

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه اکتشاف

تعیین محدوده و حجم ذخیره بوکسیت منطقه تاگویی جاجرم با استفاده

از اطلاعات ژئوالکتریک و گمانه‌های اکتشافی

دانشجو: علی محمودیان

اساتید راهنما:

دکتر علیرضا عرب امیری

دکتر ابوالقاسم کامکار روحانی

استاد راهنما:

مهندس محمد امین درویشی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

دی ۱۳۹۲

تشکر و قدردانی

سپاس خداوند متعال را که انسان را موجودی آزاد و مختار آفرید تا با آزادی و اختیار خویش راه سعادت دنیوی و اخروی خویش را برگزیند و مراحل تکامل و سعادت را طی نماید و آزادانه بتواند از تمام کسانی که به نحوی در پیشرفت او سهم داشته اند قدردانی نماید چرا که « لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق » یعنی « هر کسی که از بنده خدا تشکر نکند شاکر خوبی برای خداوند نیست » پس بر خود واجب می دانم که از اساتید محترم راهنما آقایان دکتر عرب امیری و کامکار روحانی و استاد مشاور آقای مهندس درویشی که در مدت انجام این پروژه برای اینجانب زحمت کشیدند، نهایت تشکر و قدردانی را به عمل آورم و از خداوند متعال برای تمام این عزیزان آرزوی سربلندی، سعادت و موفقیت در کارها را می نمایم .

تعهد نامه

اینجانب علی محمودیان دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته اکتشاف معدن دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک. دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تعیین محدوده و حجم ذخیره بوکسیت منطقه تاگویی جاجریم با استفاده از اطلاعات ژئوالکتریک و گمانه های اکتشافی تحت راهنمایی دکتر عرب امیری و کامکار روحانی متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .

چکیده

روش‌های اکتشافی به دو دسته روش‌های مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شوند. روش‌های مستقیم که حفاری اکتشافی نیز از آن جمله است، روش‌هایی گران‌قیمت، زمان‌بر و با دقت بالایی هستند. اما روش‌های ژئوفیزیکی از جمله روش‌های غیرمستقیم هستند؛ که نیازمند هزینه و زمان کم-تری می‌باشند و تعبیر و تفسیر نتایج آن‌ها مشکل است. در این تحقیق هدف آن است تا با استفاده از روش‌های ژئوالکتریک که از جمله روش‌های ارزان قیمت اکتشافی است؛ به شناسایی با کیفیت محل قرارگیری بوکسیت کارستی پرداخته شود؛ که در صورت رسیدن به پاسخ مثبت، گامی بلند در کاهش هزینه‌های اکتشافی و بهره‌برداری در این کانسارها برداشته خواهد شد.

بدین منظور طراحی و برداشت ۸۲ سونداژ ژئوالکتریک بر روی سه خط، در فازهای ۴ و ۵ محدوده معدنی تاگویی انجام شد. معادن منطقه تاگویی یکی از مجموعه معادن بوکسیت جاجرم است که عملیات استخراج ماده معدنی در آن به‌ندرت صورت گرفته و اغلب حفاری‌ها، جنبه اکتشافی دارند. داده‌های برداشت شده قبلاً توسط سر منحنی‌های استاندارد تفسیر شده (توسط اساتید راهنما) و سپس نتایج حاصله به‌عنوان مدل اولیه به‌وسیله نرم‌افزار surpac مدل‌سازی شده‌اند. همچنین به‌کمک قابلیت‌های نرم‌افزار surpac از اطلاعات گمانه‌های اکتشافی یک بانک اطلاعات ساخته شده است. مقایسه نتایج حاصل از گمانه‌های اکتشافی و ژئوالکتریک نشان می‌دهد؛ که مرز کمرپایین بوکسیت و دولومیت به وضوح مشخص هستند و تا حدودی مطابقت دارد ولی لایه‌های بدست آمده از اطلاعات ژئوالکتریک در قسمت بالادست لایه دولومیتی با اطلاعات گمانه‌های اکتشافی مطابقتی ندارد، نتایج مدل‌سازی، حداقل وجود چهار لایه ژئوالکتریک را در منطقه تاگویی ۴ و ۵ واقع در محدوده معدنی بوکسیت جاجرم، نشان می‌دهند. جهت درک بهتر و جامع‌تر، این نتایج به‌صورت دوبعدی نشان داده می‌شوند.

در مرحله بعد با توجه به اطلاعات گمانه‌های اکتشافی موجود در معدن بوکسیت جاجرم به دلیل اینکه حفاری‌ها بر روی شبکه منظمی صورت نگرفته است (اکثر گمانه‌ها در امتداد هم می‌باشند) و کماکان حفاری‌های اکتشافی در این محدوده صورت می‌گیرد و همچنین به دلیل عدم تفکیک دقیق لایه‌های بوکسیت سخت، بوکسیت شیلی و بوکسیت کائولنی به کمک داده‌های ژئوفیزیک، امکان محاسبه دقیق حجم و محدوده بوکسیت منطقه امکان‌پذیر نمی‌باشد؛ ولی با توجه به مشخص بودن مرز کمر پایین ساختار بوکسیتی از دولومیت امکان محاسبه میزان سطح کمر بالای دولومیت تا سطح زمین وجود دارد؛ که این سطح با سطح کمر بالای دولومیت که از طریق اطلاعات ژئوفیزیک بدست آمده است، قابل مقایسه است.

کلمات کلیدی:

مقاومت ویژه الکتریکی، سونداژ ژئوالکتریکی، تفسیر، مدل‌سازی، ارزیابی ذخیره، بوکسیت، جاجرم.

فهرست مطالب

۱	فصل اول: کلیات
۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- بوکسیت
۵	۳-۱- طبقه‌بندی بوکسیت‌ها از دیدگاه باردوشی
۵	۱-۳-۱- بوکسیت‌های لاتریتی
۵	۲-۳-۱- بوکسیت‌های نوع تیکون
۵	۳-۳-۱- بوکسیت‌های کارستی
۷	۴-۱- کانی شناسی بوکسیت
۸	۵-۱- عوامل موثر در اکتشاف کانسارهای بوکسیت
۹	۶-۱- تاریخچه کارهای انجام شده
۱۰	۷-۱- ضرورت و هدف از انجام پایان نامه
۱۲	۸-۱- ساختار پایان نامه
۱۳	فصل دوم: مبانی ارزیابی ذخیره
۱۴	۱-۲- مقدمه
۱۴	۲-۲- تخمین محتوای معدن
۱۵	۳-۲- تخمین منابع و ذخایر و محاسبه عیار
۱۵	۴-۲- کد جورک (JORK CODES)
۱۶	۵-۲- توالی مرحله‌بندی شده جمع‌آوری داده‌ها در اکتشاف و ارزیابی یک کانسار
۱۷	۶-۲- تعاریف

۱۷	۲-۶-۱-کانه
۱۸	۲-۶-۲-عیار حد
۱۹	۲-۷- پیوستگی
۲۲	۲-۸- منبع و ذخیره معدنی
۲۲	۲-۹- تخمین نقطه‌ای و بلوکی
۲۳	۲-۱۰- روش سیستماتیک تخمین محتوای معدنی کانسار
۲۳	۲-۱۱- روش‌های مرسوم در تخمین محتوای معدنی کانسارها
۲۵	۲-۱۲- کنترل کننده‌های زمین‌شناسی در تخمین محتوای معدنی
۲۵	۲-۱۳- تهیه نقشه زمین‌شناسی
۲۷	۲-۱۴- عوامل مهم زمین‌شناسی در انتخاب روش استخراج زیرزمینی
۲۹	فصل سوم: عملیات صحرایی
۳۰	۳-۱- مقدمه
۳۰	۳-۲- موقعیت جغرافیایی و ژئومورفولوژی
۳۲	۳-۳- زمین‌شناسی ناحیه ای
۳۲	۳-۴- زمین‌شناسی محدوده معدنی تاگویی
۳۴	۳-۴-۱- سازند الیکا
۳۵	۳-۴-۲- واحد بوکسیتی
۳۷	۳-۴-۳- سازند شمشک
۳۸	۳-۵- تقسیم بندی مواد مختلف از لحاظ مقاومت ویژه
۳۹	۳-۶- طراحی عملیات
۴۳	فصل چهارم: مدل‌سازی و تفسیر داده‌های ژئوالکتریک و گمانه‌های اکتشافی

۴۴	۴-۱- مقدمه
۴۴	۴-۲- تفسیر سونداژهای الکتریکی در منطقه
۴۶	۴-۲-۱- تفسیر و مدل سازی خط برداشت اول
۵۰	۴-۲-۲- تفسیر و مدل سازی خط برداشت دوم
۵۳	۴-۲-۳- تفسیر و مدل سازی خط برداشت سوم
۵۶	۴-۳- جمع بندی نتایج مدل سازی
	۴-۴- بررسی صحت و دقت عملیات ژئوفیزیکی انجام گرفته و توان روش برای پیش
۶۵	بینی عمق لایه یا زون کارستی کمرباطین بوکسیت با دقت مورد نیاز
۶۹	۴-۵- تعیین محدوده و حجم بوکسیت
۷۱	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۷۲	۵-۱- نتیجه گیری و پیشنهادات
۷۲	۵-۱-۱- نتیجه گیری
۷۳	۵-۱-۲- پیشنهادات
۷۴	مراجع فارسی
۷۵	مراجع انگلیسی
۷۷	پیوست ها

فهرست اشکال

۴	دیاگرام رده‌بندی بوکسیت‌ها و لاتریت‌ها	شکل (۱-۱)
۵	نمایش نیمرخ زون‌های رس قرمز، لاتریت، بوکسیت و کائولینیت	شکل (۲-۱)
۱۹	تخمین بلوکی	شکل (۱-۲)
۲۱	قطع‌شدگی رگه در یک زون برشی	شکل (۲-۲)
۲۴	نمونه‌هایی از روش‌های معمول در تخمین عیار	شکل (۳-۲)
۲۶	پلان زمین‌شناسی تفصیلی از معدن روباز مولیبدن پرفیری انداکو (Endako)	شکل (۴-۲)
۳۱	راه‌های دسترسی به منطقه معدنی بوکسیت جاجرم	شکل (۱-۳)
۳۳	نقشه زمین‌شناسی منطقه تاگویی	شکل (۲-۳)
۳۶	ستون چینه‌شناسی سازندهای بالا و پایین افق بوکسیتی و واحدهای بوکسیتی	شکل (۳-۳)
۴۱	مکان سونداژهای الکتریکی در منطقه مورد مطالعه	شکل (۴-۳)
۴۲	دستگاه ABEM Terrameter SAS 4000	شکل (۵-۳)
۴۹	نمایش دوبعدی خط برداشت اول	شکل (۱-۴)
۵۲	نمایش دوبعدی خط برداشت دوم	شکل (۲-۴)
۵۵	نمایش دوبعدی خط برداشت سوم	شکل (۳-۴)
۵۷	نقشه زمین‌شناسی ساختمانی محدوده معدنی تاگویی ۴ و ۵	شکل (۴-۴)
۵۸	تغییرات لایه بندی به علت فعالیت گسل	شکل (۵-۴)
۵۹	آینه گسل که خش لغزهای روی آن جهت غالب فعالیت گسل را نشان می دهد.	شکل (۶-۴)
۶۰	رخنمون های لایه بوکسیتی که توسط نقطه چین قرمز رنگ مشخص شده اند	شکل (۷-۴)
۶۱	نحوه ورود داده ها به نرم افزار surpac	شکل (۸-۴)
۶۲	موقعیت سونداژهای ژئوالکتریکی و چاه های حفاری در منطقه مورد مطالعه	شکل (۹-۴)

شکل (۴-۱۰) نتایج تفسیر سونداژهای ژئوالکتریک و گمانه‌های اکتشافی در طول خط برداشت اول ۶۳

شکل (۴-۱۱) مدل دو بعدی حاصل از اطلاعات گمانه‌های اکتشافی و ژئوفیزیکی ۶۹

فهرست جداول

۷	جدول (۱-۱) برخی مشخصات مهم‌ترین کانی‌های بوکسیت
۱۶	جدول (۱-۲) توالی مرحله‌بندی شده جمع‌آوری داده‌ها در اکتشاف و ارزیابی یک کانسار
۲۰	جدول (۲-۲) انواع پیوستگی
۳۹	جدول (۱-۳) مقاومت ویژه برخی از سنگ‌ها و کانی‌ها
	جدول (۱-۴) عمق کمرپایین بوکسیت حاصل از روش‌ها و نرم افزارهای مختلف به
۴۷	همراه خطای مدل‌سازی مربوط به خط برداشت اول
	جدول (۲-۴) عمق کمر پایین بوکسیت حاصل از روش‌ها و نرم افزارهای مختلف به همراه
۵۱	خطای مدل‌سازی مربوط به خط برداشت دوم
	جدول (۳-۴) عمق کمر پایین بوکسیت حاصل از روش‌ها و نرم افزارهای مختلف به همراه
۵۴	خطای مدل‌سازی مربوط به خط برداشت سوم
	جدول (۴-۴) عمق کنتاکت بین دولومیت کارستی و بوکسیت در گمانه‌های اکتشافی حفر شده
۶۸	و نقاط مختلف سونداژ ژئوفیزیکی

فصل اول

کلمات

۱-۱-۱- مقدمه

آلومینیم یکی از فلزات سبک است و امروزه مصرف فراوانی دارد؛ که به دلیل خصوصیات ویژه آن هم چون رنگ سفید، مقاومت در برابر هوازدگی و موادشیمیایی، استحکام، شکل پذیری، قابلیت انتقال الکتریکی و گرمایی خوب و ... دارای کاربردهای فراوانی است. آلومینیم پس از اکسیژن و سیلیسیم، فراوان ترین عنصر در پوسته زمین است و حدود ۸/۸ درصد پوسته زمین را تشکیل می دهد. تقریباً تمام سنگ ها، خصوصاً سنگ های آذرین شامل آلومینیم می باشند، ولی تنها منبع تولید آلومینیم، بوکسیت است. بوکسیت در نتیجه هوازدگی سنگ های مختلف در آب و هوای استوایی و با توجه به مورفولوژی و زهکشی مناسب، تشکیل می شود و حاوی اکسیدها و هیدروکسیدهای آلومینیم، آهن و مقداری سیلیس و ... می باشد.

در دنیا بیشتر حجم بوکسیت تولیدی، صرف تهیه آلومینیم می شود و بقیه در تولید سیمان دیرگداز، صنایع نسوز، صنایع شیمیایی و ... به مصرف می رسد.

کشور ما، بر روی کمر بند بوکسیت کارستی ایران - هیمالیا قرار دارد و در این زمینه، دارای پتانسیل معدنی بالایی می باشد. مراکزی نیز جهت تولید آلومینا و فلز آلومینیم در کشور وجود دارد؛ که از جمله آنها می توان به آلومینای جاجرم، ایرالکو اراک، آلومینیم المهدی بندرعباس و آلومینیم قشم اشاره کرد. [شهریاری، ۱۳۶۵]

روش های اکتشاف بوکسیت مانند بسیاری از مواد معدنی، به دو گروه روش های مستقیم و روش های غیرمستقیم تقسیم می شوند. حفر ترانشه و یا گمانه و گرفتن مغزه از جمله روش های مستقیم هستند. این روش ها، پرهزینه و زمان بر هستند. اما روش های غیرمستقیم اکتشافی کم هزینه تر و سریع تر می باشند. از روش های غیرمستقیم می توان به روش های ژئوفیزیکی اشاره کرد؛ که به علت

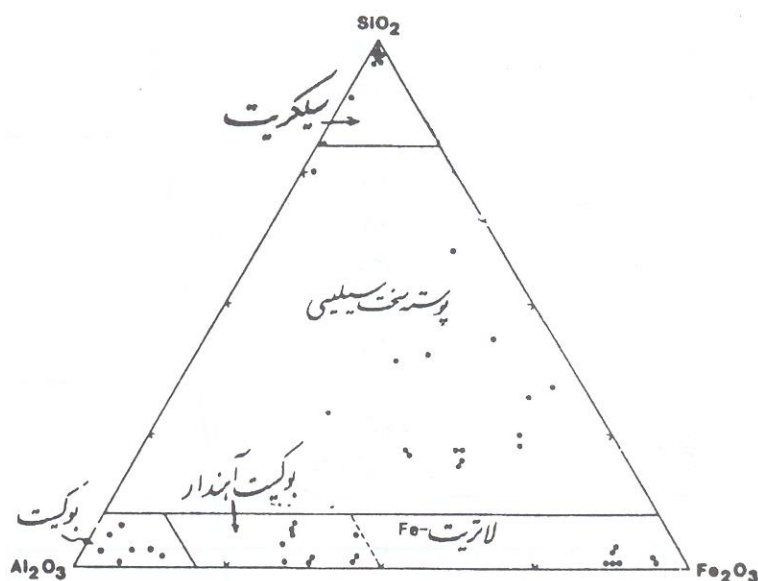
سرعت عمل زیاد و هزینه کم، بسیار مورد توجه قرار گرفته و به سرعت گسترش یافته‌اند. به کمک روش‌های ژئوفیزیکی یک یا چند ویژگی فیزیکی مواد، اندازه‌گیری می‌شوند و مقادیر فیزیکی اندازه‌گیری شده، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند.

منطقه تاگویی یکی از بخش‌های محدوده معدنی بوکسیت جاجرم است؛ که عملیات اکتشافی فراوانی از جمله تهیه عکس‌های هوایی، نقشه‌های زمین‌شناسی و زمین‌شناسی ساختمانی، حفر گمانه و ترانشه و ... در آن صورت گرفته است. عملیات استخراجی نیز جز چند مورد، استخراج عدسی نزدیک سطح زمین، تقریباً صورت نگرفته است. به‌منظور برداشت داده‌های ۸۲ سونداژ ژئوالکتریکی، قسمتی از این منطقه موسوم به تاگویی ۴ و ۵ انتخاب گردید. این ناحیه دارای واریزه‌های حفاری کمتری است؛ چراکه تغییرات ایجاد شده در سطح زمین، بر کیفیت داده‌ها اثر سوء دارد.

۱-۲- تعریف بوکسیت

بوکسیت، ماده معدنی رسوبی برجای مانده در نتیجه هوازدگی سنگ‌هایی خاص که در آب و هوای حاره‌ای یا شبه‌حاره‌ای با توجه به مورفولوژی و زه‌کشی مناسب تشکیل می‌شوند. در این ماده- معدنی مجموع هیدروکسیدها و اکسیدهای آلومینیوم، آهن و تیتان بیش از ۵۰ درصد و میزان اکسید و هیدروکسیدهای آلومینیوم فراتر از دو اکسید دیگر است. [Bardossy, 1982]

بوکسیت‌ها را بر اساس درصد Al_2O_3 ، SiO_2 و Fe_2O_3 به بوکسیت، بوکسیت آهن‌دار، لاتریت، لایه‌های سخت سیلیسی آهن‌دار و سیلکریت تقسیم می‌نمایند (شکل ۱-۱). از نظر شکل ظاهری، بوکسیت می‌تواند به صورت‌های توده‌ای، دانه‌ای، پودری و از حیث رنگ به رنگ‌های قهوه‌ای، قرمز تیره، بنفش و خاکستری دیده شود. سطوح شکست آن بیشتر صدفی، متورق، صاف، نرم و خاکی است. وزن مخصوص آنها به طور متوسط ۲/۵-۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب و در بازه بین ۱ تا ۳ در مقیاس سختی موس قرار دارند. [www.ngdir.ir]

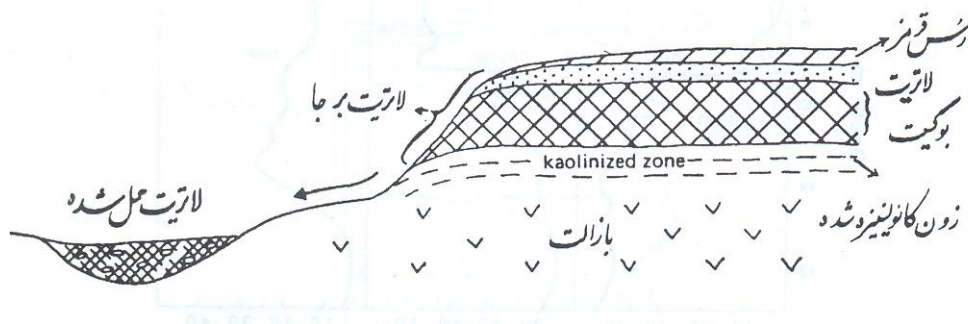


شکل (۱-۱): دیاگرام رده بندی بوکسیت ها و لاتریت ها [www.ngdir.ir]

تعداد کانی های شناخته شده در بوکسیت ها نسبتاً زیاد است؛ که شمار آنها تابع ترکیب شیمیایی و کانی شناختی سنگ اولیه است. حدود ۹۶ درصد آلومینیوم دنیا از بوکسیت و ۴ درصد از آلونیت و نفلین سینیت به دست می آید. سنگ های غنی از آلومینیوم که میزان سیلیس آزاد آنها حداقل است؛ در صورتی که در آب و هوای مرطوب قرار گیرند، سیلیکات آنها هیدرولیز می شود و در نتیجه عناصر K، Na، Mg، Ca و Si سنگ ها شسته می شود و Al به صورت اکسید و هیدروکسید باقی خواهد ماند.

ماینارد بوکسیت را بر اساس SiO_2 ، Al_2O_3 و Fe_2O_3 به بوکسیت، بوکسیت آهن دار، لاتریت، لایه های سخت سیلیسی آهن دار و سیلکریت تقسیم نمود. ترتیب زون بندی در یک بوکسیت غنی از آهن از سطح به طرف عمق عبارت است از لایه های نازک غنی از آهن و سیلیس، لایه لاتریتی، بخش

بوکسیتی و بالاخره زون کائولونیتی (شکل ۱-۲). [www.ngdir.ir]



شکل (۲-۱): نمایش نیمرخ زون‌های رس قرمز، لاتریت، بوکسیت و کائولینیت تشکیل شده در بالای بازالت]

[www.ngdir.ir]

کانسارهای مهم بوکسیت در برزیل، استرالیا، گینه بیسائو، جامائیکا و اروپا واقع شده‌اند. ذخایر بوکسیت از پرکامبرین تا عهد حاضر یافت می‌شوند. اکثر بوکسیت‌های مهم در دو محدوده زمانی تشکیل شده‌اند. یکی اوایل کرتاسه تا پلیوسن و دیگری میوسن تا عهد حاضر. هر چند بوکسیت‌های پروتروزوئیک تا کامبرین و اردوئین تا اواخر کربونیفر از اهمیت کمتری برخوردارند. [عرب امیری و کامکار روحانی، ۱۳۹۲]

۱-۳-۳- طبقه‌بندی بوکسیت‌ها از دیدگاه باردوشی

در سال ۱۹۸۲ طبقه‌بندی آتی برای انواع بوکسیت‌ها به وسیله باردوشی پیشنهاد شد.

۱-۳-۱- بوکسیت‌های لاتریتی

این ذخایر از نوع بر جای مانده و منتج از سنگ‌های آلوموسیلیکاته زیرین می‌باشند.

۱-۳-۲- بوکسیت‌های نوع تیکوین

این نوع ذخایر بوکسیتی از نوع آواری هستند و از فرسایش سطحی سنگ‌های آلوموسیلیکاته بوجود می‌آیند. فاصله محل تشکیل تا سنگ مادر آنها نیز معمولاً زیاد است؛ لذا فرایند حمل در آنها طولانی است. برای نخستین بار این نوع ذخایر نابرجا در نزدیکی شهر تیکوین شوروی سابق دیده شده‌اند.

۱-۳-۳- بوکسیت‌های کارستی

این نوع ذخایر کم و بیش بر روی سطوح کارستی شده سنگ‌های کربناته تشکیل می‌شوند. باردوشی این نوع مهم بوکسیت‌ها را بر اساس نوع قرار گیری و شکل کارستی شدن به شش گروه تفکیک کرده است؛ که عبارتند از:

نوع مدیترانه‌ای، نوع قزاقستان، نوع اریج، نوع سیمان، نوع سالنتو و نوع تولا. [Bardossy, 1982]

[

۱-۴-۱- کانی‌شناسی بوکسیت

به طور کلی بوکسیت از کانی‌های آلومینیوم دار نظیر گیبسیت، بوهمیت، دیاسپور و به مقدار جزئی کانی‌های آهن دار نظیر گوتیت و هماتیت، کانی‌های رسی نظیر کائولینیت، کوارتز، آاناتاز، زیرکن و اسفن تشکیل شده است. در جدول (۱-۱) مشخصات مهم‌ترین کانی‌های آلومینیوم دار تشکیل دهنده بوکسیت آمده است. [شهریاری، ۱۳۶۵]

جدول (۱-۱): برخی مشخصات مهم‌ترین کانی‌های بوکسیت. [شهریاری، ۱۳۶۵]

دیاسپور	بوهمیت	گیبسیت	
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	فرمول
۸۵	۸۵	۶۵/۴	% Al_2O_3
۱۵	۱۵	۳۴/۶	% H_2O
ارتورمبیک	ارتورمبیک	منوکلین	سیستم تبلور
۶/۵ - ۷	۳/۵ - ۵	۲/۳ - ۳/۵	سختی
۳/۳ - ۳/۵	۳/۰۱ - ۳/۰۶	۲/۳ - ۲/۴	وزن مخصوص

۱-۵- عوامل موثر در اکتشاف کانسارهای بوکسیت

به منظور اکتشاف کانسارهای بوکسیت توجه به چند عامل آتی مهم است:

۱-۵-۱ سنگ منشا مناسب

نفیلین سینیت‌ها و شیل‌ها بیشترین مقدار Al_2O_3 را دارند. سنگ‌هایی که مقدار Al_2O_3 و نسبت Al_2O_3/Fe_2O_3 آنها بالا و درصد کوارتز آنها پایین باشد مناسب‌ترین سنگ آلومینیوم‌دار محسوب می‌شوند.

۱-۵-۲ آب و هوای مناسب

برای تشکیل بوکسیت میزان بارش سالیانه ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ میلی‌متر و دمای متوسط ۲۶ درجه سانتیگراد مناسب است. برای پیدا کردن محل مناسب برای تشکیل ذخایر بوکسیت باید به آب و هوای دیرینه زمین و نقاطی که میزان نزولات جوی و دمای مناسب داشته‌اند، توجه نمود.

۱-۵-۳ توپوگرافی مناسب

وجود مورفولوژی که موجب حداکثر فرسایش شیمیایی و حداقل فرسایش مکانیکی شود.

۱-۵-۴ زمان مناسب

با توجه به اینکه فرآیند بوکسیتی شدن یک فرایند آرام است؛ برای تکمیل و یا اتمام آن نیاز به زمان است. برخی از دانشمندان معتقدند که حداقل ۲ تا ۵ میلیون سال وقت لازم است تا عمل بوکسیتی شدن به اتمام برسد. هر چند برخی نظیر والتون اعتقاد دارند که فرایند بوکسیتی شدن گاهی سریع بوده و در طی یکصد هزار سال انجام می‌پذیرد.

کانی‌های مهم بوکسیت در طول زمان دستخوش تغییر می‌شوند. بوکسیت‌های جوان غنی از گیبسیت هستند؛ در صورتی که بوکسیت‌های دوران اول غنی از دیاسپور و نوع پرکامبرین آنها حاوی کروندوم است. عیار Al_2O_3 از ۳۵ تا ۵۵ درصد و میزان ذخیره ۱ تا ۷۰۰ میلیون تن است. جالب توجه این که،

حدود ۸۰ درصد گالیم دنیا از کانسارهای بوکسیت به دست می‌آید. عناصری که به عنوان محصول جانبی در بوکسیت‌های غنی از آلومینیم یافت می‌شوند، عبارتند از: Ca، Ti و Be و در بوکسیت‌های غنی از آهن عناصر جانبی عبارتند از: Ni، Cr، Co و Cu

۱-۵-۵- پوشش گیاهی

عمده مناطقی که هم اکنون لاتریت در آنها در حال تشکیل است، دارای پوشش گیاهی می‌باشند. در جزایر اقیانوس آرام، بوکسیت‌های کارستی به وسیله جنگل‌های متراکم ولی کوتاه قد پوشیده شده‌اند. در مناطقی که از پوشش گیاهی خوبی برخوردار هستند، سیلیس راحت‌تر حل می‌شود. البته تشکیل بوکسیت از اواخر پرکامبرین و کامبرین نیز گزارش شده است؛ هر چند در این فاصله در سطح کره زمین پوشش گیاهی وجود نداشته است؛ لیکن انحلال سیلیس به وسیله میکرو ارگانیسم‌ها نیز ممکن است انجام شود؛ که این مساله می‌تواند دلیلی برای تشکیل بوکسیت باشد. [عرب امیری و کامکار روحانی، ۱۳۹۲]

۱-۶- تاریخچه کارهای انجام شده

پی‌جویی بوکسیت در جاجرم مربوط به زمین‌شناسان شرکت زغال‌سنگ البرز شرقی است. آن‌ها در سال ۱۳۴۷ ضمن پی‌جویی زغال‌سنگ، وجود بوکسیت را گزارش کردند. کارشناسان سازمان زمین‌شناسی نیز با مطالعه عکس‌های هوایی و بازدید از منطقه، وجود زون بوکسیتی را تأیید کردند. در سال ۱۳۴۹ گزارشی از منطقه بوکسیت‌دار جاجرم تهیه شد که در آن وجود دو افق معدنی را تأیید کرد. مطالعات اکتشافی زون بوکسیتی جاجرم به طول ۱۲ کیلومتر به همراه تهیه نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه، توسط سازمان زمین‌شناسی انجام شد [www.gsinet.ir].

در تیرماه ۱۳۶۸ بررسی‌های ژئوالکتریکی با برداشت ۴۳ سونداژ یا گمانه ژئوالکتریکی بر روی رخنمون‌های آهکی و ماده معدنی بوکسیت، در محدوده کانسارها و معادن بوکسیت، انجام شد و نتایج حاصل به صورت نقشه‌ها و شبه‌مقاطع مقاومت‌ویژه ظاهری الکتریکی ارائه شد. نتایج حاصل از این

بررسی‌ها، هرچند به طور تئوری قادر به تشخیص کنتاکت شیل‌ها و آهک‌ها و تشخیص نواحی کارستی از بوکسیت باید باشد، اما در عمل حاکی از عدم موفقیت در تحقق انتظارات خواسته شده مسئولین ذی‌ربط شرکت معادن بوکسیت جاجرم بود که از دلایل مهم آن می‌توان به عدم دقت دستگاه‌های اندازه‌گیری و روش‌های تفسیر مورد استفاده، اشاره نمود.

هم‌چنین در سال ۱۳۶۳، به‌منظور اکتشاف و بررسی کانسارهای بوکسیت، برداشت‌های ژئوفیزیکی به روش‌های مغناطیس‌سنجی و ژئوالکتریک توسط گروه ژئوفیزیک سازمان زمین‌شناسی کشور، در منطقه لنگر شهرستان کیاسر صورت پذیرفت. در این بررسی عملیات مغناطیس‌سنجی به طول ۲۷ کیلومتر و در ۱۵۵۰ نقطه و عملیات ژئوالکتریک با برداشت ۶۴ سونداژ الکتریکی با فواصل ۱۰۰ متر از یکدیگر صورت پذیرفت؛ که نهایتاً به نتایج قابل‌قبولی در زمینه اکتشاف بوکسیت با بستر کربناته نیانجامید [کیمیا قلم و همکاران، ۱۳۶۳].

۷-۱- ضرورت و هدف از انجام پایان‌نامه

معادن بوکسیت جاجرم بزرگ‌ترین معدن بوکسیت ایران است؛ که تعیین ذخیره و محل قرار-گیری لایه بوکسیتی در آن با حفر گمانه‌های نزدیک به هم صورت می‌گیرد [www.iranitok.com]. حفر گمانه، علی‌رغم دقت اکتشافی بالا، زمان و هزینه زیادی را در پی دارد؛ از این‌رو استفاده از روش-های ژئوفیزیکی مثل روش سونداژزنی مقاومت‌ویژه الکتریکی، به‌منظور عملیات اکتشافی یک ضرورت انکارناپذیر قلمداد می‌شود.

استفاده از روش‌ها و نتایج ژئوفیزیکی و تلفیق اطلاعات ژئوفیزیکی با سایر اطلاعات به ویژه اطلاعات گمانه‌های اکتشافی به منظور اکتشاف ذخایر معدنی (از جمله تعیین محدوده، حجم و عیار ذخایر معدنی) چندین دهه است که در ایران و دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از اطلاعات در این زمینه می‌تواند منجر به کاهش و صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در هزینه و زمان اکتشاف گردد و همین امر نیز ضرورت تحقیق حاضر را نشان می‌دهد. در این زمینه لازم به ذکر است که اگر چه دقت

نتایج ژئوفیزیکی به عنوان یکی از روش‌های اکتشاف غیرمستقیم غالباً کمتر از روش‌های اکتشاف مستقیم مانند حفاری است؛ ولی در این تحقیق، سعی بر آن است که با استفاده از روش‌ها و نتایج ژئوفیزیکی و تلفیق آنها با سایر اطلاعات از جمله اطلاعات گمانه‌های اکتشافی به نتایج قابل قبولی در مورد محدوده و حجم کانسار بوکسیت مورد مطالعه دست یافت. در این پایان‌نامه تلاش بر آن است تا با استفاده از نتایج برداشت‌های ژئوالکتریک در منطقه تاگویی جاجریم که پیشتر توسط دانشگاه شاهرود انجام شده و در نتیجه آن مرز کمر پایین بوکسیت و دولومیت کارستی تعیین شده، حجم ذخیره بوکسیت محاسبه گردد. برای انجام محاسبه حجم ذخیره بوکسیت، نیاز به تعیین ضخامت ماده معدنی بوکسیت در بخش‌های مختلف است. لذا علاوه بر تعیین مرز کمر پایین بوکسیت و دولومیت کارستی، لازم است تا مرز کمر بالای بوکسیت با روباره آن تعیین گردد؛ که این امر تا حدودی به طور تقریبی و در برخی موارد توسط نتایج مدل‌سازی و تفسیر داده‌های ژئوالکتریک در منطقه تاگویی جاجریم تعیین شده؛ ولی مجدداً در این تحقیق مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که در این ارزیابی، علاوه بر مدل‌سازی و تفسیر مجدد داده‌های ژئوالکتریک، از اطلاعات جانبی مانند اطلاعات توپوگرافی و زمین‌شناسی (غیر از اطلاعات حفاری) استفاده خواهد شد. همچنین با استفاده از داده‌های موجود گمانه‌های حفاری شده و مغزه‌های موجود در منطقه و به کمک نرم‌افزار Surpac محاسبات مذکور مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته و میزان کارایی روش ژئوالکتریک در شناسایی حجم ذخایر بوکسیت کارستی منطقه برآورد می‌گردد. انطباق گمانه‌های اکتشافی در فواصل نزدیک به هم (حدود ۲۵ متر) و درون یابی ضخامت ماده معدنی به طرق مختلف که طبیعتاً بر روی نتایج محاسبه حجم تأثیر متفاوتی می‌گذارند؛ از جمله کارهای انجام شده در این مرحله از تحقیق است. لازم به ذکر است که تعیین محدوده و حجم ذخیره بوکسیت در این منطقه تاکنون انجام نشده و عملیات اکتشافی در آن نیز به اتمام نرسیده است.

در این منطقه داده‌های ژئوالکتریک در ۸۲ سونداژ مختلف با آرایه شلومبرژه برداشت شده است

و نقشه زمین‌شناسی و مغزه‌های حفاری نیز در آن موجود است.

تا به امروز تنها روش رایج در شناسایی ذخایر بوکسیت کارستی حفاری اکتشافی آنهم در فواصل بسیار اندک بوده است. اما در این تحقیق هدف آن است تا با استفاده از روش‌های ژئوالکتریک که از جمله روش‌های ارزان قیمت اکتشافی هستند؛ به شناسایی با کیفیت محل قرارگیری بوکسیت کارستی پرداخته شود؛ که در صورت رسیدن به پاسخ مثبت، گامی بلند در کاهش هزینه‌های اکتشافی و بهره‌برداری این کانسارها برداشته خواهد شد.

