزیموت $N60E$ و $N70E$ در بخش شمال شرقی معدن سیاهگل پیگیری شد.

۲-۳- تجهیزات مورد استفاده برای اندازه گیری

دستگاههای پیمایش الکتریکی برای اندازه گیری مقاومت ویژه الکتریکی به گونه ای طراحی شده که نسبت $\Delta V/I$ را با دقت بسیار زیاد اندازه گیری می کند درحقیقت این دستگاهها نوعی ولت متر یا میلی ولت متر هستند که توانایی قرائت مقادیری بسیار کوچک اختلاف پتانسیل ΔV با دقت میکروولت و شدت جریان I با دقت میکروآمپر را دارند دراین ماموریت برای اندازه گیری مقاومت ویژه الکتریکی از دستگاه نوع $TERRAMETER SAS 300B$ ساخت شرکت $ABEM$ و دستگاه ایرانی $AXON,RS-1$ استفاده گردید و علاوه برآن سایر تجهیزات

عبارتند از چهار قرقره با سیم های مسی و فولادی و الکترودهای فلزی (الکتروود و فرستنده جریان)

و الکترودهای سفالی حاوی سولفات مس (الکترودهای گیرنده)



SAS 300B



AXON,RS- 2

۳-۳- نحوه انجام کاردفتری

داده های صحرائی شامل مقادیر اختلاف پتانسیل الکتریکی بدست آمده حاصل از اندازه گیری ها، علاوه بر اینکه بصورت دستی تصحیح و محاسبه و بر روی کاغذ میلیمتری رسم می شود به رایانه نیز منتقل می گردد. سپس با استفاده از ضریب K که از فرمول زیر

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

استفاده از فرمول $\rho = K\Delta V/I$ محاسبه می شود. برای رسم نقشه ها و همچنین برای مدل سازی معکوس هموار داده های خام از نرم افزار *Res2Dinv* استفاده گردید .

۳-۳-۱- معکوس سازی هموار داده ها با استفاده از نرم افزار (Res2Dinv)

با استفاده از نرم افزار *Res2Dinv*، مدل مقاومت ویژه دو بعدی حاصل از برداشتهای صحرائی محاسبه و ترسیم میگردد. مدل دوبعدی استفاده شده بوسیله این برنامه شامل یک تعداد بلوک مستطیلی شکل است. (شکل شماره ۳-۱)

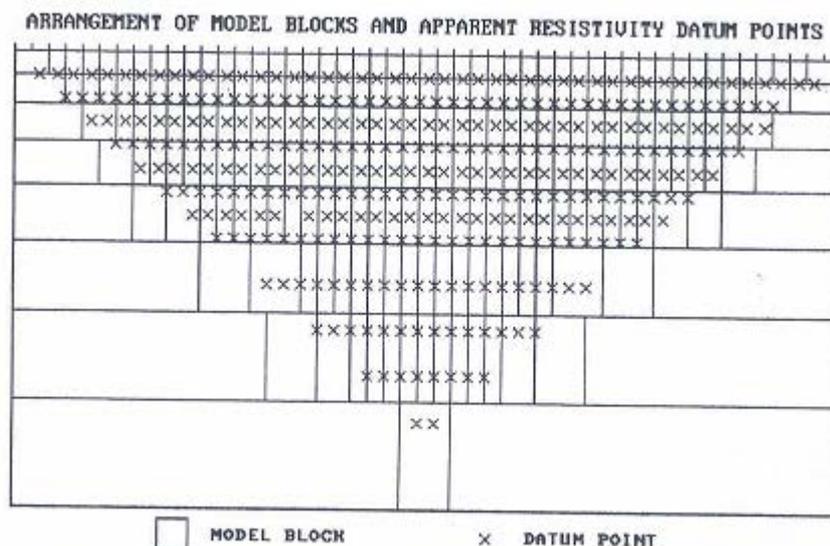


Figure 2. Arrangement of the blocks used in a model together with the datum points in the pseudosection.

در این برنامه می توان برای برداشتها از آرایه های قطبی - قطبی، دوقطبی - دوقطبی، دوقطبی - 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 مقاطعی با بیش از ۱۰۰۰۰ الکتروود و ۲۱۰۰۰ نقطه داده را در یک زمان واحد روی کامپیوتری با RAM یک گیگا بایت پردازش کنید.

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 الگوریتمهایی است که خطای RMS بطور قابل توجهی تغییر نمی کند این حالت بین تکرارهای ۳ تا ۵ اتفاق می افتد. در ضمن، تصحیح توپوگرافی بر روی داده ها را می توان با داشتن نقاط ارتفاعی، همزمان با معکوس سازی انجام داد.

۳-۴- بررسی نتایج بدست آمده از آرایه های دایبل - دایبل و ونر

همانطور که در بخش مطالعات ذکر شد، در این کاوشها بدنبال مناطقی با مقاومت ویژه بالا نسبت به زمینه اطراف هستیم. هر چند وجود حفریات اکتشافی و استخراجی و نیز حضور سنگهای آواری نابجا نیز ایجاد مقاومت ویژه الکتریکی بالا می کند، ولی سعی شده هنگام تفسیر با توجه به شرایط زمین شناسی و موقعیت محل کار این مسائل لحاظ گردند.

۱-۴-۳- بررسی نتایج بدست آمده از منطقه ایلام- هرقتگه

در منطقه هرقتگه مجموعاً در امتداد ۳ پروفیل مطالعات ژئوالکتریک با دو آرایش

دایپل- دایپل و ونر انجام شد.

در امتداد پروفیل اول که $DD1-P00$ نامگذاری شد دو آرایه دایپل- دایپل با دو فاصله

الکترودی ۲۰ متر و ۵ متر و یک آرایش ونر، و در امتداد پروفیل دوم نیز که $DD2-P100$ نام

دارد یک آرایه دایپل - دایپل با فاصله الکترودی ۲۰ متر و یک آرایه ونر اجرا گردید. سپس

در امتداد پروفیل سوم به نام $DD3-P200$ یک آرایش دایپل - دایپل با فاصله الکترودی ۲۰

متر اجرا شد.

بررسی شبه مقطع (DD1 - P00)

این شبه مقطع با دو آرایه دایپل - دایپل با مشخصات $AB=MN=5m$ و

نیز $AB=MN=20m$ بر روی پروفیل صفر با آزیموت $N25W$ به ترتیب بطول تقریبی ۵۰ و ۳۲۰

متر در حد فاصل ایستگاههای ۲۵ شمالی تا ۲۵ جنوبی و حد فاصل ایستگاههای ۷۰ شمالی تا ۳۶۰

جنوبی اجرا گردید. در این شبه مقاطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری اندازه گیری

شده در آرایه $AB=MN=5m$ در حد ۸/۶ تا ۴۷ اهم متر و در آرایه $AB=MN=20m$ در حد

۱۲/۶۶ تا ۳۹/۲ اهم متر بوده است. عمق مطالعات به ترتیب ۱۲ متر و ۵۰ متر بود. نقشه های شماره

۳ و ۱ شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست

آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پائین نشان می دهد. نقشه های شماره ۲ و ۴

شبه مقاطع مدل سازی شده این آرایه ها را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهند. موقعیت این

پروفیل را بر روی زمین با استفاده از مختصات نقطه 00 به شرح زیر میتوان تعیین نمود.

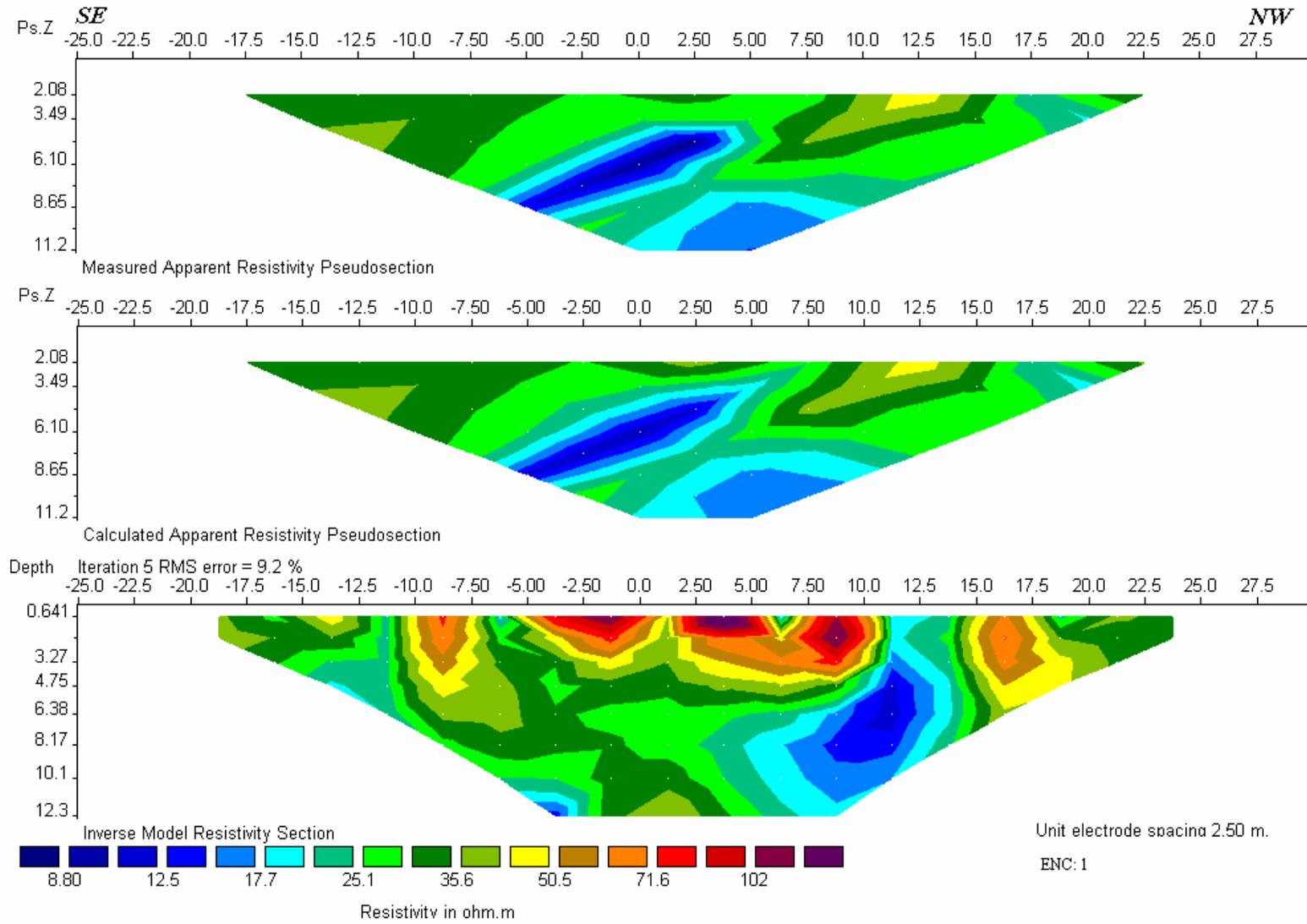
$UTM Station00: X=635400E \quad Y=3716913N$

با توجه به نقشه شبه مقاطع شماره ۲۰۱ در حد فاصل ایستگاه ۱۰ شمالی تا ۵ جنوبی از سطح تا عمق ۳ متری بخشهایی با مقاومت بالای ۴۵ اهم متر (با توجه به اشل رنگی) متظاهر است. علاوه بر آن، دو بخش دیگر نیز (با مقاومت بالای ۴۵ اهم متر)، به طول ۲/۵ متر در اطراف بخش مذکور به صورت قرینه قرار گرفته اند. محدوده های فوق تقریباً با شواهد سطحی روی زمین که رگه های بیتومین در داخل شیلهای ارغوانی قرار دارد منطبق می باشد.

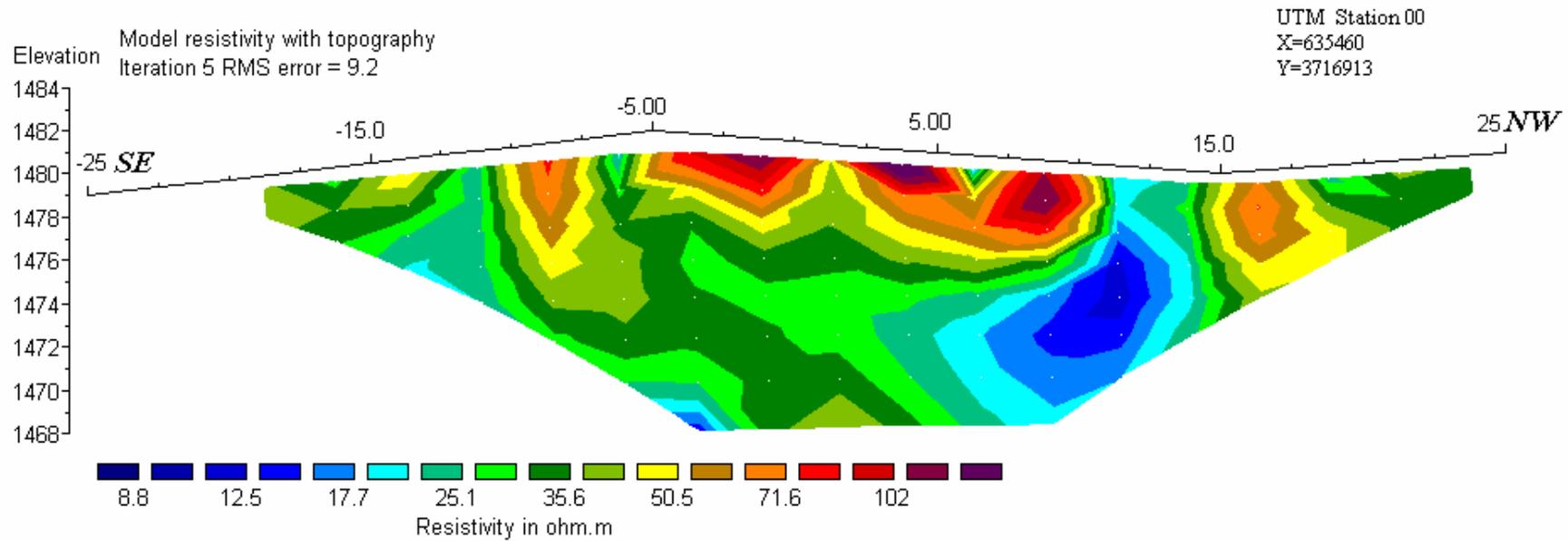
در صورتی که در نقشه شماره ۴۰۳ بخشهای مقاوم از نظر مقاومت ویژه الکتریکی بصورت خیلی جزئی مشاهده می شود و میتواند مؤید این مطلب باشد که، زونهای مقاوم مربوط به احتمال وجود بیتومین دارای عمق وضخامت کمی هستند که هنگام استفاده از فاصله الکترودی ۲۰ متر خود را نشان نداده اند.

با توجه به نقشه های موجود، اکثر زونهای با مقاومت بالای ۴۵ اهم متر که در داخل زونهای با مقاومت پائین قرار گرفته اند، به غیر از بخشهای شمالی و جنوبی که می تواند اثر قله سنگهای موجود در آبراهه ها یا واریزه ها باشد مابقی زونها را می توان به حضور بیتومین نسبت داد.

