

کتابخانه موزه و مرکز اسناد وزارت معادن و  
صنایع و تجارت  
تاریخ: ۸۲۰۸  
شماره ثبت:  
۸۱۶۸

پسمه تعالی

وزارت صنایع و معادن

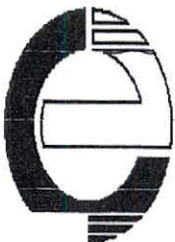
سازمان صنایع و معادن استان ایلام

پروژه

برداشت‌های ژئوفیزیکی گانسلار

پیتومین در شهرستان ایوان

استان ایلام



مهندسین مشاور تهران پادیر

سال ۱۳۸۱

## فهرست نوشتارها

صفحه

موضوع

صفحه	موضوع
۱	پیشگفتار
	<b>بخش نخست : کلیات</b>
۲	۱-۱- آب و هوای منطقه
۲	۲-۱- اهداف مطالعات
	<b>بخش دوم : زمین شناسی سازندهای موجود در منطقه</b>
۴	۱-۲- سازند آسماری
۶	۲-۲- سازند گچساران
	<b>بخش سوم : زمین شناسی ذغال سنگ</b>
۹	۱-۳- خاستگاه و پیدایش ذغال سنگ
۹	۱-۱-۳- وجود بازمانده های گیاهان فراوان
۱۰	۲-۱-۳- آب و هوا
۱۰	۳-۱-۳- تجزیه بازمانده های گیاهی
۱۱	۲-۳- دگرگونی و تشکیل ذغال سنگ
۱۲	۱-۲-۳- فاز بیوشیمی دگرگونی
۱۳	۲-۲-۳- تورب زائی
۱۳	۳-۲-۳- بیتومین زائی
۱۴	۴-۲-۳- تشکیل ذغال سنگ های قهوه ای نرم
۱۵	۳-۳- فاز ژئوشیمیائی دگرگونی
۱۵	۱-۳-۳- تشکیل ذغال سنگ قهوه ای سخت
۱۵	۴-۳- رخساره رسوب ذغال سنگ دار و لایه های راهنما
۱۵	۱-۴-۳- رسوبات دریائی
۱۶	۲-۴-۳- کنگلومرا
۱۶	۳-۴-۳- لایه های راهنما با فسیل های گیاهی
۱۶	۴-۴-۳- سیکلوتم ها
۱۷	۵-۴-۳- میکروفسیل ها
۱۷	۵-۳- نکاتی درباره ذغال سنگ



فهرست نوشتارها

صفحه

موضوع

۱۷	۱-۵-۳- شناسائی و وابستگی لایه‌های ذغال سنگ
۱۸	۲-۵-۳- گازهای همراه ذغال سنگ‌ها
۱۸	۳-۵-۳- طبقه بندی ذغال سنگ‌ها

بخش چهارم: روش شناسی

۲۱	۱-۴- مقدمه‌ای بر روش سونداژ الکتریکی قائم (VES)
۲۲	۲-۴- اساس تفسیر منحنی‌های سونداژ الکتریکی با استفاده از رایانه
۲۴	۳-۴- تفسیر منحنی‌های صحرایی
۲۷	۴-۴- مروری بر مطالعات انجام گرفته بر روی ناپیوستگی جانبی

بخش پنجم: مطالعات ژئوالکتریک در محدوده سیاهگل

۳۱	۱-۵- سونداژ آزمایشی
۳۵	۲-۵- شبه مقاطع و مقاطع ژئوالکتریک محدوده سیاهگل
۳۵	۱-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۱-
۳۵	۲-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۲-
۴۰	۳-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۳-
۴۰	۴-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۴-
۴۵	۵-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۵-
۴۵	۶-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۶-
۵۰	۷-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۷-
۵۱	۸-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۸-
۵۶	۹-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۹-
۵۹	۱۰-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۱۰-
۵۹	۱۱-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۱۱-
۶۴	۱۲-۲-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریک پروفیل ۱۲-
۶۷	۳-۵- شرح نقشه‌های هم مقاومت ظاهری در محدوده سیاهگل
۶۷	۱-۳-۵- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 3/16$ (عمق تقریبی ۱/۵ متر)
۷۰	۲-۳-۵- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 6/8$ (عمق تقریبی ۳/۴ متر)
۷۲	۳-۳-۵- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 14/7$ (عمق تقریبی ۷/۴ متر)
۷۴	۴-۳-۵- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 31/6$ (عمق تقریبی ۱۵/۸ متر)
۷۶	۵-۳-۵- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 6/1$ (عمق تقریبی ۳۴ متر)



فهرست نوشتارها

صفحه	موضوع
۷۸	۵-۳-۶- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 100$ (عمق تقریبی ۵۰ متر)
۸۰	۵-۳-۷- شرح نمائی سه بعدی تغییرات مقاومت الکتریکی ظاهری در محدوده سیاهگل
۸۲	۵-۴- برداشت‌های C.R.P در محدوده سیاهگل

بخش ششم : مطالعات ژئوالکتریک محدوده گیلانه

۸۹	۶-۱-۱- شرح مقاطع و شبه مقاطع پروفیل های محدوده گیلانه
۸۹	۶-۱-۱-۱- شرح شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 1G
۸۹	۶-۱-۱-۲- شرح شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 2G
۹۴	۶-۱-۱-۳- شرح شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 3G
۹۴	۶-۱-۱-۴- شرح شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 4G
۱۰۰	۶-۱-۱-۵- شرح شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 5G
۱۰۰	۶-۱-۱-۶- شرح شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 6G
۱۰۵	۶-۲-۱- شرح نقشه‌های هم مقاومت الکتریکی ظاهری در محدوده گیلانه
۱۰۵	۶-۲-۱-۱- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 3/16$ (عمق تقریبی ۱۰۶ متر)
۱۰۷	۶-۲-۱-۲- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 6/81$ (عمق تقریبی ۳/۴ متر)
۱۰۹	۶-۲-۱-۳- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 14/7$ (عمق تقریبی ۷/۴ متر)
۱۱۱	۶-۲-۱-۴- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 31/6$ (عمق تقریبی ۱۵/۸ متر)
۱۱۳	۶-۲-۱-۵- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 6/1$ (عمق تقریبی ۳۴ متر)
۱۱۵	۶-۲-۱-۶- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای $AB/2 = 100$ (عمق تقریبی ۵۰ متر)
۱۱۵	۶-۲-۱-۷- نمائی سه بعدی گسترش مقاومت الکتریکی ظاهری در محدوده گیلانه

بخش هفتم : مطالعات ژئوالکتریکی محدوده ساندری - شورابه

۱۲۰	۷-۱-۱- شرح شبه مقاطع و مقاطع ژئوالکتریکی محدوده ساندری
۱۲۰	۷-۱-۱-۱- شرح شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۱-
۱۲۰	۷-۱-۱-۲- شرح شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۲-
۱۲۳	۷-۱-۱-۳- شرح شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۳-
۱۲۳	۷-۱-۱-۴- شرح شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۴-
۱۲۴	۷-۱-۱-۵- شرح شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۵-
۱۲۸	۷-۱-۱-۶- شرح شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۶-
۱۲۸	۷-۱-۱-۷- شرح شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۷-
۱۳۱	۷-۲- پروفیل‌های دوقطبی - دوقطبی

نتایج

منابع

REFERENCES

۱۳۳	پیراسته: نقشه‌های ژئوالکترونیک محدوده سیاهگل و عملیات برداشت‌های ژئوفیزیکی
۱۳۶	
۱۳۷	
۱۳۸	



## پیشگفتار

مطالعات اکتشافی کانسار ذغال سنگ (بیتومین) در شهرستان ایوان استان ایلام طی قرارداد شماره ۵۶۸۹ مورخ ۸۱/۶/۱۷ به شرکت مهندسین مشاور تهران پادیر واگذار گردید.

بر مبنای بررسی های اولیه کارشناسی و با توجه به ویژگی های کانسار، امکانات مالی طرح و ... مطالعات ژئوفیزیکی به طریقه ژئوالکتریک برای اجرای طرح پیشنهاد و مورد تأیید کارفرما قرار گرفت.

برداشت های صحرایی که در نیمه دوم سال ۸۱ انجام گرفته شامل تعداد ۳۲۲ برداشت ژئوفیزیکی با استفاده از آرایش های مختلف شولومبرژه، C.R.P. و دوقطبی - دوقطبی می باشد. محدوده مطالعاتی در ناحیه رزند شهرستان ایوان با وسعت بیش از ۳۲ هکتار است که شامل سه ناحیه به اسامی محدوده سیاهگل، محدوده معدن گیلانه و محدوده معدن ساندیری-شورابه می باشد. - در محدوده سیاهگل تعداد ۱۵ پروفیل اندازه گیری شده که از این تعداد ۵ پروفیل امتداد شرقی - غربی داشته و بقیه در امتداد شمال - جنوب و یا شمال شرق - جنوب غرب واقع شده اند. - در محدوده معدن گیلانه نیز تعداد ۶ پروفیل اندازه گیری شده که ۳ پروفیل در جهت شرقی - غربی و ۳ پروفیل تقریباً در جهت شمالی - جنوبی قرار گرفته اند.

- در محدوده معدن ساندیری - شورابه تعداد ۷ پروفیل شولومبرژه و سه پروفیل با آرایه دوقطبی - دوقطبی اندازه گیری شده است.

بخش اول گزارش "کلیات"، بخش دوم گزارش زمین شناسی سازندهای موجود در منطقه، بخش سوم کلیات زمین شناسی ذغال سنگ و در بخش چهارم به بعد مطالعات و تعبیر و تفسیر سونداژهای ژئوالکتریک انجام شده ارائه گردیده است.

تعبیر و تفسیر داده های ژئوفیزیکی با استفاده از برنامه رایانه ای SURFER, IPI, ZOHDی انجام گرفته و نتایج آنها به صورت نمودارهای رنگی ارائه گردیده است.

اجرای مطالعات بدون مساعدت و همکاری سازمان صنایع و معادن استان ایلام مقدور نبود از اینرو لازم است از جناب آقای مهندس سلیمانی ریاست محترم سازمان، آقای مهندس نصیری معاون محترم امور معادن و سایر کارشناسان و مسئولین محترم سازمان مذکور قدردانی و تشکر بعمل آوریم.



## پوشش نخست : آلیاژات

محدوده مورد مطالعه در این گزارش واقع در حدود ۳۰ کیلومتری شمال شهر ایوان در بخش شمالی استان ایلام می باشد. این محدوده به فاصله حدود ۲۵ کیلومتر در شمال شهر ایوان در محل دور راهی زرند قبل از بخش زرند به سمت چپ (غرب) در حدود ۲۰ کیلومتر تا محل روستای سیاهگل که اولین محدوده مورد مطالعه است فاصله می باشد دو محدوده ساندری - شورابه و گیلانه نیز به فاصله ۵ و ۱۰ کیلومتر از روستای سیاهگل قرار دارند. پس از دو راهی زرند به سمت چپ حدود ۵ کیلومتر جاده آسفاته است و بقیه جاده خاکی می باشد. محل جغرافیائی محدوده مورد مطالعه در نقشه راههای صفحه بعد مشخص شده است.

## ۱-۱- آب و هوای منطقه

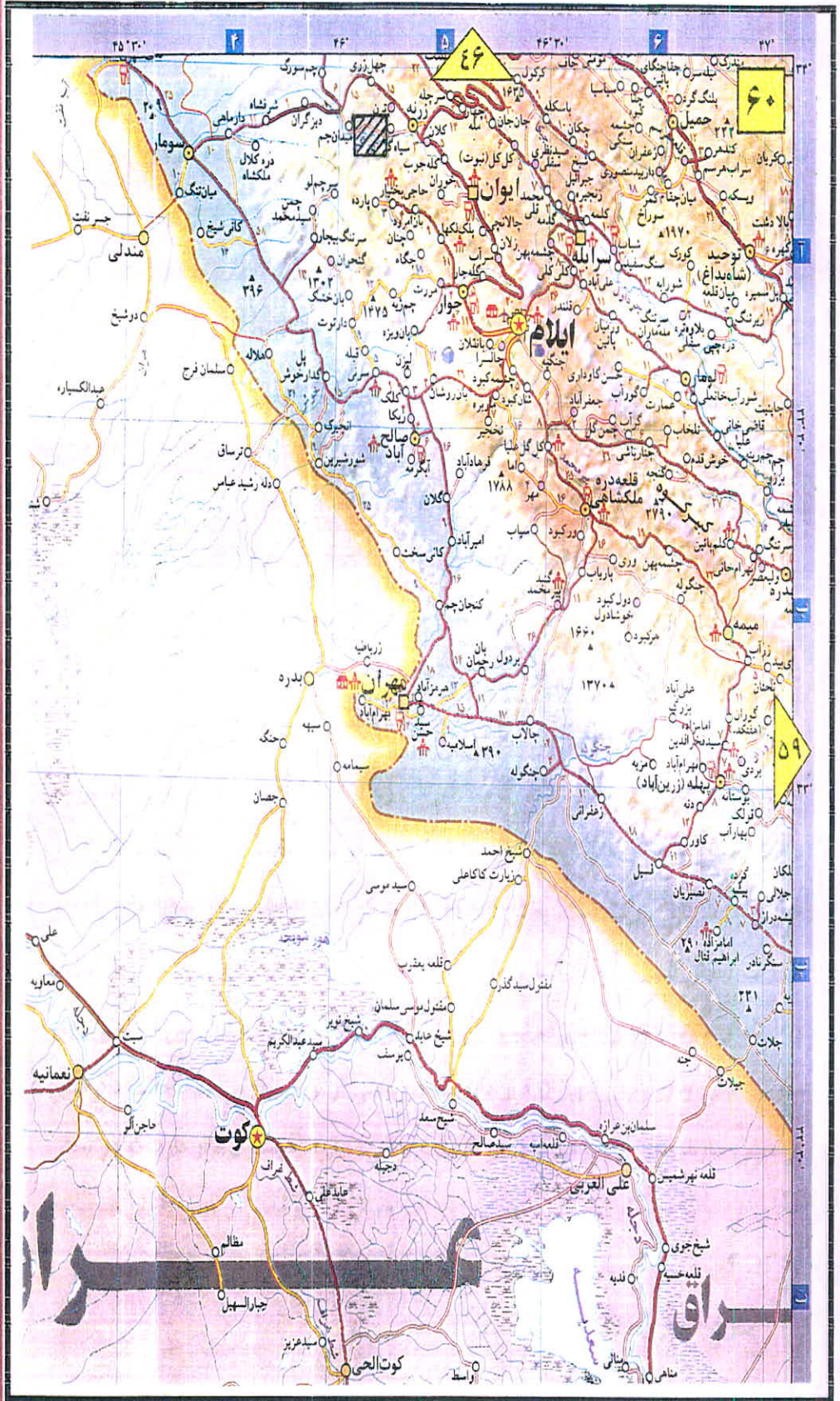
به طور کلی منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوای گرم و خشک در فصل تابستان و نواحی برف گیر در فصل زمستان می باشد، محدوده های مورد مطالعه در شمال شهرستان ایوان جزء ناحیه گرمسیری منطقه محسوب می شوند. پوشش گیاهی منطقه اغلب در نواحی مرتفع تر، کم پشت و از نوع درختان بلوط به طور پراکنده می باشد و به دلیل نوع سازندهای موجود در منطقه که اغلب از جنس گچ و مارن می باشند از لحاظ پوشش گیاهی وضعیت مناسبی ندارد.

## ۱-۲- اهداف مطالعات

مطالعات انجام شده به روش ژئوالکتریک به منظور تعیین وضعیت آنومالی های کانسار بیتومین در محدوده شمال شهرستان ایوان (استان ایلام) انجام شده. این مطالعات با استفاده از آرایه های شولومبرژه، C.R.P و دوقطبی - دوقطبی صورت گرفته که بیش از ۸۰ درصد مطالعات شامل برداشت های شولومبرژه می باشد، هدف از این مطالعات تعیین وضعیت زیر سطحی لایه های زمین از نظر مقاومت الکتریکی و تغییرات آن می باشد که با استفاده از این روش و تهیه شبه مقاطع، مقاطع و نقشه های هم مقاومت مربوط و همچنین استفاده از شواهد زمین شناسی سعی شده تا محل آنومالی های احتمالی تعیین شود، همانگونه که ذکر شد قسمت عمده مطالعات به روش شولومبرژه انجام شده و از روش های C.R.P و دوقطبی - دوقطبی به منظور تعیین امکان سنجی انجام این روش ها استفاده شده است.



مطالعات ژئوالکتریکي کانسار بيتومين



نقشه موقعیت کانسلرو راههای دسترسی (مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰)



## بخش دوم: زمین شناسی سیانه های موجود در منطقه

منطقه مورد مطالعه از نظر زمین شناسی در زون ساختاری زاگرس چین خورده قرار دارد و عمده سازندهائی که در منطقه بروزند دارند شامل لایه های مارنی و گچی سازند گچساران و سازند آهکی آسماری می باشند. ساختارهای موجود در منطقه اغلب شامل چین های ملایم می باشد که بوسیله یکسری زون های گسلی و ناپیوستگی قطع شده اند. رگه های ذغالی (بیتومین) موجود در منطقه اغلب در سازند گچساران و در میان لایه های گچی و مارنی قرار دارند. در این قسمت به طور کلی ویژگی های زمین شناسی سازندهای آسماری و گچساران تشریح می شود.

## ۲-۱- سازند آسماری

نام این سازند از کوه آسماری در خوزستان اخذ شده است. این کوه تاقدیس فشرده و فرسایش یافته ای تشکیل می دهد که در هسته آن سازند آسماری بیرون زدگی دارد، ولی مقطع نمونه آن در تنگ گل ترش در جنوب غربی کوه آسماری انتخاب شده و از ابتدا به آن آهک آسماری اطلاق می شد. ضخامت آن در مقطع نمونه ۳۱۴ متر، ولی عموماً از چند متر تا ۵۱۸ متر متفاوت است. این سازند از نظر لیتولوژی شامل آهک کرم تا قهوه ای رنگ است که در بیرون زدگی ها به صورت برجسته با درز و شکاف های زیاد به خوبی مشخص است. در محل مقطع نمونه فقط قسمت میانی و فوقانی سازند قابل رؤیت است. بخش قاعده ای آن ممکن است به طور جانبی به شیل های پابده و انیدریت (بخش کلهر در لرستان) تبدیل شود. سازند آسماری در کنتاکت زیرین خود، عموماً شیل ها و مارن های سازند پابده را به طور هم شیب می پوشاند. ولی در مرکز لرستان با دگرشیبی فرسایشی روی سازند آهکی و دولومیتی شهبازان قرار دارد که در بخشی از نواحی فارس هم به حالت دگرشیبی فرسایشی سازند جهرم را فرا می گیرد. در کنتاکت فوقانی، سازند گچساران قرار دارد که در بخش محلی از جنوب غرب ایران سازند آسماری را به حالت هم شیب می پوشاند. در فارس داخلی هم سازند رازک، که جانشین گچساران می شود، به طور هم شیب روی آسماری قرار می گیرد.

سازند آسماری شامل دو بخش است:





۱- بخش ماسه سنگی اهواز: این بخش از ماسه سنگ آهکی، گاهی آهک ماسه‌ای همراه با کمی شیل ساخته شده است و بخش قاعده‌ای سازند آسماری را در چاه‌های نفتی اهواز و منصوری تشکیل می‌دهد. در مقطع نمونه ضخامت آن ۲۳۱/۵ متر است. در چاه منصوری، واقع در شمال اهواز، این مقدار به ۳۰ متر کاهش می‌یابد. تصور می‌شود که بخش ماسه سنگی اهواز دنباله سازند قار در کویت و جنوب شرق عراق باشد که به سمت شمال تا منطقه اهواز به صورت زبانه‌ای ظاهر و به صورت بین‌انگشتی در قاعده سازند آسماری وارد می‌شود. این احتمال وجود دارد که در هنگام رسوبگذاری بخش زیرین سازند آهکی آسماری در خوزستان، ماسه‌های جنوب غربی این ناحیه به وسیله جریان آب شسته و به داخل محیط رسوبگذاری آهکی وارد شده و بخش ماسه سنگی اهواز را به وجود آورده است، (اشتوکلین، ۱۹۷۲).

۲- بخش انیدریتی کلهر: مقطع نمونه در لرستان، در منطقه‌ای به نام کوه اناران، واقع است. در واقع بخش میانی سازند آسماری رخساره ویژه‌ای دارد که به آن بخش کلهر گفته‌اند. ضخامت آن ۱۱۹ متر و از نظر لیتولوژی شامل:

۱- لایه ژپس به ضخامت ۵ متر.

۲- مارن و آهک ماری به ضخامت ۲۰ متر.

۳- ژپس ضخیم لایه به ضخامت ۹۵ متر.

۴- دو لایه نازک آهکی است.

بخش کلهر فقط در جنوب غربی لرستان گسترش وسیعی دارد. ولی به سمت شمال شرق با آهک‌های بخش میانی سازند آسماری حالت بین لایه‌ای دارد. به نوشته (اشتوکلین، ۱۹۷۲) انیدریت‌های قاعده که در لالی، مسجد سلیمان، هفتگل، نفت سفید و کوه آسماری و بخشی از کوه بنگستان دیده می‌شود، ممکن است ادامه جنوب شرقی بخش کلهر باشد. در یال غربی تاق‌دیس بنگستان در منطقه بهمئی، در قاعده سازند آسماری، افقی از سلیستین به ضخامت ۱۰ تا ۳۰ سانتیمتر وجود دارد که با یک لایه آهک سفید رنگ متر اکم (لایه حدواسط) روی سازند پابده قرار می‌گیرد. این لایه را می‌توان معادل رسوبات ژپس و انیدریت مناطق مجاور دانست که در برخی مناطق به‌عللی



یون استرانسیوم جانشین یون کلسیم شده و لایه سلسین فوق به‌جود آمده که از نظر اقتصادی قابل توجه است.

از نظر گسترش جغرافیائی، در تمام منطقه زاگرس، در هر جا که سازند آسماری زیر سازند گچساران یا سازند مشابه آن قرار داشته باشد به‌علت درز و شکاف فراوان و تخلخل زیاد جدیدترین سنگ مخزن نفت محسوب می‌شود. به‌همین دلیل بوسیله زمین شناسان شرکت نفت "دقیقا" مورد مطالعه قرار گرفته است.

به‌علت مقاومت و سختی خاص آهک‌های آسماری، این تشکیلات ارتفاعات و بخش‌های مقاوم منطقه زاگرس چنین خورده را تشکیل می‌دهد و غالبا "پوشش خارجی ناقه‌بیس‌های طویل پشت نهنگی را به‌وجود می‌آورد.

در جنوب لرستان رسوبات تبخیری بخش کلهر جانشین بخش زیرین سازند آسماری شده است. در منطقه خوزستان نیز احتمالا "همین وضع وجود دارد.

در ناحیه فارس از شمال غرب به‌طرف جنوب شرق، گچساران به‌تدریج جانشین قسمت فوقانی سازند آسماری می‌شود، ولی بخش قاعده‌ای سازند مزبور معمولا "افق زمانی نسبتا" ثابتی را نشان می‌دهد.

در نزدیکی قشم و بندرعباس و سراسر جنوب شرقی فارس، سازند آسماری رفته‌رفته به‌طور جانبی با مارن‌های سازند پابده تداخل بین‌انگشتی دارد. بنابراین در مناطق مزبور، بخش‌های بالائی پابده با بخش‌های زیرین آسماری هم‌سن می‌شود، به‌نحوی که در شمال جزیره قشم حفاری‌های نفتی مستقیما "از سازند بالائی آسماری به‌داخل سازند پابده وارد می‌شود. سن کلی سازند آسماری از اولیگوسن تا میوسن آغازی تعیین شده است.

## ۲-۲- سازند گچساران

نام این سازند از میدان نفتی گچساران انتخاب شده که سازند مزبور در آن به‌خوبی گسترش دارد. سازند مزبور از نظر واتسون، جیمز و واینر در خوزستان به ۷ بخش تقسیم شده است، ولی در مناطق ساحلی فارس جیمز و واینر سازند گچساران را به سه بخش تقسیم کردند. بخش‌های هفت‌گانه عبارتند از:



**بخش ۱:** ضخامت آن ۳۹/۶ متر و به آن پوش سنگ یا Cap Rock گفته می شود.

**بخش ۲:** ضخامت آن ۱۱۳/۵ متر و اساساً شامل قشر ضخیم نمک است که در آن لایه هایی از انیدریت و آهک نازک لایه نیز دیده می شود.

**بخش ۳:** ضخامت آن ۲۲۵ متر و شامل دو قسمت است، نیمه زیرین از انیدریت و به طور فرعی از نمک است ولی در نیمه فوقانی آن تناوبی از انیدریت، لایه های نازک آهک و مارن دیده می شود.

**بخش ۴:** ضخامت آن ۸۳۴/۵ متر و شامل لایه های ضخیم نمک است که همراه با مارن و آهک خاکستری یا انیدریت تشکیل دهنده عمده این بخش محسوب می شود.

**بخش ۵:** ضخامت آن ۳۰۸ متر است و در آن تناوبی از انیدریت با مارن های قرمز تا خاکستری دیده می شود.

**بخش ۶:** ضخامت ۲۷۸ متر دارد، ولی حدود ۱۰۳ متر ابتدای آن تناوبی از انیدریت با مارن قرمز و آهک وجود دارد.

**بخش ۷:** به ضخامت ۱۳۷ متر که به طور هم شیب به وسیله سازند میشان پوشیده می شود و عبارت است از تناوبی از انیدریت، مارن خاکستری و آهک ماسه ای.

بخش های سه گانه سازند گچساران در فارس ساحلی عبارتند از: بخش چهل، چمپه و مل.

**بخش چهل:** در واقع بخش زیرین سازند گچساران است که تنها در ناحیه فارس دیده می شود. مقطع نمونه در تنگ چهل در کوه گچستان، ۶۴ کیلومتری بندر لنگه است. ضخامت آن ۲۹۶ متر شامل انیدریت و گچ حاوی آهک و مارن نازک لایه می باشد.

**بخش چمپه:** به ضخامت ۱۱۰ متر در ۶۴ کیلومتری شمال شرق بندر لنگه دیده می شود و از نظر لیتولوژی شامل مارن گچ دار خاکستری تا قرمز و گچ نودولی می باشد.



بخش مل: به ضخامت ۵۲/۳ متر در کوه سفید ناحیه فارس دیده می شود و از نظر لیتولوژی شامل مارن های گچ دار قرمز تا خاکستری متمایل به سبز است.

به طور کلی براساس فسیل های موجود سن سازند گچساران میوسن آغازی تعیین شده است. از نظر گسترش جغرافیائی، همانطور که قبلاً ذکر شد، سازند گچساران سنگ های پوششی سنگ مخزن نفت آسماری محسوب می شود.

سازند گچساران در حوضه هائی که روند شمال غرب - جنوب شرق داشته اند تهنشین شده است که میدان های نفتی لالی مسجد سلیمان و گچساران فعلی در مرکز این حوزه ها قرار دارند. هر قدر از سمت مرکز این حوضه به سمت شمال شرق حرکت کنیم، رسوبات تبخیری سازند گچساران به لایه های قرمز سازند رازک تبدیل می شود.

همانطور که قبلاً ذکر شد، در خوزستان سن سازند آسماری و گچساران متفاوت است ولی به طرف فارس سن گچساران مرتباً قدیمی تر شده و از ضخامت آن کاسته می شود تا آنکه در مشرق شیراز سازند تبخیری گچساران در جهت جانبی به لایه های قرمز و آهک های لایه نازک سازند رازک مبدل می شود.



## پهچتن سوم : زمین شناسی ذغال سنگ

## ۳-۱- خاستگاه و پیدایش ذغال سنگ

ذغال سنگ‌ها، مواد رسوبی و سوختی هستند که از فراهم آمدن بازمانده‌های گیاهی در مرداب‌های خشکی‌ها و یا در کرانه‌های دریا و در اثر فرآیندهای دگرگونی که با انجام واکنش‌های شیمیائی توسط باکتری‌ها، همراه با فشارهای کوهزائی و سنگینی رسوبات مرتبط است، پس از تغییرات شیمیائی، فیزیکی و بیولوژیکی پدید می‌آیند. این تغییرات را ذغال‌سنگ شدن<sup>۱</sup> می‌نامند.

طبق شواهدی که در دست است می‌توان روی تمامی ذغال‌سنگ‌های جهان، صرف نظر از زمان‌های تشکیل آنها، تنه و ساقه گیاهان را به‌صورت فسیل مشاهده کرد.<sup>۲</sup>

از آنجا که عنصر اکسیژن عامل ادامه حیات جانداران است، بنابراین برای تبدیل مواد آلی به جامد فسیلی عنصر اکسیژن مانع بزرگی است. بدین ترتیب مدفون شدن بقایای گیاهان و دورماندن آنها از اکسیژن شرط اولیه و اساسی در تشکیل ذغال‌سنگ می‌باشد. محل‌های تشکیل ذغال‌سنگ‌ها را تورب‌زار می‌گویند. برای تشکیل مرداب‌های تورب شرایط زیر لازم است:

## ۳-۱-۱- وجود بازمانده‌های گیاهان فراوان

گونگونی و فراوانی گیاهان در دوره‌های مختلف زمین شناسی متفاوت بوده است. در دوره‌هایی که از این نقطه نظر شرایط مناسبی وجود داشته، لایه‌های ذغال‌سنگ بیشتر تشکیل شده است. از دوران پرکامبرین بازمانده‌های گیاهان نخستین و جلبک‌ها، لایه‌های بسیار نازک ذغال‌سنگ انتراسیت در *الهورون*<sup>۳</sup> میشیگان را به‌وجود آورده‌اند. کهن‌ترین ذغال‌سنگ واقعی در دونین میانی و پس‌ن تشکیل شده است که در قزاقستان در حوضه کوزنتسک و جزایر خرس‌ها در اسکاندیناوی مشاهده گردیده است. در دوره کربونیفر پوشش گیاهی کامل در بخش بزرگی از زمین وجود داشته است و مهمترین ذخایر ذغال سنگ‌های دنیا در این دوره تشکیل شده است. در دوران مزوزوئیک و

<sup>۱</sup>-Coalification.

<sup>۲</sup>- به‌عنوان مثال در نوبل شماره-۱۹ معدن شاهرود بنده کامل درختی که بر روی لایه ضخیم ذغال‌نقش بسته بود مشاهده گردید.

<sup>۳</sup>-Al, Horon.



بویژه در ژوراسیک مجدداً با رویش نسبتاً زیاد گیاهان مواجه هستیم. در کرتاسه وضعیت چندان مناسبی وجود نداشته است. شرایط رشد گیاهان در ترسیر بار دیگر فراهم شده است.

### ۳-۱-۲- آب و هوا

شرایط آب و هوا به نوبه خود دارای پیچیدگی هائی است. مسلماً شرط اساسی وجود رطوبت، ریزش های جوی و گرمای مناسب است. در هوای گرم تجزیه بازمانده های گیاهی سریع تر صورت می گیرد. افزون بر این از آنجا که تبخیر زیاد امکان بیرون ماندن بخش هایی از مرداب از آب را بوجود می آورد و این امر به ذغال سنگ زائی آسیب می رساند، بنابراین ریزش های جوی بسنده و گرمای مناسب باید هم زمان وجود داشته باشد. باران، غلظت مرداب را در میزان لازم نگاه داشته و از مسمومیت محیط که مانع فعالیت باکتری های غیرهوازی می باشد، می کاهد. باران های کم نیز سبب پائین آمدن سطح آب و در نتیجه دخالت اکسیژن در جریان تجزیه می شود. بنابراین ورود آب به مرداب باید در مناسب ترین وضع ممکن باشد. در مناطق نسبتاً سرد و یا کمی معتدل تجزیه گیاهی به کندی پیش می رود، ته نشینت بازمانده های گیاهی در مرداب به علت نبود گرمای کافی آهسته صورت می گیرد و آرامش در روند تجزیه بازمانده های گیاهی، مناسب تر از تجزیه سریع در اثر گرمای زیاد برای تشکیل ذغال سنگ است. رشد تورب زارها در مناطق معتدل در حدود ۰/۵ تا ۱ میلیمتر و تورب زارهای مرتفع ۱ الی ۲ میلی متر در سال می باشد. در مناطق نیمه استوائی مثل باتلاق های فلوریدا در حدود ۱/۳ میلیمتر و در مناطق استوائی نسبتاً سریع و به حدود ۳ الی ۴ میلیمتر در سال می رسد.

### ۳-۱-۳- تجزیه بازمانده های گیاهی

تجزیه بازمانده های گیاهی، به صورت تجزیه کامل، تجزیه نیمه کامل، تجزیه منجر به تشکیل تورب و یا تجزیه بدون دخالت اکسیژن (بیتومین زائی) است. در تجزیه کامل، ماده گیاهی سرانجام به گاز کربنیک و آب تبدیل می شود، به طوری که از ماده نخستین چیز دیگری بر جای نمی ماند. در تجزیه کامل تحت اثر دخالت ناقص اکسیژن در محیط مقداری از ماده گیاهی باقی مانده و بقیه به گاز تبدیل می شود. در تورب زائی مقدار اکسیژن کم است و پس از تمام شدن آن، تجزیه بدون این



عنصر ادامه می‌یابد و تورب درست می‌شود. در مرحله آخر یعنی بیتومین‌زائی هیچگونه دخالتی از اکسیژن دیده نمی‌شود. تجزیه نیمه کامل و تورب‌زائی در حقیقت آغاز دگرگونی ذغال‌سنگ است. چنانچه مواد گیاهی مرده، توسط آب و یا رسوب‌ها از اثر هوا محفوظ‌نمانند در این صورت به‌طور کامل تجزیه می‌شوند. فارچ‌ها و باکتری‌ها مجدداً آنها را به‌موادی تبدیل می‌کنند که از آنها به‌وجود آمده‌اند، یعنی آب و گاز کربنیک، خاک‌ها و یا سنگ‌هائی با ضخامت زیاد با ماده گیاهی دیده شده‌اند که روی آنها اثری از ذغال‌نیست زیرا تجزیه کامل بوده است. تنها در صورتی تورب می‌تواند به‌شکل توده‌ای سبتر در آید و حفظ شود که کف مرداب پایین برود و یا سطح آب بالا بیاید و ماده گیاهی انباشته شده از تأثیر اکسیژن هوا محفوظ بماند. بنابراین پایین رفتن تکنونیک کف مرداب‌ها به‌طور هماهنگ شرط سوم و حایز اهمیت برای دگرگونی و به‌وجود آمدن ذغال‌سنگ است. اگر کف به‌آهستگی پائین برود در این صورت پوشش آب گاه‌یگاه می‌تواند تکامل نیابد و همه و یا قسمتی از ماده گیاهی مرده در معرض هوا قرار گرفته و تجزیه کامل شود. اگر کف مرداب به‌تندی پائین برود فراهم آمدن مواد توربی با آن هماهنگ نبوده، ارتفاع آب خیلی زیاد می‌شود و مواد توربی به‌ماسه و رس آغشته و به‌اصطلاح (خفه) می‌شوند. بنابراین حالت خاصی باید پدید آید که در آن پائین رفتن کف با فراهم آمدن مواد گیاهی و خارج نشدن آنها از سطح آب مرداب هماهنگ باشد. مواد گیاهی تورب توسط گیاهان تازه‌ای که روی آنها رسوب می‌کنند حفظ می‌شود و از تجزیه‌هوازی جلوگیری می‌شود. زیرا هوا و آب اکسیژن‌دار به‌سختی از مجتمع گیاهی می‌گذرد. تورب به‌مرور رسیده‌تر می‌شود و هرچه در عمق بیشتری قرار گرفته باشد، سیاه‌تر و فشرده‌تر می‌گردد، با وجود این، تخلخل خوبی دارد. در اغلب سازندهای زمین‌شناسی تورب‌های کم و بیش تجزیه شده وجود دارد.

### ۳-۲- دگرگونی و تشکیل ذغال‌سنگ

جریان دگرگونی در ذغال‌سنگ شدگی شامل دو فاز بیوشیمیائی و ژئوشیمیائی می‌شود. فاز بیوشیمیائی، تجزیه نیمه کامل، تورب‌زائی و بیتومین‌زائی است که در زیر به‌شرح بیشتر آن می‌پردازیم.



## ۳-۲-۱- فاز بیوشیمی دگرگونی

مواد گیاهی که به طور کلی از ۷۰٪ سلولز (بیشتر از ۴۵٪ کربن ندارد)، ۲۵٪ لینین<sup>۴</sup> (بیشتر از ۶۰٪ کربن دارد) و ۵ تا ۱۵ درصد مواد سپیده‌ای به وجود می‌آیند. ترکیب اصلی مواد سازنده گیاهان پالئوزوئیک تا امروز ثابت مانده است. از این نظر خانواده‌های مختلف گیاهی در دگرگونی و تغییرات بزرگ آن یکسان بوده‌اند. ذغال‌سنگ‌هایی که در کربنیفر بالا، کرتاسه بالا و یا ائوسن دیده شده‌اند، با این که از رده‌های مختلف گیاهی بوده‌اند، ترکیب شیمیایی کاملاً یکسانی دارند. فرآورده تغییرات شیمیایی جزئی در ذغال‌سنگ‌های نارس به علت نوع و تجزیه آنها در تورب است. ولی دیگر ذغال‌سنگ‌ها را جریان دگرگونی به وجود می‌آورد. بنابراین وجه تمایز ذغال سنگ‌ها نخست به درجه دگرگونی آنها و دوم به ترکیب پتروگرافی آنها وابسته است. همانندی ترکیب شیمیایی گیاهان در زمان‌های مختلف زمین شناسی پایه و اساس این اندیشه را تشکیل می‌دهد که در تمام پژوهش‌های مربوط به ذغال سنگ تعیین درجه دگرگونی را در مرتبه نخست اهمیت قرار دهیم. در فاز بیوشیمیایی، مهمترین تغییرات تشکیل هوموس و تورب می‌باشد. زیرا ذغال‌سنگ قهوه‌ای لینیت و ذغال‌سنگ بیشتر از ۸۰٪ از مواد هوموس دار تشکیل شده است. ساخته شدن هوموس تحت تأثیر اکسیژن هوا صورت می‌گیرد. مواد گیاهی توسط قارچ‌ها و باکتری‌ها تجزیه شده و تغییر شکل می‌دهند. ابتدا پروتئین‌ها از بین می‌رود، پس از آن سلولزها که به آسانی مورد حمله قرار می‌گیرند. قارچ‌های ساپروفیت و پارازیت (تغذیه کننده مواد آلی گندیده) نه تنها با سوراخ کردن بافت‌ها به طور مکانیکی آنها را تغییر شکل می‌دهند، بلکه هر قارچی که در بافت گیاهی نفوذ می‌کند با ترشح ماده حلال آنزیم دیواره آن را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در فاز بیوشیمی ذغال‌سنگ‌زائی، تورب، بیتومین و ذغال‌سنگ قهوه‌ای تشکیل می‌شود که فرآیندهای وابسته به آن در زیر شرح داده شده است.

<sup>۴</sup>-Lignine.





## ۳-۲-۲- تورب زائی

نخستین فاز دگرگونی بیوشیمیائی، فوزینیتی شدن<sup>۵</sup> است. در مقاطع میکروسکوپی خیلی ضخیم اثر دگرگونی تورب زائی به صورت تشکیل میکروینیت، نیمه فوزینیت، فوزینیت و فوزینیت تجزیه شده<sup>۶</sup> به خوبی دیده می شود. در تورب زائی دیواره بافتها به طور قابل ملاحظه ای نازک می شوند. در تورب محلولهای کلونیدی ساخته می شوند که اسیدهای هوموس و فرآوردههای اکسیداسیون ترکیب کلی آن را تشکیل می دهند. از این محلولها که (آبهای سیاه رنگ) نیز نامیده می شوند دلمه (ژلههای) هوموس به وجود می آید که شکاف و حفرهها را پر می کند. سلولز موجود در گیاه کاملاً<sup>۷</sup> توسط باکتریهای ناهوازی تجزیه می گردد. فعالیت باکتریها با pH مرداب نسبت مستقیم دارد. از آنجا که زندگی باکتریها به درجه اسیدی بودن تورب بستگی دارد، بالا و پائین رفتن آن مستقیماً<sup>۸</sup> در تجزیه اثر می گذارد. تا عمق سی سانتیمتر در تورب، باکتریهای هوازی زندگی می کنند. ناهوازیها تا ۱۲۰ سانتیمتری و موجودات ردههای میان قارچی و باکتریها تا ۱۵۰ سانتیمتری هستند. پایین تر از این عمق ناهوازیها از بین می روند.

لینین در مجاورت هوا از راه اکسیداسیون به اسیدهای اکسی کربن طبیعی تغییر شکل می دهد. قارچهای تجزیه کننده لینین در ذغال سنگهای پرمین-کربنیفر، مزوزوئیک و ترسیر وجود داشته اند و آثار فسیلی آنها را/اسکروتینیت<sup>۷</sup> می نامند.

## ۳-۲-۳- بیتومین زائی

به جز تجزیه کامل و تورب زائی که به تشکیل ذغال سنگهای هومیک<sup>۸</sup> می انجامد، نوعی دیگر از تغییر شکل مواد گیاهی (بیتومین زائی) و یا به وجود آمدن ذغال سنگ بیتومین است. مشخص کننده تغییر شکل بیتومینی، لایه بندی ظریف ذغال سنگ است که تنها در آبهای کاملاً<sup>۹</sup> راکد می تواند به وجود آید. مواد بیتومینی، که تغییرات وابسته به آن را پشت سر گذاشته اند، در کف دریاچهها در محیط اکسیژن دار به آرامی رسوب می کنند. برعکس شرایط تشکیل هوموس که

<sup>۵</sup> -Fusination.

<sup>۶</sup> -Semifusinite Micrinte.

<sup>۷</sup> -Scrutinite.

<sup>۸</sup> -Sapropel Coal.





## ۳-۳- فاز ژئوشیمیائی دگرگونی

## ۳-۳-۱- تشکیل ذغال سنگ قهوه‌ای سخت

لزومی ندارد که فاز بیوشیمی دگرگونی گیاهان به پایان خود برسد. این فاز ممکن است در نیمه راه تغییرات، به فاز ژئوشیمی تبدیل شود.

ذغال سنگ قهوه‌ای نرم از ثبوت نسبی بیشتری برخوردار است. نظریه کلی این است که عامل اصلی برای ادامه دگرگونی و تشدید آن حرارت داخلی زمین است. به مرور با پائین آمدن دما در کلیه فضاهای بین سلولی و منافذ، یک نوع ماده دلمه (ژله) مانند از از هوموس رسوب می کند که به نام کلینیت<sup>۱۲</sup> معروف است. این رسوب گذاری ذغال سنگ قهوه‌ای نرم را ژلیفیکاسیون<sup>۱۳</sup> می نامیم. ژلیفیکاسیون سرآغاز دگرگونی ذغال سنگ در فاز بیوشیمی یعنی جریان اساسی تشکیل ذغال سنگ قهوه‌ای سخت است. در تصاویر میکروسکوپی، ذغال سنگ قهوه‌ای سخت فاقد منافذ خالی است. این ژله‌ای شده و تراکم پس از آن، ساخت و بافت گیاهی ناواضح تر و تمامی زمینه هم شکل می شود. با ایجاد ذغال سنگ قهوه‌ای سخت انعکاس نور از سطح صیقلی شده آن قوی تر شده، درخشندگی آن نیز افزایش می یابد که در این حالت آن را ذغال سنگ قهوه‌ای درخشان می نامند.

ذغال سنگ‌های قهوه‌ای سخت در نقاطی از سطح زمین از راه دگرگونی گرمائی تغییر شکل یافته اند. گرمای ناشی از توده‌های نفوذی نزدیک سطح زمین و مدت آن در این نوع دگرگونی بسیار کارساز است. متامرفیسم گرمائی ذغال سنگ قهوه‌ای نرم تا آنجا می تواند ادامه یابد که حتی به ذغال سنگ و آنتراسیت تبدیل شود.

## ۳-۴- رخساره رسوب ذغال سنگ دار و لایه‌های راهنما

## ۳-۴-۱- رسوبات دریائی

بی گمان از بهترین چینه‌ها یا لایه‌های کلیدی رخساره‌های دریائی می باشند که با انواع فسیل‌ها مشخص می شوند. همیشه مجموعه فسیل‌های یک بخش از لایه‌ها و چینه‌های رسوبی نماینده آن است که هر پیشرفتگی دریا همراه با کمی تغییرات فسیل‌ها نیز هست. نه تنها فسیل‌های دریائی، بلکه

<sup>12</sup> -Colinite.

<sup>13</sup> -Gelification.



مشخصات پتروگرافی این افق‌ها که معمولاً "زود قابل شناسائی است، همچنین آزمایش‌های شیمیائی نیز اختلاف لایه‌های دریائی و غیردریائی را مشخص می‌کند. ثابت شده است که وجود اسیدهای آمینه (سفید=پروتئیدها) رسوبات با رخساره آنها مرتبط است. لایه‌های دریائی دارای اسیدهای آمینه بیشتری در مقابل با رسوبات دریاچه‌ای شیرین هستند. رسوبات دریائی همچنین دارای رادیو اکتیویته بیشتری نسبت به ته‌نشست‌های دریاچه‌ای شیرین است.

### ۳-۴-۲- کنگلومرا

چینه‌های کنگلومرا شامل کنگلومرا با دانه‌های کوارتز، شیل یا شیست آهن‌دار و شیل‌های آمیخته تقریباً "گسترش زیادتری نسبت به بقیه طبقات رسوبی دارند و بیشتر به‌عنوان طبقات کلیدی ارزشمند به‌شمار می‌روند. عیب طبقات کنگلومرانی فقدان فسیل است.

### ۳-۴-۳- لایه‌های راهنما با فسیل‌های گیاهی

فسیل شناسان گیاهی معتقدند برای رده‌بندی طبقات نمی‌توان یک نوع فسیل گیاهی را ملاک قرار داد، بلکه باید مجموعه‌ای از آنها را برای یک لایه ذغال سنگ در نظر گرفت. گاهی می‌توان استثناء یک فسیل گیاهی مشخص را برای این منظور به‌کار برد. لایه‌های فسیل‌دار گیاهی معمولاً "در کمر بالای لایه ذغال‌سنگ‌اند. افق‌های فسیل گیاهی کربونیفر، این احتمال را می‌دهند که قبول کنیم مرداب‌ها از انواع گیاهان مختلف پر نشده‌اند، بلکه بیش از یک خانواده گیاهی به‌خصوصی در مرداب نیروییده است.

### ۳-۴-۴- سیکلوتما

از آنجا که ماکروفسیل‌ها غالباً "فراوان نیستند، برای رده‌بندی لایه‌ها، به‌ناچار سنگ‌های مجاور را بررسی می‌کنند. به‌جز کنگلومرا که در بالا اشاره شد، می‌توان انواع ماسه سنگ را در رسوبات ذغال‌سنگ‌دار به‌طریق زیر تقسیم‌بندی کرد. دانه‌بندی ریز، دانه‌بندی میانه و دانه‌بندی درشت، ماسه سنگ ریز دانه، شیل‌های ماسه‌ای، شیل‌های بیتومین‌دار یا آهن‌دار و شیل‌هایی با گره‌های آهنی. ماسه



سنگ‌ها برای پیوند دادن لایه‌ها به یکدیگر همیشه سودمند می‌باشند. گاهی شیل‌های ورمیکولر<sup>۱۴</sup> لایه‌های کلیدی خوبی بوده، نشان دهنده چرخه‌های رسوبگذاری دریائی و نیمه‌دریائی می‌باشند. باید به یاد داشت که معمولاً یک طرفه نمی‌تواند از نظر چینه‌شناسی رسوب شناسی به‌عنوان راهنما به کار رود، بلکه از یک مجموعه متناوب می‌توان برای پیوند چینه‌های نظیر هم استفاده کرد. از این رو لایه‌ها را به سیکلوت‌ها رده‌بندی کرده‌اند، که به نوبه خود آنها نیز به واحدهای بزرگ‌تر مگاسیکلوت‌م دسته‌بندی می‌شوند. به وجود آمدن این سیکلوت‌ها با نوسانات سطح دریا توجیه می‌گردد.