اما سؤال اصلی تحقیق در این است که آیا روش مقاومت‌ویژه الکتریکی در اکتشاف بوکسیت کارآمد است؟ دقت نتایج مدل‌سازی و تفسیر برداشت سونداژهای الکتریکی، در تعیین عمق و شناسایی زون کارستی کمرباطین بوکسیت، در منطقه مورد نظر تا چه حد است؟ آیا این روش می‌تواند در تعیین ضخامت و حجم ذخیره نیز مؤثر باشد؟

۱-۸- ساختار پایان‌نامه

تحقیق پیش‌رو در ۵ فصل تنظیم شده است. در فصل اول ضمن ارائه یک مقدمه، به بیان مسأله و روش پاسخ به آن پرداخته شده است. در فصل دوم مبانی ارزیابی ذخیره مطرح می‌شود. در فصل سوم در مورد زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه و نحوه طراحی پروژه و برداشت داده‌های اولیه به‌طور مفصل توضیح داده می‌شود و در فصل چهارم به مدل‌سازی و تفسیر داده‌های ژئوالکتریک و گمانه‌های اکتشافی پرداخته می‌شود؛ تا درک جامع‌تری از نتایج تفسیر سونداژهای برداشت شده و گمانه‌های اکتشافی به دست آید؛ نهایتاً فصل پنجم، با نتیجه‌گیری و ذکر چند پیشنهاد خاتمه می‌یابد.

فصل دوم

مسابنی ارزیابی ذخیره

۲-۱- مقدمه

یکی از هدف های مهم عملیات اکتشاف منطقه ای، محاسبه ذخیره کانسار است و تنها پس از این مرحله است که می توان در مورد کانسار قضاوت و امکان استخراج اقتصادی آن را بررسی کرد. نکته مهمی که در مورد محاسبه ذخیره بایستی در نظر داشت این نکته است که چون ذخیره ماده معدنی بر اساس اطلاعات محدود انجام گرفته است لذا به هر حال، توأم با خطا خواهد بود. البته بسته به میزان و دقت اطلاعات موجود، ارزش ذخایر مختلف متفاوت است.

نکته دیگر آن است که معمولاً در مراحل مختلف اکتشاف یک کانسار، ذخیره آن محاسبه می شود و بدیهی است همزمان با تکمیل اکتشافات، ذخایر محاسبه شده نیز تغییر می کند و دقیق تر می شود.

محاسبه ذخیره به روش های مختلفی انجام می شود و انتخاب روش محاسبه، تابع وضعیت ماده معدنی و مشخصات کارهای اکتشافی است. در صورت امکا بهتر است ذخیره ماده معدنی به چند روش مختلف محاسبه و میانگین آن ها به عنوان ذخیره در نظر گرفته شود. [مدنی، ۱۳۶۶]

۲-۲- تخمین محتوای معدنی يك معدن

محتوای معدنی یک معدن مقدار مواد معدنی موجود در یک معدن است که با انواع روش های نظری و تجربی برآورد می گردد.

آن دسته از محتوای معدنی که برپایه مطالعه امکان سنجی اقتصادی برآورد شده تحت عنوان ذخیره^۱ طبقه بندی می شود و دسته دیگر محتوای معدنی که صرفاً بر اساس روشهای هندسی و ریاضی

^۱ reserve

مشخص شده اند، تحت عنوان منابع^۱ طبقه‌بندی می‌شود.

در تخمین ذخایر و منابع معدنی، از یک آرایه ۲ یا ۳ بعدی از نمونه‌های عیارسنجی شده برداشت شده از یک حجم سنگ کانی‌سازی شده استفاده می‌شود که حجم آنها چندین مرتبه از حجم نمونه‌ها بزرگتر است. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۳- تخمین منابع و ذخایر و محاسبه عیار

هدف از نمونه‌برداری تعیین موجودی کانی^۲ است.

پس از اینکه مهندسين معدن، اقتصادی بودن استخراج آن را تایید نمودند (با تحلیل شرایط فنی و اقتصادی)، موجودی کانی یا منبع معدنی^۳ تبدیل می‌شود به ذخیره کانسنگ^۴. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۴- کد جورک

به منظور گزارش دهی فعالیتهای اکتشافی انجام شده، سیستم JORC (Australasian Joint Ore Reserve Committee) توسط کشور استرالیا ارائه شده است.

کدهای جورک در حال حاضر به عنوان مدلی برای یکسان‌سازی گزارش‌های اکتشافی و ارزیابی ذخیره در کشورهای مختلف استفاده می‌شود.

همچنین کد جورک سیستمی برای کلاسه‌بندی تناژ و عیار تخمینی ذخیره کانسنگ یا منبع

کانی بر اساس سطوح اعتماد مختلف معرفی کرده است. [www.jork.org]

^۱ resource

^۲ mineral inventory

^۳ mineral resource

^۴ ore reserve

۲-۵- توالی مرحله‌بندی شده جمع‌آوری داده‌ها در اکتشاف و ارزیابی یک کانسار

جدول (۲-۱): توالی مرحله‌بندی شده جمع‌آوری داده‌ها در اکتشاف و ارزیابی یک کانسار. [اصغری، ۱۳۹۱]

فاز اکتشافی	توصیف فرآیند
ارزیابی اولیه سطحی	از برنامه اکتشافی مرحله‌بندی شده، بررسی پی‌جویی یا به صورت تصادفی، که شامل کنترل اولیه زمین است.
اکتشاف سطحی تفصیلی	بررسی سطحی محدود، شامل بررسی مفهومی زمین‌شناسی یا اندازه‌گیری محدوده برداشتهای ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی، نمونه‌برداری برای مطالعات کانی‌شناسی و عیارسنجی، چاهک‌زنی محدود. که این مرحله را مرحله ارزیابی سریع می‌گویند. معمولاً با قراردادن یک شبکه منظم بر سطح موردنظر به عنوان مبنایی برای برداشتهای ژئوشیمیایی یا ژئوفیزیکی تفصیلی و نقشه‌برداری زمین‌شناسی عمل می‌کند. خاکبرداری، تراشه‌زنی، حفاری و نمونه‌برداری منظم محدود به عنوان راهنمایی جهت توسعه مفاهیم زمین‌شناسی ضرورت دارد.
ارزیابی زیرسطحی	شامل انواع مختلف حفاری در حالت کمابیش منظم و با فواصل نسبتاً زیاد چاه‌ها، روش‌های دیگری نظیر چاه‌های اکتشافی یا دریفت‌های اکتشافی نیز مفیدند.
امکان‌سنجی	با تصمیم‌گیری دقیق جهت شروع برنامه تفصیلی بررسی امکان تولید اقتصادی که شامل تخمین ذخیره، طراحی معدن، طراحی آسیا، تعیین هزینه زیرساختارهای ضروری و ملاحظات زیست‌محیطی، شامل بازسازی معدن است. کار امکان‌سنجی چند مرحله دارد و نتایج برخی مطالعات با عدم قطعیت‌های غیرقابل قبول در مطالعه نهایی رد می‌شود.
توسعه	معمولاً معرف وقفه در کار اکتشاف و آماده شدن کانسار جهت تولید است.
تولید	در جریان تولید نیز کار اکتشاف ادامه دارد. و در آن از کارهای اکتشافی سطحی و زیرسطحی نیز استفاده می‌شود و تمرکز کار در این مرحله از کار، اکتشاف کامل می‌شود.
بازسازی	اکتشاف به طور کامل به پایان رسیده است

در تخمین‌های کلی مواجهه با تناژ و عیار حجم‌های بسیار بزرگی از یک کانسار است؛ که از آن

می‌توان برای کمی کردن یک ذخیره یا منبع استفاده کرد. یعنی در این حالت، باید آماده طراحی طولانی مدت تولید کانسار بود. منابع کلی را در جایی منابع زمین‌شناسی در نظر می‌گیرند. زیرا در این کانسارها فقط عوامل کلی نظیر عیار تعیین شده‌اند. در مرحله اولیه اکتشاف، سعی بر آن است تا نسبت منابع به ذخایر بر جا که تحت شرایط استخراجی معین قابل بازیابی هستند، تعیین شود.

از تخمین محلی در مرحله امکان‌سنجی و عملیاتی، برای طراحی تولید کوتاه مدت و میان مدت استفاده می‌شود. از تخمین‌های بلوکی محلی به عنوان مبنایی برای طبقه‌بندی بلوک‌ها تحت عنوان کانه یا باطله استفاده می‌شود. در برخی موارد، محتوای معدنی با روش‌های شبیه‌سازی عددی تقریب زده می‌شود. از شبیه‌سازی شرطی (یعنی شبیه‌سازی‌های که داده‌های موجود را دقیقاً تولید می‌کنند) می‌توان برای به دست آوردن درکی از پیوستگی عیار، طراحی معدن، طراحی آسیا و طراحی کلی اقتصاد معدن استفاده کرد. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۶- تعاریف

۲-۶-۱- کانه

تایلور (۱۹۸۶)، تعریف خود از کانه را به شکل زیر ارائه داده است: «ماده معدنی جامد ارزشمند که اکتشاف و استخراج آن از یک کارگروه معدنی به انتظار سود (که ممکن است همیشه برآورده نگردد) یا منافع عالی جامعه صورت می‌گیرد.» توجه داریم که در هر کانسار یک عیار حد متفاوت وجود دارد؛ که کانه را از باطله جدا می‌کند.

تعریف کانه در یک کانسار خاص، تابعی از عوامل زمانی (قیمت فلز، تکنولوژی، رژیم مالیاتی و غیره) عوامل مکانی (مربوط به زیرساختها)، سود و نرخ‌های تنزیل است. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۶-۲- عیار حد

از جنبه کاربردی، عیار حد، عیاری است که در زیر آن، فلز یا ماده موجود در یک حجم از سنگ،

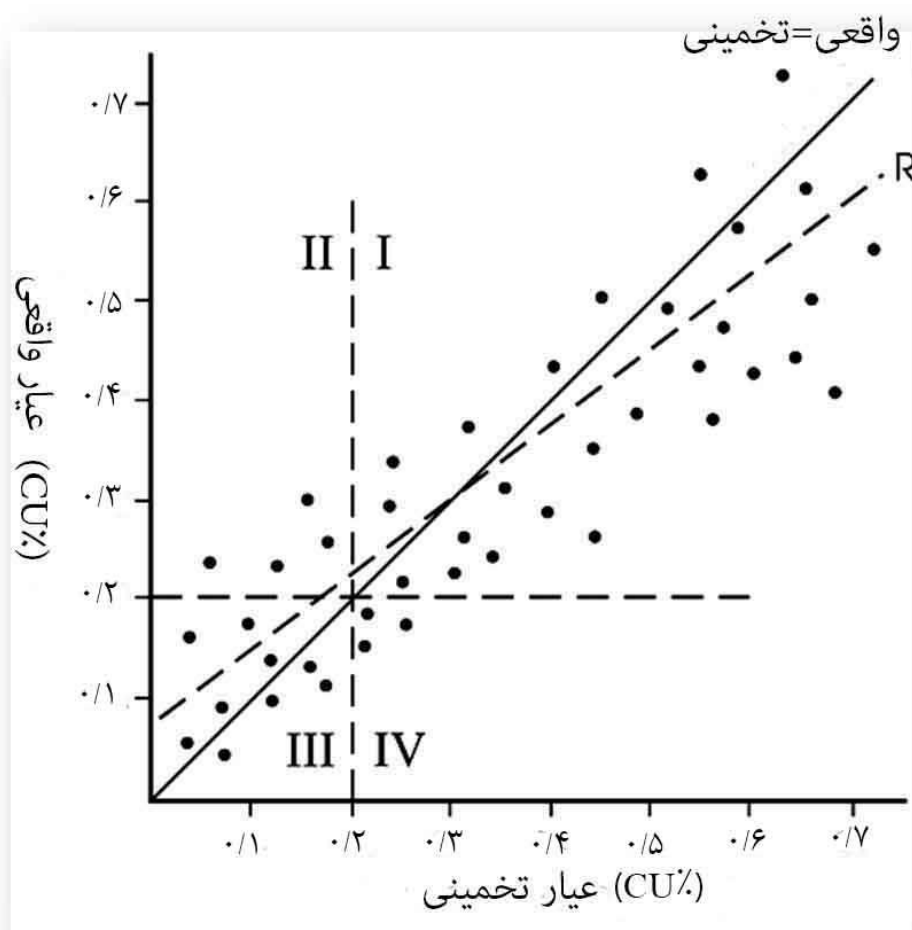
الزامات اقتصادی تعیین شده خاص را برآورده نمی‌کند. از عیار حد برای برقراری تمایز بین کانه و باطله در مراحل مختلف تکامل تخمین محتوای معدنی یک کانسار (اکتشاف، توسعه و تولید) استفاده می‌شود.

انتخاب کانسنگ یا باطله به جای آنکه مبتنی بر عیارهای واقعی (که نامعلوم هستند) باشند؛ بر پایه تخمین‌هاست (که قاعده‌تاً دارای خطاست)؛ لذا در مورد تخمین بلوکی، مشخص است که تعدادی از بلوک‌های کانه‌ای تحت عنوان باطله طبقه‌بندی خواهد شد (ربع II) و تعدادی از بلوک‌های باطله تحت عنوان کانه طبقه‌بندی می‌شوند. (ربع IV)

مفهم کلی شکل (۱-۲) آن است که به خاطر ورود خطاهای تصادفی، مقدار تخمینی ضرورتاً مساوی با مقدار تولیدی واقعی نیست. خط رگرسیون R که از میان داده‌ها می‌گذرد، نتیجه تخمین‌های چندضلعی را نشان می‌دهد؛ که در آن تخمین مقادیر بالا، مقادیر واقعی را بیش برآورد^۱ کرده و تخمین مقادیر پایین، مقادیر واقعی عیار را کم برآورد^۲ می‌کند. وضعیت متفاوت با این حالت، که در آن عیارهای بالا کم برآورد و عیارهای پایین بیش برآورد می‌شوند در زمانی است که گروه‌های داده‌ای جهت انجام تخمین با هم میانگین‌گیری می‌شوند. [اصغری، ۱۳۹۱]

^۱ Overestimate

^۲ Underestimate



شکل (۲-۱): تخمین بلوکی. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۷- پیوستگی

پیوستگی، حالت برقراری اتصال یا غیرمنقطع بودن در فضا تعریف می شود.

سینکسر و والی (۱۹۹۳) دو نوع تعریف از پیوستگی را ارائه داده اند. که در جدول زیر آمده

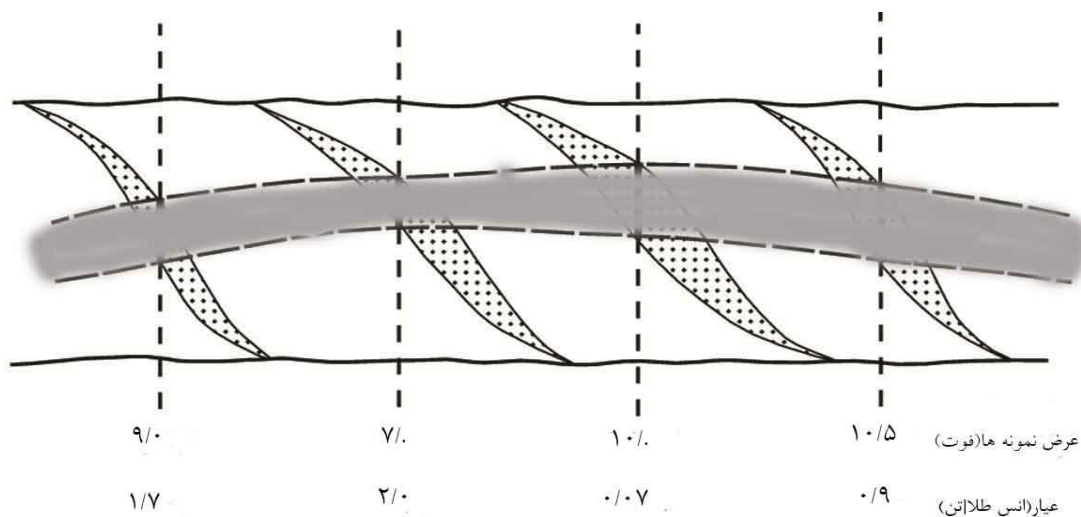
است. [اصغری، ۱۳۹۱]

جدول (۲-۲): انواع پیوستگی. [اصغری، ۱۳۹۱]

شکل فضایی یک عارضه هندسی (فیزیکی) نظیر یک کانسار معدنی یا حوضه معدنی اولیه: لایه کانی سازی شده ثانویه: گسل های بعد از کانی سازی، چین خوردگی یا برشی شدن کانسارها	پیوستگی زمین شناسی
توزیع فضایی پارامترهای مربوط به عیار یا کیفیت یا سایر اندازه های کیفی یک زون با پیوستگی زمین شناسی. این پیوستگی برای هر حوضه زمین شناسی و با استفاده از تابع خود همبستگی (واریو گرام) به صورت کمی برآورد می شود.	پیوستگی ارزش

با ارائه یک مثال ساده از یک رگه می توان به تمایز بین این دو تعریف از پیوستگی پی برد. که در آن فقط یک بخش از رگه دارای کانی سازی اقتصادی است (بخش پر عیار رگه). پیوستگی ارزش در درون بخش پر عیار رگه تعریف می شود.

درک این دو نوع از پیوستگی در درک نتایج و تأثیرات هر کدام از این دو مفهوم در فرآیند تخمین نقش اساسی دارد.



شکل (۲-۲): قطع شدگی رگه در یک زون برشی به اشتباه به بجای اینکه به صورت یک سری از رگه‌های

سیگموتیدی تفسیر شود به صورت یک رگه ساده تفسیر شده است. [اصغری، ۱۳۹۱]

قبل از تخمین محتوای معدنی، انواع اطلاعات اکتشافی موجود است و با پیشرفت کار اکتشاف، این اطلاعات افزایش یافته و سطح دانش تفصیلی از کانسار بهبود می‌یابد.

تخمین ذخایر یا منابع به این داده‌ها بستگی دارد. بنابراین، پیشرفت مستمر اطلاعات اکتشافی، در ابتدا به تخمین منابع و در ادامه به تخمین ذخایر در مجموعه‌های متفاوت می‌انجامد. در نتیجه می‌توان تخمین ذخیره را به عنوان یک تغییر مداوم در پاسخ به پیشرفت مداوم پایگاه داده‌ها نگریست.

با انجام مطالعات امکان‌سنجی، منابع به ذخایر تبدیل می‌شوند. مطالعه امکان‌سنجی یک کانسار، عبارت است از یک ارزیابی برای تعیین سودبخش بودن استخراج آن.

این عبارت دامنه گسترده‌ای از روش‌های ارزیابی پروژه را پوشش می‌دهد که شامل پایگاه داده‌های کمی و زمین‌شناسی، روش‌های تخمین ذخایر و منابع، طراحی تولید، تکنولوژی استخراج و فراوری، مدیریت عملیات و جنبه‌های مالی، زیست‌محیطی و قانون معادن حاصل می‌کند. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۸- منبع و ذخیره معدنی

یک منبع معدنی، به رخداد معدنی (زیرزمینی یا سطحی) در جا گفته می‌شود؛ که مقدار کمی آن فقط بر حسب داده‌های زمین‌شناسی و عیار حد زمین‌شناسی تعیین شده است.

از عبارت «ذخیره» تنها در صورتی استفاده می‌شود که مطالعه فنی و اقتصادی بر روی داده‌های یک منبع صورت گرفته و نتیجه بر حسب میزان ماده قابل استخراج یا میزان عیار و حجم قابل استخراج بیان شده است. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۹- تخمین نقطه ای و بلوکی

تمایز بین مفهوم تخمین عیار در یک نقطه (در یک حجم بسیار کوچکی در یک نمونه) و تخمین عیار میانگین حجم بزرگی نظیر یک واحد تولیدی یا یک بلوک معدنی، در تخمین، اهمیت بسیار زیادی دارد.

از تخمین‌های نقطه‌ای به عنوان ابزاری برای مقایسه یا اعتبارسنجی روش‌های تخمین و برای تخمین نقاط شبکه‌ای منظم جهت تهیه نقشه‌های منحنی میزان (نقشه عیار حد برای تعیین مرز باطله و کانه) استفاده می‌شود.

مبنای نمونه، نقطه‌ای است که از آن برای تخمین‌های نقطه‌ای استفاده می‌شود. برای تخمین‌های بلوکی از یک بانک اطلاعاتی نمونه‌های نقطه‌ای استفاده می‌شود؛ که ابعاد بلوک‌ها در مقایسه با حجم نمونه، بسیار بزرگ هستند. معمولاً اندازه نمونه بر حسب کیلوگرم بوده و چندسانتی متر مکعب، حال آنکه اندازه بلوک‌ها بر حسب چندصد یا چندهزار تن (صدتا هزاران متر مکعب) تغییر می‌کند. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۱۰- روش سیستماتیک تخمین محتوای معدنی

کانسار

به ترتیب توالی تقریبی تخمین محتوای معدنی عبارتند از:

(۱) مدل سازی زمین شناسی

(۲) بررسی پیوستگی ارزش و پیوستگی زمین شناسی

(۳) ارزیابی کیفیت داده ها و کنترل کیفیت

(۴) ارزیابی کلی داده ها با استفاده از هیستوگرام ها، بررسی روندها، همبستگی ها و غیره

(۵) تخمین کلی منابع

(۶) منابع محلی

(۷) شبیه سازی. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۱۱- روش های مرسوم در تخمین محتوای معدنی

کانسارها

(۱) روش مقاطع (صفحات): صفحات طولی و عرضی

(۲) روش های چندضلعی

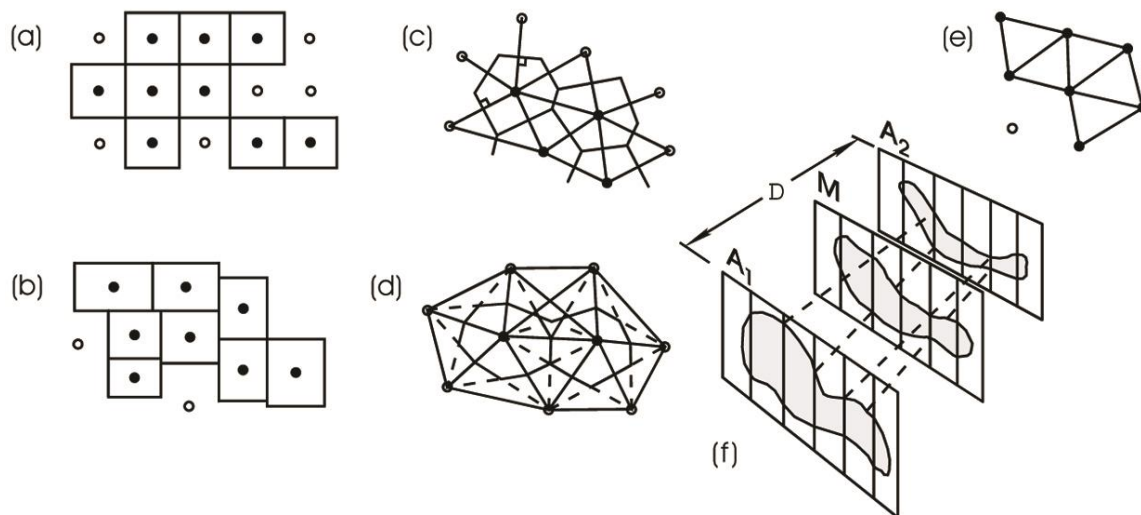
(۳) روش های مثلث بندی

(۴) شبکه منظم، شبکه لایه بندی تصادفی

(۵) وزن دهی عکس فاصله ($d/1$ ، $d/2$ ، $d/3$ ، $d/4$ ، $d/5$ و غیره)

۶) روش‌های منحنی میزان [حسنی پاک، ۱۳۹۰]

روش‌های ۱ تا ۳ شامل تخمین حجم است و در روش‌های ۴ تا ۶ با نمونه‌های نقطه‌ای سروکار دارد که خصوصیات آن (نظیر عیار) برآورد شده و از آن برای تخمین نقاط در یک شبکه منظم استفاده می‌شود. [اصغری، ۱۳۹۱]



شکل (۲-۳): نمونه‌هایی از روش‌های معمول در تخمین عیار [اصغری، ۱۳۹۱].

(a) چندضلعی: بلوک‌های یکنواخت به مرکز داده‌هایی که به صورت یکنواخت توزیع شده‌اند.

(b) چندضلعی: بلوک‌های مستطیلی غیریکنواخت به مرکز داده‌هایی که به صورت غیرمنظم توزیع شده‌اند. (C)

چندضلعی: چندضلعی که به وسیله رسم عمود منصف خطوط واصل نقاط داده ترسیم می‌شوند. (d) چندضلعی:

چندضلعی‌های طول نقاط داده‌ای که به وسیله نیمساز زوایای در یک شبکه از مثلث‌های مجاور ترسیم می‌شوند. (e)

مثلث بندی: متوسط عیار سه رأس به هر مثلث تخصیص داده می‌شود. (f) روش مقاطع: کانه در مقاطع قائم تعیین

حدود شده و عیار میانگین تعیین شده در مقاطع منفرد وزن‌دهی می‌شود. کانه بین مقاطع درونیابی می‌شود که این

درونیابی یک درونیابی خطی ساده بین مقاطع مجاور است.

۲-۱۲- کنترل کننده های زمین شناسی در تخمین محتوای معدنی

محاسبات تنها یک بخش و شاید بخشی نه چندان مهم از تخمین ذخیره را تشکیل می دهد و اساساً تخمین درجا را باید به عنوان یک بخش از زمین شناسی کانه نگریست (کینگ و همکاران ۱۹۸۵). درک ساختار زمین شناسی یک کانسار مبنای تخمین محتوای معدنی را تشکیل می دهد. برای شروع تخمین و سپس طبقه بندی ذخایر و منابع، به دست آوردن اطلاعات زمین شناسی مربوط به کانسار قدم اول است.. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۱۳- تهیه نقشه زمین شناسی

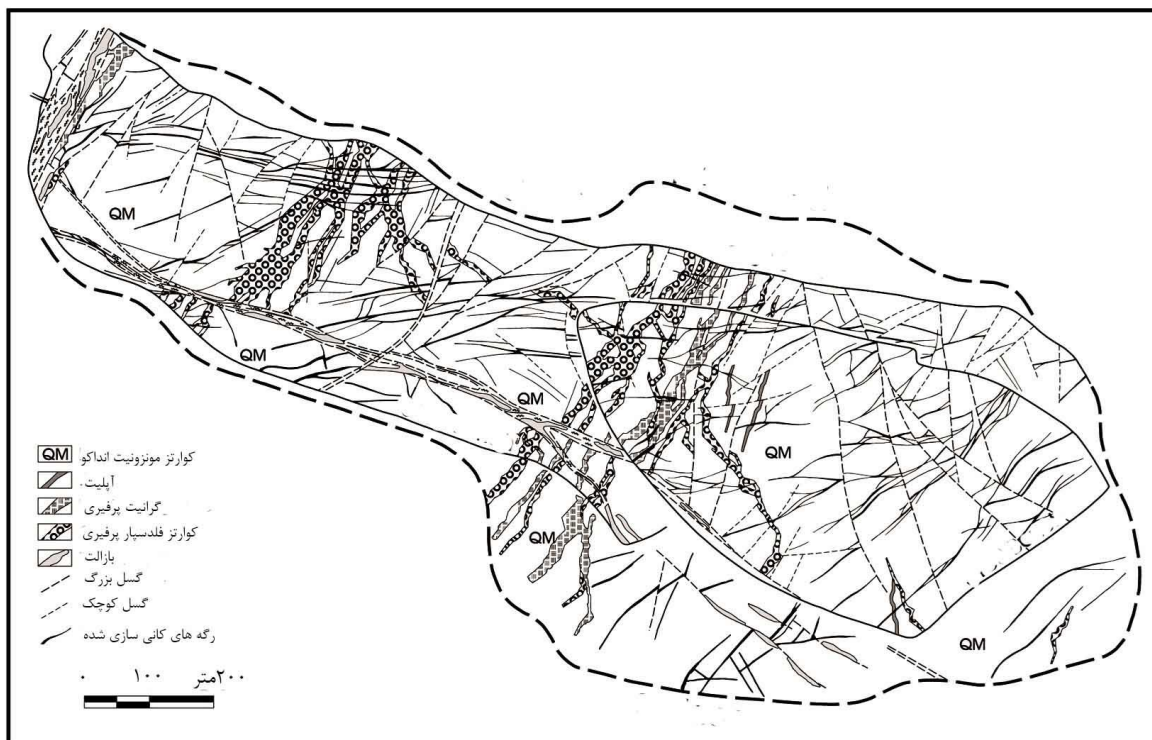
اطلاعات واقعی زمین شناسی برای تهیه تصویری سه بعدی از کانسار لازم می باشند. این اطلاعات، عمدتاً از رخنمون های سنگی، ترانشه ها، مغزه های حفاری یا تراشه های حفاری و حفاریات استخراجی زیرزمین حاصل می شوند. این اطلاعات مشاهدات مستقیمی را از سنگها و کانی ها نتیجه می دهند؛ لذا دارای دقت بالایی می باشند. اطلاعات زمین شناسی معمولاً بر روی نقشه ها یا مقاطع عرضی و با مقیاسی مناسب ثبت می شوند.

زمین شناسی یک محدوده معدنی بر روی یک نقشه به مقیاس ۱:۵۰۰۰ ثبت می شود، حال آنکه زمین شناسی یک کانسار بر روی یک نقشه به مقیاس ۱:۱۰۰۰ یا نقشه های تفصیلی تر ثبت می شود.

اطلاعاتی که بر روی نقشه ثبت شده و نشان داده می شوند، به قرار زیر است:

(۱) انواع تیپ های سنگی: ترکیب سنگ، تعیین کننده نوع واکنش محیط با محلول های کانی ساز بوده و دگرشکلی ساختارهای زمین شناسی را کنترل می کند.

تیپ‌های سنگی یکی از مهمترین اجزای اطلاعات زمین‌شناسی را تشکیل می‌دهند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سنگ و روابط سنی آنها، نشان دهنده زمین‌شناسی یک ناحیه است. نظیر دایک‌های قبل و بعد از کانی‌سازی.



شکل (۲-۴): پلان زمین‌شناسی تفصیلی از معدن روباز مولیدن پرفیری انداکو (Endako) در مرکز بریتیش کلمبیا. به روندهای مختلف رگه‌های اصلی از یک جابه‌جا دیگر کانسار (حوضه‌های مختلف ساختاری با مرزهای تدریجی) و دایک‌های قبل و بعد از کانی‌سازی توجه کنید. [اصغری، ۱۳۹۱]

2) گسل: گسل‌ها، ویژگی‌های سنگ‌شناسی یک ناحیه را تغییر داده و پیچیده می‌سازند. سن گسل نیز مهم است. در گسل‌های قبل از کانی‌سازی نیز ممکن است کانی‌سازی صورت بگیرد. گسل‌های بعد از

کانی‌سازی ممکن است یک کانسار اولیه را تغییر داده و مرزهایی را به وجود آورند که در این مرزها، بسط عیار در تخمین بلوکی، نادرست است (شکل ۲-۴).

۳) چین‌خوردگی: چین‌خوردگی، زمین را برای برخی از انواع کانسارها (نظیر رگه‌های سدلرید) مستعد ساخته و زون‌های کانی‌سازی از قبل موجود را به شدت تغییر داده و یک هندسه پیچیده را به وجود می‌آورد.

در چین‌خوردگی یک کانسار صفحه‌ای، کانی‌سازی در هر یال چین به شدت ضعیف شده و در خط‌الرأس چین‌ها به میزان زیادی افزایش می‌یابد.

۴) دانسیته و راستای رگه و شکستگی: در مناطقی که شکستگی‌ها، چگالی فضایی کانی‌سازی را کنترل کرده‌اند و شواهدی از یک راستای ترجیحی در منطقه وجود دارد، می‌توان به محل کانه با بررسی کنترل‌کننده‌های راستایی پی برد.

۵) تخلخل و نفوذپذیری اولیه: نفوذپذیری برای سیالات کانه‌ساز توسط ساختارها و یا توسط ویژگی‌های سنگی کنترل می‌شود.

۶) فازهای متوالی کانی‌سازی: بسیاری از کانسارها، حاصل چندین فاز کانی‌سازی هستند و مرتب کردن خصوصیات هر یک از این فازها (شناخت پارائز کانی‌سازی) و تعیین محدوده فضایی این فازها (از طریق تهیه نقشه زمین‌شناسی تفصیلی)، نقش مهمی در تخمین محتوای معدنی دارد. [اصغری، ۱۳۹۱]

۲-۱۴- عوامل مهم زمین‌شناسی بر انتخاب روش استخراج زیرزمینی

عوامل مهم زمین‌شناسی که بر انتخاب روش استخراج زیرزمینی و اجرای مؤثر و اقتصادی آن تأثیرگذار هستند، عبارتند از:

هندسۀ کانسار، انواع سنگ‌ها، لایه بندی - ضخامت، امتداد و شیب، چین‌خوردگی و گسل‌خوردگی، سطوح تماس زمین‌شناسی، شکستگی، تورق و سختی، ویژگی‌های دیواره سنگی، آب‌شناسی، آبخوان‌ها، مقدار آب، درجه حرارت، PH و غیره

دانستن تاریخچه زمین‌شناسی محدوده کانسار از جهات متعددی حائز اهمیت است؛ زیرا تشخیص فرآیندهای قبل، بعد و همزمان با کانی‌سازی و درک کلیه پدیده‌های زمین‌شناسی تاثیرگذار بر پیوستگی کانه بویژه در تشخیص جنبه‌های اولیه پیوستگی زمین‌شناسی نقش دارد.

این جنبه‌های اولیه زمین‌شناسی شامل رگه‌ها، طبقات و زونهای برشی هستند که تحت تاثیر پدیده‌های برهم نهدی کننده نظیر گسل‌خوردگی، چین‌خوردگی و دگرگونی قرار می‌گیرند.

کنترل‌های زمین‌شناسی کانی‌سازی را می‌توان به عنوان نتیجه‌ای از تهیه نقشه زمین‌شناسی تفصیلی و معمول تشخیص داده و خصوصیت کلی و گسترش فضایی آنها را تعیین کرد. [اصغری، ۱۳۹۱]

فصل سوم

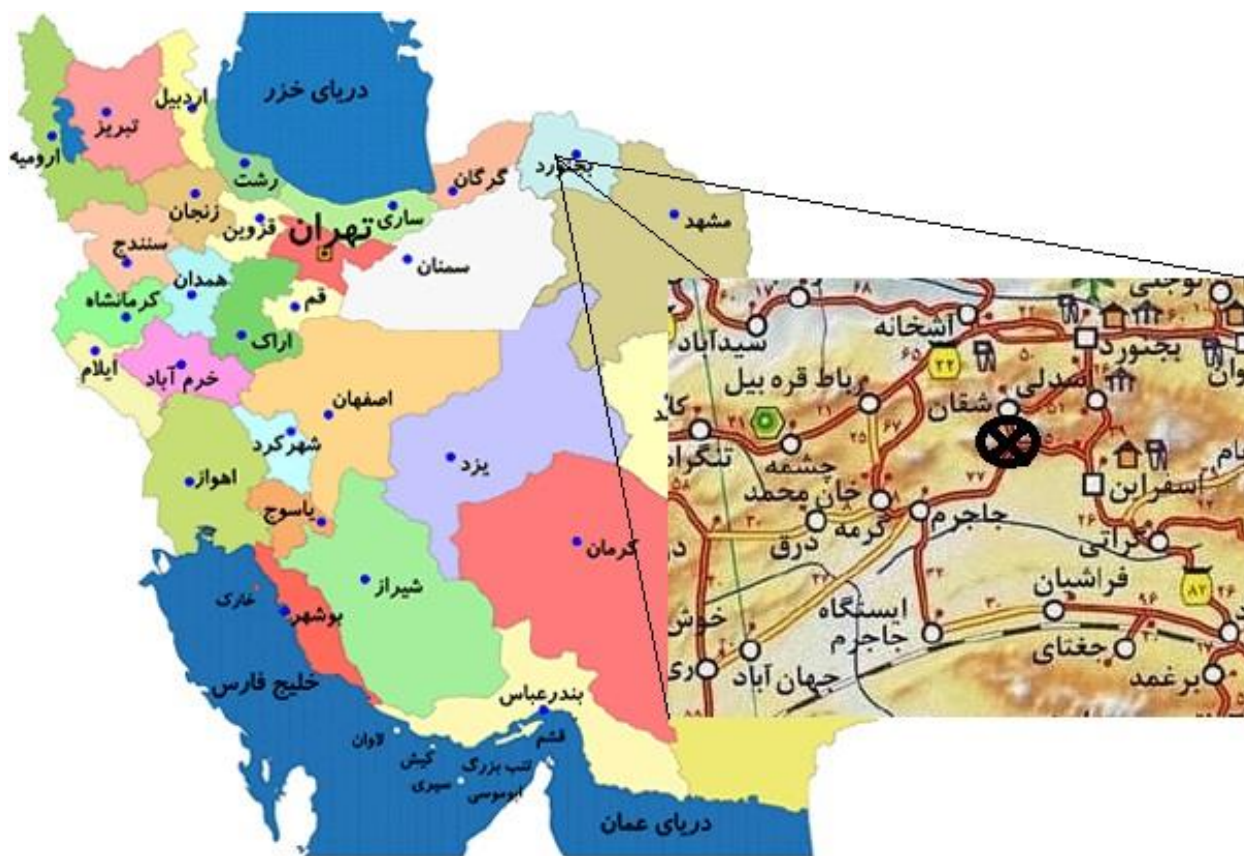
عملیات صحرائی

۳-۱- مقدمه

لازمه یک عملیات ژئوفیزیکی موفق، طراحی صحیح پروژه و استفاده از دستگاه و تجهیزات دقیق و مدرن می‌باشد. برای دستیابی به نتایج منطقی و معقول، ضمن استفاده از روش‌های کارآمد مدل‌سازی، نیاز به توجه توأم به اطلاعات زمین‌شناسی منطقه عملیاتی است؛ تا بتوان بین نتایج مدل‌سازی با واقعیت‌های زمین‌شناسی منطقه، تطابق لازم را به‌وجود آورد. با توجه به اهمیت موضوع در این فصل به بررسی زمین‌شناسی منطقه معدنی بوکسیت جاجرم و نحوه طراحی پروژه اکتشافی پرداخته می‌شود.