ILAM-herghatgeh profile00 DD1-5M



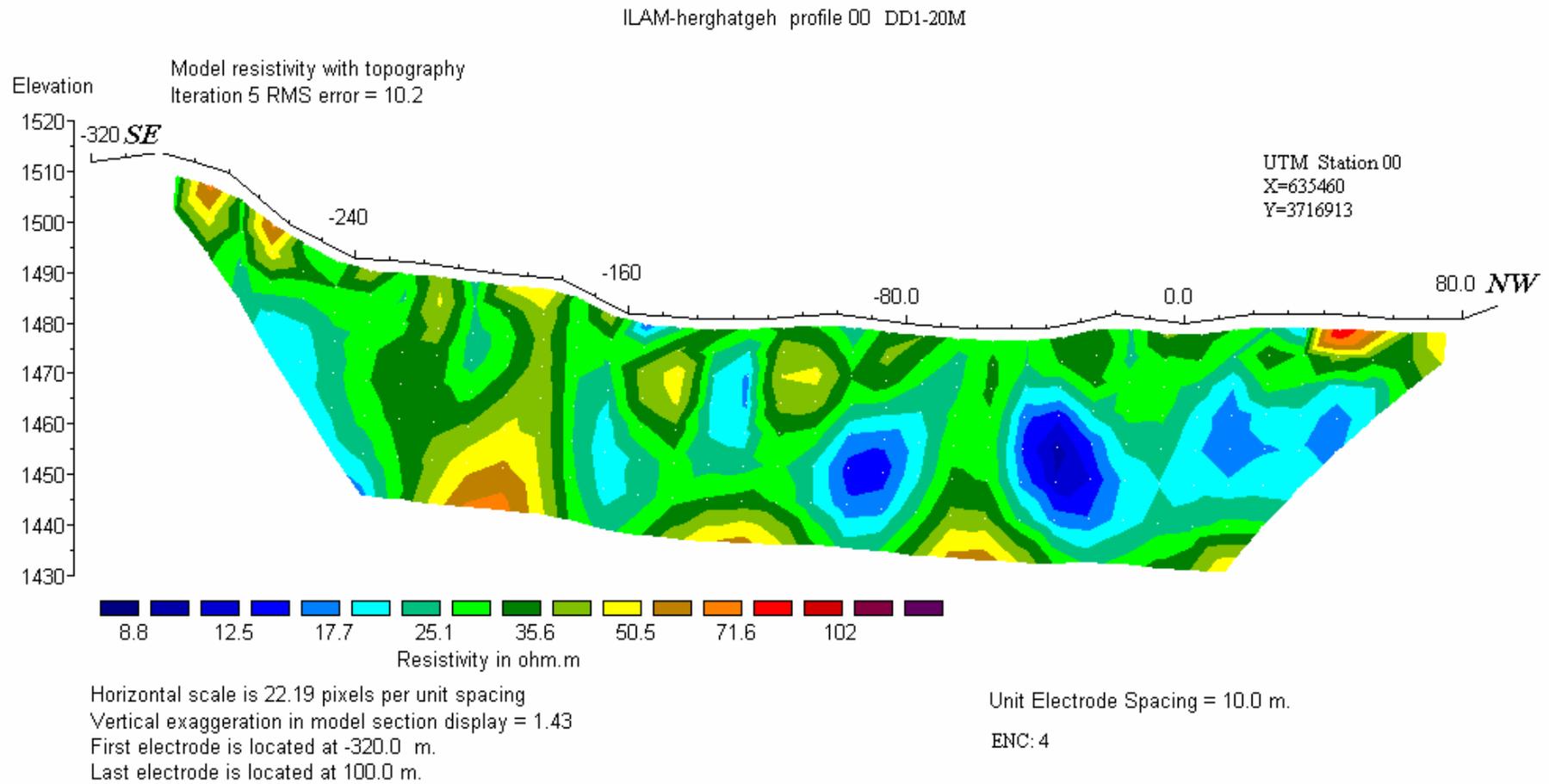
ILAM-herghatgeh profile00 DD1-5M



horizontal scale is 42.36 pixels per unit spacing
 vertical exaggeration in model section display = 0.75
 first electrode is located at -25.0 m.
 last electrode is located at 30.0 m.

Unit Electrode Spacing = 2.50 m

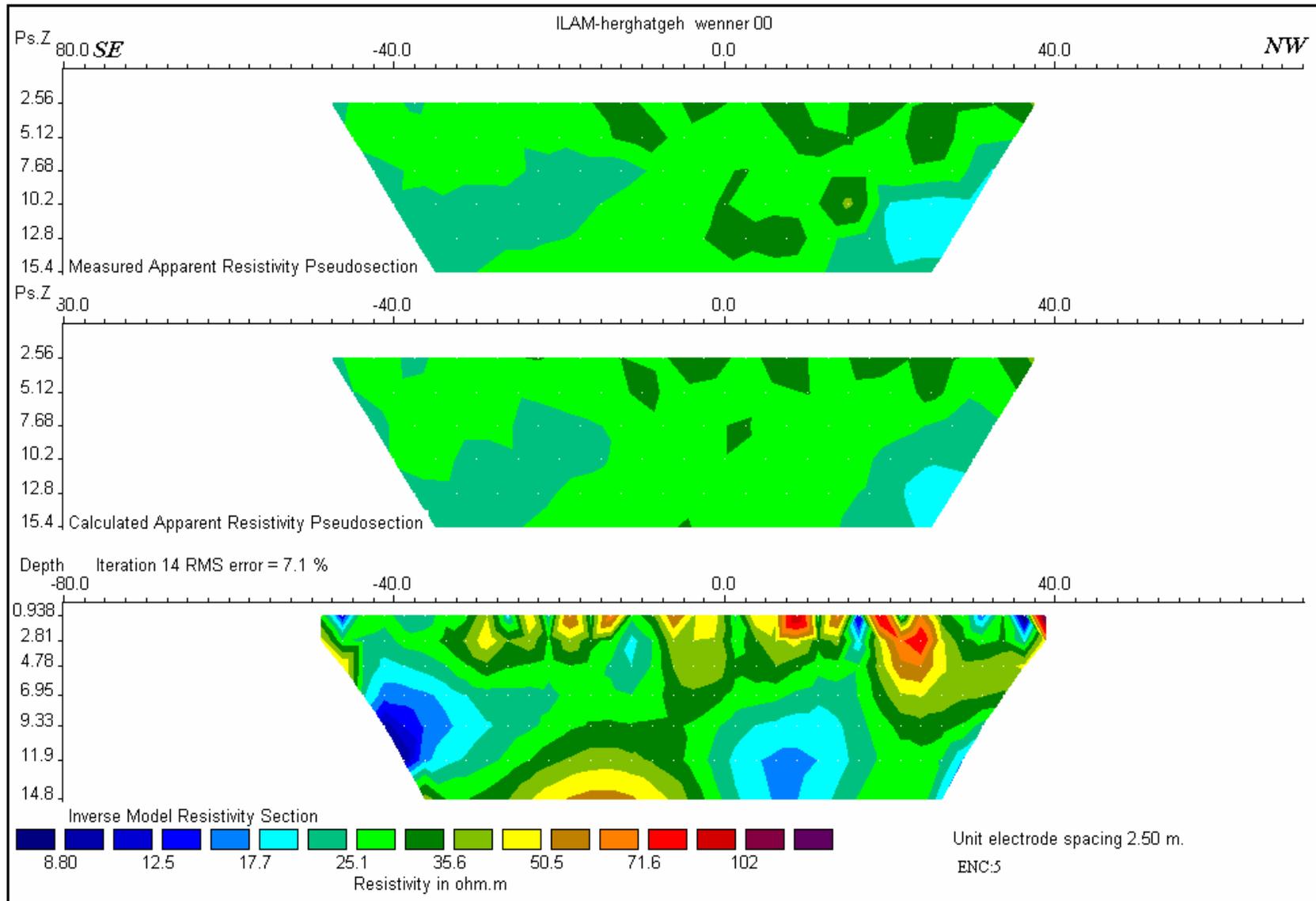
ENC: 2

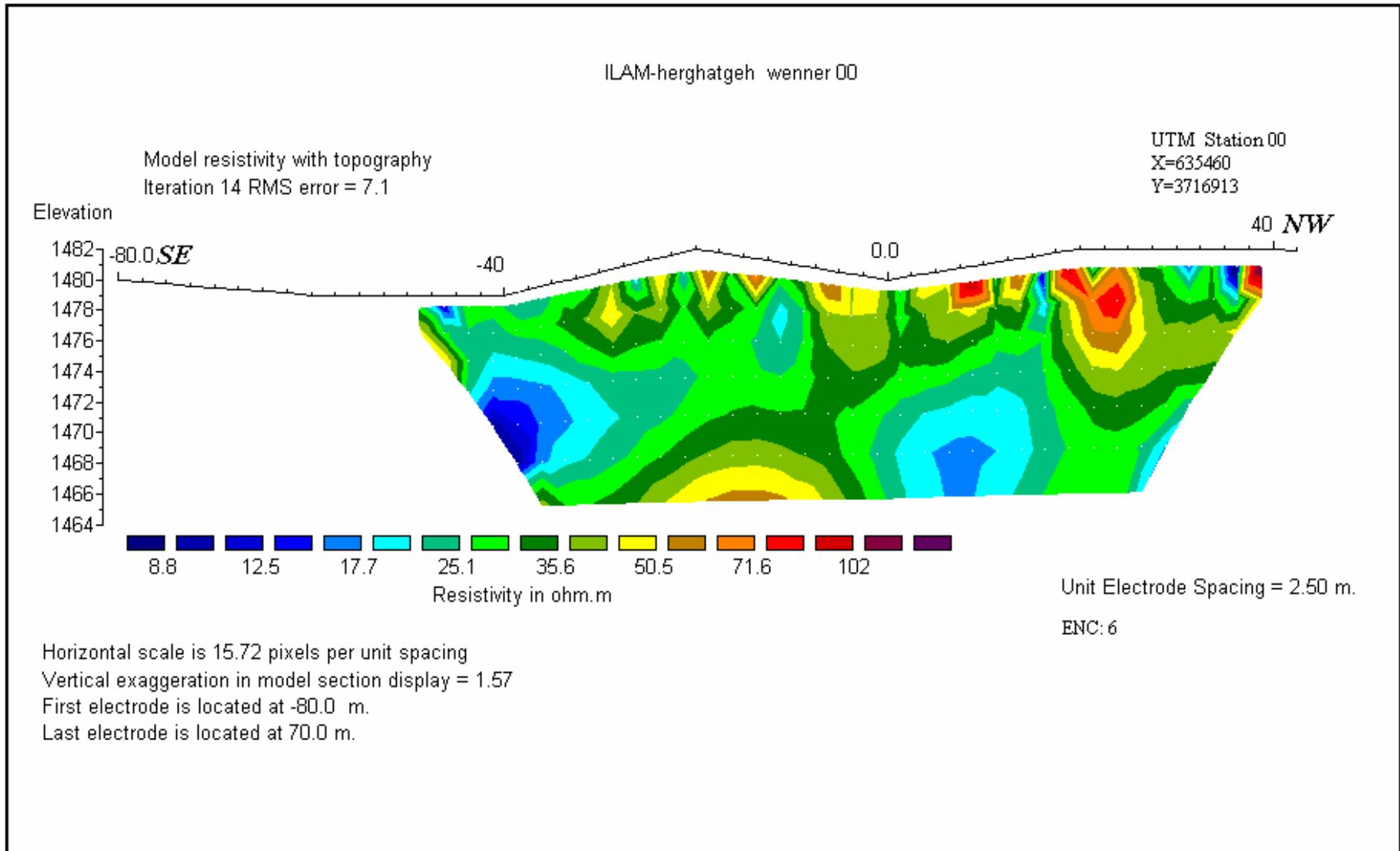


بررسی شبه مقطع (W- P00)

همانطور که قبلاً اشاره شد برای بدست آوردن اطلاعات جامع و دقیق تر از آرایه دیگری از جمله آرایه ونر استفاده کردیم. لذا این آرایه بر روی پروفیل صفر با فاصله الکترودی $a=5n$ که مقدار عددی n برابر ۱ تا ۶ می باشد، بطول تقریبی ۸۵ متر در حد فاصل ایستگاههای ۴۰ شمالی تا ۴۵ جنوبی اجرا گردید. در این شبه مقطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری اندازه گیری شده در حد ۱۹ تا ۳۷/۵ اهم متر بوده است. عمق مطالعات بین ۳ متر تا ۱۵ متر میباشد. نقشه شماره ۵ شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پائین نشان می دهد. نقشه شماره ۶ شبه مقطع مدل سازی شده این آرایه را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهد.

با توجه به نقشه شبه مقطع شماره ۵ و ۶ در حد فاصل ایستگاه های ۲/۵ تا ۷/۵، ۱۲/۵ تا ۲۵ شمالی و حد فاصل ایستگاه ۲/۵ تا ۱۰ جنوبی بخشی با مقاومت بالای ۴۵ اهم متر متظاهر است. محدوده ای که حد فاصل ایستگاه ۲/۵ تا ۱۰ جنوبی قرار دارد با شیلهای ارغوانی که رگه های بیتومین در داخل آنهاست منطبق می باشد. با مقایسه نقشه های شبه مقاطع شماره ۲، ۴ و ۶ (البته بخشهای از پروفیل که با هم همپوشانی دارند) در می یابیم که، اکثر بخشهای دارای مقاومت ویژه الکتریکی بالا، به صورت سطحی اند و تا عمق ادامه ندارند.





بررسی شبه مقطع (DD2 - P100)

همانطور که قبلاً ذکر کردیم جهت بررسی تغییرات جانبی و عمقی کانسار بیتومین در اطراف کارهای استخراجی و تونلهای اکتشافی این پروفیل انتخاب گردید.

این شبه مقطع با آرایه دایپل - دایپل با مشخصات $AB=MN=20m$ بر روی پروفیل 100، درفاصله ۹۰ متری شرق پروفیل صفر (نسبت به ایستگاههای صفر) با آزیموت $N35W$ بطول تقریبی ۵۵۰ متر در حدفاصل ایستگاههای ۸۰ شمالی تا ۴۷۰ جنوبی اجرا گردید. مشخصات ایستگاه صفر در

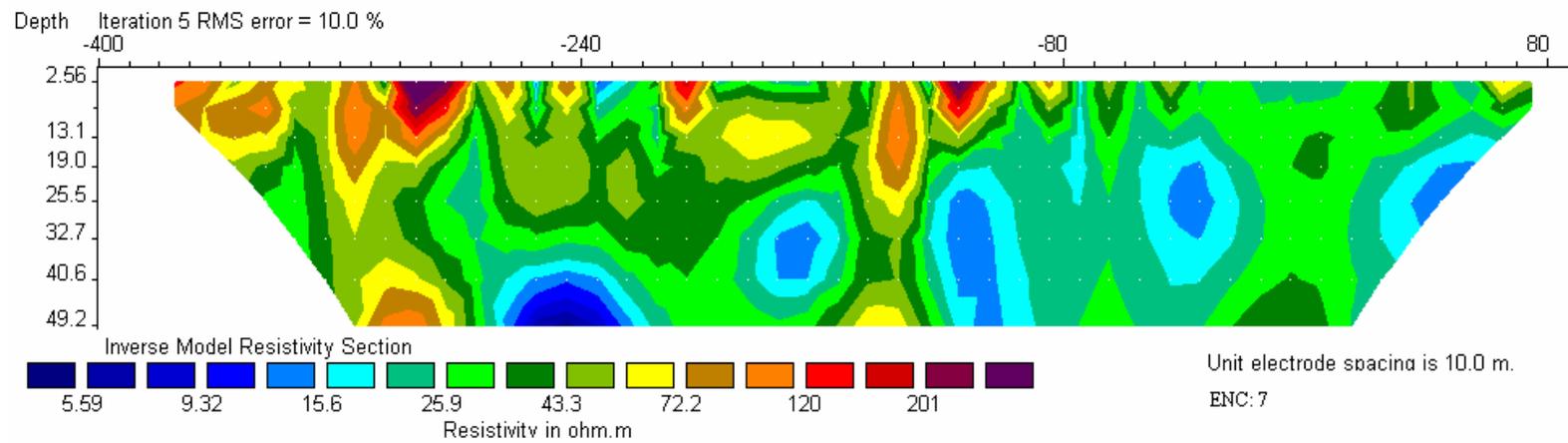
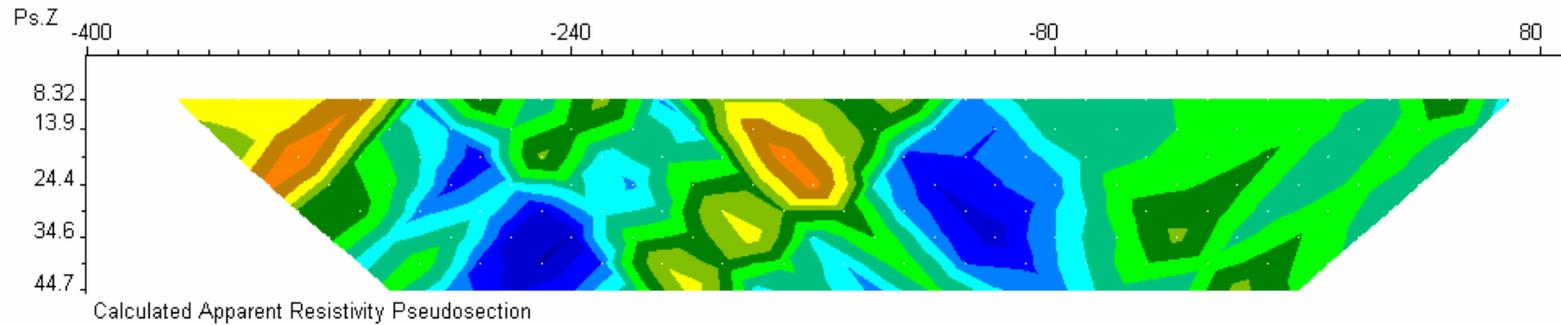
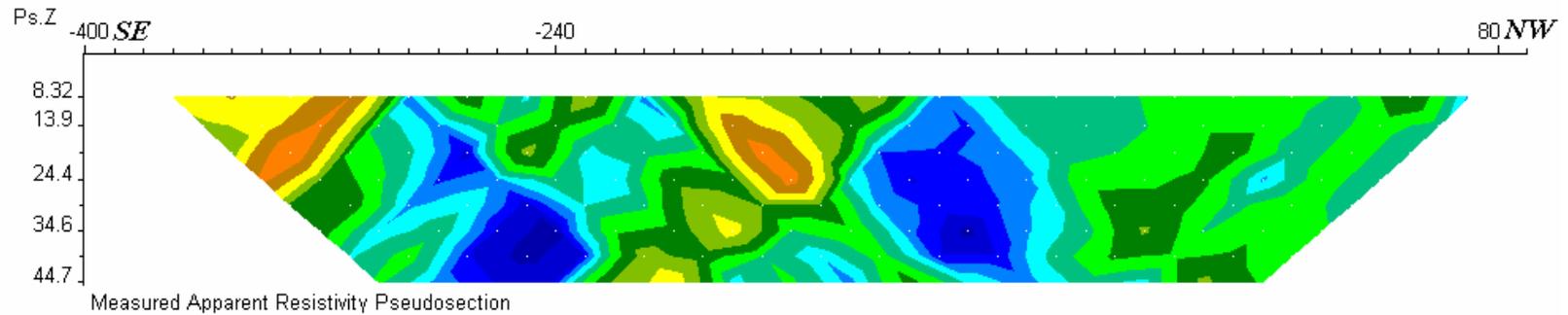
این دایپل عبارت است از: $UTM Station00: X=635543E \quad Y=3716914N$

در این شبه مقطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری اندازه گیری شده در حد ۶/۳۳ تا ۱۱۴/۶ اهم متر بوده است. نقشه شماره ۷ شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پائین نشان می دهد. نقشه شماره ۸ شبه مقطع مدل سازی شده این آرایه را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهد.