سیکلوت‌ها را به علت تغییر رخساره آنها نمی‌توان در فضای بزرگ به کار برد. روش دیگر که معمولاً بسیار نتیجه خوبی می‌دهد، منحنی‌های ژئوفیزیکی حاصل از چاه‌هایی است که در مناطق زغال سنگ خیز حفر می‌شوند.

### ۳-۴-۵- میکروفسیل‌ها

میکروفسیل‌ها برای بررسی چینه‌شناسی می‌توانند سودمند واقع شوند. میکروفسیل‌ها در رخساره‌های به‌خصوصی پیدا می‌شوند و همچنین برای پیدا کردن طبقات، راهنمای خوبی است. میکروفسیل‌های اصلی استراکدها، فرامینی‌فرها و کنودونت‌ها می‌باشند. میکروفسیل‌ها را حتی با چشم غیر مسلح به‌صورت برآمدگی‌های کوچک روی سنگ‌های شیلی می‌توان دید.

### ۳-۵- نکاتی درباره زغال سنگ

#### ۳-۵-۱- شناسائی و وابستگی لایه‌های زغال سنگ

اساساً دو راه برای شناسائی لایه زغال سنگی وجود دارد. یا باید ضخامت و رخساره لایه در برگیرنده زغال سنگ را مورد استفاده قرار داد و یا اینکه رخساره خود لایه زغال سنگ را بررسی کرد. بهترین سنگ‌های رسوبی که برای مقایسه و تعیین ارتباط به کار می‌روند رسوبات دریائی می‌باشد.

<sup>14</sup>-Vermicular.



### ۳-۵-۲- گازهای همراه ذغال سنگها

رگه‌های دست نخورده ذغال سنگ حاوی مقادیر قابل توجهی متان است. تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه، بویژه در رابطه با مسایل ایمنی کار در معدن، صورت گرفته است. به هنگام معدن کاری مقداری از متان ذغال سنگ آزاد می‌شود. ذغال سنگ استخراج شده محتوی کسری از متان اولیه است. این مقدار در حین خرد کردن ذغال سنگ و یا در طی نگهداری در محیط حذف می‌شود. بررسی‌های دقیقی که بر روی نمونه‌های ذغال سنگ بعد از آسیاب شدن صورت گرفته است، نشان می‌دهد که مقدار گاز خارج شده مستقل از دما می‌باشد. گازهای خارج شده از نمونه‌ای ذغال سنگ در جدول (۱-۳) درج شده است.

جدول (۱-۳): درصد گازهای خارج شده از یک نمونه ذغال سنگ.

زمان آسیاب کردن (ساعت)	۱/۵	۴	۴	۴/۵	۷	۱۰	۲۰/۵
دما (درجه سانتیگراد)	محیط	محیط	۲۸	محیط	۵ ساعت در ۱۷ و ۲ ساعت در ۳۸	محیط	محیط
گاز خارج شده (سانتیمتر مکعب) از هر ۱۰۰ گرم ذغال سنگ							
ترکیب درصد گاز							
CO <sub>2</sub>	۱/۷	۵/۳	۷/۴	۸/۸	۴/۲	۲	۵/۲
CO	۱/۴	۱	۰/۳	۰/۷	۰/۵	۰/۵	۰/۵
H <sub>2</sub>	۱/۵	۳/۶	۲/۵	۳/۷	۲	۳	۲/۷
CH <sub>4</sub>	۹۳/۸	۸۹/۳	۸۸/۶	۸۵/۲	۹۱/۱	۹۳/۵	۹۰/۸
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	۰/۷	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۰/۲	۰/۹	۰/۸
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	۰	۰/۴	۰/۶	۰/۸	—	۰/۱	۰

### ۳-۵-۳- طبقه بندی ذغال سنگها

ذغال سنگها بر اساس اینکه در محل اولیه خود باقی مانده باشند و یا پس از انتقال به محل دیگر به وجود آمده باشند به ترتیب به ذغال سنگهای برجا و نابرجا تقسیم می‌شوند. تمامی رگه‌های با ارزش ذغال سنگ از نوع اول می‌باشند.



ذغال سنگ‌ها بر حسب درجه دگرگونی آنها به انواع زیر تقسیم‌بندی می‌شوند، که به تقسیم‌بندی آمریکائی معروف است.

۱- ذغال نارس: این ذغال سرآغاز تحول سلولز به ذغال سنگ است. مقدار رطوبت آن زیاد و گاهی تا ۶۰٪ است. از نظر تولید گرما از چوب پست‌تر است و خاکستر آن ۵/۵٪ است. ارزش حرارتی آن ۱۳۰۰ تا ۱۷۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم (Kcal/Kg) است. مقدار کربن در نمونه بدون آب و خاکستر آن حدود ۵ تا ۶٪ و اکسیژن آن حدود ۳۰ تا ۴۰ درصد است.

۲- ذغال سنگ: به سه دسته اصلی تقسیم‌بندی می‌شود.

۳- ذغال سنگ قهوه‌ای: ساختار آن الیافی و شبیه به چوب است و دارای ترکیب زیر می‌باشد:

C = ۶۶	H <sub>2</sub> = ۵/۵	O <sub>2</sub> = ۳۶/۵	۲/۲ = خاکستر
--------	----------------------	-----------------------	--------------

جاذب الرطوبه است و با شعله بلند و دودزائی می‌سوزد. ارزش حرارتی آن ۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم است. از تقطیر آن مقداری گاز، کک، بنزن، روغن‌های سنگین و آمونیاک به دست می‌آید.

۴- ذغال سنگ قیو دار: این ذغال سنگ به رنگ تیره و یا سیاه بوده و سنگین‌تر از ذغال سنگ قهوه‌ای می‌باشد، به صورت لایه لایه با جلای متفاوت دیده می‌شود. با شعله زرد رنگ و بوی قیر می‌سوزد. ارزش حرارتی این ذغال ۷۰۰۰ تا ۸۵۰۰ کیلو کالری بر کیلوگرم است. خاکستر آن ۵ تا ۱۰٪ و رطوبت آن ۵ تا ۸٪ است. مصرف این ذغال سنگ بیشتر از تمام انواع آن است.

۵- ذغال سنگ درخشان یا آنتراسیت: این ذغال سنگ سخت‌تر و محکم‌تر از انواع ذغال سنگ است. رنگ آن سیاه دارای جلای ویژه است که در اثر مالش دست را کمی سیاه می‌کند.



این ذغال خاصیت کک دهی<sup>۱۵</sup> نداشته و پس از احتراق به صورت پودر در می آید. ارزش حرارتی ۵۰۰۰ تا ۶۵۰۰ کیلو کالری بر کیلو گرم دارد. بدون دودزایی می سوزد. کربن آن تا ۹۳٪ و مواد فرار به ندرت از ۸٪ تجاوز می کند.

طبقه بندی های دیگری نیز وجود دارد مانند طبقه بندی آلمانی که بر مبنای قابلیت کک دهی، درصد مواد فرار و مشخصات پخت است. اساس طبقه بندی روسی بر مبنای مواد فرار و کربن ثابت می باشد.

۱۵- ذغال سنگ ها در اثر سوختن دو رفتار متفاوت دارند. اگر هنگام سوختن حالت خمیری به خود بگیرند، در حدود ۹۰۰ درجه سانتیگراد مواد فرار خود را از دست می دهند و به جسم سیاه و سختی به نام کک تبدیل می شوند. این خاصیت کک دهی نام دارد. دسته دیگر در اثر سوختن بدون این که حالت خمیری به خود بگیرند باقیمانده پودرمانندی بر جای می گذارند.





## بخش چهارم: روش شناسی

۴-۱- مقدمه‌ای بر روش سونداژ الکتریکي قائم (VES)<sup>16</sup>

یکی از روشهای مرسوم مطالعات ژئوالکتریکي روش سونداژ الکتریکي قائم می‌باشد که در آن با افزایش طول الکترودهای جریان اعماق بیشتری مورد مطالعه قرار می‌گیرد. آرایش‌های الکترودی گوناگونی در این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد که از رایج‌ترین آنها می‌توان به آرایه شلومبرژه اشاره نمود که ویژگی بارز آن طول خیلی کمتر الکترودهای اندازه‌گیر MN نسبت به طول الکترودهای جریان AB می‌باشد. با توجه به همین خصوصیت، مقادیر اندازه‌گیری شده توسط این روش، کمتر تحت تاثیر تغییرات جانبی مقاومت الکتریکي<sup>17</sup> قرار گرفته و بیشتر نسبت به عمق تغییرات رفتار منحنی مقاومت الکتریکي ظاهری<sup>18</sup> سنجیده و بررسی می‌گردد. در چنین حالتی زمین شبیه مدلی با لایه‌های افقی فرض می‌شود که مقاومت ویژه الکتریکي<sup>19</sup> آن در طول یک لایه ثابت است و از لایه‌ای به لایه دیگر به صورت منفصل تغییر می‌کند. چنین مدلی اصطلاحاً به نام «بصورت بخشی<sup>20</sup> پیوسته» نامیده می‌شود و پارامترهای آن  $H_1$  (ضخامت لایه)،  $\rho_1$  (مقاومت الکتریکي لایه) می‌باشد. عبارت دیگر می‌توان با معلوم بودن پارامترهای ضخامت و مقاومت الکتریکي، منحنی مقاومت الکتریکي ظاهری را نسبت به فاصله الکترودی ترسیم نمود. تابع مقاومت الکتریکي ظاهری تحت

$$\rho_a = E\pi r^2 / I \quad (1)$$

رابطه زیر با شدت میدان الکتریکي می‌باشد:

که در آن  $r = AB/2$  (برابر نصف طول الکترودهای جریان) و  $I$  جریان خروجی بر حسب آمپر

(یا میلی‌آمپر) می‌باشد. از آنجا که بردار:

$$\bar{E}_x = -\frac{\partial u}{\partial x} \quad (2)$$

<sup>16</sup>- Vertical Electrical Sounding

<sup>17</sup>- Resistivity (Ohm.m)

<sup>18</sup>- Apparent Resistivity (Ohm.m)

<sup>20</sup>- Segment

<sup>19</sup>- در این گزارش، مقاومت ویژه الکتریکي و مقاومت الکتریکي دارای یک مفهوم می‌باشند.



می باشد، لذا در عمل تغییرات پتانسیل الکتریکی  $\Delta u$  (بر حسب ولت یا میلی ولت) در طول  $X$  (فاصله بین الکترودهای اندازه گیر  $MN$ ) اندازه گیری شده و معادل بردار شدت میدان الکتریکی در نظر گرفته می شوند. بدیهی است که هرچه این فاصله ( $X$ ) کمتر شود، بیشتر به تعریف ریاضی دیفرانسیل پتانسیل الکتریکی نزدیک شده و دقت بالاتر خواهد بود. محدودیت حاکم در این مورد توان دستگاهی و وجود جریان های خطا در زمین می باشد. برای یک مدل دو لایه با مقاومت الکتریکی  $\rho_1$  و  $\rho_2$  و ضخامت لایه اول  $h_1$  منحنی مقاومت الکتریکی ظاهری از طریق حل روش تصویر آینه ای به صورت زیر خواهد بود:

$$\rho_a = \rho_1 \left\{ 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} K_{12}^n r^3 / [r^2 + (2nh_1)^2]^{3/2} \right\} \quad (3)$$

که در آن  $K_{12} = \rho_2 - \rho_1 / \rho_2 + \rho_1$  می باشد. منحنی های مقاومت الکتریکی بدست آمده از این رابطه وقتی نسبت به  $\rho_1$  رسم شوند به نام آباک های دو لایه مرسومند که در تفسیر منحنی های صحرائی می توانند مورد استفاده قرار گیرند. ولی از آنجا که منحنی های صحرائی با منحنی های آباک برآزش می شوند، اغلب دو لایه نبوده و تحت تاثیر مقاومت الکتریکی لایه های پایینتر (لایه سوم و چهارم و ...) نیز قرار می گیرند، لذا باید تصحیح گردند که این عمل نیز توسط منحنی های استاندارد دیگر که به نام های  $A$  و  $K$  و  $H$  و  $Q$  معروفند صورت می گیرد. این روش تفسیر هر چند سالیان متمادی مورد استفاده ژئوفیزیکست ها بوده ولی با توجه به ویژگی آن (طولانی بودن مدت تفسیر)، دقت پایین (به دلیل طول کم قسمتهایی از منحنی های سونداژ صحرائی که با منحنی آباک مورد برآزش<sup>21</sup> قرار می گیرد و همچنین امکان برآزش آن قسمت از شاخه منحنی صحرائی با چند شاخه از منحنی های آباک) و در نظر نگرفتن اصل برابری، دارای کاستی های عمده است. لذا، برگردان 1-D کامپیوتری روشی است که امروزه بیشتر به آن روی آورده شده است.

#### ۲-۴- اساس تفسیر منحنی های سونداژ الکتریکی با استفاده از رایانه

رابطه ریاضی حاکم بر یک مدل چند لایه به این صورت تعریف می شود:



$$\rho_a(r) = \rho_1 \left[ 1 + r^2 \int_0^{\infty} R_n(\lambda) J_1(\lambda r) d\lambda \right] \quad (4)$$

که در آن :

$\lambda$ : فرکانس فضایی

$J_1(\lambda r)$ : تابع بسل از نوع اول و از مرتبه اول از  $(\lambda r)$

$R_n(\lambda)$ : تابع کرنل که وابسته به پارامترهای  $\rho_i$  و  $h_i$  و  $n$  تعداد لایه‌هاست

انتگرال (4) به انتگرال هنکل نیز معروف می‌باشد که برای حل رقمی آن با توجه به خاصیت بسیار

نوسانی تابع  $J_1(\lambda r)$  و میرایی بسیار کم آن از ضریب‌های خاص بنام فیلترهای مقاومت الکتریکی<sup>22</sup>

استفاده می‌شود و دقت محاسبات دقیقاً به تعیین دقیق ضرایب این فیلتر وابسته است. در عمل برای یک

منحنی سونداژ مدلی حدس زده می‌شود و منحنی تئوری برای آن رسم می‌شود. این منحنی تئوری با

منحنی صحرائی برازش می‌شود، خطای انطباق محاسبه و عملیات کمینه‌سازی<sup>23</sup> تابع خطا که بصورت

زیر تعریف می‌گردد:

$$\varphi = \sum_i^n (\rho_a^n - \rho_a^p / \delta)^2 \quad (5)$$

که در آن:

$\rho_a^n$ : داده‌های مقاومت الکتریکی تئوری

$\rho_a^p$ : داده‌های تجربی

$\delta$ : خطای استاندارد مورد قبول

آغاز می‌گردد تا خطای مورد قبول ( $\delta$ ) به دست آید. در آن صورت می‌توان گفت پردازش

داده‌های صحرائی انجام گرفته است. ولی از آنجا که ماهیت داده‌های ژئوفیزیکی یک تابع چند

جوابی است به‌چنین پردازشی نمی‌توان عنوان «تفسیر»<sup>24</sup> داد. در واقع تفسیر داده‌ها موقعی صورت

می‌گیرد که با استفاده از توابع کمکی که در واقع اطلاعات کمکی حاصل از مطالعات زمین‌شناسی،

گمانه‌ها، اطلاعات روی زمین و مواردی نظیر اینها بوده، تابع چند جوابی مقاومت الکتریکی به‌تابع

<sup>22</sup> Principle Equivalence

<sup>23</sup> Resistivity filters.

<sup>24</sup> Interpretation



که از نقطه نظر ریاضی تبدیل گردد و در آن صورت است که عملیات برگردان<sup>25</sup> داده‌های صحرایی دارای یک منطق ریاضی خواهد بود.

#### ۴-۳- تفسیر منحنی‌های صحرایی

انتخاب روش ژئوفیزیکی به خصوصیت ساختار هیدروژئولوژیکی و هدف از مطالعه آن وابسته است. تمامی روشهای ژئوفیزیکی در مطالعات هیدروژئولوژی به میزان متفاوت بکار گرفته می‌شوند. آمار نشان می‌دهد روشهای ژئوالکتریکی در تحقیقات آب زیرزمینی کاربرد بسیار وسیع‌تری دارند و از میان روشهای ژئوالکتریکی نیز، روشهای مقاومت ویژه<sup>26</sup> و بخصوص روش سونداژ الکتریکی قائم (V.E.S) در مطالعه هیدروژئولوژی حوزه‌های رسوبی مناسبتر تشخیص داده شده‌اند. آرایش شلومبرژه نیز، در میان آرایش‌های مختلفی که برای روش سونداژ الکتریکی قائم استفاده می‌شوند، در اکتشافات و ارزیابی آبهای زیرزمینی مناسبتر است.

آرایش شلومبرژه بعنوان عمومی‌ترین آرایش در مطالعات ژئوالکتریکی محسوب می‌شود. در این آرایش با زیاد کردن طول الکترودهای جریان، عمق نفوذ جریان بیشتر شده و عمقهای بیشتری مورد مطالعه قرار می‌گیرند. در برداشت صحرایی، مقاومت ظاهری در مقابل  $\frac{AB}{2}$  (نصف طول الکترودهای جریان) بر روی کاغذ log-log ترسیم می‌شود. منحنی بدست آمده بعنوان یک منحنی خام شلومبرژه محسوب می‌شود که اثر ناهمگنی‌های سطحی بر روی آن تأثیر زیادی داشته و ممکن است با بزرگ کردن طول الکترودهای جریان (AB) و یا الکترودهای پتانسیل (MN) بعلا ناهمگنی جانبی محیط اطراف الکترودها و یا خطا در اندازه‌گیری، نشت جریان (بعنوان مثال از طریق دکل‌های فشار قوی برق و یا لخت بودن سیم جریان و اتصال آن به زمین) شیب منحنی بدون اینکه ارتباطی به تغییر شرایط زیرسطحی و لایه‌های عمقی داشته باشد، تغییر کند. بویژه اگر این ناهمگنی بزرگ باشد (مثلا وجود یک دایک در کنار یکی از الکترودهای پتانسیل) اثر سطحی نیز بیشتر شده و می‌تواند ناهمگنی جانبی را بوضوح نشان دهد. این خطاهای سطحی<sup>27</sup> که در روش ژئوالکتریک (بویژه سونداژهای

<sup>25</sup>- Inversion

<sup>26</sup> - Resistivity

<sup>27</sup> - Noise



افقی) اثر زیادی بر شکل منحنی دارند، در منحنی‌های سونداژ شلومبرژه براحتی قابل تشخیص هستند. وجود ناهمگنی در کنار الکترودهای پتانسیل و جریان سبب ظاهر شدن اثرات سطحی و وجود یک ناهمگنی سطحی کوچک در کنار یکی از الکترودهای پتانسیل (M یا N) و قرارگیری آن در محیطی با مقاومت پایین‌تر نسبت به مرکز آرایش الکترودی (هنگام بزرگ کردن MN) باعث می‌شود نقاط اندازه‌گیری شده در MN های خاصی تغییر مکان<sup>28</sup> داده شوند. همچنین وجود یک ناهمگنی کوچک در کنار الکترودهای جریان A یا B نیز سبب آشفتگی کوچک و یا بزرگی در منحنی می‌شود. علاوه بر این در آرایش شلومبرژه فرض بر افقی بودن لایه‌ها و همگن بودن زمین از جوانب بوده بنابراین منحنی‌های V.E.S صحرائی باید آرام<sup>29</sup> شوند، یعنی اثرات سطحی ناشی از ناهمگنی جانبی، خطا در اندازه‌گیری، نشست جریان و سایر موارد را بر روی آن از بین برده و بعنوان محیطی که از جوانب همگن و لایه‌ها افقی هستند، تفسیر شوند.

پس از آرام‌سازی و وارد ساختن اعداد آرام‌شده به رایانه، منحنی‌ها تفسیر می‌شوند. تفسیر منحنی‌ها با هر نرم‌افزاری که انجام شود از ظرافت خاصی برخوردار بوده و برای انجام آن نکات بسیاری را باید رعایت نمود.

یکی از مسائل مشکل‌ساز در تفسیر منحنی‌های سونداژ اثر توپوگرافی سطحی زمین بر روی منحنی‌ها است. در محاسبات مقاومت ویژه فرض بر صاف بودن زمین است و این فرض می‌تواند سبب اختلافات زیادی بین پتانسیل‌های واقعی و پتانسیل محاسبه شده بشود. توپوگرافی باعث پخش جریان در نزدیک سطح شده و آنومالی‌های هادی یا مقاوم در داده‌های صحرائی پدید می‌آورد. وجود دو اصل برابری<sup>30</sup> و اختفاء<sup>31</sup> نیز سبب پیچیدگی تفسیر منحنی‌های سونداژ می‌شود. در اصل برابری تفکیک دو لایه با وجود متفاوت بودن ضخامت و مقاومت الکتریکی آنها لایه بدلیل تشابه مقاومت عرضی یا هدایت طولی مشکل است. در منحنی‌های نوع H ( $\rho_1 \gg \rho_2 \ll \rho_3$ ) و یا نوع A ( $\rho_2 \gg \rho_1 \gg \rho_3$ ) اگر ضخامت لایه دوم نسبتاً کم و هدایت طولی (نسبت ضخامت به مقاومت الکتریکی) آن در منحنی‌ها برابر باشد، منحنی‌های سونداژ مشابه ایجاد شده و ضخامت و مقاومت لایه دوم

28- Shift

29- Smooth

30- Equivalency

31- Suppression



غير قابل تشخیص خواهد شد (برابری توسط هدایت طولی) و نیز در منحنی های نوع  $K (R_1 < R_2 > R_3)$  و نوع  $Q (R_1 > R_2 > R_3)$  اگر ضخامت لایه دوم نسبتا کم و مقاومت عرضی (حاصل ضرب ضخامت در مقاومت الکتریکی) آن در منحنی ها برابر باشد در این صورت نیز منحنی ها تقریبا مشابه همدیگر بوده و تشخیص ضخامت و مقاومت لایه دوم مشکل می شود (برابری توسط مقاومت عرضی).

در اصل اختفاء که ممکن است در منحنی های نوع A یا Q اتفاق بیفتد، تشخیص لایه ای با ضخامت کم، که مقاومت ویژه آن حد واسط مقاومت ویژه لایه های دربرگیرنده آن باشد، مشکل می شود. این دو اصل باعث می شود که یک سفره چند لایه ای بصورت یک لایه تفسیر شوند و یا در یک سونداژ لایه آبدار قابل تشخیص نباشد. در چنین مواردی نمی توان فقط از منحنی های سونداژ این لایه ها را تشخیص داد و باید مقاطع زمین شناسی نیز در دسترس باشد. عملکرد این دو اصل باعث شده یک منحنی بیان کننده چندین مدل ژئوالکتریکی باشد که بهترین مدل بیان کننده شرایط واقعی زمین، از تطابق منحنی های سونداژ با اطلاعات زمین شناسی محل و لاگ چاهها و اطلاعات حفاری بدست می آید. بهمین دلیل در مرحله تفسیر هر پروفیل، ضخامت معلوم لایه ها در سونداژهای مجاور چاه ثابت گرفته و مقاومت آن لایه محاسبه می شود.

هر چند با وجود ناهمگنی های جانبی، تغییرات توپوگرافی سطح زمین و دو اصل اختفاء و برابری تفسیر یک بعدی نتایج درستی نمی دهد. اما تفسیر دوبعدی و سه بعدی نیز پیچیده بوده و عملا کاربرد آن با مشکلات فراوانی روبروست. از آنجا که تفسیر یک بعدی سریع است می تواند در جاهایی که تغییرات جانبی کم باشد بکار برده شود و یا از آن بعنوان یک ابزار اولیه برای تفاسیر دوبعدی و سه بعدی استفاده شود که در اینصورت باید تغییرات جانبی آرام شوند.

برای تفسیر و برگردان<sup>32</sup> داده های منحنی سونداژ الکتریکی نرم افزارهای کامپیوتری مختلفی وجود دارد که منحنی های دارای الگوریتم کم و بیش مشابهی اند. آنچه که بر دقت برآورد این نرم افزارها اساسی ترین تأثیر را می گذارد ضرایب فیلترهای مقاومت ویژه الکتریکی<sup>33</sup> است که محاسبه این ضرایب یکی از ارکان اصلی تهیه نرم افزارهای V.E.S است. به سادگی می توان به تمایز نرم افزارها

32 - Inversion

33 - Resistivity Filter



در داشتن ضرایب دقیق فیلتر پی برد. منحنی مدل دولایه‌ای و یا سه‌لایه‌ای با پارامترهای ژئوالکتریکی مشخص، با استفاده از روش تحلیلی<sup>۳۴</sup> بدست آورده می‌شود، سپس این منحنی با منحنی‌های حاصل از نرم‌افزارهای مختلف مقایسه و مقدار تابع خطا<sup>۳۵</sup> برآورد می‌گردد.

#### ۴-۴- مروری بر مطالعات انجام گرفته بر روی ناپیوستگی جانبی

بررسی ناپیوستگی‌های جانبی<sup>۳۶</sup> با مرز صفحه‌ای قائم نظیر گسل قائم و دایک با استفاده از روش مقاومت ویژه الکتریکی توسط محققین مختلفی صورت گرفته است. عده‌ای از پژوهشگران بطریقه تحلیلی و با استفاده از حل ریاضی معادله لاپلاس و اعمال شرایط مرزی مشخص، روابط معینی را برای مقاومت الکتریکی ظاهری در حضور ناپیوستگی جانبی قائم معرفی کردند. همچنین برخی دیگر از محققین با استفاده از تئوری تصویر چشمه جریان به‌حل مسئله پرداختند. استفاده از روش المانهای محدود<sup>۳۷</sup> یا تفاضل محدود<sup>۳۸</sup> در ارزیابی ناپیوستگی‌های جانبی بروش مقاومت الکتریکی توسط پژوهشگران متعددی صورت پذیرفت. در ادامه این مطالعات از تکنیک برگردان<sup>۳۹</sup> برای بررسی ناپیوستگی جانبی با استفاده از روشهای مقاومت ویژه الکتریکی نیز بهره‌شایانی برده شد. عملیات پروفیل‌زنی و سونداژ الکتریکی با استفاده از آرایه‌های نظیر شلومبرژه کاربرد بسزائی در این زمینه دارند. بررسی نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که وجود ناپیوستگی جانبی در محیطی که مورد مطالعه ژئوالکتریکی قرار می‌گیرد بر روی داده‌های صحرائی اثر گذارده و بدون در نظر گرفتن آن ممکن است خطاهای فاحشی در تعبیر و تفسیر داده‌های صحرائی روی دهد. ناپیوستگی جانبی قائم بر روی منحنی‌های سونداژ الکتریکی اثر گذارده و شکل آن را تغییر می‌دهد. برای شناسائی ناپیوستگی جانبی قائم بروش سونداژ الکتریکی بایستی در دو امتداد عمود بر هم اندازه‌گیری به‌عمل آید. در عملیات پروفیل‌زنی الکتریکی، با استفاده از چند طول مختلف الکترودهای جریان، تغییرات مقاومت الکتریکی در چندین عمق ثابت و در راستای پروفیلها مورد بررسی قرار گرفته است. بدیهی است که

34- Analytical Method

35- Error Function

۳۶- یکی از مشخصات اساسی گسلهائیز ایجاد تغییراتی گاه خیلی بزرگ در مقادیر مقاومت الکتریکی بصورت جانبی در لایه‌هاست.

37-finite element

38-finite difference

39-inverse technique



موضوع بررسی توزیع پتانسیل الکتریکی در مجاورت مرز صفحه‌ای که محیط مورد مطالعه را به دو قسمت با مقاومت‌های الکتریکی متفاوت تقسیم می‌نماید در ادامه بررسی‌هایی می‌باشد که در باره توزیع پتانسیل الکتریکی در محیط‌هایی با لایه‌بندی افقی شروع شده است و بنابراین پژوهش‌های انجام یافته درباره این موضوع نیز بی‌ارتباط با کارهای قبلی در زمینه شرح و بسط روابط پتانسیل و مقاومت الکتریکی در محیط‌های مختلف نمی‌باشد. ناپیوستگی جانبی پتانسیل الکتریکی تحت تأثیر عوامل گوناگونی ممکن است بوجود آید، تغییر خواص فیزیکی محیط مورد مطالعه بصورت جانبی نظیر جنس مواد متشکله و یا تغییر دانه‌بندی اثر خود را بصورت تغییرات ناگهانی هدایت یا مقاومت الکتریکی ظاهر می‌سازد و توزیع یکنواخت پتانسیل الکتریکی را در محیط‌های همگن و همسانگرد به توزیع ناهمگن آن در محیط‌های ناهمسانگرد تبدیل می‌کند. تک < Tagg-1930 > منحنی‌های مقاومت الکتریکی برای آرایه ونر در حالت گسل قائم را حساب نمود. هوبرت و لئوناردین < Hubbert & Leonardon - 1932 & 1934 > تشخیص و شناسائی گسل را با استفاده از آرایش ونر و فاصله ثابت الکترودی ارزیابی نمودند. هدا/شتروم < Hedstrom - 1932 > پتانسیل الکتریکی را پیرامون تک الکتروود جریان که در مجاورت یک یا دو مرز قائم ناپیوستگی قرار داشت مورد ارزیابی قرار داد. لون < Logn-1954 > و استفانسکو و همکاران < Stefanesco & etal - 1930 > منحنی‌های مقاومت الکتریکی برای مدل دو بعدی محاسبه نمودند. برای یک چشمه نقطه‌ای شکل جریان آلودرج < Aldredge - 1933, 1934 > آرایش الکتروودی ونر را که بصورت عمود نسبت به امتداد ناپیوستگی قرار داشت مورد نظر قرار داد و سپس سان‌جی‌واردی < Sanjeevarddi - 1936 > و جیمسون < Jameson - 1941 >، کارنو < Carreno - 1948 > و تروود < Trudu - 1952 > کار وی را ادامه دادند. آنز < Unz - 1953 > منحنی‌های مقاومت الکتریکی ظاهری را برای لایه‌های شیب‌دار محاسبه و رسم نموده است. کاتسورو مائدا < Katsuro maeda - 1955 > و همزمان با وی وازنسترنند و کوک < Van Nostrand & Cook - 1955 > بحثی را در مورد کاربردهای تئوری تصویر و چشمه‌های نقطه‌ای جریان و برآورد پتانسیل الکتریکی در حالت‌های مختلف بعمل آوردند. جری و کونتز < Jery & Kunetz - 1956 > در رابطه با استفاده از آرایش شلومبرژه در بحث و بررسی پتانسیل الکتریکی در مورد لایه شیب‌دار منحنی‌های تئوری را رسم نمودند. جری و کونتز همچنین از کارهای هوبر < Huber-1955 >، رایس < Rice-1940 >، سامی < Sumi - 1953 >، اسکالسکایا





(Skals Kaya - 1948) استفاده کرده‌اند. آنومالیهای مقاومت الکتریکی در طول یک صفحه ناپیوستگی قائم در مورد آرایش متقارن چهار الکترودی تحت تأثیر دو عامل مهم دستخوش تغییر می‌گردد، یکی نسبت جدایش الکترودهای پتانسیل به الکترودهای جریان و دیگری زاویه‌ای که امتداد آرایش با امتداد ناپیوستگی می‌سازد. الفلبی (Chalabi-1969)، بحث تئوری جامعی را در این رابطه انجام داده است. آلفانو (Alfano - 1959) ناپیوستگی‌های جانبی و شکل‌های مختلف مدفون را شرح داده و لی و گرین (Lee, Green - 1973) در رابطه با تفسیر مستقیم سونداژ الکتریکی بر روی گسل یا دایک کار کردند. دی و موریسون (Dey, Morrison - 1979) مدل سازی مقاومت الکتریکی را برای یک شکل دلخواه دوبعدی انجام داده است. پاتلا (Patella - 1980) منحنی سونداژ الکتریکی را در حالت توازی امتداد آرایش و امتداد ناپیوستگی قائم مورد ارزیابی قرار داد. محاسبه مدل‌های دوبعدی توزیع پتانسیل الکتریکی را ماندری (Mundry - 1984) تکمیل تر نمود. وی در کار تئوری خود از کارهای دی و موریسون (Dey, Morrison- 1979)، موفتی (Mufti-1980) و اسکریبا (Scriba - 1981) استفاده نموده است.

اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی با روش ترکیبی سونداژ - پروفیل‌زنی الکتریکی با آرایه سه الکترودی نتیجه‌های جالب توجهی مخصوصاً در بررسی ناپیوستگی‌های جانبی به‌همراه دارد. کاروس و پرنو (Karous, Pernu - 1985) کار تئوری و عملی جالبی را در این رابطه انجام دادند. تفسیر اندازه‌گیری سونداژ الکتریکی بر روی ساختمانهای دوبعدی نظیر گسل و غیره غالباً نتایج نادرستی را به بار می‌آورد، در حالیکه تغییرات جانبی منحنی سونداژ الکتریکی را تحت تأثیر قرار داده و تفسیر چنین منحنی‌های سونداژی احتمالاً باعث تفکیک لایه‌هایی می‌شود که در زمین مورد مطالعه وجود ندارند. شولز و تزکان (Schulz & Tezkan - 1988) با استفاده از آرایه شلومبرژه و نیم‌شلومبرژه به مقایسه نتایج به‌دست آمده از این آرایه پرداختند. این دو محقق با استفاده از کارهای تئوری ماندلا (Maeda-1955) و وان نسترنند و کوک (VanNostrand & Cook-1966) و همچنین لی (Lee-1973) منحنی‌های تئوری مربوط به محیط با ناپیوستگی جانبی مقاومت الکتریکی را مورد بحث و ارزیابی قرار دادند. آنان در کار عملی خود جهت برآورد امتداد ناپیوستگی سونداژهای چرخشی نیم‌شلومبرژه را بکار بردند و بصورت تقریبی امتداد ناپیوستگی را برآورد نمودند. بهبود مدل‌سازیهای مقاومت الکتریکی و مقایسه خطاهای حاصله و سعی در به‌حداقل رساندن این خطاها توسط لآوری و



آلن و شيو (Lowry, Allen, Shive- 1989) به انجام رسيد. شيما (Shima-1990) مدلهاي مختلفی را مورد مطالعه قرار داده که گسل شيب دار و یک جسم منشوري شکل از آن جمله می باشد. برد و مورگان (Beard & Morgan- 1991) در همین رابطه و با روشی متفاوت و با استفاده از برگردان یک بعدی در برآورد ساختمانهای دوبعدی تحقیقی مفید انجام داده اند.



## بخش پنجم: محاسبات ژئوالکتریکی در محدوده سیاهگل

این محدوده در حوالی روستای سیاهگل و شامل سازندهای گچی و مارنی است که ارتفاعات مشرف به طرف مقابل روستا شامل سازندهای آهکی می‌باشند. بر روی نقشه توپوگرافی محدوده محل سونداژهای اجرا شده آورده شده است (نقشه صفحه بعد). همچنین نمای سه بعدی محدوده با استفاده از نقشه توپوگرافی ترسیم شده است، شکل (۵-۱ و ۵-۲)

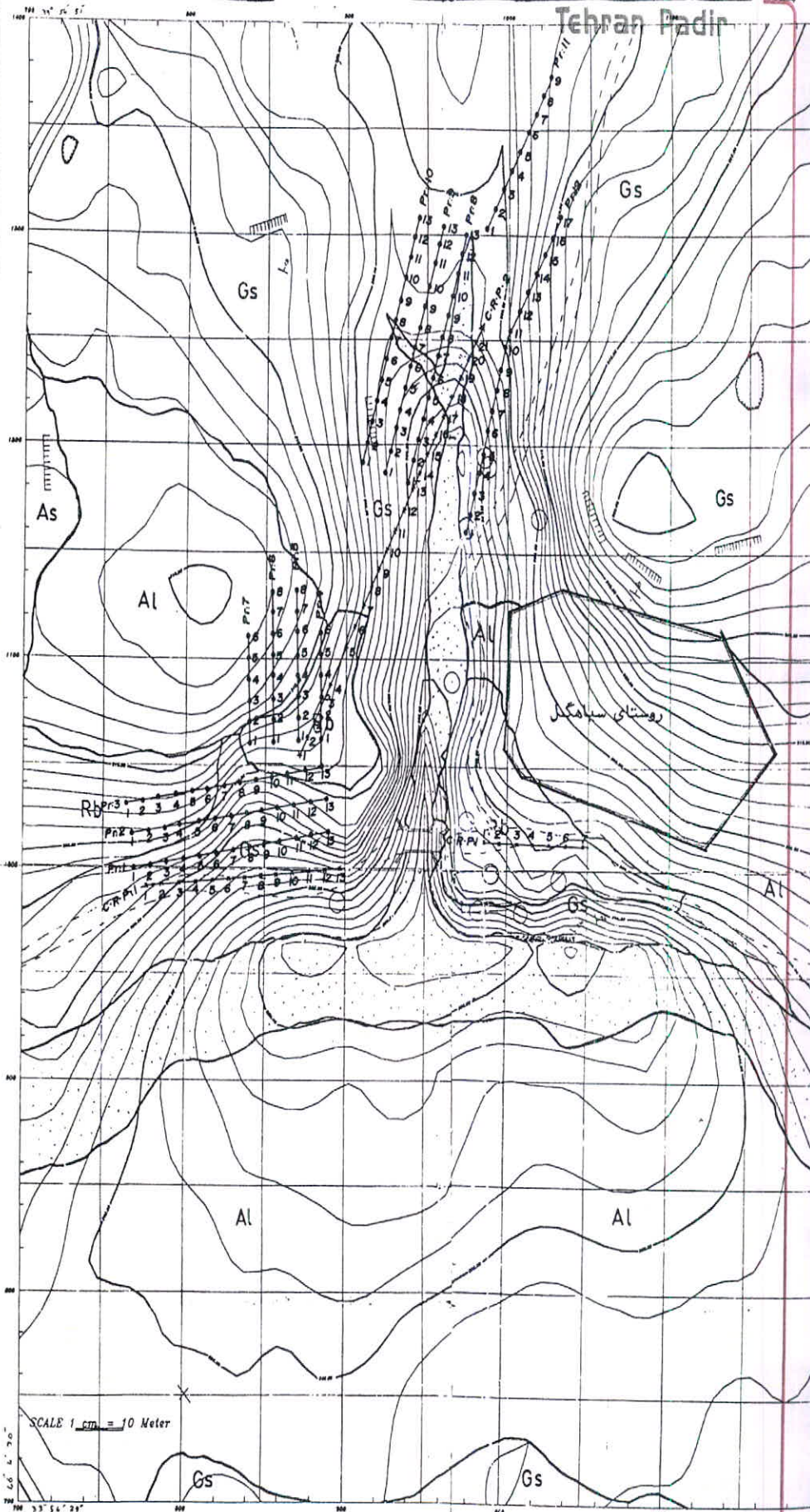
## ۵-۱- سونداژ آزمایشی

به منظور شناسائی ویژگی‌های الکتریکی لایه‌های ذغالی (بیتومین) در محل محدوده سیاهگل بر روی رگه ذغالی بیرونزده در کنار رودخانه سونداژ آزمایشی اجرا شده است که محل آن بر روی شکل صفحه بعد دیده می‌شود.

هدف از این کار انجام مدل‌سازی می‌باشد که در ادامه شرح آن می‌آید. با توجه به مشاهدات انجام شده لایه‌بندی بیرونزده در محل سونداژ شامل حدود ۱ متر لایه‌های مقاوم و خشک شامل قطعات سنگی و آبرفت می‌باشد که در کنتاکت پائین آن یک لایه ذغالی وجود دارد که کف این لایه مشخص نمی‌باشد و پس از اجرای سونداژ مشخص شده است.

پس از تفسیر منحنی سونداژ آزمایشی، ضخامت لایه ذغالی در حدود ۲ متر به دست آمده و در زیر آن مقاومت الکتریکی به شدت کاهش می‌یابد که بیانگر وجود لایه‌های مارنی و رسی و مخلوط آن با ماسه می‌باشد. نتایج حاصل از تفسیر این سونداژ نشان می‌دهد که مقاومت الکتریکی این رگه ذغالی بسیار بالا بوده (بیش از ۱۰۰۰ اهم‌متر) و بیانگر کیفیت بسیار خوب و عدم وجود ناخالصی در این رگه می‌باشد، بر روی شکل (۵-۳) محل سونداژ آزمایشی و مدل حاصل از تفسیر ژئوالکتریکی نشان داده شده است.





علائق قراردادی

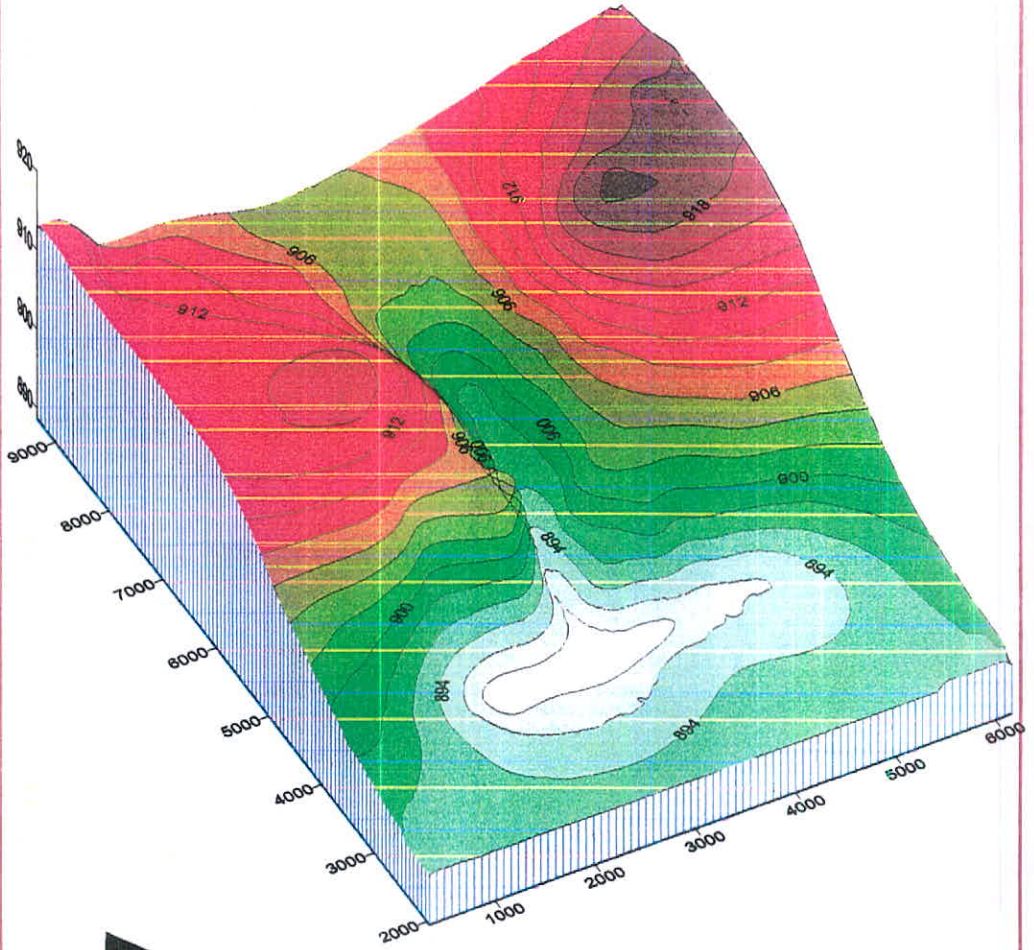
GEOLOGICAL LEGEND

نقشه زمین شناسی معدن بیتومین سیامگل

بیرون زدگی بیتومین  
 بیرون زدگی سنگ  
 شیب لایه  
 ۱۵  
 ۱

روبان بترومانه	Al	Alluvium and Recent Deposits
جابه خاکی	Rb	Sub Recent River Conglomerate Beds
بیل	Gs	Gachsaran formation
	As	Asmari formation

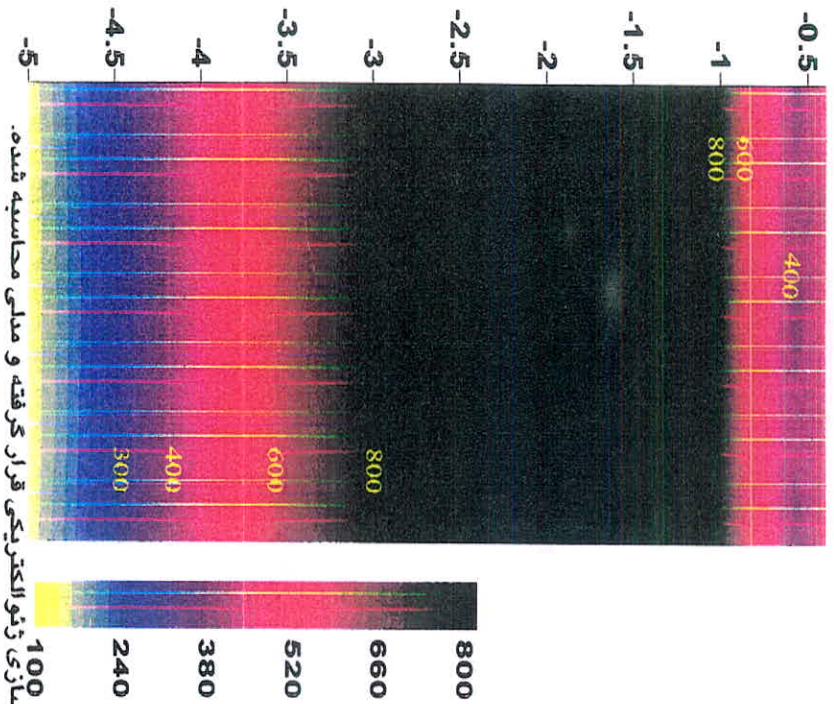
### Three Dimensional view of SIAHGEL area



شکل (۲-۵): نمای سه بعدی محدوده سیاهگل.



Tehran Padir



شکل (۳-۵) : نمای بیروتریکی ژئالسننگ در محدوده سیاهکل که مورد استفاده در مدل‌سازی ژئوالکتریکی قرار گرفته و مدلی محاسبه شده.



## ۲-۵- شبیه مقاطع و مقاطع ژئوالکتریکی محدوده سیاهگل

## ۲-۵-۱- شرح شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۱

این پروفیل دارای ۱۳ سونداژ می باشد و در نزدیکی جاده و موازات جاده اجرا شده است. مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل از حدود کمتر از ۵۰ اهم متر تا بیش از ۲۵۰ اهم متر متغیر است. در ابتدای این پروفیل در محل سونداژ شماره-۱ مقاومت الکتریکی بالا قابل مشاهده است که با توجه به بیرون زدگی های سنگی در این نزدیکی مؤید حضور سنگ های آهکی می باشد که دارای مقاومت ظاهری بالائی می باشد.

در ادامه پروفیل مقاومت ظاهری کاهش می یابد. در محل سونداژهای ۴، ۵، ۶ و یک آنومالی دیده می شود که می تواند نشان دهنده حضور ذرات و مواد ریز دانه بیشتر در رسوبات سطحی باشد. از حدود  $\frac{AB}{2} = 6/81$  تا  $21/5$  یک زون با مقاومت الکتریکی ظاهری بالاتر دیده می شود که مقاومت ظاهری آن تا حدود ۲۰۰ اهم متر می رسد. در محل سونداژ ۱۱ یک آنومالی با مقاومت الکتریکی پائین در حدود ۷۰ اهم متر می رسد.