۳-۲- موقعیت جغرافیایی و ژئومورفولوژی

معدن بوکسیت جاجرم در ۱۹ کیلومتری شمال‌شرق شهرستان جاجرم قرار دارد. شهرستان جاجرم از طریق جاده آسفalte در فاصله ۱۷۵ کیلومتری شمال‌شرق به شهرستان بجنورد متصل می‌شود. راه‌آهن تهران - مشهد از ۳۵ کیلومتری جنوب جاجرم و از دشت جوبین عبور می‌کند و کارخانه آلومینای جاجرم از طریق یک خط آهن فرعی به این راه‌آهن متصل می‌گردد. محدوده معدنی تاگویی (منطقه مورد مطالعه) در قسمت شرقی مجموعه معادن بوکسیت جاجرم قرار می‌گیرد. این محدوده در مختصات جغرافیایی $35^{\circ} 53'$ ، 56° طول شرقی و $37^{\circ} 2'$ ، $50'$ عرض شمالی واقع شده است. راه‌های دسترسی به منطقه در شکل (۳-۱) نشان داده شده است [ناصری، ۱۳۸۲].



شکل (۳-۱): راه‌های دسترسی به منطقه معدنی بوکسیت جاجرم [ناصری، 1382]

منطقه معدنی مذکور به صورت رشته کوهی است با امتداد شرقی- غربی در شمال کویر جاجرم؛ که ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۰۰۰ متر است. به‌طور کلی چینه‌شناسی و خصوصیات فیزیکی سازندهای موجود در منطقه و نیز تنش‌های ساختاری وارده بر منطقه، نقشی اساسی را در تعیین وضعیت زمین‌شناسی منطقه به‌عهده داشته است؛ که از بارزترین ساختارهای حاصل از آن می-توان به تاقدیس زو، با ارتفاع ۱۸۰۰ متر از سطح دریا اشاره نمود.

در منطقه مورد مطالعه، سازندهای کربناته الیکا و مبارک با مقاومت بسیار زیاد خود در مقابل فرسایش، ارتفاعات خشن و صعب‌العبوری را در بخش جنوبی رشته کوه مورد بحث تشکیل داده‌اند. در میانه منطقه، سازند شمشک با تناوبی از شیل و لایه‌های نرم ذغالی و ماسه‌سنگ، توان فرسایشی بالایی دارد و دره‌ای شرقی- غربی را در کل منطقه بوجود آورده است. واحد کوارتزیتی نسبتاً ضخیم و مقاومی در بخش میانی سازند شمشک، دامنه شمالی دره مورد بحث را تشکیل می‌دهد؛ که به صورت

تپه‌ماهورهای کشیده و پشته‌ای دیده می‌شود. ارتفاعات اصلی، در شمال منطقه قرار دارد و آهک‌های لار با مورفولوژی خشن و سخت، آن‌ها را به‌وجود آورده است [ناصری، ۱۳۸۲].

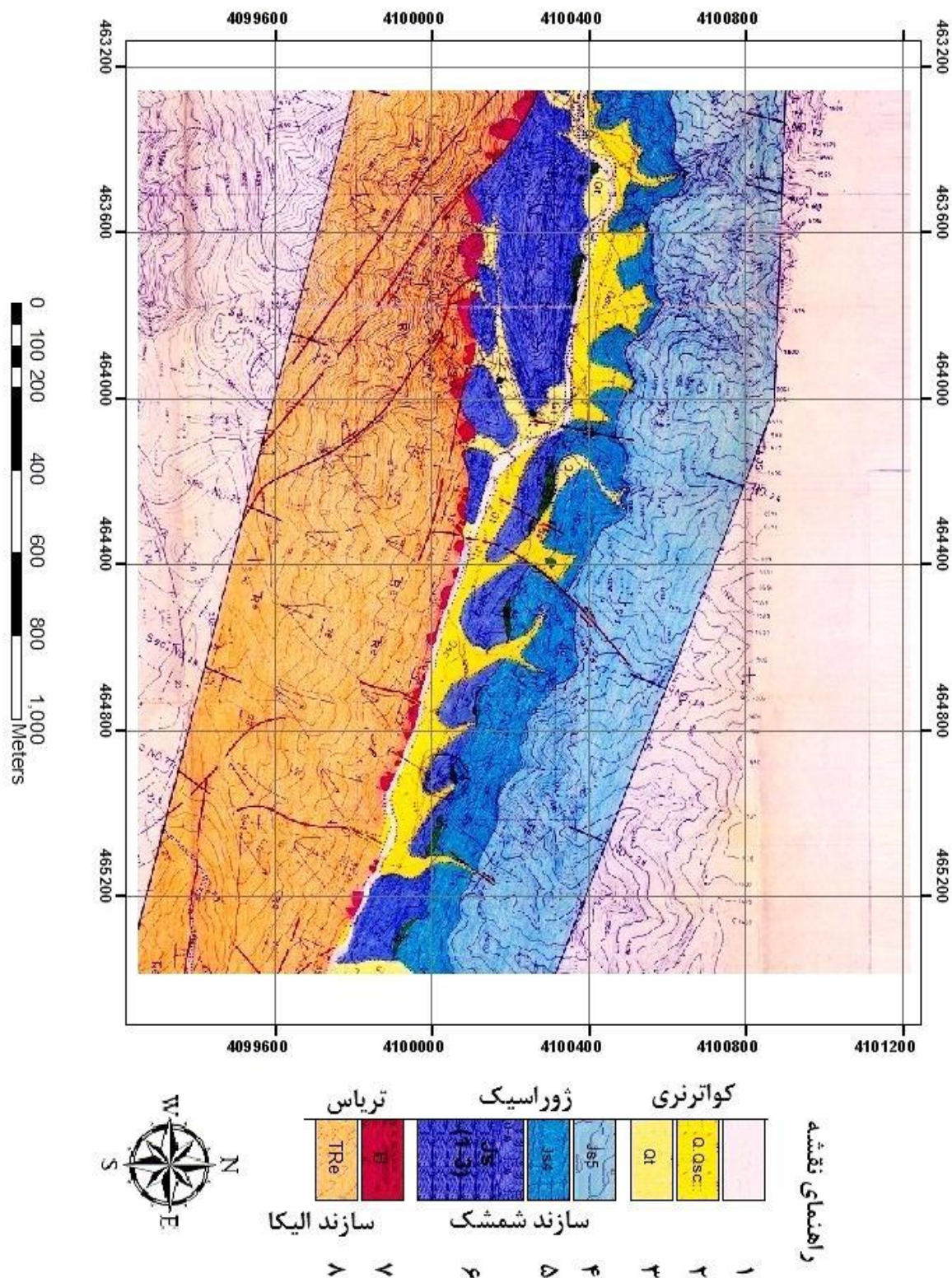
۳-۳- زمین‌شناسی ناحیه ای

محدوده دربرگیرنده معادن بوکسیت جاجرم در مرز بین حوضه‌های رسوبی-تکتونیکی البرز شرقی، کپه داغ و شرق ایران قرار دارد. در دوران‌های پالئوزوئیک و مزوزوئیک مجموعه قابل توجهی از نهشته‌های رسوبی در این منطقه بر جای مانده است. رخنمون‌های این واحدها در محدوده کوه زو برون‌زود داشته و نهشته‌های کم‌عمق دریائی، رسوبات تخریبی-تبخیری و حتی نفوذی‌های آذرین در آن نمود پیدا کرده‌اند. تنش‌های وارده بر نهشته‌های فوق طی چند مرحله، موجب تشکیل ساختارهای تکتونیکی مختلفی گردیده که از بارزترین این ساختارها، تاقدیسی بزرگ با امتداد شرقی-غربی می‌باشد؛ که توسط گسل‌های مختلف تراستی، نرمال و امتداد لغز به قطعات متعددی تبدیل شده است. سازندها و واحدهای مختلف منطقه به‌ترتیب عبارتند از:

سازند پادها، سازند خوش‌ییلاق، سازند مبارک، رسوبات پرمین، سازند سرخ شیل، سازند الیکا، واحد بوکسیتی، سازند شمشک، رسوبات ژوراسیک میانی و فوقانی، رسوبات کرتاسه، رسوبات پالئوژن و نئوژن [جعفرزاده، ۱۳۸۱].

۳-۴- زمین‌شناسی محدوده معدنی تاگویی

محدوده معدنی تاگویی، در قسمت شرقی معدن بوکسیت جاجرم واقع شده و در قسمت جنوب شرقی ورقه ۱/۱۰۰,۰۰۰ زمین‌شناسی سنخواست قرار می‌گیرد. شکل) نقشه زمین‌شناسی منطقه تاگویی را که توسط گروه اکتشاف معدن بوکسیت جاجرم تهیه شده، نشان می‌دهد.



شکل (۳-۲): نقشه زمین‌شناسی منطقه تاگویی [جعفر زاده، ۱۳۸۱ با اندکی تغییر].

- (۱) رسوبات آبرفتی، (۲) سنگ‌ریزه‌های دوران چهارم، (۳) مخروط افکنه‌های قدیمی مربوط به تریاس، (۴) شیل‌ها و ماسه‌سنگ-های سفید کوارتزیتی، (۵) مارن‌های خاکستری زیتونی و لایه نازک ماسه‌ای، (۶) شیل‌های خاکستری دگرسان شده و لایه‌های ماسه‌سنگ با مقدار کم فسیل، (۷) بوکسیت، (۸) لایه‌بندی دولومیت توده‌ای به رنگ سفید، خاکستری و زرد نخودی.

در ادامه سازندهای زیرین، فوقانی و واحدهای بوکسیتی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۳-۴-۱- سازند الیکا

در منطقه مورد مطالعه، سازند الیکا از دو بخش زیرین و فوقانی تشکیل شده است. رسوبات بخش زیرین شامل دولومیت‌های آهکی، آهک مارنی نازک‌لایه متورق، همراه با مقدار کمی شیل و مارن زرد تا صورتی رنگ می‌باشد.

لیتولوژی بخش فوقانی سازند الیکا شامل دولومیت‌های با لایه‌بندی خوب تا ضخیم‌لایه به رنگ کرم تیره و خاکستری روشن می‌باشد. حدود ۱۰ متر فوقانی این واحد، به علت مجاورت با واحدهای بوکسیتی به رنگ صورتی روشن تا قرمز درآمده است. این سازند به علت ضخیم‌لایه بودن، کمتر تحت تأثیر فرسایش قرار گرفته و ارتفاعات زیر و خشن جنوبی منطقه را تشکیل می‌دهد. به علت مقاومت زیاد این واحد سنگی در برابر فرسایش، انواع گسل‌های تراستی، نرمال و امتداد لغز که در مراحل مختلف اعمال تنش بر منطقه، این سازند را نیز تحت تأثیر خود قرار داده‌اند، به‌خوبی در آن حفظ شده و امکان اندازه‌گیری دقیق وضعیت این گسل‌ها وجود دارد.

مرز بالایی سازند الیکا ناپیوسته بوده و به صورت فرسایشی و کارستی شده می‌باشد. لایه بوکسیتی، این سطح فرسایش‌یافته را پر کرده و در نتیجه در بخش‌هایی از معدن، عدسی‌های بوکسیت شکل گرفته‌اند. تصور می‌رود که عامل فرسایشی، در امتداد این شکستگی‌ها موجب کارستی شدن و فرسایش دولومیت‌های سازند الیکا گردیده‌اند [ایتوک، ۱۳۸۲].

این واحد که معدن بوکسیت جاجرم را تشکیل داده بر روی سنگ‌های دولومیتی سازند الیکا و در زیر شیل‌ها و ماسه‌سنگ‌های سازند شمشک قرار گرفته است (شکل ۳-۳). واحد بوکسیت با امتداد تقریبی شرقی-غربی، بیش از ۱۲ کیلومتر گسترش داشته و در شرق به یک زون برشی محدود می‌گردد. به طرف غرب و جنوب غرب، بوکسیت توسط نهشته‌های آبرفتی پوشیده می‌شود. این واحد در هیچ راستایی دارای ضخامت و کیفیت یکسانی نیست و به طور کلی ضخامت بوکسیت بین کمتر از یک متر تا حدود ۴۰ متر و بیشتر تغییر می‌کند. در حفاری‌های اکتشافی و در مناطق استخراج شده، لایه‌های تشکیل دهنده این واحد به صورت زیر مشخص شده است:

کائولن و بوکسیت کائولنی: که به رنگ صورتی، کرم، خاکستری متمایل به زرد می‌باشد.

بوکسیت سخت: که به رنگ‌های سبز تیره، خاکستری و قرمز تیره تا قهوه‌ای تیره است.

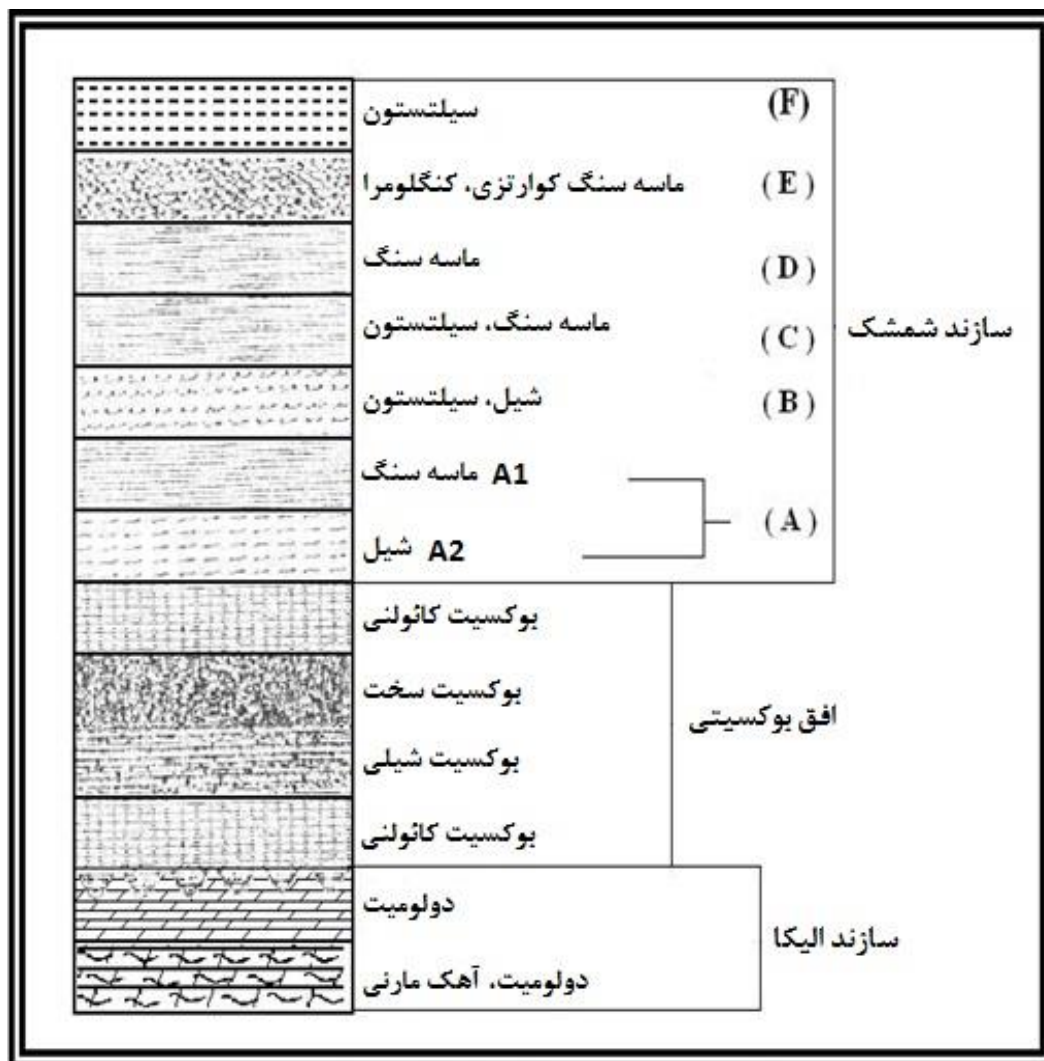
بوکسیت نرم یا شیلی: این لایه، به علت پایین بودن درصد Al_2O_3 در رده لاتریت‌ها بوده و اصطلاحاً بوکسیت شیلی نام‌گذاری شده است. بوکسیت نرم دارای لایه‌بندی بسیار نازک و به رنگ قرمز روشن است. این بوکسیت دارای ارزش معدنی برای تولید آلومینا نیست و به واسطه رنگ، لایه‌بندی و مقاومت کم، به خوبی می‌توان آن را از بوکسیت سخت تشخیص داد.

کائولن و بوکسیت کائولنی: که مشابه لایه کائولنی در بالای بوکسیت سخت می‌باشد.

واحد بوکسیتی جاجرم در رده بوکسیت‌های لایه‌ای-عدسی قرار دارد و گسترش بوکسیت عموماً به صورت لایه‌ای است. با این حال سطح زیرین واحد بوکسیتی صاف و یکنواخت نبوده و به دلیل تشکیل آن در فرورفتگی‌های کارستی سازند الیکا، در بخش‌هایی از لایه، حالت عدسی‌مانند دارد. یکی از این

^۱ در گزارشات زمین شناسی منطقه از دو واحد بوکسیتی نام برده شده که یکی از آن‌ها در زیر سازند الیکا و با درصد خلوص کم، به صورت لایه‌ای نازک واقع است. با توجه به محدودیت عمق نفوذ اکتشافی روش مقاومت‌ویژه و غیر اقتصادی بودن لایه مذکور در این پژوهش بحثی از آن به میان نخواهد آمد و منظور از واحدهای بوکسیتی، انواع بوکسیت با سن کم‌تر از سازند الیکا و بیش‌تر از سازند شمشک است.

عدسی‌های بوکسیتی با دیواره قائم، حدود ۷۵ متر ضخامت داشته و حجم عظیمی از مواد معدنی را در خود جای داده است. کیفیت ماده معدنی، ارتباط مستقیمی با ضخامت آن دارد و معمولاً بهترین کیفیت را می‌توان در این فروافتادگی‌ها یافت. برخی از این فروافتادگی‌ها در ارتباط با فعالیت‌های تکتونیکی و گسل‌ها می‌باشند [جعفر زاده، ۱۳۸۱].



شکل (۳-۳): ستون چینه‌شناسی سازندهای بالا و پایین افق بوکسیتی به همراه واحدهای بوکسیتی [جعفر زاده، ۱۳۸۱]
با اندکی تغییر.

۳-۴-۳- سازند شمشک

رسوبات آواری سازند شمشک با سنی معادل تریاس فوقانی، به‌طور هم‌شیب و عادی بر روی واحدهای بوکسیتی، قرار گرفته‌اند. با استفاده از خواص مکانیکی و ژئوتکنیکی واحدهای سازند شمشک و همچنین اطلاعات گرفته شده در هنگام عملیات استخراج بوکسیت، سازند شمشک در محدوده معدن، به شش لایه اصلی و دو زیرلایه، تقسیم‌بندی می‌شود؛ که به ترتیب از قدیم به جدید به شرح زیر می‌باشند:

لایه A: این لایه، کمر بالای بلاواسطه ماده معدنی است و از دو بخش کاملاً مجزای شیل و ماسه‌سنگ تشکیل شده است؛ که به ترتیب به نام زیرلایه‌های A_1 و A_2 اسم گذاری شده‌اند. ضخامت لایه A حدود ۱۵ متر است.

زیرلایه A_1 : این لایه، غالباً شامل شیل‌های ذغالی بوده و یک لایه ماسه‌سنگ قهوه‌ای به ضخامت ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر در قسمت فوقانی آن دیده می‌شود. زیرلایه A_1 ، به دلیل قابلیت فرسایش شدید به ندرت رخنمون دارد. این زیرلایه، دارای تخلخل نسبتاً زیادی است ولی تراوایی آن خیلی کم می‌باشد. زیرلایه A_1 در اثر جذب آب، به شدت متورم شده و به صورت ورقه‌ای در می‌آید.

زیرلایه A_2 : این زیرلایه، شامل ماسه‌سنگ دانه‌ریز تا متوسط با لایه‌بندی نازک تا ضخیم می‌باشد. تخلخل زیرلایه A_2 خصوصاً در درزه‌ها و شکاف‌ها زیاد است و سبب می‌شود تا آب از این زیر-لایه‌ها نفوذ کند. زیرلایه A_2 دارای قابلیت فرسایش نسبتاً کمی بوده و رخنمون خوبی دارد.

لایه B: رسوبات این لایه، اغلب از شیل، سیلت‌استون و ماسه‌سنگ نازک‌لایه، همراه با رگه‌های ذغالی تشکیل شده است. قابلیت فرسایش لایه B زیاد است و در مقاطع عرضی، به صورت فرورفتگی-هایی دیده می‌شود. تخلخل این لایه، زیاد، ولی تراوایی آن کم می‌باشد. ضخامت این لایه، در حدود ۳۵ متر می‌باشد.

لایه C: این لایه، شامل سیلت‌استون و ماسه‌سنگ است که درون آن، تعداد کمی رگه‌های نازک ذغالی وجود دارد. ضخامت لایه C حدود ۵۰ تا ۸۰ متر است

لایه D: این لایه، بیشتر شامل ماسه‌سنگ دانه‌ریز تا متوسط به رنگ خاکستری و زیتونی و هم-چنین سیلت‌استون می‌باشد. در بخش فوقانی این لایه، ضخیم‌ترین رگه ذغال‌دار منطقه، مشاهده می‌شود. ضخامت واقعی لایه D نزدیک به ۱۵۰ متر است.

لایه E: لایه E، اکثراً از ماسه‌سنگ کوارتزیتی و ماسه‌سنگ همراه با کنگلومرای دانه‌ریز تشکیل شده است. رنگ رسوبات این لایه، خاکستری تیره است و آثار ورنی بیابان در روی آن‌ها مشاهده می‌گردد. تخلخل و تراوایی لایه E زیاد است. به دلیل قابلیت فرسایش کم این لایه، در سرتاسر معدن بوکسیت جاجرم، ارتفاعات نسبتاً بلندی توسط این لایه، تشکیل شده است. در بخش میانی این لایه، یک لایه ماسه‌سنگ به رنگ قهوه‌ای متمایل به خاکستری با فرسایش حفره‌ای و لایه‌بندی ضخیم مشاهده می‌گردد. ضخامت این لایه، به ۱۵۰ متر می‌رسد.

لایه F: این لایه، ضخیم‌ترین بخش سازند شمشک است. لایه F بیشتر از سیلت‌استون همراه با مقدار کمی ماسه‌سنگ تشکیل شده است. به دلیل فرسایش نسبتاً زیاد این لایه، نواحی کم‌ارتفاع و پستی توسط آن در منطقه به وجود آمده است. تخلخل و نفوذپذیری بخش سیلت‌استون این لایه، کم ولی در فواصل ماسه‌سنگی زیاد می‌باشد [ایتوک، ۱۳۸۲].

۳-۵- تقسیم بندی مواد مختلف از لحاظ مقاومت ویژه

به‌طور کلی مقاومت‌ویژه سنگ‌ها عمدتاً به‌میزان خردشدگی، درصد تخلخل و درصد شکستگی‌ها در سنگ‌ها بستگی دارد. سنگ‌های رسوبی که معمولاً متخلخل بوده و دارای اشباع‌شدگی آب بالاتری می‌باشند، به‌طور معمول از مقاومت‌ویژه کمتری برخوردارند. خاک‌های رسی معمولاً مقاومت-ویژه پایین‌تری نسبت به خاک‌های ماسه‌ای دارند؛ اما نکته قابل توجه، همپوشانی مقادیر مقاومت‌ویژه

سنگ‌ها و خاک‌ها می‌باشد. این بدین دلیل است که مقاومت‌ویژه الکتریکی سنگ و یا نمونه خاک به عوامل دیگری مثل تخلخل، اشباع آب و غلظت نمک‌های غیرمحلول نیز وابسته می‌باشد [کلاگری، ۱۳۷۱]. جدول (۱-۳) گستره مقاومت‌ویژه چند نوع سنگ را نشان می‌دهد.

جدول (۱-۳): مقاومت‌ویژه برخی از سنگ‌ها و کانی‌ها [After Telford, et al., 1990].

مقاومت‌ویژه الکتریکی بر حسب اهم‌متر	نوع آب یا سنگ
۰,۲	آب دریا
۱۰ - ۳۰	آب سفره‌های آبرفتی
۵۰ - ۱۰۰	آب چشمه طبیعی
۱۰۰۰ - ۱۰۰۰۰	شن و ماسه خشک
۲۰ - ۲۰۰۰	شیل
۳۰ - ۷۰	مارن
۱ - ۱۰۰	رس
۲۰۰ - ۶۰۰۰	بوکسیت
۱۲۰ - ۱۵۰۰	لاتریت
۵۰ - ۱۰۰۰۰۰۰	آهک
۳۵۰ - ۵۰۰۰	دولومیت
۵۰ - ۳۰۰	ماسه سنگ آرژیلیتی
۱۰۰ - ۳۰۰	شیست آرژیلیتی یا تخریب شده
۳۰۰ - ۳۰۰۰	شیست سالم

۳-۶- طراحی عملیات برداشت ژئوفیزیکی

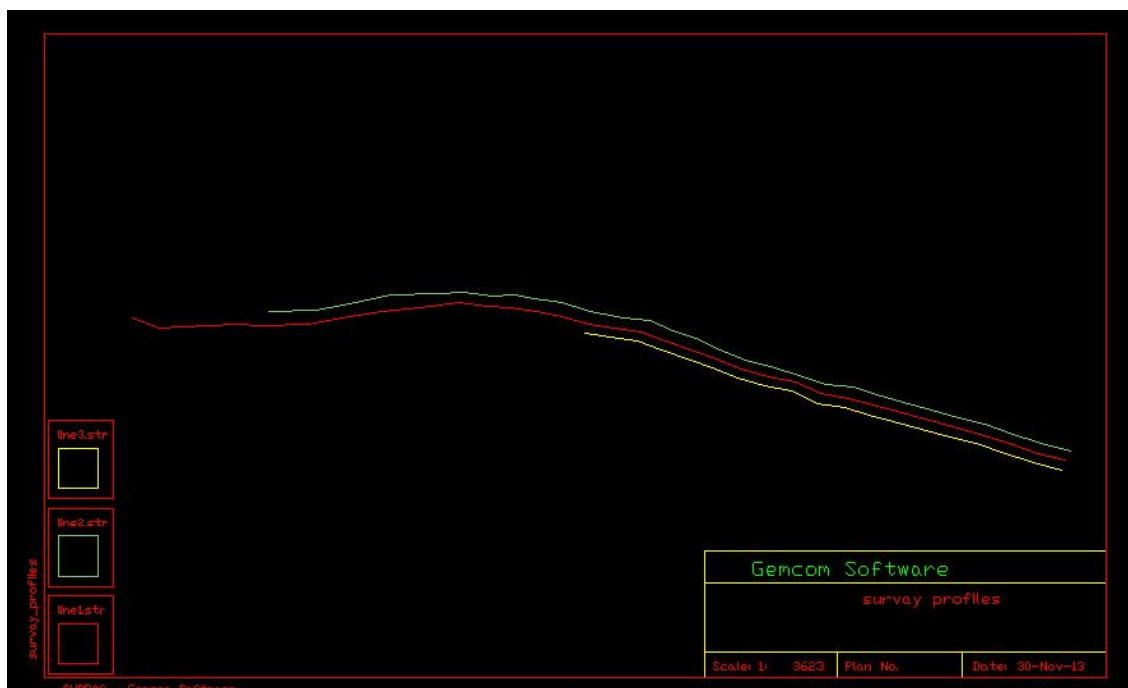
پس از انجام مطالعات اولیه و بازدید مقدماتی ناحیه معدنی بوکسیت جاجرم، بلوک ۴ و ۵ تاگویی به عنوان محل طراحی و برداشت پروژه انتخاب گردید. همان‌طور که اشاره شد، منطقه مورد نظر دارای توپوگرافی خشنی است که طراحی شبکه برداشت را محدود می‌نماید.

از آن‌جا که هدف، یافتن عمق و ضخامت لایه معدنی می‌باشد و تغییرات قائم مقاومت‌ویژه،

بیشتر از تغییرات افقی، بیان گر مشخصات لایه بوکسیتی است؛ بنابراین، آرایش شلومبرژه برای برداشت داده‌های مورد نظر به کار گرفته شده است. آرایش شلومبرژه متداول‌ترین آرایش مورد استفاده در عملیات سونداژنی است. از مزایای این آرایش این است که چون الکترودهای پتانسیل حداقل برای چندین طول AB، ثابت مانده و جابه‌جا نمی‌شود؛ صرفه‌جویی قابل توجهی در زمان ایجاد می‌شود.

با توجه به اطلاعات زمین‌شناسی به‌ویژه کربناته بودن بستر ماده معدنی و نیز حفاری‌های اکتشافی قبلی که در این منطقه صورت گرفته، تغییرات شدیدی در عمق و ضخامت لایه بوکسیتی مورد انتظار است و به‌همین دلیل فواصل سونداژها ۲۵ متر در نظر گرفته می‌شود؛ کما این که فواصل گمانه‌های حفر شده نیز همین مقدار می‌باشد. هم‌چنین شواهد و رخنمون‌های موجود در منطقه، حاکی از شیب‌دار بودن لایه‌های زمین‌شناسی است؛ بنابراین در طراحی اولیه، فواصل دو خط برداشت کمتر از فواصل سونداژها در نظر گرفته شد. که با توجه به عرض کم دره فواصل خطوط برداشت به ۱۰ متر رسید. تعداد ۸۲ سونداژ به فاصله ۲۵ متر از هم بر روی سه خط برداشت موازی به فاصله ۱۰ متر در طول دره برداشت شد. با توجه به توپوگرافی خشن منطقه و محدودیت فضای برداشت، ۳۴ سونداژ بر روی خط اول، ۲۹ سونداژ بر روی خط دوم و ۱۹ سونداژ بر روی خط سوم برداشت شدند. البته ابتدای همه این خطوط برداشت، از یک ناحیه و به فاصله ۱۰ متر از هم طراحی گردیده‌اند. شکل (۳-۴) شبکه برداشت سونداژهای ژئوالکتریکی را نشان می‌دهد. این داده‌ها در آبان و دی‌ماه سال ۱۳۹۰ برداشت شدند.

علاوه بر این به‌منظور دستیابی به عمق مطلوب و کافی بیشینه فاصله الکترودی برای همه سونداژها $AB/2 = 500$ متر در نظر گرفته شد. بر روی کابل‌های جریان و پتانسیل برچسب‌هایی نصب گردید که فاصله از مرکز سونداژ را نشان می‌داد. این کار در تعیین دقیق مکان الکترودهای جریان و پتانسیل بسیار مفید واقع شد.



شکل (۳-۴): مکان سونداژهای الکتریکی در منطقه مورد مطالعه؛ خط قرمز، خط برداشت اول، خط سبز، خط

برداشت دوم، خط زرد، خط برداشت سوم.

آزموت خطوط برداشت و گسترش الکترودی برای هر سونداژ ۳۰۰ درجه و پس از تغییر مسیر درّه (سونداژ هجدهم به بعد) این جهت تغییر کرده و برای خطوط ۱ و ۲ آزموت برداشت و گسترش الکترودی برابر ۲۷۰ درجه شد.

داده‌های مورد نظر توسط دستگاه ABEM SAS4000 ساخت کشور سوئد، برداشت شدند (شکل (۳-۳)). دقت این دستگاه در مقایسه با دستگاه‌های مقاومت‌سنج دیگر، بسیار بالا بوده و

حساسیت کمتری نسبت به نوفه SP نشان می‌دهد. دستگاه مذکور علاوه بر ارائه مقادیر $R = \frac{\Delta V}{I}$,

انحراف معیار داده‌های قرائت شده را نیز ارائه می‌نماید؛ که بیان‌گر کیفیت داده‌ها می‌باشد. البته پایین بودن این عدد، تضمین کافی را برای صحت داده‌های برداشت نیست. از این‌رو در این عملیات اپراتور دستگاه، پس از ثبت مقدار مقاومت هر فاصله الکترودی با ضرب فاکتور هندسی K در مقدار مقاومت، مقاومت‌ویژه ظاهری را یادداشت نموده و همزمان ضمن تفسیر کیفی از کیفیت مقادیر برداشتی

مطمئن می‌شد.



شکل (۳-۵): دستگاه ABEM Terrameter SAS 4000

مقاومت الکترودها باید خیلی پائین باشد؛ در غیر این صورت، حساسیت دستگاه کاهش پیدا می‌کند و با کاهش حساسیت دستگاه، ممکن است پتانسیل‌های کاذب و اضافی ایجاد شود و باعث اندازه‌گیری پتانسیل غیرواقعی و خطا شود. همچنین مقاومت بالای الکترودهای جریان باعث می‌شود، شارش جریان کاهش یافته و مقاومت بالا در الکترودهای پتانسیل باعث کم شدن حساسیت در اندازه‌گیری‌ها و ابهام در قرائت پتانسیل خواهد شد [کامکار روحانی، ۱۳۸۴]. بدین منظور از الکترودهای با روکش مس سالم استفاده شده و آن‌ها را به مقدار کافی در خاک فرو برده و اطراف الکترودها آب نمک ریخته شده است و نیز در برخی مواقع که پس از چند بار تکرار قرائت همچنان، انحراف معیار داده‌ها بالا بوده و یا مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده غیر منطقی می‌باشد، به جای یک الکتروده، از چند الکتروده موازی نیز استفاده شده است.

فصل چهارم

مدل سازی و تفسیر داده های ژنواکتیویته و مکان های

اکتشافی

۴-۱-مقدمه

در فصل‌های قبل ضمن آشنایی با اصول ارزیابی ذخیره، به بحث در مورد زمین‌شناسی منطقه و نحوه جمع‌آوری مقادیر مقاومت‌ویژه الکتریکی ظاهری پرداخته شد. در این فصل مدل‌سازی و تفسیر داده‌های سونداژهای الکتریکی و گمانه‌های اکتشافی تشریح خواهد شد.

هدف از تفسیر داده‌های حاصل از سونداژزنی الکتریکی قائم در یک منطقه، به دست آوردن یک تصویر یا مدل ژئوالکتریکی قابل قبول و منطقی است که با نتایج زمین‌شناسی آن منطقه مطابقت داشته باشد. ابتدا ممکن است برای به دست آوردن یک تصویر عمومی از منطقه مورد مطالعه، تفسیر به صورت کیفی انجام پذیرد. در تفسیر کیفی، تغییرات مقاومت‌ویژه به دست آمده از نقشه‌ها و مقاطع مربوط به آن، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. برای به دست آوردن مدل واقعی از زمین، تفسیر باید به روش کمی نیز صورت پذیرد. در تفسیر کمی از داده‌های خام (مقادیر مقاومت‌ویژه ظاهری)، یک سری پارامترهای فیزیکی شامل مقاومت‌ویژه واقعی و ضخامت لایه‌ها تعیین می‌شوند [Reynolds, 1997].

۴-۲-تفسیر سونداژهای الکتریکی در منطقه

آنچه در این مبحث بیشتر مورد توجه قرار گرفته، جنبه فیزیکی مسأله است. بدیهی است اطلاعات حاصل از مدل‌سازی سونداژهای ژئوالکتریکی باید به اطلاعات زمین‌شناسی برگردانده شود. بنابراین یک تعبیر و تفسیر کامل، از یک طرف نیازمند داشتن تجربه در مسائل ژئوالکتریک و از طرف دیگر دسترسی به اطلاعات جامع زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه مربوط است [Loke, 2004]. به-طور خلاصه به منظور تفسیر صحیح سونداژهای الکتریکی یک منطقه باید به نکات زیر توجه داشت [حجت، ۱۳۸۲]:

(۱) هر سونداژ الکتریکی باید با توجه به سونداژهای الکتریکی دیگری که در منطقه اجرا شده مورد

تفسیر قرار گیرد.

