فصل ۸- ژئوفیزیك

8-1- مقدمه

در کانسار احمدآباد عملیات ژئوفیزیک به دو روش پلاریزاسیون القایی و مقاومت‌سنجی انجام گرفت و در طی آن 750 ایستگاه مورد پیمایش قرار گرفت این برداشت ها شامل 5 آرایش مستطیلی با خطوط جریان 600 متر و یک‌آرایش دایپل –دایپل و سه آرایش پل–دایپل با مشخصات AB=Mn=20m و A=Mn=leap=20m بررروی پروفیل‌های 250W ، 50E ، 300E و 250E صورت پذیرفت. هدف از انجام مطالعات ژئوفیزیکی در منطقه تعیین گسترش مناطق دارای تمرکز کانیهای مولیبدن در منطقه و تحقیق در مورد گسترش زیرزمینی و شکل و عمق آنها می‌باشد و چون روش IP در تعیین کانیهای سولفوره کارآیی زیاد دارد و با توجه به همراه بودن این کانی (ولفنیت) با کانیهای سولفوره، این روش در عملیات مناطق فوق مورد استفاده قرار گرفته است. همراه با روش IP اندازه‌گیری مقاومت‌سنجی الکتریکی RS نیز انجام شد که در تفکیک لایه‌های سنگی و مشخص کردن مناطق هادی و تعیین محل گسلها کمک قابل توجهی می‌شود.

8-2- نتایج آرایه‌های مستطیلی

همانطور که قبلاً ذکر شد در منطقه احمدآباد مطالعات ژئوفیزیکی ابتدا با آرایش مستطیلی با خط جریان 600 متر در محدوده‌ای از امتداد پروفیل 350 غربی تا 650 شرقی بطول یک کیلومتر و به عرض 420 متر (قسمتی از آن به عرض 220 متر) انجام پذیرفت (اشکال 100 و 101) که حداقل و حداکثر مقدار عددی شارژ ابیلیته در حد بین یک تا 27 میلی ولت بر ولت تغییر می‌کند. با توجه به نقشه شارژابیلیته- شکل شماره 100 که در مقیاس 1: 5000 ترسیم گردیده است. چندین محدوده بی‌هنجاری قابل مشاهده می‌باشد که عبارتند از: یک محدوده بی‌هنجاری در روی پروفیل 250 غربی، حدفاصل بین پروفیل صفر و 50 شرقی که از ایستگاه 70 جنوبی شروع و تا ایستگاه 110 جنوبی، محدوده بی‌هنجاری دوم حدفاصل بین پروفیل صفر و 50 شرقی، از ایستگاه 70 جنوبی شروع و تا ایستگاه 130 جنوبی ادامه دارد. محدوده بی‌هنجاری سوم که از پروفیل 150 شرقی از ایستگاه 170 جنوبی شروع شده و تا پروفیل 200 شرقی ادامه دارد (البته با شدت کمتر از بی‌هنجاریهایی دیگر).

- محدوده بی‌هنجاری دیگر از پروفیل 150 شرقی ایستگاه 270 جنوبی شروع و تا ایستگاه 310 جنوبی پروفیل 250 شرقی ادامه دارد. هم‌چنین محدوده بی‌هنجاری دیگر در سمت شمالی Baseline (Baseline با امتداد شمالی – جنوبی از محل بین تونل T_2 و T_3 می‌گذرد) روی پروفیل 300 شرقی از ایستگاه 70 شمالی شروع و تا ایستگاه 10 جنوبی ادامه دارد. با توجه به شواهد زمین‌شناسی منطقه به

غیر از بی‌هنجاری که در قسمت شمالی پروفیل 300 شرقی مشاهده می‌شود مابقی بی‌هنجاریها با آثار کانه‌سازی، که بصورت سطحی در امتداد گسلها که با روند شرقی – غربی بصورت میان‌لایه‌های در دولومیت‌ها حادث شده مطابقت می‌کند و یا می‌تواند مربوط به اثر ذرات ریزدانه و خردشده درمحل گسلها و یا شکستگیها باشد. لذا جهت بررسی بیشتر این بی‌هنجاریها از نظر گسترش در عمق برروی پروفیلهایی که امکان پیمایش ژئوفیزیکی به روش دایپل – دایپل و یا پل – دایپل بود پیمایش صورت پذیرفت.

با توجه به نقشه مقاومت ویژه ظاهری (شکل 101) که در مقیاس 1: 5000 تهیه گردیده است حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت مخصوص در حد بین 10 تا 2500 اهم‌متر تغییر می‌کند. براساس این تغییرات مناطق هادی و مقاوم بطور کاملاً مجزا از یکدیگر تفکیک شده‌اند که میتواند منشاء لیتولوژی و یا اثر کانی‌سازی و یا ذرات خردشده در محل گسل‌های احتمالی و یا کنتاکتها داشته باشد که با شواهد زمین‌شناسی منطقه مطابقت می‌کند. بطوریکه مقدار عددی مقاومت پایین که در قسمت شمالی Baseline و شمال شرقی گسترش دارد مربوط به واحدهای مارن و گچ و شیل‌های آهکی نازک لایه و نرم می‌باشد و واحدهایی که با مقاومت بالا با روند شرقی – غربی در نقشه قابل مشاهده است مربوط به سنگهای دولومیتی و آهکی است که در آنها شکستگیها و هم‌چنین گسلهای با روند شرقی – غربی مشاهده می‌شود. با توجه به شواهد روی زمینی، در گسلها و شکستگیها و همچنین محل کنتاکت واحدهای لیتولوژی، مکان مناسبی برای کانی‌سازی است، براین اساس و با توجه به مقایسه نقشه‌های IP,RS موجود، داده‌های مقاومت ویژه ظاهری بیشتر با شواهد سطحی (از نظر لیتولوژی) روی زمین مطابقت می‌کند و آنرا تأیید می‌کند.

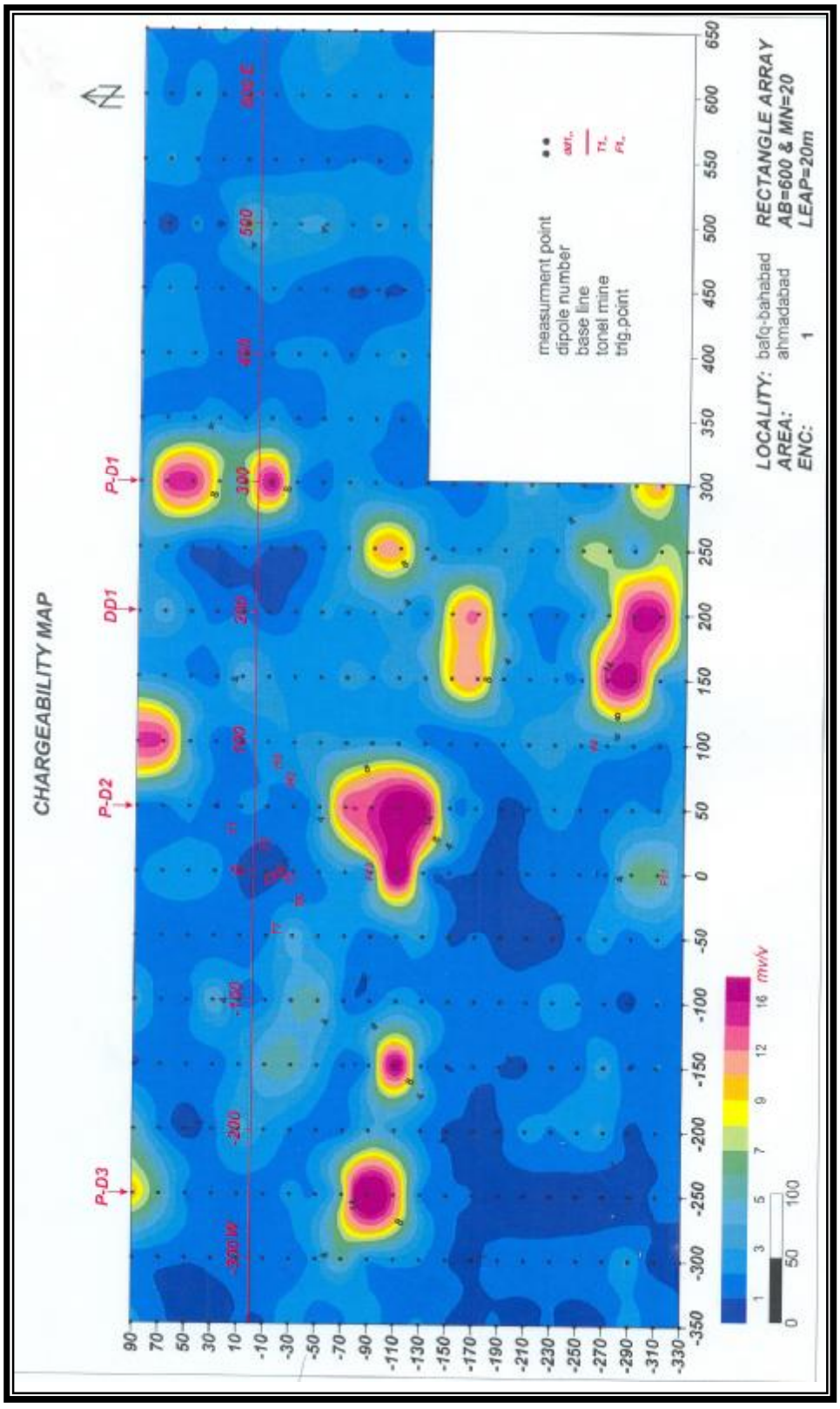
3-8- بررسی آرایه‌های دایپل – دایپل و پل – دایپل

پس از انجام پیمایش با آرایش مستطیلی و تهیه نقشه‌های مقدماتی شارژابیلیته و مقاومت سنجی و مشخص شدن محور آنومالی‌ها، چهار پروفیل جهت بررسی گسترش آنومالی‌ها در عمق انتخاب و شبه مقاطع آنها براساس داده‌های پیمایش تفصیلی ترسیم گردید. با توجه به وجود توپوگرافی بسیار شدید و شکل برقراری ارتباط جریان (به لحاظ ساختار لیتولوژی) پس از انجام یک آرایش دایپل – دایپل مابقی پیمایش‌ها با استفاده از آرایش پل – دایپل ادامه یافت. در ضمن لازم به ذکر است که تصحیح توپوگرافی و مدل‌سازی برروی هر چهار شبه مقطع با استفاده از نرم‌افزار Res2DinV انجام گردیده است.