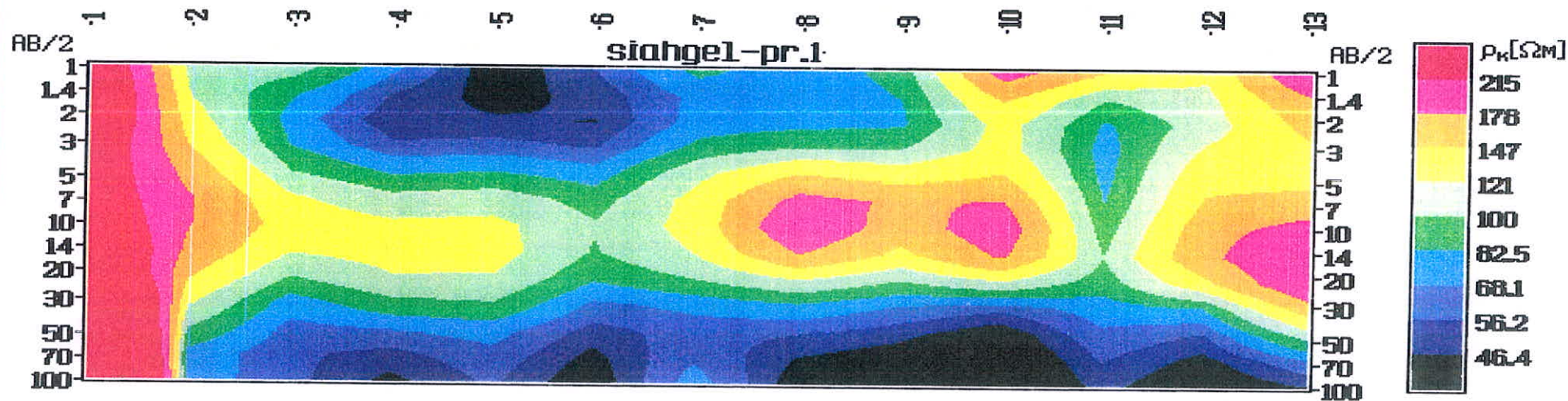
در انتهای پروفیل در محل سونداژ ۱۳ مقاومت الکتریکی افزایش یافته و تا حدود ۲۳۰ اهم متر می رسد و نشان دهنده وجود قطعات سنگی و دارای مقاومت بالاتر می باشد.

در عمق از حدود  $\frac{AB}{2} = 31/6$  مقاومت الکتریکی کاهش یافته و نشان دهنده لایه های کم مقاومت و مارنی و رسی است که به جز محل سونداژ-۱ در محل بقیه پروفیل قابل مشاهده است، شکل های (۵-۴ و ۵-۶).

## ۲-۵-۲- شرح شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۲

این پروفیل شامل ۱۳ سونداژ بوده و موازی پروفیل شماره-۱ می باشد، شکل های (۵-۵ و ۵-۷). مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل از کمتر از ۷۵ اهم متر تا بیش از ۲۴۰ اهم متر متغیر است. بر روی این پروفیل آنومالی های چندی دیده می شود. در محل سونداژهای ۱، ۴، ۱۲ و ۱۳ آنومالی با مقاومت بالا دیده می شود. در محل سونداژ شماره-۱ آنومالی مقاومت بالا تا  $\frac{AB}{2} = 31/6$  ادامه می یابد. در محل سونداژ شماره-۴ از  $\frac{AB}{2} = 31/6$  آنومالی مقاومت بالا شروع می شود و تا عمق ادامه

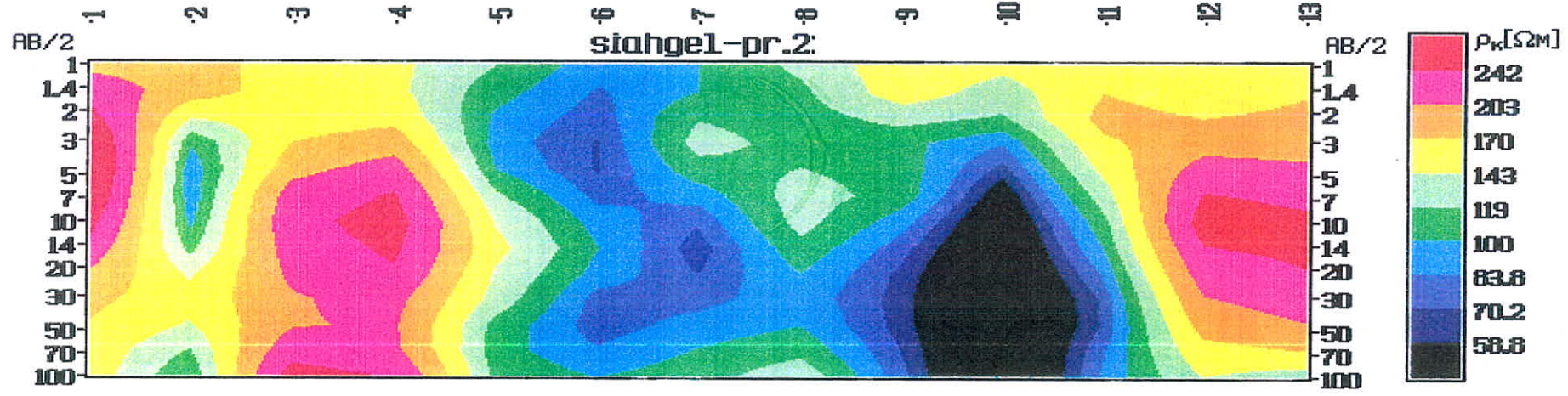




شکل (۴-۵) : شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۱- محدوده سیاهگل.

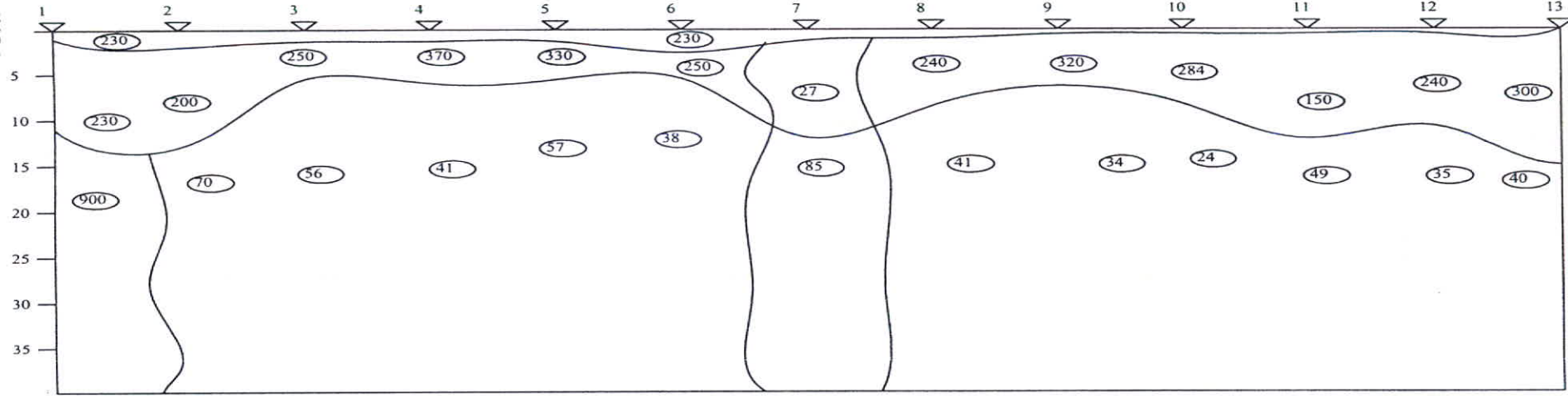


مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۵-۵) : شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۲- محدوده سیاهگل.

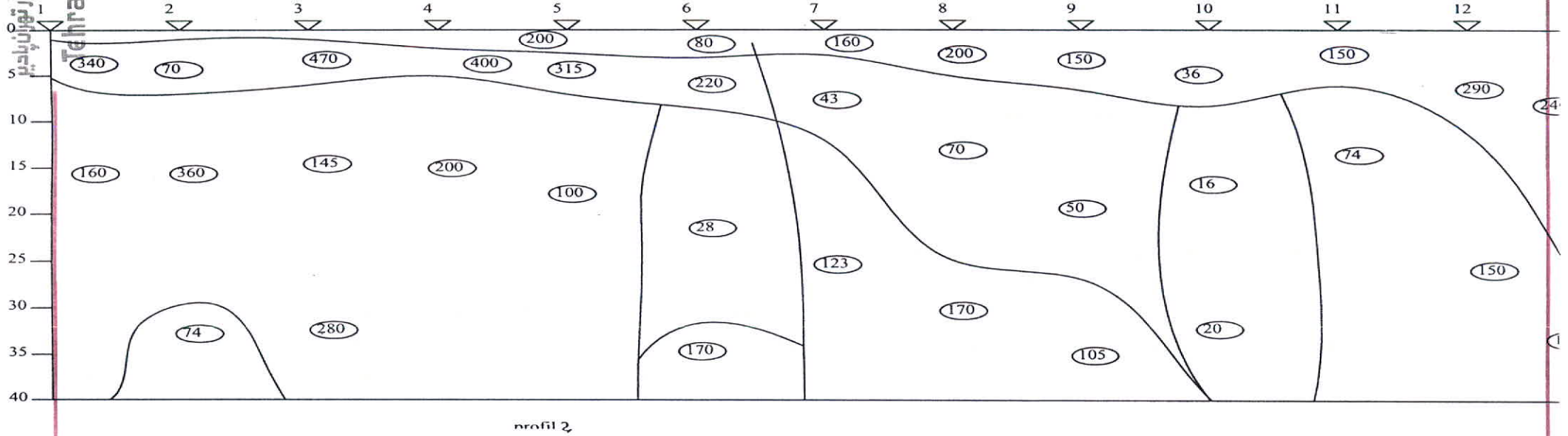




profil 1

شکل (۵-۶) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۱- محدوده سیاهگل.





شکل (۵-۷) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۲- محدوده سیاهگل.



می‌یابد. در میانه پروفیل از محل سونداژ ۵ تا ۱۲ زون دارای مقاومت الکتریکی پائین دیده می‌شود. این زون نشان دهنده گسترش لایه‌های مارنی و رسی کم مقاومت می‌باشد. در محل سونداژهای ۱۲ و ۱۳ به نظر می‌رسد که لایه‌های با مقاومت ظاهری بالا و سخت به صورت بین انگشتی وارد لایه‌های کم مقاومت شده‌اند.

### ۵-۲-۳- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۳

این پروفیل شامل ۹ سونداژ بوده که چهار سونداژ آن (سونداژهای شماره ۱۰- تا ۱۳) به دلیل شرایط محلی حذف شده‌اند که موقعیت آنها بر روی نقشه توپوگرافی محدوده سیاهگل نشان داده شده است. و به موازات پروفیل‌های ۱ و ۲ اجرا شده است. محل این پروفیل به ارتفاعات آهکی و سنگی محدوده نزدیک تر است. بر روی این پروفیل مقامت الکتریکی ظاهری به طور کلی بیشتر از دو پروفیل قبلی می‌باشد. حداقل مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل کمتر از ۱۰۰ اهم متر در محل سونداژهای ۵ و ۶ و حداکثر مقاومت الکتریکی ظاهری بیش از ۲۲۰ اهم متر و در محل سونداژ شماره ۴- می‌باشد.

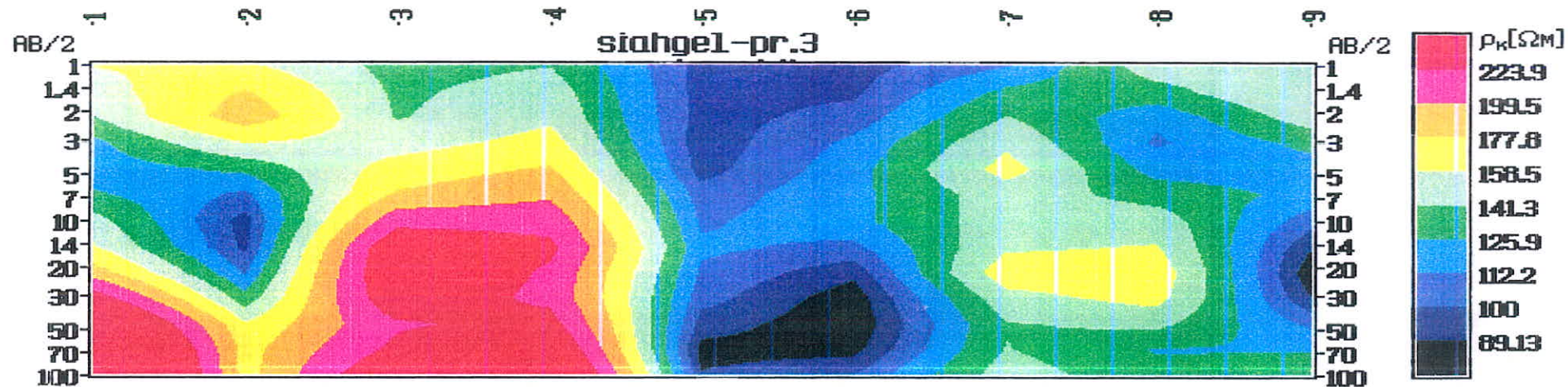
بر روی این پروفیل دو زون عمده دیده می‌شود. یکی زون با مقاومت الکتریکی ظاهری بالاتر در ابتدای پروفیل تا سونداژها ۴ و زون با مقاومت پائین در نیمه دوم پروفیل. در ابتدای این پروفیل لایه‌های سنگی که در نزدیکی محل پروفیل بیرون زدگی دارند در عمق ادامه می‌یابند و نیمه دوم پروفیل لایه‌های کم مقاومت شامل لایه‌های آبرفتی سطحی و همچنین لایه‌های مارنی و رسی عمیق تر قابل ملاحظه هستند که بوسیله یک کنتراست مقاومتی در محل بین سونداژهای ۴ و ۵ از یکدیگر جدا شده‌اند. در محل سونداژهای ۷ و ۸ در حدود  $\frac{AB}{2} = 20$  متر یک زون محلی با مقاومت بالاتر دیده می‌شود که معرف وجود یک لنز مقاومت ظاهری بالا و احتمالاً "قطعاعات سنگی می‌باشد، شکل‌های (۵-۸ و ۵-۱۰). در محل سونداژ ۲ نیز یک عدسی کم مقاومت مارنی در حدود  $\frac{AB}{2} = 10$  متر دیده می‌شود.

### ۵-۲-۴- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۴

این پروفیل شامل ۶ سونداژ الکتریکی قائم می‌باشد و راستای آن عمود بر امتداد پروفیل‌های ۱ تا ۳ می‌باشد. بر روی این پروفیل مقاومت الکتریکی ظاهری از حداقل کمتر از ۸۰ اهم متر در محل سونداژ ۶ تا حداکثر بیش از ۲۵۰ اهم متر در محل سونداژ ۱ متغیر است، شکل‌های (۵-۹ و ۵-۱۱).



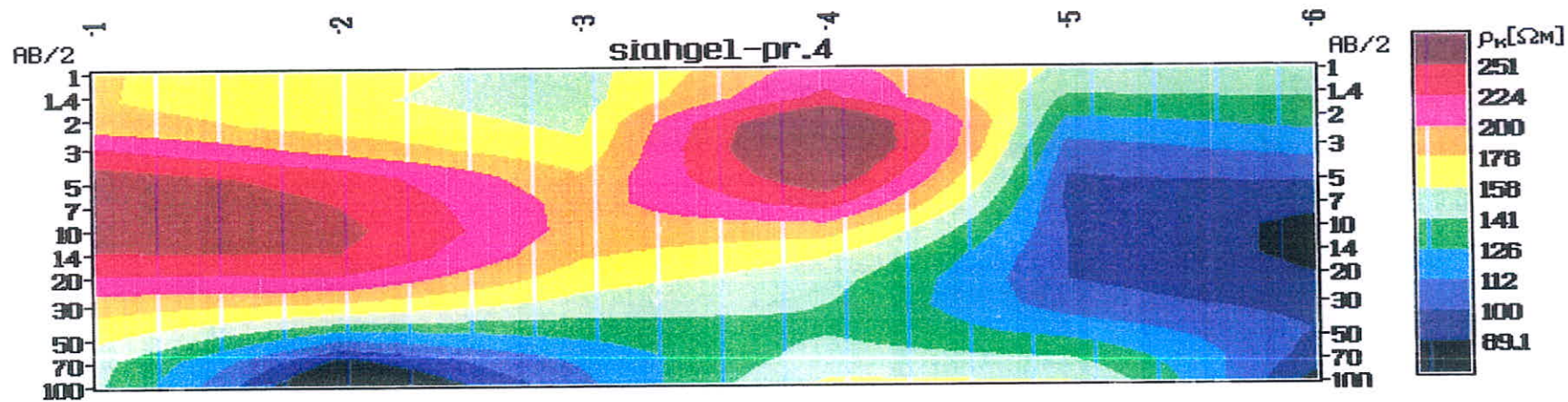
مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۸-۵) : شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۳- محدودہ سیاهگل.

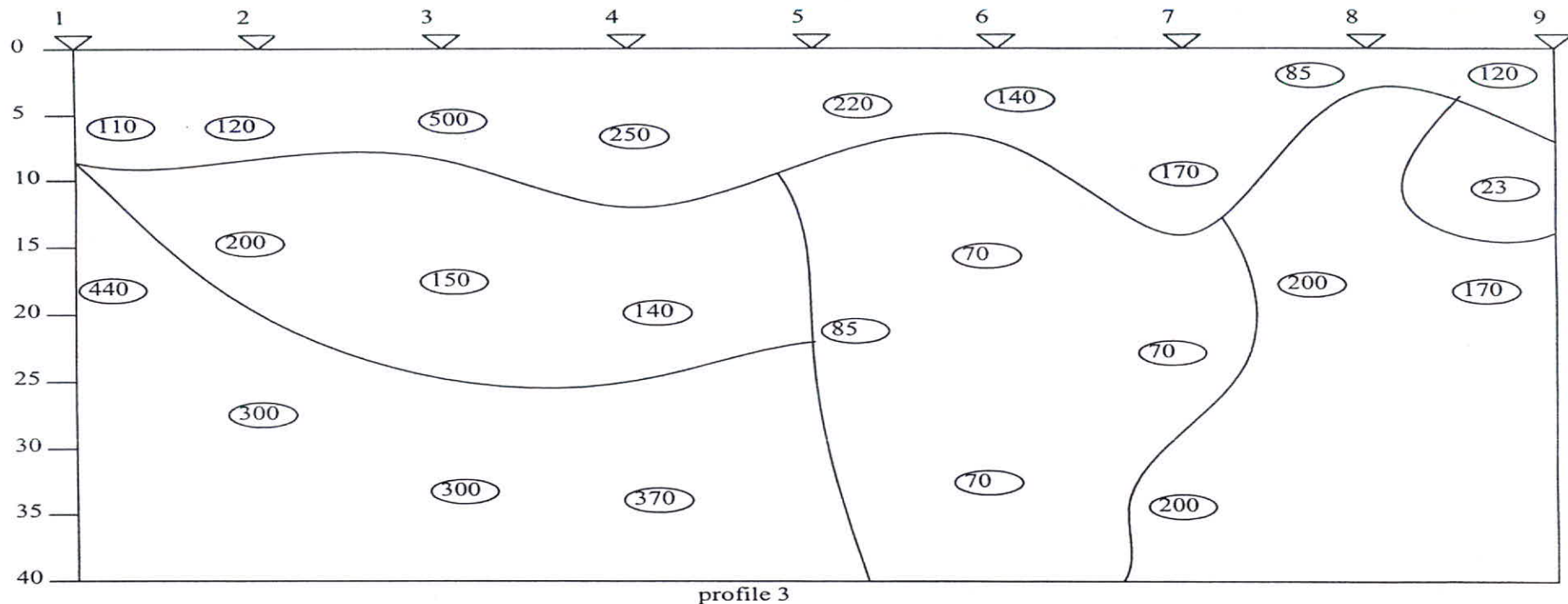


مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



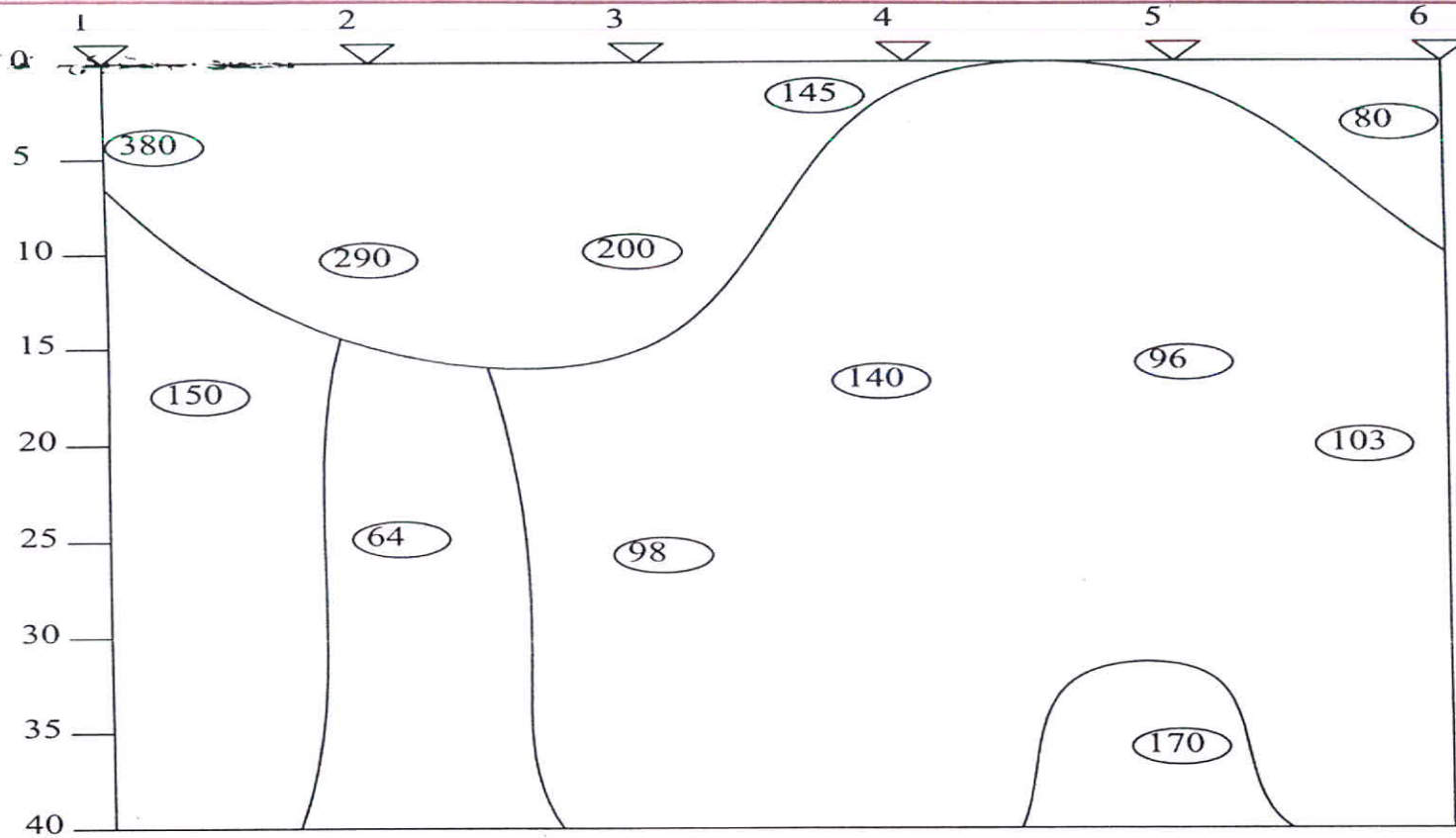
شکل (۹-۵) : شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۴- محدوده سیاهگل.





شکل (۵-۱۰): مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۳- محدوده سیاهگل.





profil 4

شکل (۵-۱۱) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۲-محدوده سیاهگل.





مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین

در محل سونداژهای ۱ تا ۴ این پروفیل زون دارای مقاومت ظاهری بالا تا عمق معادل  $\frac{AB}{2} = 4.6/4$  متر ادامه دارد که به تدریج به سمت انتهای پروفیل عمق آن کمتر می شود. این زون نشان دهنده لایه های سنگی و مقاومت بالا می باشد که در عمق مجدداً با برخورد به لایه های رسی و مارنی مقاومت کاهش می یابد.

در انتهای پروفیل در محل سونداژهای ۵ و ۶ مقاومت الکتریکی ظاهری پائین بوده و لایه های سنگی همانند ابتدای پروفیل دیده نمی شوند.

### ۵-۲-۵- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۵

این پروفیل موازی پروفیل ۴ بوده و شامل ۸ سونداژ شولومبرژه می باشد. مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل بین حداقل کمتر از ۱۰۰ اهم متر تا بیش از ۳۲۰ اهم متر متغیر است. در قسمت های ابتدای این پروفیل از سونداژ ۱ تا ۹ یک زون دارای مقاومت الکتریکی ظاهری بالا دیده می شود. ضخامت این زون در ابتدای پروفیل تا  $\frac{AB}{2} = 2.1/5$  و عمق تقریبی ۱۰ متر ادامه دارد و به تدریج به سمت سونداژ ۵ ضخامت این زون کاسته می شود. این زون می تواند نشان دهنده لایه های مقاوم سطحی که شامل قطعات سنگی و آبرفت درشت دانه باشد.

به طور کلی بر روی این پروفیل با افزایش عمق مقاومت الکتریکی کاهش یافته و لایه های ریزدانه تر و دارای مقاومت ظاهری کمتر مشخص می شوند. وجود لایه های مارنی در زون های بعد از  $\frac{AB}{2} = 3.1/6$  در تمام طول پروفیل قابل توجه می باشند. در محل سونداژ ۶ در اطراف  $\frac{AB}{2} = 1.0$  و عمق تقریبی ۵ متر یک زون کنتراست کم مقاومت نسبت به اطراف خود دیده می شود که نشانگر وجود یک لنز کم مقاومت رسی و ریزدانه در لایه های آبرفتی سطحی می باشد. در محل سونداژ شماره ۸- نیز در عمق مشابه، یک لنز دارای مقاومت الکتریکی ظاهری بالا دیده می شود که می تواند بیانگر وجود قطعات سنگی در بین لایه های آبرفتی باشد، شکل های (۵-۱۲ و ۵-۱۴).

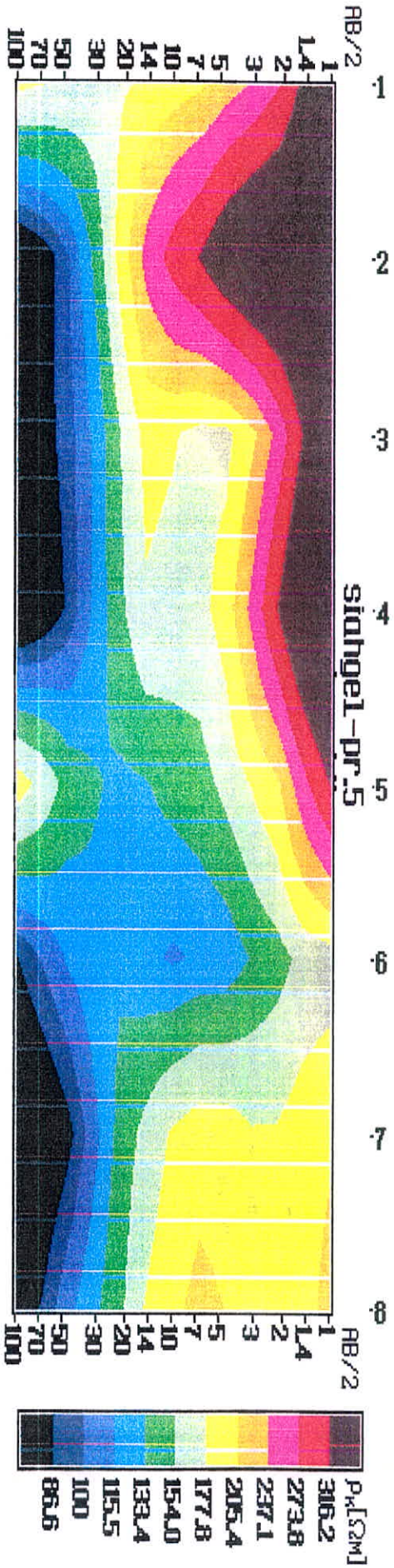
### ۶-۲-۵- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۶

این پروفیل به موازات پروفیل ۵ و دارای ۸ سونداژ می باشد، شکل های (۵-۱۳ و ۵-۱۵). روندهای کلی مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل از روندهای موجود در پروفیل ۵ پیروی



Tehran Padir

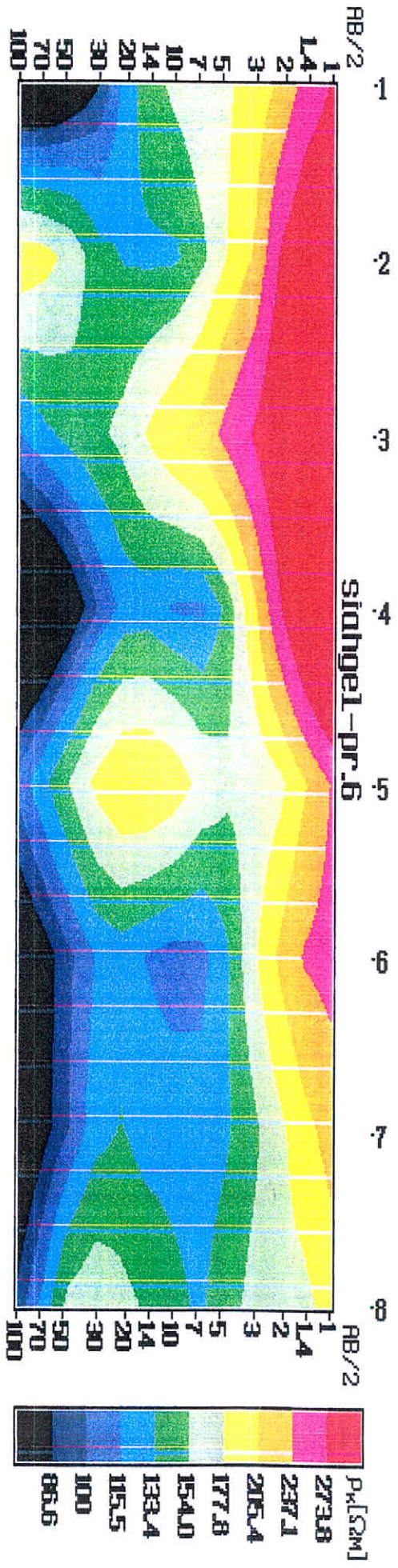
مطالعات ژئوالکتریکي کانسار بنومين



شکل (۵-۱۲) : شبیه مقطع ژئوالکتریکي پروفيل-۵ محدوده سياهکل.



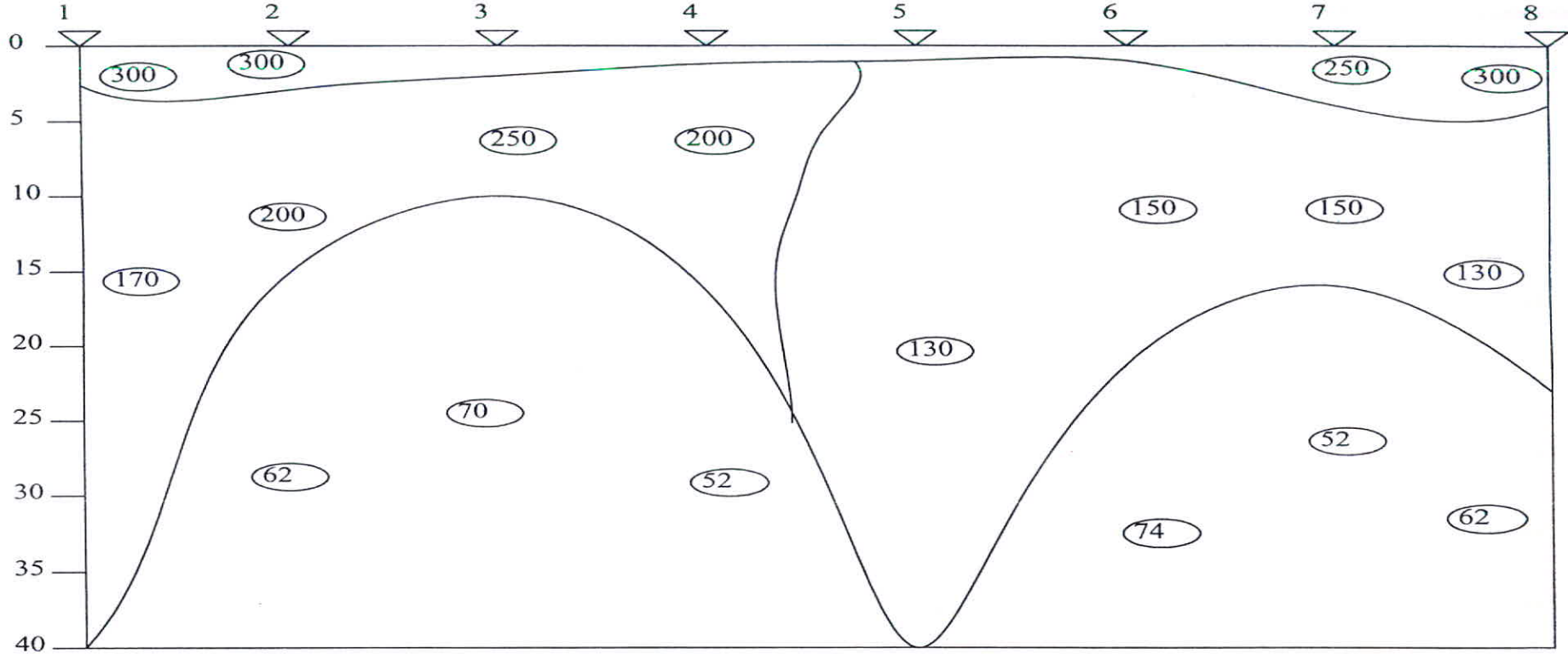
Tehran Padir



شکل (۵-۱۲) : شبیه مقطع ژئوالکتریکي پروفيل-۴ محدوده سياهگل.



مطالعات ژئوالکتریکی کاتسار بیتومین

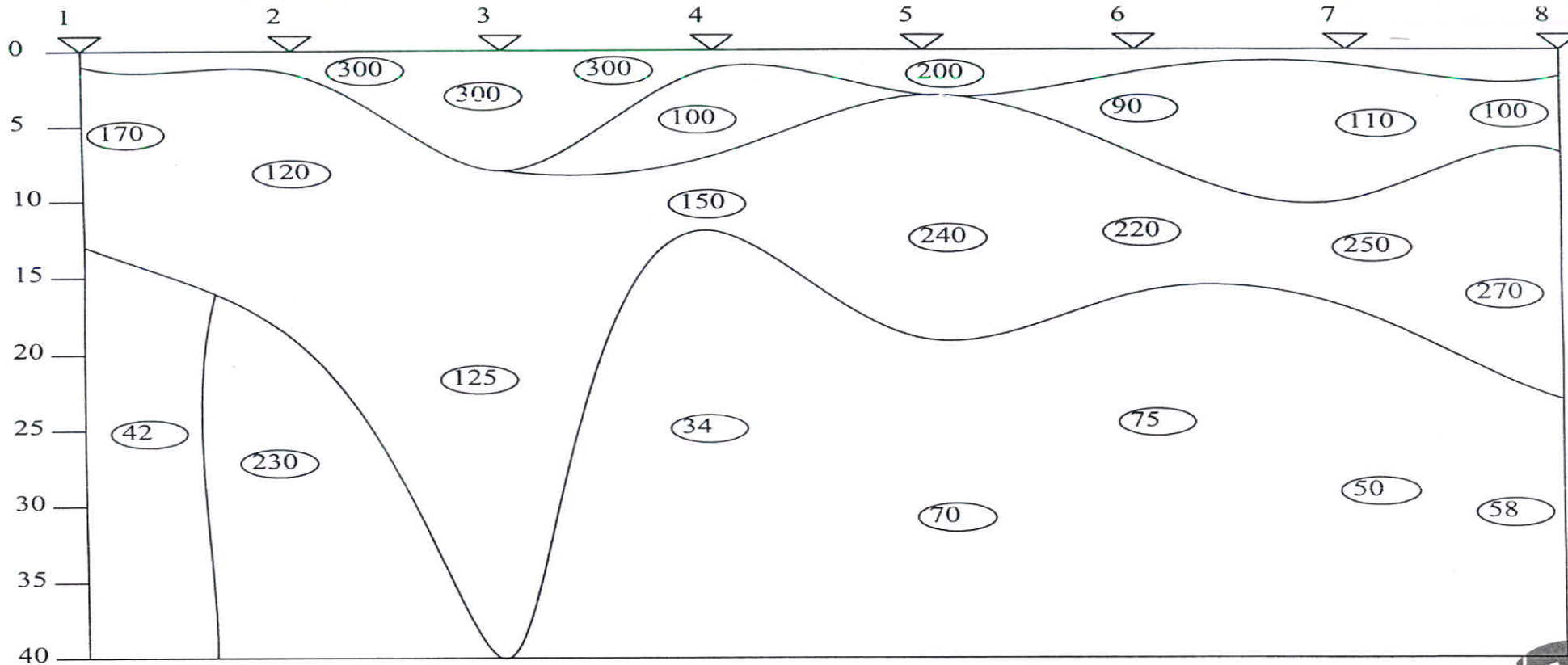


profil 5

شکل (۵-۱۴) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۵ محدوده سیامگل.



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۵-۱۵) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۶- محدوده سیاهگل.



می کنند. بر روی این پروفیل مقاومت الکتریکی ظاهری بین ۱۰۰ تا بیش از ۲۶۰ اهم متر متغیر است. بر روی این پروفیل در محل سونداژهای ۱ تا ۵ یک زون دارای مقاومت ظاهری بالا همانند پروفیل ۵ دیده می شود با این تفاوت که عمق این زون کاهش یافت و حداکثر به ۳ متر در محل سونداژ ۳ می رسد.

با افزایش عمق لایه ها دارای مقاومت الکتریکی ظاهری پائین تر می شوند و از لحاظ لیتولوژی به لایه های ریزدانه ماری و رسی تبدیل می شوند. یک زون دارای مقاومت الکتریکی بالاتر نسبت به اطراف در محل سونداژ ۵ و در عمق تقریبی ۱۰ متر ( $\frac{AB}{2} = 21/5$ ) دیده می شود که نشانگر وجود یک لنز درشت دانه از قطعات سنگی و آبرفت می باشد.

وجود یک لنز کم مقاومت در محل سونداژهای ۶ و ۷ در عمق تقریبی ۷ تا ۱۰ متر ( $21/5 - 7$ ) که بیانگر وجود یک لنز رسی و مخلوط با مارن است قابل توجه می باشد.

#### ۵-۲-۷- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۷

این پروفیل با راستای شمالی - جنوبی و موازی پروفیل ۶، شامل ۶ سونداژ می باشد. مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل کمتر از ۸۰ اهم متر تا بیش از ۱۹۰ اهم متر است. بر روی این پروفیل زون مقاوم سطحی دارای ضخامت کمی (در حدود یک متر) می باشد که در محل سونداژ ۴ این زون دیده نمی شود. به طور کلی بر روی این پروفیل با افزایش عمق مقاومت الکتریکی ظاهری کاهش می یابد و از حدود  $\frac{AB}{2} = 31/6$  (عمق تقریبی ۱۵ متر) یک تغییر روند در مقاومت ظاهری دیده می شود که لایه ها به مارن و رس تبدیل می شوند. ضخامت زون کم مقاومت ذکر شده در محل سونداژهای ۴ و ۵ بیشتر می باشد و تا نزدیکی سطح ادامه می یابد. این روند نشان دهنده افزایش ضخامت لایه های ماری در محل این سونداژها می باشد. به طور محلی در سونداژ ۶ ضخامت زون مقاوم سطحی که نشانگر وجود آبرفت ها و واریزه های درشت دانه همراه با قطعات سنگی است، افزایش می یابد و تا حدود ۳ متر می رسد، شکل های (۵-۱۶ و ۵-۱۸).



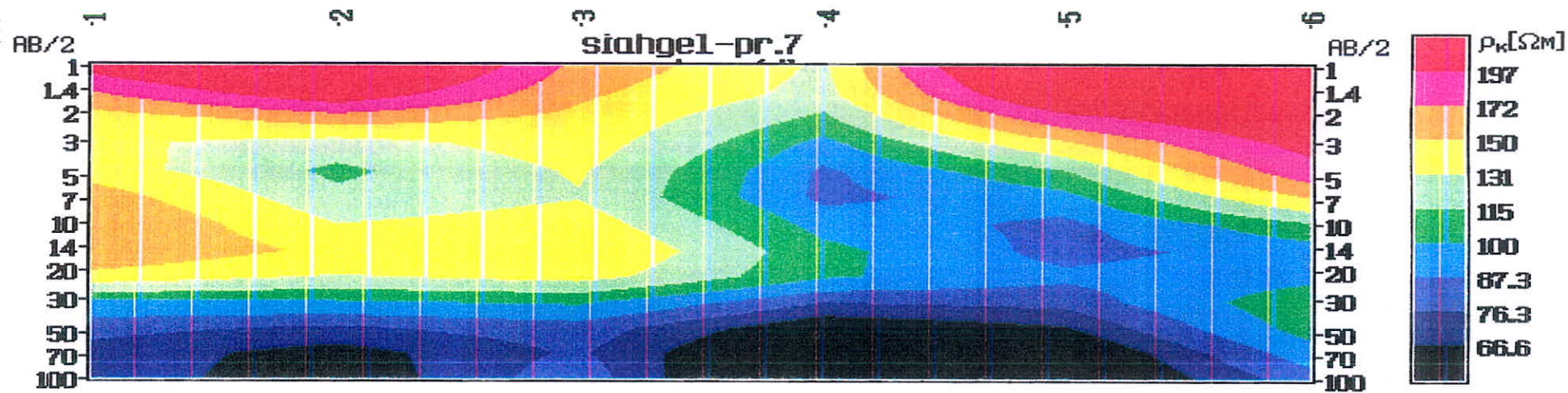
## ۵-۲-۸- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۸

این پروفیل دارای ۱۳ سونداژ بوده و به موازات آبراهه‌ای که از کنار روستای سیاهگل می‌گذرد اجرا شده است. مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل تغییرات شدیدتری نسبت به پروفیل‌های قبل دارد. حداقل مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل کمتر از ۵۰ اهم‌متر و حداکثر آن تا بیش از ۴۰۰ اهم‌متر می‌رسد. به‌طور کلی مقاومت الکتریکی ظاهری در ابتدای پروفیل تا سونداژ ۸ و بیشتر از نیمه دوم پروفیل می‌باشد تا عمق تقریبی ۱۵ متر ( $\frac{AB}{2} = 31/6$ ) ادامه می‌یابد. ولی در محل سونداژ-۴ این زون کم ضخامت بوده و زون دارای مقاومت الکتریکی ظاهری پائین که نشانگر وجود لایه‌های مارنی و رسی است گسترش یافته است.

نکته قابل توجه بر روی این پروفیل وجود یک آنومالی با مقاومت الکتریکی ظاهری بالا بر روی این پروفیل در محل سونداژهای ۶ و ۷ می‌باشد. این آنومالی می‌تواند نشانگر وجود رگه‌های ذغالی (بیتومین) در محل این نقاط باشد. این زون از پائین با لایه‌های کم مقاومت مارنی و رسی همبندی دارد و از بالا و اطراف با لایه‌های گچی و واریزه‌ای همجوار است.

در قسمت انتهای پروفیل لایه‌ها اغلب دارای مقاومت الکتریکی پائین بوده و از جنس مارنی و میان لایه‌های گچی می‌باشد، شکل‌های (۵-۱۷ و ۵-۱۹).





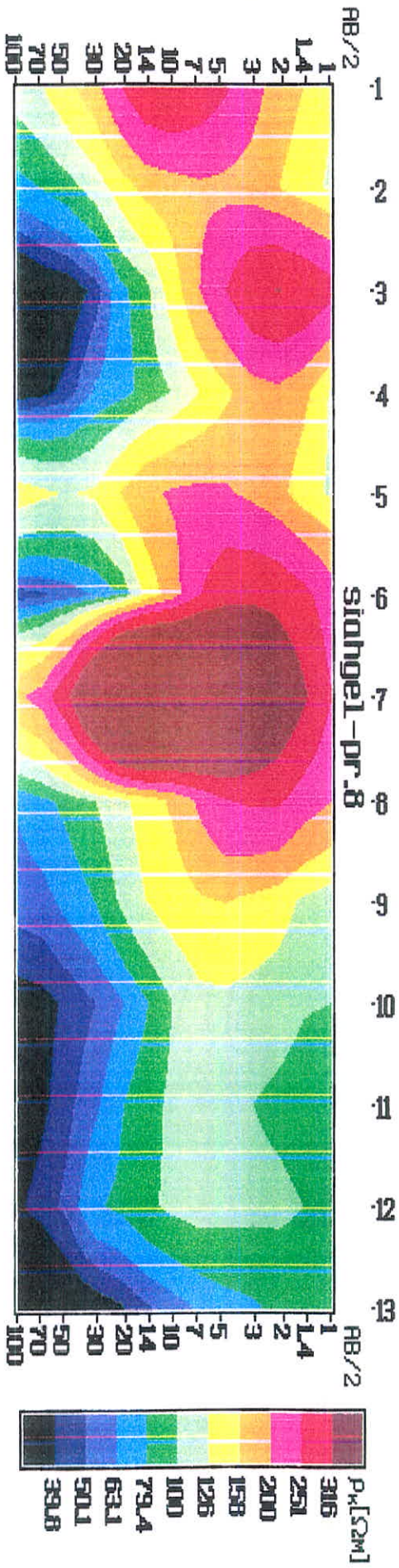
شکل (۵-۱۶) : شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۷-محدوده سیاهگل.





Tehran Padir

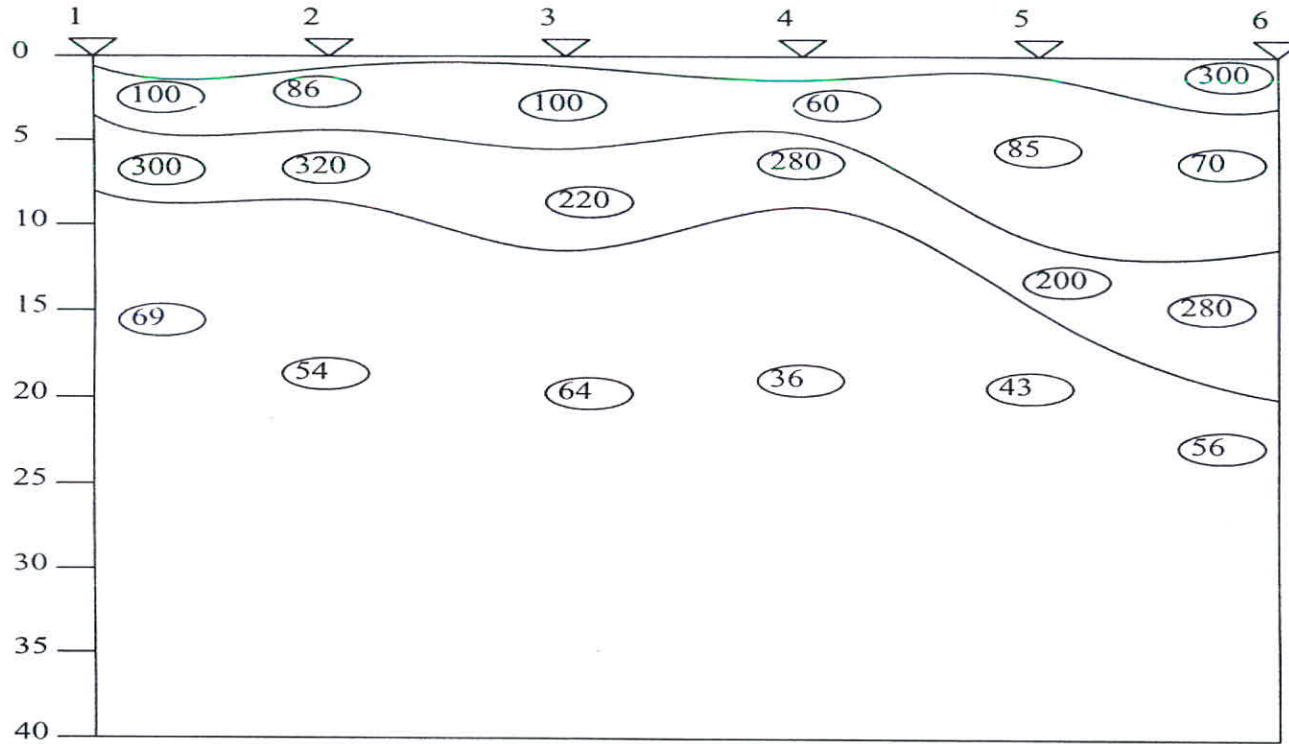
مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۵-۱۷) : شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۸ محدوده سياهکل.