(۲) هرگاه در مجاورت سونداژهای الکتریکی، ترانشه یا گمانه‌ای وجود داشته باشد، باید از اطلاعات حاصل از این گمانه‌ها در تفسیر سونداژهای الکتریکی استفاده نمود.

(۳) سونداژهای الکتریکی که روی رخنمون‌ها و یا طبقات مجاور آن پیاده شده، با توجه به مشخصات زمین‌شناسی این طبقات مورد بررسی قرار می‌گیرند.

(۴) گاهی در منحنی‌های سونداژ الکتریکی صحرایی، انحنا و یا تیزی‌هایی وجود دارد که مفسّر در مورد واقعی بودن و میزان اهمیت آن‌ها تصمیم‌گیری می‌کند. در بعضی مواقع، یک منحنی صحرایی که آثار نویزهای زیادی در آن مشاهده می‌گردد، هموار می‌شود تا یک منحنی ساده‌تر برای مدل‌سازی آماده شود.

بنابراین برای یک تفسیر نهایی باید از تمام اطلاعات موجود در منطقه استفاده نمود تا بتوان به نتایج دقیق‌تری دست یافت، به‌طور کلی ۴ لایه ژئوالکتریکی مشهود است. این لایه‌ها به‌ترتیب سن عبارتند از:

(۱) لایه دولومیتی که نقش سنگ بستر را دارد و تا حداکثر عمق نفوذ جریان مستقیم الکتریکی، گسترش قائم دارد. این لایه، نسبت به لایه‌های ژئوالکتریکی دیگر مقاومت‌ویژه بالاتری دارد و گستره مقاومت‌ویژه آن از ۲۰۰ تا ۵۰۰ اهم‌متر و بیشتر است.

(۲) لایه بعد حاوی انواع واحدهای بوکسیتی، شیل‌های ذغالی، ماسه‌سنگ دانه‌ریز و متخلخل و سیلت‌استون و ... می‌باشد؛ که به‌دلیل عدم تباین مقاومت‌ویژه و هم‌پوشانی گستره مقاومت‌ویژه آن‌ها از هم قابل تفکیک نیستند. مقاومت‌ویژه این لایه، در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ اهم‌متر و در موارد انگشت‌شماری بیش از این مقدار می‌باشد.

(۳) یک روباره رسانا با مقاومت‌ویژه کمتر از لایه دوم که مقاومت‌ویژه آن در حدود ۳۰ تا زیر ۱۰۰ اهم متر می‌باشد. جنس این لایه، عموماً آبرفت‌های سطحی است. با توجه به میزان بالای نزولات

جوّی و زمان برداشت داده (آبان و دی ماه) این لایه، مرطوب بوده و کم بودن مقاومت ویژه آن متأثر از این موضوع است.

۴) یک لایه نازک سطحی که گستره مقاومت ویژه بالایی دارد و مقاومت ویژه‌های بسیار بالا (بیش از ۱۰۰۰ اهم‌متر) تا کم (حدود ۴۰ اهم‌متر) در آن دیده می‌شود. مقادیر کم احتمالاً مربوط به رس-ها و آبرفت‌های دانه‌ریز و مرطوب سطحی و مقادیر بالا در روی سکوی حفاری گمانه‌ها و واریزه-های ناشی از حفاری ثبت گردیدند.

آنچه در جدول (۱-۳) به عنوان مقاومت ویژه واقعی دولومیت و بوکسیت آورده شده، با مقادیر حاصل از مدل‌سازی برای این دو سنگ و کانی متفاوت است و دلیل آن وجود رس در هر دو آن‌ها است.

همان‌طور که ذکر شد، که به دلیل تباین کافی مقاومت ویژه بوکسیت کائولنی و دولومیت، تشخیص توپوگرافی سنگ بستر ممکن است، اما به دلیل اختلاف کم مقاومت ویژه بوکسیت کائولنی با لایه‌های بالایی، تشخیص ضخامت لایه معدنی مشکل است.

۴-۲-۱- تفسیر و مدل‌سازی خط برداشت اول

طول این خط برداشت حدود ۸۷۰ متر می‌باشد و بر روی آن ۳۴ سونداژ الکتریکی وجود دارد. یک‌سوم سونداژهای این خط بر روی توپوگرافی خشن برداشت شده‌اند. در جدول (۱-۴) عمق کمر-پایین ماده معدنی با روش‌های مختلف تفسیر سونداژ که به آن‌ها اشاره شد و نیز خطای حاصل از هر روش، به تفکیک آمده است.

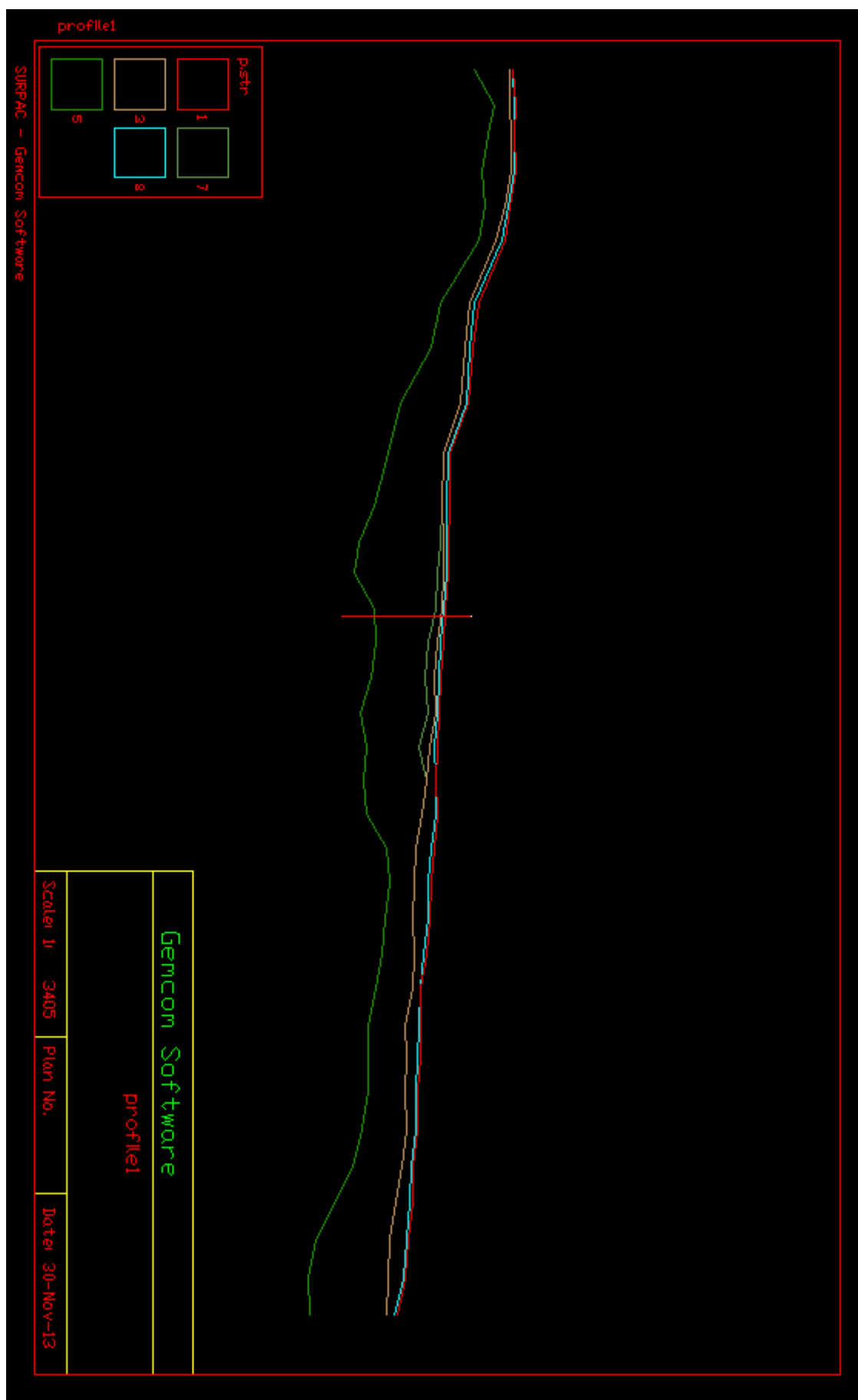
نتایج مدل‌های حاصل به صورت دُو بُعدی به همراه توپوگرافی سطح زمین در شکل (۱-۴) آورده شده است. چهار لایه‌ای که قبلاً در مورد آن بحث شد، در این شکل نمایش داده شده است.

جدول (۱-۴): عمق کمرباین بوکسیت حاصل از روش‌ها و نرم‌افزارهای مختلف به همراه خطای مدل‌سازی مربوط به

خط برداشت اول [عرب امیری و کامکار روحانی، ۱۳۹۲]

مدل حاصل از روش‌های آکام و رگرسیون رنج		IPI2WIN		VES		IX1D		منحنی استاندارد		نام سونداز
RMS(%)	عمق	RMS(%)	عمق	misfit(%)	عمق	RMS(%)	عمق	RMS(%)	عمق	
۸/۹۷	۵۹/۷۴	۵/۵۶	۶۰	۹/۲	۶۰/۶	۸/۷۷	۵۹/۷۱	۱۶/۳	۶۰	S1-1
۳/۰۵	۶۵/۹۶	۲/۴۸	۶۵/۸	۳/۳	۶۷	۳/۱۵	۶۵/۵۶	۱۰/۳۱	۶۶	S1-2
۳/۹۷	۶۲/۷۳	۳/۸۴	۶۰/۴	۵/۶	۶۱/۹	۵/۶۵	۶۰/۱۵	۱۶/۸۱	۶۶	S1-3
۴/۹۹	۵۱/۹۵	۶/۷۴	۴۵/۶	۵	۴۳/۳	۵/۶۷	۴۳/۷۲	۶/۷۲	۴۶	S1-4
۷/۹۶	۴۰/۷۳	۶/۱۴	۴۲/۷	۱۴/۹	۴۲	۷/۹۹	۴۲/۶۹	۸/۳	۴۳	S1-5
۵/۲۳	۳۷/۰۵	۷/۳۶	۳۴/۷	۹/۷	۳۲	۶/۲	۳۲/۳۱	۱۱/۸۹	۳۸	S1-6
۹/۷۱	۳۲/۴۱	۱۲/۷	۳۱/۲	۱۰/۹	۳۴/۹	۱۰/۲۵	۳۱/۲۶	۱۶/۸۵	۴۰	S1-7
۸/۶۷	۳۵	۵/۸۶	۳۸/۵	۹/۷	۳۵/۲	۹/۱۹	۳۲/۷۱	۲۲/۸۶	۳۸	S1-8
۵/۸	۳۵/۳۹	۵/۹۳	۳۹	۵/۹	۴۱	۵/۹۶	۴۴/۸	۲۰/۶۴	۴۰	S1-9
۶/۲۷	۳۰/۳	۵/۵۳	۳۴/۲	۷/۲	۳۵	۷/۹۸	۳۴/۷	۲۰/۵۸	۴۰	S1-10
۲/۹۷	۳۱/۱	۴/۷۳	۳۸	۳/۷	۳۹/۵	۳/۲۷	۴۲/۸۳	۸/۸۷	۳۸	S1-11
۶/۷۷	۳۰/۴۱	۵/۰۵	۳۵/۶	۶/۷	۳۷	۷/۰۲	۳۷/۴۵	۱۹/۳۴	۴۰	S1-12
۵/۷۴	۲۸/۰۵	۵/۰۲	۳۲/۱	۶/۴	۳۲/۳	۶/۲۹	۳۰/۸۴	۱۹/۵۵	۳۳	S1-13
۱۸/۷۲	۳۲/۳۷	۱۲	۳۲/۱	۲۰/۶	۳۴/۸	۲۴/۱۳	۳۰/۲۳	۳۲/۸۴	۳۲	S1-14
۵/۸۲	۴۷/۵۸	۸/۷۶	۴۴/۴	۱۱/۳	۴۶/۵	۷/۱۲	۴۹/۰۸	۱۶/۸۱	۴۶	S1-15
۴/۱۹	۴۹/۶۹	۶/۴۶	۵۴/۱	۸/۹	۵۸/۳	۴/۶۹	۶۴/۲	۹/۳۲	۷۰	S1-16
۷/۰۱	۴۷/۷۱	۴/۵۴	۵۲	۱۲/۵	۴۶	۷/۱۷	۴۸/۰۹	۱۳/۹	۵۲	S1-17
۶/۶۳	۵۲/۶۵	۴/۷۴	۵۴/۱	۱۱/۵	۵۶	۷/۳۷	۵۸/۴۸	۱۳/۰۳	۶۰	S1-18
۵/۲	۴۷/۳۲	۴/۹۵	۵۰/۵	۱۷/۳	۴۶/۶	۵/۰۷	۴۸/۸۹	۹/۸۸	۶۰	S1-19
۸/۷	۴۴/۸۴	۶/۷۱	۴۴	۱۱/۲	۴۵/۵	۸/۷۷	۴۶/۳	۱۱/۰۴	۵۰	S1-20
۶/۹۳	۴۸	۶/۳	۵۰/۶	۱۰/۶	۵۳/۵	۷/۲۷	۵۷/۱۵	۱۴/۵۸	۶۲	S1-21
۶/۱۱	۶۳/۴۳	۵/۲۲	۶۰/۴	۱۱/۶	۶۰	۶/۳۶	۶۵/۱۶	۱۱/۲۲	۷۰	S1-22
۵/۸۲	۶۰/۲۲	۷/۳۳	۵۷/۷	۱۴/۷	۶۲/۵	۸/۱۱	۶۴/۵۹	۹/۸۷	۵۷	S1-23
۹/۶۸	۵۰/۷۷	۷/۸	۵۲/۷	۱۸/۴	۶۰	۷/۷۵	۵۵/۳۵	۱۰/۲۶	۵۲	S1-24
۸/۸۱	۴۱/۱۸	۸/۲۳	۴۲/۷	۲۲/۶	۳۷	۷/۷۴	۴۲	۱۴/۰۶	۴۲	S1-25
۱۶/۴۲	۴۵/۱۲	۱۱/۷	۴۷/۵	۳۰/۵	۴۱/۸	۱۵/۴۸	۴۱/۳	۲۸/۸۵	۴۵	S1-26
۱۷	۲۷/۴۲	۱۴/۶	۲۸/۹	۱۰۳/۵	۲۸/۳	۲۲/۹۵	۲۸/۰۱	۲۹/۴۶	۳۰	S1-27
۲۰/۸۱	۲۵/۷۲	۱۵/۹	۲۵/۷	۱۴۹/۸	۲۰/۵	۲۴/۸۲	۲۱/۲۸	۳۷/۱۸	۲۳	S1-28
۷/۶۴	۱۷/۱۸	۱۵/۳	۲۰	۳۹/۷	۲۱/۳	۱۰/۵۱	۱۴/۸۵	۲۲/۲۳	۲۱	S1-29
۹/۷۶	۱۶/۸۸	۱۲/۷	۱۶/۴	۳۱/۶	۱۴/۵	۱۰/۲۱	۱۲/۶۷	۱۷/۱۸	۱۲	S1-30
۱۷/۲۵	۲۲/۶۵	۱۴	۱۸/۲	۲۰	۲۵/۶	۱۹/۴۶	۲۰/۸۴	۲۶/۱۹	۳۳	S1-31
۱۳/۰۳	۱۷/۶۶	۱۱/۱	۲۱/۴	۲۲/۱	۲۲/۵	۱۳/۱۱	۱۷/۸۸	۲۳/۹۳	۲۴	S1-32
۱۱/۹۶	۱۴/۳	۱۵	۱۳/۷	۴۲	۱۸	۱۳/۵	۱۱/۹۶	۲۰/۹۱	۱۸	S1-33
۱۴/۴۲	۲۶/۵۲	۴۵/۱	۳۰/۳	۶۶/۳	۲۰	۱۴/۷۹	۱۷/۰۷	۲۳/۴۸	۱۹/۵	S1-34

در شکل (۴-۱)، خط سبز (کد ۵) توپوگرافی سنگ بستر دولومیتی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، در فاصله ۱۰۰ متری تا حدود ۳۵۰ متری مبدأ خط برداشت، عمق کمرپایین لایه بوکسیتی، کاهش یافته و به حدود ۴۰ و ۳۰ متری از سطح زمین می‌رسد. پس از آن مجدداً عمق سنگ کف افزایش ناگهانی داشته و به حدود ۶۰ متر و بیشتر می‌رسد. دلیل شدت این فروافتادگی احتمالاً عملکرد گسلی است که به صورت خط قرمز نشان داده شده است. این افزایش عمق تا فاصله ۷۰۰ متری از ابتدای خط برداشت، مشهود است. از ۷۰۰ متری تا انتهای خط برداشت، عمق ماده معدنی کمتر است. در این فاصله، سونداژها در ارتفاعات بالاتری برداشت شده‌اند؛ یعنی باطله بیشتری روی ماده معدنی را پوشانده است و انتظار افزایش عمق کمرپایین لایه بوکسیتی نسبت به سونداژهای مجاور می‌رود. با این وجود، در این نواحی عمق کمی برای لایه بوکسیتی مشهود است. دلیل آن را می‌توان، تغییر آزمون خط برداشت، به سمت دامنه کوه دانست؛ که با توجه به شیب‌دار بودن لایه، تعیین عمق کمتر سنگ‌بستر کاملاً منطقی است. بنابراین می‌توان گفت که، کاهش عمقی که در این نقاط نسبت به سونداژهای مجاور دیده می‌شود، نسبی است. همان‌طور که در بخش (۳-۵) ذکر شد، به دلیل محدودیت فضای برداشت ناشی از توپوگرافی خشن، این خط برداشت این‌گونه طراحی گردید.



شکل (۴-۱): نمایش دو بُعدی خط برداشت اول

۴-۲-۲- تفسیر و مدل سازی خط برداشت دوم

این خط برداشت در شمال خط برداشت اول، طراحی شده و فاصله آن از دامنه کوه دورتر است؛ بنابراین عمق سنگ بستر در نقاط مختلف آن بیشتر از خط برداشت شماره یک پیش‌بینی می‌شود.

در جدول (۴-۲) عمق کمربایین ماده معدنی با روش‌های مختلف تفسیر سونداژ و نیز خطای حاصل از هر روش به تفکیک، آمده است.

طول این خط حدود ۷۳۰ متر می‌باشد و بر روی آن ۲۹ سونداژ الکتریکی برداشت شده است. ۵ سونداژ انتهایی این خط بر روی توپوگرافی خشن برداشت شده‌اند. نتایج مدل‌های حاصل از روش‌های اُکام و ریچ را به صورت یک مدل دوبعدی به همراه توپوگرافی سطح زمین در شکل (۴-۲) آمده است. خط سبز (کد ۵) حدود کمربایین لایه بوکسیتی را نشان می‌دهد.

جدول (۴-۲): عمق کمربیین بوکسیت حاصل از روش‌ها و نرم‌افزارهای مختلف به همراه خطای مدل‌سازی مربوط به

خط برداشت دوم [عرب امیری و کامکار روحانی، ۱۳۹۲]

مدل حاصل از روش‌های اُکام و رگرسیون ريج		IPI2WIN		VES		IX1D		منحنی استاندارد		نام سونداز
RMS(%)	عمق	RMS(%)	عمق	misfit(%)	عمق	RMS(%)	عمق	RMS(%)	عمق	
۵/۸۴	۶۸/۸۷	۴/۸	۶۶/۷	۶/۹	۶۶/۷	۵/۷۹	۷۲/۴۳	۱۲/۶۸	۶۴	S2-1
۸/۲	۵۹/۰۶	۶/۶۲	۵۱/۳	۱۱/۸	۵۱	۸/۹۱	۵۱/۵۹	۲۶/۴۷	۶۰	S2-2
۶/۹۱	۵۹/۱۵	۷/۶۱	۵۸/۵	۵/۴	۶۸	۶/۹۵	۶۰/۲۶	۱۳/۷۷	۷۶	S2-3
۳/۰۵	۴۱/۸	۳/۳	۳۸/۷	۳/۵	۴۴	۳/۳۱	۴۳/۳۷	۵/۷۳	۴۶	S2-4
۸/۳۲	۴۰/۱۵	۹/۱۴	۴۰/۵	۹/۱	۴۳	۸/۳	۴۳/۹۶	۱۴/۲۸	۴۹	S2-5
۱۵/۲۲	۳۷/۹۵	۱۶/۷	۴۳/۹	۱۹/۲	۴۳	۱۹/۳۱	۴۴/۶۱	۲۵/۳۷	۴۴	S2-6
۵/۱۷	۳۵/۲۶	۴/۷۵	۴۶/۸	۵/۵	۴۶	۷/۰۷	۴۶/۴	۱۲/۶۳	۴۸	S2-7
۵/۵۵	۳۹/۹	۵/۱۷	۴۱	۴/۷	۴۱	۴/۷۲	۴۲/۱	۱۴/۲۸	۴۸	S2-8
۴/۲۱	۴۵/۳۷	۳/۸۵	۴۵	۶/۶	۴۰/۶	۴/۳۶	۴۱/۰۶	۱۱/۷۲	۴۰	S2-9
۲/۹۸	۳۷/۶۴	¼	۳۷/۵	۴/۷	۳۶/۶	۳/۲	۳۷/۲۵	۶/۲۵	۴۲	S2-10
۲/۵۹	۳۷/۲۹	۶/۷۱	۳۷/۵	۵/۵	۳۹	۲/۸۸	۳۹/۴	۵/۰۵	۴۴	S2-11
۲۲/۲	۳۰/۹۸	۹	۳۸	۸	۳۶	۷/۹۶	۳۸/۵۱	۹/۹۴	۴۰	S2-12
۷/۷۱	۲۷/۸۴	۴/۹۹	۳۲/۹	۴/۷	۳۲	¾	۳۵/۳۷	۲۳/۵۴	۳۶	S2-13
۹/۹	۳۱/۷	۱۰/۹	۴۲/۲	۱۰/۱	۴۵	۱۶/۸۲	۳۸/۴۳	۱۷/۵۴	۴۰	S2-14
۳/۹۷	۶۰/۵۴	۵/۷۹	۴۹/۳	۷/۱	۴۹	۶/۵۶	۵۱/۵۳	۹/۱۶	۵۳	S2-15
۶/۳۳	۶۰/۳۳	۷/۵۸	۵۷/۷	۸/۶	۵۵/۵	۷/۶۶	۵۸/۳۶	۱۲/۱۶	۶۰	S2-16
۶/۱۶	۵۸/۵۸	۹/۹۱	۶۴/۱	۹	۶۶/۲	۶/۵۶	۶۵/۲۴	۶/۲۷	۶۷	S2-17
۲/۶۷	۵۹/۰۶	۴/۲۱	۶۵/۸	۵/۱	۶۷	۲/۶	۶۸/۱۹	۷/۱۱	۶۵	S2-18
۴/۷۲	۶۱/۵۶	۴/۵۵	۶۳/۷	۹/۱	۶۱/۵	۶/۵۸	۶۳/۳۸	۱۱/۵۶	۶۰	S2-19
۲/۷۴	۵۹/۰۷	۴/۶۶	۷۰/۲	۶/۸	۶۸/۵	۳/۸۲	۷۰/۴۵	۵/۶۷	۶۸	S2-20
۳/۶۴	۶۰/۵۷	۴/۹۲	۶۴/۱	۱۴/۳	۶۵/۴	۵/۸۶	۶۹/۴۹	۸/۰۷	۷۸	S2-21
۴/۰۴	۵۷/۳۱	۳/۲۴	۶۳	۹/۴	۶۱/۳	۵/۲۶	۶۰/۴۹	۱۲/۵۱	۶۲	S2-22
۵/۱۹	۶۸/۸	۴/۸	۶۹/۳	۱۱/۶	۷۰/۶	۶/۱۱	۷۵/۹	۱۱/۱۸	۷۰	S2-23
۳/۰۵	۶۵/۲۲	۲۸/۳	۶۶/۵	۱۰/۸	۶۸/۳	۴/۲۳	۷۰/۶۵	۶/۷۹	۷۴	S2-24
۵/۹	۵۸/۰۶	۳۲	۵۷	۴۶/۵	۵۲/۸	۲۳/۳۱	۵۶/۲۱	۳۱/۱۶	۶۰	S2-25
۸/۳۱	۵۱/۲۳	۱۰	۵۳/۴	۱۹/۶	۵۴/۲	۱۰/۰۵	۵۱/۲۶	۱۵/۲۱	۶۲	S2-26
۱۳/۰۲	۳۸/۷۹	۱۲/۵	۳۵/۱	۵۰	۳۵/۱	۱۲/۳	۲۹/۸۹	۱۶/۶۹	۳۲	S2-27
۱۷/۹۲	۳۱/۰۶	۱۴/۱	۲۰/۴	۶۴/۸	۳۷/۱	۱۷/۴۴	۲۳/۹۷	۲۶/۱۸	۳۸	S2-28
۱۵/۷۴	۲۶/۴۹	۱۵/۱	۲۸/۱	۲۰/۶	۵۱	۱۵/۹۸	۵۲/۲۵	۲۱/۷۴	۵۳	S2-29



شکل (۴-۲): نمایش دوبعدی خط برداشت دوم

۴-۲-۳- تفسیر و مدل سازی خط برداشت سوم

این خط برداشت در جنوب خط برداشت اول طراحی شده و به دامنه کوه نزدیک تر می باشد، بنابراین عمق سنگ بستر در نقاط مختلف برای آن کمتر از خط برداشت شماره یک و دو پیشینی می شود، طول این خط حدود ۴۵۰ متر می باشد و بر روی آن ۱۹ سونداژ الکتریکی برداشت شده است. تقریباً تمامی مراکز این سونداژها بر روی قسمت های تقریباً هموار دره برداشت شده اند، اما برخی از الکترودهای این سونداژها بر روی توپوگرافی خشن کوبیده شده اند. در جدول (۳-۴) عمق کمربین ماده معدنی که با روش های مختلف تفسیر سونداژ محاسبه شده و نیز خطای حاصل از هر روش به تفکیک آمده است.

جدول (۳-۴): عمق کمرباطین بوکسیت حاصل از روش‌ها و نرم‌افزارهای مختلف به همراه خطای مدل‌سازی مربوط به

خط برداشت سوم [عرب امیری و کامکار روحانی، ۱۳۹۲]

مدل حاصل از روش‌های اکام و رگرسیون ريج		IPI2WIN		VES		IX1D		منحنی استاندارد		نام سونداژ
RMS(%)	عمق	RMS(%)	عمق	misfit(%)	عمق	RMS(%)	عمق	RMS(%)	عمق	
۵/۱	۵۲/۵۸	۲/۲۶	۵۶/۶	۴	۵۵	۳/۴۸	۵۲/۲۲	۱۱/۹۸	۶۶	S3-1
۴/۶۵	۵۰/۳۷	۴/۷	۵۲/۱	۷/۶	۴۵/۲	۳/۴۵	۴۵/۹۲	۵/۴۷	۴۸	S3-2
۷/۰۴	۴۰/۵	۷/۸۵	۴۳/۶	۷	۴۰/۱	۷/۹۳	۴۳/۹	۹/۷	۵۰	S3-3
۵/۱۱	۳۲/۱۲	۶/۹۲	۳۳/۲	۱۰/۴	۳۸	۷/۹	۳۵/۸۵	۸/۹۲	۴۰	S3-4
۱۲/۳۷	۳۴/۷۵	۱۰/۷	۲۸/۹	۱۳/۹	۲۷	۱۱/۳	۲۶/۴	۱۸/۸	۳۱	S3-5
۷/۰۱	۳۲/۲۸	۵/۸۵	۲۷/۷	۶/۵	۳۰	۵/۴	۲۷/۳	۱۴/۴۵	۳۰	S3-6
۱۱/۱	۳۳/۷۶	۸/۱۸	۳۳/۵	۱۰/۸	۳۲	۸/۵۱	۲۹/۸۹	۹/۰۶	۳۱	S3-7
۱۰/۴۵	۴۳/۵۶	۵/۵۷	۳۴/۶	۱۱/۷	۳۳	۱۲/۹۸	۳۱/۲۹	۱۳/۰۱	۳۴	S3-8
۵/۳۹	۳۸/۰۵	۴/۹۳	۳۳/۲	۶/۸	۳۲/۷	۵/۲۶	۳۲/۷۳	۶/۹۲	۳۰	S3-9
۴/۲	۳۱/۹۲	۱/۹۶	۳۴/۵	۶/۱	۳۲/۳	۴/۴۶	۳۵/۳۶	۶/۳	۳۲	S3-10
۴/۵۶	۲۴/۷۷	۱/۸۵	۲۶/۳۱	۷/۶	۲۸	۴/۴۷	۳۴/۷۷	۷/۹۴	۳۰	S3-11
۴	۲۷/۷۵	۱/۹۲	۲۸/۹۲	۵/۲۹	۳۱/۲	۳/۶۷	۳۴/۲۷	۷/۸۴	۳۰	S3-12
۶/۹۴	۲۳/۴۱	۳/۴۶	۲۷/۷	۹/۵	۲۶/۶	۴/۹۴	۲۶/۸۷	۷/۲۴	۲۸	S3-13
۵/۶۷	۲۷	۱/۴۵	۳۱/۴۶	۶/۶	۳۲/۱	۷/۲۲	۳۱/۲	۹/۷۴	۳۲	S3-14
۳/۵۳	۳۵	۳/۵۶	۳۸	۷/۸	۴۰	۶/۴۳	۴۱/۷۵	۷/۱	۴۶	S3-15
۵/۸۱	۴۷/۶۳	۳/۵۶	۴۳/۷	۹/۳	۳۸/۷	۵/۹۵	۴۳/۹۹	۱۱/۵۴	۴۷	S3-16
۷/۸۴	۴۳/۹۶	۶/۸	۳۹	۱۴/۲	۴۲	۸/۲۵	۴۲/۳۸	۱۶/۸۲	۴۷	S3-17
۴/۴۶	۴۴/۲۱	۳/۶۳	۴۷/۳	۱۶/۲	۴۲	۵/۴	۴۴/۹۶	۱۲/۶۲	۵۰	S3-18
۲/۹۷	۴۰/۴۵	۳/۴۱	۴۳/۱	۱۰/۲	۴۰	۵/۳۶	۳۹/۷	۱۳/۰۲	۳۶	S3-19

نتایج مدل‌های حاصل از روش‌های اکام و ريج نیز به صورت یک مدل دویعدی به همراه

توپوگرافی سطح زمین در شکل (۳-۴) آورده شده است.

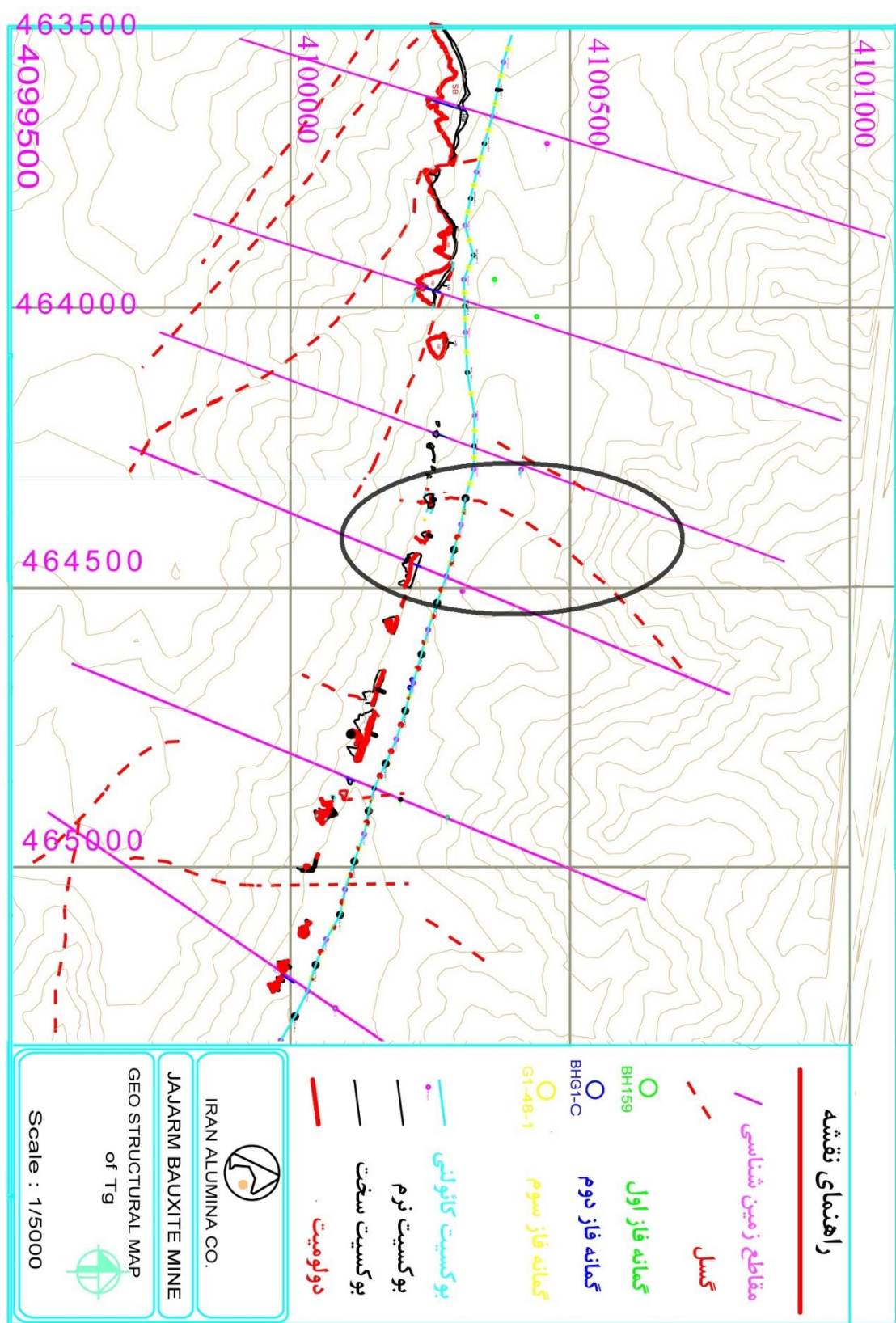


شکل (۴-۳): نمایش دوبعدی خط برداشت سوم

خط سبز مرز لایه بوکسیتی و دولومیت را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، در فاصله ۸۰ متری تا حدود ۳۳۰ متری مبدأ خط برداشت (محل گسل) عمق کمرباین لایه بوکسیتی، کاهش یافته و تا عمق ۳۲ و ۲۸ متری از سطح زمین می‌رسد. در فاصله حدود ۲۰۰ متری از مبدأ خط برداشت نیز افزایش عمق تا حدود ۴۰ متر با گستردگی جانبی کم، رؤیت می‌شود. پس از آن مجدداً عمق سنگ کف افزایش ناگهانی داشته و به حدود ۵۰ متر می‌رسد و تا انتهای خط برداشت نیز این افزایش عمق مشهود است.

۴-۳- جمع‌بندی نتایج مدل‌سازی

همان‌طور که در شکل‌های (۴-۱)، (۴-۲) و (۴-۳) دیده می‌شود، توپوگرافی سنگ بستر لایه بوکسیتی دارای تغییرات زیادی می‌باشد. علاوه بر این خطوط برداشت شده نیز، در نمایش مکان این تغییرات یکدیگر را تأیید می‌نمایند. از مبدأ هر سه خط تا حدود ۱۰۰ متری آن‌ها عمق کمرباین ماده معدنی زیاد می‌باشد. این عمق به آرامی کاهش می‌یابد و تا حدود ۳۵۰ متری مبدأ خطوط برداشت تغییرات ناچیزی دیده می‌شود. سپس افزایش شدید و ناگهانی کمرباین لایه معدنی قابل مشاهده است. یک لایه با مقاومت‌ویژه‌ای بالاتر از لایه‌های مجاور نیز به چهار لایه مورد انتظار، اضافه می‌شود. لایه مذکور مقاومت‌ویژه بالای ۱۰۰ اهم‌متر دارد؛ در صورتی که لایه‌های بالایی و پایینی آن مقاومتی در حدود ۴۰ تا ۸۰ اهم‌متر دارند. به همین دلیل به خوبی می‌توان آن را تشخیص داد. همان‌طور که قبلاً نیز ذکر گردید وجود تغییرات در توپوگرافی بستر کربناته بوکسیت، کاملاً طبیعی است؛ اما تغییرات با این شدت احتمالاً به دلیل وجود گسل است. در روی زمین، آثاری از گسل دیده نمی‌شود، اما در فاصله حدودی ۱۰۰ متری و عمود بر خطوط برداشت، این گسل کاملاً مشهود است و امتداد آن نیز از منطقه برداشت می‌گذرد. این گسل را در نقشه‌های ۱:۵۰۰۰ زمین‌شناسی ساختمانی محدوده معدنی تاگویی ۴ و ۵ نشان می‌دهد.