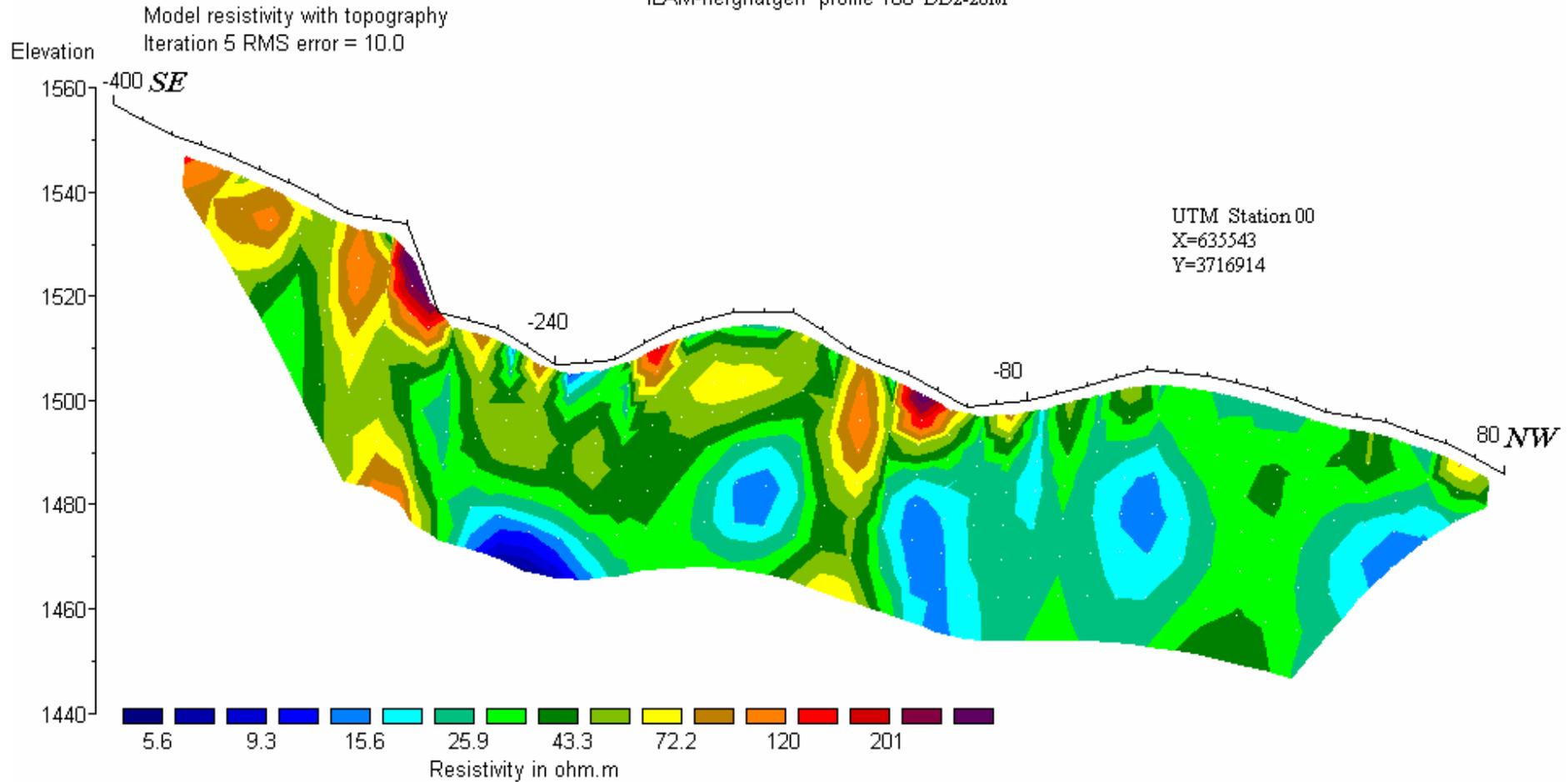
با توجه به نقشه شبه مقاطع شماره ۷ و ۸ بخشهای با مقاومت بالای ۶۰ اهم متر به ترتیب در حدفاصل ایستگاههای ۱۰۰ تا ۱۴۰، ۱۷۰ تا ۱۹۰، ۲۰۰ تا ۲۱۰، و ۲۷۰ تا ۳۵۰ جنوبی که از عمق ۳ متری شروع و در بعضی جاها تا عمق ۲۰ متری ادامه دارد متظاهر می باشد. این محدوده ها می توانند معلول چند علت، از جمله وجود لایه های بیتومین در داخل شیلهای ارغوانی، وجود حفرات، تونلها و یا بخاطر واریزه ها و قطعات سنگی که در قسمت جنوبی انتهای پروفیل قرار گرفته اند باشد. البته با توجه به تغییرات زیاد مقاومت الکتریکی زغال سنگ نفتی (سنگ بیتومین) به علت شرایط تشکیل آن (شدت زغال سنگ شدگی بیتومین) از یک سو، و همچنین وجود رگه های

بیتومین با ضخامت بسیار کم، تفکیک بی هنجاریها را از همدیگر بسیار دشوار می سازد. این آرایه تقریباً شبیه به آرایه $P00$ میباشد با این تفاوت که مقدار مقاومت ویژه ظاهری از نظر گسترش تغییرات جانبی و عمقی بخصوص از ایستگاه ۸۰ جنوبی به سمت جنوب کمی بیشتر می باشد.

ILAM-herghatgeh profile 100 DD2-20M



ILAM-herghatgeh profile 100 DD2-20M



Horizontal scale is 18.64 pixels per unit spacing
 Vertical exaggeration in model section display = 1.71
 First electrode is located at -400.0 m.
 Last electrode is located at 100.0 m.

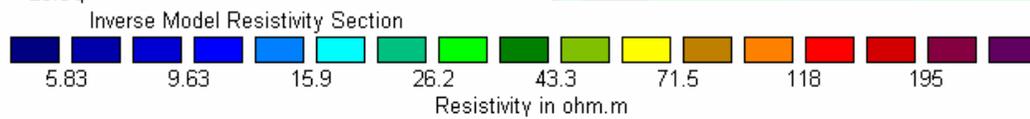
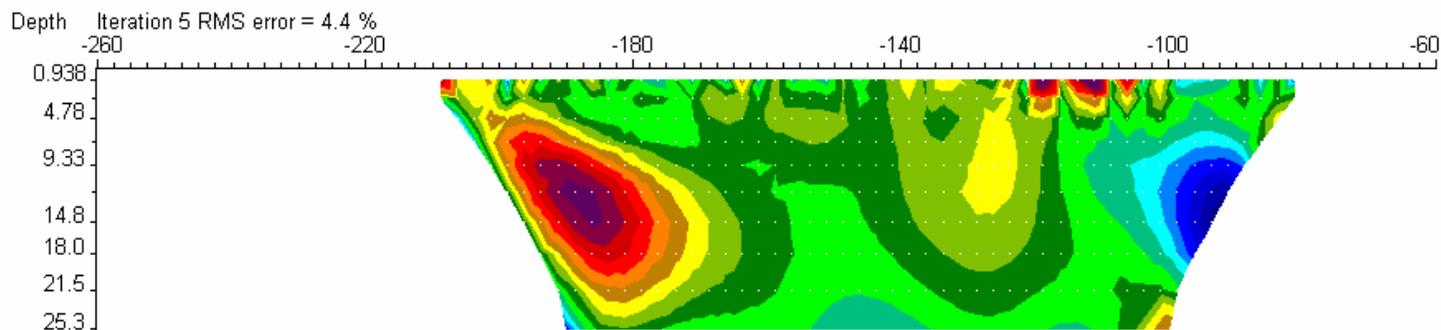
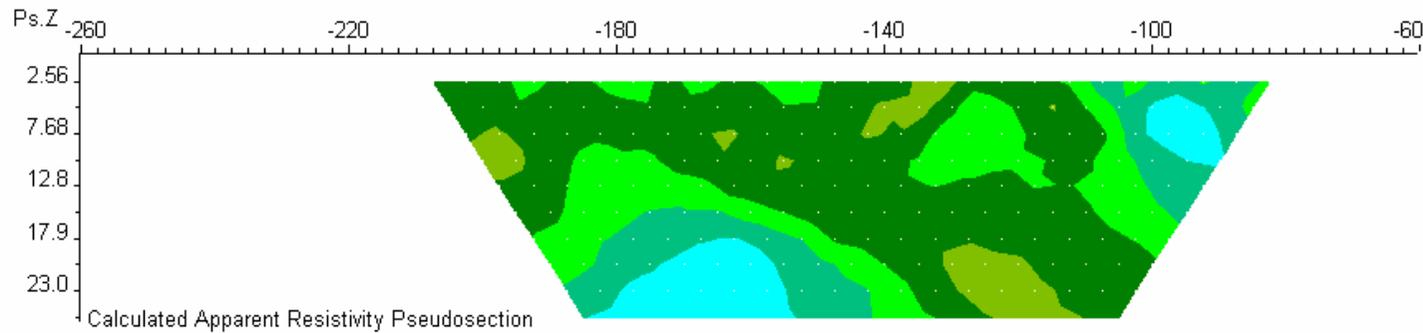
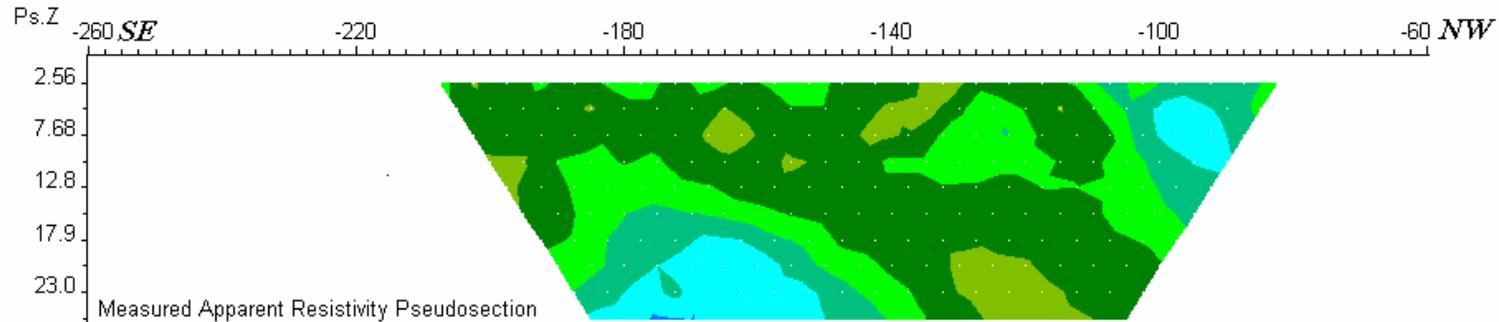
Unit Electrode Spacing = 10.0 m.
 ENC:8

بررسی شبه مقطع (W - P100)

این شبه مقطع با آرایه ونر بر روی پروفیل ۱۰۰ با مشخصات $a=5n$ که مقدار n مساوی ۱ تا ۱۰ می باشد بطول تقریبی ۱۳۰ متر و در حدفاصل ایستگاههای ۸۰ جنوبی تا ۲۱۰ جنوبی اجرا گردید.

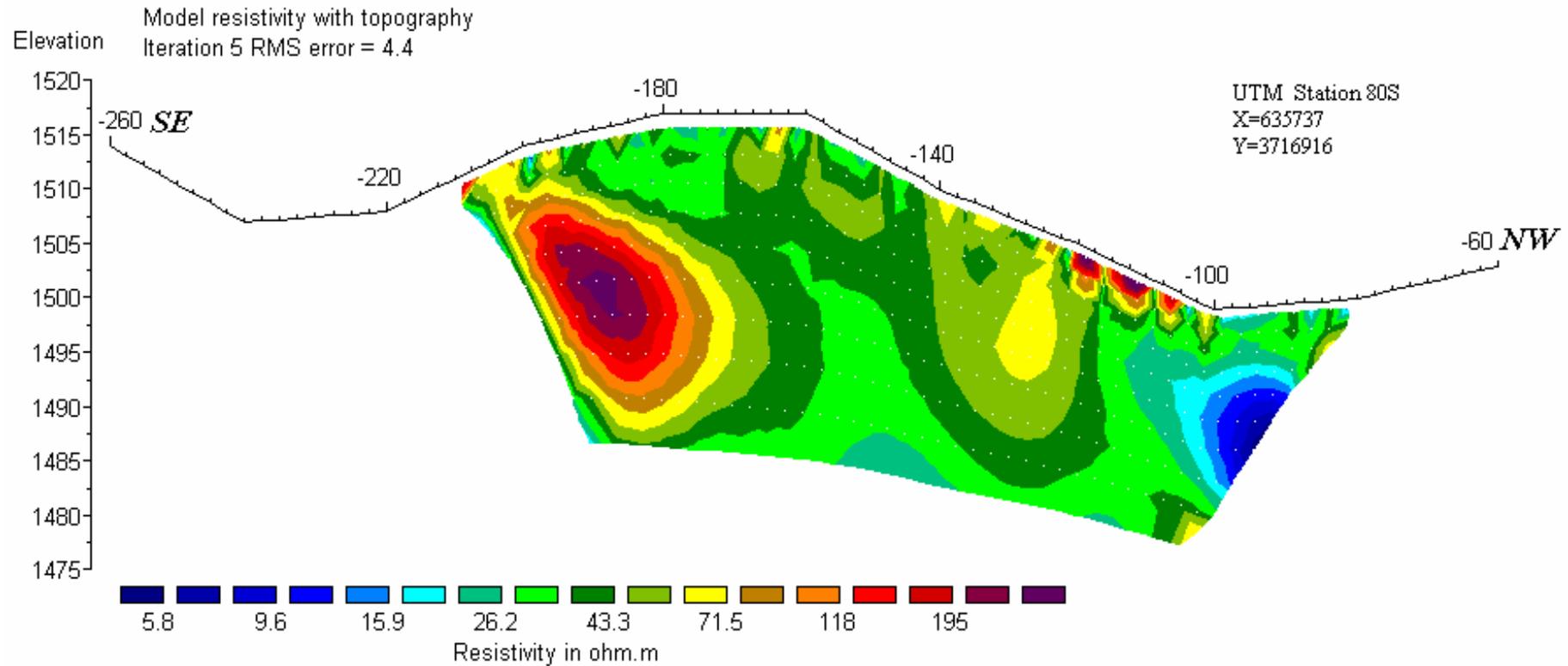
در این شبه مقطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده در حد ۱۵ تا ۵۳ اهم متر بوده است. عمق مطالعات از ۳ تا ۲۵ متر بوده است. نقشه شماره ۹ شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پائین نشان می دهد. نقشه شماره ۱۰ شبه مقطع مدل سازی شده این آرایه را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهد. همانطور که قبلاً ذکر کردیم جهت بررسی دقیقتر و بهتر بی هنجاریها و نتیجه گیری مطلوبتر، از آرایش دیگر از جمله ونر استفاده گردید. با توجه به نقشه های شماره ۹ و ۱۰ در حدفاصل ایستگاههای ۱۰۵ تا ۱۲۷ جنوبی و ایستگاه ۱۷۰ تا ۲۱۰ ما شاهد بخشهای با مقاومت بالای ۷۰ اهم متر هستیم، که از عمق ۳ متری شروع و در بعضی جاها تا عمق ۲۰ متری ادامه دارد که می تواند از نظر وجود رگه های بیتومی در داخل شیلها حائز اهمیت باشد. البته به این نکته هم باید توجه کرد که بی هنجاری بخش جنوبی پروفیل احتمالاً می تواند ناشی از وجود حفره مربوط به تونلهای استخراجی یا اکتشافی باشد. که با اجرای یک حلقه حفاری یا چاهک می توان از ماهیت آن مطلع شد.