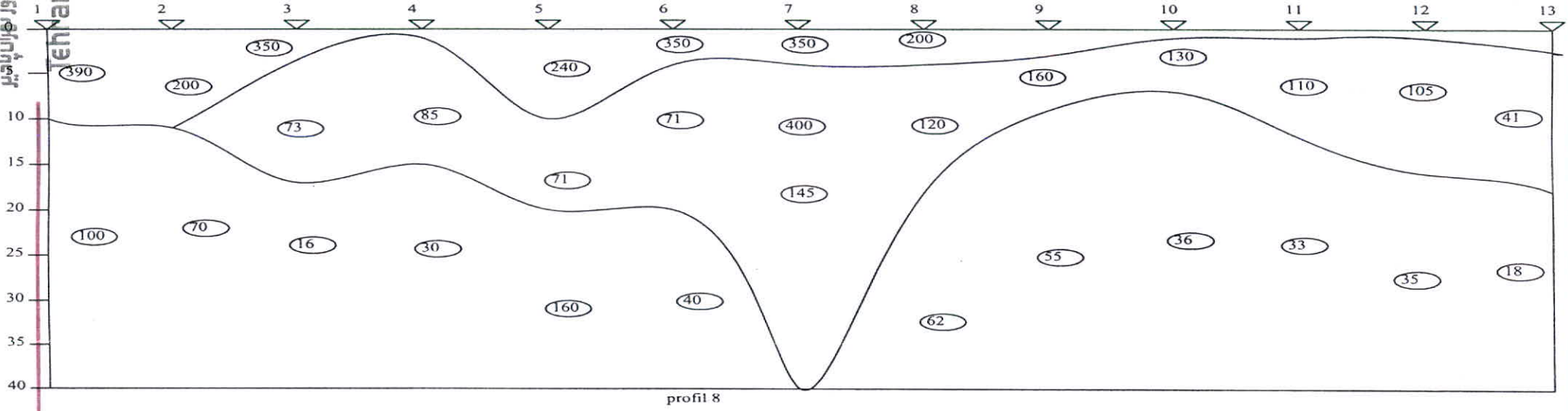
مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



profil 7

شکل (۵-۱۸) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۷- محدودہ سیاہگل.





شکل (۵-۱۹): مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۸- محدودہ سیاہکل.

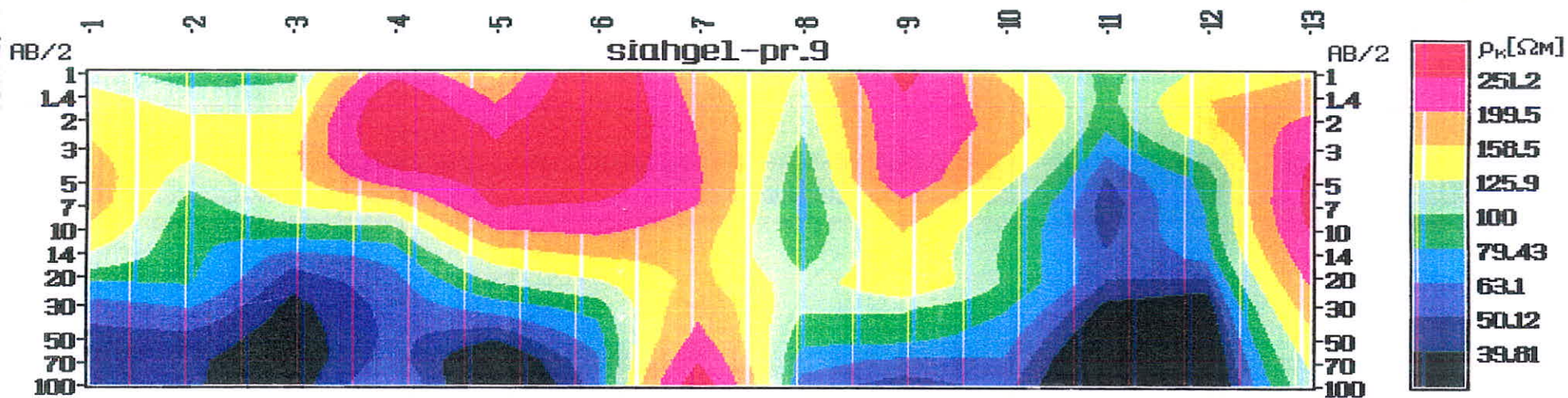


## ۹-۲-۵- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۹

این پروفیل به موازات پروفیل ۸ و شامل ۱۳ سونداژ می باشد. مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل همانند پروفیل ۸ متغیر بوده و از کمتر از ۵۰ اهم متر تا بیش از ۳۵۰ اهم متر متغیر است. به طور کلی با افزایش عمق بر روی این پروفیل مقاومت الکتریکی کاهش می یابد. جنس اغلب لایه ها با توجه به مقاومت الکتریکی ظاهری از جنس مارن و گچ می باشد. در محل سونداژهای ۴ تا ۶ و یک آنومالی مقاومت بالا در نزدیکی سطح دیده می شود که به نظر می رسد مربوط به وجود قطعات سنگی گچی در واریزه باشد.

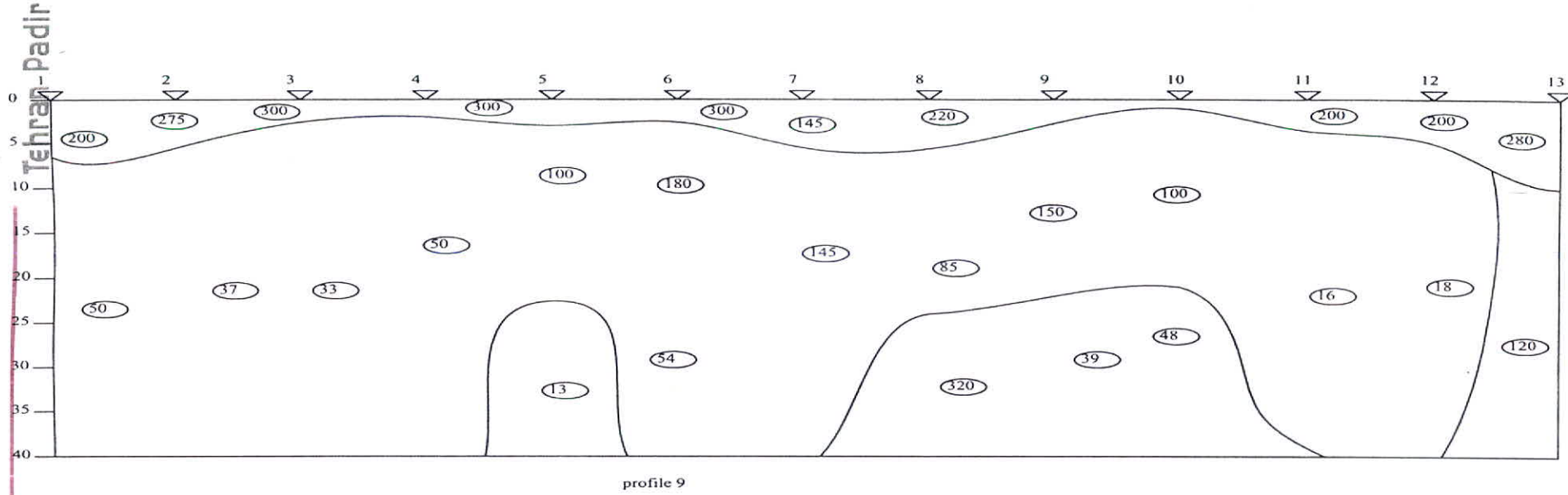
یک آنومالی قابل توجه در محل سونداژهای ۴ تا ۷ با مقاومت الکتریکی ظاهری بالا دیده می شود که در محل سونداژ ۶ و ۷ شدیدتر می باشد. این آنومالی در محل سونداژهای ۴ و ۵ به صورت سطحی تر می باشد. این آنومالی به خصوص در محل سونداژهای ۶ و ۷ در ادامه روند آنومالی قابل مشاهده بر روی پروفیل های اطراف و نحوه توزیع مقاومت ظاهری بر روی این پروفیل به نظر می رسد که روند آنومالی قابل مشاهده در محل سونداژ ۶ و ۷ پروفیل ۸ بر روی این پروفیل نیز در محل سونداژهای ۶ و ۷ قابل پی گیری باشد، شکل های (۵-۲۰ و ۵-۲۱).





شکل (۵-۲۰) : شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۹- محدوده سیاهگل.

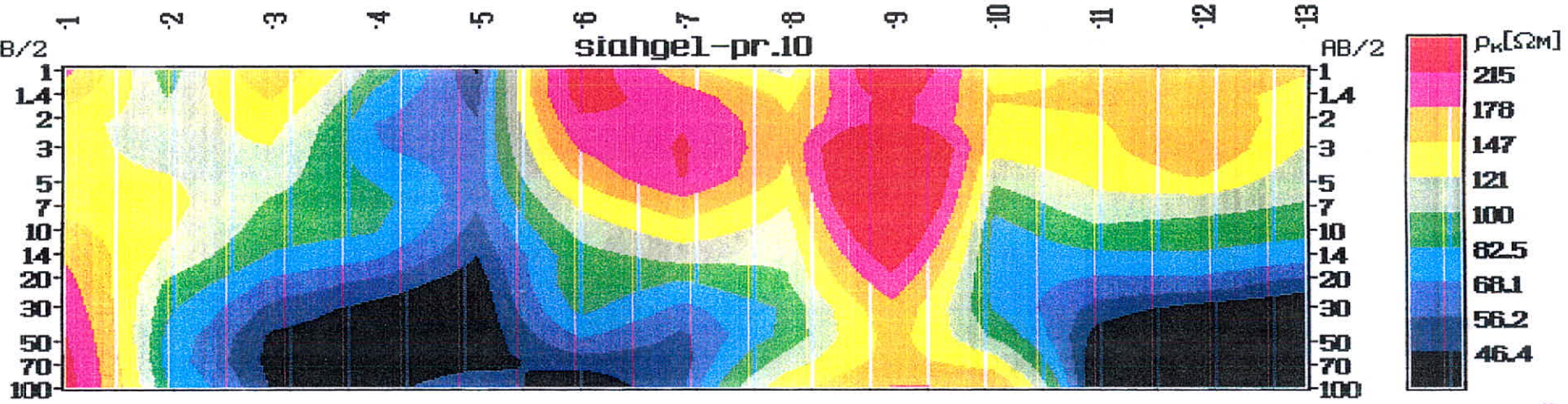




شکل (۵-۲۱) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۹- محدوده سیامکل.



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین

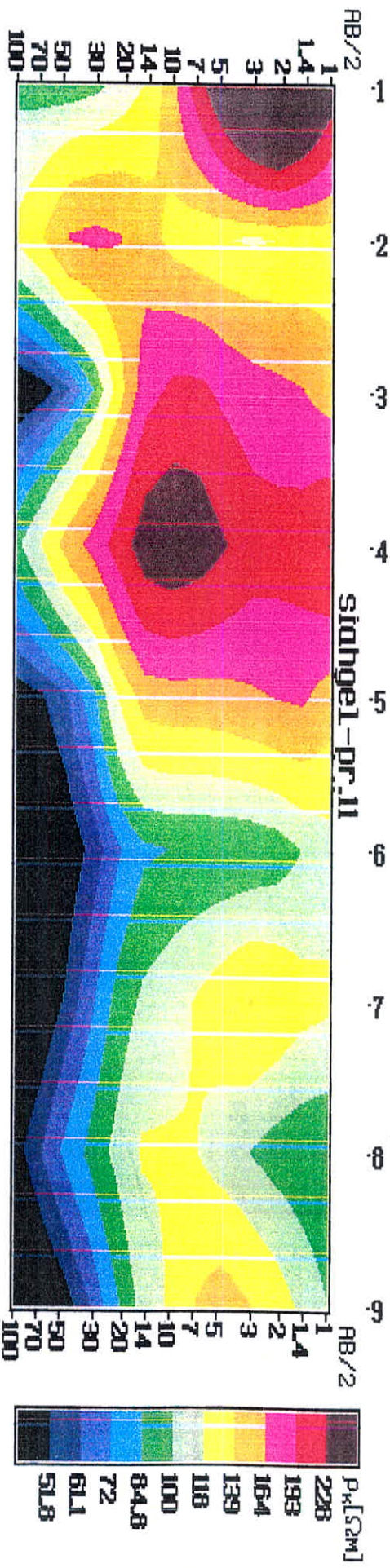


شکل (۲۲-۵) : شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۱۰ محدوده سیاهگل.



Tehran Padir

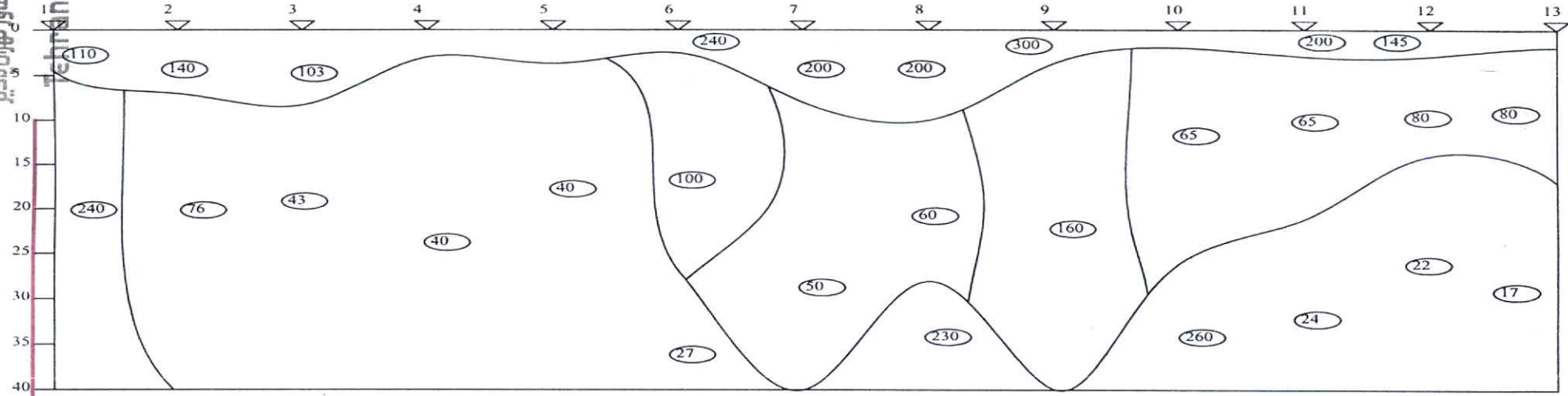
مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۵-۲۳) : شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۱۱ محدوده سیاهگل.







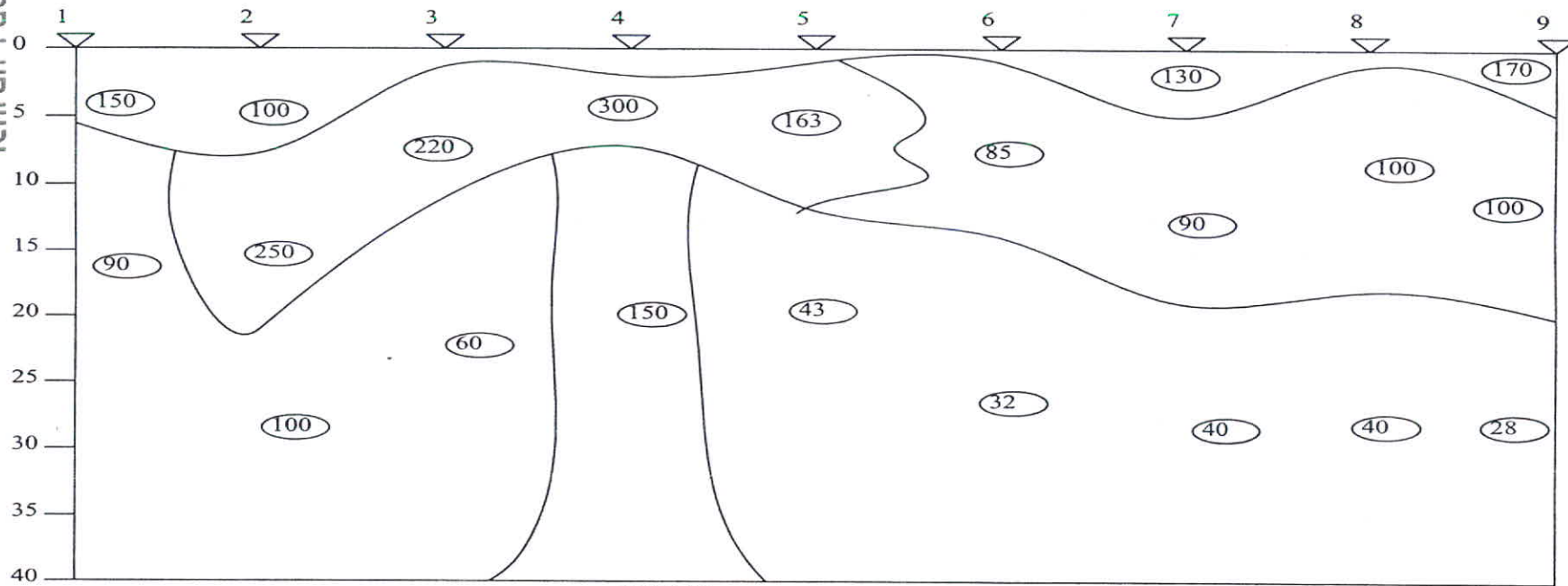
profil 10

شکل (۵-۲۴): مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۱۰- محدودہ سیاہگل.



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین

Tehran Padir



profil 11  
 شکل (۲۵-۵) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۱۱ محدوده سیاهگل.

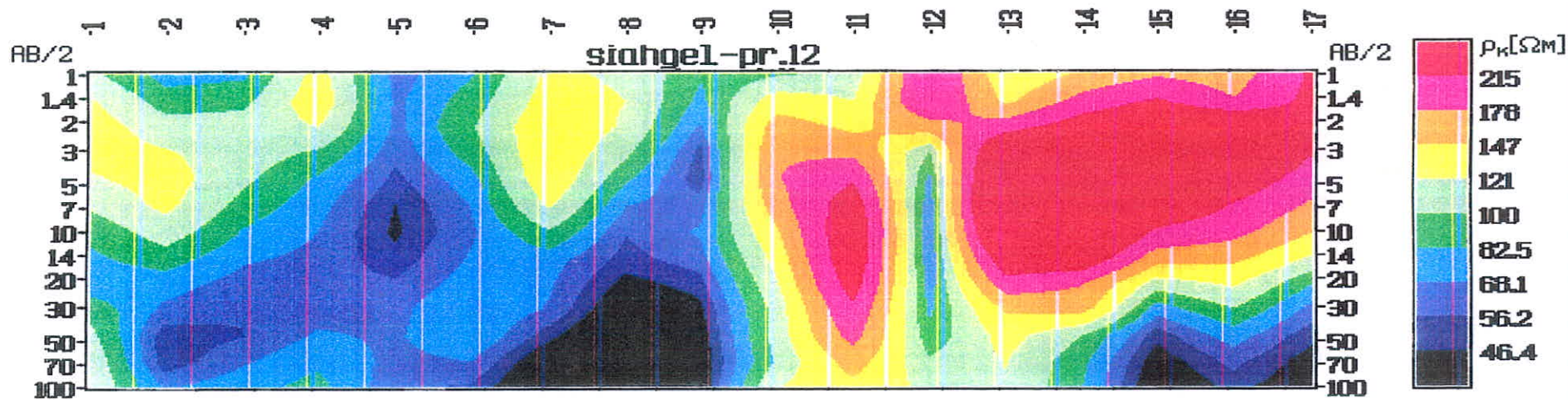


## ۵-۲-۱۲- شرح شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۱۲

این پروفیل شامل ۱۷ سونداژ و طولانی ترین پروفیل در محدوده سیاهگل می باشد. مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل بین کمتر از ۵۰ اهم متر تا بیش از ۲۴۰ اهم متر متغیر است. به طور کلی دو زون کم مقاومت در ابتدای پروفیل و با مقاومت بالا در انتهای پروفیل قابل تفکیک هستند. زون ابتدای پروفیل بیشتر شامل لایه های مارنی و رسی و میان لایه های گچی است. در محل سونداژهای ۷ و ۸ یک آنومالی با مقاومت بالاتر دیده می شود که بین لایه های مارنی و گچی محصور شده است. این آنومالی ذغالی موجود در این محل قابل انطباق است. همچنین در محل سونداژهای ۱۰ و ۱۱ نیز یک آنومالی دیده می شود که با توجه به نحوه گستردگی آن مشابه یک آنومالی ذغالی با گسترش رگه ای می باشد.

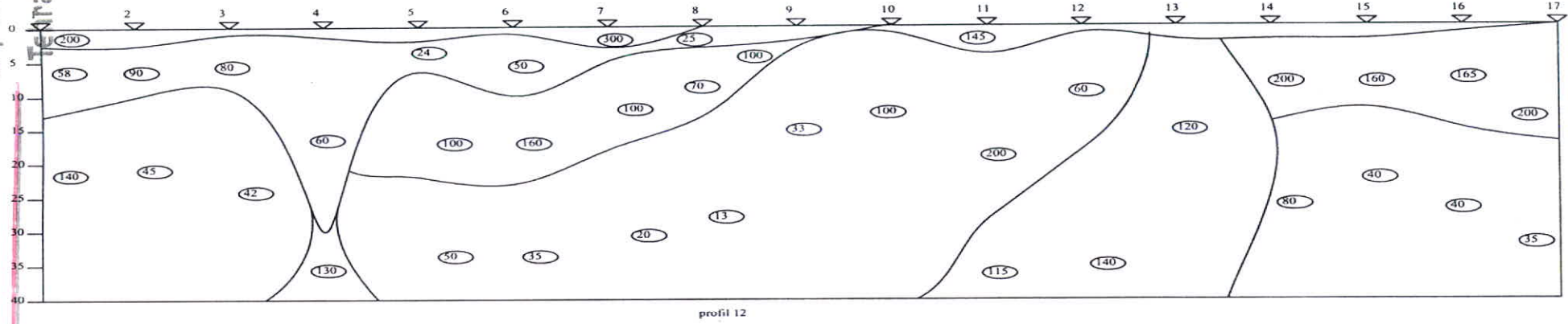
در انتهای پروفیل نیز در محل سونداژهای ۱۳ تا ۱۷ یک زون با مقاومت الکتریکی ظاهری بالا، که حداکثر تا  $\frac{AB}{2} = 19/7$  در عمق تقریبی ۷ متر گسترش می یابد، قابل ملاحظه است. این آنومالی ممکن است مربوط به وجود لایه های گچی باشد و احتمال وجود لایه های ذغالی کمتر می باشد، شکل های (۵-۲۶ و ۵-۲۷).





شکل (۵-۲۶) : شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۱۲ محدوده سیاهگل.





شکل (۵-۲۷) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۱۲ محدوده سیاهگل.



## ۳-۵- شرح نقشه‌های هم‌مقاومت ظاهری در محدوده سیاهگل

۳-۵-۱- شرح نقشه هم‌مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 3/16$  (عمق تقریبی ۱/۵ متر)

همانگونه که بر روی نقشه مشخص است مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل بسیار متغیر بوده و حداقل آن کمتر از ۴۰ اهم متر بوده که مربوط به وجود لایه‌های ریزدانه و مخلوط با مارن می‌باشد که در بعضی نقاط به‌واریزه‌های مارنی و رسی مربوط می‌شود و حداکثر آن تا بیش از ۴۵۰ اهم متر نیز می‌رسد که این مقاومت ظاهری در برخی نقاط به‌وجود لایه‌های سنگی و در برخی نقاط مربوط به‌وجود آنومالی‌های ذغالی می‌باشد.

بر روی این نقشه در گوشه جنوب غربی و در محل سونداژهای اولیه پروفیل‌های ۲، ۱ و ۳ یک زون دارای مقاومت ظاهری بالا قابل مشاهده است که به‌وجود لایه‌های سنگی می‌باشد که در نزدیکی این محل بیرونزدگی دارند و اغلب از جنس سنگ‌های آهکی آسماری می‌باشند. در ادامه این پروفیل‌های به‌سمت شرق اغلب مقاومت الکتریکی ظاهری پائین بوده و از جنس مارن و رسی و خاک‌های کشاورزی می‌باشند.

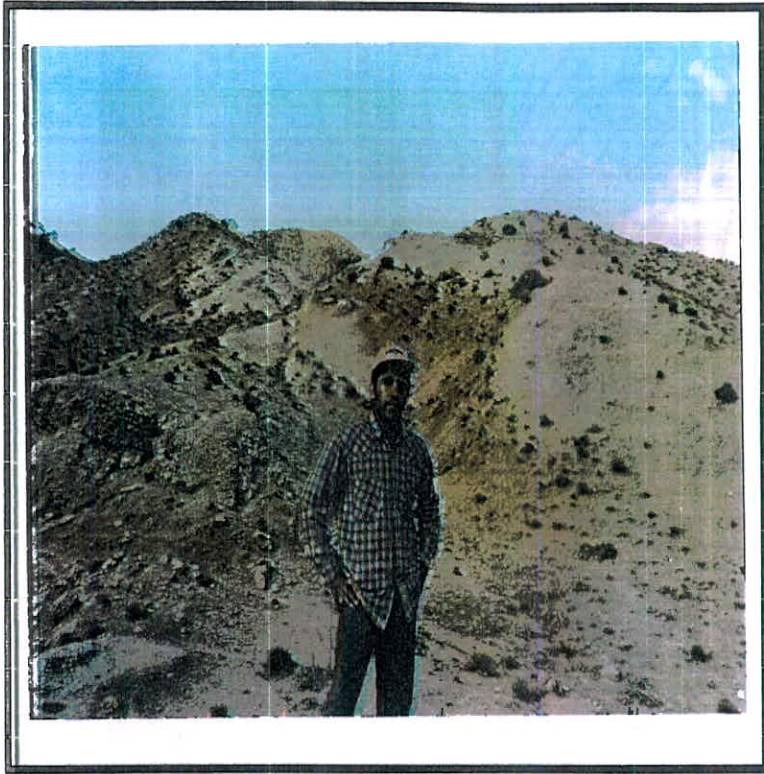
در محدوده پروفیل‌های ۴ تا ۸ مقاومت الکتریکی ظاهری به‌طور کلی افزایش یافته است که نشان‌دهنده درشت‌دانه‌تر بودن واریزه‌ها و رسوبات سطحی و همچنین وجود لایه‌ها و قطعات سنگی می‌باشد. این وضعیت به‌خصوص در محل سونداژهای ۱ تا ۴ از پروفیل ۵ مشهودتر است.

در نیمه بالائی نقشه وضعیت متغیرتر است ولی به‌طور کلی به‌دلیل وجود لایه‌های گچی مقاومت الکتریکی ظاهری افزایش یافته است. در محدوده پروفیل‌های ۱۰، ۹، ۸ و ۱۱ محل‌های که شواهد وجود آنومالی ذغالی را نشان می‌دهند قابل مشاهده است. به‌خصوص بر روی پروفیل ۱۱ در محل سونداژهای ۹، ۷ و ۱۰ بر روی پروفیل ۸ در محل سونداژهای ۳ و ۶ تا ۸ بر روی پروفیل ۹ در محل سونداژهای ۶، ۵ و ۸ و سونداژ ۹ پروفیل ۱۰ این محدوده‌ها به‌صورت زون‌های که وجود آنومالی ذغالی قابل انتظار است بر روی نقشه تحت عنوان Expected Anomaly area مشخص شده‌اند. در ادامه در قسمت شمال شرقی نقشه وجود زون‌های مقاومت بالا که اغلب مربوط به‌وجود لایه‌های گچی می‌باشند و زون‌های با مقاومت الکتریکی ظاهری پائین‌تر که معرف وجود درصد بالاتر مارن و رس هستند دیده می‌شوند. به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد که آبراهه اصلی با روند شمالی جنوبی که از میان محدوده عبور می‌کند یک زون شکستگی و گسل محل باشد که در امتداد آن آنومالی‌های



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین

ذغالی تمرکز دارند. در شکل (۵-۲۸) نمائی گرفته شده از بیرونزدهای مارنی و تناوب آنها با لایه‌های گچی در محدوده سیاهگل قابل مشاهده هستند.



شکل (۵-۲۸): نمائی از تناوب لایه‌های مارنی و گچی در محدوده سیاهگل.

4.82

4.8

4.78

4.76

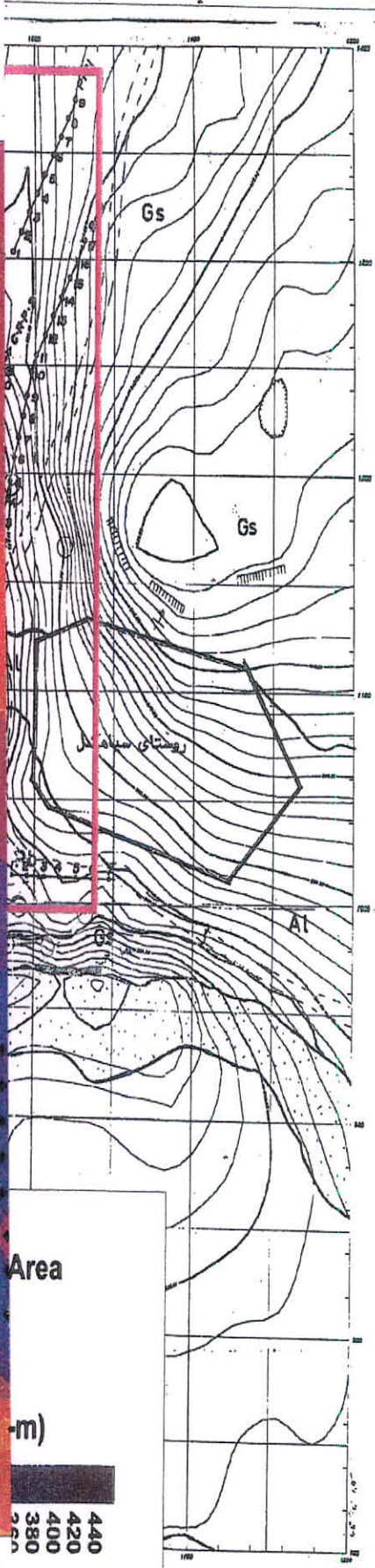
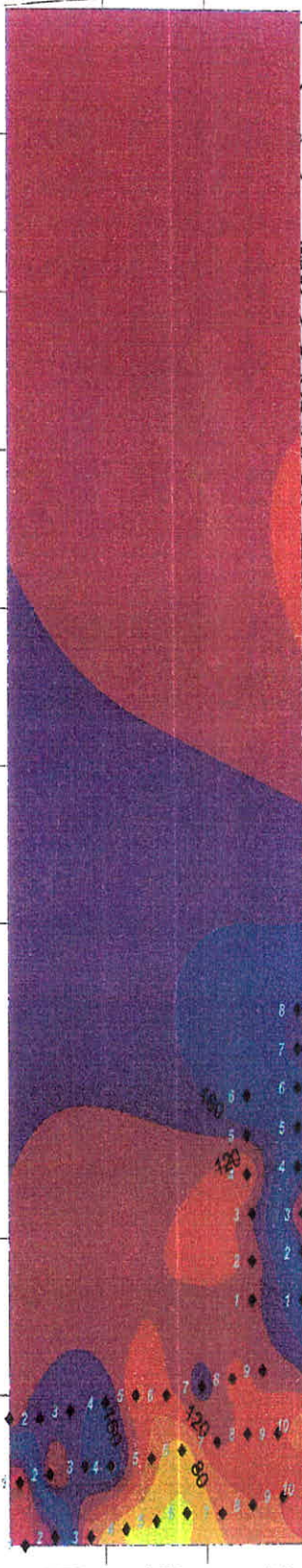
4.74

4.72

4.7

4.68

4.66



Area  
(m)  
440  
420  
400  
380  
360

نقشه زمین شناسی معدن بیتومین ساپگل

پژوهشگاه زمین شناسی  
گروه زمین شناسی  
تهران، ۱۳۸۵



۵-۳-۲- شرح نقشه هم‌مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 6/8$  (عمق تقریبی ۳/۴ متر)

بر روی این نقشه با توجه به اینکه مربوط به عمق بیشتری نیز می‌باشد، مقاومت الکتریکی ظاهری به‌طور عمومی افزایش یافته و این نشان‌دهنده افزایش مقاومت الکتریکی ظاهری مثبت به عمق می‌باشد. بر روی این نقشه همانگونه که قابل مشاهده است در گوشه جنوب شرقی محدوده همانند نقشه زون دارای مقاومت الکتریکی بالاتر ظاهر شده‌اند که نشان‌دهنده عبور از لایه‌های خاک‌های سطحی به سمت آبرفت‌های واریزه‌های درشت‌دانه‌تر می‌باشد. اما در قسمت‌های انتهایی پروفیل‌های ۲ و ۳ همچنان زون کم مقاومت قابل مشاهده است.

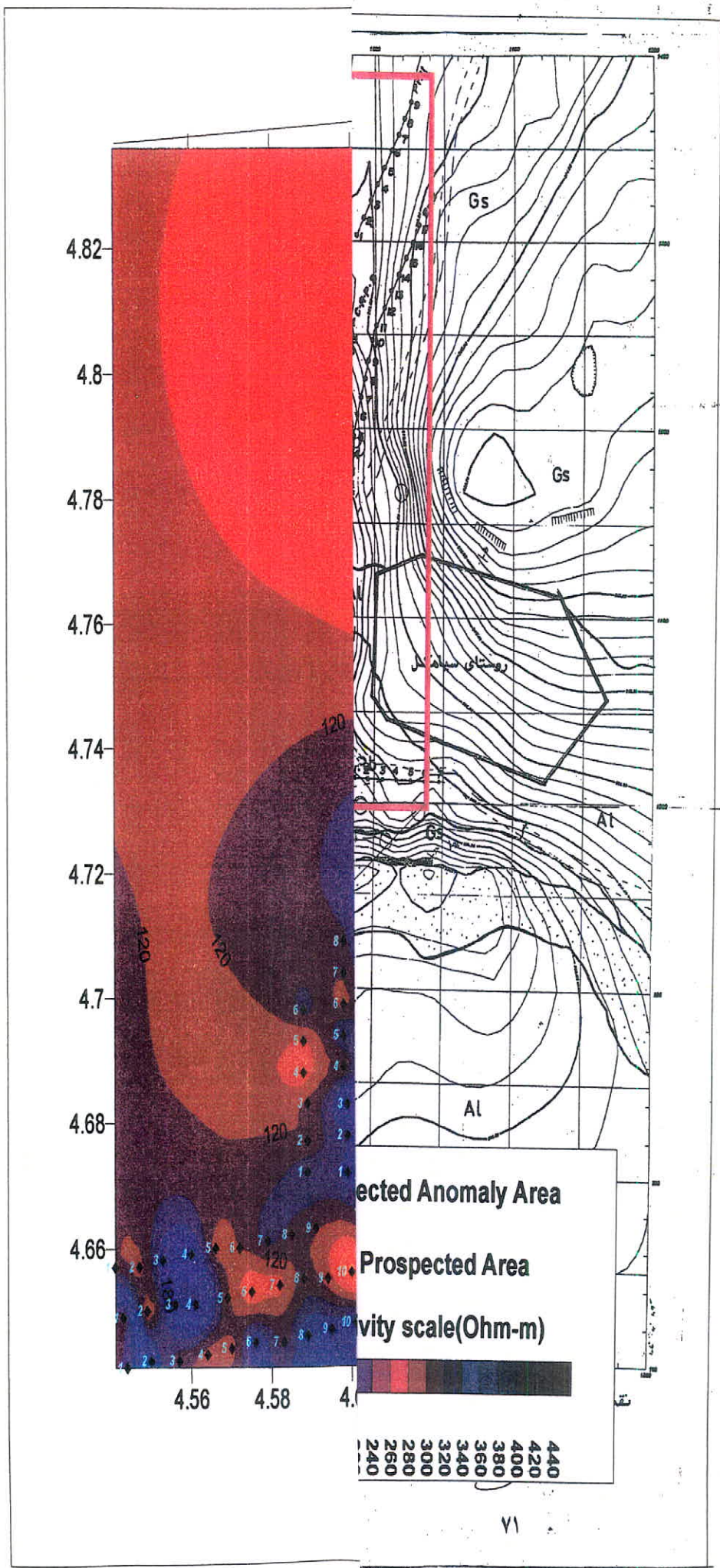
زون دارای مقاومت ظاهری بالا که بیانگر وجود واریزه‌ها و لایه‌ها سنگی مقاوم در ابتدای پروفیل‌های ۴ تا ۶ است به سمت ابتدای پروفیل ۲ گسترش یافته است.

در نیمه شمالی نقشه در محدوده پروفیل ۱۱ مقاومت الکتریکی ظاهری پائین‌تر نشان وجود واریزه‌ها مارنی می‌باشد که در برخی محل‌ها بر روی این پروفیل به‌طور محل مقاومت الکتریکی ظاهری افزایش یافته و نشان‌دهنده وجود آنومالی‌های ذغالی می‌باشد. این آنومالی‌ها بر روی پروفیل‌های ۸ تا ۱۰ نیز قابل مشاهده است که به نظر می‌رسد بیشترین گسترش را در محدوده پروفیل ۸ و گسترش آن به سمت پروفیل ۱۱ داشته باشد. در محل پیچ آبراه اصلی سیاهگل نیز وجود آنومالی‌های ذغالی بر روی پروفیل ۱۱ مشخص است. اغلب آنومالی‌های موجود دارای سنگ همبری از نوع گچ می‌باشند که بوسیله لایه‌های مارنی در بر گرفته شده‌اند.

در مجموع به نظر می‌رسد که با توجه به مقاومت الکتریکی بالای ذغال‌سنگ (بیتومین) در صورتی که این آنومالی‌ها با لایه‌های مارنی همبری داشته باشند بهتر بتوان آنها را با روش ژئوالکتریکی پی‌جویی نمود.

در انتهای پروفیل‌های ۹۸ و ۱۰ وجود یک زون که نشان‌دهنده لایه‌های مارنی کم مقاومت می‌باشد قابل مشاهده است بر روی پروفیل ۱۲ مقاومت الکتریکی ظاهری افزایش یافته و بیانگر حضور لایه‌های گچی در این محدوده است بر روی این پروفیل آنومالی ذغالی مشاهده نشده است و به‌طور کلی بر روی این پروفیل دو زون مقاومت بالا در ابتدای پروفیل تا اطراف سونداژ ۵ و یک زون با مقاومت الکتریکی ظاهری پائین در انتهای پروفیل قابل مشاهده است که زون ابتدایی به وجود لایه‌های گچی و مقاوم مربوط است و زون انتهای به وجود لایه‌های مارنی مرتبط است.





۵-۳-۳- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $AB/2 = 14/7$  (عمق تقریبی ۷/۳ متر)

بر روی این نقشه همانگونه که مشاهده می شود مقاومت الکتریکی ظاهری به طور عمومی افت کرده است به طوری که زون های دارای مقاومت الکتریکی ظاهری پائین تر گسترش بیشتری پیدا کرده اند. در محدوده جنوب شرقی نقشه زون دارای مقاومت الکتریکی ظاهری بالا هنوز قابل مشاهده است اما در ادامه بر روی پروفیل های ۱، ۲ و ۳ مقاومت الکتریکی ظاهری افت کرده و به لایه های مارنی و رسی همراه با مواد آبرفتی تبدیل شده است. زون دارای مقاومت الکتریکی ظاهری بالا در ابتدای پروفیل ۴، ۵ و ۶ نیز محدودتر شده و بیشتر به سمت انتهای پروفیل های ۱ و ۲ ادامه یافته است.

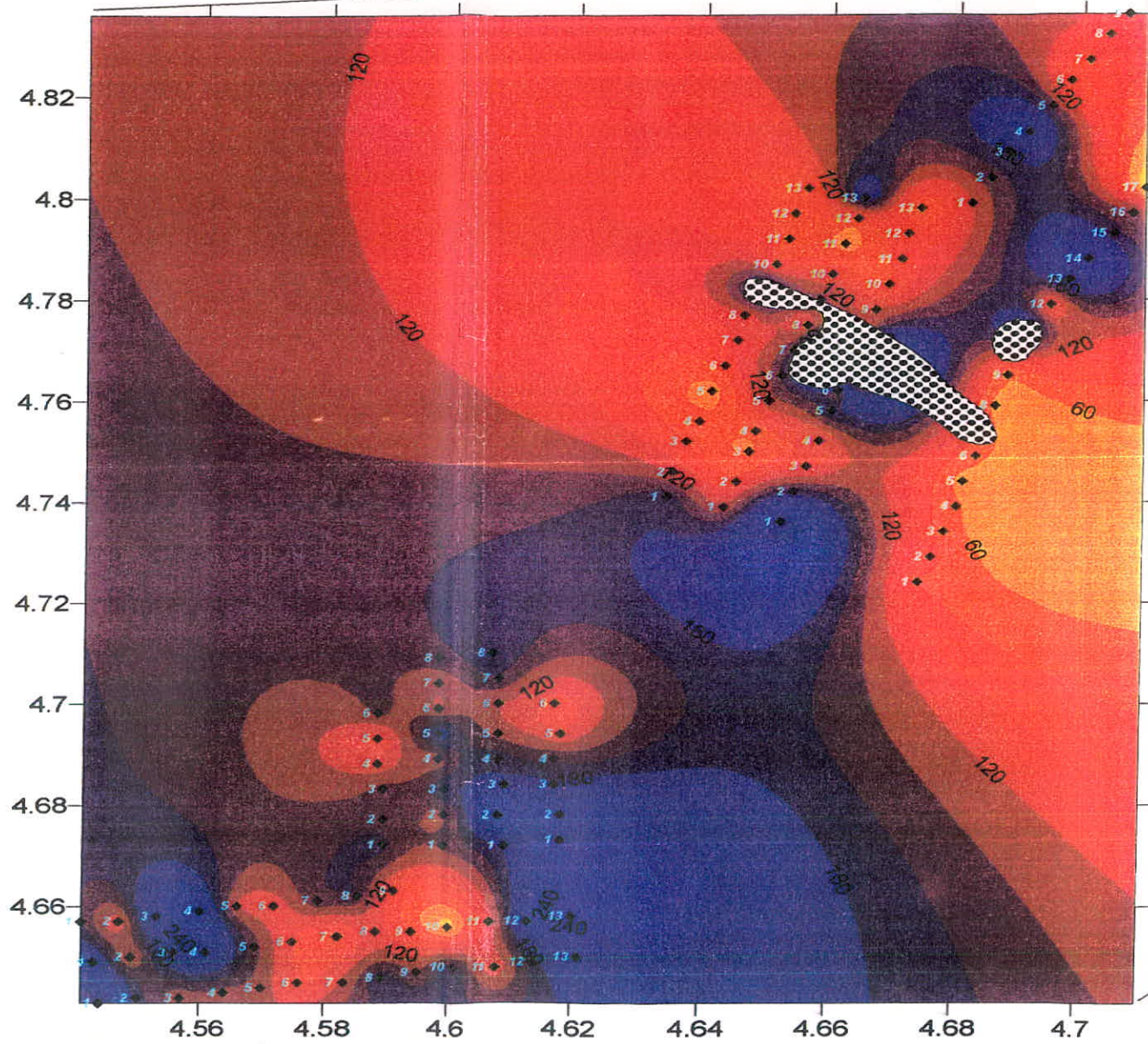
بر روی پروفیل های ۸ تا ۱۰ نیز به جزء محل آنومالی ها، مقاومت الکتریکی ظاهری کاهش یافته که نشان دهنده گسترش لایه های مارنی و رسی و به طور کلی ریزدانه در این عمق و در محدوده این پروفیل ها می باشد.

شکل کلی آنومالی ذغال مشاهده شده همچنان از نقشه های قبل پیروی می کند و بر روی پروفیل های ۸ تا ۱۰ و ۱۱ گسترش یافته است. در انتهای پروفیل ۱۱ یک زون دارای مقاومت الکتریکی ظاهری بالا در اطراف سونداژهای ۱۳ تا ۱۵ دیده می شود که با توجه به مشاهدات صحرائی به نظر می رسد مربوط به وجود لایه های گچی باشد.