شکل (۴-۴): نقشه زمین‌شناسی ساختمانی محدوده معدنی تاگویی ۴ و ۵، خط بسته مشکی گسل موردنظر را نشان

می‌دهد.

شکل (۵-۴) این گسل را بر روی دامنه کوه نشان می‌دهد.



شکل (۵-۴): تغییرات لایه‌بندی به علت فعالیت گسل [مومنی، ۱۳۹۰].

همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، قطع‌شدگی لایه‌بندی به‌خوبی مشهود است. هم‌چنین در

شکل (۶-۴) آینه گسل به همراه آثار فعالیت آن دیده می‌شود.



شکل (۴-۶): آینه گسل که خش لغزهای روی آن جهت غالب فعالیت گسل را نشان می‌دهد [مومنی، ۱۳۹۰].

در خطوط برداشت ۲ و ۳ که طول بزرگتری نسبت به خط برداشت اول دارند، قسمتی از سونداژها روی توپوگرافی خشن برداشت شده است. در این مناطق عمق سنگ بستر کاهش می‌یابد، که به دلیل نزدیک شدن سونداژها به دامنه کوه است و این موضوع بدیهی است. چراکه لایه معدنی شیب زیادی دارد.

رخمون‌های موجود نیز این شیب را تأیید می‌نمایند. شکل (۴-۷) بخشی از رخنمون‌های لایه بوکسیتی را نشان می‌دهد.



شکل (۴-۷): رخنمون‌های لایه بوکسیتی که توسط نقطه‌چین قرمز رنگ مشخص شده‌اند. الف) رخنمون در سمت چپ

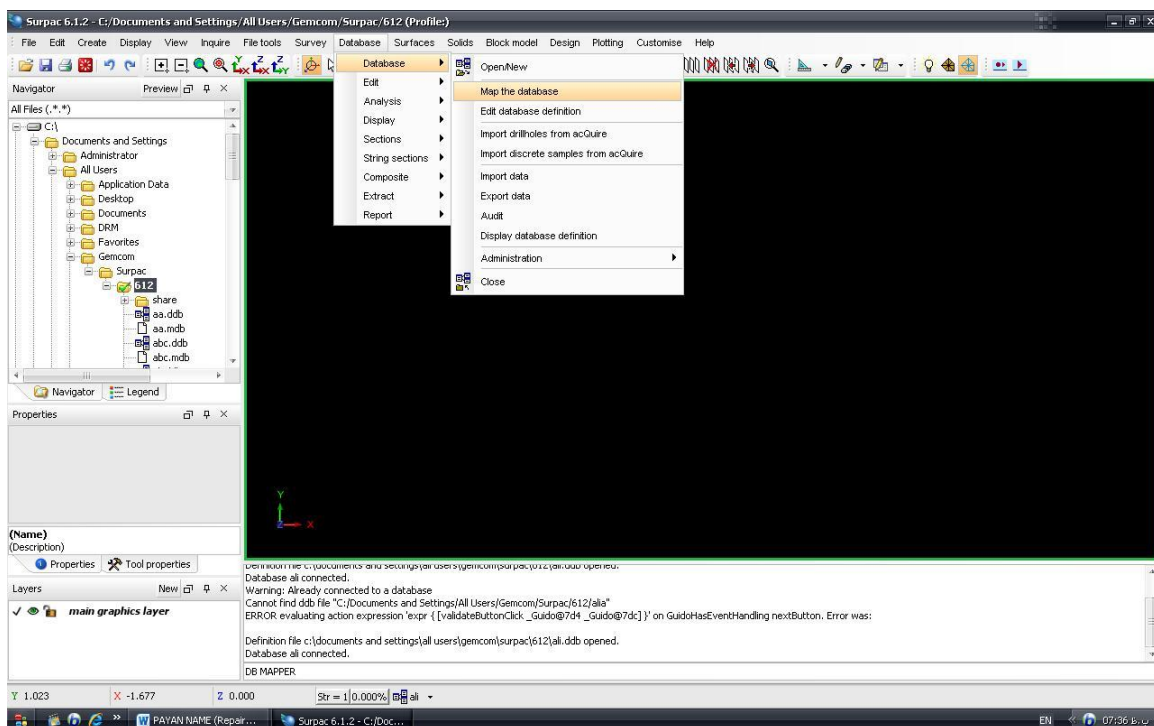
شکل دیده می‌شود. ب) رخنمون در وسط شکل و به‌طور وسیع دیده می‌شود [مومنی، ۱۳۹۰].

به منظور بررسی دقت نتایج حاصل از برداشت‌های ژئوفیزیکی در محدوده معدنی تاگویی ۴ و ۵، این نتایج با نتایج حاصل از حفاری‌های اکتشافی در منطقه برداشت مذکور مقایسه و تطبیق داده شد. ابتدا اطلاعات حفاری‌های اکتشافی از شرکت آلومینا گرفته شد برای مدل‌سازی این اطلاعات باید داده‌ها را بر اساس قالب ورودی نرم‌افزار Surpac کلاسه‌بندی شود. اولین مرحله در استفاده از این نرم‌افزار در پروژه‌های معدنی بخش داده‌های زمین‌شناسی یا گمانه‌ها است. داده‌های زمین‌شناسی، شامل چندین جدول هستند که این جداول انواع مختلف داده‌های مربوط به گمانه‌ها را شامل می‌شوند و هر جدول شامل تعداد زیادی داده است. برای ساختن گمانه‌ها دو جدول مختصات دهانه گمانه‌ها (

(COLLAR) و مشخصات نقشه برداری گمانه ها (SURVEY) حتما لازم هستند.

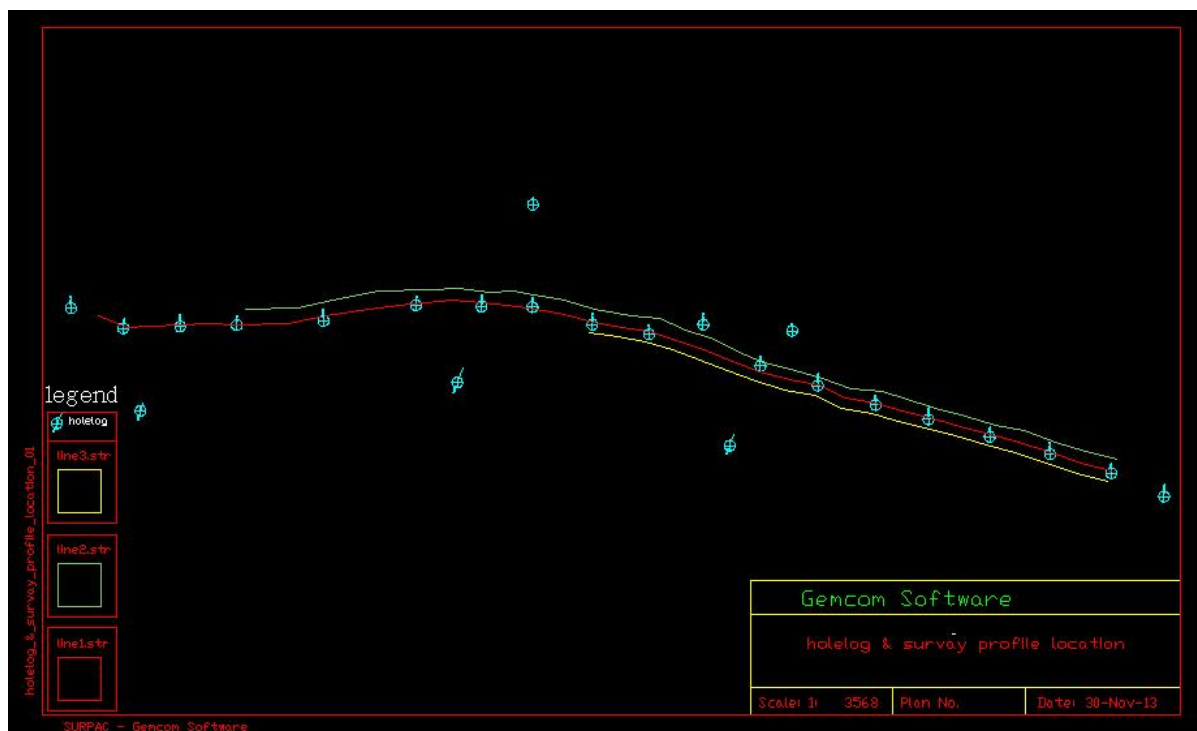
این دو جدول به ترتیب شامل مختصات X,Y,Z دهانه گمانه ها و عمق، شیب و آزیموت گمانه ها هستند.

جداول دیگری هم که مشخصاتی از داده ها را نشان می دهند برای بالا بردن دقت و درستی کار استفاده می شوند. دو جدول معمول، جدول مربوط به خصوصیات زمین شناسی (GEOLOGY) و جدول مربوط به مشخصات عیاری گمانه ها (ASSAY) هستند که به ترتیب شامل نوع سنگ و عیار مواد معدنی در فواصل عمقی مختلف هستند. برای ورود داده ها مطابق شکل (۴-۸) از قسمت Database بالایی نرم افزار Surpac منوی Database را انتخاب می نماییم و پس از آن وارد قسمت Database و سپس آیکن Map the database را انتخاب نموده و جداول collar ، survey ، geology و assay را برای نرم افزار تعریف می نماییم.



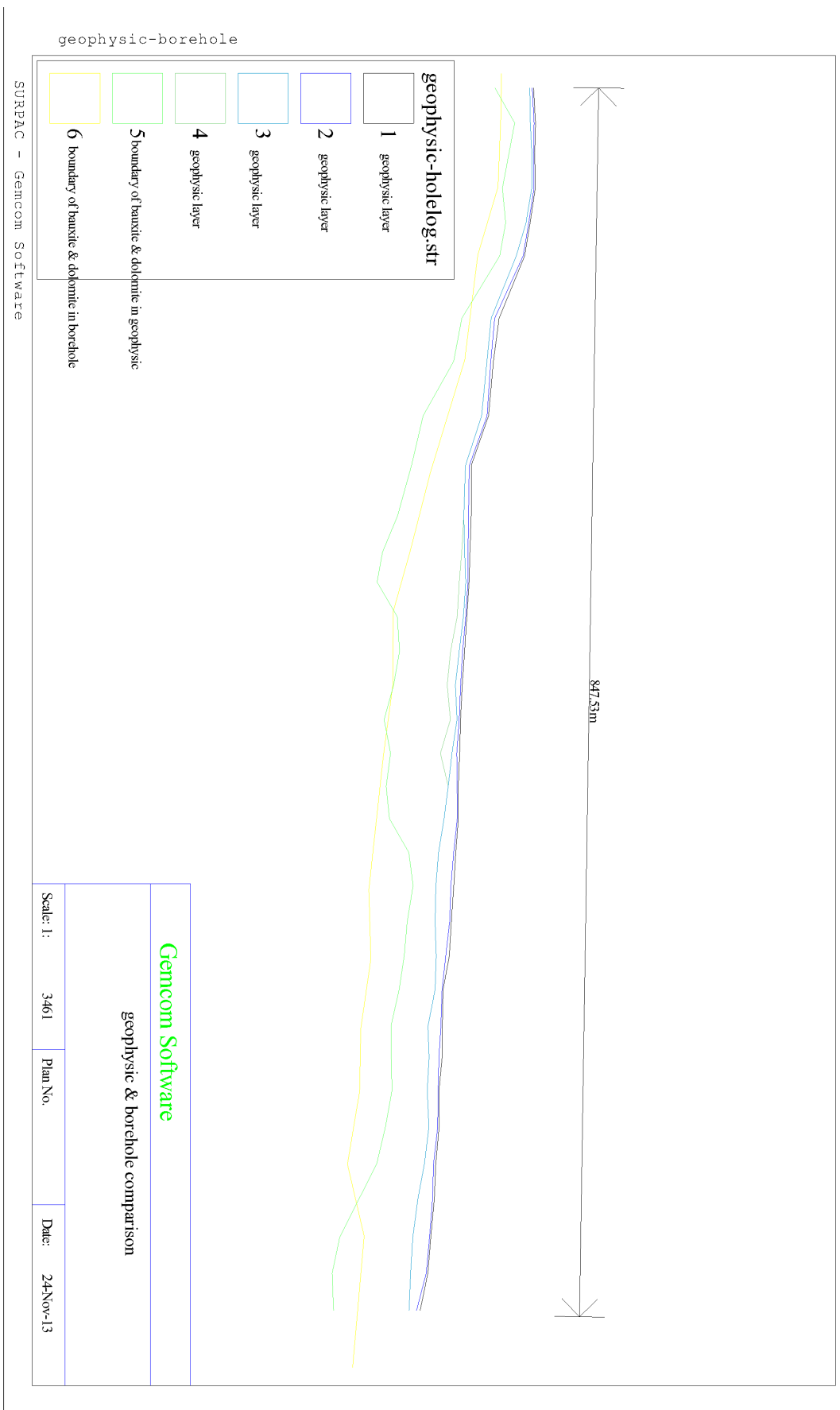
شکل (۴-۸): نحوه ورود داده ها به نرم افزار surpac

موقعیت چاه های حفاری به همراه موقعیت سونداژهای برداشت شده در منطقه مورد نظر در شکل (۹-۴) نمایش داده شده است.



شکل (۹-۴): موقعیت سونداژهای ژئوالکتریکی و چاه های حفاری در منطقه مورد مطالعه

همان طور که از روی شکل (۹-۴) مشاهده می شود تنها سونداژهای ژئوالکتریکی برداشت شده در طول پروفیل یا خط برداشت اول تقریباً منطبق بر موقعیت چاه های حفاری می باشد. برای مقایسه و تطبیق نتایج تفسیر سونداژهای ژئوالکتریکی برداشت شده در طول خط برداشت اول و نتایج حاصل از حفر چاه های اکتشافی مجاور سونداژهای ژئوالکتریکی مزبور، از نرم افزار *surpac6.1.2* استفاده شد. شکل (۱۰-۴) به ترتیب نتایج تفسیر حاصل از برداشت سونداژهای ژئوالکتریکی در طول خط برداشت اول و نتایج حاصل از حفر چاه های اکتشافی مجاور سونداژهای ژئوالکتریکی مزبور که با استفاده از نرم افزار *surpac6.1.2* رسم شده اند، را نشان می دهند.



شکل (۴-۱۰): نتایج تفسیر حاصل از برداشت سونداژهای ژئوالکتریکی و گمانه های اکتشافی در طول خط برداشت اول

که با استفاده از نرم افزار surpac6.1.2 رسم شده اند

همان طور که از روی شکل (۴-۱۰) مشاهده می‌شود، در اکثر موارد، انطباق کاملی بین ترتیب نتایج حاصل از برداشت سونداژهای ژئوالکتریکی در طول خط برداشت اول و نتایج حاصل از حفر چاه-های اکتشافی مجاور سونداژهای ژئوالکتریکی مزبور از نظر دقت در تخمین عمق لایه‌ها وجود ندارد. این امر را می‌توان به دلایل زیر نسبت داد:

۱- نوفه یا نویز زمین شناسی به دلیل افقی نبودن (یا شیبدار بودن) لایه‌های زیر سطح زمین و همچنین توپوگرافی غیر هموار سطح زمین در منطقه برداشت. در این خصوص در بعضی جاها لایه-بندی نزدیک به حالت قائم بوده و علاوه بر توپوگرافی نسبتاً شدید سطح زمین، عواملی مانند ناهمگنی و پیچیدگی ساختارهای زیرسطحی، تغییرات آرام و تدریجی مرز لایه‌ها، تغییرات سریع عمق سنگ کف و در نهایت تباین اندک مقادیر رسانندگی یا مقاومت ویژه الکتریکی ساختارهای موجود در منطقه مورد مطالعه، این نویز را تشدید کرده و عدم انطباق بیشتر بین نتایج تفسیر حاصل از برداشت سونداژهای ژئوالکتریکی و نتایج حاصل از حفر چاه‌های اکتشافی مجاور سونداژهای ژئوالکتریکی را ایجاد می‌نمایند.

۲- - نوفه یا نویز مصنوعی به دلیل عوامل مختلف ناشی از فعالیت‌های انسانی در منطقه مورد مطالعه مانند انجام حفاری‌های اکتشافی و برهم زدن توپوگرافی طبیعی سطح زمین، قرار گرفتن الکترودها به ویژه الکترودهای جریان بر روی واریزه‌های حفاری و سنگ‌ها و خاک‌های نابرجا.

۳- عدم تباین کافی بین رسانندگی یا مقاومت ویژه الکتریکی لایه‌های مجاور هم به ویژه لایه-های بوکسیت و ماسه سنگ‌ها و شیل‌های بالایی آن در منطقه مورد مطالعه.

۴-۴- بررسی صحت و دقت عملیات ژئوفیزیکی انجام گرفته و توان روش برای

پیش‌بینی عمق لایه یا زون کارستی کم‌پایین بوکسیت با دقت مورد نیاز

به منظور بررسی صحت و دقت نتایج حاصل از برداشت‌های ژئوفیزیکی در محدوده معدنی تاگوی ۴ و ۵، این نتایج با نتایج حاصل از حفاری‌های اکتشافی در منطقه برداشت مذکور مورد مقایسه قرار گرفتند و بر این اساس، توان روش به کار گرفته شده برای پیش‌بینی عمق لایه یا زون کارستی کم‌پایین بوکسیت با دقت مورد نیاز مورد بررسی قرار گرفت.

در این زمینه باید گفت که روش‌های ژئوفیزیکی از جمله روش ژئوالکتریک یا روش مقاومت ویژه جزو روش‌های غیر مستقیم اکتشافی بوده و در مقایسه با روش‌های حفاری از قبیل حفر ترانشه و گمانه که از جمله روش‌های مستقیم اکتشافی محسوب می‌شوند، معمولاً از دقت نتایج پایین‌تری برخوردار می‌باشند. همچنین با وجود این که نتایج روش‌های حفاری از دقت نسبتاً بالایی برخوردار بوده، این روش‌ها در مقایسه با روش‌های ژئوفیزیکی دارای معایبی هستند که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به بسیار زمان‌بر و پرهزینه بودن آنها اشاره کرد. علاوه بر اینها، معمولاً نتایج حفاری قابل تعمیم و توسعه به کل منطقه مورد مطالعه نبوده و یا حداقل به راحتی نمی‌توان این نتایج را به کل منطقه مورد مطالعه تعمیم داد. در مقابل روش‌های ژئوفیزیکی، اگرچه در مواردی از دقت نتایج نسبتاً پایین‌تری برخوردارند ولی از نظر زمان و هزینه مقرون به صرفه بوده و استفاده از آنها در حال گسترش و رو به فزون است.

از طرف دیگر، برای برداشت و تفسیر صحیح داده‌های ژئوفیزیکی، شرایط لازم باید مهیا باشد و رعایت این شرایط برای رسیدن به نتایج درست و صحیح الزامی است که از جمله آنها می‌توان وجود زمین یا منطقه مناسب (ایده‌آل) برداشت و دید اکتشافی جامع و دانش زمین‌شناسی لازم توسط فرد یا افراد برداشت‌کننده و مفسر یا مفسران مجرب و آگاه و مسلط را نام برد.

در هر حال، یک نتیجه کلی و مهم از این بحث آن است که نتایج روش ژئوفیزیکی معمولاً تقریبی بوده و به ندرت مانند نتایج حفاری، دقیق می‌باشند. در واقع نتایج روش ژئوفیزیکی معمولاً بسته به وجود شرایط ایده‌آل برداشت و تفسیر داده‌ها، دارای مقداری کم و بیش خطا می‌باشند. با توجه به وجود خطا در تخمین اطلاعات حاصل از تفسیر داده‌های ژئوفیزیکی، برای سنجش دقت یا خطای نتایج تفسیر داده‌های ژئوفیزیکی، این نتایج با نتایج یا اطلاعات حاصل از حفاری مورد مقایسه قرار می‌گیرد که این مهم در اینجا انجام شده است.

در جدول (۴-۴) عمق کنتاکت بین دولومیت کارستی و بوکسیت در گمانه‌های اکتشافی حفر شده و نقاط مختلف سونداژ ژئوفیزیکی یا ژئوالکتریکی واقع بر خط برداشت اول در مجاورت گمانه‌های اکتشافی مزبور که به روش‌های مختلف تفسیر شده‌اند، نشان داده شده است. همان طور که از روی این جدول دیده می‌شود در محل سونداژهای ۱ تا ۸ (و یا سونداژهای ۱ تا ۹)، دقت و انطباق تخمین این عمق به روش ژئوفیزیکی، با توجه به نتایج عمقی حاصل از حفر گمانه‌های اکتشافی مورد نظر تقریباً خوب یا قابل قبول نبوده و همچنین در اکثر سونداژهای ژئوالکتریکی واقع بر خط برداشت اول، مقدار عمق کنتاکت بین دولومیت کارستی و بوکسیت تخمین زده شده به روش ژئوفیزیکی از مقدار عمق به دست آمده از حفر گمانه‌های ذکر شده بیشتر است. بنابراین می‌توان گفت که مقدار تخمین عمق کنتاکت بین دولومیت کارستی و بوکسیت در ۸ یا ۹ سونداژ ژئوالکتریکی ۱ تا ۸ (و یا ۱ تا ۹) از مجموع ۲۱ سونداژ نشان داده شده در جدول (۴-۴) قابل قبول نیست بدین علت که مقدار خطای تخمین عمق کنتاکت بین دولومیت کارستی و بوکسیت در این سونداژها، با توجه به نتایج عمقی حاصل از حفر گمانه‌های اکتشافی مجاور آنها، از ۵۰ یا ۷۰ درصد تجاوز می‌کند. با این حال در اکثر سونداژهای ژئوالکتریکی (یعنی از سونداژ ۹ یا ۱۰ تا سونداژ ۲۱)، مقدار تخمین عمق کنتاکت بین دولومیت کارستی و بوکسیت تا حدی قابل قبول است چرا که مقدار خطای تخمین عمق کنتاکت مورد نظر در سونداژهای مذکور، با توجه به نتایج عمقی حاصل از حفر گمانه‌های اکتشافی مجاور آنها،

کمتر از ۵۰ یا ۷۰ درصد است. در محل سونداژهای ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹، و ۲۱ (از ۲۱ سونداژ ژئوالکتریکی برداشت شده)، یعنی در ۳۸ درصد سونداژها، پاسخ یا مقدار تخمین عمق کنتاکت بین دولومیت کارستی و بوکسیت بسیار خوب یا قابل قبول بوده است چرا که مقدار خطای تخمین عمق کنتاکت مورد نظر در سونداژهای مذکور، با توجه به نتایج عمقی حاصل از حفر گمانه‌های اکتشافی مجاور آنها، کمتر از ۵ یا ۱۰ درصد است و این مسئله، نتایج حاصل از تفسیر سونداژهای ژئوفیزیکی یا ژئوالکتریکی را بسیار امیدوار کننده نشان می‌دهد.

قابل قبول نبودن مقدار تخمین عمق کنتاکت بین دولومیت کارستی و بوکسیت در ۸ یا ۹ سونداژ ژئوالکتریکی ۱ تا ۸ (ویا ۱ تا ۹) را می‌توان به دلایلی که در انتهای بخش قبل گفته شد، نسبت داد که در بین این دلایل، از همه مهمتر، وجود نوفه یا نویز مصنوعی ناشی از عوامل مختلف انسانی در منطقه مورد مطالعه به ویژه قرار گرفتن الکترودها به خصوص الکترودهای جریان بر روی واریزه‌های حفاری و سنگ‌ها و خاک‌های نابرجا و وجود توپوگرافی نسبتاً شدید در سطح زمین می‌باشد.

بنابراین هر چند پیش‌بینی دقت روش ژئوفیزیکی به منظور تخمین اطلاعات مورد نظر معمولاً دقیق نبوده ولی به طور تقریبی نتایج یا اطلاعات حاصل از تفسیر داده‌های ژئوفیزیکی در محدوده یا بازه‌ای از خطا یا همان دقت تخمین، در اکثر موارد، قابل قبول یا صحیح است. در مجموع می‌توان گفت که دقت روش ژئوفیزیکی در تخمین اطلاعات مورد نظر در این طرح پژوهشی که عمق لایه دولومیت کارستی (مرز بین لایه بوکسیت و دولومیت کارستی) است، به طور تقریبی قابل قبول بوده هرچند در موارد کمتری ممکن است حتی دارای خطای بالای ۵۰ یا ۷۰ درصد نیز داشته باشد.

در نتیجه، توان روش به کار گرفته شده برای پیش‌بینی عمق لایه یا زون کارستی کمرباطین بوکسیت با دقت مورد نیاز مورد بررسی قرار گرفت و بر این اساس، نتایج تخمین عمق لایه یا زون کارستی کمرباطین بوکسیت با استفاده از روش ژئوفیزیکی به کار گرفته شده در این پایان‌نامه، در اکثر موارد، دقت قابل قبولی (خطای کمتر از ۵۰ یا ۷۰ درصد) در بر داشت.

جدول (۴-۴): عمق کنتاکت بین دولومیت کارستی و بوکسیت در گمانه‌های اکتشافی حفر شده و نقاط مختلف

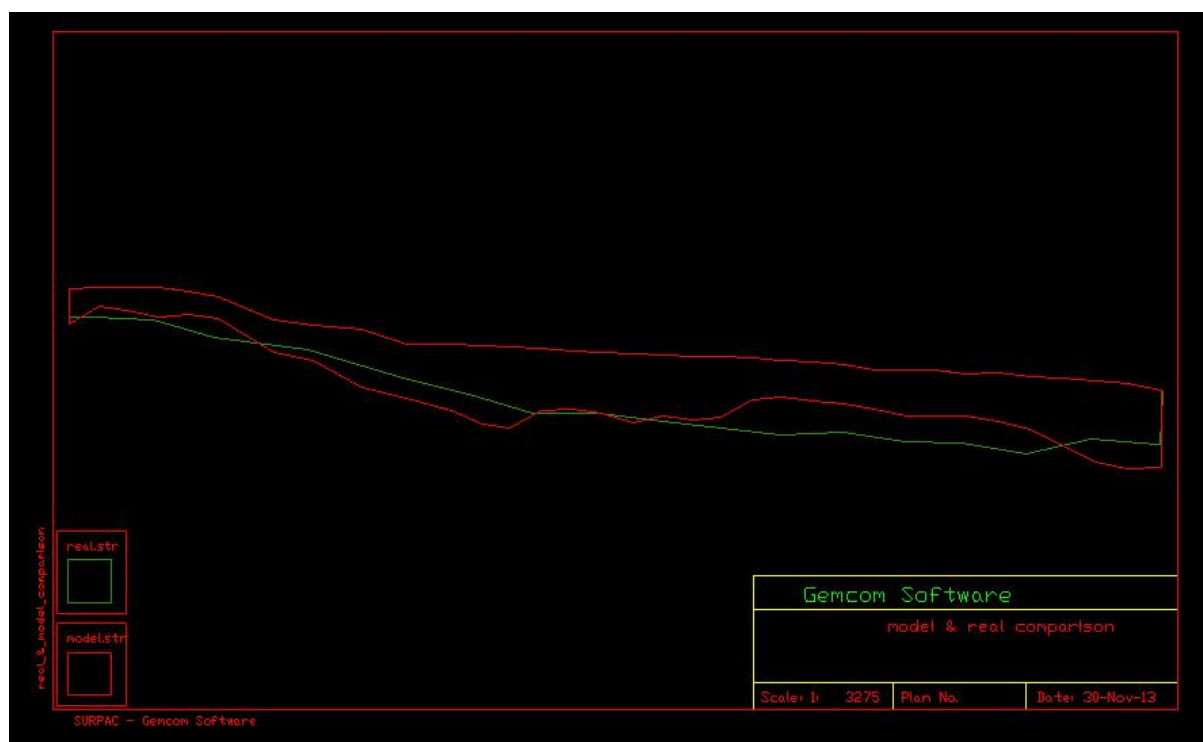
سونداژ ژئوفیزیکی یا ژئوالکتریکی واقع بر خط برداشت اول در مجاورت گمانه‌های اکتشافی مزبور که به روش‌های

مختلف تفسیر شده‌اند.

No.	X	Y	Z	کد نقشه برداری	کد سونداژ	کد گمانه	عمق کنتاکت دولومیت و بوکسیت در گمانه (متر)	عمق نهایی گمانه (متر)	عمق تشخیص کنتاکت دولومیت و بوکسیت در سونداژ (متر)				
									منحنی استاندارد	IXID	VES	IPI2WIN	مدل اکام و ریج
1	463928.4	4100320.3	1313.317	SONDTAG900820	S1	Tg4-B7-1	23.4	26.5	60	59.71	60.6	60	59.74
2	463952.4	4100311	1314.609	SONDTAG900820	S2	BHTg-18	24.95	27.00	66	65.56	67	65.8	65.96
3	463972.6	4100312.1	1314.143	SONDTAG900820	S3	Tg4-24-1	25.75	27.50	66	60.15	61.9	60.4	62.73
4	463997.4	4100312.8	1314.481	SONDTAG900820	S4	BHTg-A24-2	25.80	28.50	46	43.72	43.3	45.6	51.95
5	464021.3	4100313.5	1310.936	SONDTAG900820	S5	Tg4-B6-1	32.00	36.00	43	42.69	42	42.7	40.73
6	464044	4100313.4	1307.164	SONDTAG900820	S6	BHTg-17	34.50	36.90	38	32.31	32	34.7	37.05
7	464087.1	4100314.4	1289.551	SONDTAG900820	S7	Tg4-B5-1	22.70	26.00	40	31.26	34.9	31.2	32.41
8	464116.8	4100320.4	1285.633	SONDTAG900820	S8	BHTg-A20-1	20.00	22.50	38	32.71	35.2	38.5	35
9	464154.3	4100326.1	1282.279	SONDTAG900820	S9	Tg4-B4-1	27.50	30.50	40	44.8	41	39	35.39
10	464223.4	4100333.6	1270.3	SONDTAG900820	S10	Tg4-B3-1	37.50	39.50	40	34.7	35	34.2	30.3
11	464248.2	4100330.6	1269.428	SONDTAG900820	S11	BHTg-24A-2	38.50	43.20	38	42.83	39.5	38	31.1
12	464269	4100329.2	1268.839	SONDTAG900820	S12	Tg4-B2-1	42.90	45.50	40	37.45	37	35.6	30.41
13	464316.6	4100322.3	1265.752	SONDTAG900820	S13	Tg4-B1-1	49.00	51.50	33	30.84	32.3	32.1	28.05
14	464340	4100315	1264.125	SONDTAG900820	S14	BHTg-A19-1	48.40	50.80	32	30.23	34.8	32.1	32.37
15	464363.9	4100311.1	1262.936	SONDTAG900820	S15	Tg5-B19-1	51.75	54.5	46	49.08	46.5	44.4	47.58
16	464387.1	4100307.5	1262.403	SONDTAG900820	S16	BHTg-14	53.30	57.00	70	46.2	58.3	54.1	49.69
17	464409.9	4100300.3	1261.374	SONDTAG900820	S17	Tg5-B18-1	60	64	52	48.09	46	52	47.71
18	464432.1	4100292.1	1261.482	SONDTAG900820	S18	BHTg-A18-1	53.90	55.20	60	58.48	56	54.1	52.65
19	464455.5	4100283.4	1259.684	SONDTAG900820	S19	Tg5-B17-1	56.4	59	60	48.89	46.6	50.5	47.32
20	464478.3	4100274.2	1258.324	SONDTAG900820	S20	BHTg-13	58.95	63.00	50	46.3	45.5	44	44.84
21	464503	4100267.4	1256.625	SONDTAG900820	S21	Tg5-B16-1	55.9	58	62	57.15	53.5	50.6	48

۴-۵- تعیین محدوده و حجم بوکسیت

با توجه به اطلاعات گمانه‌های اکتشافی موجود در معدن بوکسیت جاجرم به دلیل اینکه حفاری‌ها بر روی شبکه منظمی صورت نگرفته است (اکثر گمانه‌ها در امتداد هم می‌باشند) و کماکان حفاری‌های اکتشافی در این محدوده صورت می‌گیرد و همچنین به دلیل عدم تفکیک دقیق لایه‌های بوکسیت سخت، بوکسیت شیلی و بوکسیت کائولنی به کمک داده‌های ژئوفیزیک، امکان محاسبه حجم و محدوده بوکسیت منطقه امکان پذیر نمی‌باشد؛ ولی با توجه به مشخص بودن مرز کمر پایین ساختار بوکسیتی از دولومیت امکان محاسبه میزان سطح کمر بالای دولومیت تا سطح زمین وجود دارد که این سطح را می‌توان با سطح کمر بالای دولومیت که از طریق اطلاعات ژئوفیزیک بدست آمده است را مقایسه نمود در شکل (۴-۱۱) مدل دوبعدی حاصل از اطلاعات گمانه‌های اکتشافی و ژئوفیزیکی با کمک نرم افزار surpac نشان داده شده است.



شکل (۴-۱۱): مدل دوبعدی حاصل از اطلاعات گمانه‌های اکتشافی و ژئوفیزیکی

طبق مدل سازی صورت گرفته، سطح مقطع کمر بالای دولومیت تا سطح زمین با استفاده از اطلاعات گمانه های اکتشافی ۳۶۴۴۲ متر مربع و سطح مقطع کمر بالای دولومیت تا سطح زمین با استفاده از اطلاعات ژئوفیزیکی ۳۳۳۷۲ متر مربع می باشد که اختلاف سطح ۳۰۷۰ متر مربع می باشد و میزان خطای موجود ۸/۴ درصد می باشد.

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱-۱- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پایان نامه را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

۱- نتایج حاصل از مدل‌سازی، حداقل وجود چهار لایه ژئوالکتریکی را در منطقه تاگویی ۴

و ۵ واقع در محدوده معدنی بوکسیت جاجرم، نشان می‌دهند.

۲- روش سونداژزنی مقاومت‌ویژه، روشی ارزان، سریع و با تجهیزات قابل حمل می‌باشد؛

که با طراحی و برداشت صحیح، حتی در مناطق با توپوگرافی نسبتاً شدید، می‌تواند در تشخیص

کمرپایین بوکسیت کارستی مفید باشد. در منطقه معدنی بوکسیت جاجرم، به دلیل اختلاف قابل

مقایسه بین مقاومت‌ویژه لایه معدنی با سنگ بستر دولومیتی، احتمالاً تشخیص عمق سنگ بستر

دولومیتی با مدل‌سازی و تفسیر یک‌بعدی و دوبعدی داده‌های مقاومت‌ویژه امکان‌پذیر است.

۳- در معادن بوکسیت با زمین‌شناسی مشابه معدن بوکسیت جاجرم، به دلیل عدم تباین

مقاومت‌ویژه بوکسیت و کائولن، تشخیص کمر بالای بوکسیت و در نتیجه مشخص نمودن

ضخامت لایه معدنی، کار ساده‌ای نیست.

۴- نتایج به دست آمده در این تحقیق، تغییرات عمقی سنگ بستر دولومیتی را شدید و

لایه بوکسیتی را شیب‌دار نشان می‌دهد.

۵- به دلایل متعددی که در متن به آنها اشاره شد، در همه جا انطباق کاملی بین نتایج

تفسیر سونداژهای مقاومت‌ویژه و نتایج حاصل از حفر گمانه‌های اکتشافی مجاور سونداژهای

مزبور از نظر دقت در تخمین عمق کمرپایین بوکسیت وجود ندارد.

با توجه به یافته‌های حاصل از این پایان نامه، موارد زیر را می‌توان پیشنهاد نمود:

- ۱) تشخیص مدل اولیه مناسب، نقش اساسی در دست یابی به مدل منطقی و سازگار با شواهد زمین‌شناسی دارد؛ از این‌رو توجه توأم به نتایج روش اُکام و ریچ و شواهد موجود در منطقه عملیاتی جهت رسیدن به مدل اولیه مناسب پیشنهاد می‌گردد.
- ۲) با توجه به تکتونیزه بودن منطقه و حساسیت کم آرایش شلومبرژه به تغییرات جانبی، پیشنهاد می‌شود به‌منظور بررسی بیشتر و نمایش دقیق گسل‌های موجود، برداشت‌های ژئوالکتریک با آرایش‌های نیم‌شلومبرژه یا قطبی- دوقطبی و یا دو قطبی- دو قطبی در راستای عمود بر گسل‌ها و موازی خطوط برداشت شده، انجام شود.
- ۳) با توجه به وجود رخنمون‌های بوکسیتی موجود، برداشت داده ژئوالکتریکی، با روش اتصال به جرم نیز پیشنهاد می‌شود.
- ۴) از آنجایی که مرز تیزی بین دولومیت و بوکسیت و لایه‌های بالایی وجود ندارد و نیز باتوجه به توپوگرافی نسبتاً شدید منطقه، ممکن است روش لرزه‌نگاری انکساری جهت اهداف مورد نظر روش ناموفقی باشد؛ با این وجود، برداشت داده‌های لرزه‌نگاری انکساری برای بررسی احتمالی عمق و ضخامت ذخیره معدنی قابل پیشنهاد است.