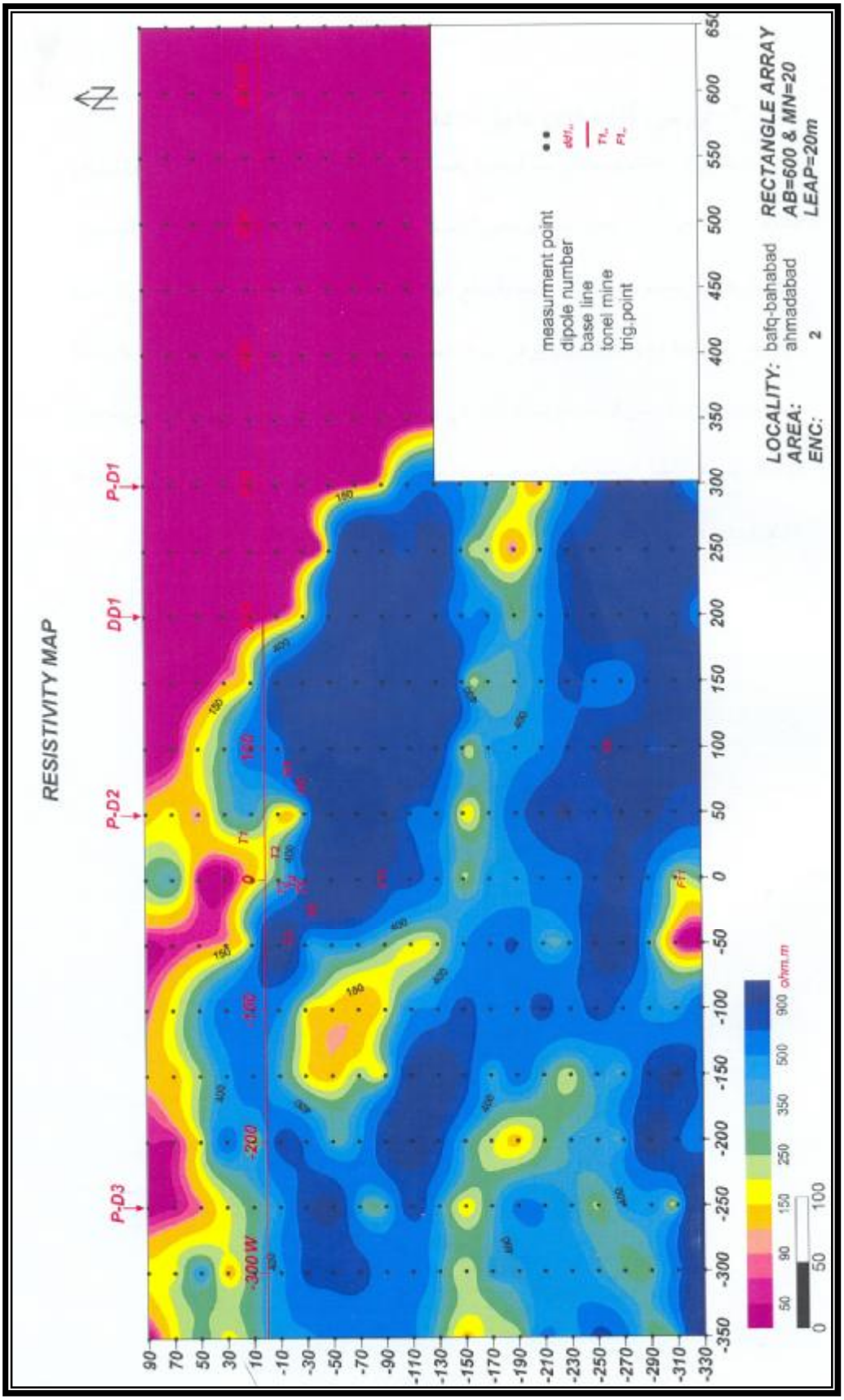
8-3-1- بررسی دایپل – دایپل شماره یک (DD_1)

این شبه مقطع با مشخصات AB=MN=20M برروی پروفیل 200 شرقی به طول تقریبی 180 متر در حدفاصل بین ایستگاههای 50 جنوبی تا 230 جنوبی اجرا گردید. براساس نقشه‌های شبه مقاطع شماره‌های 102 و 103 حاصل از داده‌های خام IP, RS که در مقیاس 1000 :1 ترسیم گردیده است. حداقل و حداکثر مقدار عددی شارژابیلیته (IP) در 1 تا 16 میلی‌ولت بر ولت و حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری (RS) در حد 150 تا 7000 اهم متر بوده است، با توجه به شبه مقاطع فوق یک محدوده بی‌هنجاری با IP بالا و RS پایین در قسمت جنوبی پروفیل از ایستگاه 225 جنوبی از عمق 45 متری شروع و با شیب 45 درجه به سمت جنوب تا عمق ادامه دارد که می‌تواند حاصل کنتاکت یا محل گسلهای اصلی و فرعی باشد که همراه با کانی‌سازی هستند. و یا می‌توان آنرا اثر ذرات دانه‌ریزی دانست که محل شکستگیها را پر کرده‌اند.

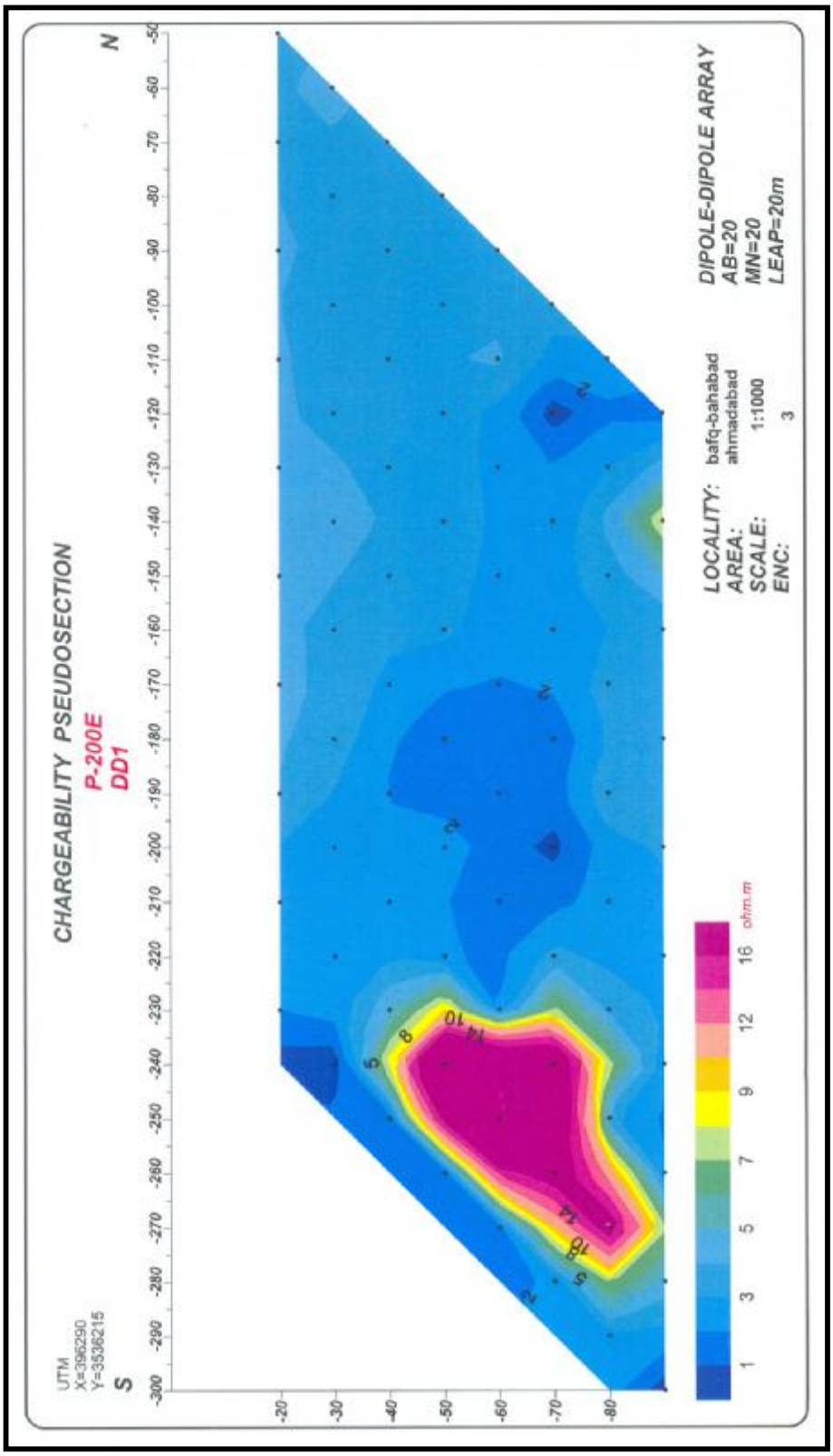
در قسمت‌های دیگر شبه مقطع مقاومت بالا می‌تواند مربوط به واحدهای سنگی دولومیتی باشد. براساس نقشه‌های مقاطع شماره 104 و 105 که حاصل مدل‌سازی معکوس همراه با تصحیح توپوگرافی که توسط نرم‌افزار Res2Dinv ترسیم شده است در محل ایستگاه 190 جنوبی به سمت پایین ما شاهد IP بالا و مقاومت پایین هستیم که می‌تواند حاصل کانسنگ‌های هم‌شیب با طبقات دولومیتی و یا گسل و شکستگیهای احتمالی همراه با کانی‌سازی و یا اثر ذرات دانه‌ریز در این محل‌ها باشد و این جابجایی در بی‌هنجاری نسبت به شبه مقاطع داده‌های خام می‌تواند به خاطر اعمال نقاط توپوگرافی و تصحیح و مدل‌سازی داده‌ها توسط نرم‌افزارRes2Dinv دانست. با مقایسه نقشه‌های شبه مقاطع فوق و نقشه‌های حاصل از آرایش مستطیلی در می‌یابیم که نقشه مقطع مدل‌سازی مقاومت بیشتر با نقشه شماره 101 مقاومت حاصل از آرایش مستطیلی مطابقت و آنرا تأیید می‌کند.



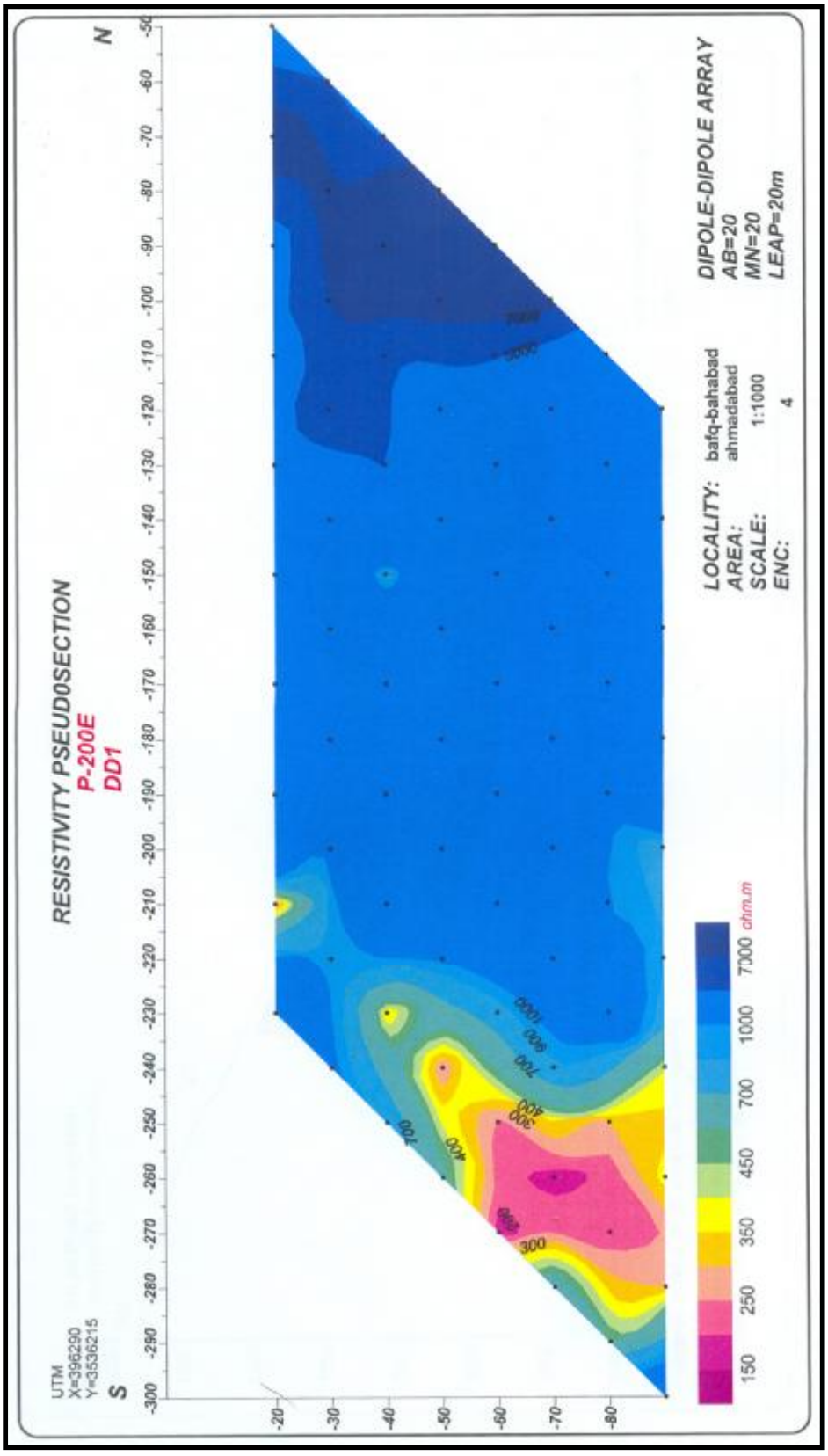
شکل 100- نقشه شارژابیلیته حاصل از آرایش مستطیلی.