# Iso Resistivity map of Sia



۵-۳-۴- شرح نقشه هم‌مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 31/6$  (عمق تقریبی ۱۵/۸ متر)

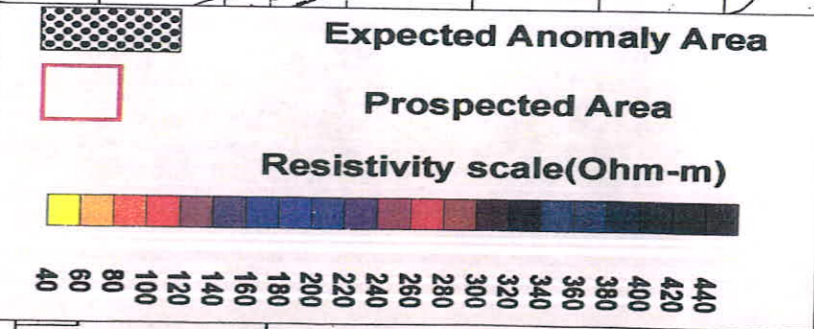
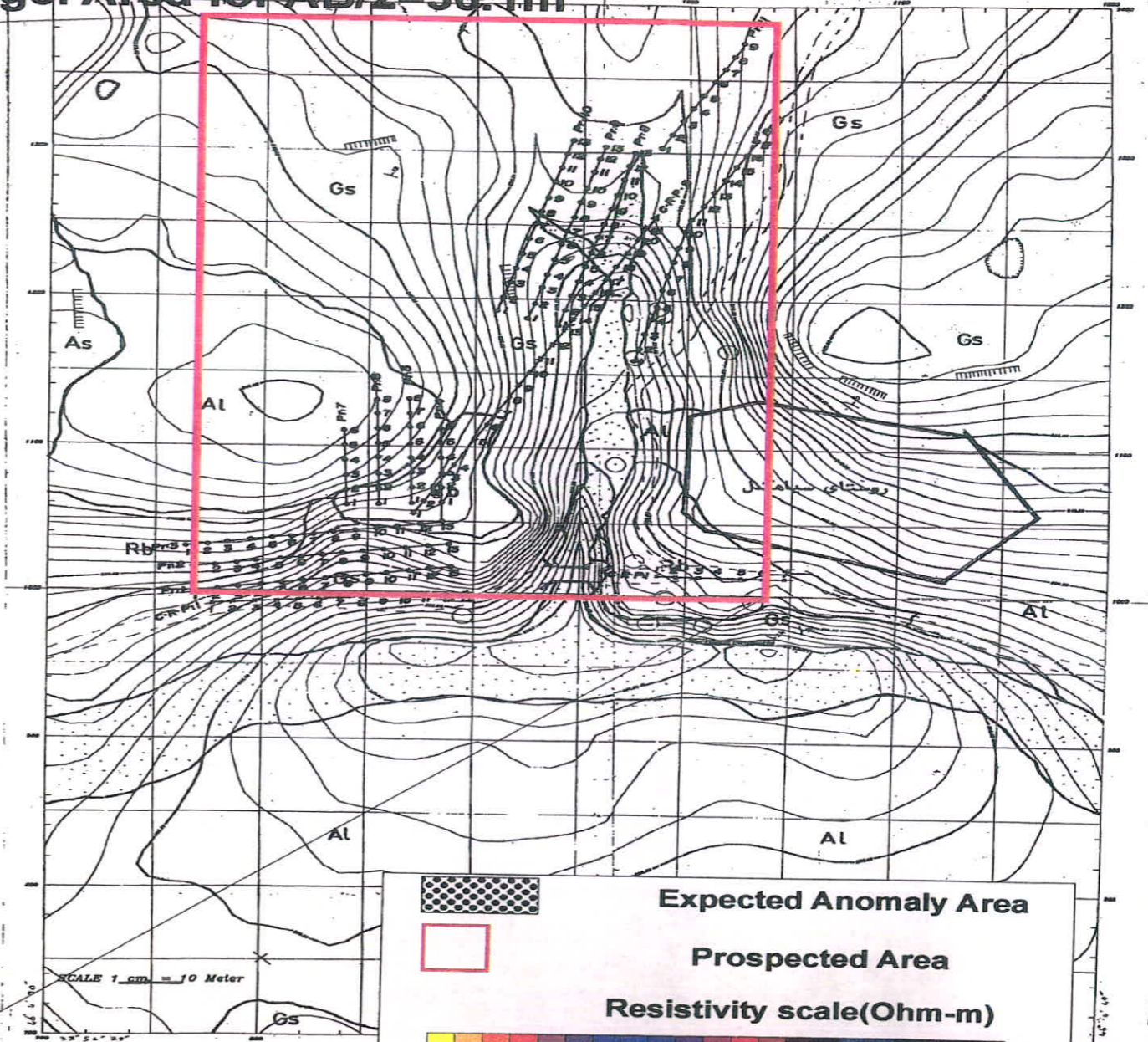
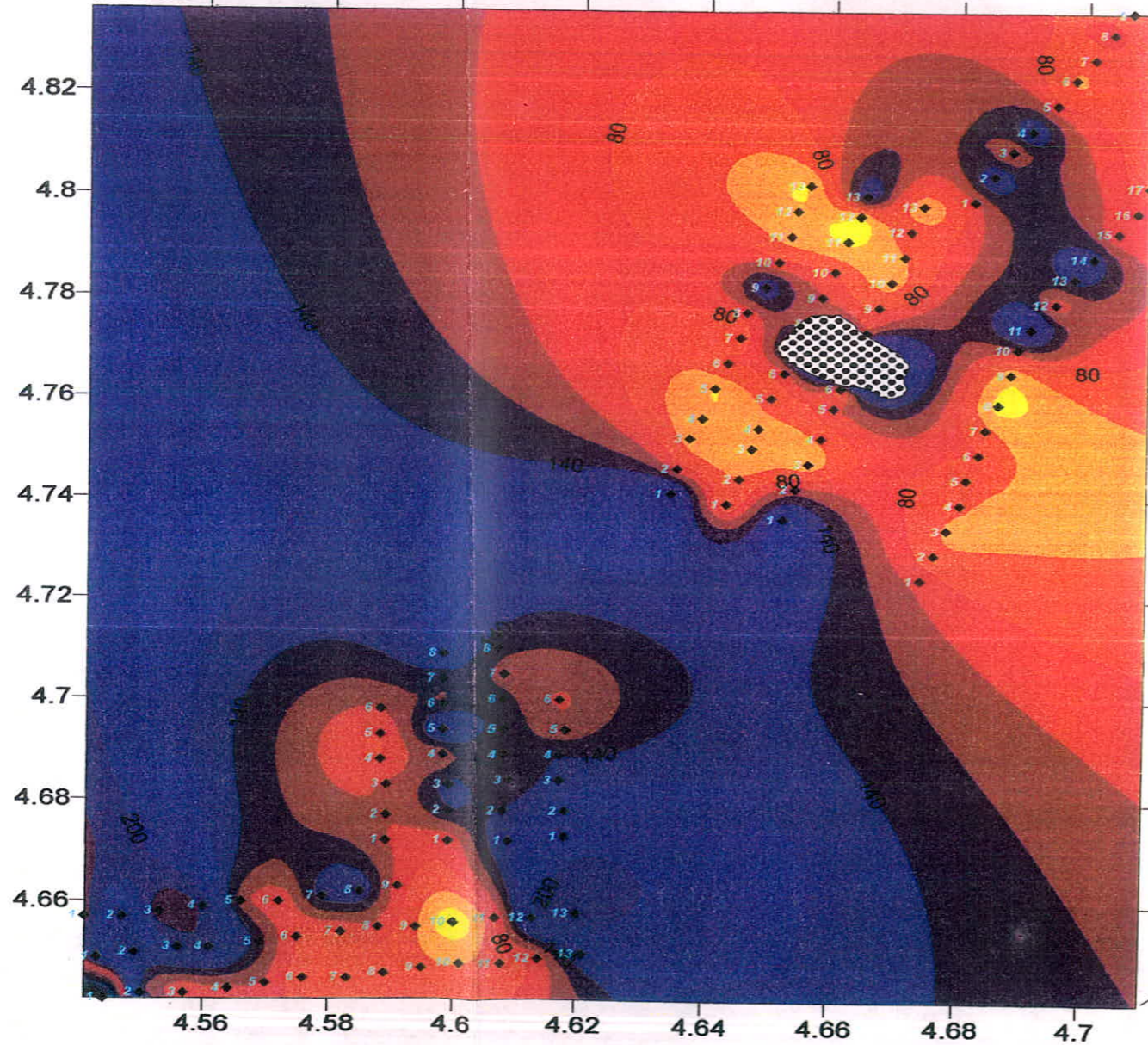
بر روی این نقشه به‌خوبی می‌توان مرز گسترش لایه‌های مقاوم سنگی در قسمت جنوب شرق نقشه با لایه‌های مارنی در عمق حدود ۱۶ متر را تفکیک نمود. این زون بر روی پروفیل یک تا سونداژ ۲ و بر روی پروفیل‌های ۲ و ۳ تا سونداژهای ۵ ادامه دارد که به‌نظر می‌رسد مرز سازند آهکی آسماری باشد.

بر روی پروفیل‌های ۱ تا ۳ در جنوب نقشه زون دارای مقاومت الکتریکی ظاهری کم در حد مارن و رس گسترش زیادی دارند و به‌جزء سونداژها ۱۳ پروفیل ۲ که نشان‌دهنده وجود یک زون با مقاومت بالا است که احتمالاً با قطعات سنگی منطبق است و سونداژ ۸ پروفیل ۳ که با یک لنز محلی مقاومت با انطباق دارد در بقیه محدوده لایه‌های کم مقاومت گسترش دارند.

در قسمت شمالی نقشه به‌جزء محل آنومالی ذغالی بقیه محدوده از جنس لایه‌های کم مقاومت می‌باشند. در این عمق آنومالی ذغالی گسترش کمتری نسبت به عمق‌های کمتر دارد و در محدوده پروفیل‌های ۸ و ۹ محدود شده است و وجود چند آنومالی محلی مقاومت بالا بر روی پروفیل‌های ۱۱ و ۱۲ مشکوک به وجود آنومالی ذغالی هستند اما به‌دلیل این که کاملاً محلی هستند و شواهد کافی برای وجود آنومالی در آنها وجود ندارد و با توجه به فواصل سونداژها که بیش از ۱۰ متر می‌باشد امکان بررسی دقیق‌تر و اظهار نظر قطعی‌تر در مورد آنها وجود ندارد. به‌نظر می‌رسد با مطالعات بعدی از قبیل مشاهدات صحرائی و زمین‌شناسی دقیق و احتمالاً حفر گمانه و ترانسه بتوان در مورد این آنومالی‌های مقاومت بالا اظهار نظر قطعی نمود. این نکته از آن جهت است که اغلب آنومالی‌های موجود به‌صورت رگه‌ای بوده و گسترش جانبی محدودی دارند.



# Iso Resistivity map of Siahgel Area for AB/2=36.1m

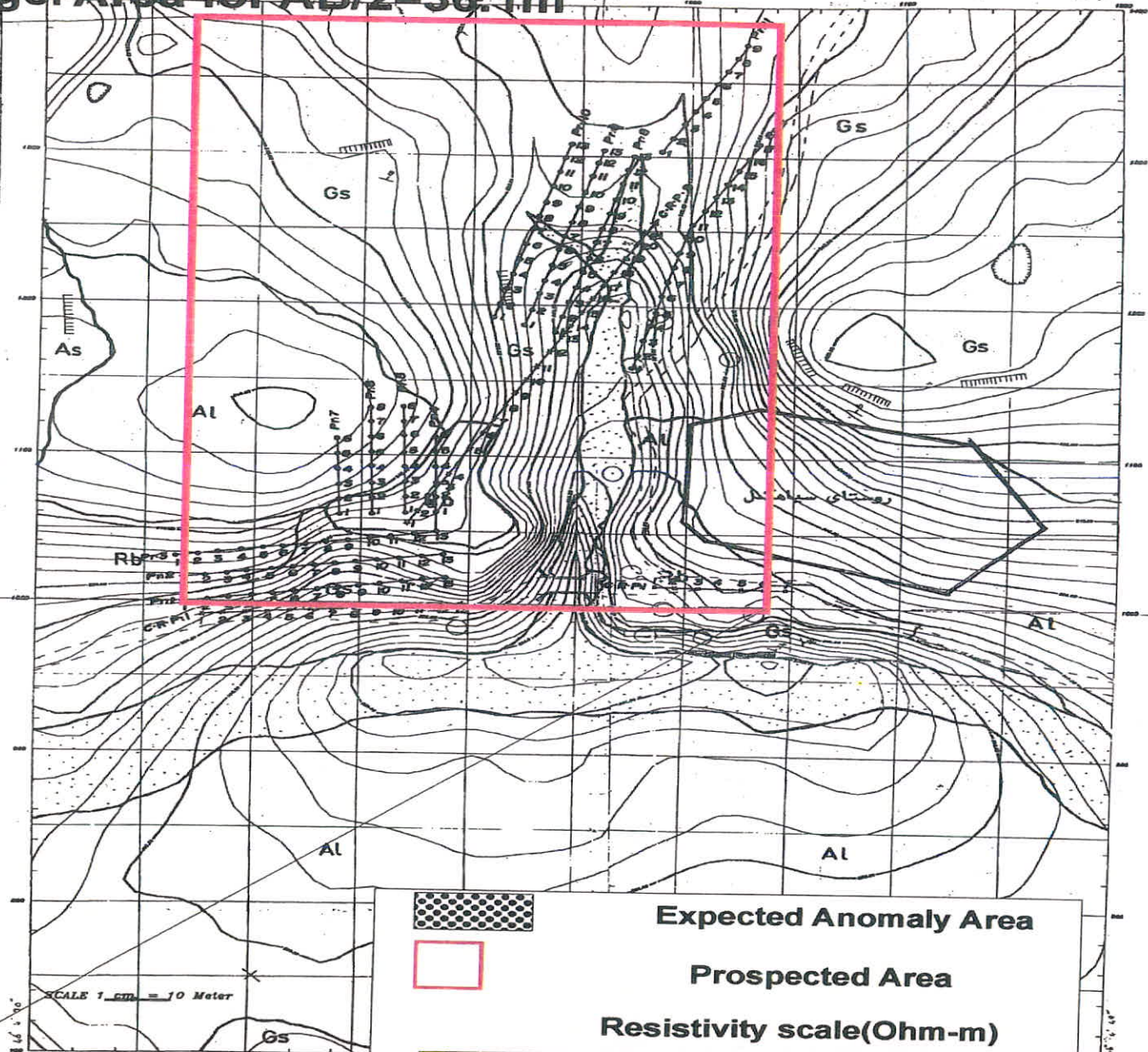


علائم قراردادی

رواد بستر بناد  
جاده خاکی  
پیل  
چاه اکتشافی

Quaternary  
Alluvium  
As

# Target Area for AB/2=36.1m



**Expected Anomaly Area**



**Prospected Area**

**Resistivity scale (Ohm-m)**



40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440

- علامه قراردادی**
- روان بستر خاکی
  - چاه خاکی
  - پل
  - چاه اکتشافی

- Quaternary
- Alibon
- Alibon
- AS Assiut formation



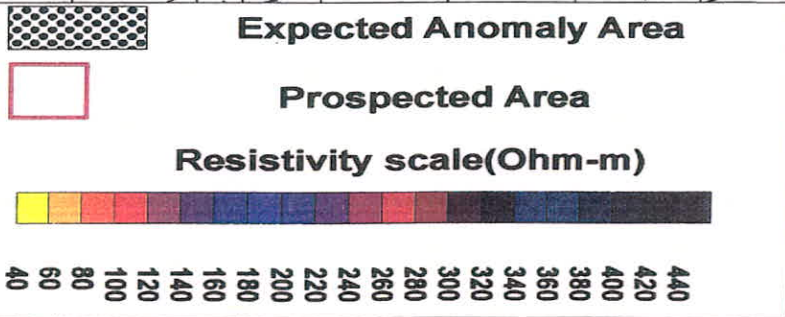
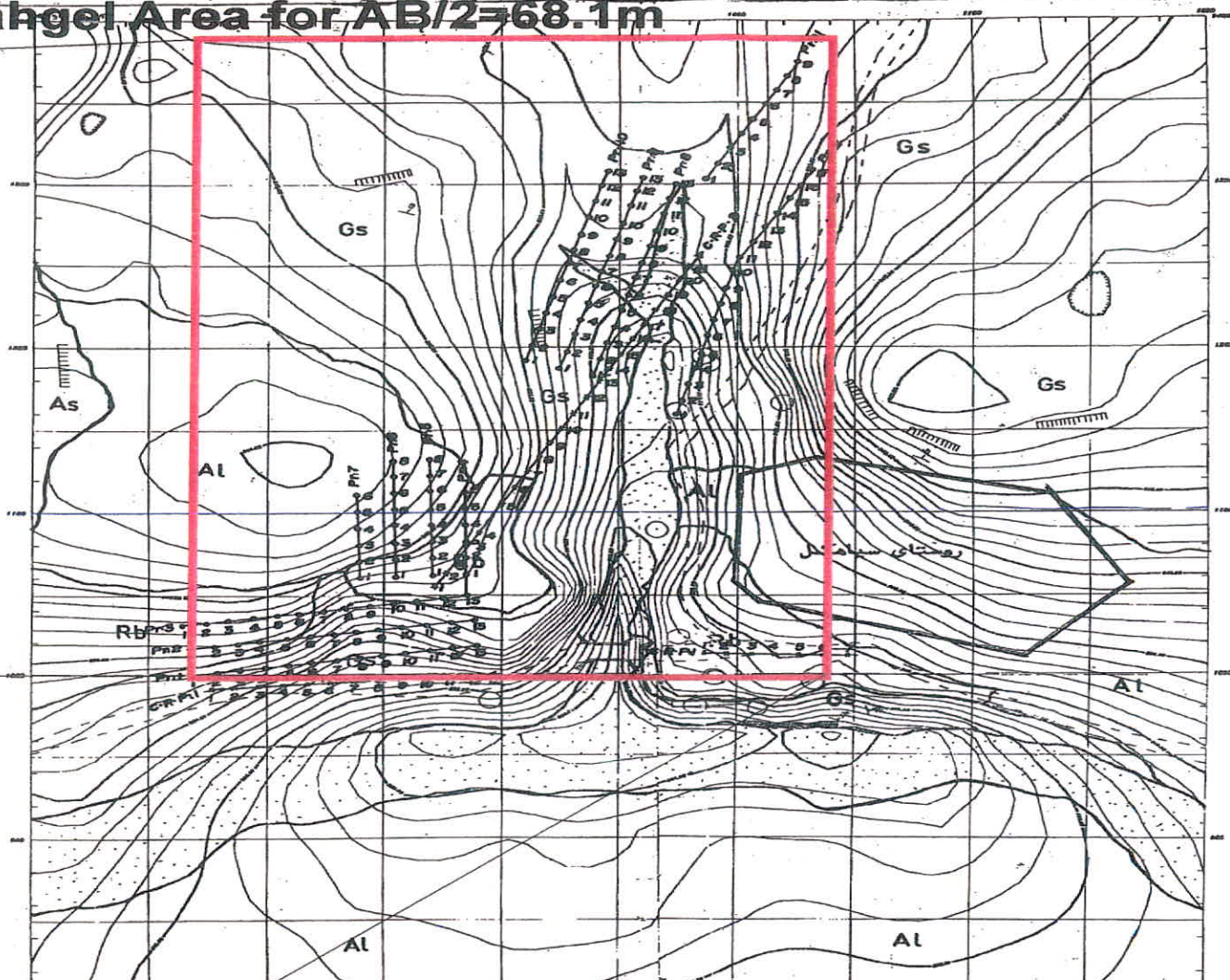
۵-۳-۵- شرح نقشه هم‌مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 68/1$  (عمق تقریبی ۳۲ متر)

همانگونه که بر روی این نقشه قابل مشاهده است وضعیت محدوده مورد مطالعه در این عمق حالت یکنواخت‌تری دارد. در این عمق اغلب وسعت محدوده بوسیله لایه‌های مارنی و رسی و میان لایه‌های گچی در بر گرفته شده که مربوط به لایه‌های سازند گچساران می‌باشد. بر روی این نقشه مرز لایه سنگی با لایه‌های کم مقاوم در گوشه جنوب شرقی محدوده همچنان مشخص است به جزء در محل دو سونداژ انتهائی پروفیل‌های ۲ و ۵ که یک زون محلی دارای مقاومت الکتریکی ظاهری بالا قابل مشاهده است در بقیه محدوده لایه‌های دارای مقاومت الکتریکی ظاهری پائین دیده می‌شوند. در قسمت شمالی نقشه همانگونه که مشاهده می‌شود وضعیت عمومی حالت آرام و یکنواختی دارد و آنومالی‌های ذغالی گسترش محدودتری نسبت به عمق‌های کمتر پیدا کرده‌اند و به صورت دو آنومالی جداگانه بر روی پروفیل ۱۱ و پروفیل‌های ۹ و ۱۰ مشاهده می‌شود. جنس لایه‌ها عموماً "مارن و رس همراه با میان لایه‌های گچی می‌باشد.

محل‌هایی که مقاومت الکتریکی ظاهری کاهش می‌یابد مربوط به افزایش در حد مواد مارنی و رسی است و در محل‌هایی که مقاومت ظاهری به‌طور نسبی افزایش می‌یابد مربوط به حضور لایه‌های گچی می‌باشد.



**Target Area for  $AB/2=68.1m$**

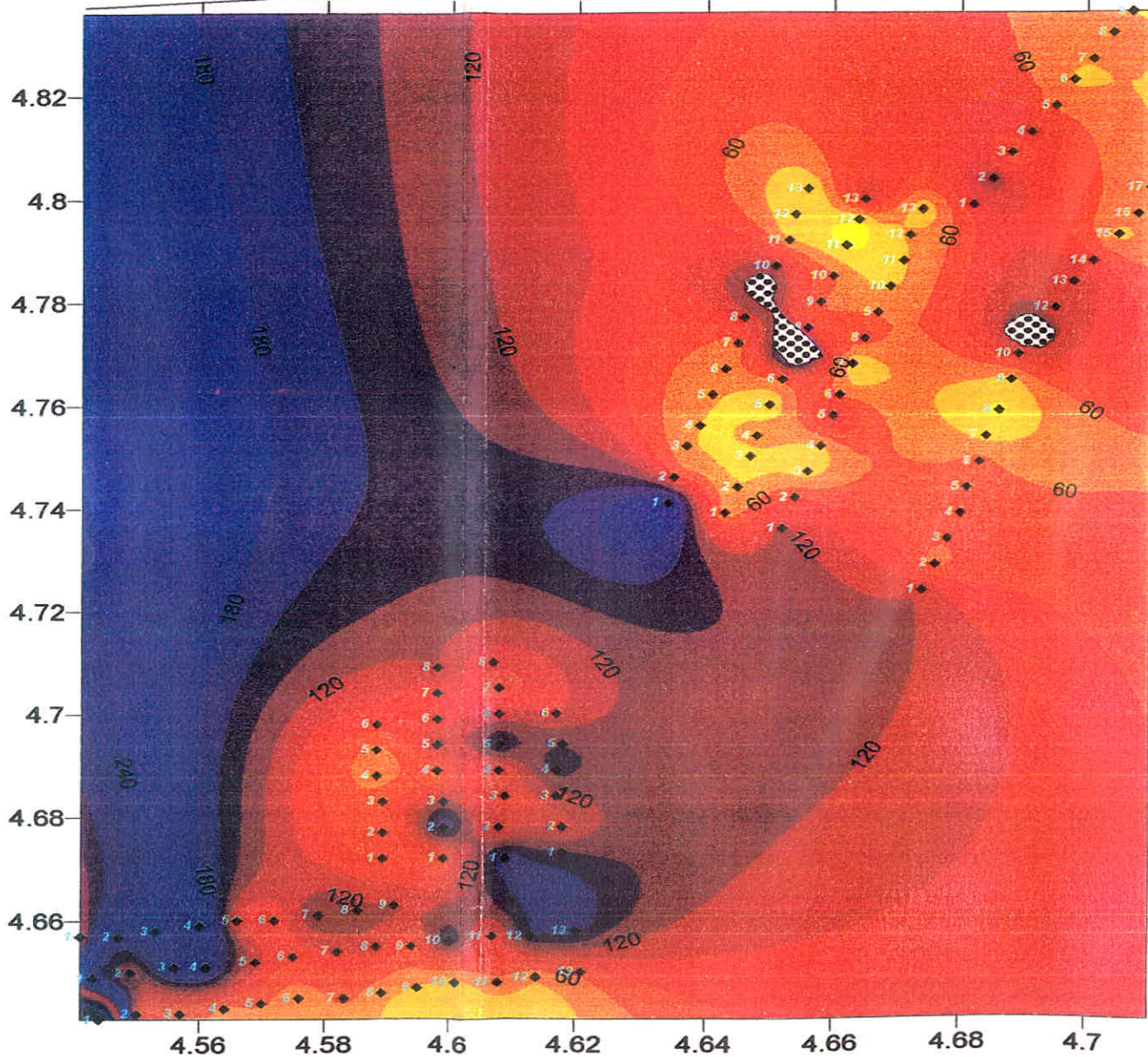


**علامه قراردادی**

رودخانه  
 جاده خاکی  
 چاه کشفی  
 سیم  
 تپه  
 چاه کشفی

Gypsum  
 Anhydrous salt  
 Aluminum silicate

# Iso Resistivity map of S



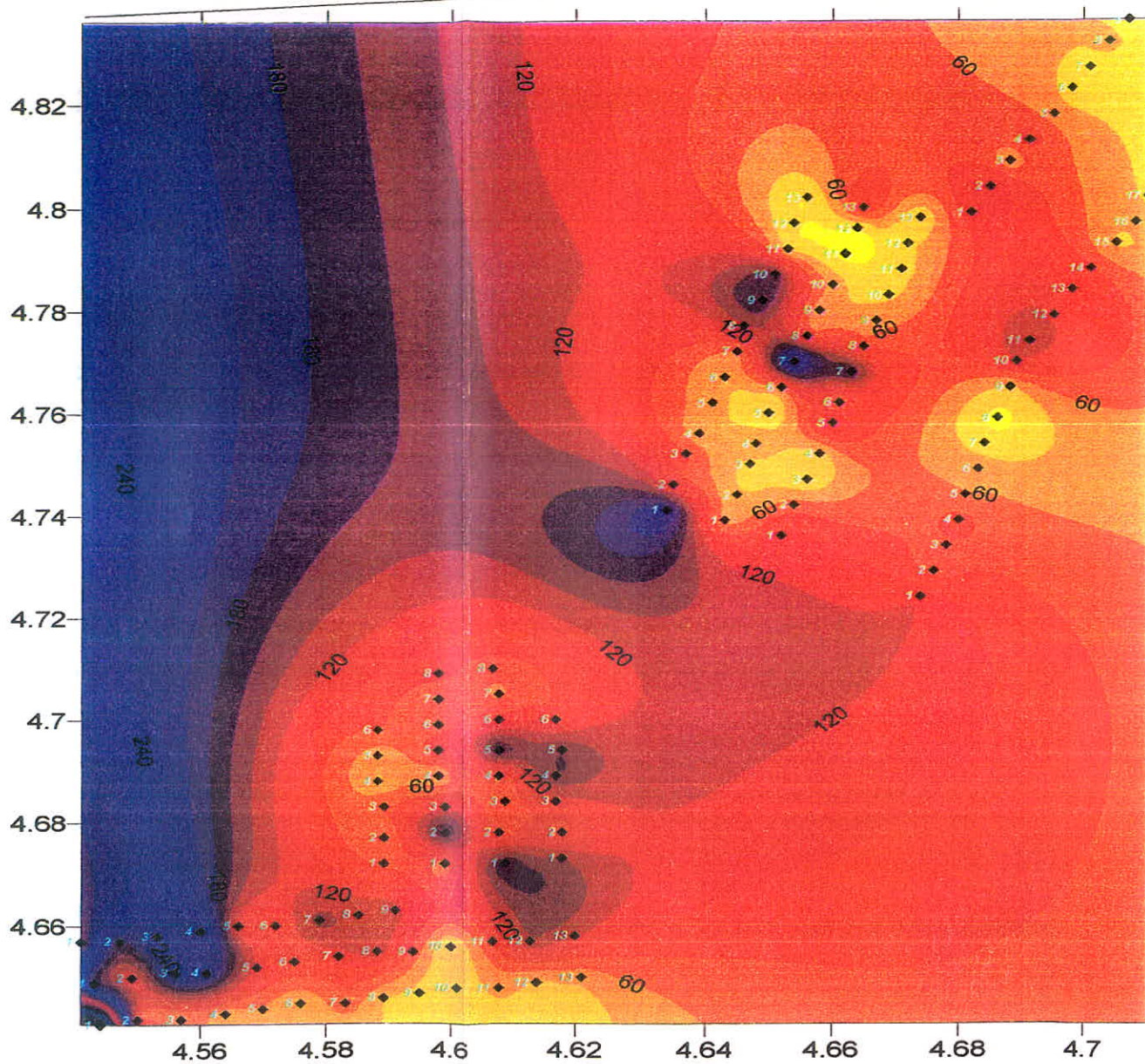
مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین

۵-۳-۶- شرح نقشه هممقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 100$  (عمق تقریبی ۵۰ متر)

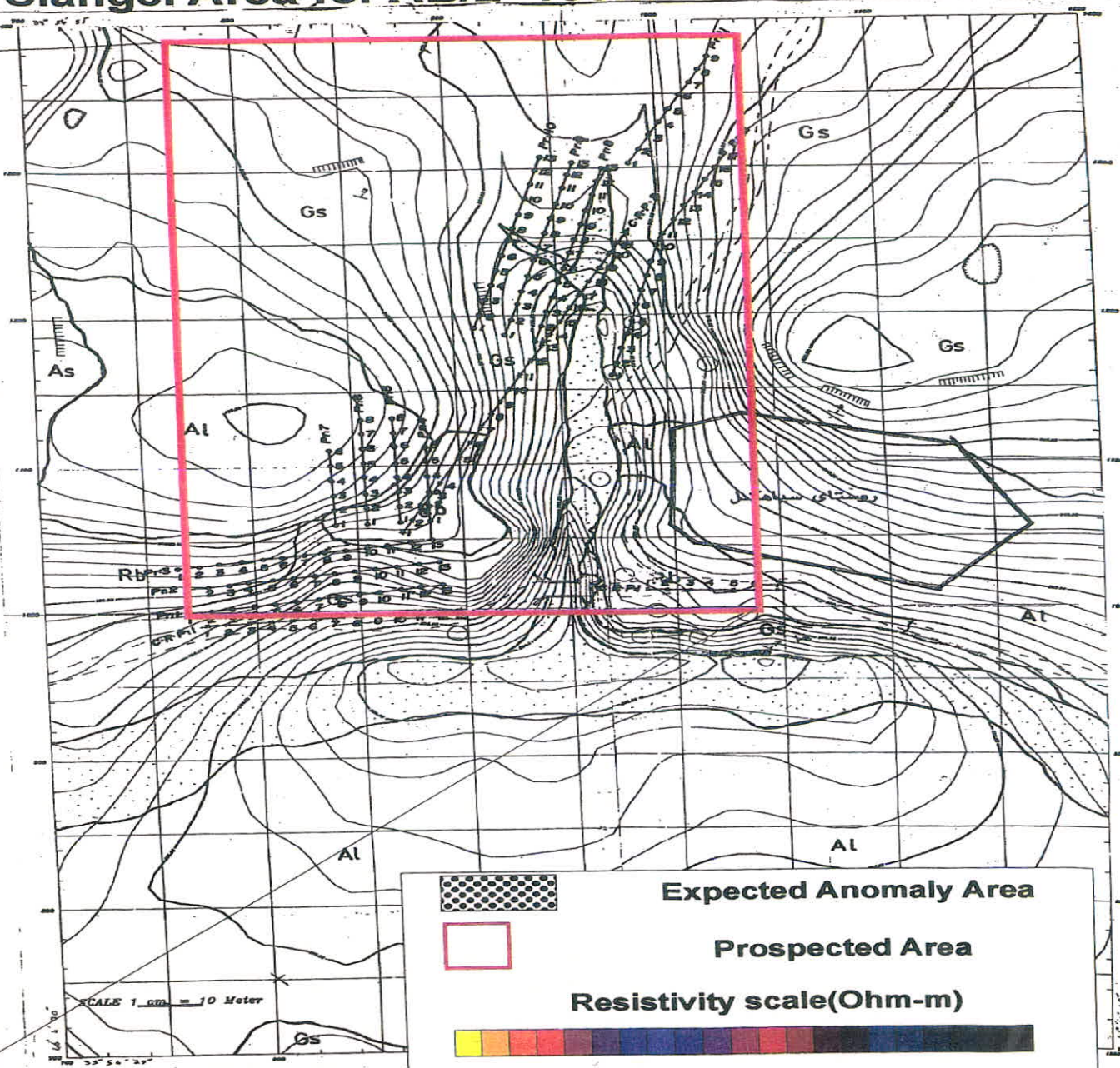
بر روی این نقشه روند کلی همانند نقشه قبل می باشد و به جزء مرز لایه های مقاوم در قسمت جنوب شرق نقشه وجود زون های با مقاومت الکتریکی نسبی بالاتر در برخی نقاط به طور کلی آنومالی خاصی بر روی این نقشه دیده نمی شد و با توجه به ماهیت مطالعات انجام شده به نظر می رسد که در این عمق، آنومالی ذغالی خاصی از دیدگاه ژئوالکتریکی وجود داشته باشد. و عموماً "لایه های مارنی و میان لایه های گچی که در برخی نقاط به طور محلی مقاومت الکتریکی ظاهری افزایش می یابد گستره محدوده را تشکیل می دهند.



# Iso Resistivity map



# of Siahgel Area for $AB/2=100m$



**Expected Anomaly Area**

**Prospected Area**

**Resistivity scale(Ohm-m)**

40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440

علائق قراردادی

رویک بستر بنام

جاده خاکی

پل

چادکتافی

Quaternary

Gs Gachsaran formation

Al Asmari formation

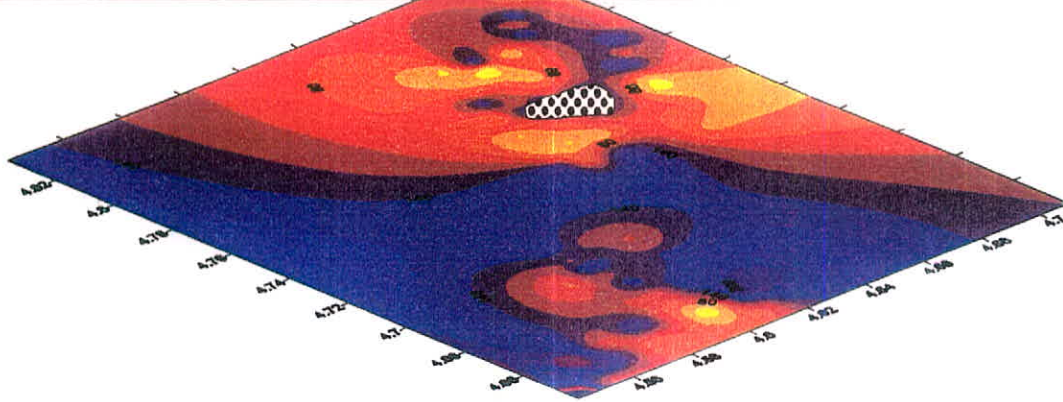
Oligocene

۵-۳-۷- شرح نمائی سه بعدی تغییرات مقاومت الکتریکی ظاهری در محدوده سیاهگل نهایتاً پس از بررسی تغییرات مقاومت الکتریکی ظاهری و وضعیت آنومالی های موجود در محدوده سیاهگل بر روی نقشه های دو بعدی، به منظور تصویر بهتر از چگونگی تغییرات مقاومت الکتریکی ظاهری اقدام به کنار هم قرار دادن نقشه به صورت نمائی سه بعدی شده تا این که بتوان تحلیل بهتری از وضعیت تغییرات مقاومت الکتریکی ظاهر نمود.

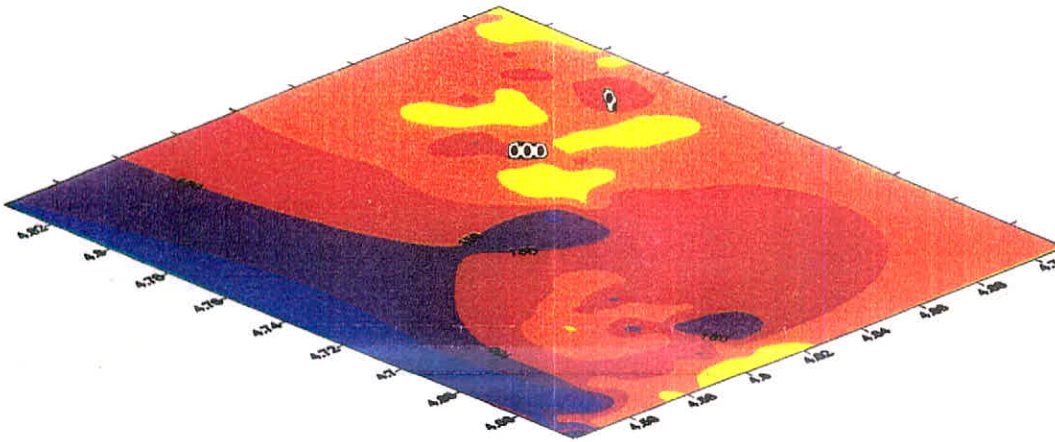
به طور کلی در عمق های کم نزدیک سطح وضعیت عمومی مقاومت الکتریکی ظاهری بالا بوده و نشان دهنده وجود لایه های مقاوم سطحی از قبیل واریزه ها و قطعات سنگی و آبرفت های درشت دانه می باشد در عین حال وجود آنومالی های ذغالی چندی در عمق حدود ۱۰۶ متری قابل انتظار است. با افزایش عمق این وضعیت ادامه دارد و محدوده احتمالی حضور آنومالی ذغالی به حداقل میزان خود می رسد.

در عمق ۵۰ متری شواهدی از گسترش محدوده احتمالی آنومالی دیده نمی شود و لایه های مارنی و میان لایه های گچی مربوط به سازند گچساران گسترش می یابند.

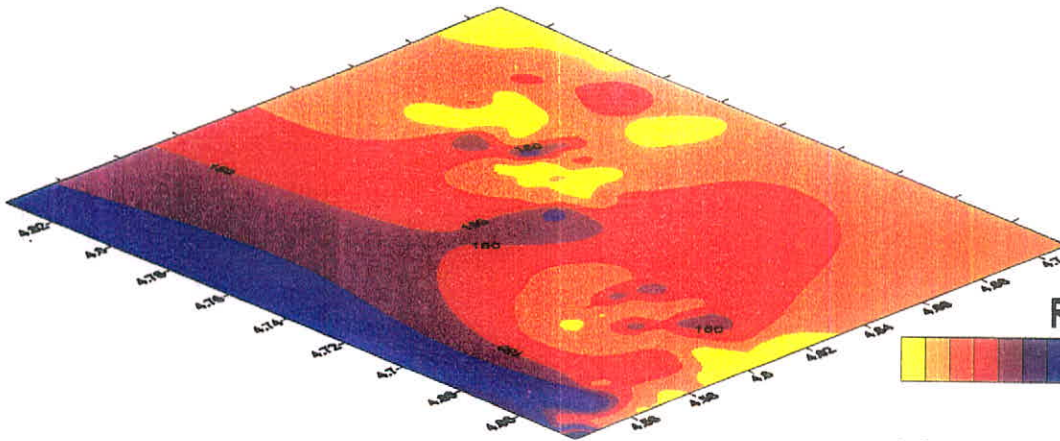




**AB/4=15.8m**

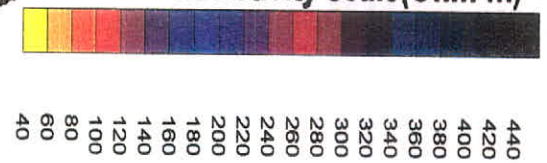


**AB/4=34m**

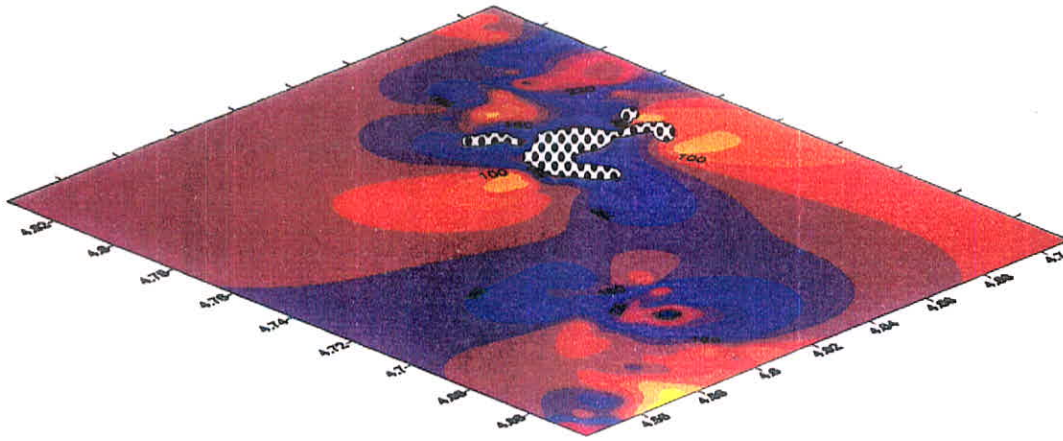


**AB/4=50m**

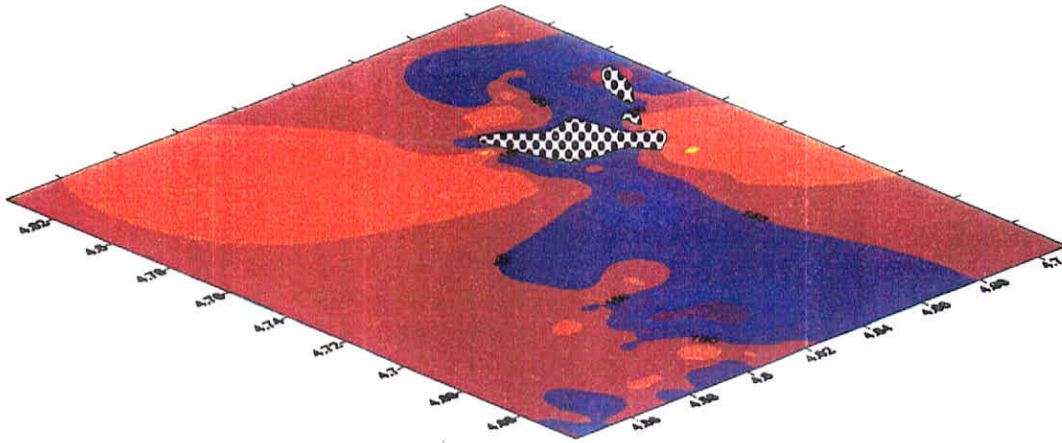
**Resistivity scale(Ohm-m)**



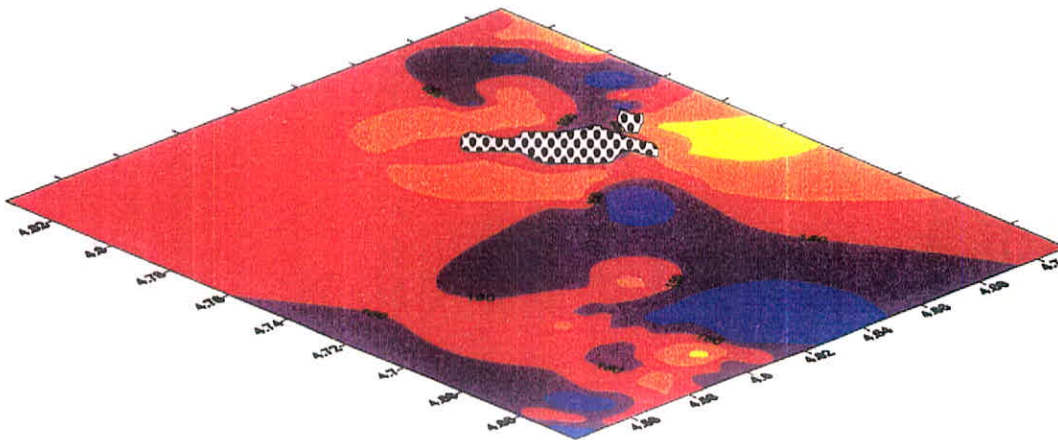




**AB/4=1.58m**



**AB/4=3.4m**



**AB/4=7.3m**

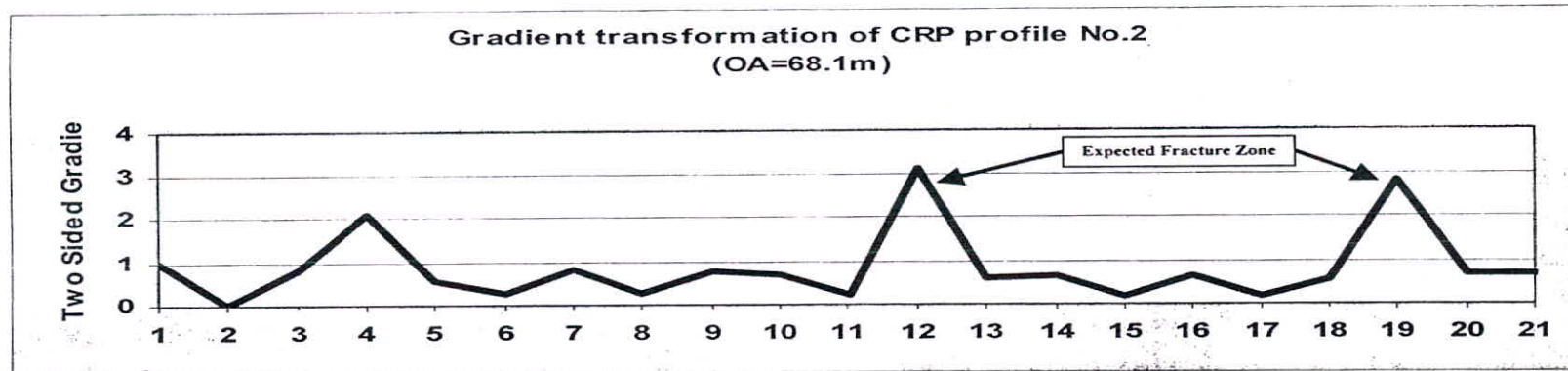
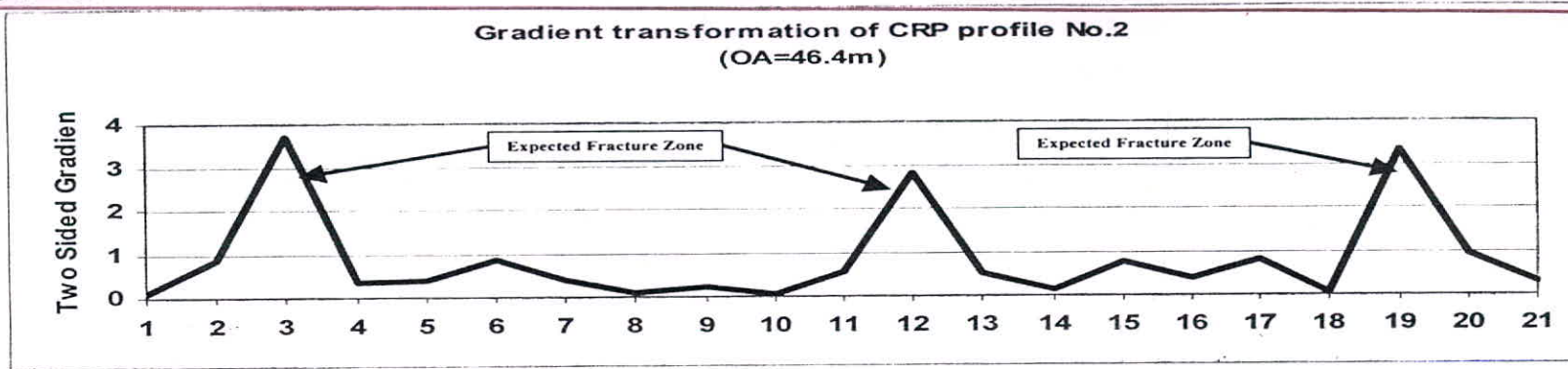
#### ۴-۵- برداشت‌های C.R.P در محدوده سیاهگل

به منظور انجام مطالعات C.R.P و تعیین امکان این گونه برداشت‌ها در محدوده‌های مورد مطالعه، تعداد سه پروفیل C.R.P در محدوده سیاهگل برداشت شده است که به منظور شناسایی محل زون‌های ناپیوستگی و گسل‌های احتمالی انجام شده است.

به طور کلی در این روش از دو آرایش نیم شولومبرژه برای فواصل خاصی استفاده می‌شود به طوری که در هر مرحله یک الکتروود در بی‌نهایت فیزیکی قرار داده می‌شود و سه الکتروود MNA یا MNB متحرک خواهند بود و سپس از روی داده‌ها، مقادیر گرادیان که به صورت تابعی از تغییرات شیب مقادیر مقاومت الکتریکی است می‌بایست محاسبه شود و در محل‌هایی که این تابع مقادیر بیشتری را نشان می‌دهد می‌تواند معرف حضور ناپیوستگی و کنتراست مقاومتی باشد.

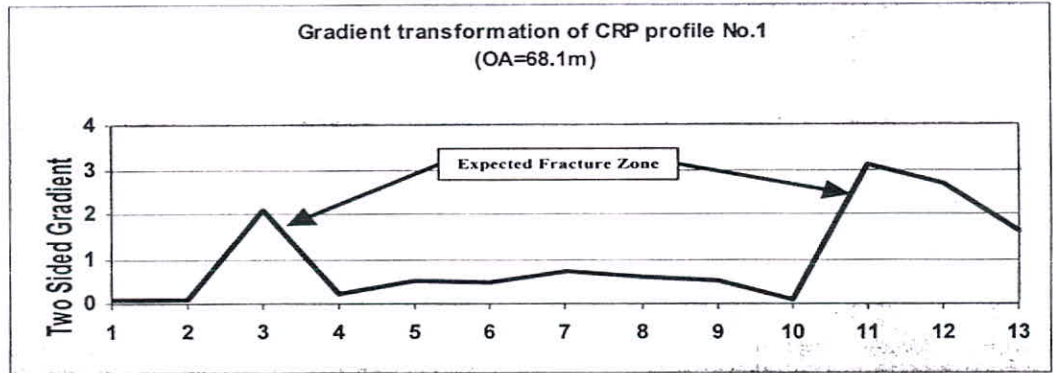
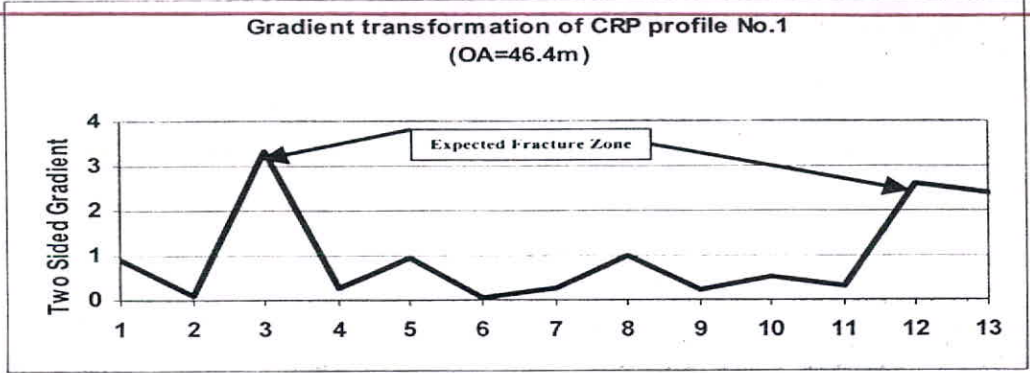
بر روی شکل‌هایی (۵-۲۹ تا ۵-۳۱) مقادیر مربوط به تابع دو سویه گرادیان بر روی پروفیل‌های C.R.P نشان داده شده است و محل زون‌های شکستگی و ناپیوستگی نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود بر روی پروفیل شماره ۲- در محل نقاط برداشت ۱۲،۳ و ۱۹ احتمال وجود ناپیوستگی بیشتر است و بر روی پروفیل شماره ۱- در محل نقاط ۳ و ۱۱ تا ۱۳ و بر روی پروفیل شماره ۱- در محل نقطه شماره ۱- احتمال وجود ناپیوستگی بیشتر می‌باشد.