مراجع فارسی

- (۱) جعفر زاده ر، (۱۳۸۱)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد: "بررسی کانی‌شناسی، ژئوشیمی و ژنز بوکسیت جاجرم"، دانشکده زمین شناسی، دانشگاه شیراز،
- (۲) حجت آ، (۱۳۸۲)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد: "مطالعات ژئوالکتریک جهت بررسی آبهای زیر زمینی و ساختارهای زمین شناسی در محدوده آنومالی شماره ۳ معدن گل گهر". دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- (۳) کیمیا قلم ج، محمدی جوآبادی ع و شاهین ا. (۱۳۶۳). "گزارش ژئوفیزیکی پیمایش مغناطیسی و سونداژهای/الکتریک منطقه کیاسر". تهران: سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی.
- (۴) ناصری م، (۱۳۸۲)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد: "کانی‌شناسی و ژئوشیمی کانسار بوکسیت جاجرم با نگرشی بر کاربردها و محدودیت‌ها در کاربرد صنعتی" دانشکده زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد،
- (۵) کامکار روحانی ا، (۱۳۸۸)، گزارش نهایی طرح پژوهشی: "بررسی ژئوفیزیک (ژئوالکتریک) به منظور شناسایی سنگ کف در بستر رودخانه قلعه دختر" دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود،
- (۶) مدنی ح، (۱۳۶۶)، "اصول پیجویی، اکتشاف و ارزیابی ذخایر معدنی". انتشارات ایران ارشاد
- (۷) حسنی پاک ع، (۱۳۸۰)، "تحلیل داده‌های اکتشافی". انتشارات دانشگاه تهران
- (۸) اصغری ا، (۱۳۹۱)، "برنامه درسی ارزیابی ذخیره". دانشگاه تهران.
- (۹) عرب امیری ع، کامکار روحانی ا، (۱۳۹۲)، گزارش نهایی طرح پژوهشی: "سونداژ ژئوفیزیکی، تفسیر نتایج و مدل‌سازی به منظور تعیین عمق لایه یا زون کارستی کمر پایین بوکسیت"، دانشکده

مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود،

(۱۰) مومنی ف، (۱۳۹۰)، پایان نامه کارشناسی ارشد: "مدل سازی و تفسیر سونداژهای الکتریکی به

منظور تعیین عمق و ضخامت ذخیره و شناسایی دقیق تر زون کارستی کمرباطین بوکسیت در یکی

از معادن بوکسیت جاجرم"، دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک، دانشگاه صنعتی شاهرود،

(۱۱) شهریار م، (۱۳۶۵)، "ذخایر بوکسیت کارستی (با بستر کربناته)". انتشارات میقات

(۱۲) شرکت مشاوره ای ایتوک ایران، (۱۳۸۲)، "مطالعات فنی و اقتصادی و گزارشات معدن

بوکسیت جاجرم، شرکت آلومینای ایران

مراجع انگلیسی

13) Loke M. H. (2004) a. "Tutorial: 2D and 3D electrical imaging surveys".

14) Valetton I. (1972). "Bauxites" Elsevier Publishing company, Amsterdam.

15) Bardossy G. (1982). "Karst bauxite" Elsevier science.

16) Loke M. H. (2004) b. "Res2dinv ver. 3.54, Manual, (Rapid 2-D Resistivity & IP inversion using the least-squares method)". Geotomo software.

17) Reynolds J. (1997). "An Introduction to applied and environmental geophysics" John Wiley. England. pp 418-490.

18) Telford W. Geldart L. & Sheriff R. (1990). "An Introduction to Applied"

19) www.iranitok.com. (2012).

20) www.gsinet.ir. (2012).

21) www.ngdir.ir. (2014).

22) www.jork.org.(2014)

پوست

collar table					
hole path	max depth	z	Y	x	hole id
LINEAR	126.7	1557.09	461303.1	4100643.29	T1
LINEAR	101.8	1184.96	465780.2	4099834.25	T10
LINEAR	95	1486.82	461714.29	4100530	T102
LINEAR	63.5	1154.57	465939.38	4099708.82	T11
LINEAR	36.5	1128.54	466027.39	4099565.69	T112
LINEAR	33.8	1110.01	466075.47	4099418.92	T113
LINEAR	8.5	1117.01	465937.64	4099498.41	T12
LINEAR	27	1130.87	465932.72	4099379.29	T13
LINEAR	63.2	1531.93	461698.41	4100378.05	T2
LINEAR	68	1126.03	466109.83	4099616.67	T212
LINEAR	50	1448.98	462002.24	4100509.83	T3
LINEAR	131.3	1409.21	462859.25	4100605.58	T4
LINEAR	144.5	1363.85	463705.69	4100458.94	T5
LINEAR	122	1275.98	464289.94	4100412.62	T6
LINEAR	104.5	1273.98	464505.4	4100307.91	T7
LINEAR	119.5	1221.81	465252.84	4100080.46	T8
LINEAR	113	1205.43	465506.15	4099960.83	T9
LINEAR	51.1	1159.83	465830.99	4099745.12	TG-1
LINEAR	32.5	1160.021	465815.388	4099728.33	TG-1-1
LINEAR	37	1156.623	465909.637	4099677.97	TG-I1-1
LINEAR	37	1157.542	465883.582	4099693.917	TG-I2-1
LINEAR	58	1157.022	465902.623	4099717.4	TG-I2-2
LINEAR	29.5	1158.72	465859.25	4099705.209	TG-I3-1
LINEAR	28	1159.48	465836.515	4099714.432	TG-I4-1
LINEAR	48	1158.855	465854.416	4099731.935	TG-I4-2
LINEAR	50.9	1237.28	464770.65	4100189.84	TG-10
LINEAR	65.9	1245.71	464669.68	4100220.09	TG-11
LINEAR	59	1250.21	464574.83	4100246.44	TG-12
LINEAR	63	1258.47	464479.18	4100278.82	TG-13
LINEAR	57	1262.53	464386.55	4100305.14	TG-14
LINEAR	54.35	1267.32	464289.69	4100327.6	TG-15
LINEAR	32.9	1271.54	464193.01	4100329.18	TG-16
LINEAR	36.9	1306.86	464043.76	4100312.64	TG-17
LINEAR	27	1314.22	463949.46	4100310.08	TG-18
LINEAR	20	1323.49	463852.5	4100312.22	TG-19
LINEAR	57	1175.55	465757.66	4099785.35	TG-2
LINEAR	28	1337.66	463756.79	4100332.77	TG-20
LINEAR	49	1360.12	463657.12	4100360.92	TG-21
LINEAR	66	1383.9	463559.97	4100380.78	TG-22

LINEAR	43.2	1269.64	464247.3	4100328.21	TG-24A-2
LINEAR	46.7	1188.74	465488.27	4099911.35	TG-27A-1
LINEAR	66.85	1182.69	465666.46	4099839.29	TG-3
LINEAR	52.2	1199.79	465310.7	4099982.87	TG-4
LINEAR	56.1	1206.97	465222	4100031.08	TG-5
LINEAR	40.9	1212.62	465129.5	4100064.01	TG-6
LINEAR	50	1216.54	465040	4100097.68	TG-7
LINEAR	64.9	1224.98	464940.73	4100132.11	TG-8
LINEAR	41.9	1229.39	464858.82	4100149.84	TG-9
LINEAR	54.2	1158.4	465878.4	4099725.09	TG-A1
LINEAR	45	1210.53	465175.08	4100045.25	TG-A10-1
LINEAR	50	1170.82	465794.02	4099764.57	TG-A1-1
LINEAR	44	1215.25	465085.55	4100089.11	TG-A11-1
LINEAR	69	1222.48	464989.71	4100114.46	TG-A12-1
LINEAR	54.8	1227.17	464899.57	4100140.03	TG-A13-1
LINEAR	48.2	1234.14	464814.67	4100170.51	TG-A14-1
LINEAR	56	1242.35	464719.85	4100205.57	TG-A15-1
LINEAR	62.25	1248.11	464618.87	4100234.48	TG-A16-1
LINEAR	58.5	1255.2	464526.91	4100262.52	TG-A17-1
LINEAR	55.2	1264.08	464431.57	4100313.18	TG-A18-1
LINEAR	50.8	1264.08	464339.32	4100313.18	TG-A19-1
LINEAR	22.5	1285	464116.04	4100316.29	TG-A20-1
LINEAR	60	1184.79	465710.07	4099809.04	TG-A2-1
LINEAR	24.5	1310.35	463906	4100326.88	TG-A21-1
LINEAR	27.8	1335.57	463804.06	4100321.96	TG-A22-1
LINEAR	34.6	1344.81	463706.06	4100346.54	TG-A23-1
LINEAR	69.5	1367.64	463352.28	4100456	TG-A23-2
LINEAR	51.1	1365.12	463609.83	4100370.2	TG-A24-1
LINEAR	28.5	1314.24	463996.71	4100311.53	TG-A24-2
LINEAR	83.5	1352.82	463283.6	4100504	TG-A25-1
LINEAR	66	1371.57	463082.7	4100526	TG-27-1
LINEAR	87.5	1365.09	463330.2	4100487	TG-A27-1
LINEAR	23	1373.85	462974	4100517	TG-28-1
LINEAR	93.5	1352.71	463237.5	4100520	TG-A28-1
LINEAR	140	1408.79	462887.48	4100602.09	TG-29-1
LINEAR	62.5	1361.59	463132.2	4100524	TG-A29-1
LINEAR	57	1372.11	463028.1	4100530	TG-A30-1
LINEAR	97.2	1401.65	462790.9	4100603.94	TG-30-1
LINEAR	108.5	1388.74	462941.7	4100593	TG-A31-1
LINEAR	65.5	1402.24	462677.34	4100577.62	TG-31-1
LINEAR	90	1415.34	462581.08	4100591.96	TG-32-1
LINEAR	54	1409.64	462466.6	4100572.47	TG-33-1
LINEAR	42.5	1415.19	462243.91	4100515	TG-35-1

LINEAR	82.5	1403.86	462736.01	4100599.25	TG-A33-1
LINEAR	27.5	1425	462357.08	4100544.69	TG-34-1
LINEAR	74.5	1414.2	462628.35	4100587.97	TG-A34-1
LINEAR	75	1408.7	462526.74	4100586.44	TG-A35-1
LINEAR	48.5	1414.72	462420.06	4100571.99	TG-A36-1
LINEAR	77.5	1450	462151.87	4100555.83	TG-36-1
LINEAR	51.5	1497.04	462027.26	4100488.87	TG-37-1
LINEAR	35	1475	461924.36	4100495.31	TG-38-1
LINEAR	57.5	1440	462203.45	4100553.81	TG-A38-1
LINEAR	39	1525	461769	4100330.14	TG-39-1
LINEAR	72.5	1450	462096.49	4100545.56	TG-A39-1
LINEAR	46	1495.61	461962.17	4100448.63	TG-A40-1
LINEAR	39.5	1507.93	461595.41	4100438.06	TG-41-1
LINEAR	40.5	1500	461843.38	4100402.05	TG-A41-1
LINEAR	29.5	1525.96	461495.57	4100456.57	TG-42-1
LINEAR	38	1550	461708.79	4100304.22	TG-A42-1
LINEAR	37	1532.68	461401.66	4100510.04	TG-43-1
LINEAR	26	1525	461629.37	4100385.29	TG-A43-1
LINEAR	33.5	1541.25	461317.52	4100544.11	TG-44-1
LINEAR	44.5	1514.6	461541.03	4100465.12	TG-A44-1
LINEAR	53	1532.4	461322.7	4100577	TG-44-2
LINEAR	64	1550.92	461218.74	4100583.35	TG-45-1
LINEAR	41.5	1519.64	461462.01	4100506.91	TG-A45-1
LINEAR	65	1544.8	461226.9	4100604.6	TG-45-2
LINEAR	48.5	1544.1	461292.2	4100554.5	TG-B45-1
LINEAR	48.5	1535.1	461299.5	4100582.4	TG-B45-2
LINEAR	72	1574.96	461120.89	4100598.76	TG-46-1
LINEAR	72	1554.9	461140.26	4100602.89	TG-46-2
LINEAR	32.5	1537.99	461360.98	4100525.47	TG-A46-1
LINEAR	67	1544.9	461243.3	4100575.4	TG-B46-1
LINEAR	62.5	1541.4	461249.2	4100597.5	TG-B46-2
LINEAR	58	1544.09	461263.11	4100562.37	TG-A47-1
LINEAR	75.5	1538.5	461271.3	4100593.9	TG-A47-2
LINEAR	56.5	1559.5	461195.5	4100578.7	TG-B47-1
LINEAR	76	1547.8	461200.7	4100610.8	TG-B47-2
LINEAR	62.5	1554.9	461171.54	4100602.89	TG-A48-1
LINEAR	74	1553	461177.9	4100620.7	TG-A48-2
LINEAR	54.5	1603.09	461069.66	4100585.95	TG-A49-1
LINEAR	48.5	1581.7	461088	4100636.2	TG-A49-2
LINEAR	51	1584.44	461097.49	4100607.43	TG-B49-1
LINEAR	93.5	1580.7	461105.8	4100640.8	TG-B49-2
LINEAR	65.5	1193.87	465624.01	4099853.28	TG-A3-1
LINEAR	51.5	1185.3	465577.69	4099875.34	TG-A4-1

LINEAR	60	1193.62	465533.61	4099893.54	TG-A5-1
LINEAR	52.6	1198.67	465444.77	4099930.64	TG-A6-1
LINEAR	44	1194.54	465400.26	4099946.97	TG-A7-1
LINEAR	44	1198.41	465354.53	4099965.18	TG-A8-1
LINEAR	59	1207.98	465267.23	4100008.25	TG-A9-1
LINEAR	3.2	1369.38	461252.98	4100493.91	TR-18A
LINEAR	20.7	1575.89	461660.68	4100219.44	TR-19
LINEAR	22.4	1533.55	461960.26	4100310.63	TR-19A
LINEAR	3.7	1484.25	462264.9	4100423.89	TR-20
LINEAR	19.2	1449.28	462472.38	4100478.17	TR-21
LINEAR	15.5	1401.44	462840.26	4100507.52	TR-21A
LINEAR	21	1384.4	463172.6	4100443.61	TR-22
LINEAR	12	1434.96	463329.7	4100350.3	TR-23
LINEAR	6.3	1402.32	463629.63	4100256.76	TR-23A
LINEAR	7.3	1347.71	463963.68	4100241.75	TR-24
LINEAR	14.7	1287.34	464227.14	4100264.91	TR-24A
LINEAR	11.3	1267.59	464453.77	4100212.69	TR-25
LINEAR	5.7	1234.31	464841.45	4100103.6	TR-26
LINEAR	5.3	1216.72	465181.3	4100006.19	TR-27
LINEAR	2.7	1202.39	465668.69	4099681.54	TR-28
LINEAR	6.7	1190.57	465784.82	4099603.94	TR-29-1
LINEAR	9.2	1182.94	465843.3	4099635.22	TR-29
LINEAR	5.7	1182.43	465730	4099359.83	TR-30-1
LINEAR	22.8	1149.12	465846	4099435.1	TR-30
LINEAR	2.6	1163.24	465780.14	4099337.5	TR-30A

survey table			
azimuth	Dip	depth	hole id
0	-90	126.7	T1
0	-90	101.8	T10
0	-90	95	T102
0	-90	63.5	T11
0	-90	36.5	T112
0	-90	33.8	T113
0	-90	8.5	T12
0	-90	27	T13
0	-90	63.2	T2
0	-90	68	T212
0	-90	50	T3
0	-90	131.3	T4
0	-90	144.5	T5
0	-90	122	T6
0	-90	104.5	T7
0	-90	119.5	T8
0	-90	113	T9
0	-90	51.1	TG-1
0	-90	32.5	TG-1-1
0	-90	37	TG-I1-1
0	-90	37	TG-I2-1
0	-90	58	TG-I2-2
0	-90	29.5	TG-I3-1
0	-90	28	TG-I4-1
0	-90	48	TG-I4-2
0	-90	50.9	TG-10
0	-90	65.9	TG-11
0	-90	59	TG-12
0	-90	63	TG-13
0	-90	57	TG-14
0	-90	54.35	TG-15
0	-90	32.9	TG-16
0	-90	36.9	TG-17
0	-90	27	TG-18
0	-90	20	TG-19
0	-90	57	TG-2
0	-90	28	TG-20
0	-90	49	TG-21
0	-90	66	TG-22
0	-90	43.2	TG-24A-2
0	-90	46.7	TG-27A-1

0	-90	66.85	TG-3
0	-90	52.2	TG-4
0	-90	56.1	TG-5
0	-90	40.9	TG-6
0	-90	50	TG-7
0	-90	64.9	TG-8
0	-90	41.9	TG-9
0	-90	54.2	TG-A1
0	-90	45	TG-A10-1
0	-90	50	TG-A1-1
0	-90	44	TG-A11-1
0	-90	69	TG-A12-1
0	-90	54.8	TG-A13-1
0	-90	48.2	TG-A14-1
0	-90	56	TG-A15-1
0	-90	62.25	TG-A16-1
0	-90	58.5	TG-A17-1
0	-90	55.2	TG-A18-1
0	-90	50.8	TG-A19-1
0	-90	22.5	TG-A20-1
0	-90	60	TG-A2-1
0	-90	24.5	TG-A21-1
0	-90	27.8	TG-A22-1
0	-90	34.6	TG-A23-1
0	-90	69.5	TG-A23-2
0	-90	51.1	TG-A24-1
0	-90	28.5	TG-A24-2
0	-90	83.5	TG-A25-1
0	-90	66	TG-27-1
0	-90	87.5	TG-A27-1
0	-90	23	TG-28-1
0	-90	93.5	TG-A28-1
0	-90	140	TG-29-1
0	-90	62.5	TG-A29-1
0	-90	57	TG-A30-1
0	-90	97.2	TG-30-1
0	-90	108.5	TG-A31-1
0	-90	65.5	TG-31-1
0	-90	90	TG-32-1
0	-90	54	TG-33-1
0	-90	42.5	TG-35-1
0	-90	82.5	TG-A33-1
0	-90	27.5	TG-34-1

0	-90	74.5	TG-A34-1
0	-90	75	TG-A35-1
0	-90	48.5	TG-A36-1
0	-90	77.5	TG-36-1
0	-90	51.5	TG-37-1
0	-90	35	TG-38-1
0	-90	57.5	TG-A38-1
0	-90	39	TG-39-1
0	-90	72.5	TG-A39-1
0	-90	46	TG-A40-1
0	-90	39.5	TG-41-1
0	-90	40.5	TG-A41-1
0	-90	29.5	TG-42-1
0	-90	38	TG-A42-1
0	-90	37	TG-43-1
0	-90	26	TG-A43-1
0	-90	33.5	TG-44-1
0	-90	44.5	TG-A44-1
0	-90	53	TG-44-2
0	-90	64	TG-45-1
0	-90	41.5	TG-A45-1
0	-90	65	TG-45-2
0	-90	48.5	TG-B45-1
0	-90	48.5	TG-B45-2
0	-90	72	TG-46-1
0	-90	72	TG-46-2
0	-90	32.5	TG-A46-1
0	-90	67	TG-B46-1
0	-90	62.5	TG-B46-2
0	-90	58	TG-A47-1
0	-90	75.5	TG-A47-2
0	-90	56.5	TG-B47-1
0	-90	76	TG-B47-2
0	-90	62.5	TG-A48-1
0	-90	74	TG-A48-2
0	-90	54.5	TG-A49-1
0	-90	48.5	TG-A49-2
0	-90	51	TG-B49-1
0	-90	93.5	TG-B49-2
0	-90	65.5	TG-A3-1
0	-90	51.5	TG-A4-1
0	-90	60	TG-A5-1
0	-90	52.6	TG-A6-1

0	-90	44	TG-A7-1
0	-90	44	TG-A8-1
0	-90	59	TG-A9-1
15	-30	1.9	TR-18A
9	-30	1.5	TR-19
10	-30	2.3	TR-19A
359	-30	1.4	TR-20
10	-30	1.7	TR-21
9	-30	1.7	TR-21A
13	-30	2	TR-22
13	-30	1.8	TR-23
17	-30	2.5	TR-23A
17	-30	1.6	TR-24
20	-30	1.3	TR-24A
22	-30	1.5	TR-25
23	-30	2	TR-26
90	-30	1.8	TR-27
41	-30	1.7	TR-28
53	-30	2.2	TR-29-1
53	-30	3.1	TR-29
56	-30	2.1	TR-30-1
57	-30	2.4	TR-30
74	-30	1.4	TR-30A

geology table				
rock	depth to	depth from	sample id	hole id
KB	115	114.6	1	T1
KB	116.45	115	2	T1
HB	117	116.45	3	T1
SB	118.1	117	4	T1
KB	94.6	93.9	5	T10
HB	95.2	94.6	6	T10
HB	96.2	95.2	7	T10
HB	97.2	96.2	8	T10
HB	97.65	97.2	9	T10
SB	99.7	97.7	10	T10
SB	100.35	99.7	11	T10
KB	101	100.35	12	T10
KB	79.3	78.7	13	T102
KB	80.4	79.3	14	T102
HB	81.9	80.4	15	T102
SB	83	81.9	16	T102
KB	56.15	55.3	17	T11
KB	56.65	56.15	18	T11
HB	57.4	56.65	19	T11
HB	58.15	57.4	20	T11
SB	60.4	58.15	21	T11
SB	62.25	60.4	22	T11
KB	21.8	20.95	23	T112
HB	23	21.8	24	T112
KB	24	23	25	T112
HB	25.2	24	26	T112
SB	26	25.2	27	T112
SB	27	26	28	T112
SB	27.85	27	29	T112
KB	29.2	27.85	30	T112
SB	30.2	29.2	31	T113
SB	31.2	30.2	32	T113
HB	32.2	31.2	33	T113
KB	15.35	14.8	34	T13
KB	16	15.35	35	T13
HB	16.5	16	36	T13
HB	17.1	16.5	37	T13
SB	18.2	17.1	38	T13
KB	49.2	49	39	T2
KB	50.35	49.2	40	T2
HB	51	50.35	41	T2

HB	51.95	51	42	T2
SB	53.35	51.95	43	T2
HB	51.5	49	44	T212
SB	52.5	51.5	45	T212
SB	53.5	52.5	46	T212
SB	54.25	53.5	47	T212
KB	55	54.25	48	T212
KB	32.15	31.7	49	T3
HB	33.5	32.15	50	T3
SB	35	33.5	51	T3
KB	111.5	110.5	52	T4
HB	112	111.5	53	T4
HB	112.4	112	54	T4
HB	113	112.4	55	T4
HB	113.6	113	56	T4
SB	113.9	113.6	57	T4
KB	115.5	114.1	58	T4
KB	118.6	116.9	59	T4
HB	119.4	118.6	60	T4
HB	120.4	119.4	61	T4
HB	121.3	120.4	62	T4
SB	124.3	121.3	63	T4
KB	135.6	135	64	T5
HB	136.6	135.6	65	T5
HB	137.45	136.6	66	T5
SB	140	137.45	67	T5
SB	143	140	68	T5
KB	117.3	116.3	69	T6
HB	117.85	117.3	70	T6
SB	119	117.85	71	T6
KB	98	97	72	T7
HB	99.1	98	73	T7
HB	100.65	99.1	74	T7
HB	101.05	100.65	75	T7
SB	102	101.05	76	T7
SB	103.6	102	77	T7
KB	109.4	108.8	78	T8
KB	109.9	109.4	79	T8
HB	111.1	109.9	80	T8
HB	111.9	111.1	81	T8
SB	112.1	111.9	82	T8
SB	112.6	112.1	83	T8
SB	114	112.6	84	T8

SB	115	114	85	T8
SB	116	115	86	T8
SB	117	116	87	T8
SB	118.05	117	88	T8
KB	118.85	118.05	89	T8
KB	119.4	118.85	90	T8
KB	101.7	100	91	T9
KB	102.5	101.7	92	T9
KB	103.5	102.5	93	T9
HB	105.2	104	94	T9
SB	109.9	106	95	T9
KB	36.3	35.7	96	TG-1
HB	37	36.3	97	TG-1
SB	37.65	37	98	TG-1
HB	38.4	37.65	99	TG-1
HB	39	38.4	100	TG-1
HB	41.6	40.8	101	TG-1
HB	42.5	41.6	102	TG-1
HB	43.5	42.5	103	TG-1
HB	44.2	43.5	104	TG-1
HB	42.9	41.9	105	TG-10
HB	43.4	42.9	106	TG-10
SB	44.2	43.4	107	TG-10
SB	45.1	44.2	108	TG-10
SB	45.5	45.1	109	TG-10
KB	56.9	55.9	110	TG-11
KB	57.65	56.9	111	TG-11
KB	58.35	57.65	112	TG-11
SB	59.4	58.35	113	TG-11
SB	60.15	59.4	114	TG-11
KB	61.05	60.15	115	TG-11
KB	21.1	20.6	116	TG-1-1
KB	21.9	21.1	117	TG-1-1
HB	22.3	21.9	118	TG-1-1
HB	23	22.3	119	TG-1-1
HB	23.5	23	120	TG-1-1
HB	23.9	23.5	121	TG-1-1
HB	24.25	23.9	122	TG-1-1
SB	24.4	24.25	123	TG-1-1
HB	24.55	24.4	124	TG-1-1
HB	25.35	24.55	125	TG-1-1
HB	49.15	48.15	126	TG-12
HB	49.9	49.15	127	TG-12

HB	50.8	49.9	128	TG-12
HB	51.75	50.8	129	TG-12
HB	52.5	51.75	130	TG-12
HB	53.25	52.5	131	TG-12
HB	54.25	53.25	132	TG-12
HB	55.25	54.25	133	TG-12
SB	56.3	55.25	134	TG-12
HB	53.2	52.2	135	TG-13
HB	53.95	53.2	136	TG-13
HB	54.5	53.95	137	TG-13
HB	55.55	54.5	138	TG-13
HB	56.5	55.55	139	TG-13
HB	57.3	56.5	140	TG-13
SB	58.25	57.3	141	TG-13
SB	58.95	58.25	142	TG-13
KB	47.4	47	143	TG-14
KB	48.3	47.4	144	TG-14
HB	49.3	48.3	145	TG-14
HB	49.7	49.3	146	TG-14
HB	50.5	49.7	147	TG-14
HB	51	50.5	148	TG-14
SB	52.3	51.6	149	TG-14
KB	53.1	52.3	150	TG-14
KB	44.4	43.6	151	TG-15
HB	45	44.4	152	TG-15
HB	45.9	45	153	TG-15
HB	46.6	45.9	154	TG-15
HB	47.3	46.6	155	TG-15
HB	47.9	47.3	156	TG-15
HB	48.3	47.9	157	TG-15
SB	49.4	48.3	158	TG-15
SB	50.4	49.4	159	TG-15
SB	50.9	50.4	160	TG-15
HB	24.25	23.45	161	TG-16
HB	25.1	24.25	162	TG-16
HB	26.3	25.1	163	TG-16
HB	27.6	26.3	164	TG-16
HB	28.3	27.6	165	TG-16
HB	29.3	28.3	166	TG-16
KB	28.8	27.65	167	TG-17
KB	29.5	28.8	168	TG-17
SB	31	29.5	169	TG-17
SB	32	31	170	TG-17

HB	16.8	15.8	171	TG-18
HB	18.15	16.8	172	TG-18
SB	19.15	18.15	173	TG-18
SB	21.2	20.2	174	TG-18
KB	23.5	22.5	175	TG-18
HB	11	10.15	176	TG-19
HB	11.75	11	177	TG-19
HB	12.6	11.75	178	TG-19
HB	13.25	12.6	179	TG-19
SB	14.1	13.3	180	TG-19
SB	15	14.1	181	TG-19
KB	45.6	44.8	182	TG-2
HB	46.4	45.6	183	TG-2
HB	47.15	46.4	184	TG-2
HB	47.65	47.15	185	TG-2
HB	48.4	47.65	186	TG-2
HB	48.7	48.4	187	TG-2
SB	49.5	48.7	188	TG-2
KB	20.6	19.7	189	TG-20
HB	21.45	20.6	190	TG-20
HB	22	21.45	191	TG-20
SB	23.2	22.25	192	TG-20
KB	24.9	23.2	193	TG-20
HB	42.1	41.25	194	TG-21
HB	42.75	42.1	195	TG-21
SB	43.75	42.75	196	TG-21
SB	45.1	43.75	197	TG-21
SB	46	45.1	198	TG-21
KB	47	46	199	TG-21
KB	56.4	55.4	200	TG-22
HB	57.4	56.4	201	TG-22
HB	58.3	57.4	202	TG-22
HB	58.7	58.3	203	TG-22
HB	59.7	58.7	204	TG-22
HB	60.5	59.7	205	TG-22
SB	61.4	60.5	206	TG-22
SB	62.7	61.4	207	TG-22
KB	63.7	62.7	208	TG-22
KB	34.5	33.6	209	TG-24A-2
HB	35.5	34.5	210	TG-24A-2
HB	36.5	35.5	211	TG-24A-2
SB	38.5	36.5	212	TG-24A-2
SB	41.25	39.8	213	TG-24A-2

KB	55.5	54.5	214	TG-27-1
HB	55.9	55.5	215	TG-27-1
HB	56.9	55.9	216	TG-27-1
HB	57.4	56.9	217	TG-27-1
KB	35.2	34.05	218	TG-27A-1
HB	36.2	35.2	219	TG-27A-1
SB	37.3	36.2	220	TG-27A-1
SB	40	37.3	221	TG-27A-1
SB	41.85	40	222	TG-27A-1
KB	13.8	13	223	TG-28-1
HB	14.4	13.8	224	TG-28-1
HB	15.5	14.6	225	TG-28-1
KB	127.2	126.3	226	TG-29-1
KB	128.2	127.2	227	TG-29-1
HB	129.1	128.2	228	TG-29-1
SB	129.7	129.1	229	TG-29-1
KB	54.55	53.75	230	TG-3
HB	55.6	54.55	231	TG-3
HB	56.6	55.6	232	TG-3
HB	57.35	56.6	233	TG-3
HB	58.4	57.35	234	TG-3
HB	59.4	58.4	235	TG-3
KB	85.7	85	236	TG-30-1
KB	86.6	85.7	237	TG-30-1
HB	87.3	86.6	238	TG-30-1
HB	87.75	87.3	239	TG-30-1
HB	88.25	87.75	240	TG-30-1
HB	89.25	88.25	241	TG-30-1
HB	89.5	89.25	242	TG-30-1
HB	90.5	89.5	243	TG-30-1
HB	91.5	90.5	244	TG-30-1
HB	92.3	91.5	245	TG-30-1
KB	52.8	52.5	246	TG-31-1
KB	53.25	52.8	247	TG-31-1
KB	54	53.25	248	TG-31-1
HB	54.35	54	249	TG-31-1
HB	54.95	54.35	250	TG-31-1
HB	55.5	54.95	251	TG-31-1
KB	75.7	74.9	252	TG-32-1
HB	76.1	75.7	253	TG-32-1
HB	77.1	76.1	254	TG-32-1
HB	78.1	77.1	255	TG-32-1
HB	78.7	78.1	256	TG-32-1

HB	79.3	78.7	257	TG-32-1
SB	79.7	79.3	258	TG-32-1
HB	80.3	79.7	259	TG-32-1
KB	42.7	41.8	260	TG-33-1
HB	43.6	42.7	261	TG-33-1
HB	44.6	43.6	262	TG-33-1
KB	19	18.5	263	TG-34-1
KB	20	19	264	TG-34-1
HB	20.5	20	265	TG-34-1
SB	21.5	20.5	266	TG-34-1
KB	32.3	31.5	267	TG-35-1
SB	32.8	32.3	268	TG-35-1
KB	67.8	66.5	269	TG-36-1
HB	68.4	67.8	270	TG-36-1
HB	69.1	68.4	271	TG-36-1
HB	69.6	69.1	272	TG-36-1
KB	40.4	40.1	273	TG-37-1
KB	40.9	40.4	274	TG-37-1
HB	41.9	40.9	275	TG-37-1
HB	42.5	41.9	276	TG-37-1
KB	23.5	23	277	TG-38-1
KB	24	23.5	278	TG-38-1
HB	24.8	24	279	TG-38-1
HB	25.1	24.8	280	TG-38-1
HB	26.7	25.1	281	TG-38-1
HB	27.7	26.7	282	TG-38-1
KB	28.7	27.7	283	TG-39-1
KB	29.1	28.7	284	TG-39-1
HB	29.9	29.1	285	TG-39-1
HB	30.5	29.9	286	TG-39-1
HB	45.6	44.6	287	TG-4
HB	46.2	45.6	288	TG-4
HB	47	46.2	289	TG-4
SB	47.5	47	290	TG-4
HB	27.9	27	291	TG-41-1
HB	28.8	27.9	292	TG-41-1
HB	29.7	28.8	293	TG-41-1
HB	30.7	29.7	294	TG-41-1
HB	31.1	30.7	295	TG-41-1
KB	18.2	17.5	296	TG-42-1
KB	19	18.2	297	TG-42-1
HB	20	19	298	TG-42-1
HB	20.5	20	299	TG-42-1

KB	20.8	20.5	300	TG-42-1
KB	28	27.5	301	TG-43-1
KB	28.7	28	302	TG-43-1
KB	29	28.7	303	TG-43-1
KB	29.2	29	304	TG-43-1
KB	29.5	29.2	305	TG-43-1
KB	19.3	18.2	306	TG-44-1
HB	20.5	19.3	307	TG-44-1
HB	21.2	20.5	308	TG-44-1
HB	26.4	26.2	309	TG-44-1
KB	39.1	38	310	TG-44-2
KB	40.1	39.1	311	TG-44-2
HB	41.1	40.1	312	TG-44-2
HB	42.1	41.1	313	TG-44-2
HB	42.4	42.1	314	TG-44-2
KB	42.6	42.1	315	TG-45-1
KB	43.9	42.6	316	TG-45-1
HB	44.3	43.9	317	TG-45-1
HB	44.7	44.3	318	TG-45-1
HB	45.5	44.7	319	TG-45-1
HB	46.5	45.5	320	TG-45-1
HB	47.5	46.5	321	TG-45-1
HB	48.5	47.5	322	TG-45-1
HB	49.3	48.5	323	TG-45-1
HB	49.8	49.3	324	TG-45-1
HB	50.2	49.8	325	TG-45-1
HB	52.5	50.2	326	TG-45-1
HB	53.5	52.5	327	TG-45-1
SB	53.7	53.5	328	TG-45-1
HB	54	53.7	329	TG-45-1
HB	58.4	57.4	330	TG-45-1
HB	58.7	58.4	331	TG-45-1
HB	59.5	58.7	332	TG-45-1
HB	59.9	59.5	333	TG-45-1
KB	52.5	51.5	334	TG-45-2
KB	53.1	52.5	335	TG-45-2
KB	54.2	53.1	336	TG-45-2
SB	55	54.2	337	TG-45-2
KB	42.3	41.2	338	TG-46-1
HB	42.7	42.3	339	TG-46-1
HB	49.5	42.7	340	TG-46-1
HB	50.5	49.5	341	TG-46-1
HB	52	50.5	342	TG-46-1

KB	52.4	52	343	TG-46-1
HB	53.6	52.4	344	TG-46-1
HB	55	53.6	345	TG-46-1
HB	55.8	55	346	TG-46-1
KB	21.2	20	347	TG-46-2
HB	22.3	21.2	348	TG-46-2
HB	24.1	22.3	349	TG-46-2
HB	24.7	24.1	350	TG-46-2
HB	25.6	24.7	351	TG-46-2
HB	26.4	25.6	352	TG-46-2
HB	27.5	26.4	353	TG-46-2
HB	28.5	27.5	354	TG-46-2
HB	29.2	28.5	355	TG-46-2
HB	30.2	29.2	356	TG-46-2
HB	30.8	30.2	357	TG-46-2
SB	31.1	30.8	358	TG-46-2
HB	32.3	31.1	359	TG-46-2
HB	32.7	32.3	360	TG-46-2
HB	33.8	32.7	361	TG-46-2
KB	49.7	48.5	362	TG-46-2
HB	50.8	49.7	363	TG-46-2
HB	51.5	50.8	364	TG-46-2
HB	52.5	51.5	365	TG-46-2
HB	53.5	52.5	366	TG-46-2
HB	54.5	53.5	367	TG-46-2
HB	56	54.5	368	TG-46-2
HB	57.5	56	369	TG-46-2
HB	58.3	57.5	370	TG-46-2
HB	59.3	58.3	371	TG-46-2
HB	60.5	59.3	372	TG-46-2
HB	61.1	60.5	373	TG-46-2
HB	62.2	61.1	374	TG-46-2
HB	63	62.2	375	TG-46-2
SB	63.5	63	376	TG-46-2
HB	44.45	43.4	377	TG-5
HB	45.4	44.45	378	TG-5
HB	46.4	45.4	379	TG-5
HB	47.4	46.4	380	TG-5
SB	48.3	47.4	381	TG-5
SB	49.3	48.3	382	TG-5
SB	50.6	49.3	383	TG-5
SB	51.5	50.6	384	TG-5
HB	31.6	30.4	385	TG-6