ILAM-herghatgeh wenner-P100



Unit electrode spacing 2.50 m.
ENC:9

ILAM-herghatgeh wenner-P100



Horizontal scale is 10.13 pixels per unit spacing
 Vertical exaggeration in model section display = 1.51
 First electrode is located at -260.0 m.
 Last electrode is located at -30.0 m.

Unit Electrode Spacing = 2.50 m.
 ENC:10

بررسی شبه مقطع (DD3 - P200)

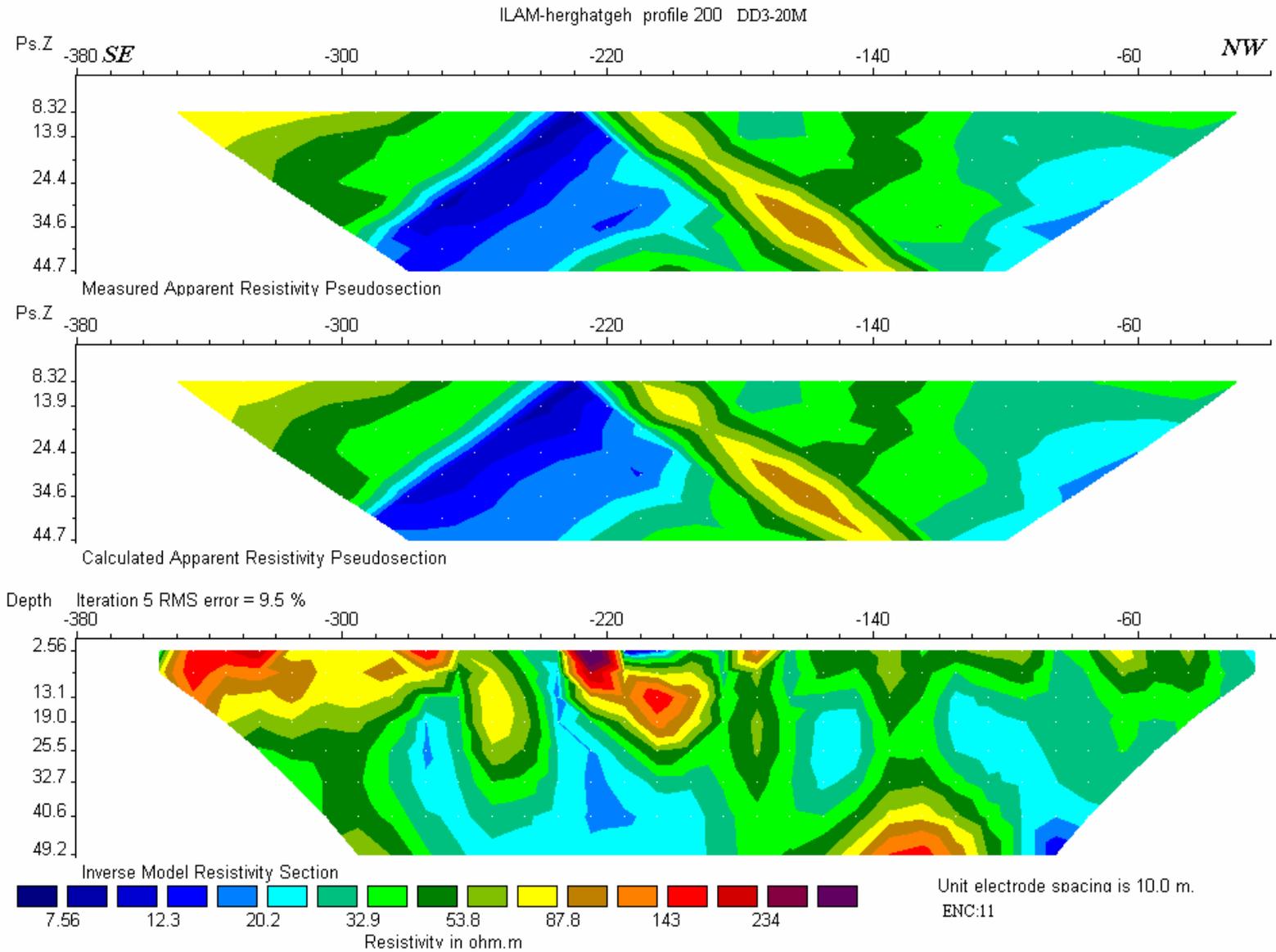
این شبه مقطع با آرایه دایپل - دایپل با مشخصات $AB=MN=20m$ بر روی پروفیل 200 که در فاصله 170 متری شرق پروفیل 100 (نسبت به ایستگاه صفر) با آزیموت $N40W$ بطول تقریبی 320 متر در حفاصل ایستگاههای 20 جنوبی تا 340 جنوبی اجرا گردید. مشخصات ایستگاه 80 جنوبی در این دایپل عبارت است از:

UTM Station 80S: X=635737E Y=3716916N

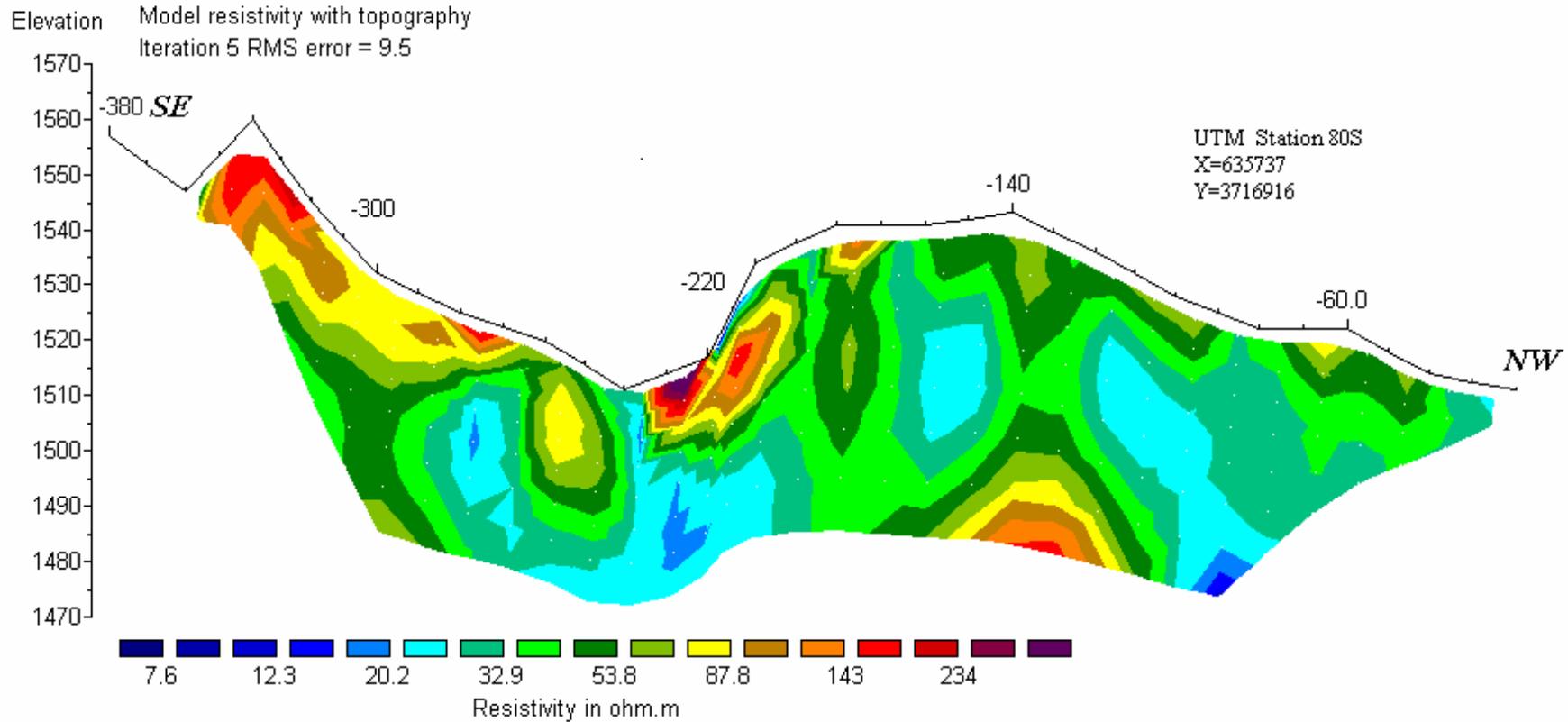
در این شبه مقطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده در حد $7/2$ تا $52/8$ اهم متر بوده است. عمق مطالعات بین 3 متر تا 50 متر میباشد.

نقشه شماره 11 شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پائین نشان می دهد. نقشه شماره 12 شبه مقطع مدل سازی شده این آرایه را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهد.

با توجه به نقشه های مربوط به این شبه مقطع در حفاصل ایستگاههای 170 تا 180، 195 تا 235 و 260 تا 360 جنوبی زونهای با مقاومت بالای 60 اهم متر از سطح شروع و تا عمق 20 متری ادامه دارد. که با توجه به شواهد سطحی، آنها را (بخشهای با مقاومت بالا) معلول چند علت از جمله رگه های بیتومین، حفرات حاصل از تونلهای استخراجی و همچنین واریزه ها و قلوه سنگهای درشت دانه که در مسیر آبراهه ها و یا دامنه ها (بخصوص در بخش جنوبی پروفیل) قرار دارند دانست. با مقایسه نقشه های شبه مقاطع سه پروفیل درمی یابیم که شدت مقدار مقاومت ویژه ظاهری از نظر گسترش جانبی و عمقی در پروفیل 200 و 100 نسبت به پروفیل صفر بخصوص در بخش جنوب شرقی بیشتر می باشد.



ILAM-herghatgeh profile 200 DD3-20M



Horizontal scale is 24.82 pixels per unit spacing
 Vertical exaggeration in model section display = 1.24
 First electrode is located at -380.0 m.
 Last electrode is located at 0.0 m.

Unit Electrode Spacing = 10.0 m.
 ENC:12

۲-۳-۳- بررسی نتایج بدست آمده از منطقه ایوان

الف - محدوده کپه سرخ

بررسی شبه مقطع شماره یک DD1

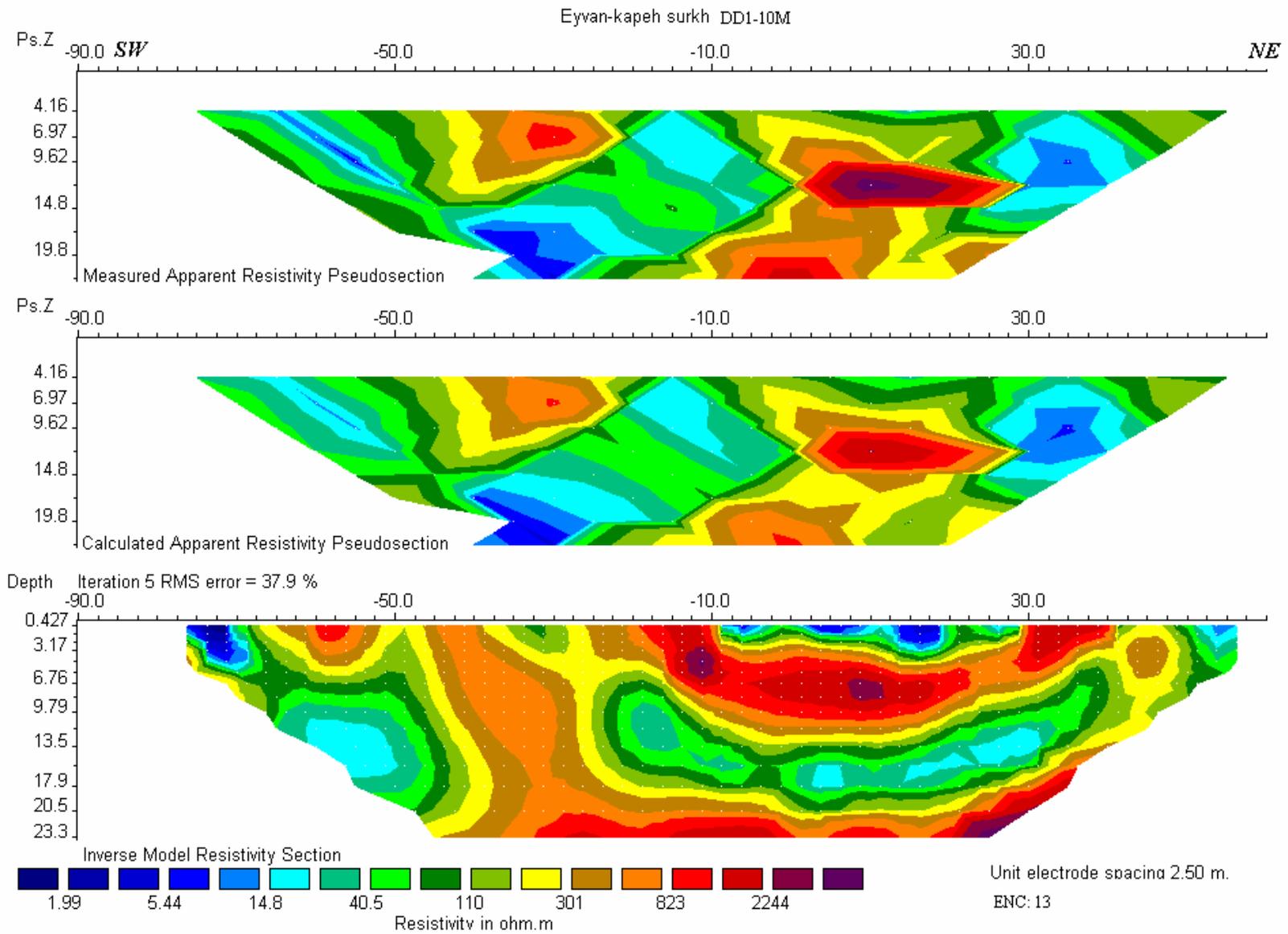
این شبه مقطع با دو آرایه دایپل - دایپل با مشخصات $AB=MN=20 \& 10m$ بر روی پروفیل $P-1$ با آزیموت $N45E$ به ترتیب بطول تقریبی ۲۰۰ و ۴۱۰ متر در حفاصل ایستگاههای ۱۲۵ شمالی تا ۸۰ جنوبی و حفاصل ایستگاههای ۲۵۰ شمالی تا ۱۶۰ جنوبی اجرا گردید. مشخصات ایستگاه صفر در این دایپل عبارت است از:

$$UTM \text{ Station}00: X=597871E \quad Y=3754710N$$

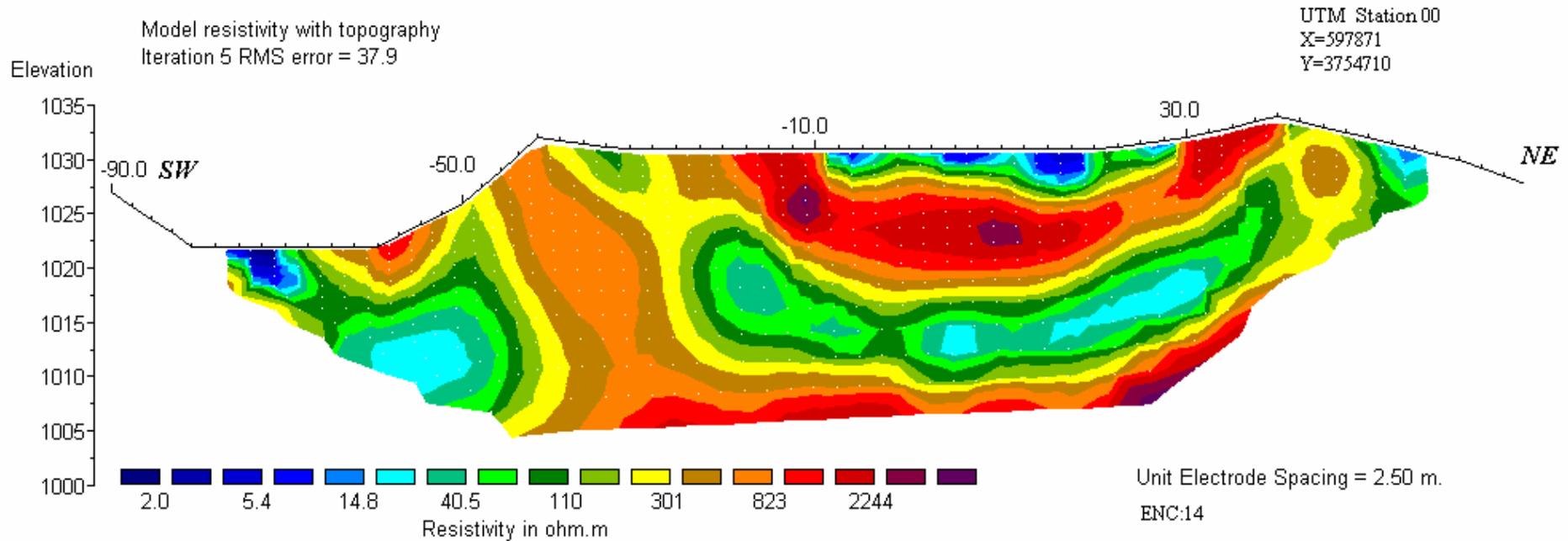
در این شبه مقاطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری اندازه گیری شده در آرایه $AB=MN=10m$ در حد ۴۱۵ و ۴۵۲۰ اهم متر و در آرایه $AB=MN=20m$ در حد ۱ تا ۹۸۷ اهم متر بوده است. عمق مطالعات به ترتیب ۲۳ متر و ۵۰ متر بود. نقشه های شماره ۱۳ و ۱۵ شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پائین نشان می دهد. نقشه های شماره ۱۴ و ۱۶ شبه مقاطع مدل سازی شده این آرایه ها را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهند.