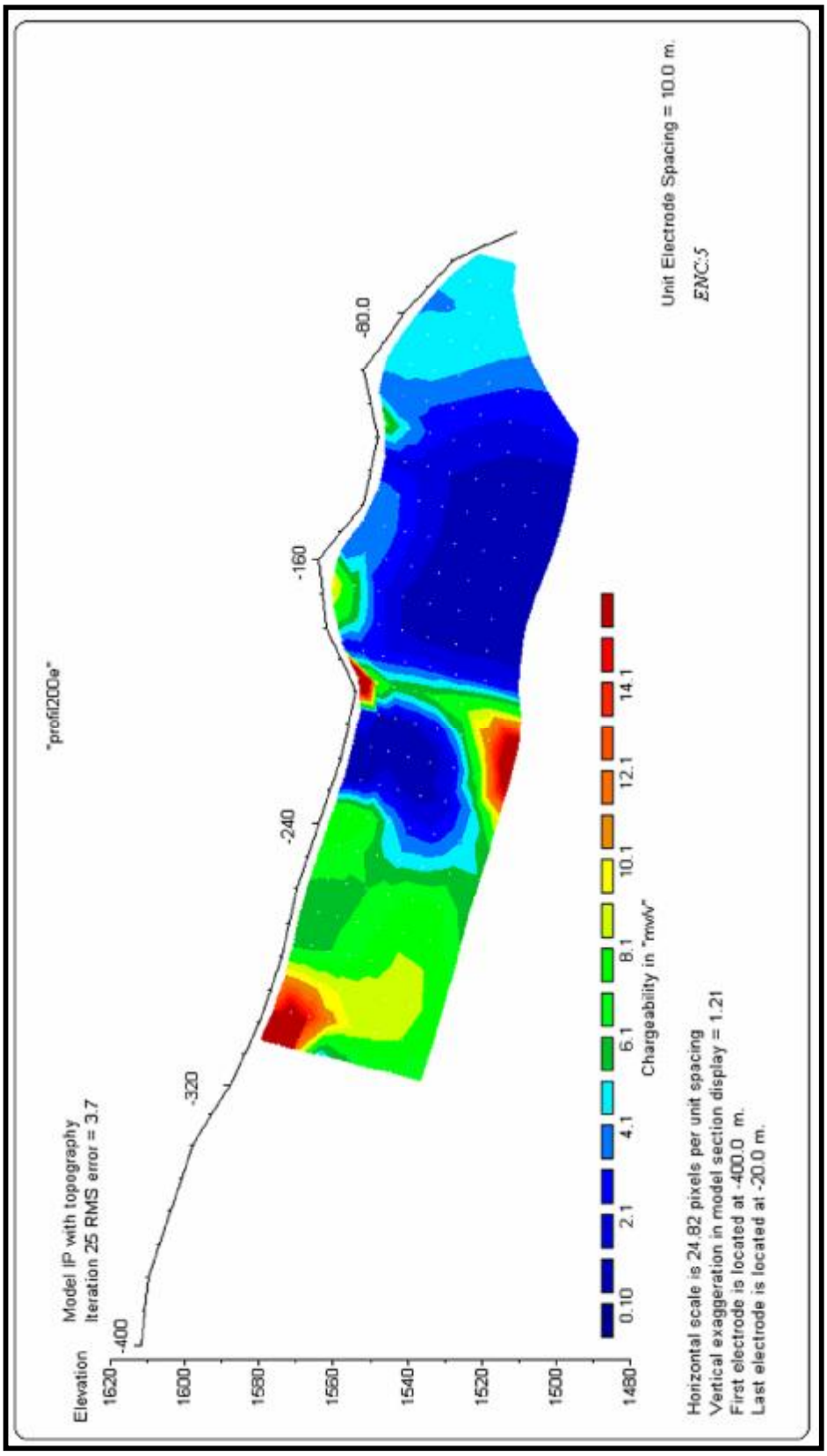
شکل 101- نقشه مقاومت ویژه حاصل از آرایش مستطیلی.



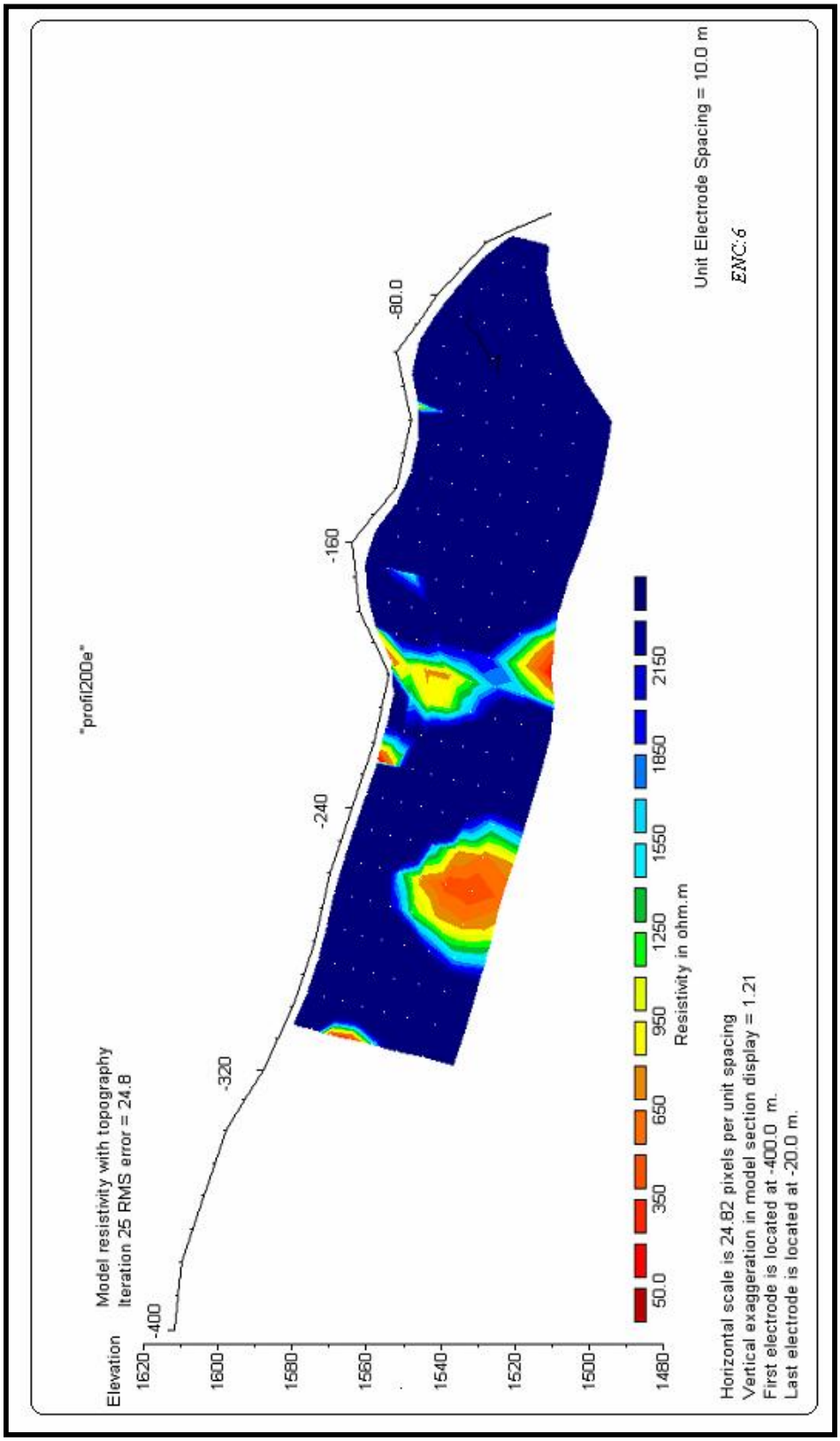
شکل 102- شبه مقطع شارژ ابیلیته حاصل از آرایش دایپل –دایپل (آرایش DD_1) در پروفیل 200 شرقی.



شکل 103- شبه مقطع مقاومت ویژه حاصل از آرایش دایپل –دایپل (آرایش DD_1)در پروفیل 200 شرقی.