شکل (۵-۲۹) : مقادیر مربوط به تابع دو سوپه گرادیان در امتداد پروفیل ۲-C.R.P.

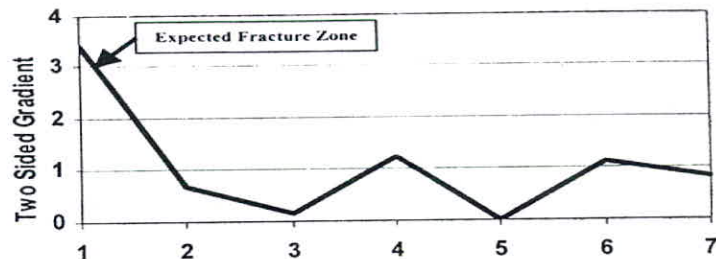




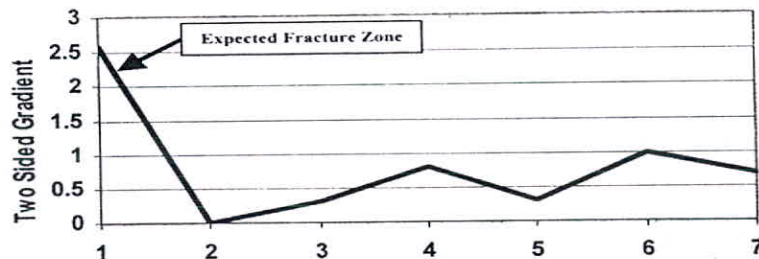
شکل (۳۰-۵) : مقادیر مربوط به تابع دو سویه گرادیان در امتداد پروفیل ۱-C.R.P.



Gradient transformation of CRP profile No.1'  
(OA=46.4m)



Gradient transformation of CRP profile No.1'  
(OA=68.1m)



شکل (۳۱-۵) : مقادیر مربوط به تابع دو سویه گرادیان در امتداد پروفیل ۱-C.R.P.



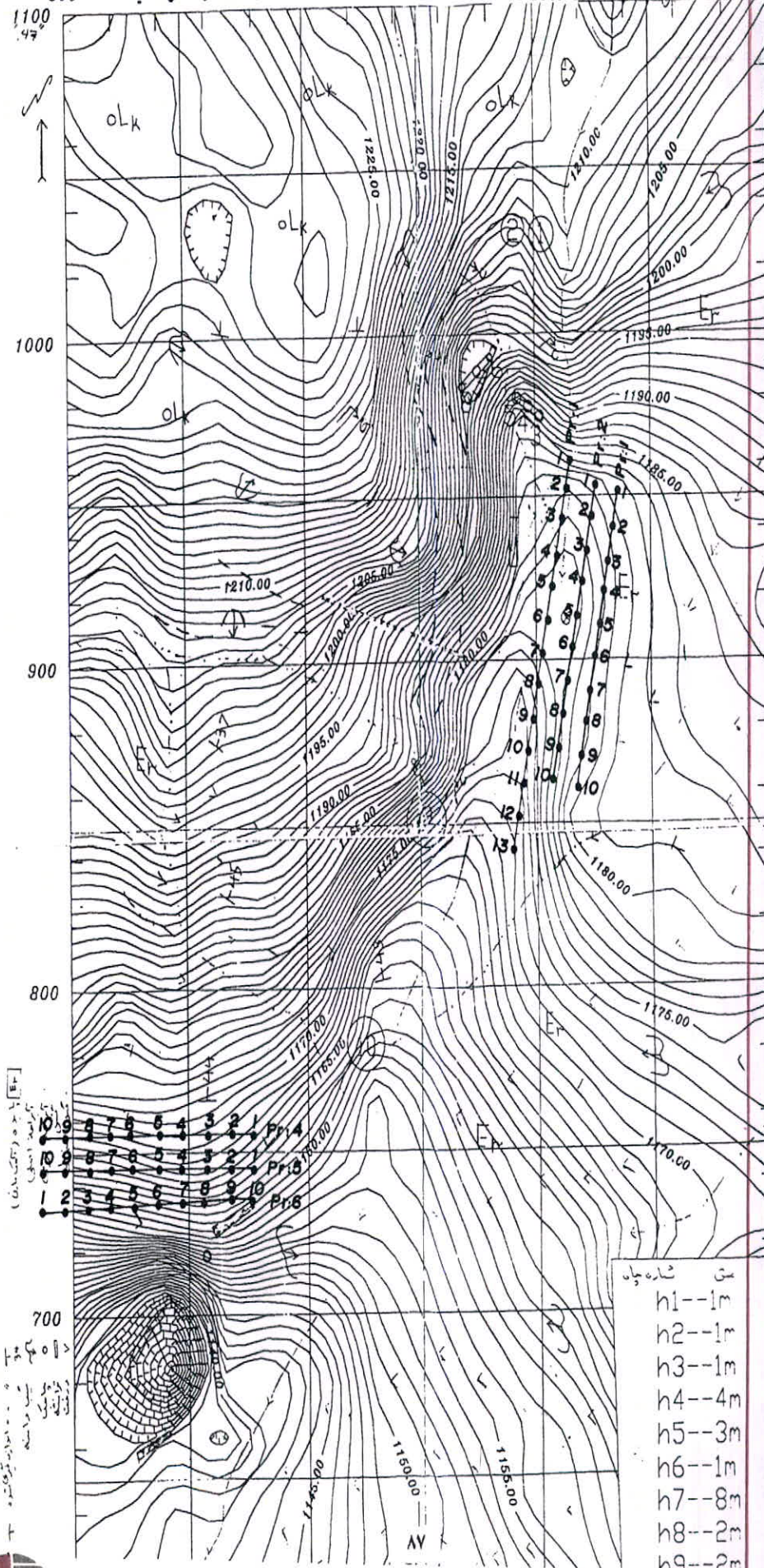
## پیشگفتار ششم: مطالعات ژئوالکتریکی محدوده گیلانه

در محدوده گیلانه توپوگرافی سطح زمین شدیدتر بوده و جنس لایه‌های سنگی منطقه اغلب از نوع گچی مارنی در قسمت بالا دست و لایه‌های آهکی و آهکی خرد شده همراه با مارن در قسمت جنوبی محدوده می‌باشند. بر روی نقشه توپوگرافی صفحه بعد محل سونداژهای اجرا شده نشان داده شده است همچنین نمای سه بعدی حاصل از نقشه توپوگرافی نیز ترسیم شده است، شکل‌های (۶-۳۲ و ۶-۳۳).



شکل (۳۳۴) نقشه توپوگرافی و محل سوندازه‌های اجرا شده در محدوده کیلانه. ۸۰۰

Tehran Padir



مت شاره چان

h1	--1m
h2	--1m
h3	--1m
h4	--4m
h5	--3m
h6	--1m
h7	--8m
h8	--2m
h9	--2m

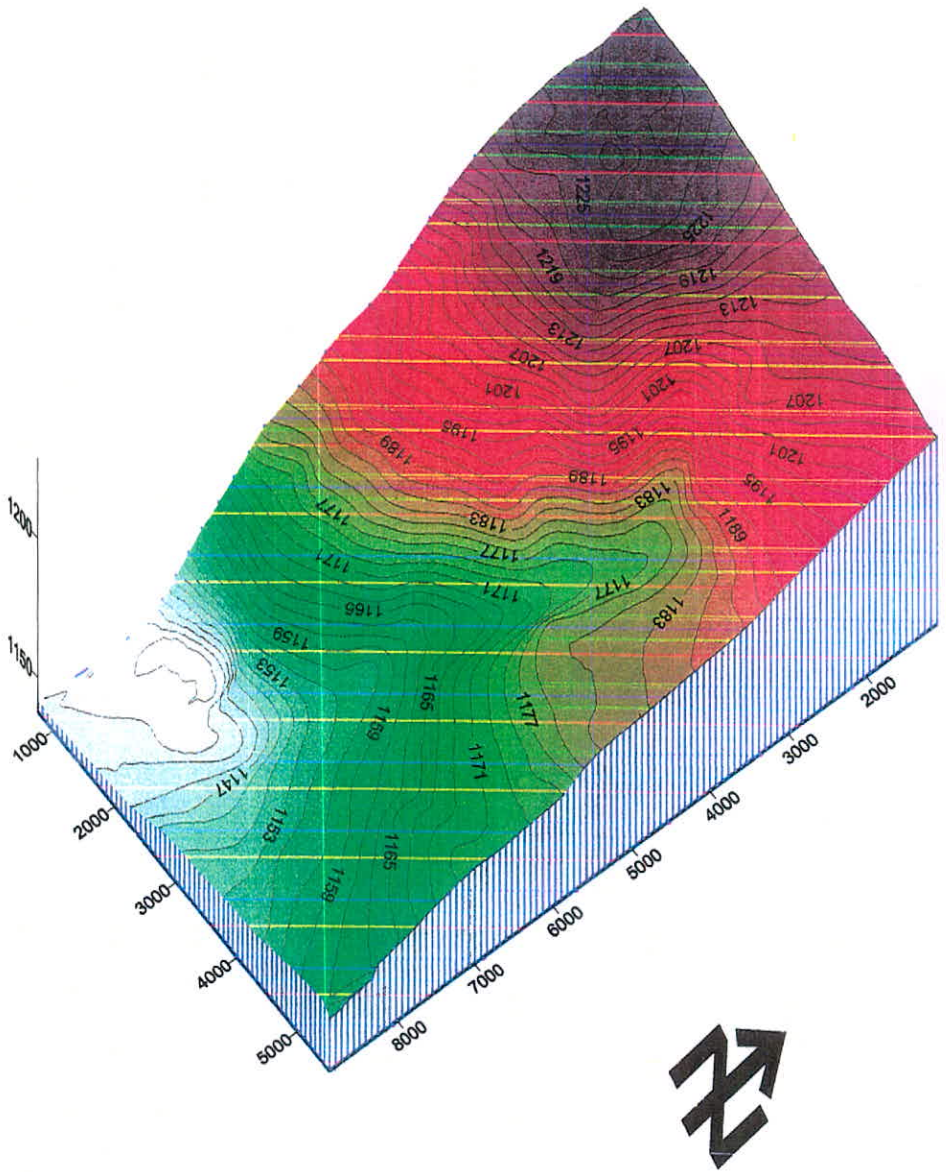
۱۰  
۹  
۸  
۷  
۶  
۵  
۴  
۳  
۲  
۱  
۰  
۱  
۲  
۳  
۴  
۵  
۶  
۷  
۸  
۹  
۱۰

۱۰  
۹  
۸  
۷  
۶  
۵  
۴  
۳  
۲  
۱  
۰  
۱  
۲  
۳  
۴  
۵  
۶  
۷  
۸  
۹  
۱۰



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین

Three Dimensional view of GILLANEH area



شکل (۶-۳۳): نمای سه بعدی محدوده گیلانه.





## ۶-۱- شرح مقاطع و شبیه مقاطع پروفیل های محدوده گیلانه

## ۶-۱-۱- شرح شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 1G

این پروفیل شامل ۱۳ سونداژ و در راستای شمالی - جنوبی در امتداد دره اصلی محدوده گیلانه اجرا شده است. محدوده مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل بین حداقل کمتر از ۴۰ اهم متر تا حداکثر بیش از ۱۰۰ اهم متر متغیر است. در ابتدای این پروفیل یک زون کم مقاومت در محل سونداژهای ۱ تا ۵ و تا عمق تقریبی ۱۰ متر ( $\frac{AB}{2} = 21/5$ ) ادامه دارد. این زون احتمالاً مربوط به واریزه‌ها و خاک‌های ماری و رسی می‌باشد. در زیر این زون لایه‌های مقاوم که از جنس گچ می‌باشد وجود دارند.

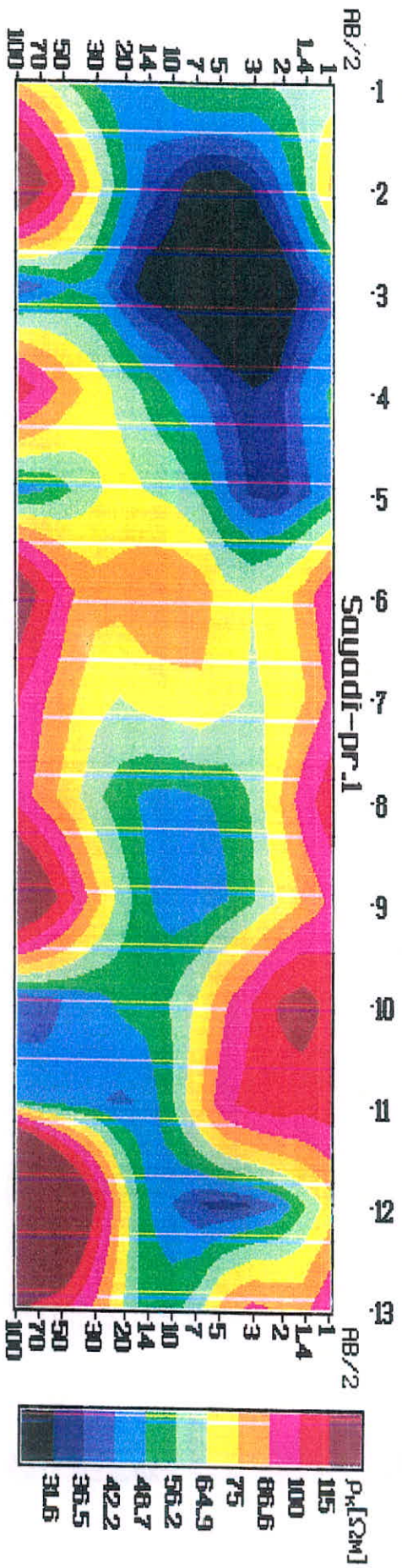
در ادامه پروفیل مقاومت الکتریکی ظاهری افزایش می‌یابد. در محل سونداژهای ۹، ۸ و ۱۲ زون‌های مقاومت پائین قابل مشاهده هستند. بین سونداژهای ۱۰ و ۱۱ یک زون کم مقاومت خرده شده در عمق قابل مشاهده است که احتمالاً با یک زون گسلی محلی قابل مشاهده است. به‌خاطر وجود یک زون مقاوم بالا در محل سونداژهای ۱۰ و ۱۱ در نزدیک سطح احتمال وجود یک آنومالی ذغالی وجود دارد که البته گسترش جانبی کم دارد و به‌صورت محلی می‌باشد، شکل‌های (۶-۳۴ و ۶-۳۶).

## ۶-۱-۲- شرح شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 2G

این پروفیل شامل ۱۰ سونداژ بوده و به موازات پروفیل ۱ اجرا شده است، شکل‌های (۶-۳۵ و ۶-۳۷). این پروفیل بر روی دامنه مشرف به محل بهره‌برداری معدن گیلانه اجرا شده است. مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل به‌طور کلی بالاتر از پروفیل ۱ بوده و این به‌علت وجود لایه‌های سنگی، که اغلب از جنس آهک بوده و تپه‌ها را تشکیل می‌دهند، می‌باشد. حداقل مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل در حدود ۱۰۰ اهم متر و حداکثر آن به‌بیش از ۲۸۰ اهم متر می‌رسد. بر روی این پروفیل دو زون دارای مقاومت الکتریکی پائین در ابتدا و انتهای پروفیل دیده می‌شود. در ابتدای پروفیل در محل سونداژهای ۱ تا ۵ این زون از حدود  $\frac{AB}{2} = 14/7$  (عمق تقریبی ۷ متر) شروع می‌شود. جنس این زون به‌لایه‌های سنگی خرد شده و همچنین وجود رس مرتبط می‌باشد. در انتهای پروفیل زون کم مقاومت تا سطح در محل سونداژ ۱۰ ادامه می‌یابد. در محل سونداژهای ۸ و ۹ این



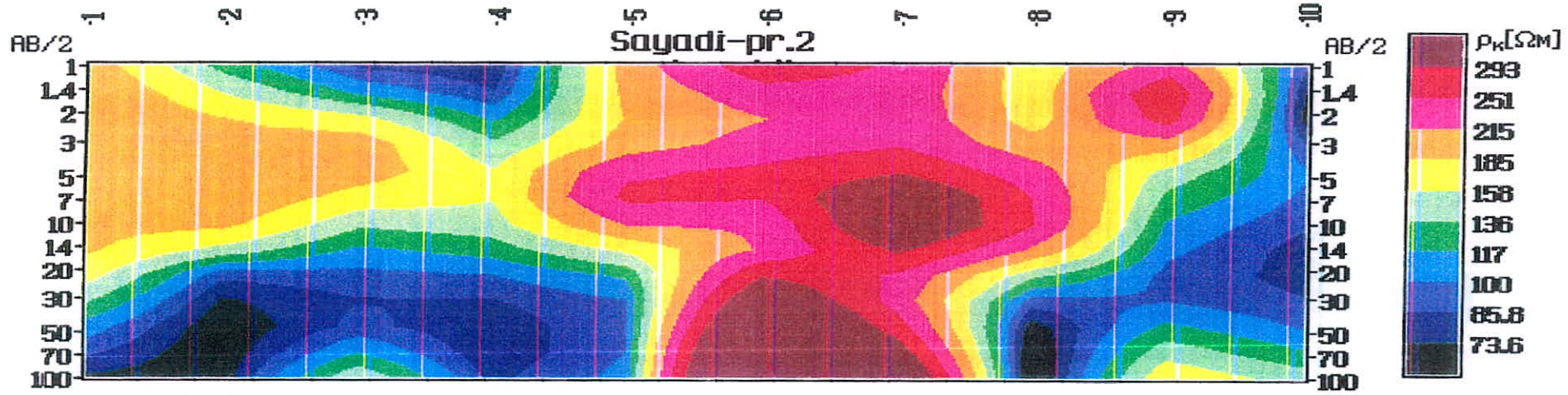
مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بنتومین



شکل (۴-۳۳) : شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۱- محدوده کیلانه.



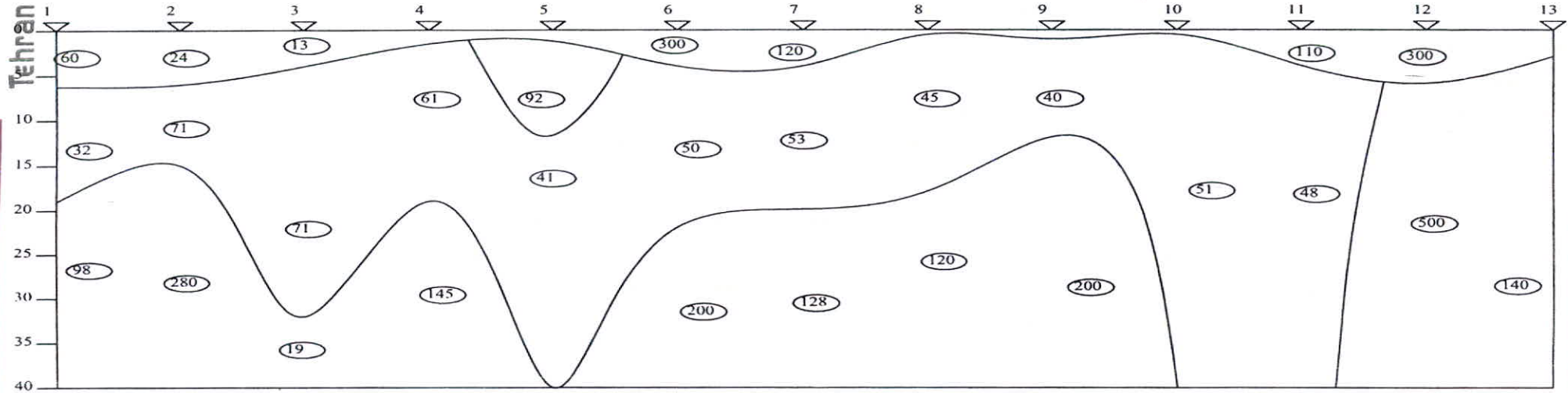
مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۶-۳۵) : شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۲- محدوده گیلانه.



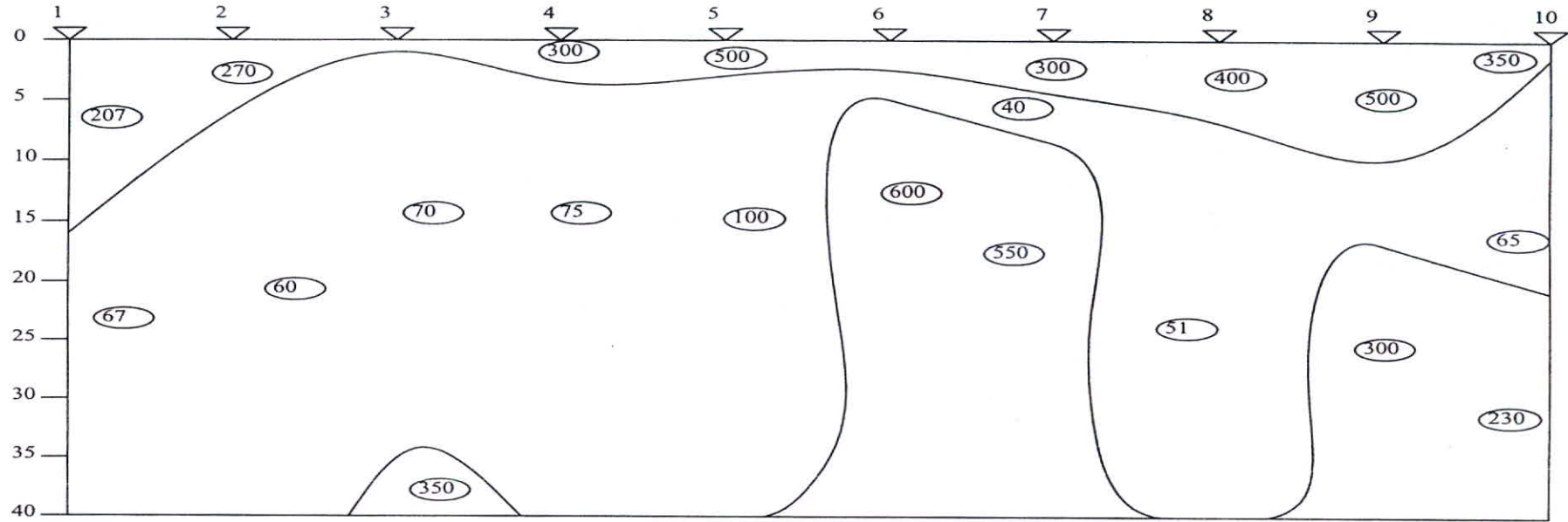
Tehran Padir



profil 1

شکل (۶-۳۶) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۱- محدوده کیلانہ.





profile 2

شکل (۶-۲۷) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۲ محدوده گیلانه.



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین

زون عمیق تر می شود. یک زون دارای مقاومت الکتریکی بالا در محل سونداژهای ۶ و ۷ دیده می شود که تا سطح ادامه پیدا می کند. وجود این زون به لایه های سنگی آهکی ارتباط دارد که مقاومت بالاتری را نسبت به اطراف از خود نشان می دهند. یک زون واریزه ای سطحی در سطح تمام پروفیل دیده می شود که این واریزه ها در محل سونداژهای ۳ و ۴ نشان دهنده وجود ذرات ریز دانه و رسی بیشتر در آنها می باشد.

### ۳-۱-۶- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 3G

این پروفیل شامل ۱۰ سونداژ شولومبرژه بوده و به موازات پروفیل ۱ و ۲ اجرا شده است. بر روی این پروفیل مقاومت الکتریکی ظاهری حداقل کمتر از ۱۲۰ اهم متر تا حداکثر بیش از ۳۵۰ اهم متر متغیر است. به طور کلی بر روی این پروفیل اغلب لایه ها از جنس سنگی بوده به جز در محل سونداژ ۲ در ابتدای پروفیل سونداژهای ۹۸ و ۱۰ در انتهای پروفیل که یک لایه کم مقاوم در عمق تقریبی ۲۲ متر) دیده می شود. وجود لایه واریزه های سطحی بر روی این پروفیل نیز قابل مشاهده است که مواد ریزدانه و خاک های سطحی مخلوط شده اند. در محل سونداژهای ۵ تا ۷ یک زون دارای مقاومت الکتریکی بالا دیده می شود که نشان دهنده سنگ های سخت و دارای خردشدگی کم می باشد، شکل های (۶-۳۸ و ۶-۴۰).

### ۴-۱-۶- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 4G

این پروفیل شامل ۱۰ سونداژ بوده و در راستای شرقی - غربی در قسمت جنوبی محدوده گیلانه اجرا شده است. مقاومت الکتریکی ظاهری به طور کلی بر روی این پروفیل پائین تر از پروفیل های قبل می باشد و حداقل آن کمتر از ۵۰ اهم متر و حداکثر آن بیش از ۱۰۰ اهم متر می باشد. بر روی این پروفیل یک زون دارای مقاومت الکتریکی ظاهری پائین در میانه پروفیل و در محل سونداژهای ۴ تا ۷ دیده می شود که در محل سونداژ ۷ بیشترین ضخامت را دارا می باشد. وجود لایه های مقاوم سطحی در محل سونداژهای ۱ تا ۴ و ۹ قابل مشاهده است که تا عمق تقریبی ۳/۵ متر ادامه می یابد ( $\frac{AB}{2} = 6/84$  متر). ضخامت زون میانی کم مقاومت به سمت سونداژهای ۴ و ۵ کاهش می یابد و بین  $\frac{AB}{2} = 6/81$  و  $\frac{AB}{2} = 21/5$  قرار می گیرد.

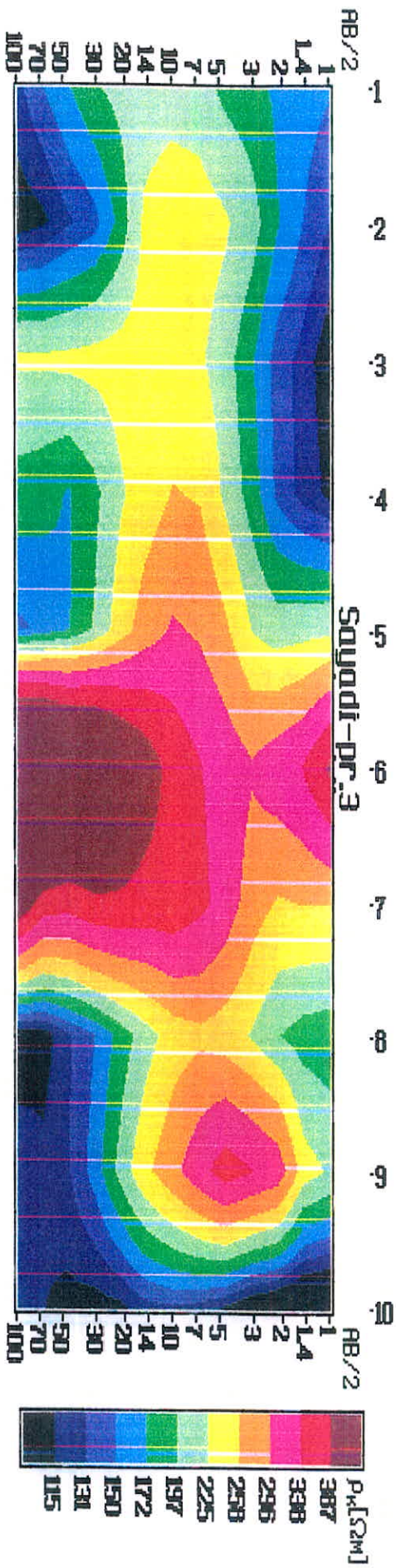


زون‌های مقاوم در محل سونداژهای ۱ تا ۴ در سطح به وجود لایه‌های سنگی در کنار رگه‌های پراکنده ذغالی که دارای ضخامت‌های کم می‌باشند و به صورت بین لایه‌ای با لایه‌های سنگی خرد شده و مارنی قرار دارند مربوط می‌شود. این شرایط در عمق و از حدود  $\frac{AB}{2} = 31/6$  در محل سونداژ ۳ شروع می‌شود که می‌تواند به حضور لایه‌های ذغالی مرتبط باشد. در انتهای پروفیل در محل سونداژ ۹ در عمق نیز یک زون مقاوم دیده می‌شود که احتمال دارد با وجود آنومالی محلی و محدوده ذغالی مرتبط باشد، شکل‌های (۶-۳۹ و ۶-۴۱).



Tehran Padir

مطالعات ژئوالکتریکي کانسار بیتومين

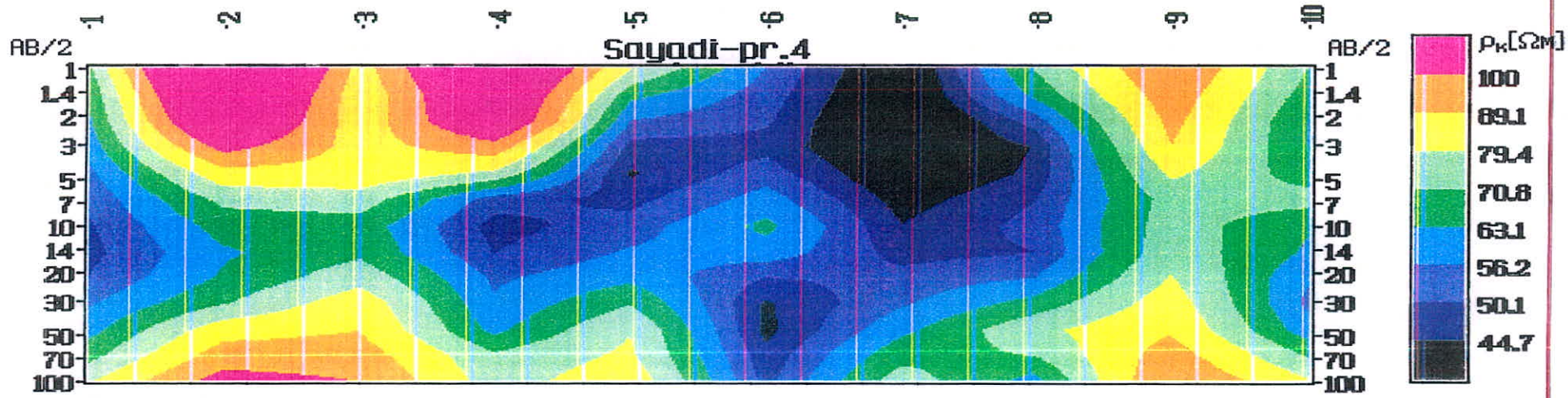


شکل (۶-۳۸) : شبیه مقطع ژئوالکتریکي پروفيل ۳- محدوده کيلانه.



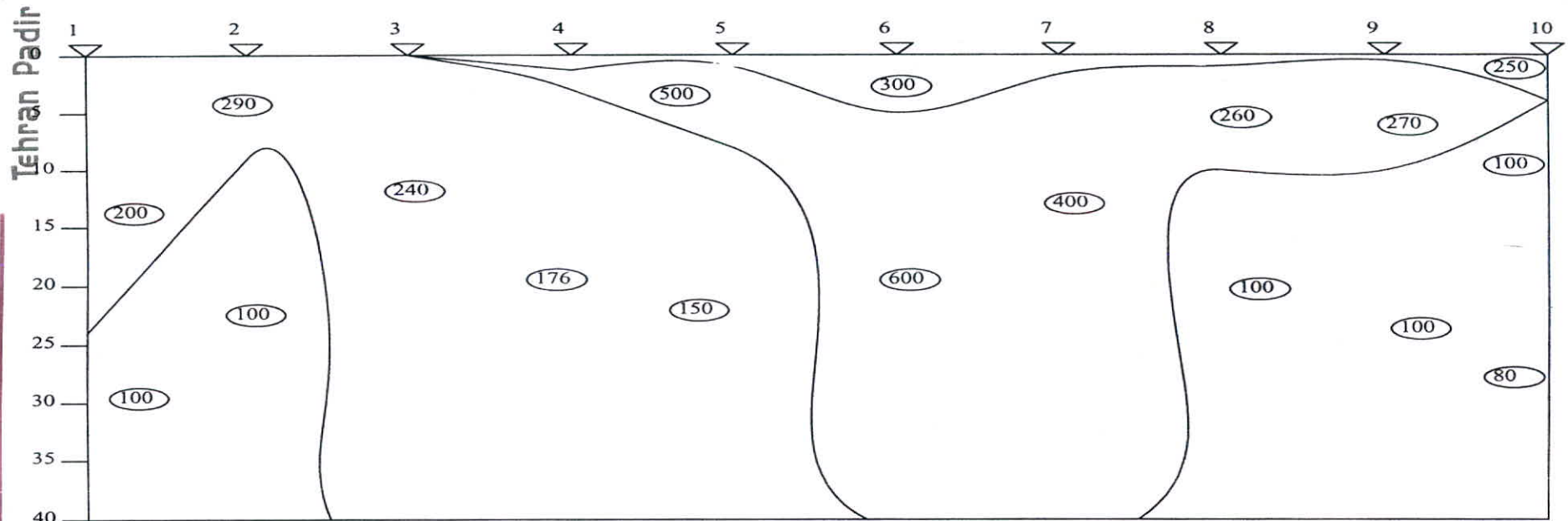


مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۶-۳۹) : شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۴- محدودہ کیلانہ.



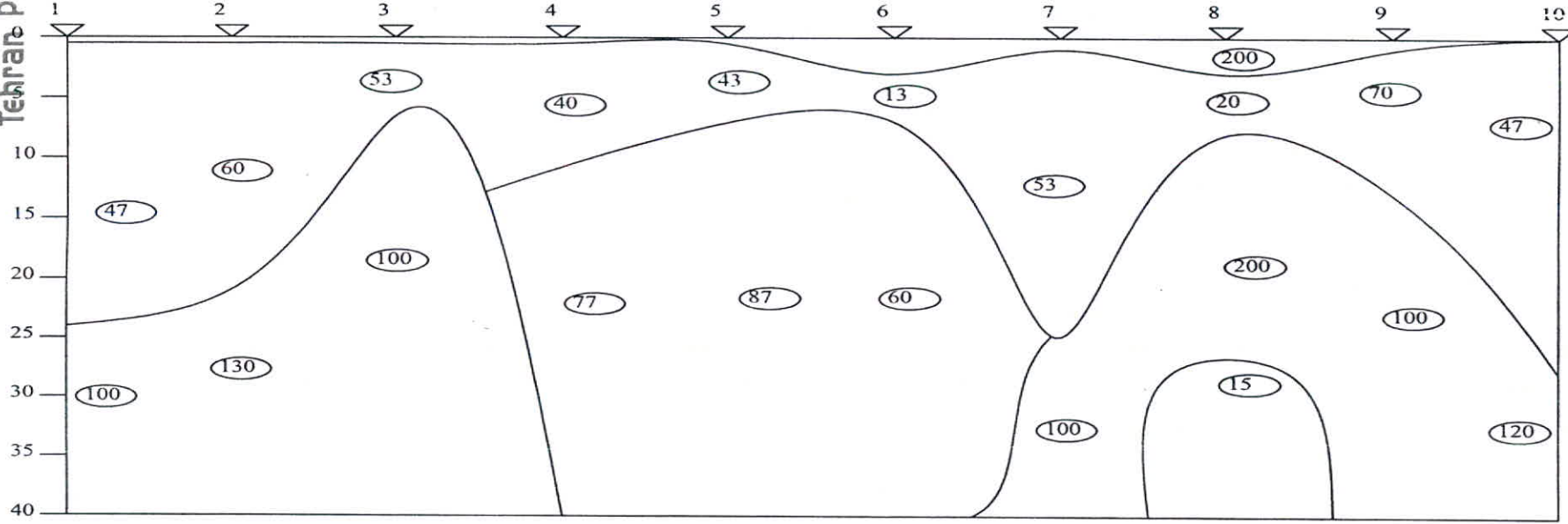


profile 3

شکل (۶-۴۰) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۳ محدوده کیلانه.



Tehran Padir



profil 4

شکل (۶-۲۱) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۲- محدودہ کیلانہ.



## ۶-۱-۵- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 5G

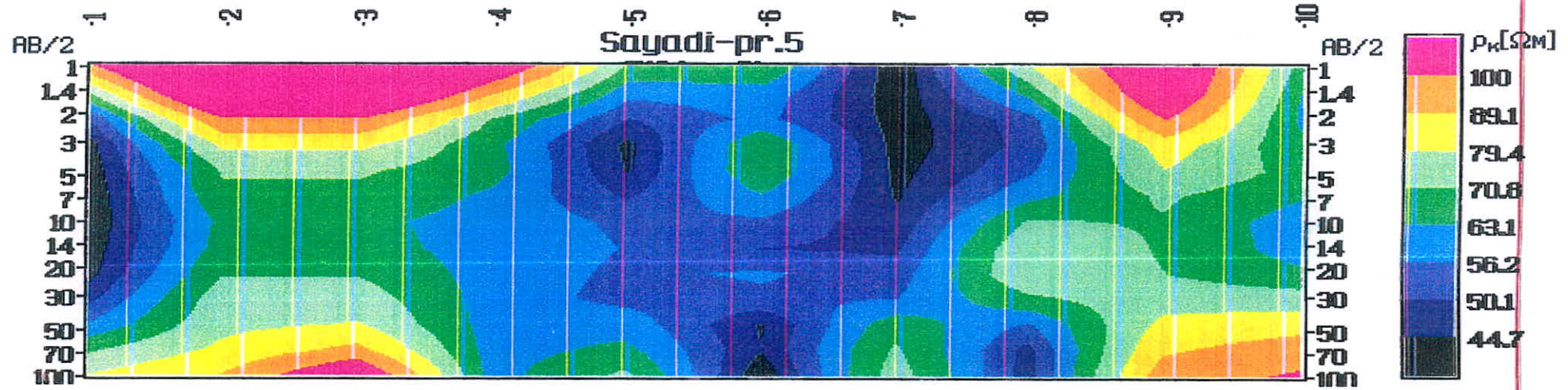
این پروفیل نیز شامل ۱۰ سونداژ بوده و به موازات پروفیل ۴ قرار دارد. محدوده تغییرات مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل نیز همانند پروفیل ۴ بین ۵۰ تا بیش از ۱۰۰ اهم متر متغیر است. بر روی این پروفیل یک زون دارای مقاومت الکتریکی ظاهری پائین در محل سونداژ شماره ۱- دیده می شود که به وجود لایه های سنگی خرد شده و مخلوط آن با لایه های مارنی مرتبط است. این زون دارای مقاومت پائین در میانه پروفیل در محل سونداژهای ۵ تا ۷ نیز گسترش زیادی دارد و تا عمق ادامه می یابد. این زون به وجود لایه های مارنی و کم مقاومت همراه با میان لایه هائی از سنگ های خرد شده مرتبط است. وجود لایه های مقاوم نزدیک سطح در محل سونداژهای ۲ تا ۴ به رگه های پراکنده ذغالی در کنار قطعات سنگ های خرد شده و مارنی مرتبط است. این لایه های مقاوم در عمق نیز مجدداً تکرار شده به خصوص در محل سونداژهای ۲ و ۳ عمق کمتری دارند. از حدود  $\frac{AB}{2} = 21/0$  (عمق تقریبی ۱۱ متر) شروع می شوند. یک زون مقاوم در انتهای پروفیل در محل سونداژ ۹ دیده می شود که این زون نیز احتمال دارد در ادامه زون قابل مشاهده در انتهای پروفیل ۴ با یک آنومالی محلی ذغالی در ارتباط باشد، شکل های (۶-۲ و ۶-۴).

## ۶-۱-۶- شرح شبهه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل 6G

این پروفیل به موازات پروفیل های ۴ و ۵ بوده و دارای ۱۰ سونداژ می باشد. شماره گذاری سونداژها بر روی این پروفیل برعکس پروفیل های ۴ و ۵ است و سونداژ شماره ۱- این پروفیل با سونداژ شماره ۱۰- دو پروفیل قبل مرتبط است. مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل بین حداقل کمتر از ۴۰ اهم متر تا بیش از ۱۰۰ اهم متر متغیر است. در ابتدای پروفیل لایه های مقاوم دیده می شوند که با لایه های سنگی آهکی مرتبط می باشند. در محل سونداژهای ۲ تا ۴ در عمق میانی از حدود  $\frac{AB}{2} = 10$  تا  $\frac{AB}{2} = 31/6$  یک لایه کم مقاومت به ضخامت تقریبی ۱۰ متر دیده می شود که نشان دهنده لایه های سنگی با شکستگی زیاد و همراه با مارن می باشد. در محل سونداژ ۷ یک زون دارای مقاومت الکتریکی پائین دیده می شود که با شکستگی ها و خردشدگی و وجود لایه های رسی و مارنی مربوط می شود. وجود زون های با مقاومت الکتریکی زیاد در محل سونداژهای ۶، ۸، ۹ و می تواند به وجود آنومالی های ذغالی مرتبط باشد که در محل سونداژهای ۸ و ۹ از عمق تقریبی ۱۰ متر شروع می شود و در محل سونداژ ۶ عمیق تر باشد، شکل های (۶-۳ و ۶-۵).



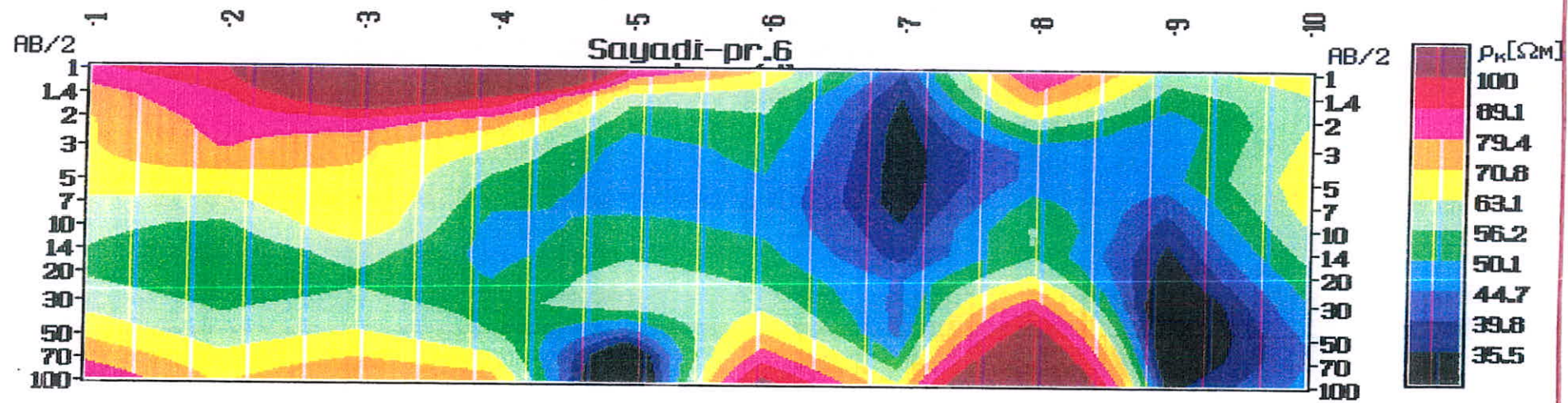
مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۶-۳۲): شبه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۵-محدوده کیلانه.



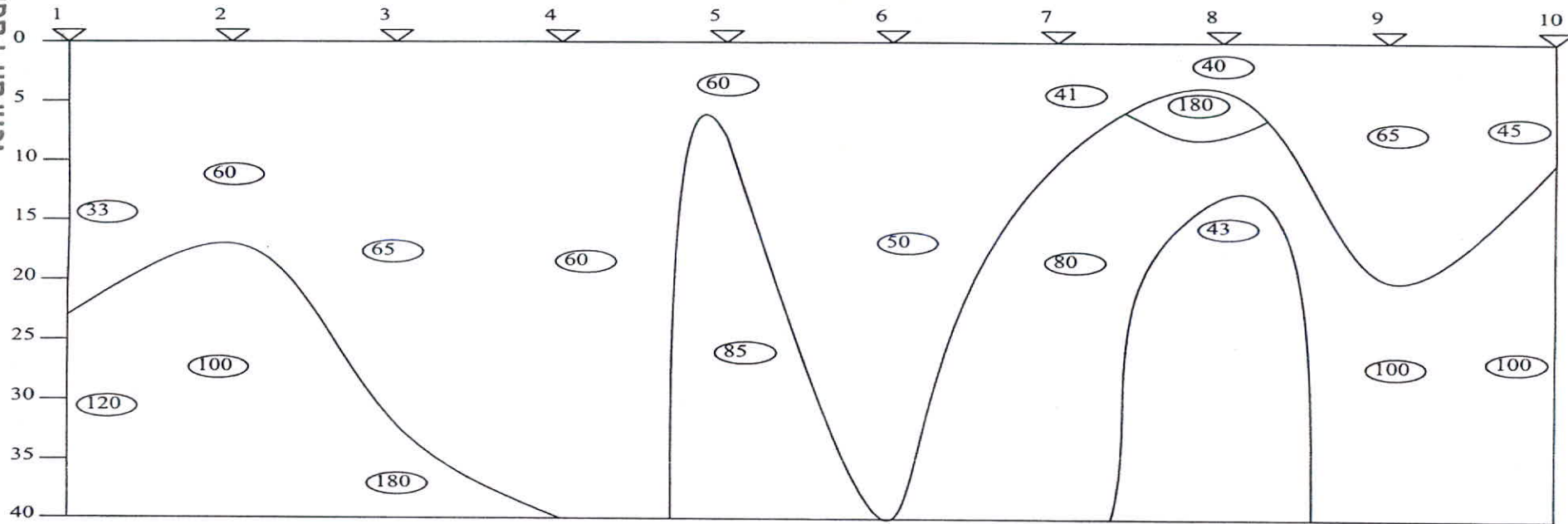
مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۶-۲۳) : شبیه مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۶- محدودگیلانه.



Tehran Padir

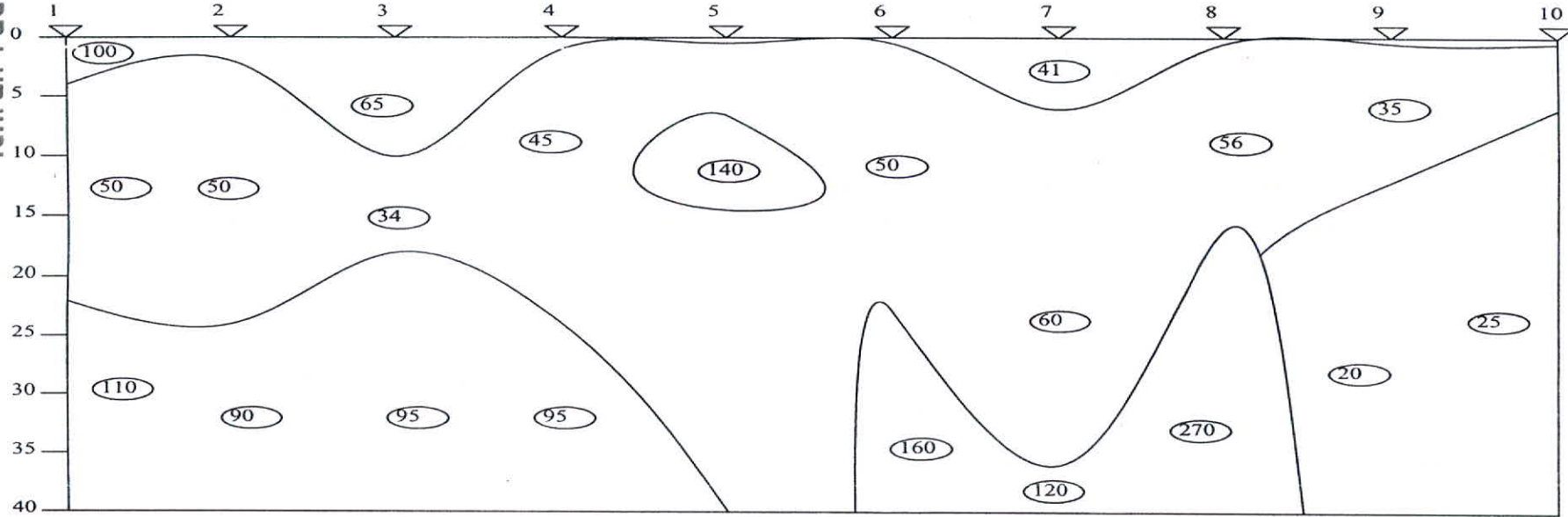


profil 5

شكل (۶-۳۳) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۵ محدودہ کیلانہ.