با توجه به نقشه شبه مقطع شماره ۱۴ در حفاصل ایستگاه ۴۰ تا ۳۰ شمالی بخش بسیار مقاومی با مقاومت ویژه الکتریکی بیش از ۸۰۰ اهم متر که از سطح شروع شده و در بین دو لایه کم مقاوم بصورت یک لنز یا عدسی، تا حفاصل بین ایستگاه ۱۰ تا ۲۵ جنوبی ادامه دارد قرار گرفته است. در ادامه، در حفاصل ایستگاه ۴۰ تا ۵۰ شاهد بخشی با مقاومت ویژه الکتریکی حدود ۸۰۰ اهم متر که بصورت مورب و با شیب به سمت شمال تا عمق ادامه دارد. با توجه به شواهد سطحی روی زمین بیتومینها اکثراً در بین لایه های مارن و گچی قرار دارند. بر این اساس، با توجه به نقشه های

شبه مقاطع، بخشهای مقاوم داری که در بین بخشهای با مقاومت پائین قرار گرفته اند می توانند از نظر وجود بیتومین حائز اهمیت باشند. از سوی دیگر وجود لایه های مقاوم دار آهکی و گچی در بخشی از پروفیل را نباید نادیده گرفت، لذا تفکیک آنها از همدیگر مشکل می باشد. البته با توجه به اینکه بخشهای مقاوم تا سطح ادامه دارند می توان با حفر یک چاهک دستی این ابهامات را برطرف کرد. در ادامه جهت بررسی تغییرات بی هنجاری در عمق، بر روی همین پروفیل آرایش دایپل - دایپل با فاصله الکترودی ۲۰ متر اجرا گردید. که طبق نقشه شبه مقطع شماره ۱۶ بخشی با مقاومت بالا در حدفاصل ایستگاه ۶۰ جنوبی تا ۳۰ شمالی بصورت قائم تا عمق ادامه دارد. همچنین دو بخش با مقاومت ویژه الکتریکی بالا در حدفاصل ایستگاه ۱۰۰ تا ۱۵۰ شمالی و ۱۶۵ تا ۱۹۵ شمالی از عمق ۱۳/۵ متری شروع و تا عمق پائین تر ادامه دارند. با توجه به اینکه لایه های بیتومین در بین لایه های گچ و مارن قرار گرفته اند، بخشهای با مقاومت بالا که در بین بخشهای با مقاومت پائین محصور شده می توانند حائز اهمیت باشند. البته لازم به ذکر است که، مقاومت بالای لایه های آهکی و گچی را نباید نادیده گرفت.

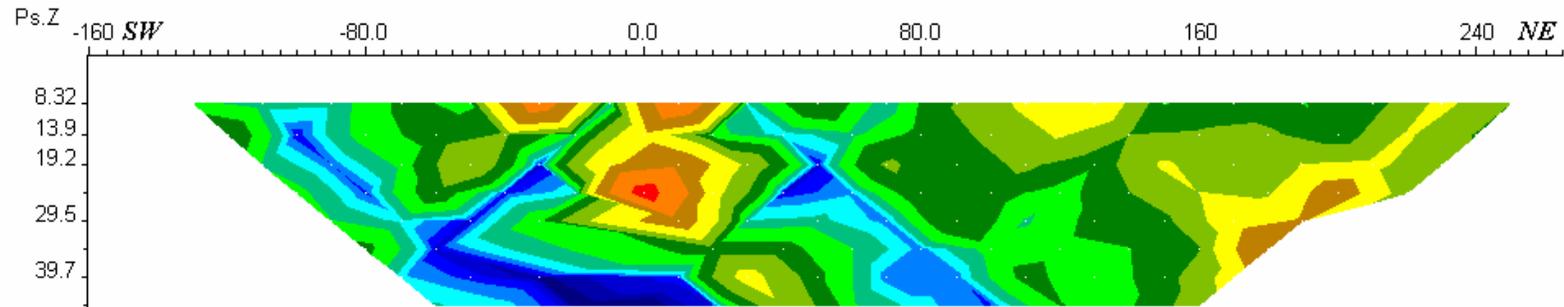


Eyvan-kapeh surkh DD1-10M

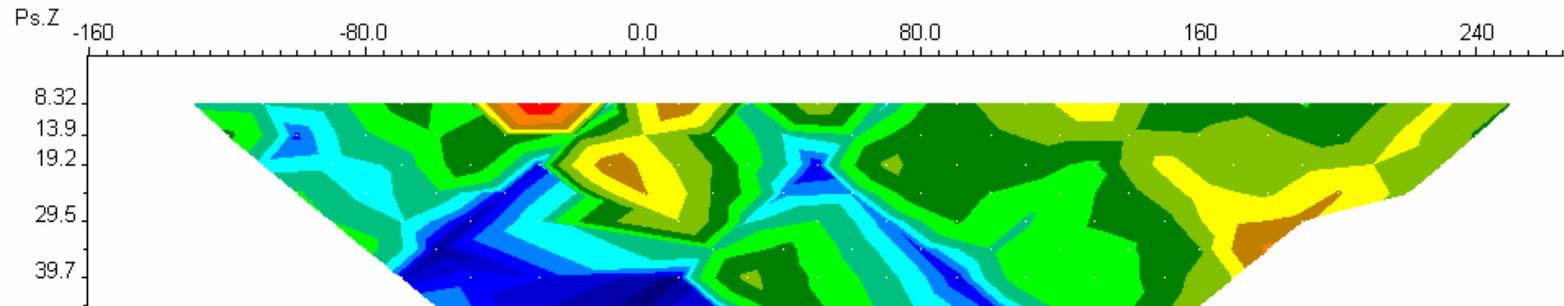


Horizontal scale is 14.56 pixels per unit spacing
 Vertical exaggeration in model section display = 1.16
 First electrode is located at -90.0 m.
 Last electrode is located at 70.0 m.

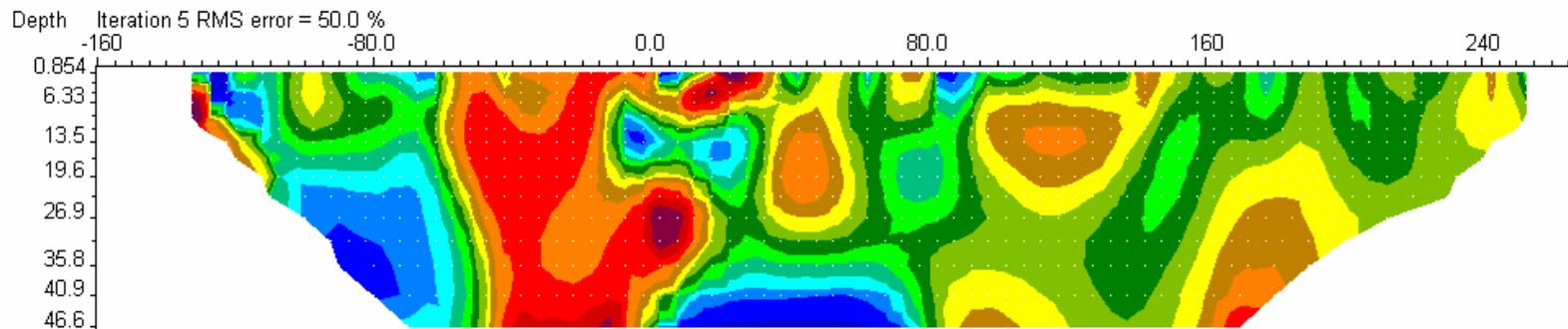
Eyvan-kapeh surkh DD1-20M



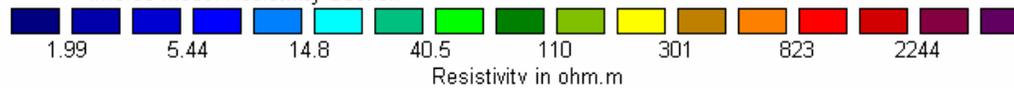
Measured Apparent Resistivity Pseudosection



Calculated Apparent Resistivity Pseudosection

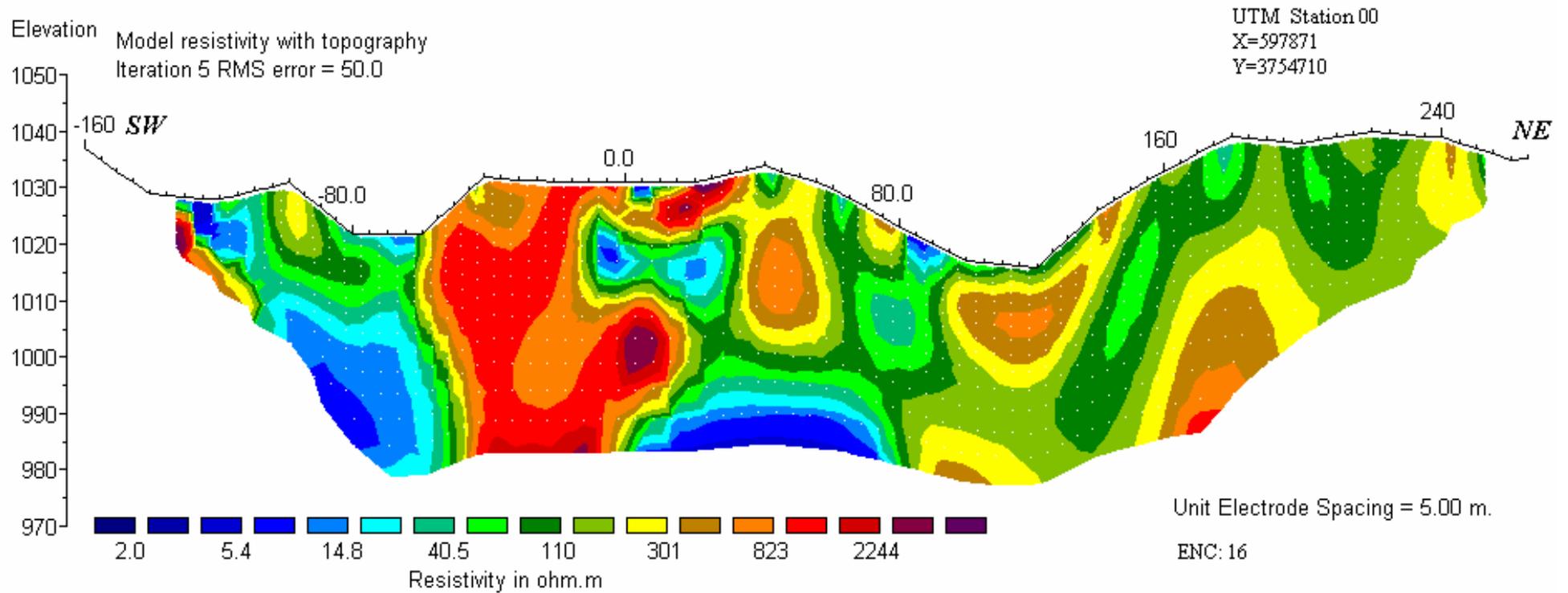


Inverse Model Resistivity Section



Unit electrode spacing 5.00 m.
ENC:15

Eyvan-kapeh surkh DD1-20M



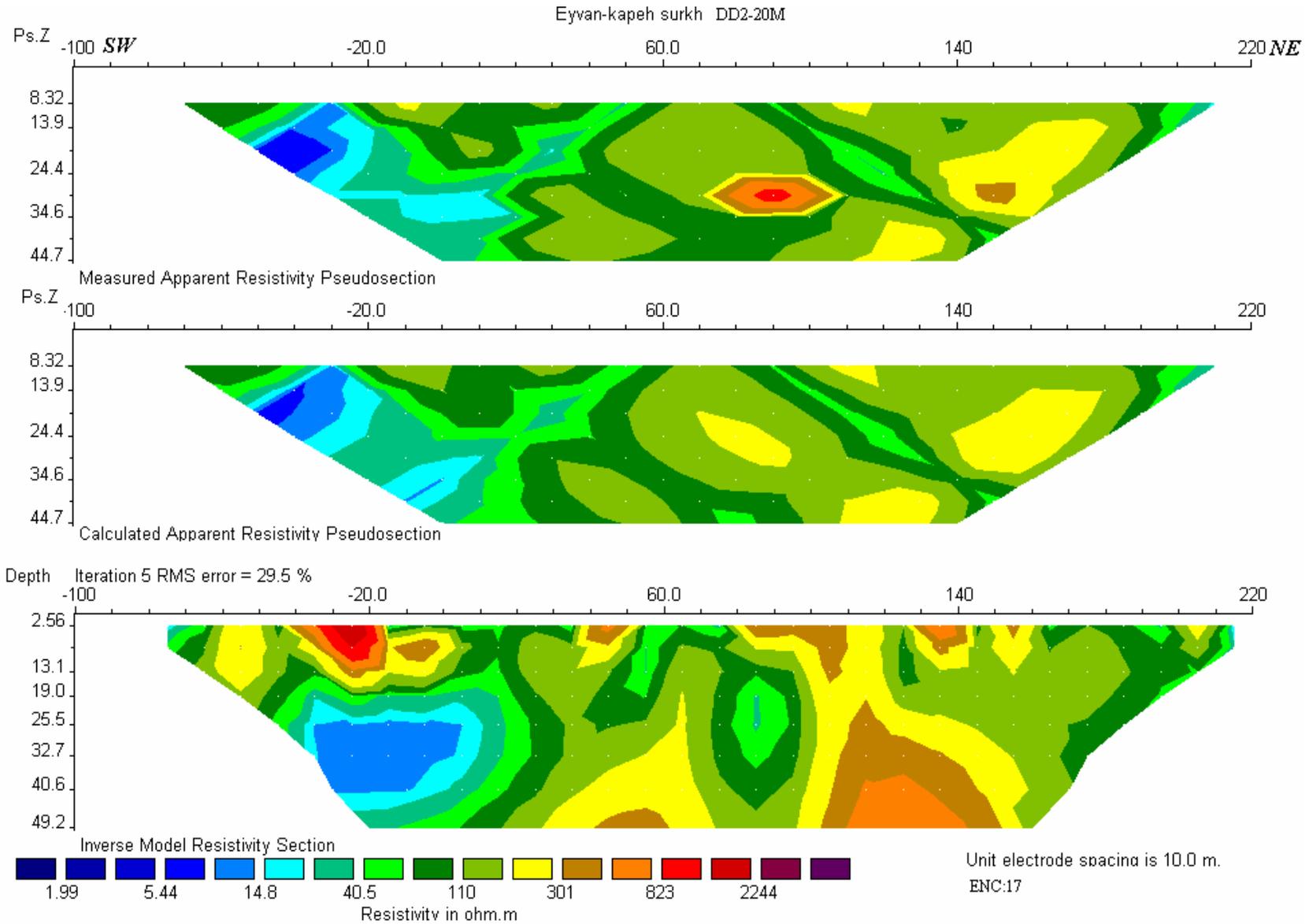
Horizontal scale is 10.59 pixels per unit spacing
 Vertical exaggeration in model section display = 1.59
 First electrode is located at -160.0 m.
 Last electrode is located at 280.0 m.