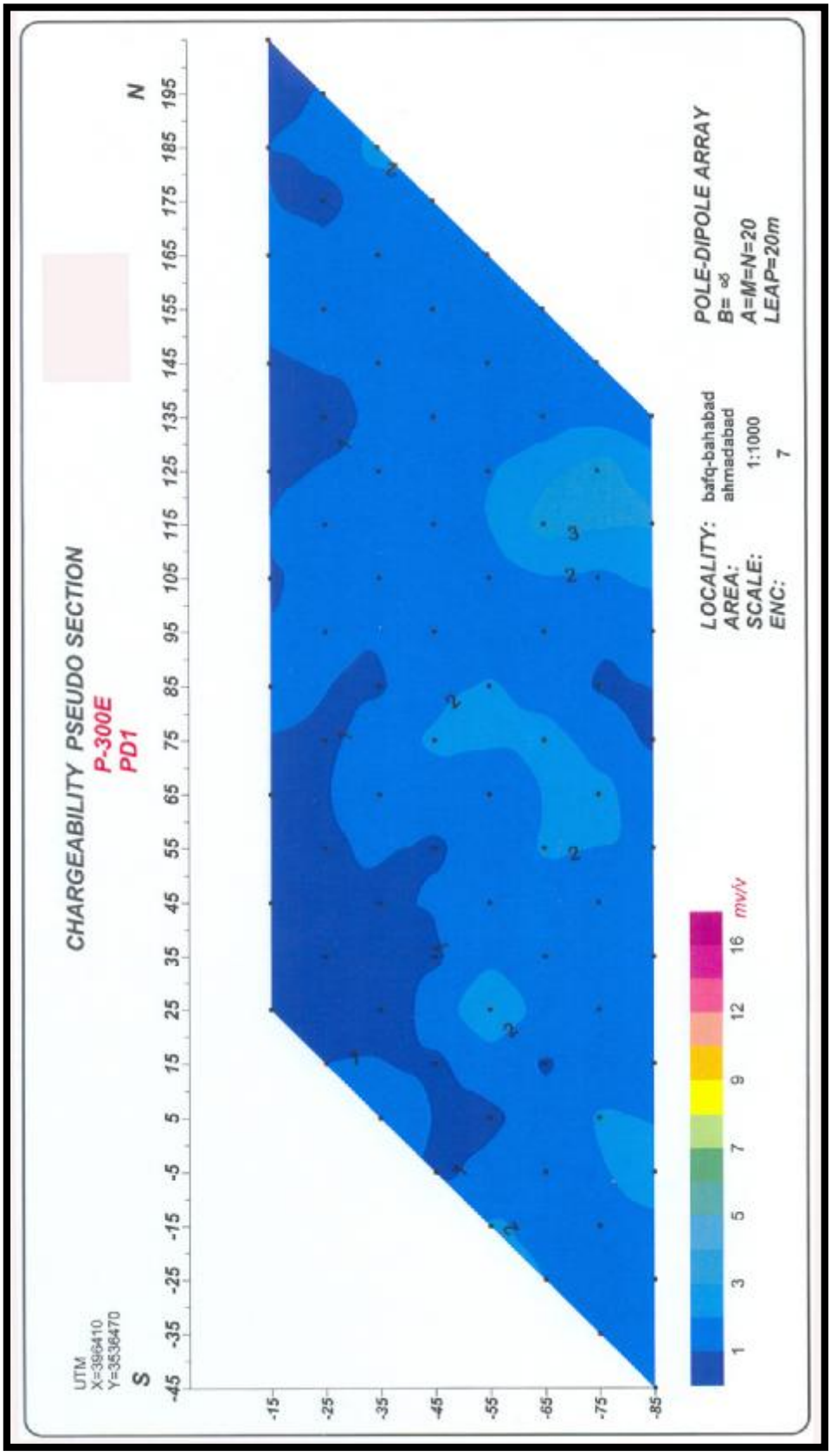
شکل 104- پروفیل شارژابیلیته 200 شرقی (DD_1) بعد از اعمال توپوگرافی.



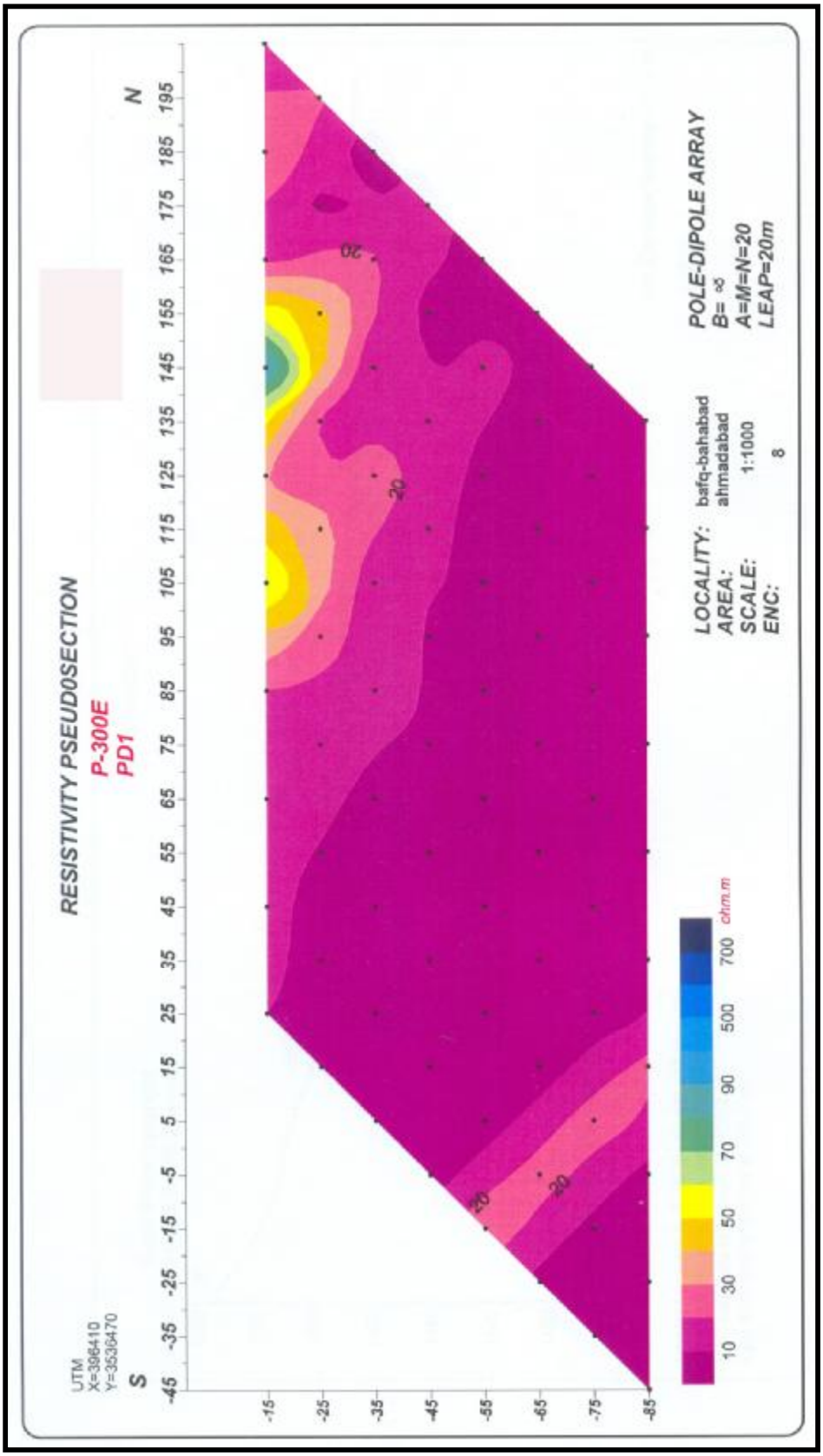
شکل105- پروفیل مقاومت ویژه200 شرقی (DD_1) بعد از اعمال توپوگرافی.

8-3-2- بررسی پل – دایپل شماره یک (DD_1)

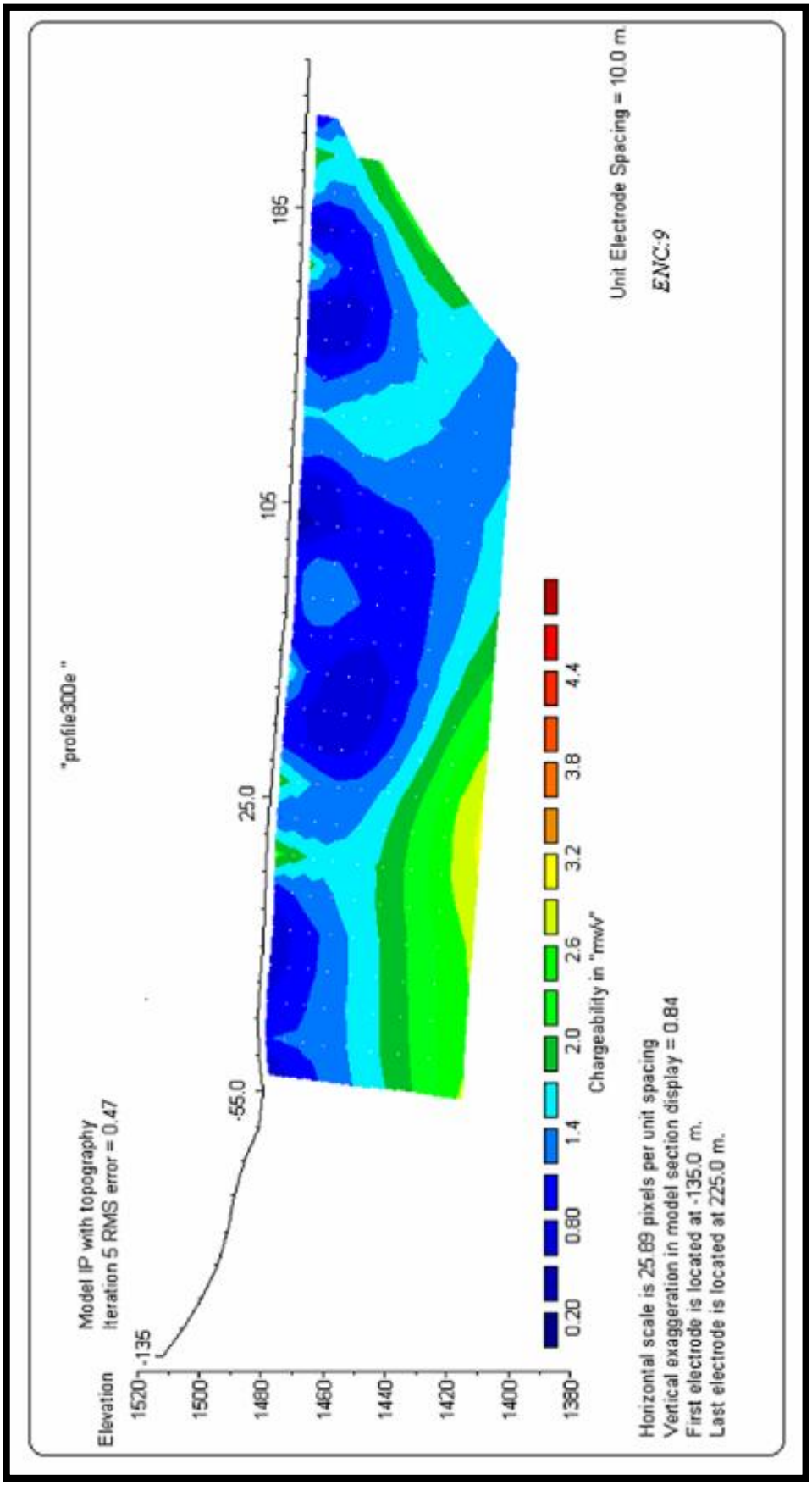
این شبه مقطع جهت بررسی بی‌هنجاری که در قسمت شمالی پروفیل 300 شرقی بود با مشخصات A=MN=20M و $B=\infty$ به طول تقریبی 170 متر در حدفاصل بین ایستگاههای 205 شمالی تا 20 شمالی اجرا گردید. براساس نقشه‌های شبه مقاطع حاصل از داده‌های خام RS , IP شماره 106 و 107 که در مقیاس 1000 :1 ترسیم شده است حداقل و حداکثر مقدار عددی شارژابیلیته (IP)، در حد 1 تا 3 میلی ولت بر ولت و حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری (RS) در حد 10 تا 70 اهم متر می‌باشد، با توجه به نقشه شبه مقاطع IP از بی‌هنجاری که در نقشه شماره 100 متظاهر بود اثری نیست. تفاوت شدت IP در آرایش مستطیل و آرایش پل – دایپل می‌تواند، مربوط به وضعیت و شکل زیرزمینی توده باشد یا دلیل بر سطحی بودن کانی‌سازی یا اثر پارازیت. هم‌چنین مقاومت ویژه ظاهری در کل شبه مقاطع یک روند یکنواختی را نشان میدهد. با مقایسه نقشه‌های مقاطع شماره 108 و 109 حاصل از مدل‌سازی با نقشه‌های شبه مقاطع شماره 106 و 107 تغییرات زیادی مشاهده نمی‌شود. به غیر از بخشهای سطحی از مقطع مقاومت ویژه حاصل از مدل‌سازی که مقدار عددی آن در حد 250 اهم متر می‌باشد، که احتمالاً به خاطر وجود قلوه‌سنگهایی است که مسیر آبراهه را پوشانده‌اند. لازم به ذکر است که نقشه‌های شبه مقاطع RS بیشتر با نقشه شماره 101 مقاومت ویژه ظاهری حاصل از آرایش مستطیلی مطابقت می کند و مقدار مقاومت پایین مربوط به واحدهای مارن، گچ و شیل‌های آهکی نازک لایه می‌باشد.