Tehran Padir



profile 6

شکل (۶-۴۵) : مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۶-محدوده کیلانه.





## ۶-۲- شرح نقشه‌های هم‌مقاومت الکتریکی ظاهری در محدوده گیلانه

۶-۲-۱- شرح نقشه هم‌مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 3/16$  (عمق تقریبی ۱۰۶ متر)

مقاومت الکتریکی ظاهری بین دو محدوده کمتر از ۳۰ اهم متر تا بیش از ۲۰۰ اهم متر متغیر است. به‌طور کلی در محدوده گیلانه مطالعات ژئوالکتریک در دو محدوده شمالی و جنوبی انجام شده. پروفیل‌های ۱ تا ۳ در محدوده شمالی منطقه و به‌موازات دره اصلی که دارای راستای شمالی جنوبی است اجرا شده‌اند. به‌طور کلی در قسمت شمالی شرقی محدوده که لایه‌های شیب‌دار و زمین‌های مرتفع قرار دارند جنس زمین اغلب از نوع سنگ‌های آهکی سخت است که به‌طور محلی در برخی نقاط خردشدگی دارند و یا میان لایه‌های مارنی در آنها وجود دارد و با توجه به مطالعات انجام شده، امکان حضور آنومالی و رگه‌های ذغالی در آن بسیار کم است.

در قسمت روبروی این ارتفاعات لایه‌های گچی مرتفع بیرونزدگی دارند که در آنومالی رگه‌ها و آنومالی‌های ذغالی وجود دارد و در حال حاضر نیز در حال بهره‌برداری می‌باشد. به‌دلیل توپوگرافی شدید و عدم امکان گسترش سیم‌های جریان AB و وجود دره‌های عمیق و شیب زیاد دامنه امکان اجرای مطالعات در اطراف و بالای رگه‌های وجود نداشت به‌همین دلیل در اطراف آنها در جاهائی که امکان عملیات وجود داشت، مطالعات انجام شده است. در پای ارتفاعات شمالی محدوده همانگونه که بر روی نقشه صفحه بعد دیده می‌شود مقاومت الکتریکی ظاهری افت می‌نماید که هم نشان‌دهنده وجود واریزه‌های سطحی و هم حضور کمتر لایه‌های سنگ آهکی می‌باشد، در این قسمت بر روی پروفیل ۱ و در انتهای آن وجود آنومالی‌های محلی ذغالی محتمل است که بر روی نقشه علامت‌گذاری شده است این آنومالی بیشتر حالت محلی دارد و به‌نظر نمی‌رسد که گسترش چندانی داشته باشد.

قسمت دوم در بخش جنوب غربی محدوده گیلانه به‌انجام رسیده است که شامل پروفیل‌های ۴ تا ۶ می‌باشد. این پروفیل‌ها به‌موازات دامنه جنوبی محدوده اجرا شده‌اند و لایه‌های آهکی خرد شده و مارنی در اطراف بیرونزدگی دارند. در این محدوده محل سونداژهای ابتدائی پروفیل‌های ۴ و ۵ وجود آنومالی ذغالی به‌صورت رگه‌های پراکنده مشخص شده است گسترش این آنومالی به‌سمت جنوب کمتر می‌شود. این آنومالی در محل سونداژهای ۲ تا ۴ پروفیل ۴ و همچنین سونداژهای ۲ و ۳ پروفیل ۵ دیده می‌شود.







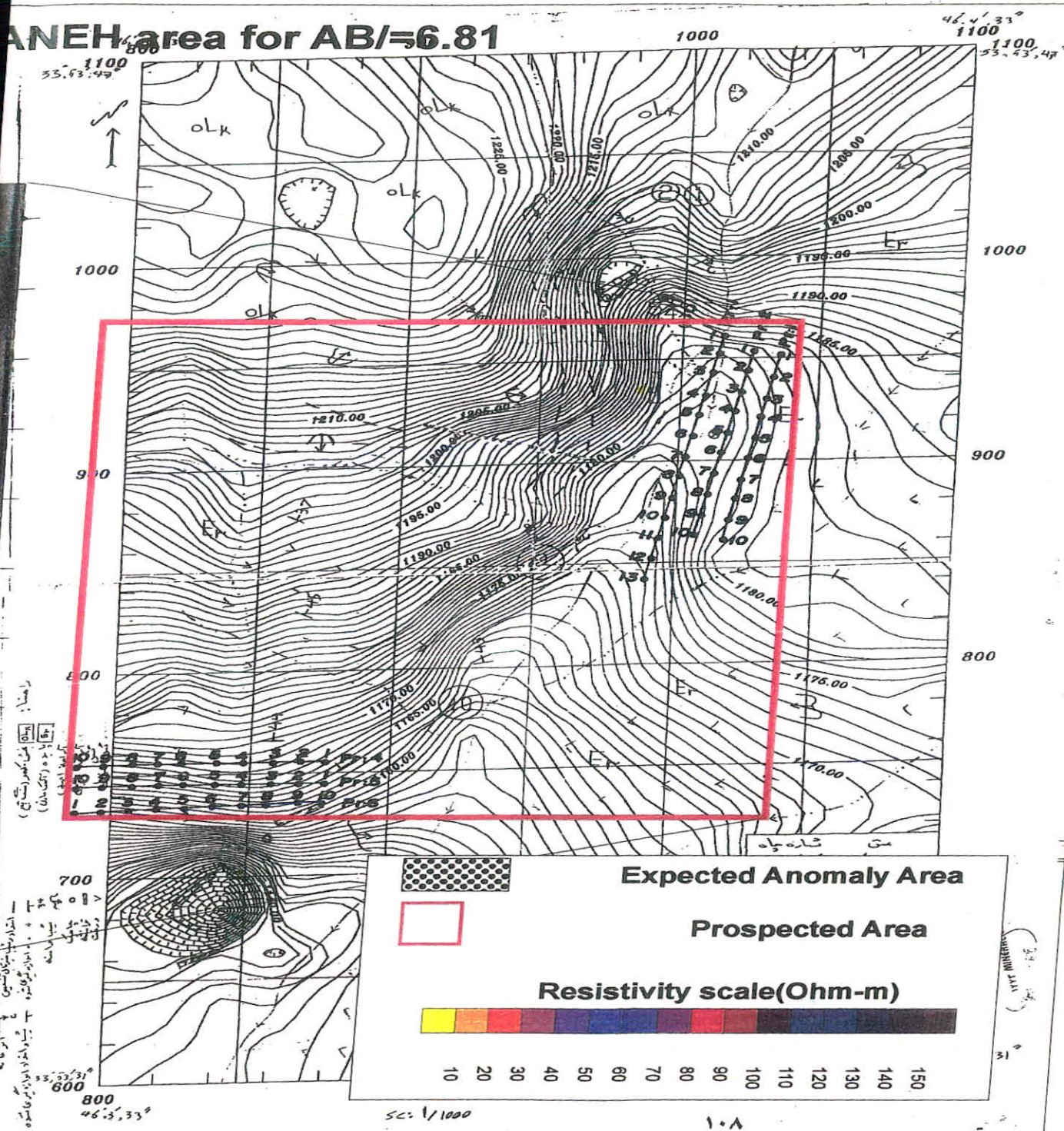
۶-۲-۲- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 6/81$  (عمق تقریبی ۳/۴ متر)

بر روی این نقشه روند کلی مقاومت الکتریکی ظاهری همانند نقشه قبل می باشد با این تفاوت که یک افت کلی در مقاومت الکتریکی ظاهری در قسمت جنوبی محدوده دیده قابل ملاحظه است. در قسمت شمال شرق محدوده وجود لایه های مقاوم در دامنه های شمالی همچنان محسوس است در عین حال وجود یک آنومالی در امتداد دره شمال شرقی محدوده به روی پروفیل شماره ۱ و مشرف به ارتفاعات گچی شمالی محدوده قابل ملاحظه است این آنومالی احتمالی در محدوده نقاط ۵ تا ۸ پروفیل یک دیده می شود. در این نقشه آنومالی ذکر شده در نقشه قبل مربوط به انتهای پروفیل یک دیده نمی شود. که نشان دهنده محلی بودن و سطحی بودن این آنومالی است.

در قسمت جنوب غربی محدوده آنومالی ذکر شده در نقشه قبل همچنان دیده می شود با این تفاوت که در این عمق این آنومالی ها حالت پراکنده تر به خود گرفته اند. این رگه های پراکنده بر روی پروفیل ۴، ۵ و ۶ دیده می شوند که همگی در ابتدای پروفیل های ۴ و ۵ و انتهای پروفیل ۶ تمرکز دارند. آنومالی های ذکر شده بر روی این نقشه به صورت ۴ لکه جداگانه در قسمت جنوب غربی نقشه مشخص شده اند که در واقع نشان دهنده حالت رگه های پراکنده در این قسمت می باشد.



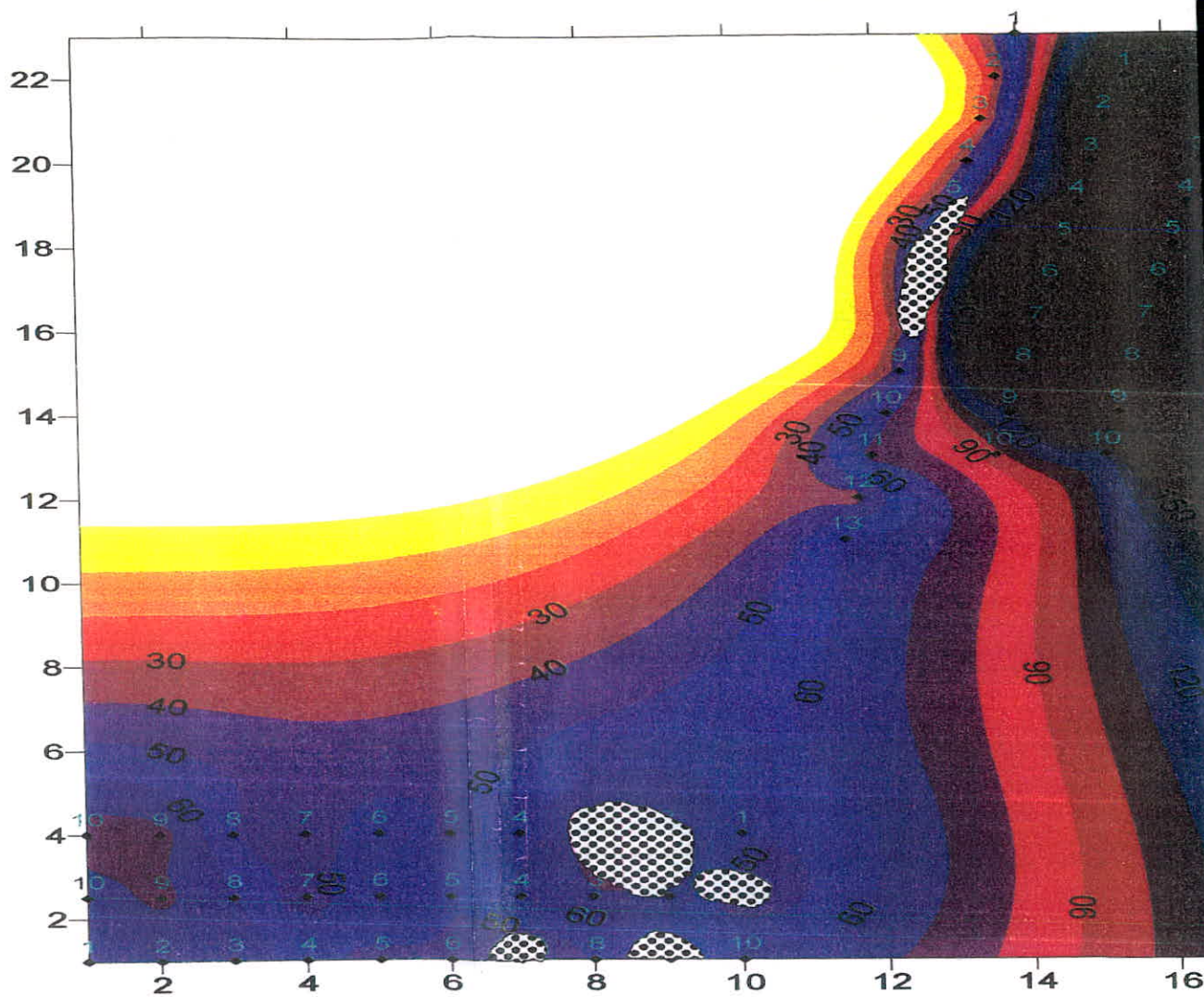
# ANEH area for AB/≈6.81



راهنما:  
 1. نقشه مقیاس 1:1000  
 2. خطوط ارتفاعی  
 3. خطوط گرید  
 4. خطوط شیب  
 5. خطوط جهت  
 6. خطوط کوهستانی  
 7. خطوط دره‌ها  
 8. خطوط رودخانه‌ها  
 9. خطوط جاده‌ها  
 10. خطوط ساختمان‌ها  
 11. خطوط دیوارها  
 12. خطوط تونل‌ها  
 13. خطوط کانال‌ها  
 14. خطوط سد‌ها  
 15. خطوط پل‌ها  
 16. خطوط برج‌ها  
 17. خطوط مینارها  
 18. خطوط گنبد‌ها  
 19. خطوط مناره‌ها  
 20. خطوط محراب‌ها  
 21. خطوط ایوان‌ها  
 22. خطوط طاق‌ها  
 23. خطوط گنجه‌ها  
 24. خطوط کتیبه‌ها  
 25. خطوط نقوش  
 26. خطوط سفال‌ها  
 27. خطوط سکه‌ها  
 28. خطوط اسلحه‌ها  
 29. خطوط ابزارها  
 30. خطوط ظروف‌ها  
 31. خطوط مجسمه‌ها  
 32. خطوط بناهای تاریخی  
 33. خطوط بناهای مدرن  
 34. خطوط بناهای نیمه‌تخریب شده  
 35. خطوط بناهای تخریب شده  
 36. خطوط بناهای در حال ساخت  
 37. خطوط بناهای در حال ترمیم  
 38. خطوط بناهای در حال بازسازی  
 39. خطوط بناهای در حال احداث  
 40. خطوط بناهای در حال بهره‌برداری  
 41. خطوط بناهای در حال تعطیل  
 42. خطوط بناهای در حال تخریب  
 43. خطوط بناهای در حال احداث مجدد  
 44. خطوط بناهای در حال بازسازی مجدد  
 45. خطوط بناهای در حال احداث و بازسازی  
 46. خطوط بناهای در حال احداث و بازسازی مجدد  
 47. خطوط بناهای در حال احداث و بازسازی و احداث مجدد  
 48. خطوط بناهای در حال احداث و بازسازی و احداث مجدد و احداث مجدد  
 49. خطوط بناهای در حال احداث و بازسازی و احداث مجدد و احداث مجدد و احداث مجدد  
 50. خطوط بناهای در حال احداث و بازسازی و احداث مجدد و احداث مجدد و احداث مجدد و احداث مجدد

مقیاس 1:1000

# Iso resistivity map of GILLA



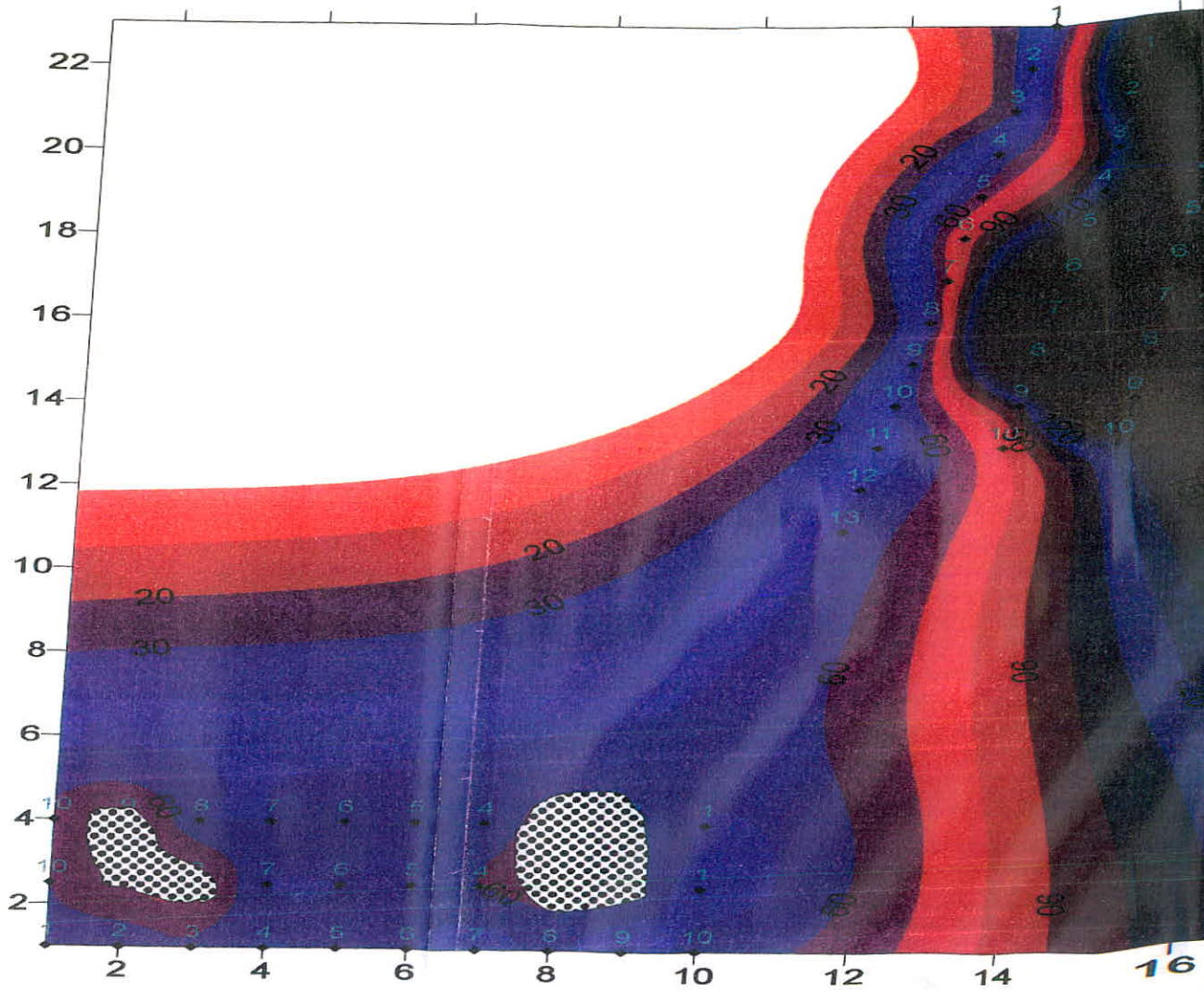
۶-۲-۳- شرح نقشه هم‌مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 14/7$  (عمق تقریبی ۷/۴ متر)

همانگونه که بر روی این نقشه دیده می‌شود به‌طور کلی مقاومت الکتریکی ظاهری در این عمق یک کاهش نسبی را نشان می‌دهد که این نکته در قسمت جنوبی محدوده مورد مطالعه محسوس است. در این عمق در قسمت شمالی محدوده گیلانه آنومالی خاصی از دیدگاه ژئوالکتریکی دیده نمی‌شود و به‌جز تغییر یکنواخت مقاومت الکتریکی ظاهری و افزایش آن به سمت شرق نکته قابل توجهی در آن دیده نمی‌شود. در قسمت شمال شرقی محدوده گیلانه بر روی این نقشه زون مقاوم سنگی عقب‌نشینی کرده و در قسمت‌های میانی پروفیل ۲ یک زون کم مقاومت در آن نفوذ کرده است که نشانگر گسترش لایه‌های مارنی می‌باشد.

در قسمت جنوبی محدوده وجود آنومالی‌هایی مشخص است. در محل ابتدای پروفیل‌های ۴ و ۵ یک آنومالی که در نقشه‌های قبلی نیز دیده می‌شد مشخص است. در این عمق از پراکندگی نسبی و حالت رگه‌های پراکنده آن کم شده است و آنومالی‌ها حالت منسجم‌تری به‌خود گرفته است. در این عمق وجود یک آنومالی دیگر در قسمت انتهایی پروفیل‌های ۴ و ۵ محتمل است که با توجه به این که در عمق‌های کمتر و بیشتر این آنومالی قابل ردیابی نیست به‌نظر می‌رسد که حالت کاملاً محلی داشته باشد.



# Iso resistivity map of GILL







مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین

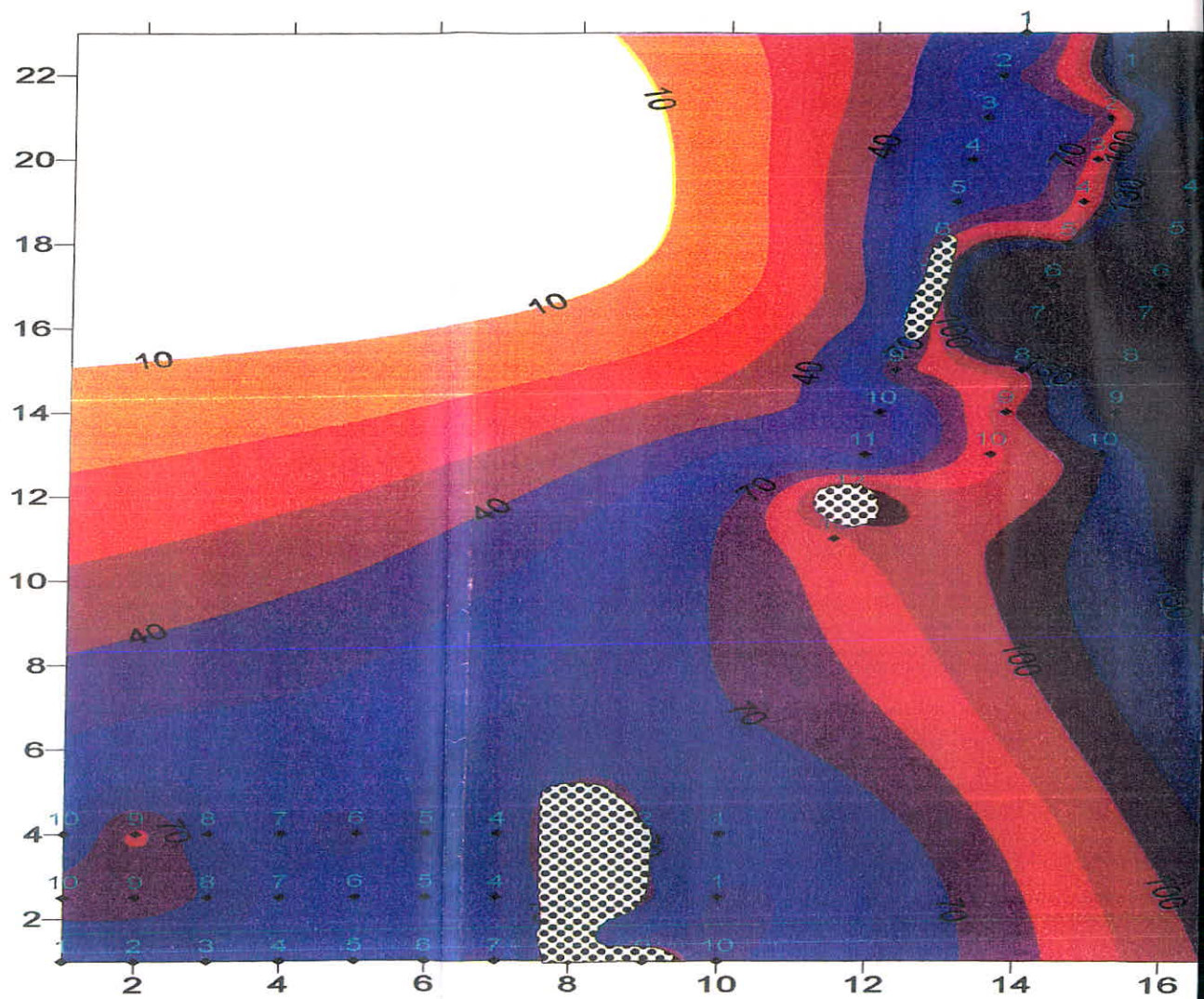
۶-۲-۴- شرح نقشه هم مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 31/6$  (عمق تقریبی ۱۵/۸ متر)

بر روی این نقشه زون سنگی شمال شرقی نقشه گسترش یافته و برخی زونهای کم مقاومت در این محل دیده می شوند که نشان دهنده خردشدگی و وجود لایه های مارنی می باشد. در قسمت شمالی محدوده مورد مطالعه و در راستای آبراهه اصلی محدوده یک آنومالی رگه ای بر روی پروفیل یک در محل سونداژهای ۶ تا ۸ دیده می شود با توجه به شواهد وجود این آنومالی ممکن است به صورت رگه های پراکنده قابل ردیابی باشد همچنین در انتهای پروفیل نیز وجود یک آنومالی محلی در محل سونداژ ۱۲ احتمال حضور دارد.

در قسمت جنوبی محدوده مورد مطالعه نیز وجود یک زون آنومالی احتمالی با توجه به شواهد موجود قابل انتظار است که در محل سونداژهای ۲ و ۳ پروفیل های ۴ و ۵ و سونداژهای ۸ تا ۱۰ پروفیل ۶ قابل مشاهده می باشد در اطراف این آنومالی ها وجود سنگ های دارای درز و شکاف و در برخی موارد لایه های کم مقاومت مارنی حضور دارند. در قسمت انتهای پروفیل های ۴ و ۵ نیز یک زون دارای مقاومت الکتریکی ظاهری نسبتاً بالاتر از اطراف دیده می شود که البته با توجه به گسترش و محدوده مقاومت الکتریکی آن به نظر نمی رسد به آنومالی معدنی مرتبط باشد و به وجود یک زون سنگی و محلی مربوط است.



# Iso Resistivity map of G



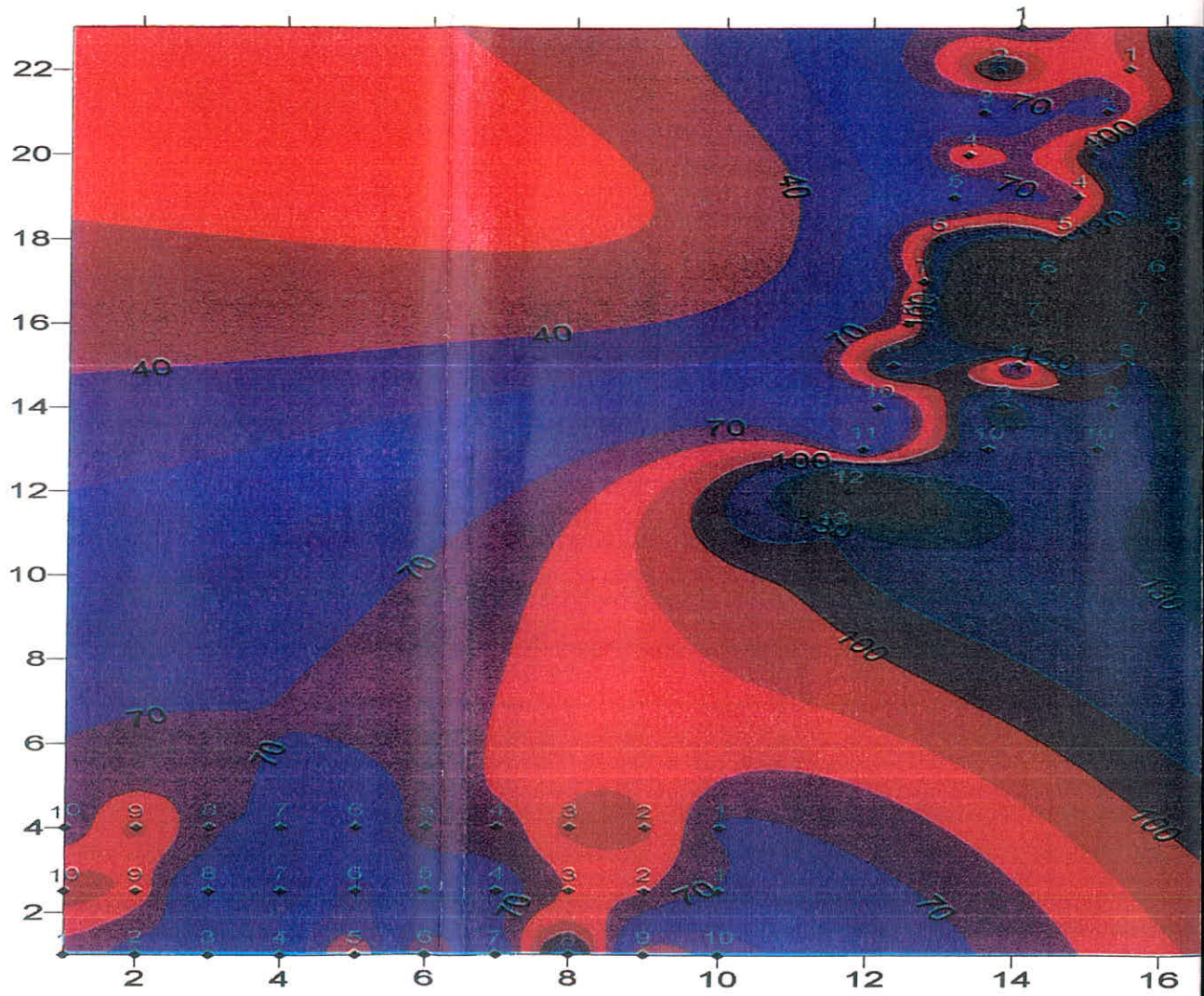


۶-۲-۵- شرح نقشه هم‌مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 68/1$  (عمق تقریبی ۳۲ متر)

بر روی این نقشه در قسمت شمالی محدوده ناهمگنی‌هایی در انتشار مقاومت الکتریکی ظاهری دیده می‌شود. با توجه به عمق نسبتاً بالای این برداشت‌ها بر روی این نقشه و قدرت تفکیک این روش (روش ژئوالکتریک) و به خصوص ضخامت رگه‌های ذغالی که محدود بوده و در حد یک تا حداکثر ۲ متر می‌باشد در عین حال بر روی این نقشه آنومالی خاصی مشاهده نشده است. در قسمت شمالی نقشه تناوب لایه‌های سنگی و همچنین مارنی و گچی قابل مشاهده می‌باشد. در قسمت جنوبی محدوده نیز آنومالی خاصی دیده نمی‌شود و فقط زون‌های کم مقاومت و پرمقاومت مربوط به تغییر لایه‌های سنگی و گسترش بیشتر شکستگی در برخی لایه‌ها و در نتیجه افت مقاومت الکتریکی در قسمت‌های میانی پروفیل‌های ۵،۴ و ۶ قابل توجه می‌باشد.



# Iso Resistivity map of GI





۶-۲-۶- شرح نقشه هم‌مقاومت الکتریکی ظاهری برای  $\frac{AB}{2} = 100$  (عمق تقریبی ۵۰ متر)

بر روی این نقشه که مربوط به عمق تقریبی ۵۰ متر است. در قسمت شمالی محدوده تناوب لایه‌های مختلف به صورت زون کم مقاومت و پر مقاومت مربوط به لایه‌های سنگ‌ها آهکی و مارنی مشاهده می‌شود و در قسمت جنوبی نیز گسترش زون‌های کم مقاومت کمتر شده و این نکته نشان‌دهنده افزایش کیفیت سنگ‌های آهکی از نظر گسترش شکستگی‌ها و همچنین وجود میان لایه‌های گچی مقاوم می‌باشد. بر روی این نقشه آنومالی خاصی قابل ردیابی نمی‌باشد.

## ۶-۲-۷- نمائی سه بعدی گسترش مقاومت الکتریکی ظاهری در محدوده گیلانه

به منظور شناسائی الگوی کلی گسترش محلی آنومالی‌ها با روی هم قرار دادن نقشه‌های مربوط به عمق‌های نمای سه بعدی آنها به دست آمده است.

نکته قابل توجه بر روی این شکل وجود آنومالی جنوبی محدوده است که در ابتدای پروفیل‌های ۴ و ۵ و انتهای پروفیل ۶ قرار دارد و پیوستگی خاصی را نشان می‌دهد و تا عمق تقریبی ۱۶ متر قابل ردیابی است.

ولی آنومالی موجود در قسمت شمالی محدوده بر روی پروفیل یک از پیوستگی و گسترش کمتری برخوردار است و به نظر می‌رسد ضخامت کمتری نیز داشته باشد. لازم به ذکر است که آنومالی‌های ذکر شده در قسمت شمالی محدوده، جدا از آنومالی‌ها و توده‌های معدنی است که در حال حاضر در حال بهره‌برداری می‌باشد و در لایه‌های گچی قرار دارند.



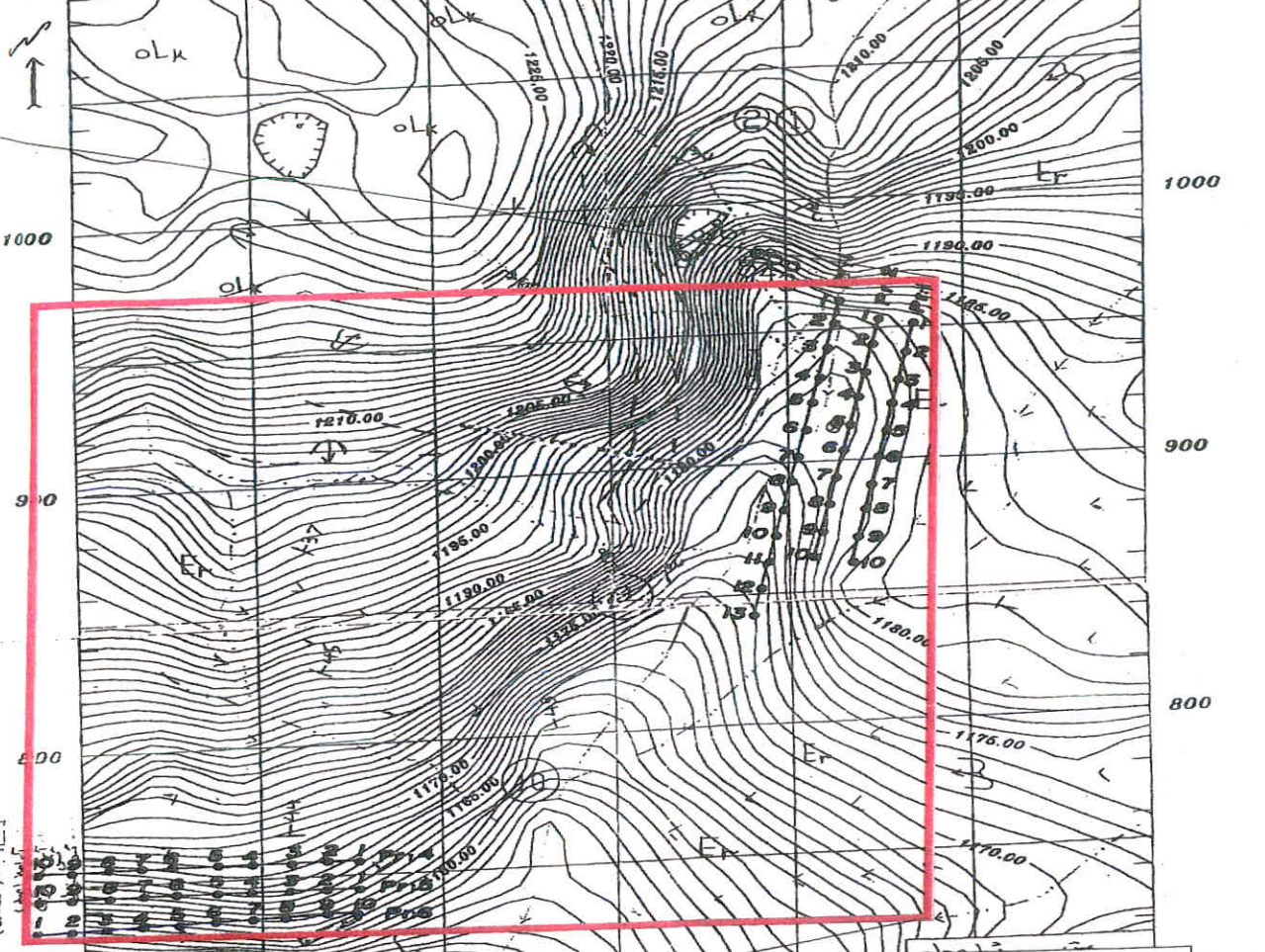


# LANEHI Area for AB/2=100m

1000

46.4, 33°  
1100  
53.43, 47°

35.5, 47°



رابطه ای بین عمق و مقاومت (مقاومت عمیق)

تعداد سیم‌های استفاده شده در هر نقطه  
مقاومت عمیق در هر نقطه  
مقاومت سطحی در هر نقطه  
مقاومت عمیق در هر نقطه  
مقاومت سطحی در هر نقطه



Expected Anomaly Area



Prospected Area

Resistivity scale (Ohm-m)



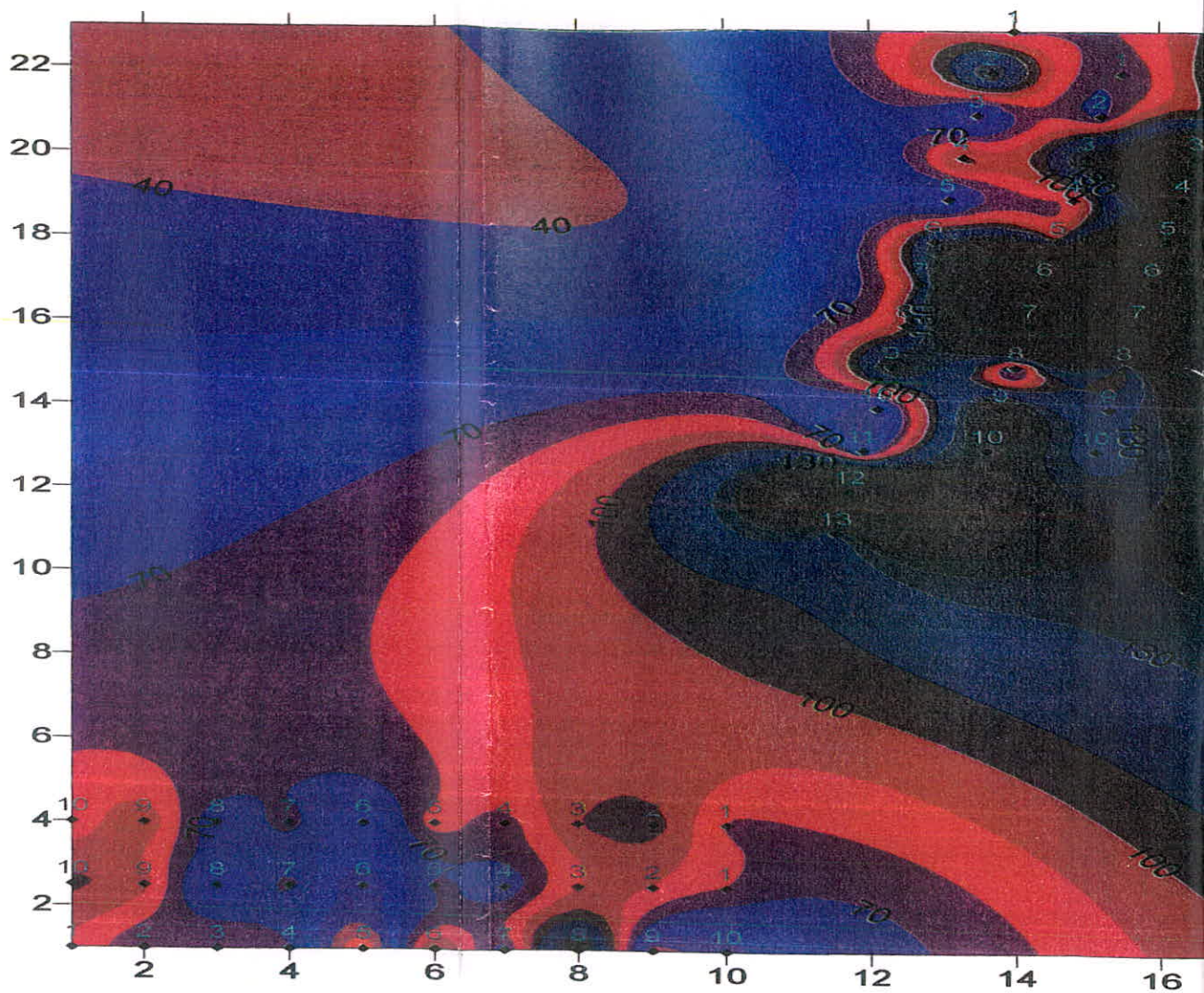
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150

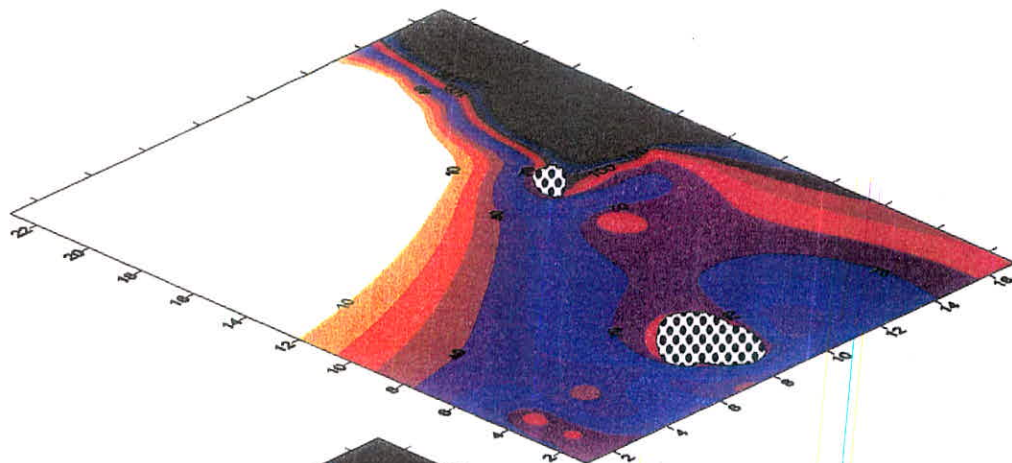
DOANH HANG CO  
117T NINH KHAU

Scale: 1/1000

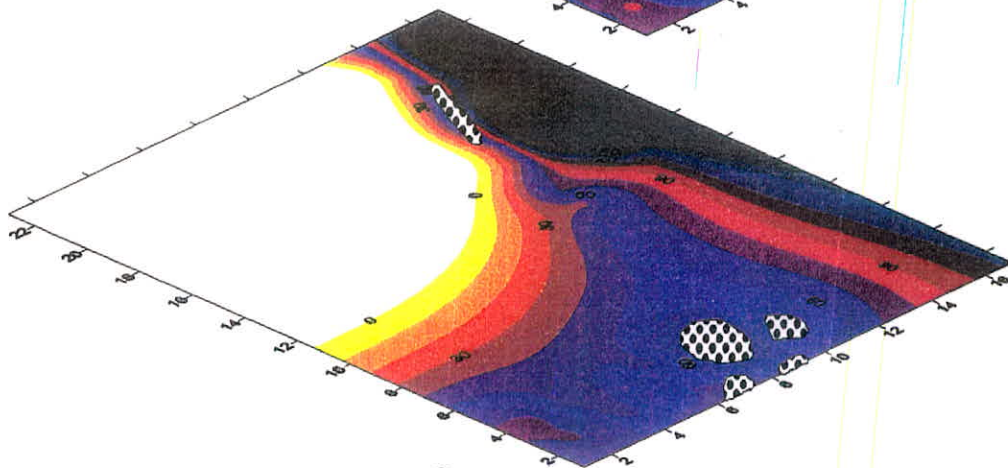
116

# Iso Resistivity map of GI

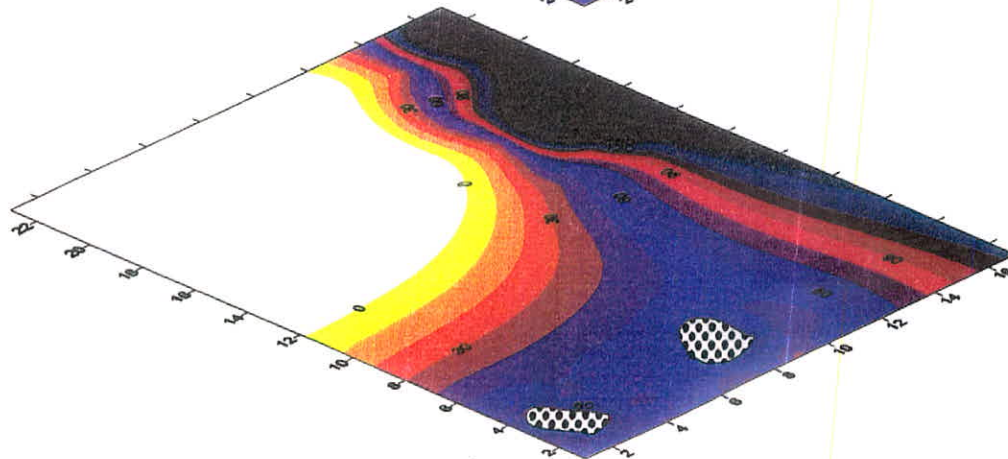




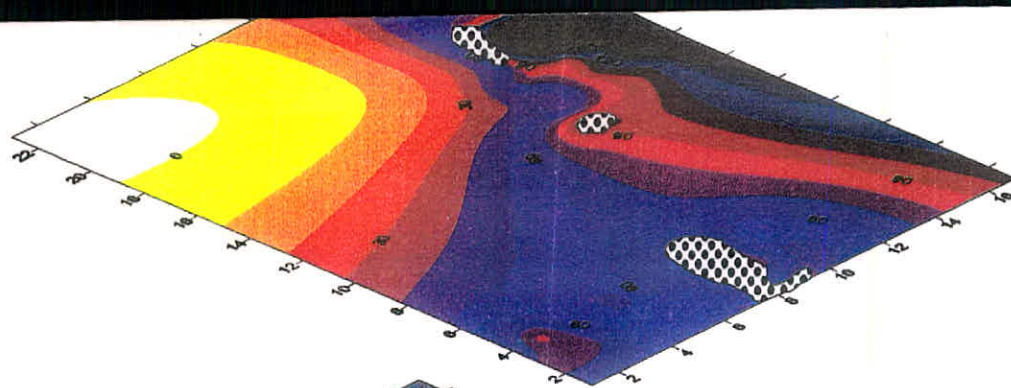
$AB/4=1.58m$



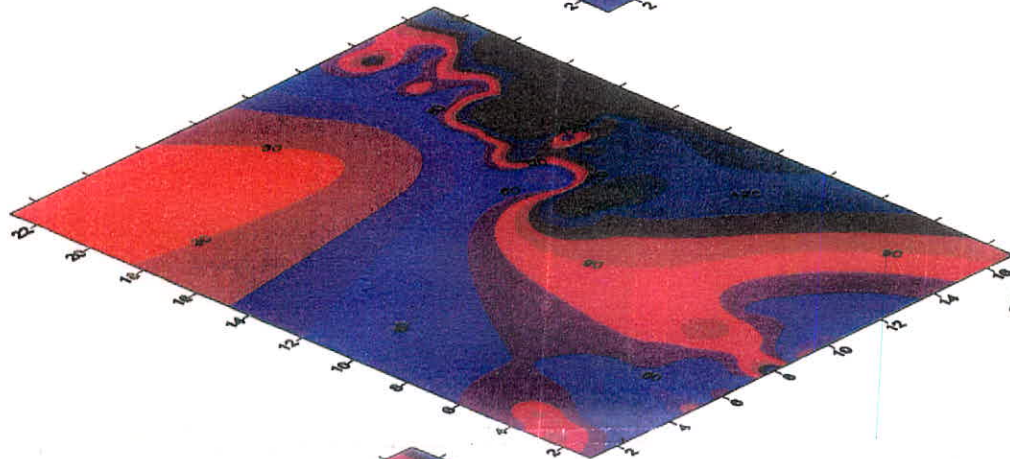
$AB/4=3.4m$



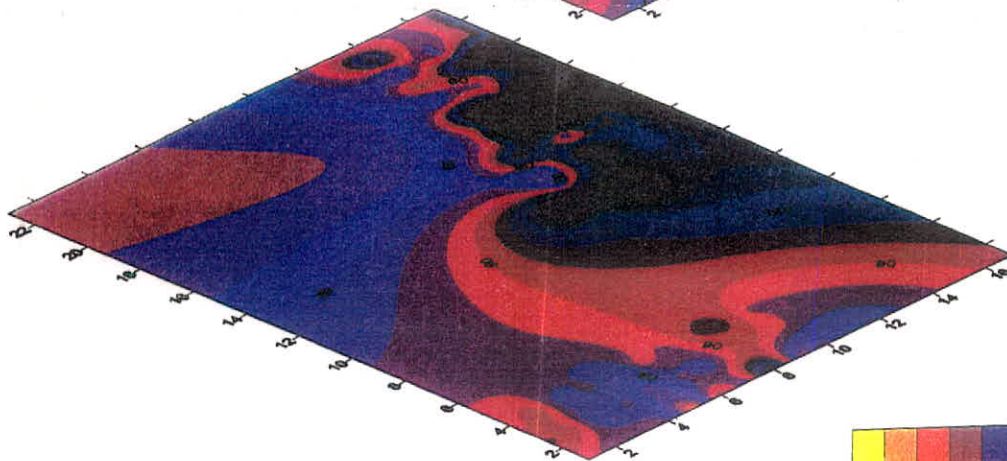
$AB/4=7.3m$



**AB/4=15.8m**



**AB/4=34m**



**AB/4=50m**

**Resistivity scale(Ohm-m)**



150  
140  
130  
120  
110  
100  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10

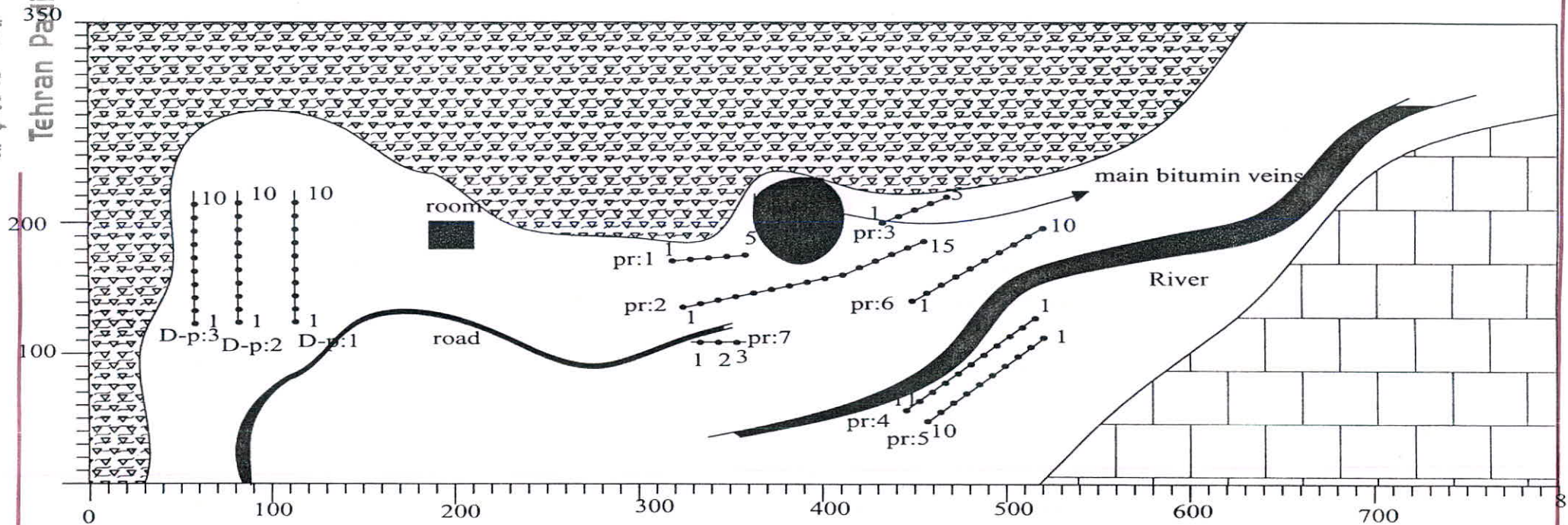
نمای سه بعدی تغییرات مقاومت الکتریکی ظاهری در محدوده گیلانه.