بررسی شبه مقطع شماره دو DD2

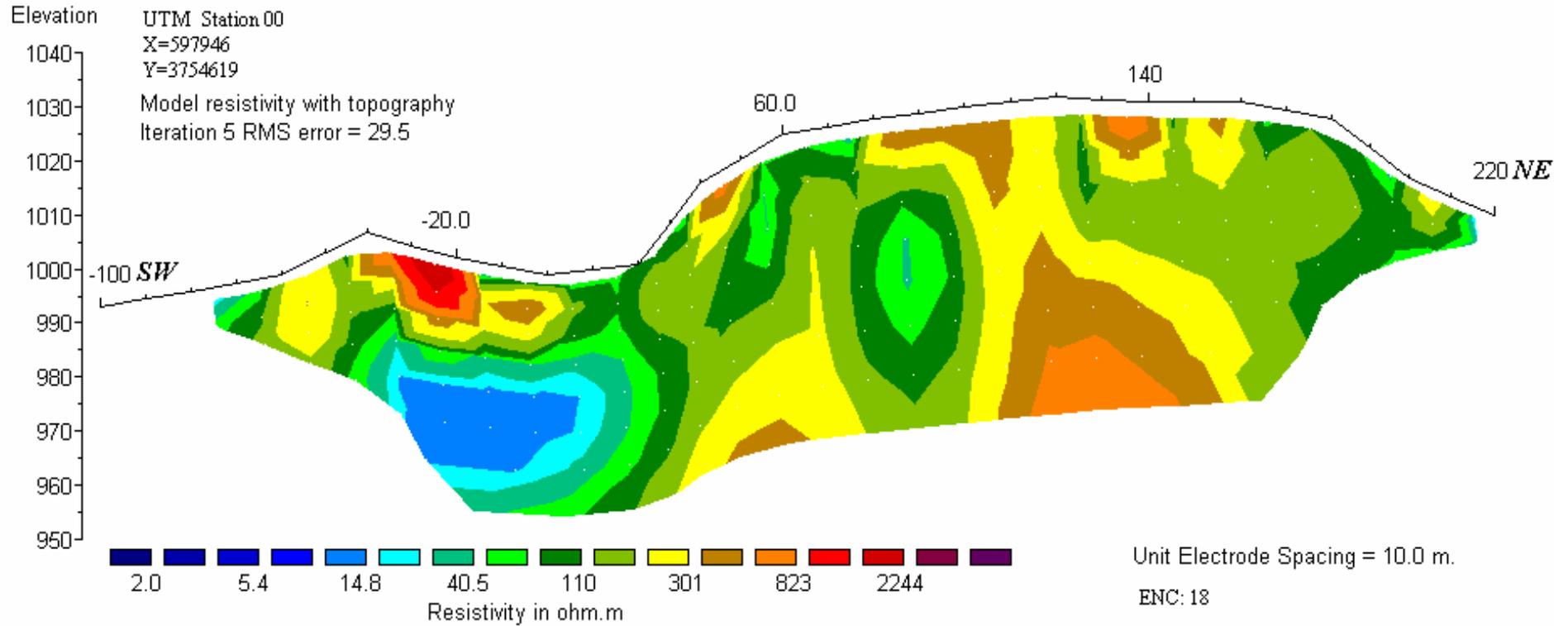
این شبه مقاطع با آرایه دایپل - دایپل با مشخصات $AB=MN=20m$ بر روی پروفیل $P2$ در فاصله ۱۲۰ متری شرق پروفیل PI (نسبت به ایستگاه صفر) با آزیموت $N40E$ بطول تقریبی ۲۸۰ متر در حدفاصل ایستگاههای ۲۱۰ شمالی و ۷۰ جنوبی اجرا گردید. مشخصات ایستگاه صفر در

این دایپل عبارت است از: $UTM Station00: X=597946E \quad Y=3754619N$

در این شبه مقطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری اندازه گیری شده در حد ۵/۳ تا ۱۰۵۵ اهم متر بوده است. عمق مطالعات بین ۳ متر تا ۵۰ متر بود. نقشه شماره ۱۷ شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پائین نشان می دهد. نقشه شماره ۱۸ شبه مقطع مدل سازی شده این آرایه را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهد. با توجه به نقشه های شبه مقاطع موجود در حدفاصل ایستگاههای صفر تا ۶۰ جنوبی، ۳۵ تا ۶۵ شمالی و ۸۰ تا ۱۵۰ شمالی، بخشهای با مقاومت بالای ۳۰۰ اهم متر که در بعضی قسمتها توسط باندهای کم مقاوم قطع شده، از سطح شروع و در بعضی جاها تا عمق ادامه دارد. بخشهای مقاوم که در بین لایه های سازند گچساران (مارن و گچ) قرار دارند از نظر وجود بیتومین می تواند حائز اهمیت باشد. البته باید به این نکته توجه داشت که زونهای مقاوم دار می تواند اثر واحدهای آهکی و گچی باشد.



Eyvan-kapeh surkh DD2-20M



Horizontal scale is 27.41 pixels per unit spacing
 Vertical exaggeration in model section display = 1.16
 First electrode is located at -100.0 m.
 Last electrode is located at 240.0 m.

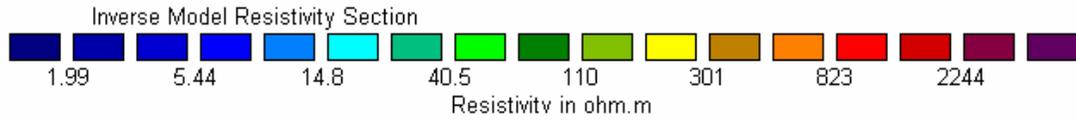
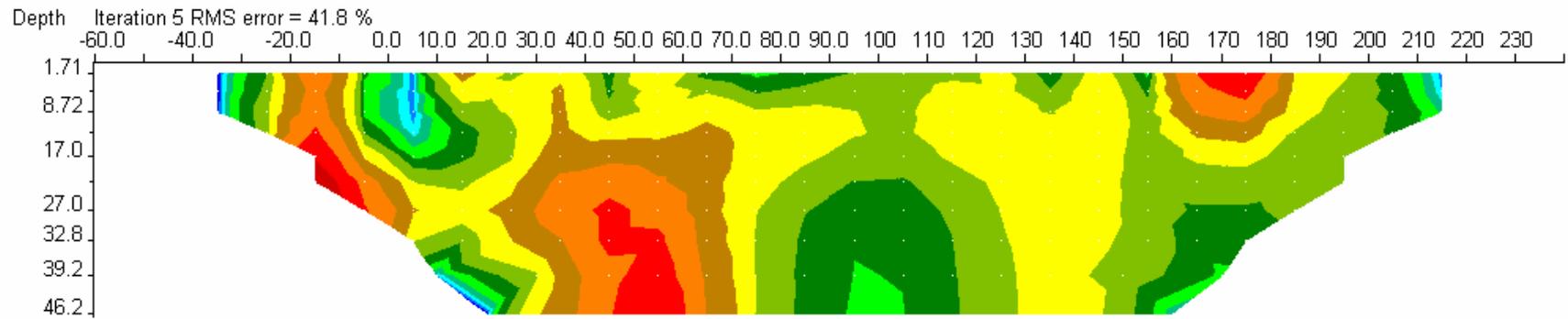
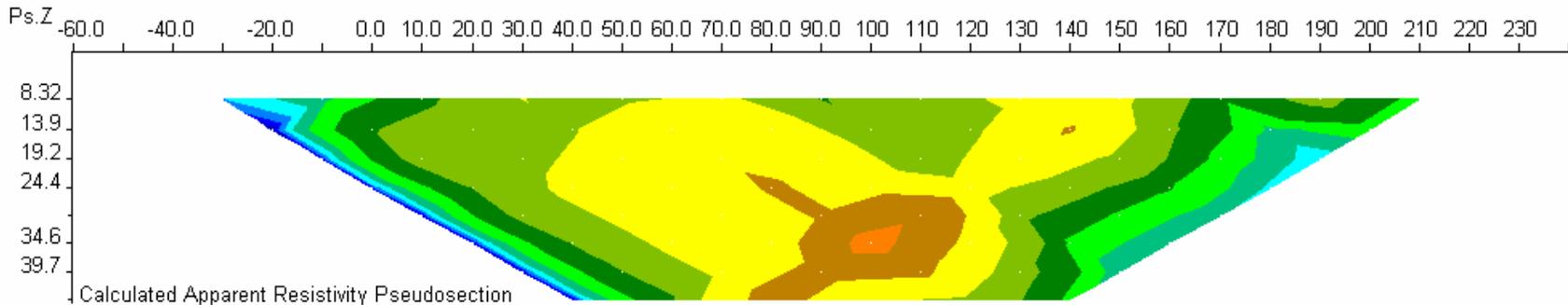
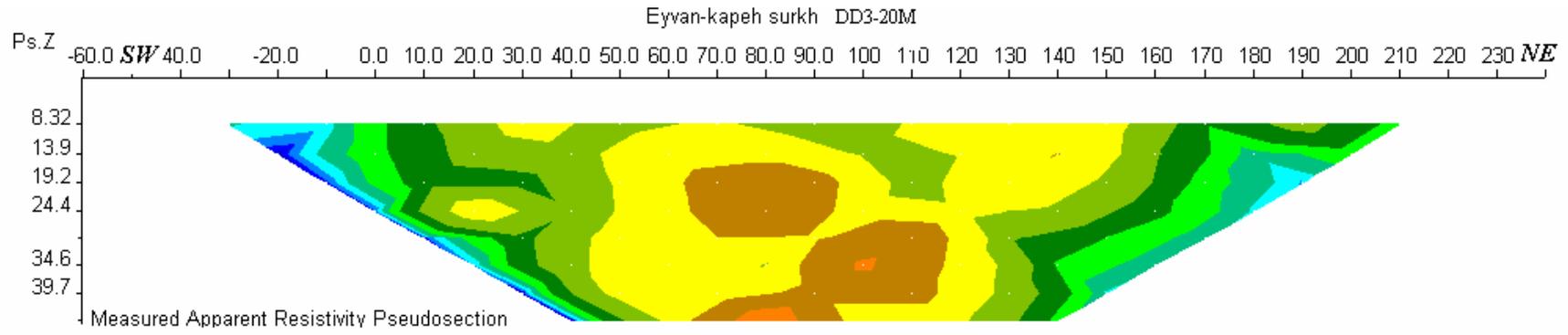
بررسی شبه مقطع شماره سه DD3

این شبه مقطع با آرایه دایپل - دایپل با مشخصات $AB=MN=20m$ بر روی پروفیل $P3$ که در فاصله ۷۰ متری شرق پروفیل $P2$ (نسبت به فاصله ایستگاه صفر) با آزیموت $N40E$ به طول تقریبی ۲۴۰ متر در حدفاصل ایستگاههای ۲۱۰ شمالی تا ۳۰ جنوبی اجرا گردید. مشخصات ایستگاه صفر در این دایپل عبارت است از:

UTM Station00: X=597996E Y=3754560N

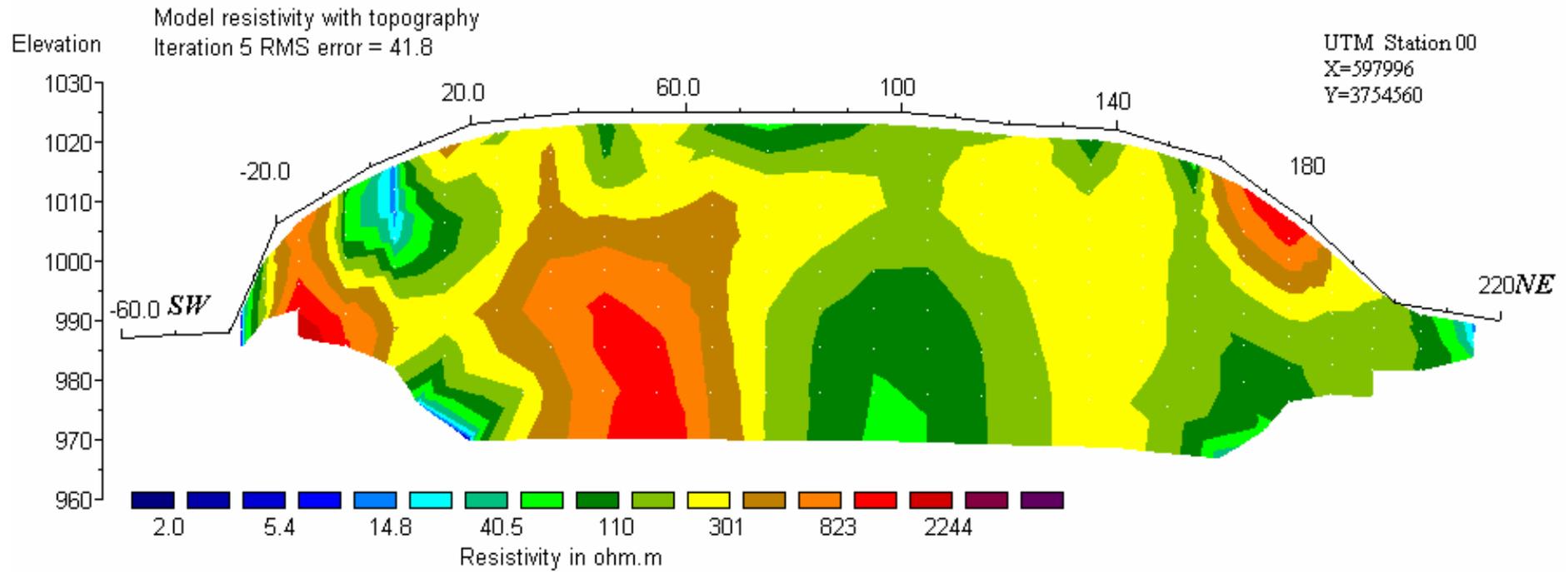
در این شبه مقطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری اندازه گیری شده در حد ۱ تا ۶۳۳ اهم متر بوده است. عمق مطالعات بین ۳ متر تا ۵۰ متر بود. نقشه شماره ۱۹ شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پائین نشان می دهد. نقشه شماره ۲۰ شبه مقطع مدل سازی شده این آرایه را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهد.

با توجه به نقشه های شبه مقاطع شماره ۱۹ و ۲۰ مقدار مقاومت ویژه ظاهری در این شبه مقطع نسبت به شبه مقاطع $p1, p2$ بطور یکنواخت بالا می باشد. در بعضی بخشها، بخصوص حدفاصل ایستگاههای ۲۰ تا ۶۰ شمالی، ۱۶۰ تا ۱۹۰ شمالی و در محدوده ایستگاه ۱۰ تا ۲۰ جنوبی شدت آن بیشتر و حتی تا عمق ادامه دارد. با توجه به شواهد سطحی روی زمین و همچنین قرارگیری این پروفیل در فاصله ۲۵ متری غرب معدن در حال استخراج، مقاومت بالا می تواند از نظر وجود ماده معدنی بیتومین حائز اهمیت باشد. ولی نباید اثر سنگهای آهکی و درپاره ای موارد قلوه سنگها را نادیده گرفت.



Unit electrode spacing is 10.0 m.
ENC: 19

Eyvan-kapeh surkh DD3-20M



Horizontal scale is 31.07 pixels per unit spacing
 Vertical exaggeration in model section display = 1.09
 First electrode is located at -60.0 m.
 Last electrode is located at 240.0 m.

Unit Electrode Spacing = 10.0 m.