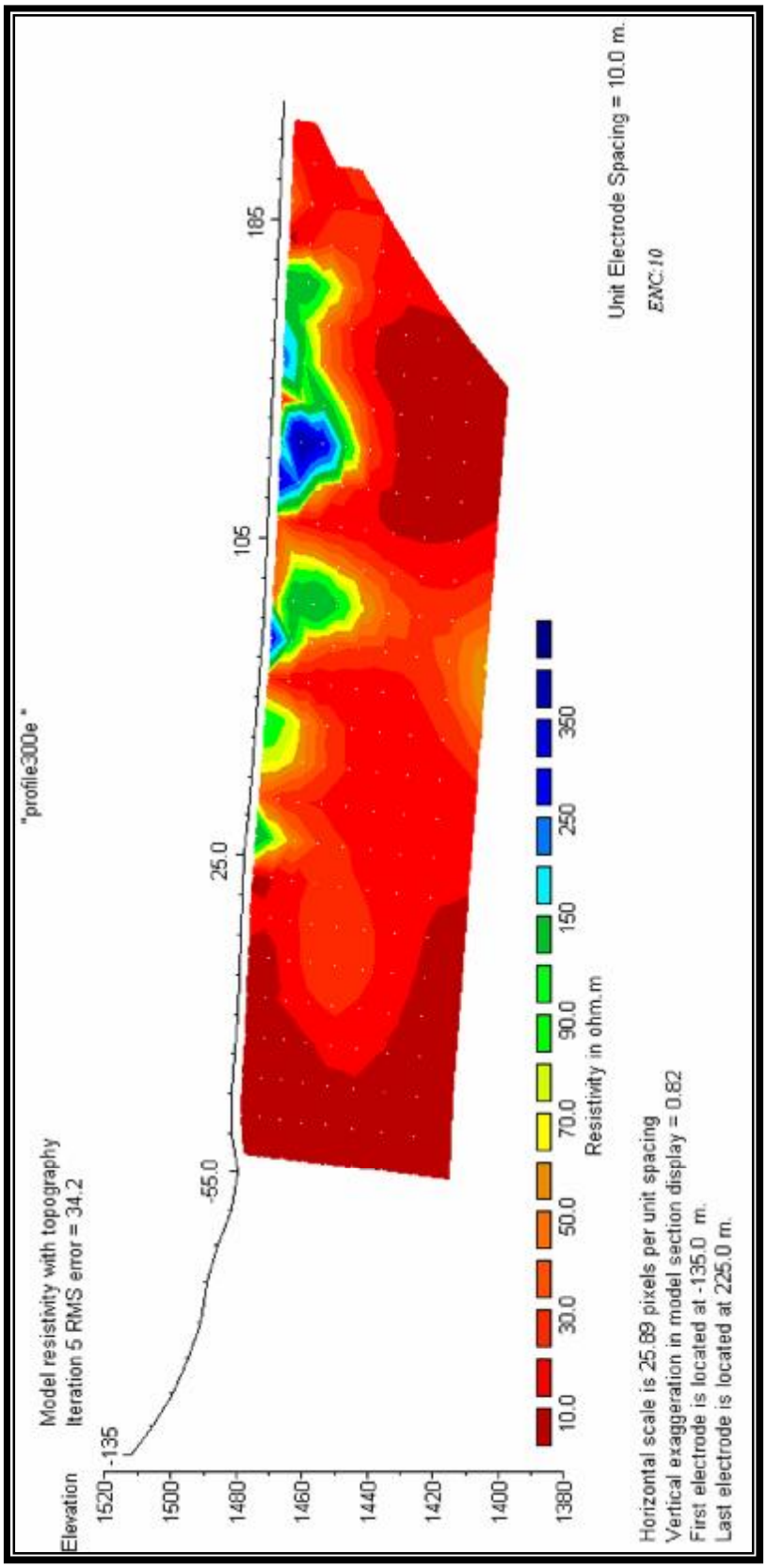
شکل 106- شبه مقطع پل –دایپل شارژابیلیته پروفیل 300 شرقی.



شکل 107- شبه مقطع پل –دایپل مقاومت ویژه پروفیل 300 شرقی.



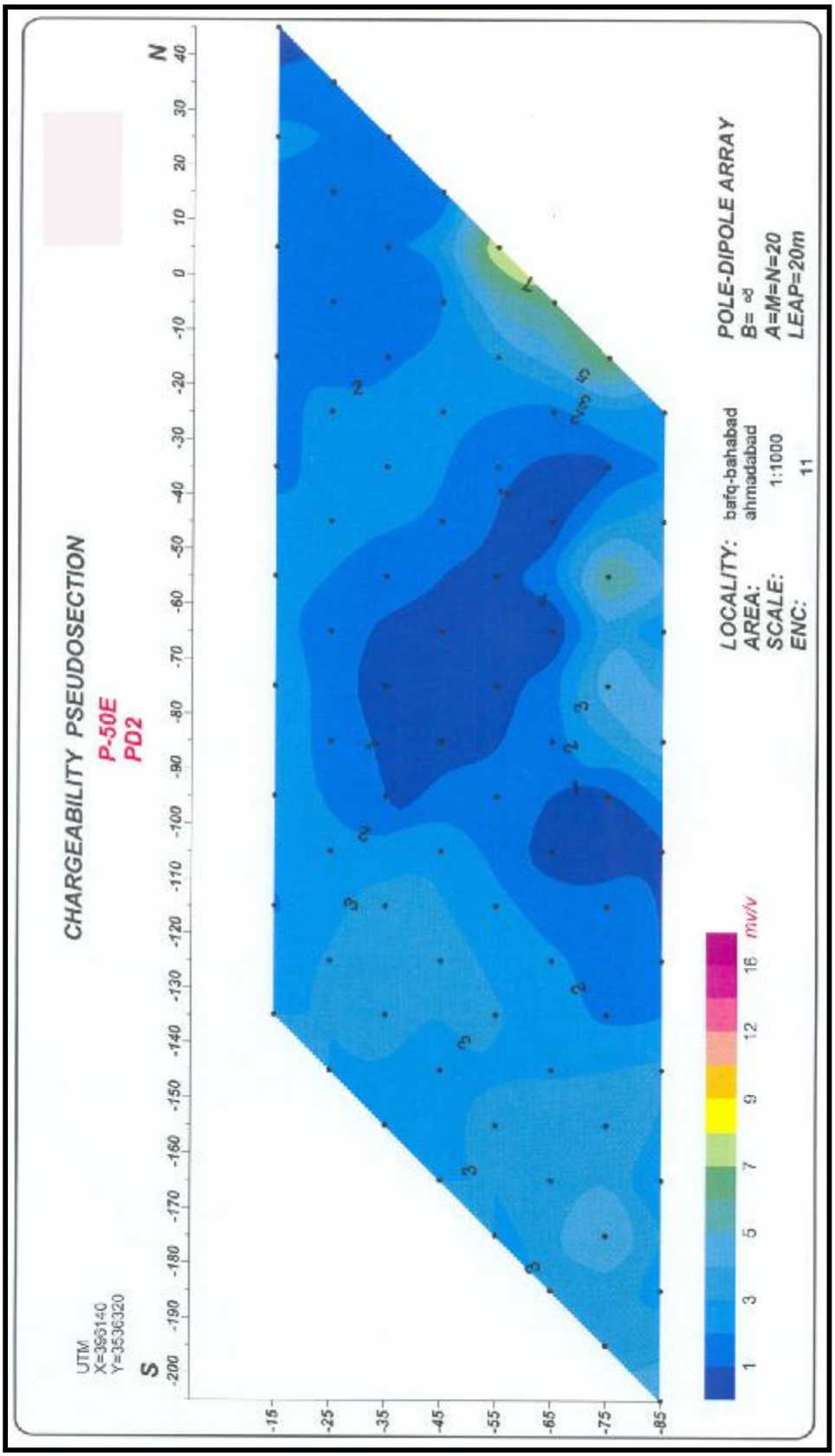
شکل 108- پروفیل شارژ ابیلیته – پل – دایپل 300 شرقی بعد از اعمال توپوگرافی.



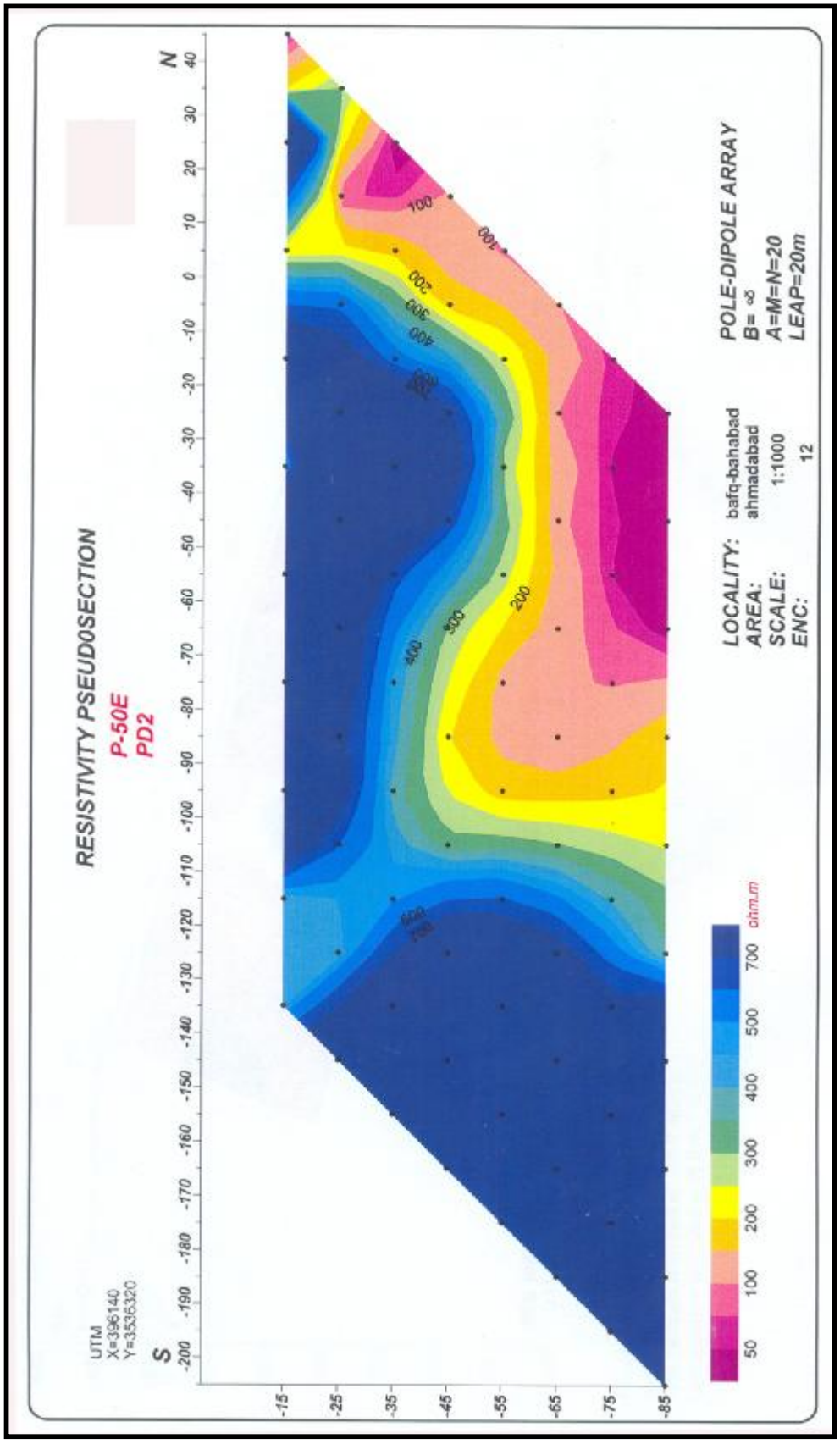
شکل 109- پروفیل مقاومت ویژه پل – دایپل 300 شرقی بعد از اعمال توپوگرافی.