## پیشینه هفتم: مطالعات ژئوالکتریکی محدوده ساندری - شوراپه

این محدوده اغلب شامل لایه‌های گچی و مارنی می‌باشد که در برخی نقاط توسط زمین‌های کشاورزی پوشیده شده است. به علت در دسترس نبودن نقشه توپوگرافی محدوده، محل نقاط سونداژ بر روی نقشه شکل (۷-۶) نشان داده شده است.



Tehran Psair



شکل (۷-۳۶): نقشه محل پروفیل‌های اجرا شده در محدوده ساندری - شورابه.



## ۱-۷- شرح شبهه مقاطع و مقاطع ژئوالکتریکی محدوده ساندری

## ۱-۱-۷- شرح شبهه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۱

این پروفیل شامل ۵ سونداژ الکتریکی بوده و در پای ارتفاعات تپه‌ای گچی اجرا شده است. بر روی این پروفیل مقاومت الکتریکی ظاهری بین کمتر از ۴۰ اهم متر تا بیش از ۱۳۰ اهم متر متغیر است. در نزدیکی سطح یک زون مقاوم دیده می‌شود و سپس یک زون دارای مقاومت کمتر در میانه قرار دارد به تدریج با افزایش عمق مقاومت الکتریکی ظاهری افزایش می‌یابد. گسترش زون کم مقاومت در محل سونداژهای ۱ تا ۳ گستردگی بیشتری را دارا می‌باشد. بر روی مقطع ژئوالکتریکی این پروفیل به جزء محل سونداژ یک در بقیه نقاط وجود یک لایه گچی در عمق دیده می‌شود. همچنین لایه مقاوم سطحی نیز به وجود لایه‌های گچی و واریزه‌های آنها متعلق است. در میانه لایه مارنی کم مقاومت که مقاومت الکتریکی آن در حدود ۳۰ اهم متر است وجود دارد، شکل (۷-۴۷).

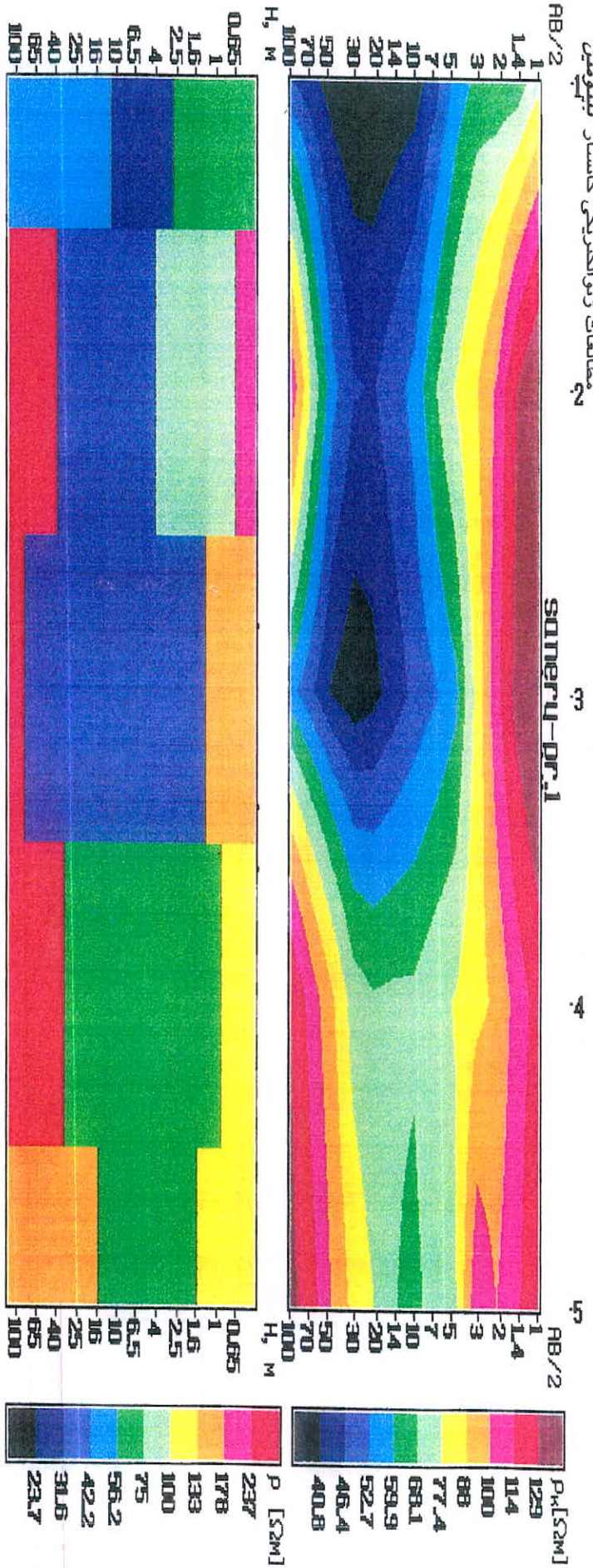
## ۲-۱-۷- شرح شبهه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۲

این پروفیل شامل ۱۵ سونداژ الکتریکی بوده و به موازات جاده خاکی داخلی محدوده ساندری اجرا شده است. بر روی این پروفیل زون‌های چندی که نشان‌دهنده تغییرات مقاومت الکتریکی ظاهری و مربوط به لیتولوژی‌های مختلف است دیده می‌شود در محل سونداژها ۱ تا ۴ یک زون کم مقاومت که بیانگر وجود لایه‌های مارنی در همبری لایه‌های گچی است دیده می‌شود در میانه در محل سونداژهای ۷ تا ۱۱ یک زون دارای مقاومت الکتریکی ظاهری بالا دیده می‌شود که نشان دهنده لایه‌های گچی و میان لایه‌های مارنی است. همانگونه که در مقطع الکتریکی این پروفیل دیده می‌شود در محل سونداژهای ۱۰ تا ۱۲ وجود لایه‌های با مقاومت الکتریکی زیاد در حدود ۵۰۰ اهم متر دیده می‌شود که می‌تواند بیانگر وجود ذغال (بیتومین) باشد.

در انتهای پروفیل نیز وجود لایه‌های مارنی بیشتر دیده می‌شود و گسترش بیشتری دارند. مقاومت الکتریکی بر روی این پروفیل در زون‌های مختلف بین ۳۰ تا ۵۰۰ اهم متر متغیر است، شکل (۷-۴۸).



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین

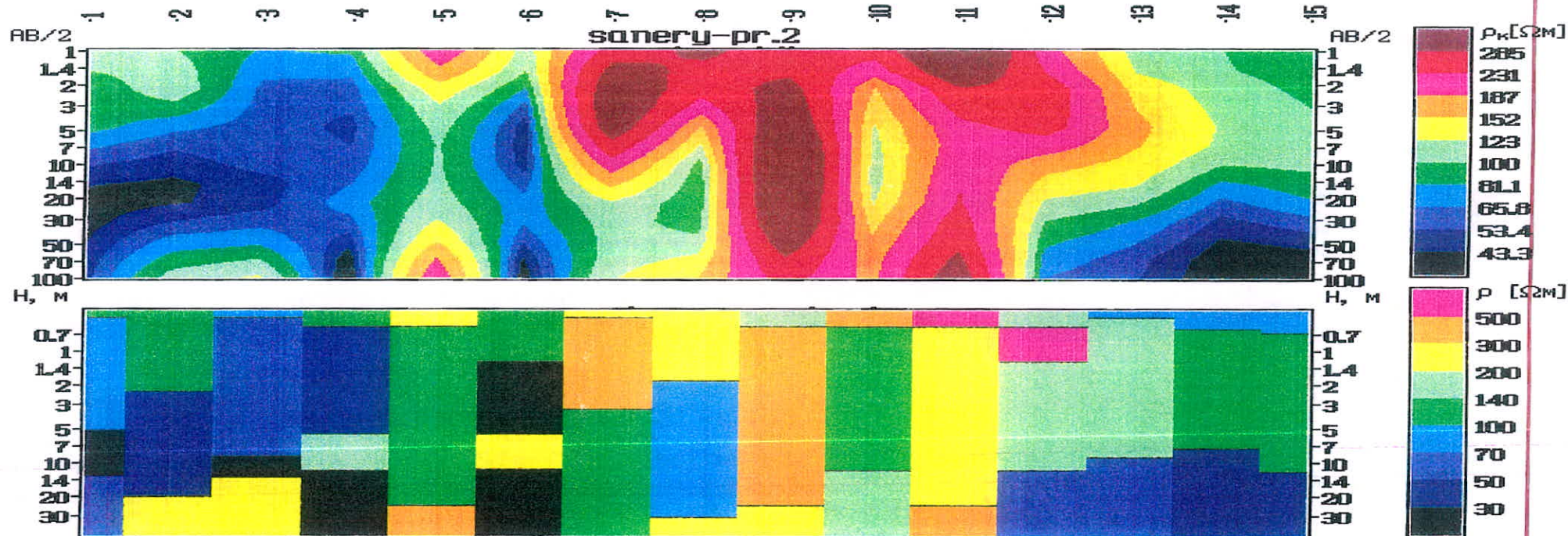


شکل (۷-۳۷) : شبیه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۱ محدوده سانسری - شورابه.





مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۷-۴۸): شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۲- محدوده ساندری - شورابه.



## ۳-۱-۷- شرح شبهه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۳

این پروفیل شامل ۵ سونداژ الکتریکی بوده و در قسمت انتهای محدوده اجرا شده است. همانگونه که دیده می شود مقاومت الکتریکی بر روی این پروفیل بین ۵۰ تا ۷۰۰ اهم متر متغیر است. وجود یک زون با مقاومت الکتریکی پائین تر در ابتدای پروفیل که نشان دهنده گسترش بیشتر لایه های دارای مارن است دیده می شود و در ادامه پروفیل در محل سونداژهای ۳ تا ۵ لایه های مقاوم گچی گسترش بیشتری دارند.

با توجه به مقاومت الکتریکی بالا و این نکته که در محدوده سانداری اکثر بیرونزدگی های ذغالی در کنار لایه های گچی قرار دارند. احتمال می رود که در محل سونداژهای ۳ تا ۵ حضور ذغال بیشتر باشد. همچنین در محل سونداژ ۱ در نزدیکی سطح یک زون با مقاومت الکتریکی بالا دیده می شود که نشان دهنده حضور یک لنز ذغالی است، شکل (۷-۴۹).

## ۴-۱-۷- شرح شبهه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۴

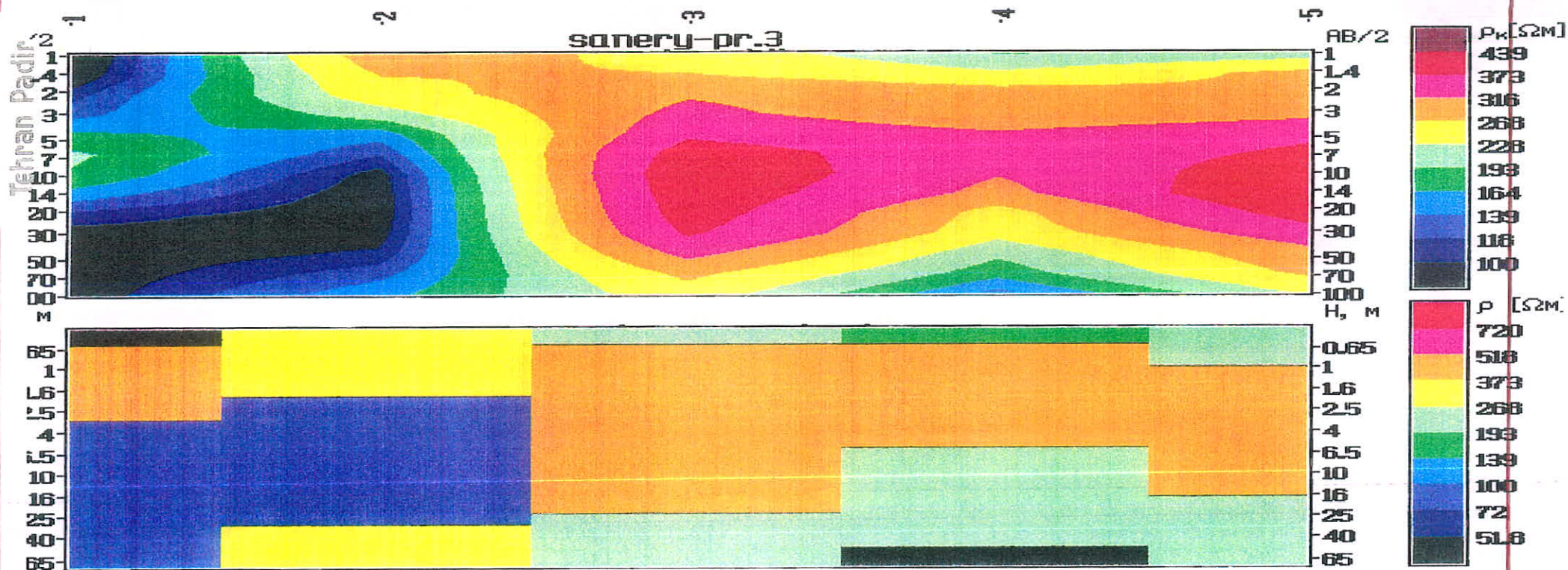
این پروفیل شامل ۱۱ سونداژ بوده و در قسمت شرقی آبراهه اصلی محدوده اجرا شده است. در این پروفیل مقاومت الکتریکی ظاهری بین ۶۰ تا ۲۲۰ اهم متر متغیر است همانگونه که بر روی شبهه مقاطع این پروفیل دیده می شود یک روند خاصی که نشان دهنده وجود یک زون مقاوم سطحی است و در زیر آن یک زون کم مقاومت وجود دارد بر روی کل پروفیل قابل ردیابی است. لایه مقاوم سطحی نشان دهنده وجود لایه خاک ها و آبرفت های مقاوم سطحی است و در زیر آن لایه هائی با محتوای ریزدانه بیشتر که نشان دهنده لایه های مارنی است دیده می شوند. وجود رگه هائی با مقاومت الکتریکی بالا بر روی مقطع الکتریکی در محل سونداژهای ۸، ۷ و ۱۱ می تواند نشان دهنده وجود رگه ها و لنزهای ذغالی باشد. این رگه ها در محل سونداژ ۱۱ ضخامت بیشتری دارند که عمق تقریبی آنها در محل سونداژها ۷ و ۸ حدود ۱۰ متر است و در محل سونداژ ۱۱ دارای عمق کمتری می باشد، شکل (۷-۵۰).



## ۷-۱-۵- شرح شبهه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۵

این پروفیل شامل ۱۰ سونداژ بوده و به موازات پروفیل ۴ اجرا شده است. مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل بین ۶۰ تا ۲۳۰ اهم متر متغیر است. روند کلی تغییرات مقاومت الکتریکی بر روی این پروفیل مشابه پروفیل چهارم بوده به جزء این که یک زون کم مقاومت در محل سونداژ ۲ دیده می شود که بر روی این پروفیل گسترش بیشتری یافته است. وجود یک زون آنومالی با مقاومت الکتریکی بالا در محل سونداژ ۸ قابل ملاحظه است و همانگونه که بر روی مقطع الکتریکی این پروفیل دیده می شود نشان دهنده وجود یک لنز مقاوم است که احتمال حضور ذغال نیز در آن وجود دارد همچنین در محل سونداژ ۱۰ در عمق حدود ۲ تا ۳ متری نیز یک رگه مقاوم دیده می شود که می تواند با یک آنومالی ذغالی منطبق باشد، شکل (۷-۵۱).



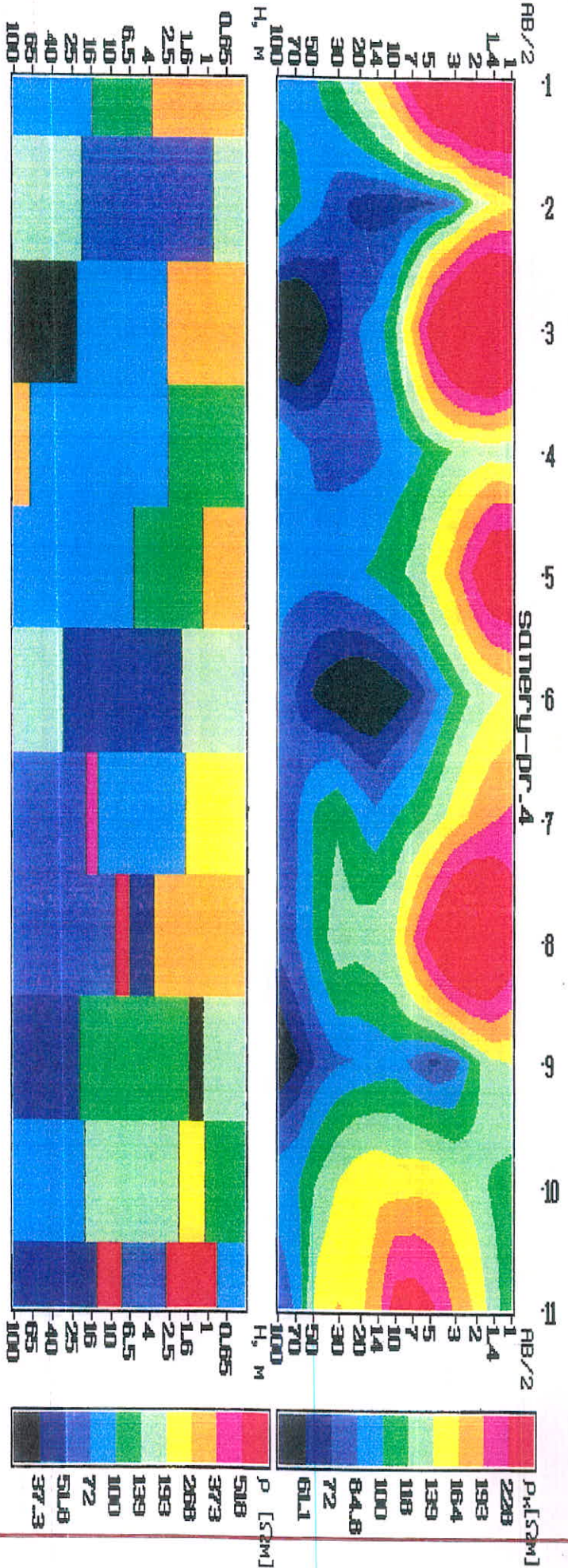


شکل (۷-۲۹): شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۳-محدوده ساندری - شورابه.



Tehran Padir

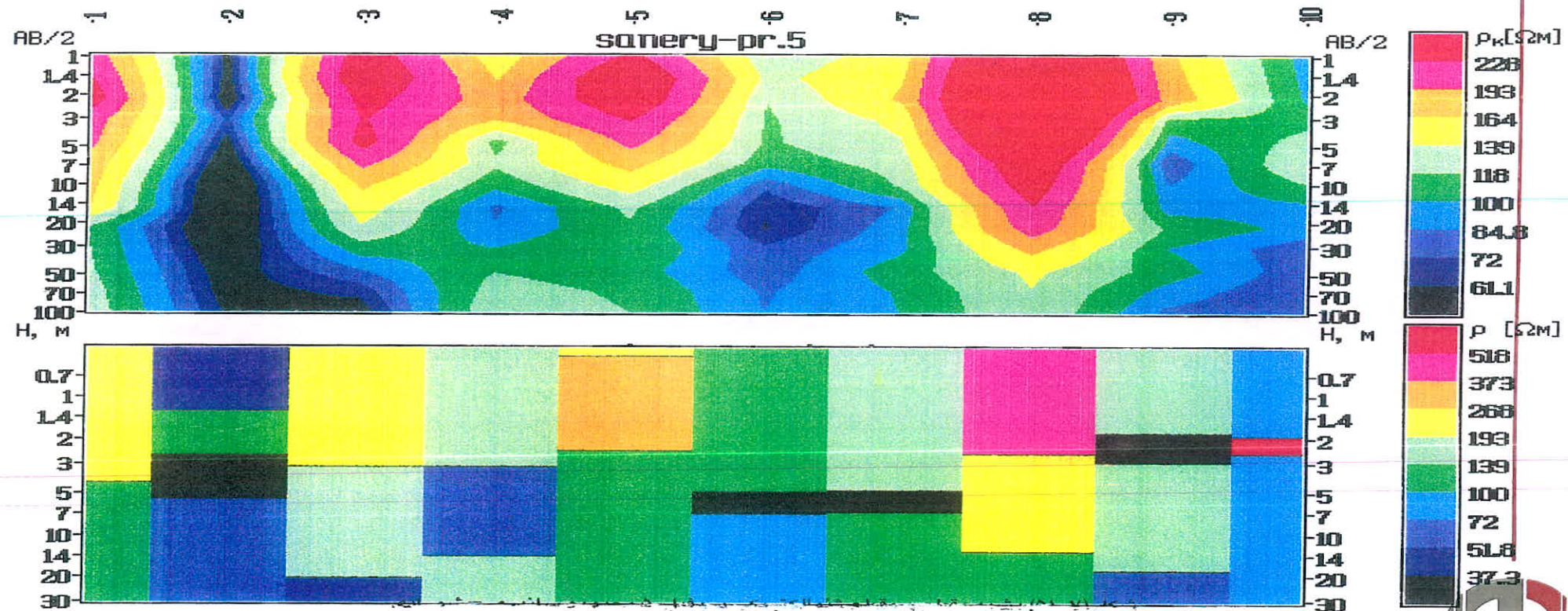
مطالعات ژئوالکتریکی کانسر بیتومین



شکل (۷-۵) : شبیه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۲- محدوده ساندری - شورابه.



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۷-۵۱): شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۵-محدوده ساندری - شورابه.

## ۶-۱-۷- شرح شبهه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۶

این پروفیل شامل ۱۰ سونداژ الکتریکی بوده و مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل بین ۶۰ تا ۴۰۰ اهم متر متغیر است. همانگونه که دیده می شود روند تغییرات مقاومت الکتریکی از محل سونداژ ۷ تا ۱۰ تغییر یافته و از یک زون مقاوم گچی تبدیل به زون دارای مقاومت الکتریکی پائین و مارنی تبدیل شده است. همچنین در محل سونداژ یک نیز وجود زون دارای مقاومت الکتریکی پائین قابل مشاهده است.

در محل سونداژهای ۴ تا ۶ زون دارای مقاومت الکتریکی بالا گسترش بیشتری دارد که نشان دهنده گسترش بیشتر لایه های گچی می باشد و احتمال حضور آنومالی های ذغالی در این لایه ها بیشتر می باشد. به خصوص در محل سونداژ ۶ وجود یک رگه با مقاومت الکتریکی بالا در نزدیکی سطح قابل ملاحظه است همچنین در محل سونداژ ۹ نیز یک روند مشابه دیده می شود که احتمالاً با حضور آنومالی ذغال مرتبط است، شکل (۷-۵۲).

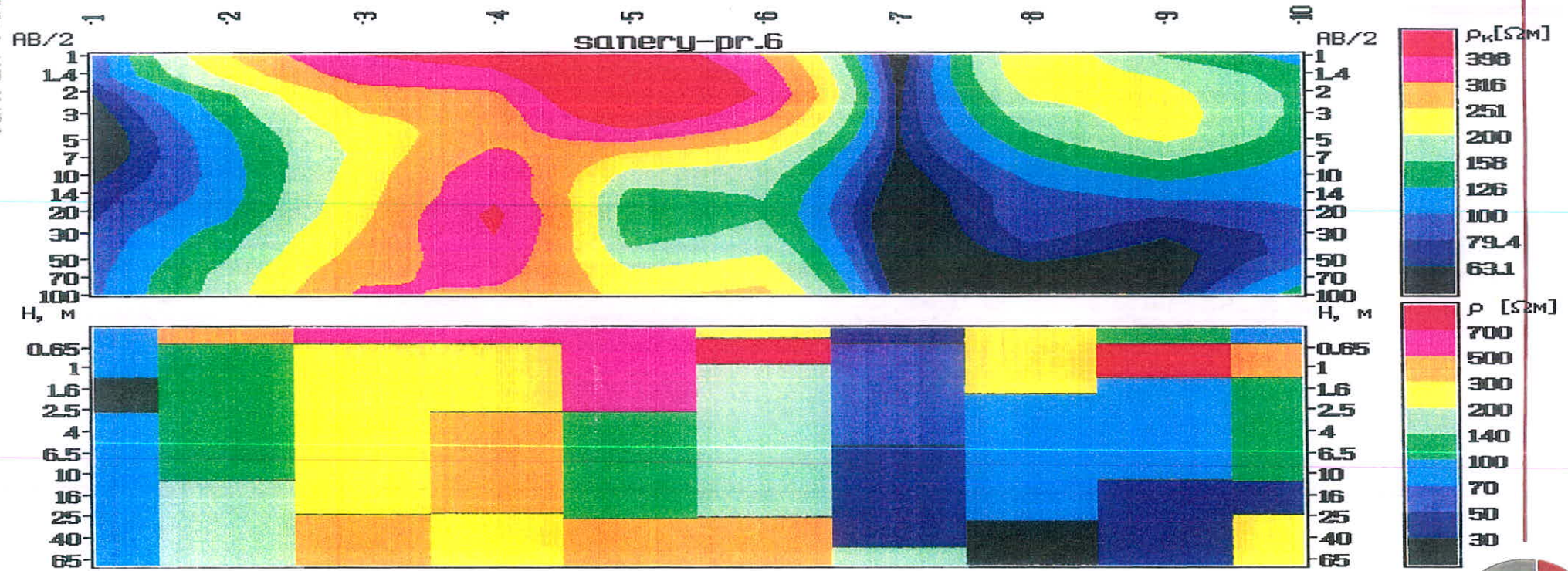
## ۷-۱-۷- شرح شبهه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل-۷

این پروفیل شامل ۳ سونداژ بوده و در نزدیکی جاده ورودی محدوده اجرا شده است. مقاومت الکتریکی بر روی این پروفیل در قالب سه زون تفکیک شده است که نشان دهنده وجود یک زون کم مقاوم سطحی و یک زون مقاوم میانی و سپس یک زون کم مقاومت در عمق می باشد، شکل (۷-۵۳).

مقاومت الکتریکی ظاهری بر روی این پروفیل بین ۹۰ تا ۳۴۰ اهم متر است و بر روی مقطع ژئوالکتریکی وجود یک لایه سطحی از جنس خاک های سطحی کشاورزی است که در زیر آن یک لایه از جنس گچ دیده می شود. این لایه دارای ضخامت کمی نیز می باشد و در عمیق مجدداً مقاومت الکتریکی کاهش می یابد که نشان دهنده افزایش درصد ذرات ریزدانه در آبرفت ها و واریزه ها می باشد.



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



شکل (۷-۵۲): شبه مقطع و مقطع ژئوالکتریکی پروفیل ۶- محدوده ساندری - شورابه.







## ۷-۲- پروفیل‌های دو قطبی - دو قطبی

به منظور بررسی امکان اجرای روش دو قطبی - دو قطبی و ارائه شرایط زیر سطحی، سه پروفیل به این روش در محدوده ساندری و در ضلع غربی محدوده اجرا شده‌اند.

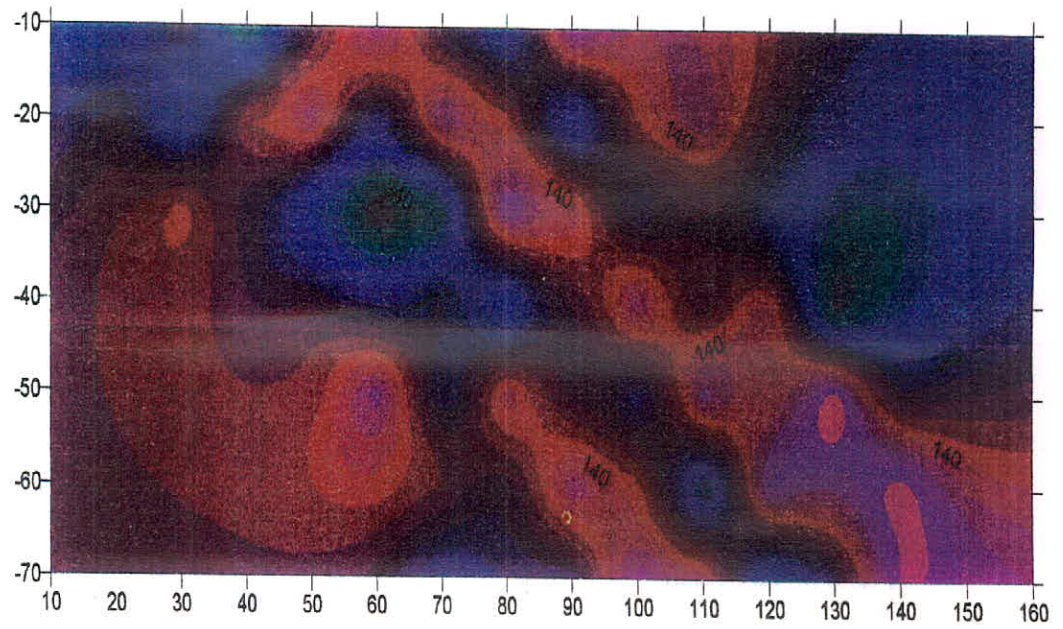
همانگونه که بر روی این پروفیل‌ها دیده می‌شود مقاومت الکتریکی بر روی این پروفیل‌ها متغیر بوده و حضور لایه‌های با مقاومت بالا و پائین در کنار یکدیگر مشاهده می‌شوند بر روی این پروفیل‌ها با توجه به شرایط زمین‌شناسی صحرایی محدوده که اغلب شامل لایه‌های گچی و مارنی سازند گچساران است، زون‌ها با مقاومت الکتریکی بالا اغلب نشان‌دهنده لایه‌های با محتوای گچی بیشتر است و لایه‌های کم مقاومت‌تر نشان‌دهنده لایه‌های مارنی می‌باشند.

بر روی پروفیل‌های ۱ و ۲ تفکیک لایه‌ها گچی و مارنی بهتر صورت می‌گیرد و بر روی پروفیل ۳ این تفکیک کمتر بوده و حالت یکنواخت‌تری دارد.

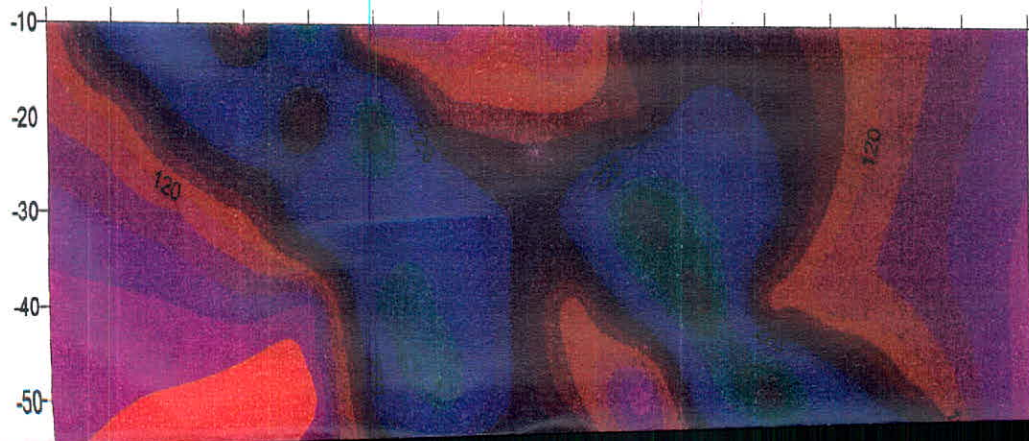
بر روی این پروفیل‌ها آنومالی خاصی که نشان‌دهنده حضور ذغال‌سنگ باشد دیده نمی‌شود و تعیین چنین آنومالی‌هایی با این روش نیازمند تمرکز بیشتر بر روی این روش می‌باشد که می‌بایست با مطالعه گسترده تر قبل از اجرای عملیات ژئوالکتریک در مورد محل اجرای این پروفیل‌ها و هماهنگی آنها با پروفیل‌های شولومبرژه اقدام نمود، شکل (صفحه بعد).

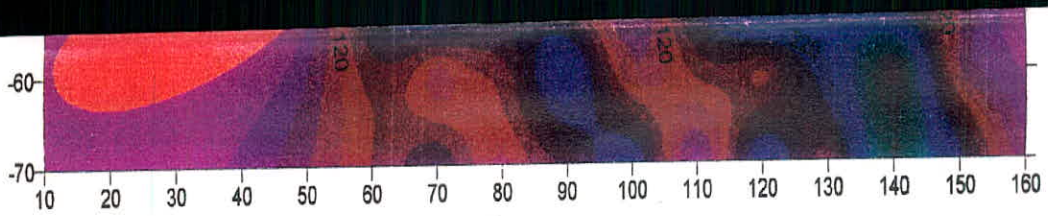


profile-dipole-3

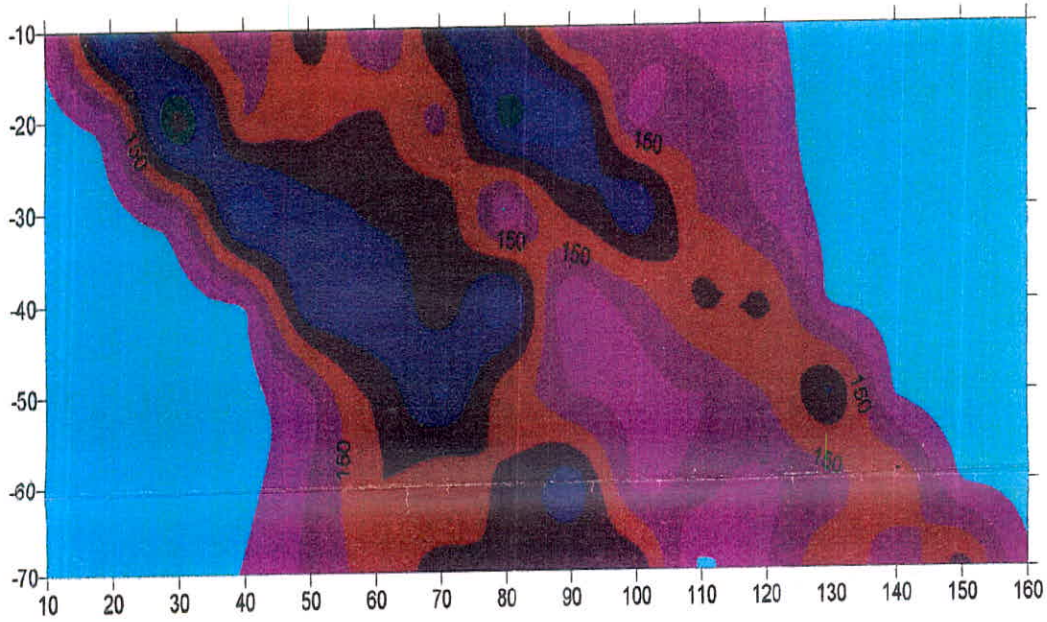


profile-dipole-2





profile-dipole-1



مقاطع مربوط به پروفیل های دو قطبی - دو قطبی.

## نتایج

➤ بر روی نقشه‌های هم مقاومت ویژه الکتریکی تهیه شده در متن گزارش محدوده‌هایی که احتمال حضور آنومالی ذغال‌دارند مشخص شده و تحت عنوان محدوده آنومالی قابل انتظار Expected Anomaly area نامگذاری شده‌اند. لازم به ذکر است که این محدوده‌ها با توجه به مطالعات ژئوالکتریکی تعیین شده‌اند و برای هر گونه تصمیم‌گیری بعدی در مورد این آنومالی‌ها می‌بایست محدودیت‌های روش‌های ژئوفیزیکی (ژئوالکتریکی) مورد توجه قرار گیرند.

➤ به منظور ارائه راهکار مناسب انجام مطالعات ژئوالکتریکی برای اکتشاف بیتومین و به منظور استفاده بهینه از این روش مراحل زیر به عنوان روش انجام مطالعات پیشنهاد می‌شود.

الف- در اولین مرحله انجام مطالعات زمین‌شناسی کلی و استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی موجود و تعیین یک سری محل‌ها برای انجام مراحل بعدی.

ب- پس از مطالعات اولیه زمین‌شناسی و بررسی نقشه‌ها موجود، انجام بازدیدها و پیمایش‌های صحرائی و انطباق نقشه‌های توپوگرافی می‌بایست انجام شود.

ج- پس از طی مراحل فوق می‌بایست بر روی نقشه‌های توپوگرافی محل دقیق محدوده‌های مورد مطالعه مشخص شود سپس با توجه به کارائی هر یک از روش‌ها پروفیل‌های مربوطه تعیین محل شود. فاصله بهینه برای نقاط برداشت ۵ متر پیشنهاد می‌شود.

➤ به علت وجود محدودیت‌ها در اجرای عملیات ژئوالکتریکی در محدوده ساندری و در نتیجه پراکندگی پروفیل‌ها و شرایط خاص توپوگرافی منطقه که ناشی از وجود آبراهه‌های عمیق تپه‌های گچی بلند می‌باشد امکان تهیه نقشه هم‌مقاومت ویژه وجود نداشته است.

با توجه به تعبیر و تفسیرهای انجام شده و شرح پروفیل‌های مربوطه در این نوشتار موارد زیر قابل تأمل می‌باشند.



- با توجه به تغییرات زیاد مقاومت الکتریکی زغال سنگ و با توجه به تغییرات کیفیت و شدت زغال سنگ شدگی آن، تشخیص و تفکیک آنومالی های زغال سنگ در هر منطقه خاص متفاوت است. با توجه به مطالعات انجام شده در ۳ محدوده معدنی (سیاهگل، گیلانه و ساندری) می توان گفت که مقادیر مقاومت ویژه مربوط به آنومالی ها و پتانسیل های زغال سنگی در محدوده گیلانه پائین تر از دو محدوده سیاهگل و ساندری می باشد که این خود می تواند به علت مخلوط شدن و حضور ذرات و قطعات خارجی بیشتر در زغال های این معدن باشد.
- به نظر می رسد که کیفیت زغال سنگ در محدوده معدن سیاهگل، با توجه به مقاومت ویژه بالاتر آن، بهتر باشد.
- تشخیص و تفکیک لایه ها و رگه های زغال سنگی، با توجه به ضخامت کم آنها و همچنین گسترش جانبی کم، با روش ژئوالکتریک با فواصل برداشت زیاد دشوار است.
- حضور سنگ های گچی به دلیل شرایط خاص و مقاومت ویژه بالا، که بعضاً در حد مقاومت ویژه سنگ است، تشخیص و تفکیک لایه ها و رگه های زغالی را با دشواری همراه می سازد و به نظر می رسد که در مناطقی که احتمال می رود رگه ها در لایه های کم مقاومت تر و یا آبرفتی حضور دارند، امکان تشخیص بیشتری وجود دارد.
- با توجه به این که ضخامت اغلب رگه ها و لایه های زغالی در حد ۲ تا ۳ متر می باشد استفاده از نقاط برداشت با فواصل زیاد دقت مطالعات را پائین آورده و امکان تفکیک را کم می کند.
- به نظر می رسد که با طراحی شبکه برداشت فشرده تر (فاصله نقاط حدود ۵ متر) و مطالعات قبلی زمین شناسی و صحرایی قبل از انتخاب محل اجرای مطالعات بتوان نتایج بهتری را به دست آورد.



➤ با توجه به مطالعات ژئوالکتریکی انجام شده و شواهد صحرایی محدوده تغییرات مقاومت الکتریکی لایه‌های مختلف در جدول زیر آورده شده است. لازم به ذکر است که تغییرات مقاومت الکتریکی ذغال سنگ به خاطر وجود عدم ناخالصی‌های مارنی و گچی می‌باشد. به طوری که هر چه ناخالصی کمتر باشد مقاومت الکتریکی بیشتر است.

مقاومت الکتریکی (اهم متر)	جنس
۱۵-۶۰	مارن و رس
۶۰-۱۵۰	واریزه های سنگی
۳۰۰-۵۰۰	سنگ آهک
۲۰۰-۷۰۰	سنگ گچ
۲۰۰-۱۰۰۰	ذغال سنگ (بیتومین)



### منابع

- ۱- رضوی ارمغانی، میر بهزاد؛ ذغال سنگ ایران.
- ۲- درویش زاده، علی؛ زمین شناسی ایران.
- ۳- کلاگری، علی اصغر، اصول اکتشافات ژئوفیزیکی.
- ۴- تلفورد و دیگران، ژئوفیزیک کاربردی - ترجمه حاجب حسینی؛ حسن و زمردیان، حسین.





## REFERENCES

- Geophysical Exploration for Engineering and Environmental Investigations, U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Manual, EM IIID -1-1802, 1995.
- IEEE (1983), *Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance and Earth Surface Potentials of Ground System*.
- KAROUS, M. & PERNU, T.K. (1985) : "Combined Sounding Profiling & Resistivity Measurements with the Three-Electrode Arrays", *GEOPHYSICAL PROSPECTING*, 33, pp. 447-459.
- MILSON, J. (1989) : *FIELD GEOPHYSICS*, Geophysical Society of London, Hand Book.
- SCHULZ, R., & TEZKAN, B. (1988) : "Interpretation of Resistivity Measurements over 2D-Structures", *GEOPHYSICAL PROSPECTING*, 36, pp. 962-975.
- VAN NOSTRAND & COOK (1967) : *Interpretation of Resistivity Data*, USGS.
- ZOHDY, A.A.R. (1989) : "A New Method for the Automatic Interpretation of Schlumberger and Wenner Sounding Curves", *GEOPHYSICS*, Vol. 54, No. 2.



# پوست

عکس‌های ذغال‌سنگ محدوده سپاهنگل و  
عملیات برداشت‌های ژئوفیزیکی



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



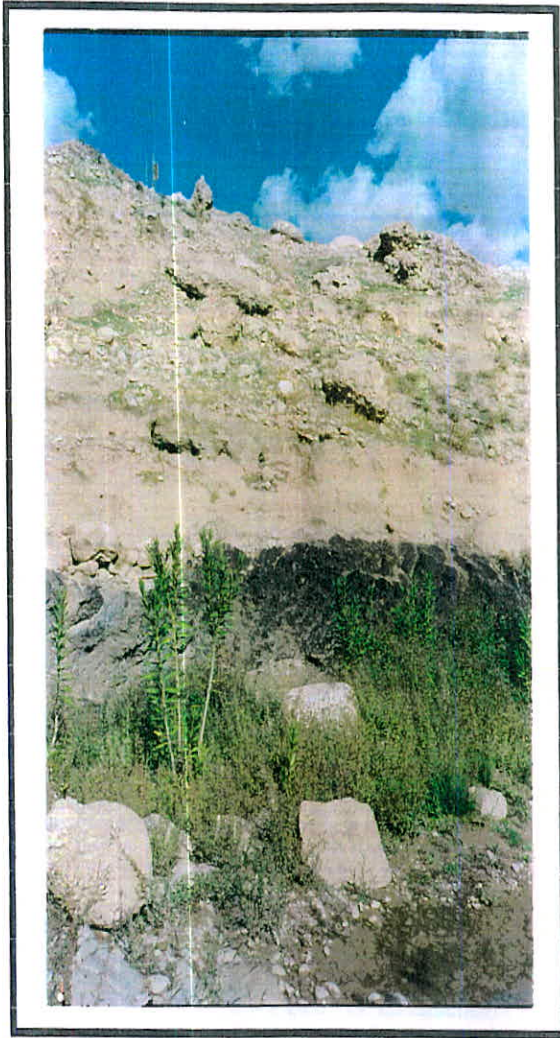
اکیب ژئوفیزیک در حال برداشت صحرائی



برداشت ژئوالکتریک در محدوده سیاهگل



مطالعات ژئوالکتریکی کانسار بیتومین



بیرونزدگی ذغال سنگ در محدوده سیاهگل