ENC: 20

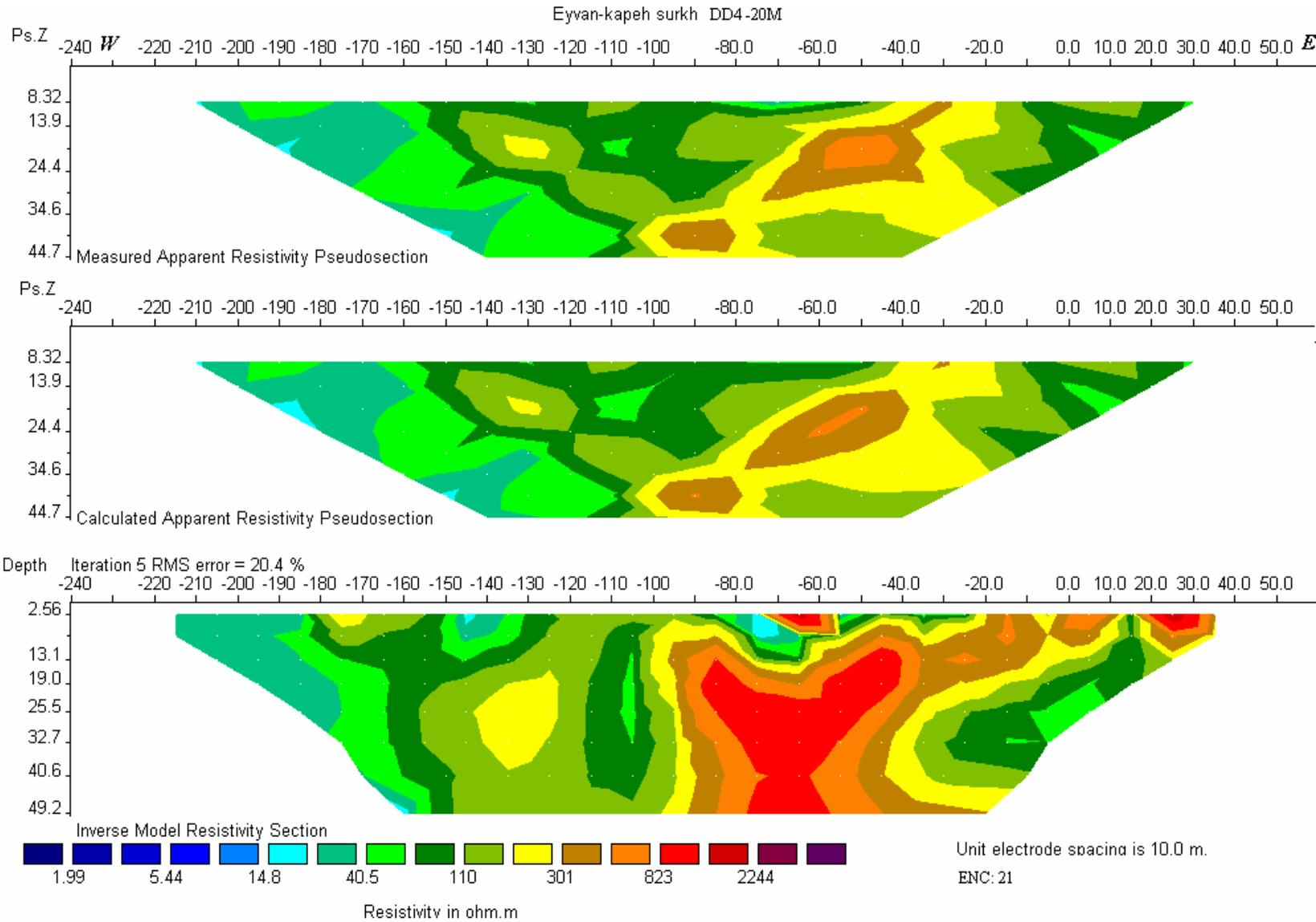
بررسی شبه مقطع شماره چهار DD4

این شبه مقطع با آرایه دایپل - دایپل با مشخصات $AB=MN=20m$ بر روی پروفیل $P4$ با آزیموت $N55W$ بطوریکه بخشهای شمالی ۳ پروفیل دیگر را قطع می کند به طول تقریبی ۲۵۰ متر در حدفاصل ایستگاههای ۴۰ شرقی تا ۲۱۰ غربی اجرا گردید. مشخصات ایستگاه صفر در این

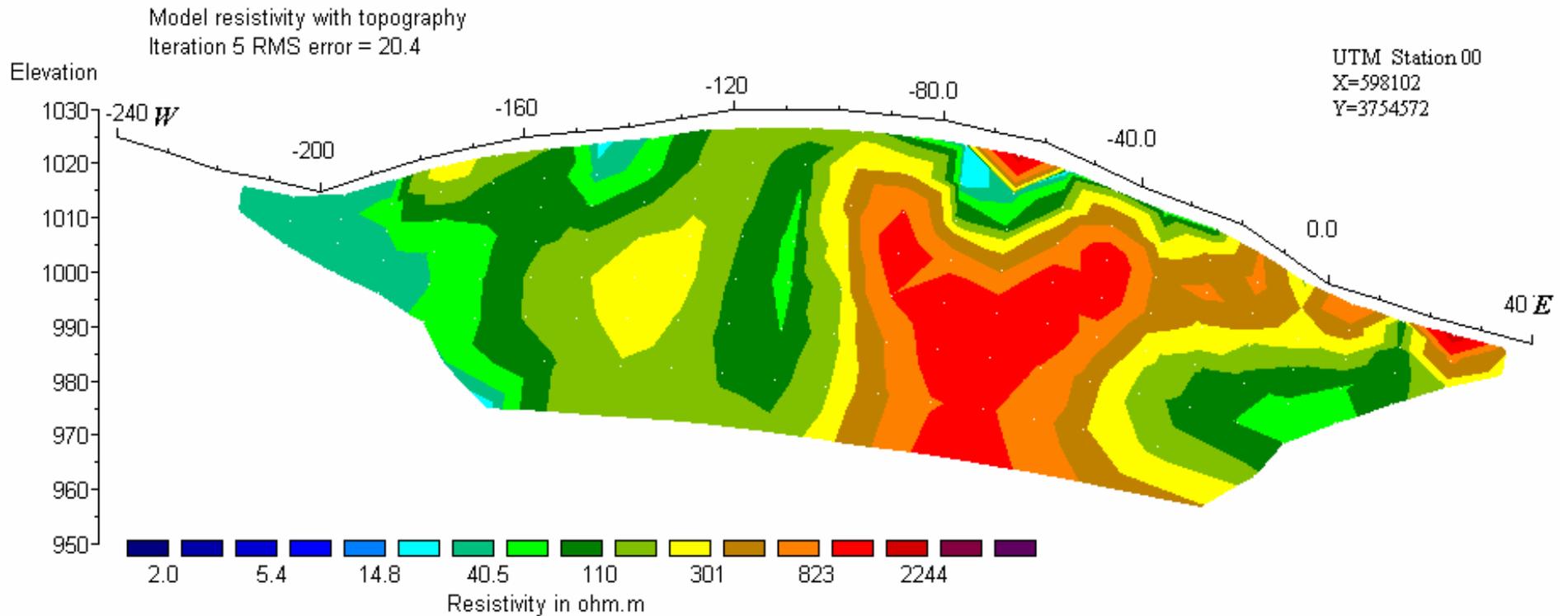
دایپل عبارت است از: $UTM Station00: X=5978102E \quad Y=3754572N$

در این شبه مقطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری اندازه گیری شده در حد ۲۱ تا ۷۶۹ اهم متر بوده است. عمق مطالعات بین ۳ متر تا ۵۰ متر بود. نقشه های شماره ۲۱ و ۲۲ شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پایین نشان می دهد. نقشه شماره ۲۲ شبه مقطع مدل سازی شده این آرایه را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهد.

با توجه به نقشه شبه مقاطع موجود در حدفاصل ایستگاههای ۱۰ شرقی تا ۱۰۰ غربی بخشی با مقاومت بالای ۳۰۰ اهم متر متظاهر است که شدت آن در مرکز بیشتر و تا عمق ادامه دارد. همانطور که قبلاً ذکر کردیم بخشهای دارای رزیستیویته بالا می تواند یا اثر مواد معدنی بیتومینی باشد که در لایه های گچ و مارن سازند گچساران قرار گرفته اند، و یا اثر سنگهای آهکی و گچی باشد، که تفکیک کردن آنها از همدیگر با توجه به تغییرات زیاد مقاومت هر سه آنها، بسیار دشوار است.



Eyvan-kapeh surkh DD4-20M



Horizontal scale is 31.07 pixels per unit spacing
 Vertical exaggeration in model section display = 1.02
 First electrode is located at -240.0 m.
 Last electrode is located at 60.0 m.

Unit Electrode Spacing = 10.0 m.

ENC: 22

ب - محدوده سیاهگل

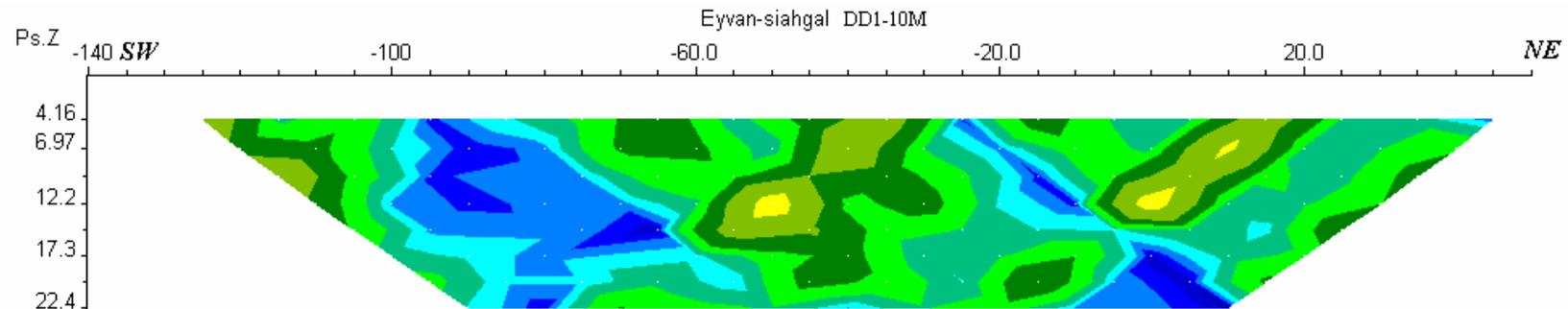
بررسی شبه مقطع شماره یک DD1

این شبه مقطع با آرایه دایپل - دایپل با مشخصات $AB=MN=20m$ بر روی پروفیل PI با آزیموت $N60E$ دربخش شمالی معدن سیاهگل به طول تقریبی ۱۷۰ متر در حدفاصل ایستگاههای ۴۵ شرقی تا ۱۲۵ غربی اجرا گردید. مشخصات ایستگاه صفر در این دایپل عبارت است از:

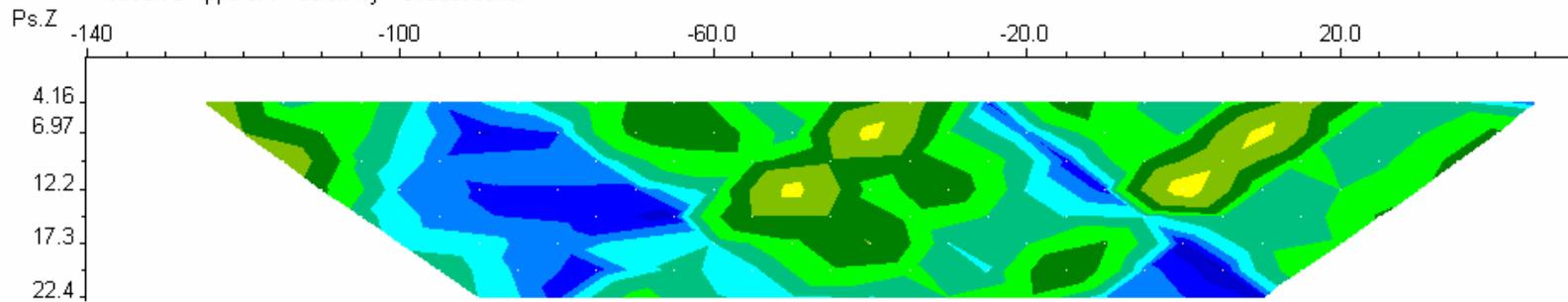
$$UTM \text{ Station } 00: X=599579E \quad Y=3752908N$$

در این شبه مقطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری اندازه گیری شده در حد ۱/۵ تا ۲۲۲/۵ اهم متر بوده است. عمق مطالعات بین ۱/۵ متر تا ۲۴ متر بود. نقشه شماره ۲۳ شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پائین نشان می دهد. نقشه شماره ۲۴ شبه مقطع مدل سازی شده این آرایه را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهد.

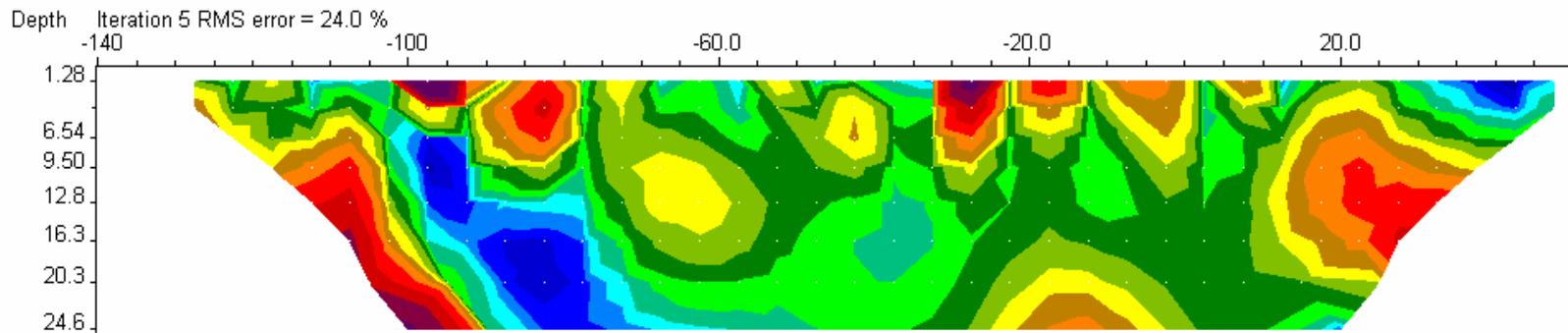
با توجه به نقشه شبه مقاطع موجود علاوه بر انتهای غربی و شرقی پروفیل، در حدفاصل ایستگاههای صفر تا ۳۰ غربی، ۶۰ تا ۷۰ و ۸۰ تا ۱۰۰ غربی بخشهای با مقاومت بالای ۳۰۰ اهم متر (با توجه به اشل رنگی) از سطح تا عمق ۱۰ متری که در انتهای شرقی و غربی پروفیل تا عمق ادامه دارد متظاهر می باشد. این بخشها می توانند از نظر داشتن بیتومین بخصوص در محدوده (۱۰ شرقی تا ۳۰ غربی) حائز اهمیت باشند. ولی در حین حال باید به این نکته توجه داشت مقاومت بالا می تواند در اثر سنگهای آهکی وهمچنین قلوه سنگهای دانه درشت ودانه متوسطهای به هم فشرده شده، ایجاد گردد.



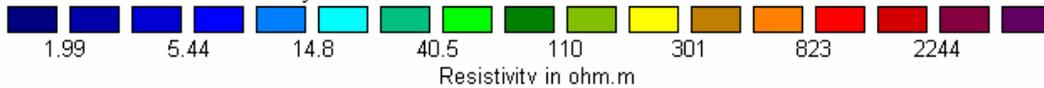
Measured Apparent Resistivity Pseudosection



Calculated Apparent Resistivity Pseudosection

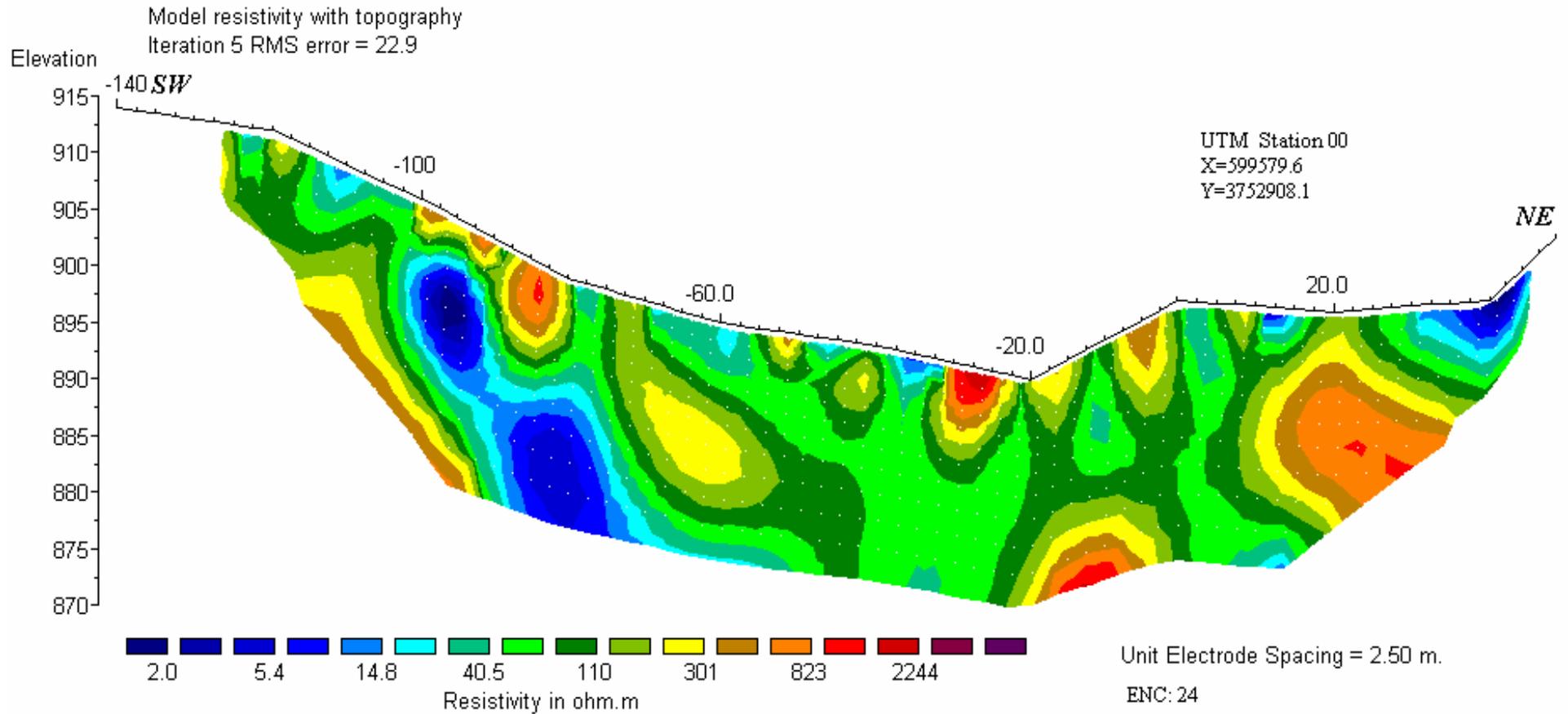


Inverse Model Resistivity Section



Unit electrode spacing 5.00 m.
ENC:23

Eywan-siahgal DD1-10M



Horizontal scale is 11.65 pixels per unit spacing
Vertical exaggeration in model section display = 1.44
First electrode is located at -140.0 m.
Last electrode is located at 60.0 m.