8-3-3- بررسی پل – دایپل شماره 2 (PD_2)

این شبه مقطع جهت بررسی بی‌هنجاری در سمت جنوب Baseline برروی پروفیل 50 شرقی با مشخصات A=MN=20M و B= ∞ به طول تقریبی 180 متر در حدفاصل بین ایستگاههای 40 شمالی تا 130 جنوبی اجرا گردید. براساس نقشه‌های شبه مقاطع شماره اشکال 110 و 111 که در مقیاس 1000 :1 ترسیم گردیده است، حداقل و حداکثر مقدار عددی شارژابیلیته (IP) در حد 1 تا 7 میلی ولت بر ولت و حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ویژه ظاهری (RS) درحد 40 تا 700 اهم‌متر می‌باشد. با توجه به نقشه شبه مقاطع IP بغیر از باند بسیار کوچک از IP در حد بین 1 تا 3 میلی‌ولت بر ولت (شبیه شبه مقطع شماره یک PD_1) می‌باشد. همانطور که قبلاً ذکر کردیم تفاوت شدتهای IP در آرایش مستطیلی و آرایش پل – دایپل می‌تواند مربوط به وضعیت و شکل زیرزمینی بی‌هنجاری احتمالی باشد که با توجه به نقشه IP شماره 110 در شبه مقطع فوق شواهدی از کانی‌سازی غنی و زیاد دیده نمی‌شود و این موضوع مهم می‌تواند دلالت بر سطحی بودن رگه و رگچه‌های کانی‌سازی باشد که با شواهد روی زمین کاملاً مطابقت می‌کند. در شبه مقطع شماره 111 دو ناحیه کاملاً متفاوت از نظر مقاومت ویژه از یکدیگر تفکیک شده‌اند که با نقشه شماره 101 حاصل از آرایش مستطیلی کاملاً منطبق است که این مسئله با شواهد روی زمین هماهنگی دارد، بطوریکه محدوده‌های با مقاومت بالا مربوط به سنگهای آهکی و دولومیتی و محدوده‌های با مقاومت پایین مربوط به واحدهای مارن و گچ و هم‌چنین محل گسل یا کنتاکت بین واحدهای لیتولوژی می‌باشد.

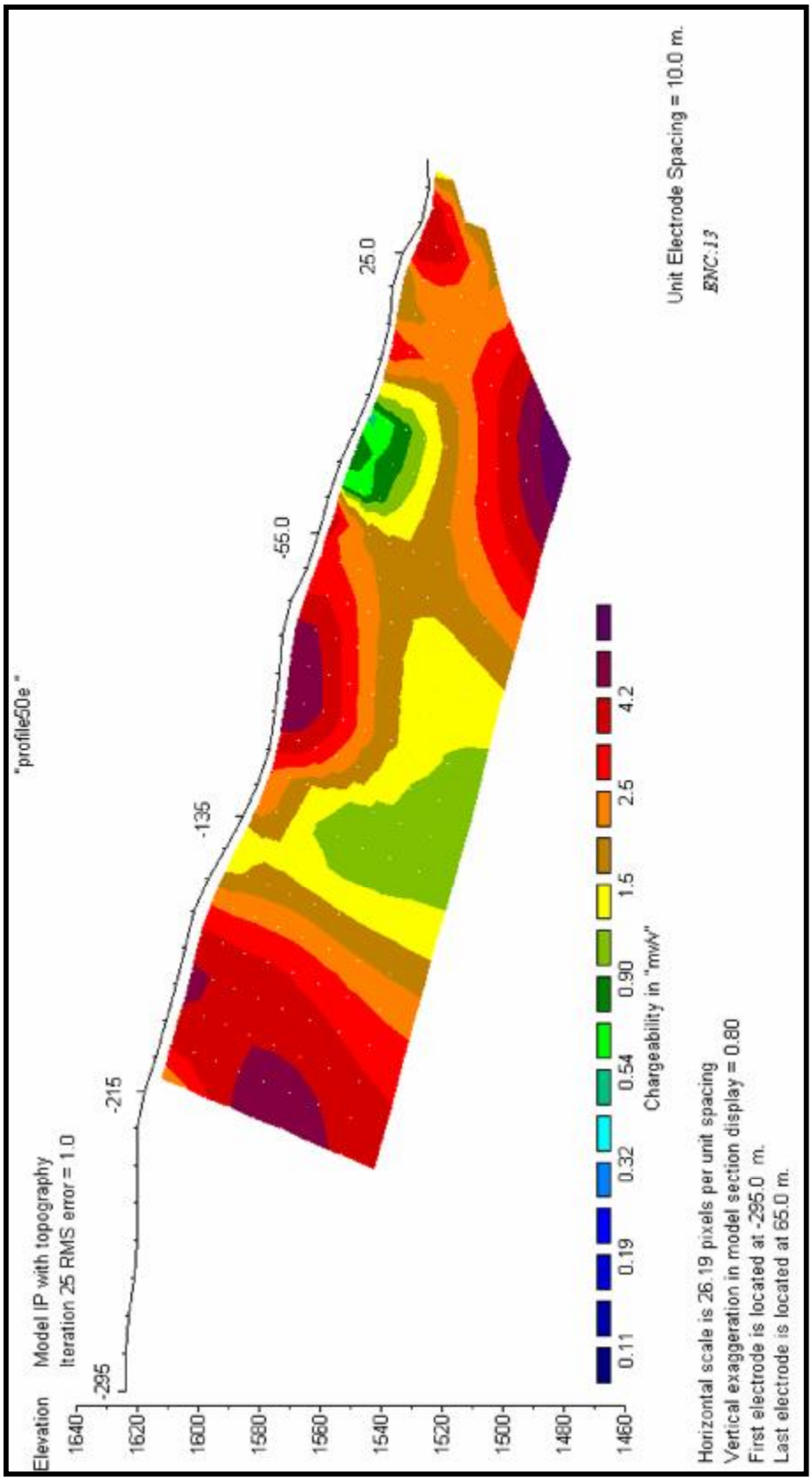


شکل 109- شبه مقطع پل –دایپل شارژابیلیته پروفیل 50 شرقی.

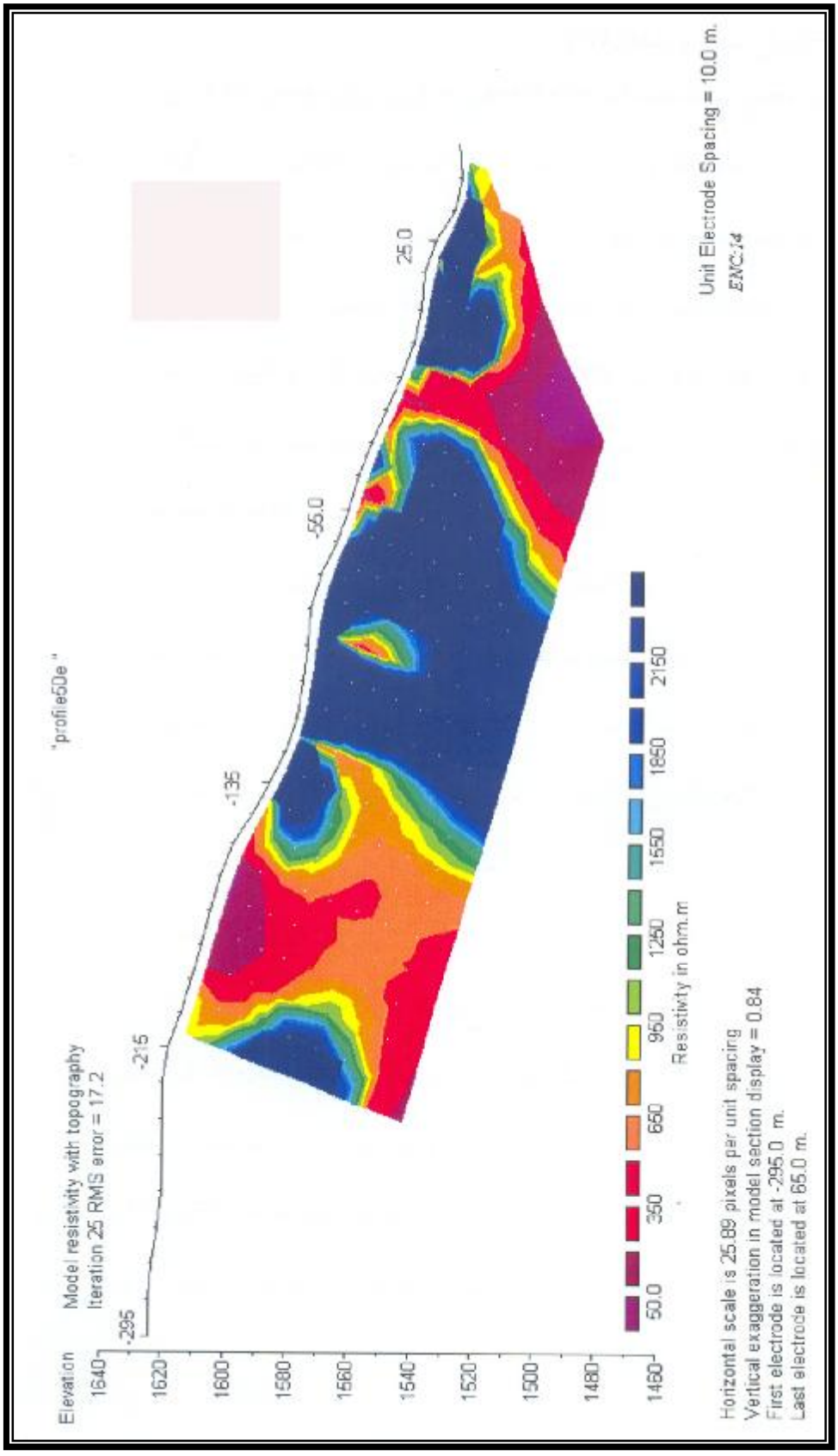


شکل 110- شبه مقطع پل –دایپل مقاومت ریز پروفیل 50 شرقی.