HB	32.4	31.6	386	TG-6
SB	33.4	32.4	387	TG-6
SB	34.8	33.4	388	TG-6
SB	35.25	34.8	389	TG-6
SB	36.25	35.25	390	TG-6
HB	37.25	36.25	391	TG-6
KB	55.2	54.3	392	TG-8
KB	55.6	55.2	393	TG-8
KB	56.3	55.6	394	TG-8
HB	56.9	56.3	395	TG-8
HB	57.8	56.9	396	TG-8
HB	58.65	57.8	397	TG-8
HB	60.4	58.65	398	TG-8
SB	61.8	60.4	399	TG-8
KB	63.1	61.8	400	TG-8
HB	34.45	33.8	401	TG-9
HB	35.1	34.45	402	TG-9
SB	36.2	35.1	403	TG-9
KB	39	38.1	404	TG-9
KB	43.1	42.3	405	TG-A1
KB	44.1	43.1	406	TG-A1
HB	45.2	44.1	407	TG-A1
SB	46.2	45.2	408	TG-A1
KB	39	38.1	409	TG-A10-1
HB	40.2	39	410	TG-A10-1
HB	41.4	40.2	411	TG-A10-1
SB	42.6	41.4	412	TG-A10-1
KB	43	42.1	413	TG-A1-1
HB	44	43	414	TG-A1-1
HB	45	44	415	TG-A1-1
KB	46.1	45	416	TG-A1-1
KB	46.75	46.1	417	TG-A1-1
KB	34.3	33.3	418	TG-A11-1
HB	35.3	34.3	419	TG-A11-1
SB	35.8	35.3	420	TG-A11-1
SB	37.5	35.8	421	TG-A11-1
SB	39.3	37.5	422	TG-A11-1
KB	59	58.4	423	TG-A12-1
KB	60	59	424	TG-A12-1
HB	61	60	425	TG-A12-1
SB	62	61	426	TG-A12-1
SB	64.3	62	427	TG-A12-1
KB	47.6	46	428	TG-A13-1

KB	48	47.6	429	TG-A13-1
HB	49	48	430	TG-A13-1
HB	50	49	431	TG-A13-1
SB	52	50	432	TG-A13-1
KB	38	37	433	TG-A14-1
HB	38.7	38	434	TG-A14-1
HB	39.35	38.7	435	TG-A14-1
SB	41.35	39.35	436	TG-A14-1
SB	43.35	41.35	437	TG-A14-1
SB	44.5	43.35	438	TG-A14-1
KB	46.1	45.1	439	TG-A15-1
KB	51.5	50	440	TG-A16-1
HB	52	51.5	441	TG-A16-1
HB	53	52	442	TG-A16-1
SB	54	53	443	TG-A16-1
SB	55	54	444	TG-A16-1
HB	49.7	48.7	445	TG-A17-1
HB	50.9	49.7	446	TG-A17-1
HB	51.9	50.9	447	TG-A17-1
HB	52.9	51.9	448	TG-A17-1
SB	54.3	52.9	449	TG-A17-1
KB	47.6	46.6	450	TG-A18-1
HB	48.6	47.6	451	TG-A18-1
HB	49.1	48.6	452	TG-A18-1
HB	50.25	49.1	453	TG-A18-1
HB	51.3	50.25	454	TG-A18-1
HB	41.5	40.8	455	TG-A19-1
HB	42.7	41.5	456	TG-A19-1
HB	43.6	42.7	457	TG-A19-1
SB	45.8	43.6	458	TG-A19-1
SB	47.6	46.9	459	TG-A19-1
KB	12.3	11.6	460	TG-A20-1
HB	13.1	12.3	461	TG-A20-1
HB	13.9	13.1	462	TG-A20-1
SB	15	13.9	463	TG-A20-1
SB	19.1	15	464	TG-A20-1
KB	49.9	48.95	465	TG-A2-1
HB	50.9	49.9	466	TG-A2-1
HB	52	50.9	467	TG-A2-1
SB	53	52	468	TG-A2-1
HB	54.2	53	469	TG-A2-1
SB	55.1	54.2	470	TG-A2-1
HB	55.5	55.1	471	TG-A2-1

KB	56.2	55.5	472	TG-A2-1
KB	16.3	15.9	473	TG-A21-1
HB	17.3	16.3	474	TG-A21-1
HB	18.3	17.3	475	TG-A21-1
HB	18.8	18.3	476	TG-A21-1
SB	20.4	18.8	477	TG-A21-1
KB	20.55	19.6	478	TG-A22-1
HB	21.15	20.55	479	TG-A22-1
HB	21.85	21.15	480	TG-A22-1
SB	22.48	21.85	481	TG-A22-1
SB	24.5	22.48	482	TG-A22-1
KB	25.89	25.06	483	TG-A23-1
HB	26.76	25.89	484	TG-A23-1
HB	27.5	26.76	485	TG-A23-1
HB	28.15	27.5	486	TG-A23-1
SB	31.2	28.15	487	TG-A23-1
KB	32.45	31.2	488	TG-A23-1
KB	58.4	57.5	489	TG-A23-2
KB	59.1	58.4	490	TG-A23-2
SB	60.6	59.1	491	TG-A23-2
SB	62.1	60.6	492	TG-A23-2
SB	66.5	65	493	TG-A23-2
KB	42.2	41.25	494	TG-A24-1
HB	43.25	42.2	495	TG-A24-1
SB	44.5	43.25	496	TG-A24-1
SB	45.3	44.5	497	TG-A24-1
SB	46.1	45.3	498	TG-A24-1
SB	48.3	46.85	499	TG-A24-1
KB	21.6	20.6	500	TG-A24-2
HB	22.7	21.6	501	TG-A24-2
HB	23.4	22.7	502	TG-A24-2
SB	25.45	23.4	503	TG-A24-2
KB	72.4	71.7	504	TG-A25-1
HB	73.5	72.4	505	TG-A25-1
KB	76.9	76.3	506	TG-A27-1
KB	77.5	76.9	507	TG-A27-1
HB	78.4	77.5	508	TG-A27-1
KB	83.3	82.3	509	TG-A28-1
HB	84.5	83.3	510	TG-A28-1
HB	85.3	84.5	511	TG-A28-1
KB	54.9	54.3	512	TG-A29-1
HB	55.5	54.9	513	TG-A29-1
HB	56.2	55.5	514	TG-A29-1

HB	57.2	56.2	515	TG-A29-1
KB	43.5	42.4	516	TG-A30-1
HB	44.3	43.5	517	TG-A30-1
HB	44.6	44.3	518	TG-A30-1
KB	55.6	54.9	519	TG-A3-1
HB	56.75	55.6	520	TG-A3-1
HB	57.75	56.75	521	TG-A3-1
HB	58.3	57.75	522	TG-A3-1
HB	59	58.3	523	TG-A3-1
SB	60.9	59	524	TG-A3-1
KB	95.1	94.5	525	TG-A31-1
KB	95.4	95.1	526	TG-A31-1
KB	95.9	95.4	527	TG-A31-1
HB	96.5	95.9	528	TG-A31-1
HB	97.5	96.5	529	TG-A31-1
HB	98.5	97.5	530	TG-A31-1
HB	99.5	98.5	531	TG-A31-1
HB	101.4	99.5	532	TG-A31-1
HB	102.3	101.4	533	TG-A31-1
KB	70.6	70	534	TG-A33-1
HB	70.9	70.6	535	TG-A33-1
HB	71.9	70.9	536	TG-A33-1
HB	72.8	71.9	537	TG-A33-1
SB	74.2	72.8	538	TG-A33-1
HB	75	74.2	539	TG-A33-1
KB	58.2	57.5	540	TG-A34-1
KB	60	58.2	541	TG-A34-1
HB	60.8	60	542	TG-A34-1
HB	61.8	60.8	543	TG-A34-1
KB	62.5	61.8	544	TG-A34-1
HB	63.5	62.5	545	TG-A34-1
HB	64.1	63.5	546	TG-A34-1
KB	64.1	63.1	547	TG-A35-1
KB	64.7	64.1	548	TG-A35-1
HB	65.5	64.7	549	TG-A35-1
HB	66.5	65.5	550	TG-A35-1
HB	67.1	66.5	551	TG-A35-1
HB	67.8	67.1	552	TG-A35-1
HB	68.2	67.8	553	TG-A35-1
KB	35	33.9	554	TG-A36-1
HB	35.8	35	555	TG-A36-1
HB	36.8	35.8	556	TG-A36-1
SB	37.8	36.8	557	TG-A36-1

KB	46.5	45.5	558	TG-A38-1
HB	47.1	46.5	559	TG-A38-1
HB	48.5	47.1	560	TG-A38-1
KB	61.2	60.3	561	TG-A39-1
HB	61.7	61.2	562	TG-A39-1
HB	63	61.7	563	TG-A39-1
HB	63.7	63	564	TG-A39-1
KB	29.4	28.6	565	TG-A40-1
KB	29.7	29.4	566	TG-A40-1
HB	30.5	29.7	567	TG-A40-1
HB	31.5	30.5	568	TG-A40-1
HB	32.4	31.5	569	TG-A40-1
HB	32.9	32.4	570	TG-A40-1
KB	40.45	39.35	571	TG-A4-1
HB	40.95	40.45	572	TG-A4-1
HB	41.8	40.95	573	TG-A4-1
HB	42.8	41.8	574	TG-A4-1
SB	45.15	42.8	575	TG-A4-1
SB	46.15	45.15	576	TG-A4-1
KB	29.5	28.6	577	TG-A41-1
HB	30.5	29.5	578	TG-A41-1
HB	31.5	30.5	579	TG-A41-1
HB	31.8	31.5	580	TG-A41-1
HB	32.6	31.8	581	TG-A41-1
HB	33	32.6	582	TG-A41-1
KB	25.2	24.4	583	TG-A42-1
HB	26.3	25.2	584	TG-A42-1
HB	27.1	26.3	585	TG-A42-1
KB	17.2	16.5	586	TG-A43-1
KB	18	17.2	587	TG-A43-1
HB	18.7	18	588	TG-A43-1
HB	19.7	18.7	589	TG-A43-1
HB	20.5	19.7	590	TG-A43-1
HB	33.5	32.4	591	TG-A44-1
HB	34.15	33.5	592	TG-A44-1
HB	34.8	34.15	593	TG-A44-1
KB	30.3	29.5	594	TG-A45-1
HB	31	30.3	595	TG-A45-1
HB	31.7	31	596	TG-A45-1
SB	33	31.7	597	TG-A45-1
SB	33.5	33	598	TG-A45-1
KB	22	21.2	599	TG-A46-1
KB	22.5	22	600	TG-A46-1

HB	23	22.5	601	TG-A46-1
HB	23.4	23	602	TG-A46-1
SB	24.4	23.4	603	TG-A46-1
KB	24.3	23.5	604	TG-A47-1
KB	24.85	24.3	605	TG-A47-1
HB	25.4	24.85	606	TG-A47-1
HB	26.05	25.4	607	TG-A47-1
HB	26.9	26.05	608	TG-A47-1
HB	27.5	26.9	609	TG-A47-1
HB	28.5	27.5	610	TG-A47-1
HB	28.9	28.5	611	TG-A47-1
HB	29.7	28.9	612	TG-A47-1
HB	30.8	29.7	613	TG-A47-1
HB	31.2	30.8	614	TG-A47-1
HB	31.5	31.2	615	TG-A47-1
HB	32	31.5	616	TG-A47-1
HB	33	32	617	TG-A47-1
HB	34	33	618	TG-A47-1
HB	34.9	34	619	TG-A47-1
HB	35.7	34.9	620	TG-A47-1
HB	36.5	35.7	621	TG-A47-1
HB	37	36.5	622	TG-A47-1
HB	37.8	37	623	TG-A47-1
HB	50.1	49	624	TG-A47-1
HB	50.5	50.1	625	TG-A47-1
HB	51.25	50.5	626	TG-A47-1
HB	52.1	51.25	627	TG-A47-1
HB	53.4	52.1	628	TG-A47-1
HB	54.6	53.4	629	TG-A47-1
SB	55.5	54.6	630	TG-A47-1
KB	56.2	55.5	631	TG-A47-1
KB	47.7	47.1	632	TG-A47-2
KB	48.3	47.7	633	TG-A47-2
HB	49.3	48.3	634	TG-A47-2
HB	50.3	49.3	635	TG-A47-2
HB	51.1	50.3	636	TG-A47-2
HB	51.85	51.1	637	TG-A47-2
HB	52.25	51.85	638	TG-A47-2
HB	52.95	52.25	639	TG-A47-2
HB	53.95	52.95	640	TG-A47-2
HB	54.95	53.95	641	TG-A47-2
HB	55.45	54.95	642	TG-A47-2
HB	56.45	55.45	643	TG-A47-2

HB	57.45	56.45	644	TG-A47-2
HB	58.45	57.45	645	TG-A47-2
HB	59.45	58.45	646	TG-A47-2
HB	60.5	59.45	647	TG-A47-2
SB	61.5	60.5	648	TG-A47-2
SB	62.5	61.5	649	TG-A47-2
SB	63.3	62.5	650	TG-A47-2
HB	69	68.5	651	TG-A47-2
KB	41.5	39.5	652	TG-A48-1
HB	43.7	43	653	TG-A48-1
HB	47.9	47.5	654	TG-A48-1
HB	49.5	48.7	655	TG-A48-1
KB	50	49.5	656	TG-A48-1
KB	51.5	50.7	657	TG-A48-1
KB	54.7	54.5	658	TG-A48-1
KB	27.3	26	659	TG-A48-2
HB	27.6	27.3	660	TG-A48-2
HB	28.5	27.6	661	TG-A48-2
HB	29.5	28.5	662	TG-A48-2
HB	30.5	29.5	663	TG-A48-2
HB	31.5	30.5	664	TG-A48-2
HB	32.5	31.5	665	TG-A48-2
HB	33.5	32.5	666	TG-A48-2
HB	34.2	33.5	667	TG-A48-2
HB	35.2	34.2	668	TG-A48-2
HB	36.3	35.2	669	TG-A48-2
HB	37.4	36.3	670	TG-A48-2
HB	38.5	37.4	671	TG-A48-2
KB	53.9	52.7	672	TG-A48-2
HB	54.7	53.9	673	TG-A48-2
HB	55.5	54.7	674	TG-A48-2
HB	66.5	65.5	675	TG-A48-2
HB	67.5	66.5	676	TG-A48-2
HB	68	67.5	677	TG-A48-2
HB	68.5	68	678	TG-A48-2
SB	69.5	68.5	679	TG-A48-2
SB	70.4	69.5	680	TG-A48-2
HB	71.1	70.4	681	TG-A48-2
KB	72.1	71.1	682	TG-A48-2
KB	39.5	39	683	TG-A49-1
KB	42.5	39.5	684	TG-A49-1
HB	43.7	42.5	685	TG-A49-1
HB	44.9	43.7	686	TG-A49-1

HB	45.8	44.9	687	TG-A49-1
HB	47	45.8	688	TG-A49-1
HB	47.3	47	689	TG-A49-1
KB	26.1	25.4	690	TG-A49-2
KB	26.8	26.1	691	TG-A49-2
KB	27.4	26.8	692	TG-A49-2
HB	28.2	27.4	693	TG-A49-2
HB	28.7	28.2	694	TG-A49-2
KB	43.35	42.85	695	TG-A5-1
HB	44.35	43.35	696	TG-A5-1
HB	45.35	44.35	697	TG-A5-1
HB	46.35	45.35	698	TG-A5-1
SB	47.35	46.35	699	TG-A5-1
SB	52.2	50.85	700	TG-A5-1
KB	55.1	53.5	701	TG-A5-1
KB	44.4	43	702	TG-A6-1
KB	45.4	44.4	703	TG-A6-1
SB	46.4	45.4	704	TG-A6-1
SB	49	48	705	TG-A6-1
KB	34.8	34	706	TG-A7-1
HB	36.1	34.8	707	TG-A7-1
SB	38	36.1	708	TG-A7-1
SB	41.5	40.2	709	TG-A7-1
HB	33.25	32.55	710	TG-A8-1
HB	34.35	33.25	711	TG-A8-1
SB	35.25	34.35	712	TG-A8-1
SB	35.9	35.25	713	TG-A8-1
KB	48.5	47.65	714	TG-A9-1
HB	49.5	48.5	715	TG-A9-1
HB	50.5	49.5	716	TG-A9-1
SB	51.7	50.5	717	TG-A9-1
SB	53	51.7	718	TG-A9-1
KB	27.6	26.3	719	TG-B45-1
KB	28	27.6	720	TG-B45-1
HB	39	38.5	721	TG-B45-1
HB	40.2	39	722	TG-B45-1
HB	40.9	40.2	723	TG-B45-1
HB	41.9	40.9	724	TG-B45-1
HB	42.8	41.9	725	TG-B45-1
HB	43.15	42.8	726	TG-B45-1
SB	44.5	43.15	727	TG-B45-1
KB	34.6	33.5	728	TG-B45-2
KB	35.5	34.6	729	TG-B45-2

SB	36	35.5	730	TG-B45-2
SB	39	38.3	731	TG-B45-2
KB	34	33.85	732	TG-B46-1
HB	35	34	733	TG-B46-1
HB	36	35	734	TG-B46-1
HB	37	36	735	TG-B46-1
HB	38	37	736	TG-B46-1
HB	39	38	737	TG-B46-1
HB	39.8	39	738	TG-B46-1
HB	41.5	39.8	739	TG-B46-1
HB	42.45	41.5	740	TG-B46-1
HB	43.4	42.45	741	TG-B46-1
HB	44.5	43.4	742	TG-B46-1
HB	45.5	44.5	743	TG-B46-1
HB	46.5	45.5	744	TG-B46-1
HB	47.5	46.5	745	TG-B46-1
HB	48	47.5	746	TG-B46-1
HB	49	48	747	TG-B46-1
HB	49.5	49	748	TG-B46-1
HB	55.15	54.85	749	TG-B46-1
KB	51	49.8	750	TG-B46-2
KB	51.2	51	751	TG-B46-2
HB	51.7	51.25	752	TG-B46-2
KB	39.1	38.5	753	TG-B47-1
HB	39.6	39.1	754	TG-B47-1
KB	41.8	41.1	755	TG-B47-1
HB	42.3	42.1	756	TG-B47-1
KB	42.5	42.3	757	TG-B47-1
HB	44.7	44.1	758	TG-B47-1
HB	50.9	50.7	759	TG-B47-1
SB	51.3	50.9	760	TG-B47-1
HB	51.65	51.3	761	TG-B47-1
KB	27.3	26.5	762	TG-B47-2
KB	28.2	27.3	763	TG-B47-2
KB	29	28.2	764	TG-B47-2
KB	30	29	765	TG-B47-2
KB	31	30	766	TG-B47-2
KB	31.5	31	767	TG-B47-2
KB	52	51.3	768	TG-B47-2
HB	53.1	52	769	TG-B47-2
HB	54.1	53.1	770	TG-B47-2
HB	54.6	54.1	771	TG-B47-2
KB	55	54.6	772	TG-B47-2

SB	56	55	773	TG-B47-2
HB	56.3	56	774	TG-B47-2
HB	57.4	56.3	775	TG-B47-2
HB	67.9	57.4	776	TG-B47-2
KB	68.2	67.9	777	TG-B47-2
HB	68.8	68.2	778	TG-B47-2
HB	69.35	68.8	779	TG-B47-2
HB	71.05	69.35	780	TG-B47-2
HB	72.9	72.1	781	TG-B47-2
HB	73.5	72.9	782	TG-B47-2
KB	74.2	73.5	783	TG-B47-2
KB	47.8	47.3	784	TG-B49-1
KB	48.5	47.8	785	TG-B49-1
KB	49.3	48.5	786	TG-B49-1
HB	50.3	49.3	787	TG-B49-1
HB	50.8	50.3	788	TG-B49-1
KB	51	50.8	789	TG-B49-1
KB	36.25	36.1	790	TG-B49-2
KB	36.8	36.25	791	TG-B49-2
KB	37.8	36.8	792	TG-B49-2
SB	38.8	37.8	793	TG-B49-2
HB	60.5	60	794	TG-B49-2
HB	67.8	67.3	795	TG-B49-2
KB	71	70	796	TG-B49-2
HB	71.5	71	797	TG-B49-2
HB	72.5	71.5	798	TG-B49-2
HB	73.5	72.5	799	TG-B49-2
HB	74.7	73.5	800	TG-B49-2
SB	75	74.7	801	TG-B49-2
HB	85.7	85.5	802	TG-B49-2
HB	86.3	85.7	803	TG-B49-2
HB	86.75	86.3	804	TG-B49-2
HB	87	86.75	805	TG-B49-2
HB	88	87	806	TG-B49-2
HB	89	88	807	TG-B49-2
HB	26	25	808	TG-I1-1
KB	26.6	26	809	TG-I1-1
HB	27.8	26.6	810	TG-I1-1
HB	28.8	27.8	811	TG-I1-1
HB	29.7	28.8	812	TG-I1-1
HB	30.6	29.7	813	TG-I1-1
KB	25.9	24.9	814	TG-I2-1
HB	26.5	25.9	815	TG-I2-1

HB	26.9	26.5	816	TG-I2-1
HB	27.9	26.9	817	TG-I2-1
HB	28.5	27.9	818	TG-I2-1
SB	30	28.5	819	TG-I2-1
HB	31	30	820	TG-I2-1
HB	31.8	31	821	TG-I2-1
HB	32.3	31.8	822	TG-I2-1
KB	34.3	32.3	823	TG-I2-1
KB	48.2	47.6	824	TG-I2-2
HB	48.6	48.2	825	TG-I2-2
HB	49.1	48.6	826	TG-I2-2
HB	49.5	49.1	827	TG-I2-2
HB	49.8	49.5	828	TG-I2-2
HB	50.3	49.8	829	TG-I2-2
SB	51.3	50.3	830	TG-I2-2
KB	22	21.1	831	TG-I3-1
HB	22.7	22	832	TG-I3-1
HB	23.1	22.7	833	TG-I3-1
HB	23.7	23.1	834	TG-I3-1
SB	24.4	23.7	835	TG-I3-1
KB	18.1	17.7	836	TG-I4-1
KB	18.5	18.1	837	TG-I4-1
HB	19.2	18.5	838	TG-I4-1
HB	19.8	19.2	839	TG-I4-1
HB	20	19.8	840	TG-I4-1
SB	20.5	20	841	TG-I4-1
KB	37.1	36.6	842	TG-I4-2
HB	38.1	37.1	843	TG-I4-2
HB	39	38.1	844	TG-I4-2
HB	39.7	39	845	TG-I4-2
KB	2.3	1.3	846	TR-18A
HB	2.75	2.3	847	TR-18A
HB	3.2	2.75	848	TR-18A
SB	20.2	19.2	849	TR-19
HB	20.7	20.2	850	TR-19
HB	15.6	14.6	851	TR-19A
HB	22.4	21.1	852	TR-19A
SB	2.7	2.3	853	TR-20
HB	3	2.7	854	TR-20
KB	3.7	3	855	TR-20
KB	18.5	17.5	856	TR-21
HB	19.2	18.5	857	TR-21
SB	14.8	13.8	858	TR-21A

HB	15.5	14.8	859	TR-21A
SB	16.5	15.5	860	TR-22
HB	21	20	861	TR-22
KB	2.4	1.3	862	TR-23
HB	5.9	4.9	863	TR-23
SB	11.2	10.2	864	TR-23
HB	12	11.2	865	TR-23
HB	6.3	5.9	866	TR-23A
KB	6.5	5.7	867	TR-24
HB	7.3	6.5	868	TR-24
HB	13.7	13.2	869	TR-24A
SB	14.7	13.9	870	TR-24A
KB	2.4	1.6	871	TR-25
HB	11.3	10.6	872	TR-25
KB	4.7	3.7	873	TR-26
HB	5.7	4.7	874	TR-26
KB	4.5	3.5	875	TR-27
HB	5.3	4.5	876	TR-27
KB	1.8	1	877	TR-28
HB	2.7	1.8	878	TR-28
KB	6	5	879	TR-29
HB	7.6	6.6	880	TR-29
KB	9.2	8.1	881	TR-29
KB	5.5	4.5	882	TR-29-1
HB	6.7	5.5	883	TR-29-1
HB	21.4	20.4	884	TR-30
SB	22.8	21.4	885	TR-30
SB	4.1	3.1	886	TR-30-1
HB	5.7	4.6	887	TR-30-1
HB	1.6	1.2	888	TR-30A
SB	2.6	1.6	889	TR-30A

assay table					
SiO2%	Al2O3%	depth to	depth from	sample id	hole id
28.09	28.29	115	114.6	1	T1
33.79	31.91	116.45	115	2	T1
19.18	35.62	117	116.45	3	T1
29.95	33.67	118.1	117	4	T1
34.12	37.23	94.6	93.9	5	T10
12.96	49.63	95.2	94.6	6	T10
10.22	48.16	96.2	95.2	7	T10
9.65	44.81	97.2	96.2	8	T10
7.41	47.52	97.65	97.2	9	T10
26.78	29.5	99.7	97.7	10	T10
27.02	30.45	100.35	99.7	11	T10
17.84	26.78	101	100.35	12	T10
32.32	32.25	79.3	78.7	13	T102
21.47	35.39	80.4	79.3	14	T102
9.99	43.98	81.9	80.4	15	T102
29.7	33.2	83	81.9	16	T102
38.63	34.84	56.15	55.3	17	T11
26.76	42.92	56.65	56.15	18	T11
10.17	52.6	57.4	56.65	19	T11
8.79	48.84	58.15	57.4	20	T11
29.24	34.27	60.4	58.15	21	T11
26.2	31.54	62.25	60.4	22	T11
29.77	38.65	21.8	20.95	23	T112
13.1	50.7	23	21.8	24	T112
21.17	38.15	24	23	25	T112
7.52	17.18	25.2	24	26	T112
12.58	31.15	26	25.2	27	T112
9.66	23.26	27	26	28	T112
10.74	32.78	27.85	27	29	T112
29.14	33.75	29.2	27.85	30	T112
22.81	24.23	30.2	29.2	31	T113
23.78	33.23	31.2	30.2	32	T113
15.3	43.02	32.2	31.2	33	T113
31.71	35	15.35	14.8	34	T13
23.83	43.29	16	15.35	35	T13
9.3	46.18	16.5	16	36	T13
17.26	33.7	17.1	16.5	37	T13
18.9	32.56	18.2	17.1	38	T13
23.74	29.07	49.2	49	39	T2

21.52	39.06	50.35	49.2	40	T2
14.99	44.7	51	50.35	41	T2
15.95	41.75	51.95	51	42	T2
30.05	29.28	53.35	51.95	43	T2
10	43.47	51.5	49	44	T212
30.69	31.66	52.5	51.5	45	T212
21.17	27.93	53.5	52.5	46	T212
17.01	33.45	54.25	53.5	47	T212
30.14	31.61	55	54.25	48	T212
36.55	31.34	32.15	31.7	49	T3
22.64	37.05	33.5	32.15	50	T3
21.94	37.15	35	33.5	51	T3
30.74	36.13	111.5	110.5	52	T4
9.55	50.9	112	111.5	53	T4
7.8	51.29	112.4	112	54	T4
8.75	47.06	113	112.4	55	T4
6.76	47.07	113.6	113	56	T4
28.37	32.75	113.9	113.6	57	T4
19.76	36.94	115.5	114.1	58	T4
27.55	41.26	118.6	116.9	59	T4
16.41	49.16	119.4	118.6	60	T4
17.84	45.49	120.4	119.4	61	T4
12.45	39.37	121.3	120.4	62	T4
30.05	30.7	124.3	121.3	63	T4
36.65	36.52	135.6	135	64	T5
15.55	42.64	136.6	135.6	65	T5
12.02	41.54	137.45	136.6	66	T5
21.62	36.15	140	137.45	67	T5
23.45	30.23	143	140	68	T5
19.29	45.29	117.3	116.3	69	T6
8.39	44.37	117.85	117.3	70	T6
17.33	27.44	119	117.85	71	T6
37.32	35.02	98	97	72	T7
13.28	49.1	99.1	98	73	T7
11.26	46.93	100.65	99.1	74	T7
9.56	46.81	101.05	100.65	75	T7
22.27	35.27	102	101.05	76	T7
24.97	36.27	103.6	102	77	T7
30.57	37.29	109.4	108.8	78	T8
25.59	29.23	117	116	79	T8
2.84	34.84	118.05	117	80	T8
34.06	31.02	118.85	118.05	81	T8
39.17	32.53	119.4	118.85	82	T8

25.23	37.18	109.9	109.4	83	T8
7.49	49.27	111.1	109.9	84	T8
8.95	44.64	111.9	111.1	85	T8
15.57	35.95	112.1	111.9	86	T8
24.39	32.22	112.6	112.1	87	T8
29.14	30.72	114	112.6	88	T8
28.18	29.21	115	114	89	T8
26.86	28.46	116	115	90	T8
30.87	40.83	101.7	100	91	T9
20.3	39.56	102.5	101.7	92	T9
23.42	30.84	103.5	102.5	93	T9
16.59	43.16	105.2	104	94	T9
24.08	31.77	109.9	106	95	T9
35.28	34.6	36.3	35.7	96	TG-1
11.97	53.11	37	36.3	97	TG-1
10.59	33.65	37.65	37	98	TG-1
8.2	50.14	38.4	37.65	99	TG-1
6.63	47.75	39	38.4	100	TG-1
13.24	35.39	41.6	40.8	101	TG-1
13.71	34.76	42.5	41.6	102	TG-1
14.69	33.94	43.5	42.5	103	TG-1
18.67	40.02	44.2	43.5	104	TG-1
7.46	44.65	42.9	41.9	105	TG-10
6.92	38.15	43.4	42.9	106	TG-10
25.86	32.03	44.2	43.4	107	TG-10
23.33	28.18	45.1	44.2	108	TG-10
21.58	30.13	45.5	45.1	109	TG-10
12.74	34.07	56.9	55.9	110	TG-11
13.19	34.96	57.65	56.9	111	TG-11
22.63	42.87	58.35	57.65	112	TG-11
19.58	37.51	59.4	58.35	113	TG-11
21.03	38.72	60.15	59.4	114	TG-11
21.22	39.03	61.05	60.15	115	TG-11
38.68	37.14	21.1	20.6	116	TG-1-1
27.04	44.43	21.9	21.1	117	TG-1-1
8.16	56.01	22.3	21.9	118	TG-1-1
7.98	62.82	23	22.3	119	TG-1-1
7.33	54.04	23.5	23	120	TG-1-1
11.14	45.53	23.9	23.5	121	TG-1-1
11.06	40.66	24.25	23.9	122	TG-1-1
21.04	38.53	24.4	24.25	123	TG-1-1
16.17	41.12	24.55	24.4	124	TG-1-1
18.59	41.42	25.35	24.55	125	TG-1-1

19.39	46.08	49.15	48.15	126	TG-12
14.24	42.54	49.9	49.15	127	TG-12
11.5	45.21	50.8	49.9	128	TG-12
8.41	35.79	51.75	50.8	129	TG-12
8.27	38.15	52.5	51.75	130	TG-12
15.12	43.34	53.25	52.5	131	TG-12
15.74	33.06	54.25	53.25	132	TG-12
15.94	32.71	55.25	54.25	133	TG-12
22.3	38.21	56.3	55.25	134	TG-12
26.85	40.29	55.55	54.5	135	TG-13
19.49	44.92	53.2	52.2	136	TG-13
8.81	48.18	53.95	53.2	137	TG-13
9.78	46.07	54.5	53.95	138	TG-13
25.48	31.77	56.5	55.55	139	TG-13
14.55	23.72	57.3	56.5	140	TG-13
22.67	27.52	58.25	57.3	141	TG-13
27.17	29.59	58.95	58.25	142	TG-13
35.6	35.45	47.4	47	143	TG-14
25.6	39.83	48.3	47.4	144	TG-14
13.38	39.76	49.3	48.3	145	TG-14
14.67	44.78	49.7	49.3	146	TG-14
22.12	43.37	50.5	49.7	147	TG-14
17.1	36.57	51	50.5	148	TG-14
21.85	29.8	52.3	51.6	149	TG-14
26.23	29.6	53.1	52.3	150	TG-14
29.62	36.21	44.4	43.6	151	TG-15
18.28	41.4	45	44.4	152	TG-15
15.2	39.82	45.9	45	153	TG-15
15.34	35.54	46.6	45.9	154	TG-15
16.02	36.49	47.3	46.6	155	TG-15
17.89	27.41	47.9	47.3	156	TG-15
18.81	26.94	48.3	47.9	157	TG-15
26.83	33.12	49.4	48.3	158	TG-15
26.64	33.18	50.4	49.4	159	TG-15
25.31	34.16	50.9	50.4	160	TG-15
19.75	41.26	24.25	23.45	161	TG-16
24.22	32.36	25.1	24.25	162	TG-16
17.78	27.69	26.3	25.1	163	TG-16
24.65	35.2	27.6	26.3	164	TG-16
21.43	32.68	28.3	27.6	165	TG-16
25.28	34.22	29.3	28.3	166	TG-16
19.22	36.15	28.8	27.65	167	TG-17
18.76	32.43	29.5	28.8	168	TG-17

27.94	27.85	31	29.5	169	TG-17
22.25	28.66	32	31	170	TG-17
8.67	44.21	16.8	15.8	171	TG-18
9.82	43.92	18.15	16.8	172	TG-18
20.99	37.87	19.15	18.15	173	TG-18
28.85	27.75	21.2	20.2	174	TG-18
33.97	28.76	23.5	22.5	175	TG-18
13.97	43.73	11	10.15	176	TG-19
8.12	46.63	11.75	11	177	TG-19
6.82	48.06	12.6	11.75	178	TG-19
13.85	40.79	13.25	12.6	179	TG-19
22.15	33.1	14.1	13.3	180	TG-19
20.81	32.89	15	14.1	181	TG-19
32.14	39.24	45.6	44.8	182	TG-2
14.19	51.59	46.4	45.6	183	TG-2
7.11	48.56	47.15	46.4	184	TG-2
12.38	41.58	47.65	47.15	185	TG-2
12.27	42.57	48.4	47.65	186	TG-2
21.24	45.89	48.7	48.4	187	TG-2
20.34	39.82	49.5	48.7	188	TG-2
22.45	38.66	20.6	19.7	189	TG-20
12.34	37.56	21.45	20.6	190	TG-20
22.03	36.46	22	21.45	191	TG-20
20.15	35.59	23.2	22.25	192	TG-20
27.44	32.1	24.9	23.2	193	TG-20
10.18	43.89	42.1	41.25	194	TG-21
11.8	40.75	42.75	42.1	195	TG-21
22.25	29.8	43.75	42.75	196	TG-21
27.77	26.99	45.1	43.75	197	TG-21
16.41	22.91	46	45.1	198	TG-21
23.01	27.34	47	46	199	TG-21
22.4	41.32	56.4	55.4	200	TG-22
10.47	44.09	57.4	56.4	201	TG-22
7.12	45.43	58.3	57.4	202	TG-22
7.12	45.43	58.7	58.3	203	TG-22
12.34	30.12	59.7	58.7	204	TG-22
20.42	32.87	60.5	59.7	205	TG-22
17.07	32.33	61.4	60.5	206	TG-22
20.43	30.26	62.7	61.4	207	TG-22
28.69	28.93	63.7	62.7	208	TG-22
30.56	31.2	34.5	33.6	209	TG-24A-2
12.47	45.92	35.5	34.5	210	TG-24A-2
12.22	44.73	36.5	35.5	211	TG-24A-2