بررسی شبه مقطع شماره دو DD2

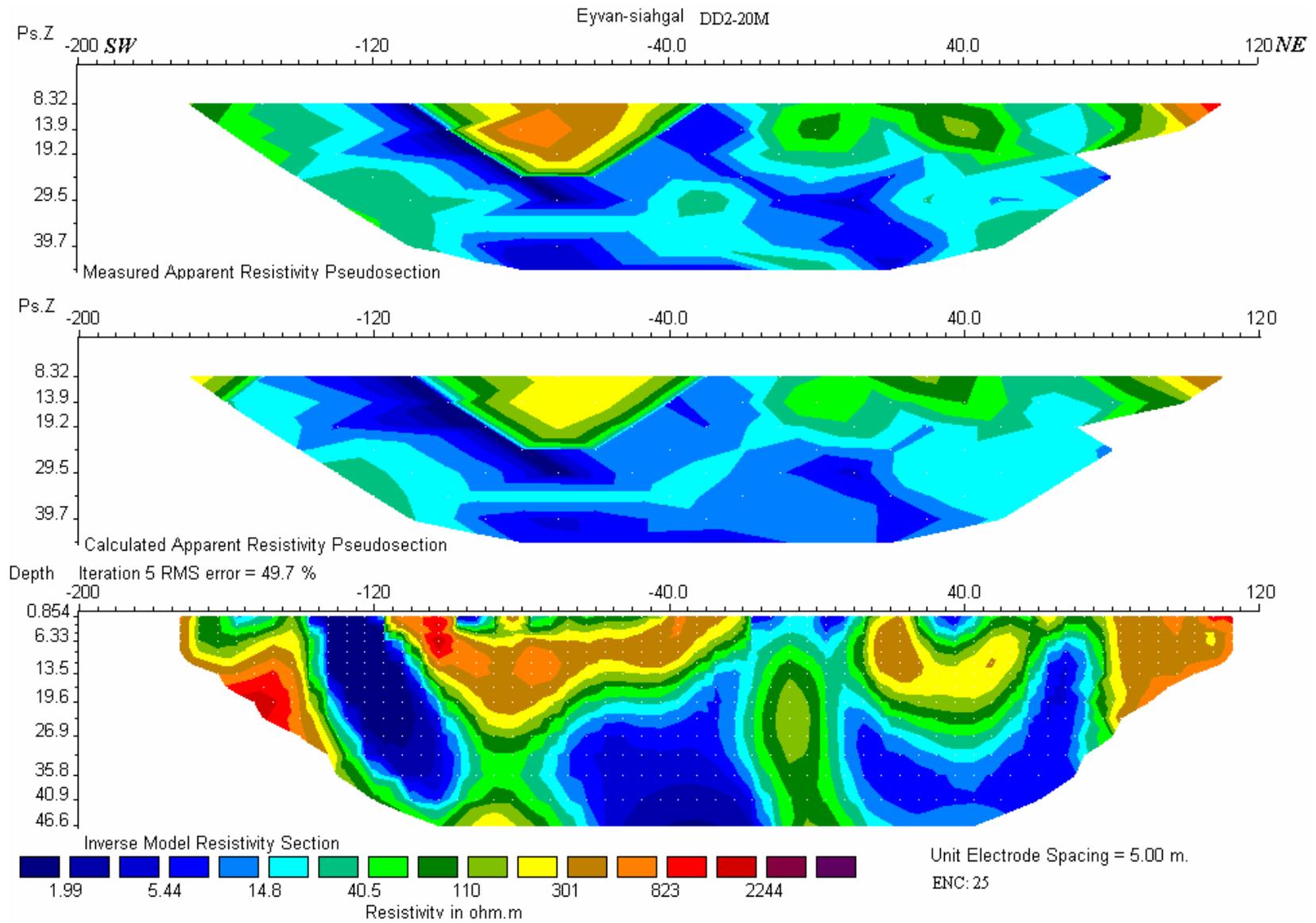
این شبه مقطع با آرایه دایپل - دایپل با مشخصات $AB=MN=20m$ بر روی پروفیل $P2$

که در فاصله ۹۰ متری شمال پروفیل PI (نسبت به ایستگاه صفر) واقع شده، با آزیموت $N70E$ بطول تقریبی ۲۸۰ متر در حدفاصل ایستگاههای ۱۲۰ شرقی تا ۱۷۰ غربی اجرا گردید. مشخصات ایستگاه صفر در این دایپل عبارت است از:

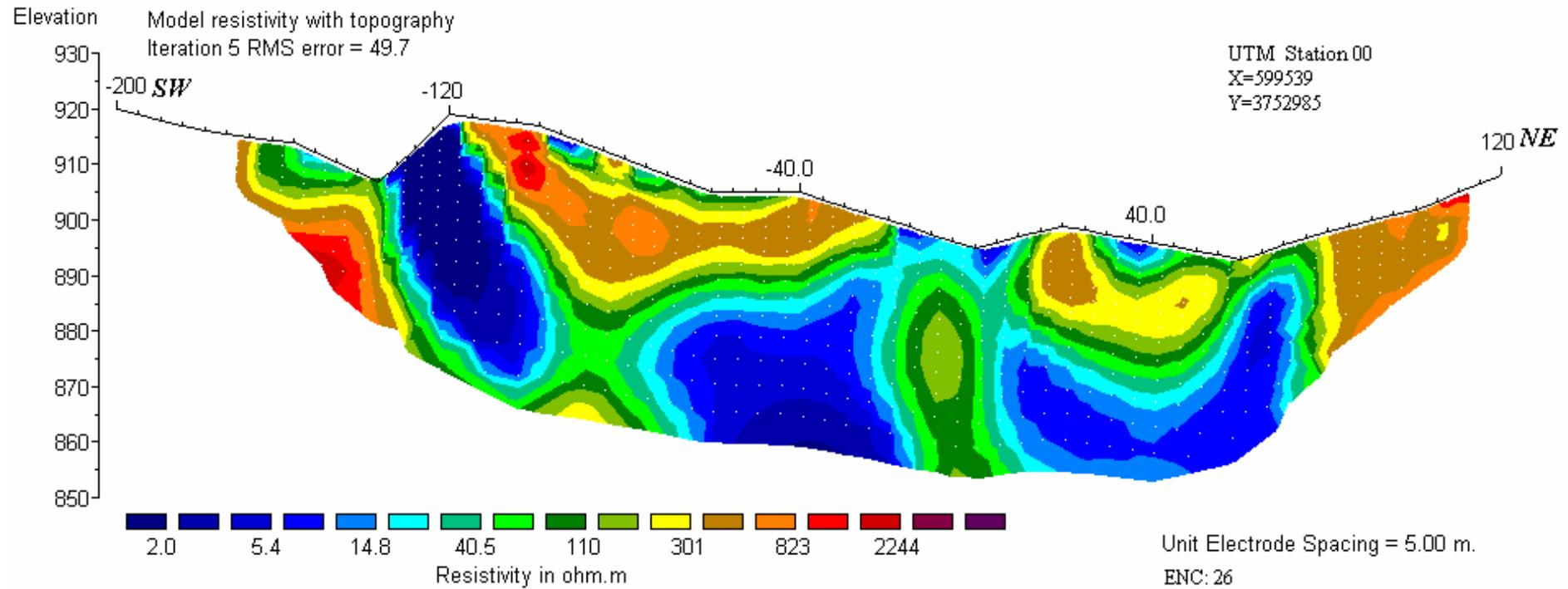
UTM Station00: X=599539E Y=3752985N

در این شبه مقطع حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری اندازه گیری شده در حد ۱ تا ۱۰۹۶ اهم متر بوده است. عمق مطالعات بین ۳ متر تا ۵۰ متر بود. نقشه شماره ۲۵ شبه مقاطع مقاومت ویژه ظاهری اندازه گیری شده و محاسبه شده را به همراه مدل بدست آمده بوسیله برنامه معکوس سازی را به ترتیب از بالا به پائین نشان می دهد. نقشه شماره ۲۶ شبه مقطع مدل سازی شده این آرایه را با اعمال نقاط توپوگرافی نشان می دهد.

با توجه به نقشه های شبه مقاطع شماره ۲۵ و ۲۶ در این شبه مقاطع همانند شبه مقطع شماره ۲۴ علاوه بر انتهای غربی و شرقی پروفیل بخشهایی با مقاومت بالای ۳۰۰ اهم متر در حد فاصل ایستگاههای ۱۰ تا ۵۵ شرقی و ۲۰ غربی تا ۱۲۰ غربی به صورت لنز متظاهر می باشند که با توجه به بالا بودن مقاومت ویژه بیتومین می تواند حائز اهمیت باشد. از طرفی نباید این موضوع را فراموش کرد که سنگهای آهکی و قلوه سنگهای فشرده شده نیز، دارای مقاومت بالایی هستند که مطلع شدن از ماهیت آنها بدون حفر چاهک بسیار دشوار میباشد.



Eyvan-siahgal DD2-20M



Horizontal scale is 13.71 pixels per unit spacing
 Vertical exaggeration in model section display = 1.23
 First electrode is located at -200.0 m.
 Last electrode is located at 140.0 m.

فصل چهارم

نتیجه گیری و پیشنهادات

الف - محدوده هرقتگه

همانطور که قبلاً ذکر کردیم در محدوده هرقتگه کانسار بیتومین اکثراً بصورت رگه و رگچه در داخل شیلهای ارغوانی قرار دارد که رخنمونهای سطحی و کارهای اکتشافی قدیمی موید آنست. بنابراین جهت بررسی گسترش تغییرات جانبی و عمقی رگه های بیتومین در داخل شیلها، مطالعات ژئوفیزیکی در امتداد ۳ پروفیل با ۴ آرایش داپیل - داپیل و ۲ آرایش و نر انجام شد. با توجه به درگیر بودن رگه و رگچه های بیتومین با شیلهای ارغوانی و در بعضی جاها با شیلهای آبدار که به طبع مقاومت بیتومین راتحت تاثیر خود قرار می دهد از یک سو، و تغییرات متفاوت مقدار مقاومت بیتومین با توجه به شرایط تشکیل آنها از سوی دیگر، تفکیک و تعبیر و تفسیر کردن بی هنجاریها را دشوار می سازد. لذا جهت رسیدن به نتیجه مطلوب، در ابتدا براساس پارامترهای فیزیکی بدست آمده از مطالعات ژئوفیزیکی و شواهد سطحی و زمین شناسی، یک حفاری آزمایشی و یا حتی، یک چاهک دستی حفر گردد تا براساس آن بتوان حفاریهای دیگر را انجام داد. بدین منظور حفاریهای زیر به ترتیب اولویت بشرح زیر پیشنهاد میگردد.

۱- حفر گمانه اکتشافی بر روی پروفیل ۱۰۰، ایستگاه ۱۸۵ جنوبی با مختصات *utm*

(نسبت به قائم ۵ درجه به سمت *N145E* تا عمق ۳۵ متری) $x=635686$, $y=3716877$

۲- حفر گمانه اکتشافی بر روی پروفیل ۲۰۰، ایستگاه ۲۱۰ جنوبی با مختصات *utm*

(به صورت قائم تا عمق ۳۰ متری) $x=635797$, $y=3716901$

۳- حفر گمانه اکتشافی بر روی پروفیل صفر، ایستگاه ۱۱۰ جنوبی با مختصات *utm*

(نسبت به قائم ۱۰ درجه به سمت *NI45E* تا عمق ۵۰ متری) $x=635498$, $y=3716854$

ب- محدوده کپه سرخ و سیاهگل

محدوده های کپه سرخ و سیاهگل از دو جهت با محدوده هرقتگه متفاوت می باشد یکی از نظر ساختار زمین شناسی و جایگاه قرار گیری کانسار بیتومین (بطوریکه مواد بیتومینی در داخل سازند گچساران (مارن و گچ) بصورت عدسی و در بعضی جاها به ندرت به صورت رگه یافت می شود) و دیگری، انجام فعالیتهای استخراجی و بهره برداری، لذا جهت بررسی مقاومت ظاهری بیتومین و همچنین بررسی گسترش تغییرات جانبی و عمقی بیتومین در اطراف معدن، مطالعات ژئوفیزیک در امتداد ۶ پروفیل با ۷ آرایش دایبل- دایبل انجام شد. در این محدوده ها با توجه به حضور سنگهای آهکی و گچی به دلیل شرایط خاص مقاومت ویژه بالایی که بعضاً در حد مقاومت ویژه بیتومین است از یک سو، و تغییرات متفاوت مقدار مقاومت الکتریکی بیتومین با توجه به شرایط تشکیل آنها از سوی دیگر، تشخیص و تفکیک آنومالی بیتومین بسیار دشوار می باشد. بنابراین جهت رسیدن به یک نتیجه مطلوب همانند محدوده هرقتگه، براساس پارامترهای فیزیکی و زمین شناسی، بر روی یکی از آنومالیهای که سطحی تر است یک چاهک دستی زده تا براساس نتایج بدست آمده از آن، بتوان حفاریهای دیگر را انجام داد. لذا بر اساس اولویت، حفاریهای ذیل پیشنهاد میگردد.

- در ابتدا حفاریهای محدوده کپه سرخ:

۱- حفر گمانه اکتشافی بر روی پروفیل *DDI*، ایستگاههای ۱۰ شمالی (نسبت به قائم ۵ درجه به

سمت *N225E* تا عمق ۵۰ متری) و ایستگاه ۱۴۰ شمالی (نسبت به قائم ۲۵ درجه به سمت *N45E*

تا عمق ۵۰ متری) به ترتیب دارای مختصات utm $x=597969$ و $x=597882$, $y=3754721$ و $y=3754798$

۲- حفر گمانه اکتشافی بر روی پروفیل $DD2$ ، ایستگاه ۱۳۵ شمالی با مختصات utm $x=598034$, $y=3754712$ (نسبت به قائم ۵ درجه به سمت $N220E$ تا عمق ۵۰ متری)

۳- حفر گمانه اکتشافی بر روی پروفیل $DD3$ ، ایستگاه ۴۵ شمالی با مختصات utm $x=598023$, $y=3754588$ (به صورت عمودی تا عمق ۵۰ متری)

۴- حفر گمانه اکتشافی بر روی پروفیل $DD4$ ، ایستگاه ۷۰ غربی با مختصات utm $x=598055$, $y=3754611$ (به صورت عمودی تا عمق ۵۰ متری)

- حفاریهای محدوده سیاهگل:

۱- حفر گمانه اکتشافی بر روی پروفیل $DD1$ ، ایستگاههای ۶۰ غربی (نسبت به قائم ۵ درجه به سمت $N240E$ تا عمق ۳۰ متری) و ایستگاه ۵ غربی (نسبت به قائم ۱۰ درجه به سمت $N240E$ تا عمق ۳۰ متری) به ترتیب دارای مختصات utm $x=599574$ و $x=599526$, $y=3752881$ و $y=3752906$

۲- حفر گمانه اکتشافی بر روی پروفیل $DD2$ ، ایستگاههای ۷۵ غربی (نسبت به قائم ۱۵ درجه به سمت $N250E$ تا عمق ۵۰ متری) و ایستگاه ۲۰ شرقی (نسبت به قائم ۵ درجه به سمت $N70E$ تا عمق ۵۰ متری) به ترتیب دارای مختصات utm $x=599557$ و $x=599608$, $y=3753004$ و $y=3752989$