لازم بذکر است که نقشه‌های مقاطع شماره 111 و 112 حاصل از مدل‌سازی معکوس با توجه به اعمال تصحیح توپوگرافی بخوبی لایه‌های مقاوم داروهادی را از همدیگر تفکیک کرده است. با مقایسه نقشه‌های شبه مقاطع و نقشه‌های حاصل از آرایش مستطیلی بخوبی می‌توان دریافت که نقشه‌های مربوط به داده‌های مقاومت ویژه انطباق بیشتری با هم دارند و همدیگر را تأیید کرده و با شواهد سطحی روی زمین منطبق می‌باشند.



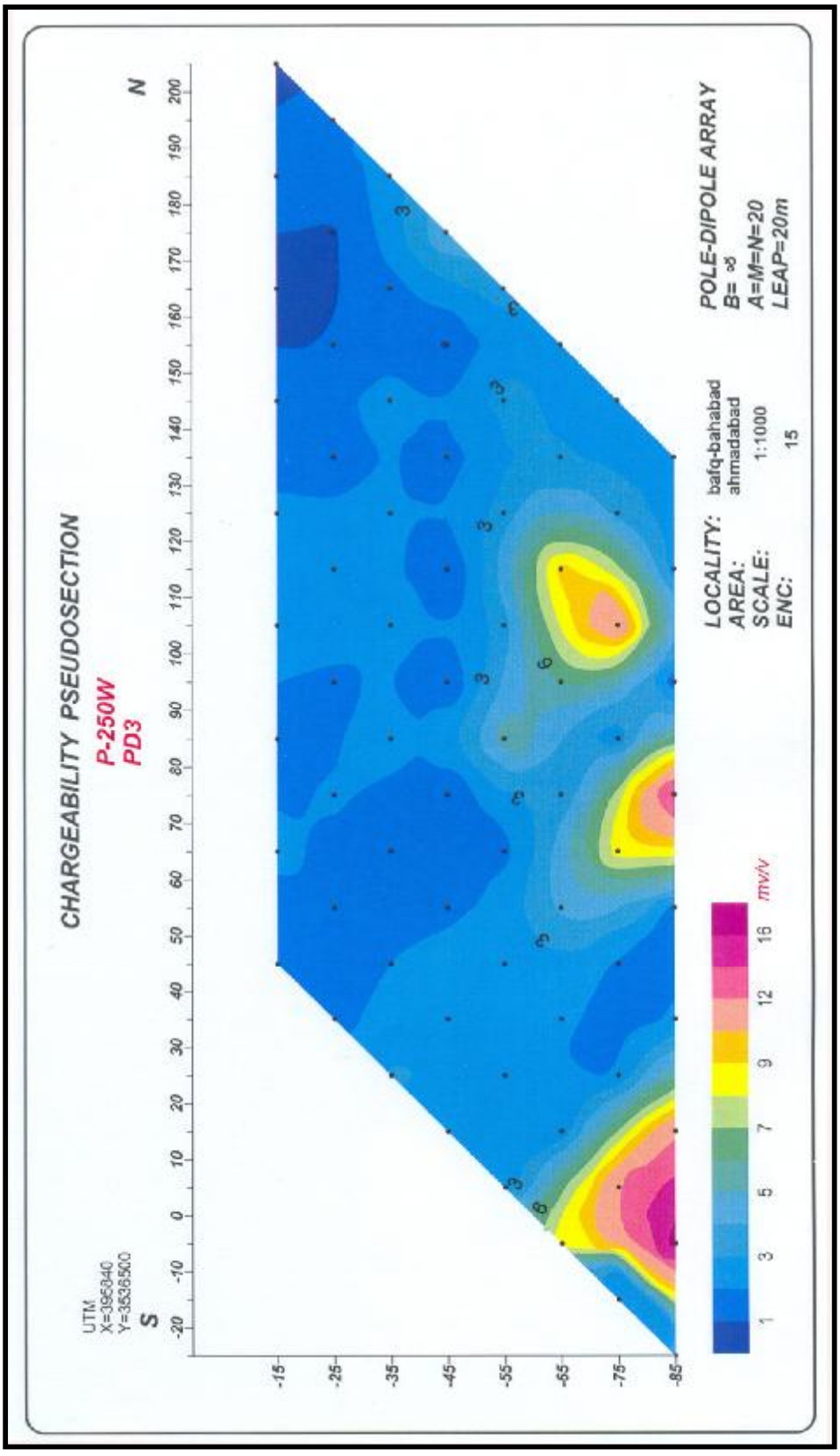
شکل 111- پروفیل شارژابیلیته پل –دایپل 50 شرقی بعد از اعمال توپوگرافی.



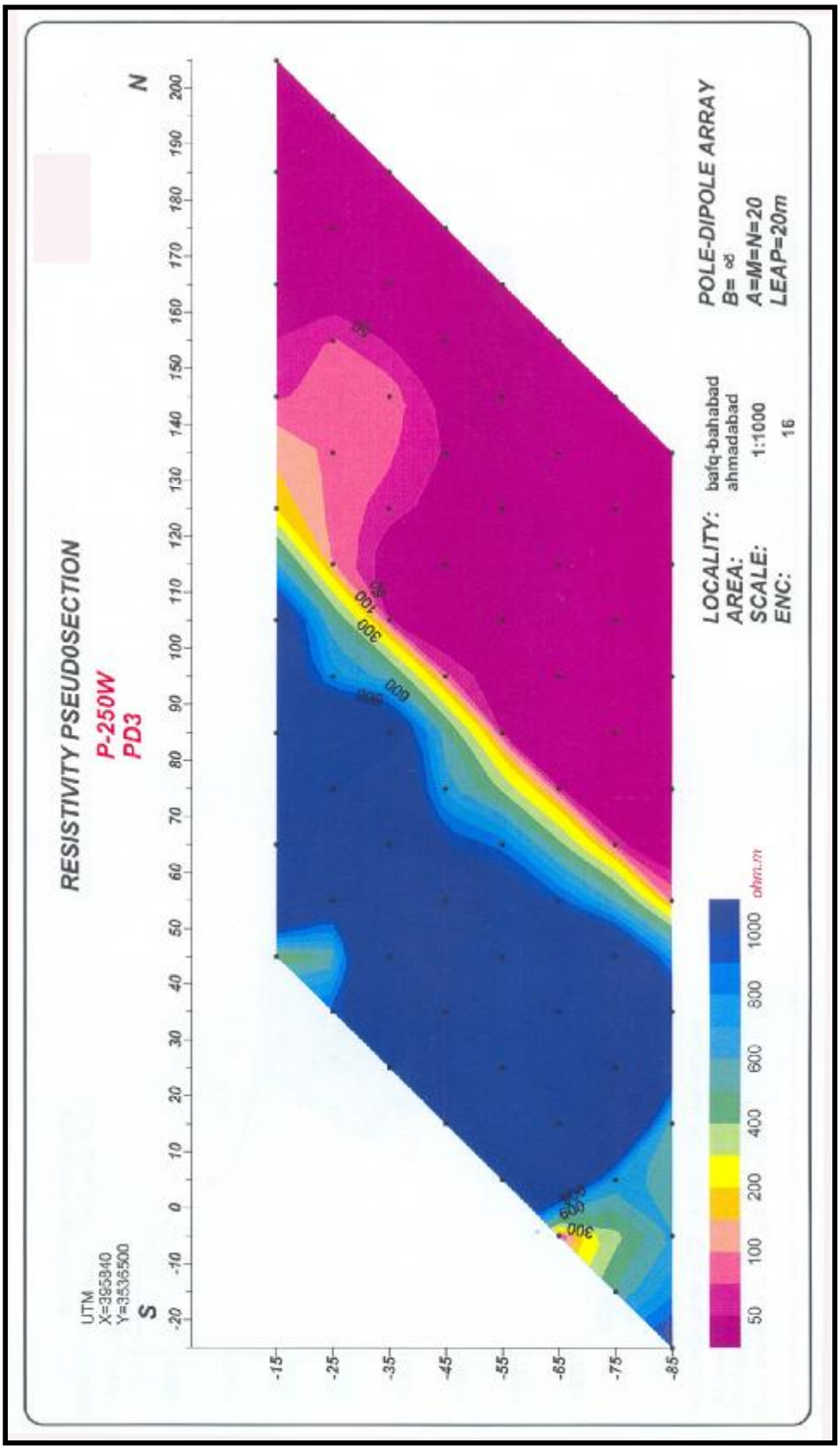
شکل 112- پروفیل مقاومت ویژه پل –دایپل 50 شرقی بعد از اعمال توپوگرافی.

8-3-4- بررسی پل – دایپل شماره 3 (PD_3)

این شبه مقطع با مشخصات A=MN=20M و ∞ = B برروی پروفیل 250 غربی به طول تقریبی 160متر در حد فاصل بین ایستگاههای 205 شمالی تا 50 شمالی اجراء گردید. براساس نقشه‌های شبه مقاطع شماره 113 و 114 که در مقیاس 1000 :1 ترسیم گردیده است حداقل و حداکثر مقدار عددی شارژابیلیته (IP) در حد 1 تا 18 میلی ولت بر ولت و حداقل و حداکثر مقدار عددی مقاومت ظاهری (RS) در حد 50 تا 1000 اهم‌متر می‌باشد. با توجه به نقشه شبه مقطع شکل شماره 113 سه محدوده بی‌هنجاری کوچک در حدفاصل بین ایستگاههای 120 تا 105 شمالی ، 80 تا 65 شمالی و 5 جنوبی تا 15 شمالی از عمق 65 متری به پایین مشاهده می‌شود که در همین محدوده‌ها مقدار عددی مقاومت ویژه پایین می‌باشد که احتمالاً دلالت بر وجود کانی‌سازی در محل گسل یا کنتاکت باشد. با توجه به نقشه شبه مقطع شکل شماره 114 دو ناحیه کاملاً متفاوت از نظر مقاومت ویژه از یکدیگر تفکیک و با شیب تقریباً 45 درجه در کنار هم قرار گرفته‌اند و با نقشه شماره شکل 101 حاصل از آرایش مستطیلی کاملاً منطبق است که این مسئله با شواهد سطحی روی زمین هماهنگی دارد، بطوریکه محدوده‌های با مقاومت پایین مربوط به واحدهای مارن و گچ و شیلهای آهکی نازک لایه است که در شمال واحدهای سنگ آهکی و دولومیتی مقاومت بالا قرار گرفته‌اند. احتمالاً در محل کنتاکت طبقات دولومیتی، هم‌چنین شکستگیها و گسلهایی که در بین لایه‌های مقاوم اتفاق افتاده کانی‌سازی بصورت میان‌لایه‌ای حادث شده است.

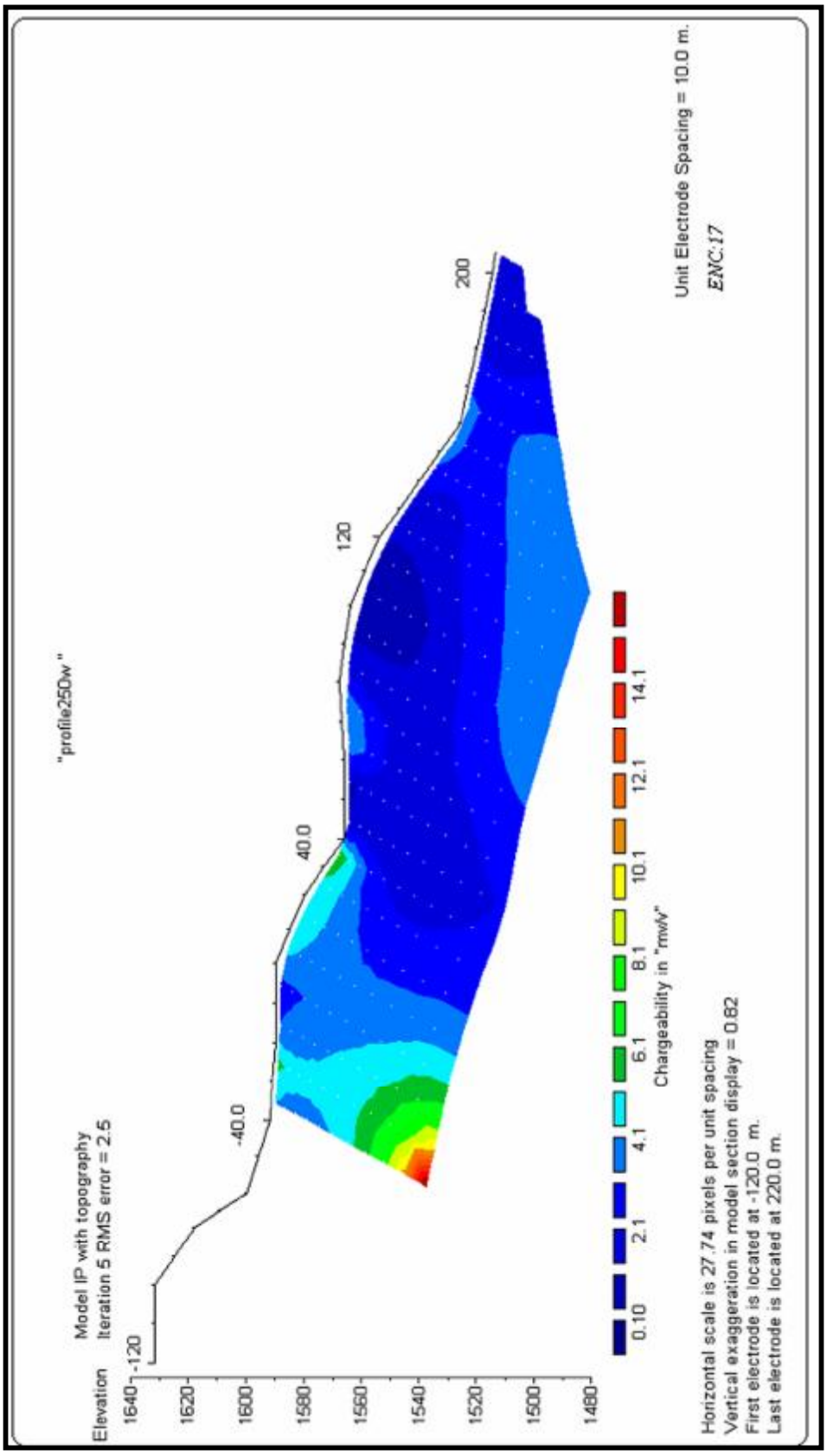


شکل 113- شبه مقطع پل –دایپل شارژابیلیته 250 غربی .

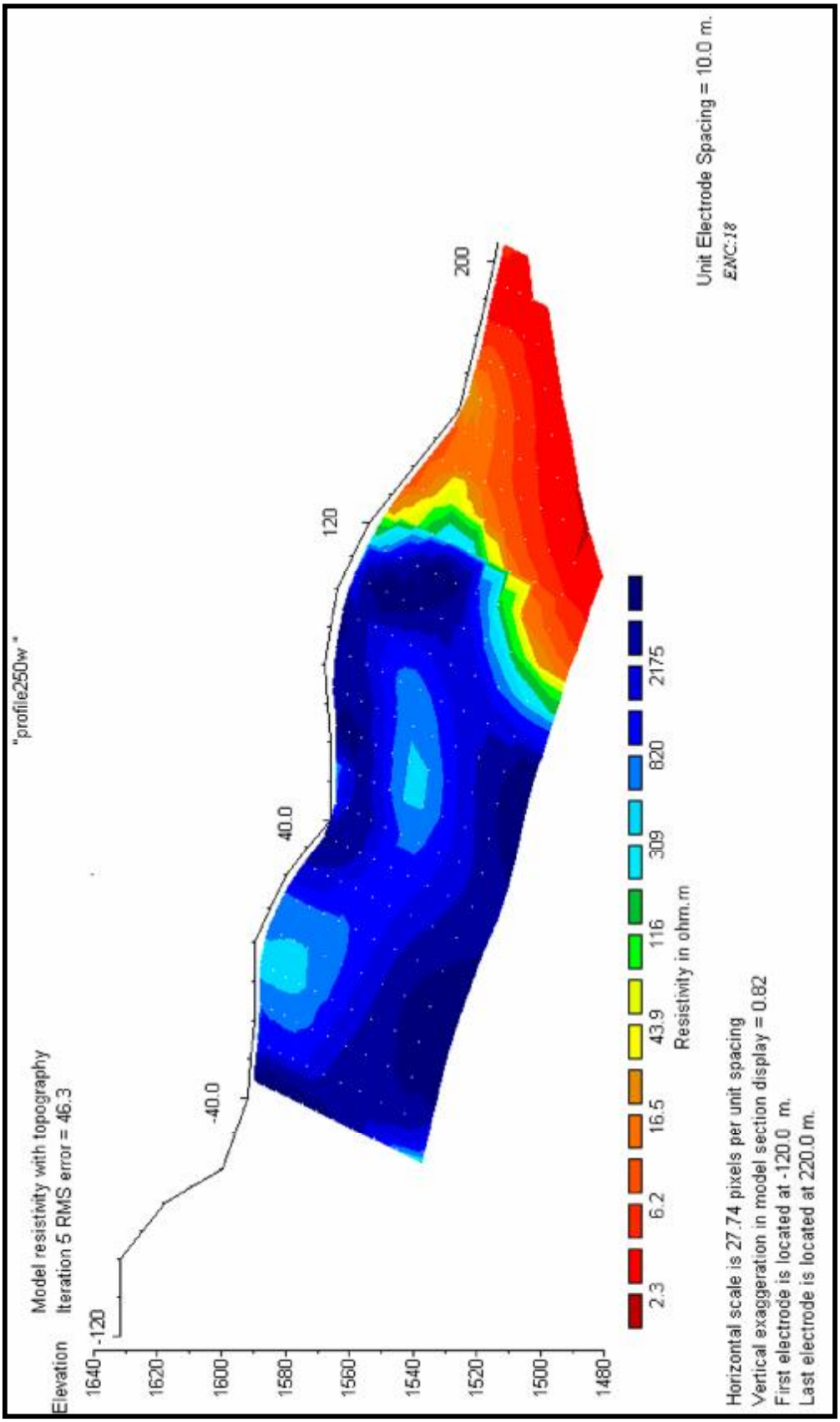


شکل 114- شبه مقطع پل –دایپل مقاومت ویژه 250 غربی.

لازم به ذکر است که نقشه‌های مقاطع اشکال شماره 115 و 116 حاصل از مدل‌سازی معکوس لایه‌های مقاوم و هادی را کاملاً از همدیگر تفکیک کرده است. هم‌چنین لازم به توضیح است که عمق تقریبی در مدل‌سازی نسبت به شبه مقاطع داده‌های خام کمتر است (حداکثر 60 متر).



شکل 115- پروفیل شارژابیلیته پل – دایپل 250 غربی بعد از اعمال توپوگرافی.



شکل 116- پروفیل مقاومت ویژه پل - دایپل250 غربی بعد از اعمال توپوگرافی.

8-3-5- نتیجه‌گیری

با توجه به نقشه‌های RS , IP حاصل از آرایش مستطیلی اکثر محدوده‌های بی‌هنجاری که بصورت باندهای بسیار کوچک و پراکنده دیده می‌شوند می‌تواند دلیل بر کانی‌سازی (زون آلتره) و یا اثر ذرات ریزدانه و خردشده در محل گسلها و شکستگیها و یا کنتاکت‌ها باشد و مناطق با مقاومت بالا متعلق به سنگ‌آهکهای دولومیتی است که در آنها گسلهای با روند شرقی –غربی اتفاق افتاده و آثار کانی‌سازی در بعضی از قسمتهای آن قابل رؤیت است و مناطق هادی‌تر مربوط به طبقات گچ و مارن و شیلهای آهکی نازک لایه است که در کنار واحدهای دولومیتی قرار گرفته‌اند. در نهایت برای تعیین وضعیت و شکل بی‌هنجاریها در عمق، کار پیمایش با یک آرایش دایپل –دایپل و با توجه به ساختار لیتولوژی و شکل برقراری جریان، ادامه پیمایش با آرایش پل –دایپل پیگیری شد که حداکثر مقدار شارژابیلیته و مقاومت ویژه ظاهری در شبه مقطع DD_1 (پروفیل 200 شرقی) و بعد از آن در شبه مقطع PD_3 (پروفیل 250 غربی) مشاهده شد و در شبه مقاطع دیگر حداکثر مقدار عدد شارژابیلیته در حد بین 3 تا 7 میلی ولت بر ولت بود.

هم‌چنین کار مدل‌سازی همراه با تصحیح توپوگرافی برروی تمام شبه مقاطع ترسیم شده است. با بررسی نقشه‌های فوق می‌توان چنین استنباط کرد که نقشه‌های مقاومت ویژه ظاهری حاصل از آرایش مستطیلی و شبه مقاطع مقاومت انطباق بیشتری با هم داشته و به مراتب بهتر از نقشه‌های شارژابیلیته محل گسلها و شکستگیها و کنتاکت‌ها را مشخص می‌نماید که با شواهد سطحی روی زمین هم منطبق است. نقشه‌های شارژابیلیته که می‌تواند بیانگر وجود یا عدم وجود سولفور را اثبات نماید در منطقه مورد مطالعه حاکی از عدم پتانسیل معدنی از نوع سولفور در اکثر شبه مقاطع و آرایه‌های مستطیلی می‌باشد (البته لازم به ذکر است احتمال اینکه کانیهای سولفور براثر هوازدگی به کانیهای کربناتی –سیلیکاتی و سولفاتی تبدیل شده باشد و یا کانی‌سازی بصورت اکسید باشد وجود دارد). در برخی مناطق، محدوده‌های با IP بالا، می‌تواند احتمالاً براثر وجود کانی‌سازی و یا اثر ذرات دانه‌ریز و خردشده در محل‌های فوق (گسل‌ها، شکستگیها، کنتاکتها) باشد. ضمناً مقدار عددی شارژابیلیته در آرایش مستطیلی نسبت به آرایش دایپل –دایپل و پل –دایپل بیشتر است که آن را می‌توان دلیل بر سطحی بودن کانی‌سازی و یا مربوط به شکل و وضعیت قرارگیری توده‌های کانی‌سازی دانست.