23.09	30.72	38.5	36.5	212	TG-24A-2
25.07	37.73	41.25	39.8	213	TG-24A-2
20.12	45.37	55.5	54.5	214	TG-27-1
12.11	46.07	55.9	55.5	215	TG-27-1
13.88	44.19	56.9	55.9	216	TG-27-1
15.82	43.59	57.4	56.9	217	TG-27-1
24.06	41.59	35.2	34.05	218	TG-27A-1
12.77	40.38	36.2	35.2	219	TG-27A-1
18.84	27.39	37.3	36.2	220	TG-27A-1
30.07	24.71	40	37.3	221	TG-27A-1
30.07	24.71	41.85	40	222	TG-27A-1
23.98	42.66	13.8	13	223	TG-28-1
13.28	44.59	14.4	13.8	224	TG-28-1
14.44	42.68	15.5	14.6	225	TG-28-1
25.78	39.89	127.2	126.3	226	TG-29-1
13.02	37.21	128.2	127.2	227	TG-29-1
10.24	39.96	129.1	128.2	228	TG-29-1
17.91	36.54	129.7	129.1	229	TG-29-1
10.6	49.08	56.6	55.6	230	TG-3
9.91	53.17	57.35	56.6	231	TG-3
18.09	52.32	58.4	57.35	232	TG-3
16.27	39.23	59.4	58.4	233	TG-3
33.09	37.78	54.55	53.75	234	TG-3
14.99	53.63	55.6	54.55	235	TG-3
20.79	48.08	85.7	85	236	TG-30-1
16.18	47.2	86.6	85.7	237	TG-30-1
10.45	47.69	87.3	86.6	238	TG-30-1
10.52	46.68	87.75	87.3	239	TG-30-1
9.45	49.29	88.25	87.75	240	TG-30-1
8.04	51.49	89.25	88.25	241	TG-30-1
7.4	49.15	89.5	89.25	242	TG-30-1
10.93	46.2	90.5	89.5	243	TG-30-1
12.36	46.22	91.5	90.5	244	TG-30-1
9.1	52.24	92.3	91.5	245	TG-30-1
23.26	45.4	52.8	52.5	246	TG-31-1
20.26	45.55	53.25	52.8	247	TG-31-1
15.72	45.7	54	53.25	248	TG-31-1
13.88	45.5	54.35	54	249	TG-31-1
12.7	46.36	54.95	54.35	250	TG-31-1
10.95	46.81	55.5	54.95	251	TG-31-1
23.56	45.88	75.7	74.9	252	TG-32-1
13.34	43.19	76.1	75.7	253	TG-32-1
11.55	43.93	77.1	76.1	254	TG-32-1

11.18	38.08	78.1	77.1	255	TG-32-1
10.92	41.79	78.7	78.1	256	TG-32-1
9.15	40.26	79.3	78.7	257	TG-32-1
18.42	36.46	79.7	79.3	258	TG-32-1
14.06	38.39	80.3	79.7	259	TG-32-1
26.69	38.75	42.7	41.8	260	TG-33-1
15.36	41	43.6	42.7	261	TG-33-1
12.7	39.24	44.6	43.6	262	TG-33-1
		19	18.5	263	TG-34-1
		20	19	264	TG-34-1
		20.5	20	265	TG-34-1
		21.5	20.5	266	TG-34-1
34.19	40.98	32.3	31.5	267	TG-35-1
29.9	38.49	32.8	32.3	268	TG-35-1
		67.8	66.5	269	TG-36-1
		68.4	67.8	270	TG-36-1
		69.1	68.4	271	TG-36-1
		69.6	69.1	272	TG-36-1
34.21	37.55	40.4	40.1	273	TG-37-1
27.87	37.42	40.9	40.4	274	TG-37-1
17.14	41.15	41.9	40.9	275	TG-37-1
17.41	42.76	42.5	41.9	276	TG-37-1
20.52	39.95	23.5	23	277	TG-38-1
16.41	44.8	24	23.5	278	TG-38-1
10.52	43.34	24.8	24	279	TG-38-1
10.13	43.91	25.1	24.8	280	TG-38-1
10.5	43.88	26.7	25.1	281	TG-38-1
12.14	39.21	27.7	26.7	282	TG-38-1
18.97	38.68	29.9	29.1	283	TG-39-1
18.9	38.73	30.5	29.9	284	TG-39-1
24.85	35.22	28.7	27.7	285	TG-39-1
25.17	35.07	29.1	28.7	286	TG-39-1
19.75	41.62	45.6	44.6	287	TG-4
8.75	61.33	46.2	45.6	288	TG-4
24.77	31.66	47	46.2	289	TG-4
30.47	34.41	47.5	47	290	TG-4
17.05	43.2	27.9	27	291	TG-41-1
15.65	45.47	28.8	27.9	292	TG-41-1
13.19	43.36	29.7	28.8	293	TG-41-1
12.69	43.94	30.7	29.7	294	TG-41-1
16.06	45.6	31.1	30.7	295	TG-41-1
16.61	42.5	18.2	17.5	296	TG-42-1
16.72	42.18	19	18.2	297	TG-42-1

11.71	43.45	20	19	298	TG-42-1
9.45	43.8	20.5	20	299	TG-42-1
18.28	46.99	20.8	20.5	300	TG-42-1
32.3	41.31	28	27.5	301	TG-43-1
25.55	38.61	28.7	28	302	TG-43-1
27.37	38.26	29	28.7	303	TG-43-1
27.29	38.07	29.2	29	304	TG-43-1
28.25	38.66	29.5	29.2	305	TG-43-1
33.11	39.81	19.3	18.2	306	TG-44-1
19.81	41.92	20.5	19.3	307	TG-44-1
12.36	41.8	21.2	20.5	308	TG-44-1
21.76	46.79	26.4	26.2	309	TG-44-1
35.59	34.93	39.1	38	310	TG-44-2
27.82	37.63	40.1	39.1	311	TG-44-2
12.01	46.63	41.1	40.1	312	TG-44-2
12.4	43.54	42.1	41.1	313	TG-44-2
20.13	39.78	42.4	42.1	314	TG-44-2
36.67	40.2	42.6	42.1	315	TG-45-1
30.14	41.86	43.9	42.6	316	TG-45-1
17.1	54.38	44.3	43.9	317	TG-45-1
15.73	51.35	44.7	44.3	318	TG-45-1
7.49	56.87	49.8	49.3	319	TG-45-1
7.43	60.7	45.5	44.7	320	TG-45-1
9.12	52.51	50.2	49.8	321	TG-45-1
7.38	61.16	46.5	45.5	322	TG-45-1
16	50.48	52.5	50.2	323	TG-45-1
6.87	60.3	47.5	46.5	324	TG-45-1
17.03	49.69	53.5	52.5	325	TG-45-1
7.98	61.97	48.5	47.5	326	TG-45-1
26.38	38.45	53.7	53.5	327	TG-45-1
10.57	62.46	49.3	48.5	328	TG-45-1
29.68	44.65	54	53.7	329	TG-45-1
11.37	51.73	58.4	57.4	330	TG-45-1
9.75	49.95	58.7	58.4	331	TG-45-1
7.59	50.56	59.5	58.7	332	TG-45-1
11.77	47.56	59.9	59.5	333	TG-45-1
30.74	34.67	52.5	51.5	334	TG-45-2
21.54	37.96	53.1	52.5	335	TG-45-2
28.67	33.47	54.2	53.1	336	TG-45-2
24.12	34.19	55	54.2	337	TG-45-2
30.1	37.2	42.3	41.2	338	TG-46-1
11.78	50.18	42.7	42.3	339	TG-46-1
9.57	52.75	49.5	42.7	340	TG-46-1

13.44	48.72	50.5	49.5	341	TG-46-1
20.66	47.64	52	50.5	342	TG-46-1
38.06	36.38	52.4	52	343	TG-46-1
13.8	47.19	53.6	52.4	344	TG-46-1
24.83	38.62	55	53.6	345	TG-46-1
13.91	47.26	55.8	55	346	TG-46-1
28.347	39.5	21.2	20	347	TG-46-2
13.65	43.57	22.3	21.2	348	TG-46-2
11.34	40.92	24.1	22.3	349	TG-46-2
7.91	43.62	24.7	24.1	350	TG-46-2
7.5	43.72	25.6	24.7	351	TG-46-2
10.15	46.93	26.4	25.6	352	TG-46-2
9.06	39.84	27.5	26.4	353	TG-46-2
10.64	46.58	28.5	27.5	354	TG-46-2
8.82	44.3	29.2	28.5	355	TG-46-2
8.96	50.83	30.2	29.2	356	TG-46-2
9.51	48.18	30.8	30.2	357	TG-46-2
9.56	32.1	31.1	30.8	358	TG-46-2
9.31	45.17	32.3	31.1	359	TG-46-2
21.33	46.2	32.7	32.3	360	TG-46-2
16.4	43.38	33.8	32.7	361	TG-46-2
32.46	39.84	49.7	48.5	362	TG-46-2
11.33	49.78	50.8	49.7	363	TG-46-2
6.67	53.45	51.5	50.8	364	TG-46-2
7.49	52.53	52.5	51.5	365	TG-46-2
7.11	52.45	53.5	52.5	366	TG-46-2
7.81	53.41	54.5	53.5	367	TG-46-2
8.61	48.46	56	54.5	368	TG-46-2
7.65	47	57.5	56	369	TG-46-2
6.65	55.52	58.3	57.5	370	TG-46-2
9.23	56.33	59.3	58.3	371	TG-46-2
6.56	55.33	60.5	59.3	372	TG-46-2
7.17	53.21	61.1	60.5	373	TG-46-2
7.57	55.63	62.2	61.1	374	TG-46-2
19.01	53.58	63	62.2	375	TG-46-2
27.16	39.65	63.5	63	376	TG-46-2
15.95	43.89	44.45	43.4	377	TG-5
9.82	47.12	45.4	44.45	378	TG-5
9.44	46.96	46.4	45.4	379	TG-5
14.35	41.44	47.4	46.4	380	TG-5
17.88	27.13	48.3	47.4	381	TG-5
14.39	33.69	49.3	48.3	382	TG-5
26.91	32.07	50.6	49.3	383	TG-5

26.13	29.63	51.5	50.6	384	TG-5
23.91	42.84	31.6	30.4	385	TG-6
9.13	41.47	32.4	31.6	386	TG-6
12.16	32.65	33.4	32.4	387	TG-6
22.98	22.49	34.8	33.4	388	TG-6
21.69	27.8	35.25	34.8	389	TG-6
27.63	27.99	36.25	35.25	390	TG-6
19.11	32.67	37.25	36.25	391	TG-6
37.15	35.38	55.2	54.3	392	TG-8
35.29	34.79	55.6	55.2	393	TG-8
29.39	40.27	56.3	55.6	394	TG-8
12.49	44.95	56.9	56.3	395	TG-8
12.84	44.91	57.8	56.9	396	TG-8
13.81	39.98	58.65	57.8	397	TG-8
22.04	37.54	60.4	58.65	398	TG-8
23.73	37.74	61.8	60.4	399	TG-8
28.58	39.66	63.1	61.8	400	TG-8
30.29	41.78	39	38.1	401	TG-9
11.19	48.027	34.45	33.8	402	TG-9
13.1	39.46	35.1	34.45	403	TG-9
11.94	34.55	36.2	35.1	404	TG-9
36.95	35.76	43.1	42.3	405	TG-A1
29.29	30.52	44.1	43.1	406	TG-A1
9.51	55.39	45.2	44.1	407	TG-A1
26.67	37.17	46.2	45.2	408	TG-A1
32.78	35.44	39	38.1	409	TG-A10-1
16.61	45.32	40.2	39	410	TG-A10-1
12.62	39.09	41.4	40.2	411	TG-A10-1
27.72	30.51	42.6	41.4	412	TG-A10-1
30.8	38.04	43	42.1	413	TG-A1-1
14.03	49.69	44	43	414	TG-A1-1
10.86	54.26	45	44	415	TG-A1-1
25.85	32.1	46.1	45	416	TG-A1-1
24.45	38.97	46.75	46.1	417	TG-A1-1
33.06	34.9	34.3	33.3	418	TG-A11-1
12.62	40.46	35.3	34.3	419	TG-A11-1
23.97	31.62	35.8	35.3	420	TG-A11-1
26.99	27.02	37.5	35.8	421	TG-A11-1
27.39	31.01	39.3	37.5	422	TG-A11-1
31.37	36.55	59	58.4	423	TG-A12-1
27.82	34.77	60	59	424	TG-A12-1
12.4	42.06	61	60	425	TG-A12-1
24.24	33.14	62	61	426	TG-A12-1

23.5	35.01	64.3	62	427	TG-A12-1
33.46	34.4	47.6	46	428	TG-A13-1
21.2	38.47	48	47.6	429	TG-A13-1
9.85	45.9	49	48	430	TG-A13-1
14.34	40.49	50	49	431	TG-A13-1
26.3	31.4	52	50	432	TG-A13-1
12.29	38.63	38.7	38	433	TG-A14-1
14.83	30.09	39.35	38.7	434	TG-A14-1
25.67	32.41	41.35	39.35	435	TG-A14-1
21.45	34.97	43.35	41.35	436	TG-A14-1
25.1	32.15	44.5	43.35	437	TG-A14-1
19.57	43.41	38	37	438	TG-A14-1
24.8	36.92	46.1	45.1	439	TG-A15-1
30.23	36.81	51.5	50	440	TG-A16-1
16.09	46.97	52	51.5	441	TG-A16-1
8.89	50.48	53	52	442	TG-A16-1
19.49	31.65	54	53	443	TG-A16-1
20.59	28.56	55	54	444	TG-A16-1
16.54	41.69	49.7	48.7	445	TG-A17-1
13.58	47.97	50.9	49.7	446	TG-A17-1
9.3	46.78	51.9	50.9	447	TG-A17-1
12.13	49.92	52.9	51.9	448	TG-A17-1
18.96	39.77	54.3	52.9	449	TG-A17-1
31.14	38.99	47.6	46.6	450	TG-A18-1
9.52	44.48	48.6	47.6	451	TG-A18-1
13.96	46.06	49.1	48.6	452	TG-A18-1
24.21	43.83	50.25	49.1	453	TG-A18-1
18.41	24.18	51.3	50.25	454	TG-A18-1
21.79	40.8	41.5	40.8	455	TG-A19-1
9.82	48.17	42.7	41.5	456	TG-A19-1
21.25	41.37	43.6	42.7	457	TG-A19-1
18.98	36.39	45.8	43.6	458	TG-A19-1
22.43	39.19	47.6	46.9	459	TG-A19-1
21.86	30.88	13.9	13.1	460	TG-A20-1
26.77	30.86	15	13.9	461	TG-A20-1
28.71	32.41	19.1	15	462	TG-A20-1
29.1	33.72	12.3	11.6	463	TG-A20-1
18.39	42.16	13.1	12.3	464	TG-A20-1
23.38	41.64	49.9	48.95	465	TG-A2-1
8.83	56.96	50.9	49.9	466	TG-A2-1
10.23	44.18	52	50.9	467	TG-A2-1
25.36	31.28	53	52	468	TG-A2-1
12.82	44.43	54.2	53	469	TG-A2-1

22.45	31.41	55.1	54.2	470	TG-A2-1
7.97	56.83	55.5	55.1	471	TG-A2-1
27.75	35.8	56.2	55.5	472	TG-A2-1
16.87	40.17	16.3	15.9	473	TG-A21-1
11.99	48.96	17.3	16.3	474	TG-A21-1
9.03	45.71	18.3	17.3	475	TG-A21-1
12.82	38.13	18.8	18.3	476	TG-A21-1
20.11	32.13	20.4	18.8	477	TG-A21-1
32.66	38.29	20.55	19.6	478	TG-A22-1
21.12	46.69	21.15	20.55	479	TG-A22-1
14.9	27.11	21.85	21.15	480	TG-A22-1
20.93	32.85	22.48	21.85	481	TG-A22-1
21.39	31.73	24.5	22.48	482	TG-A22-1
20.04	39.98	25.89	25.06	483	TG-A23-1
10.37	42.43	26.76	25.89	484	TG-A23-1
11.46	38.06	27.5	26.76	485	TG-A23-1
13.82	35.3	28.15	27.5	486	TG-A23-1
14.21	33.61	31.2	28.15	487	TG-A23-1
29.81	33.68	32.45	31.2	488	TG-A23-1
39.46	33.36	58.4	57.5	489	TG-A23-2
19.61	34.89	59.1	58.4	490	TG-A23-2
22.33	24.28	60.6	59.1	491	TG-A23-2
25.61	23.87	62.1	60.6	492	TG-A23-2
26	25.98	66.5	65	493	TG-A23-2
22.31	32.92	48.3	46.85	494	TG-A24-1
19.49	36.12	42.2	41.25	495	TG-A24-1
15.11	37.55	43.25	42.2	496	TG-A24-1
20.63	36.49	44.5	43.25	497	TG-A24-1
25.35	32.45	45.3	44.5	498	TG-A24-1
22.19	32.2	46.1	45.3	499	TG-A24-1
28.32	41.39	21.6	20.6	500	TG-A24-2
9.37	46.83	22.7	21.6	501	TG-A24-2
9.8	45.45	23.4	22.7	502	TG-A24-2
22.85	35.04	25.45	23.4	503	TG-A24-2
17.91	46.46	72.4	71.7	504	TG-A25-1
12.98	46.58	73.5	72.4	505	TG-A25-1
18.78	46.13	76.9	76.3	506	TG-A27-1
15.85	46	77.5	76.9	507	TG-A27-1
11.56	44.33	78.4	77.5	508	TG-A27-1
22.59	42.97	83.3	82.3	509	TG-A28-1
14.95	45.75	84.5	83.3	510	TG-A28-1
18.62	41.28	85.3	84.5	511	TG-A28-1
14.68	47.26	54.9	54.3	512	TG-A29-1

18.63	45.43	55.5	54.9	513	TG-A29-1
11.65	45.73	56.2	55.5	514	TG-A29-1
16.76	44	57.2	56.2	515	TG-A29-1
19.55	47.78	43.5	42.4	516	TG-A30-1
14.58	44.49	44.3	43.5	517	TG-A30-1
13.43	43.63	44.6	44.3	518	TG-A30-1
34.41	39.13	55.6	54.9	519	TG-A3-1
11.92	50.61	56.75	55.6	520	TG-A3-1
17.97	41.08	57.75	56.75	521	TG-A3-1
18.29	36.72	58.3	57.75	522	TG-A3-1
17.73	39.24	59	58.3	523	TG-A3-1
14.8	32.52	60.9	59	524	TG-A3-1
21.67	45.17	95.1	94.5	525	TG-A31-1
9.97	48.1	97.5	96.5	526	TG-A31-1
9.12	48.44	98.5	97.5	527	TG-A31-1
8.7	48.39	99.5	98.5	528	TG-A31-1
9.44	47.59	101.4	99.5	529	TG-A31-1
14.09	42.89	102.3	101.4	530	TG-A31-1
21.56	45.78	95.4	95.1	531	TG-A31-1
19.44	45.39	95.9	95.4	532	TG-A31-1
12.67	47.18	96.5	95.9	533	TG-A31-1
26.01	36.64	70.6	70	534	TG-A33-1
12.73	41.58	70.9	70.6	535	TG-A33-1
10.34	38.86	71.9	70.9	536	TG-A33-1
9.48	40.06	72.8	71.9	537	TG-A33-1
23.39	35.43	74.2	72.8	538	TG-A33-1
12.36	36.39	75	74.2	539	TG-A33-1
6.52	28.51	58.2	57.5	540	TG-A34-1
23.01	44.09	60	58.2	541	TG-A34-1
15	40.2	60.8	60	542	TG-A34-1
10.11	37	61.8	60.8	543	TG-A34-1
26.41	41.17	62.5	61.8	544	TG-A34-1
10.7	43.78	63.5	62.5	545	TG-A34-1
11.32	39.5	64.1	63.5	546	TG-A34-1
13.07	44.32	64.1	63.1	547	TG-A35-1
21.47	45.15	64.7	64.1	548	TG-A35-1
11.49	46.58	65.5	64.7	549	TG-A35-1
11.44	46.77	66.5	65.5	550	TG-A35-1
10.12	47.83	67.1	66.5	551	TG-A35-1
10	48.08	67.8	67.1	552	TG-A35-1
17.28	46.74	68.2	67.8	553	TG-A35-1
24.37	41.27	35	33.9	554	TG-A36-1
14.23	45.25	35.8	35	555	TG-A36-1

13.93	38.19	36.8	35.8	556	TG-A36-1
18.75	35.72	37.8	36.8	557	TG-A36-1
20.52	39.95	46.5	45.5	558	TG-A38-1
16.41	44.8	47.1	46.5	559	TG-A38-1
10.52	43.34	48.5	47.1	560	TG-A38-1
17.43	41.7	61.2	60.3	561	TG-A39-1
13.8	40.94	61.7	61.2	562	TG-A39-1
9.22	42.56	63	61.7	563	TG-A39-1
8.9	42	63.7	63	564	TG-A39-1
31.69	41.04	29.4	28.6	565	TG-A40-1
24.55	40.06	29.7	29.4	566	TG-A40-1
17.57	40.6	30.5	29.7	567	TG-A40-1
13.97	43.31	31.5	30.5	568	TG-A40-1
14.66	45.08	32.4	31.5	569	TG-A40-1
13.61	43.8	32.9	32.4	570	TG-A40-1
30.72	35.72	40.45	39.35	571	TG-A4-1
8.64	54.29	40.95	40.45	572	TG-A4-1
11.57	47.43	41.8	40.95	573	TG-A4-1
17.28	25.88	42.8	41.8	574	TG-A4-1
22.98	26.58	45.15	42.8	575	TG-A4-1
23.07	23.69	46.15	45.15	576	TG-A4-1
31.42	40.16	29.5	28.6	577	TG-A41-1
13.53	42.98	30.5	29.5	578	TG-A41-1
14.48	43.93	31.5	30.5	579	TG-A41-1
13.95	45.74	31.8	31.5	580	TG-A41-1
11.13	43.49	32.6	31.8	581	TG-A41-1
12.78	46.11	33	32.6	582	TG-A41-1
34.39	39.87	25.2	24.4	583	TG-A42-1
12.66	44.66	26.3	25.2	584	TG-A42-1
8.72	46.27	27.1	26.3	585	TG-A42-1
29.96	38.32	17.2	16.5	586	TG-A43-1
12.66	44.66	18	17.2	587	TG-A43-1
8.72	46.27	18.7	18	588	TG-A43-1
14.31	42.47	19.7	18.7	589	TG-A43-1
14	43.14	20.5	19.7	590	TG-A43-1
17.45	42.12	33.5	32.4	591	TG-A44-1
15.91	43.77	34.15	33.5	592	TG-A44-1
14.43	40.27	34.8	34.15	593	TG-A44-1
28.23	35.75	30.3	29.5	594	TG-A45-1
15.08	39.88	31	30.3	595	TG-A45-1
13.19	42.78	31.7	31	596	TG-A45-1
28.26	33.85	33	31.7	597	TG-A45-1
24.55	32.25	33.5	33	598	TG-A45-1

35.73	34.17	22	21.2	599	TG-A46-1
31.06	43.45	22.5	22	600	TG-A46-1
18.48	38.73	23	22.5	601	TG-A46-1
25.14	39.39	23.4	23	602	TG-A46-1
24.55	36.46	24.4	23.4	603	TG-A46-1
30	38.21	24.3	23.5	604	TG-A47-1
22.05	42.9	24.85	24.3	605	TG-A47-1
12.79	45.91	25.4	24.85	606	TG-A47-1
11.65	45.86	26.05	25.4	607	TG-A47-1
10.39	45.58	26.9	26.05	608	TG-A47-1
17.9	48.63	31.5	31.2	609	TG-A47-1
12.75	46.96	31.2	30.8	610	TG-A47-1
17.77	46.76	32	31.5	611	TG-A47-1
17.8	46.6	33	32	612	TG-A47-1
17.98	48.58	34	33	613	TG-A47-1
17.85	46.49	34.9	34	614	TG-A47-1
17.15	47.45	35.7	34.9	615	TG-A47-1
13.26	47	36.5	35.7	616	TG-A47-1
12.76	47.15	37	36.5	617	TG-A47-1
9.49	48.64	27.5	26.9	618	TG-A47-1
11.87	45.24	28.5	27.5	619	TG-A47-1
11.62	47.04	28.9	28.5	620	TG-A47-1
18.91	48.29	29.7	28.9	621	TG-A47-1
14.73	43.02	30.8	29.7	622	TG-A47-1
17.44	47.07	37.8	37	623	TG-A47-1
9.24	51.92	50.1	49	624	TG-A47-1
11.77	58.16	50.5	50.1	625	TG-A47-1
7.02	26.23	51.25	50.5	626	TG-A47-1
12.67	45.5	52.1	51.25	627	TG-A47-1
10.81	54.43	53.4	52.1	628	TG-A47-1
12.06	54.32	54.6	53.4	629	TG-A47-1
26.45	45.76	55.5	54.6	630	TG-A47-1
35.88	37.33	56.2	55.5	631	TG-A47-1
34.48	34.54	47.7	47.1	632	TG-A47-2
27.76	38.96	48.3	47.7	633	TG-A47-2
13.44	46.32	49.3	48.3	634	TG-A47-2
9.74	50.8	50.3	49.3	635	TG-A47-2
13.16	45.12	51.1	50.3	636	TG-A47-2
9.98	47.27	51.85	51.1	637	TG-A47-2
11.51	44.79	52.25	51.85	638	TG-A47-2
8.83	48.3	52.95	52.25	639	TG-A47-2
8.73	47.19	53.95	52.95	640	TG-A47-2
7.27	51.34	54.95	53.95	641	TG-A47-2

8.04	50.82	55.45	54.95	642	TG-A47-2
8.42	48.7	56.45	55.45	643	TG-A47-2
8.6	52.66	57.45	56.45	644	TG-A47-2
9.93	47.19	58.45	57.45	645	TG-A47-2
12.24	46.48	59.45	58.45	646	TG-A47-2
13.43	44.71	60.5	59.45	647	TG-A47-2
26.34	36.35	61.5	60.5	648	TG-A47-2
20.76	39.48	62.5	61.5	649	TG-A47-2
20.94	38.98	63.3	62.5	650	TG-A47-2
12.26	50.38	69	68.5	651	TG-A47-2
23.91	40.43	41.5	39.5	652	TG-A48-1
18.31	42.13	43.7	43	653	TG-A48-1
11.43	57.87	47.9	47.5	654	TG-A48-1
12.49	45.72	49.5	48.7	655	TG-A48-1
35.49	37.57	50	49.5	656	TG-A48-1
32.33	37.07	51.5	50.7	657	TG-A48-1
34.65	37.51	54.7	54.5	658	TG-A48-1
34.36	35.96	27.3	26	659	TG-A48-2
22.22	39.83	27.6	27.3	660	TG-A48-2
7.99	49.63	28.5	27.6	661	TG-A48-2
5.4	54.35	29.5	28.5	662	TG-A48-2
9.39	57.26	38.5	37.4	663	TG-A48-2
29.56	40.05	53.9	52.7	664	TG-A48-2
13.29	50.33	54.7	53.9	665	TG-A48-2
17.7	45.27	55.5	54.7	666	TG-A48-2
10.09	51.72	66.5	65.5	667	TG-A48-2
19.43	48.87	67.5	66.5	668	TG-A48-2
12.17	53.49	68	67.5	669	TG-A48-2
12.48	49.6	68.5	68	670	TG-A48-2
20.08	42.04	69.5	68.5	671	TG-A48-2
25.88	41.3	70.4	69.5	672	TG-A48-2
6.93	55.17	30.5	29.5	673	TG-A48-2
11.94	43.48	71.1	70.4	674	TG-A48-2
34.91	37.11	72.1	71.1	675	TG-A48-2
4.91	55.65	31.5	30.5	676	TG-A48-2
4.42	58.31	32.5	31.5	677	TG-A48-2
4.32	60	33.5	32.5	678	TG-A48-2
5.67	54.22	34.2	33.5	679	TG-A48-2
5.56	63.3	35.2	34.2	680	TG-A48-2
5.17	61.36	36.3	35.2	681	TG-A48-2
7.15	59.28	37.4	36.3	682	TG-A48-2
29.83	38.13	39.5	39	683	TG-A49-1
39.27	38.76	42.5	39.5	684	TG-A49-1

15.57	46.82	43.7	42.5	685	TG-A49-1
14.7	47.72	44.9	43.7	686	TG-A49-1
14.68	47.85	45.8	44.9	687	TG-A49-1
14.19	51.93	47	45.8	688	TG-A49-1
12.94	49.57	47.3	47	689	TG-A49-1
32.28	36.73	26.1	25.4	690	TG-A49-2
29	37.39	26.8	26.1	691	TG-A49-2
25.39	37.74	27.4	26.8	692	TG-A49-2
17.01	42.12	28.2	27.4	693	TG-A49-2
11.94	43.31	28.7	28.2	694	TG-A49-2
19.04	45.37	45.35	44.35	695	TG-A5-1
23.81	37.92	46.35	45.35	696	TG-A5-1
22.99	32.01	47.35	46.35	697	TG-A5-1
19.32	21.7	52.2	50.85	698	TG-A5-1
29.48	32.38	55.1	53.5	699	TG-A5-1
34.13	33.42	43.35	42.85	700	TG-A5-1
17.12	48.94	44.35	43.35	701	TG-A5-1
27.75	35.87	44.4	43	702	TG-A6-1
21.73	31.13	45.4	44.4	703	TG-A6-1
28.06	32.59	46.4	45.4	704	TG-A6-1
26.14	32.36	49	48	705	TG-A6-1
30.44	37.63	34.8	34	706	TG-A7-1
11.01	44.34	36.1	34.8	707	TG-A7-1
17.53	27.41	38	36.1	708	TG-A7-1
22.67	30.4	41.5	40.2	709	TG-A7-1
10.21	49.59	33.25	32.55	710	TG-A8-1
10.9	41.31	34.35	33.25	711	TG-A8-1
19.14	27.15	35.25	34.35	712	TG-A8-1
27.05	30.6	35.9	35.25	713	TG-A8-1
31.5	32.64	48.5	47.65	714	TG-A9-1
12.26	48.15	49.5	48.5	715	TG-A9-1
8.73	49	50.5	49.5	716	TG-A9-1
19.55	30.14	51.7	50.5	717	TG-A9-1
21.69	28.71	53	51.7	718	TG-A9-1
26.83	37.52	27.6	26.3	719	TG-B45-1
33.45	37.7	28	27.6	720	TG-B45-1
15.75	54.13	39	38.5	721	TG-B45-1
15.86	50.79	40.2	39	722	TG-B45-1
10.2	52.65	40.9	40.2	723	TG-B45-1
8.45	52	41.9	40.9	724	TG-B45-1
18.57	48.76	42.8	41.9	725	TG-B45-1
8.97	53.41	43.15	42.8	726	TG-B45-1
23.06	47.28	44.5	43.15	727	TG-B45-1

30.74	34.67	34.6	33.5	728	TG-B45-2
21.54	37.96	35.5	34.6	729	TG-B45-2
28.67	33.47	36	35.5	730	TG-B45-2
24.12	34.19	39	38.3	731	TG-B45-2
34.89	31.49	34	33.85	732	TG-B46-1
6.24	48.35	35	34	733	TG-B46-1
3.92	45.83	36	35	734	TG-B46-1
6.22	54.25	37	36	735	TG-B46-1
6.26	46	38	37	736	TG-B46-1
4.8	44.64	39	38	737	TG-B46-1
6.38	53.27	39.8	39	738	TG-B46-1
5.89	59.9	41.5	39.8	739	TG-B46-1
5.07	59	42.45	41.5	740	TG-B46-1
4.27	55.06	43.4	42.45	741	TG-B46-1
4.91	49.9	44.5	43.4	742	TG-B46-1
9.1	42.88	45.5	44.5	743	TG-B46-1
6.97	47.44	46.5	45.5	744	TG-B46-1
8.04	49.84	47.5	46.5	745	TG-B46-1
8.94	45.23	48	47.5	746	TG-B46-1
8.4	48.1	49	48	747	TG-B46-1
9.14	49.62	49.5	49	748	TG-B46-1
11.47	63.13	55.15	54.85	749	TG-B46-1
28.87	36.83	51	49.8	750	TG-B46-2
28.68	37.2	51.2	51	751	TG-B46-2
26.83	38.6	51.7	51.25	752	TG-B46-2
31.57	34.98	39.1	38.5	753	TG-B47-1
8.44	40.5	39.6	39.1	754	TG-B47-1
27.85	35.13	41.8	41.1	755	TG-B47-1
18.04	42.53	42.3	42.1	756	TG-B47-1
37.57	37.54	42.5	42.3	757	TG-B47-1
17.61	44.08	44.7	44.1	758	TG-B47-1
8.14	55.33	50.9	50.7	759	TG-B47-1
20.05	43.7	51.3	50.9	760	TG-B47-1
11.84	44.13	51.65	51.3	761	TG-B47-1
22.85	34.82	31.5	31	762	TG-B47-2
32.02	38.92	52	51.3	763	TG-B47-2
11.8	45.51	53.1	52	764	TG-B47-2
9.83	41.41	54.1	53.1	765	TG-B47-2
11.75	46.23	54.6	54.1	766	TG-B47-2
29.38	39.76	55	54.6	767	TG-B47-2
29.45	32.06	27.3	26.5	768	TG-B47-2
30.92	36.81	28.2	27.3	769	TG-B47-2
31.05	37.12	29	28.2	770	TG-B47-2

29.18	38.18	30	29	771	TG-B47-2
30.65	36.27	31	30	772	TG-B47-2
27.94	37.73	56	55	773	TG-B47-2
9.84	43.17	56.3	56	774	TG-B47-2
10.02	42.82	57.4	56.3	775	TG-B47-2
12.1	41.27	67.9	57.4	776	TG-B47-2
32.14	41.72	68.2	67.9	777	TG-B47-2
20.19	44.78	68.8	68.2	778	TG-B47-2
11.41	49.46	69.35	68.8	779	TG-B47-2
11.13	49.78	71.05	69.35	780	TG-B47-2
17.47	48.77	72.9	72.1	781	TG-B47-2
23	47.53	73.5	72.9	782	TG-B47-2
40.57	40.36	74.2	73.5	783	TG-B47-2
36	37.05	47.8	47.3	784	TG-B49-1
32.33	37.01	48.5	47.8	785	TG-B49-1
28.98	38.95	49.3	48.5	786	TG-B49-1
13.77	42.41	50.3	49.3	787	TG-B49-1
13.1	42.37	50.8	50.3	788	TG-B49-1
36.69	35.92	51	50.8	789	TG-B49-1
26	35.54	38.8	37.8	790	TG-B49-2
16.21	48.31	60.5	60	791	TG-B49-2
10.96	55	67.8	67.3	792	TG-B49-2
30.51	40.3	71	70	793	TG-B49-2
18.8	53.04	71.5	71	794	TG-B49-2
6.7	55.02	72.5	71.5	795	TG-B49-2
5	56.05	73.5	72.5	796	TG-B49-2
5.04	53.4	74.7	73.5	797	TG-B49-2
31.27	36.96	75	74.7	798	TG-B49-2
11.06	48.14	85.7	85.5	799	TG-B49-2
14.75	40.48	86.3	85.7	800	TG-B49-2
26.02	37.74	36.25	36.1	801	TG-B49-2
23	36.84	36.8	36.25	802	TG-B49-2
24.82	35.5	37.8	36.8	803	TG-B49-2
17.7	42.17	86.75	86.3	804	TG-B49-2
19.52	42.97	87	86.75	805	TG-B49-2
17.7	46.49	88	87	806	TG-B49-2
11.37	46.14	89	88	807	TG-B49-2
10.19	56.33	26	25	808	TG-I1-1
33.11	40.33	26.6	26	809	TG-I1-1
12.18	47.56	27.8	26.6	810	TG-I1-1
22.22	44.67	28.8	27.8	811	TG-I1-1
16.81	40.81	29.7	28.8	812	TG-I1-1
13.4	40.93	30.6	29.7	813	TG-I1-1

32.46	41.74	25.9	24.9	814	TG-I2-1
14.46	54.74	26.5	25.9	815	TG-I2-1
12.01	48.81	26.9	26.5	816	TG-I2-1
10.87	43.62	27.9	26.9	817	TG-I2-1
11.13	39.59	28.5	27.9	818	TG-I2-1
11.68	44.58	31	30	819	TG-I2-1
25.5	36.92	30	28.5	820	TG-I2-1
9.28	46.02	31.8	31	821	TG-I2-1
16.1	39.24	32.3	31.8	822	TG-I2-1
29.5	41.73	34.3	32.3	823	TG-I2-1
30.94	40.84	48.2	47.6	824	TG-I2-2
14.61	51.84	48.6	48.2	825	TG-I2-2
6.06	53.57	49.1	48.6	826	TG-I2-2
6.67	45	49.5	49.1	827	TG-I2-2
11.95	40.58	49.8	49.5	828	TG-I2-2
11.66	39.47	50.3	49.8	829	TG-I2-2
22.48	38.2	51.3	50.3	830	TG-I2-2
19.07	36.7	24.4	23.7	831	TG-I3-1
32.79	39.52	22	21.1	832	TG-I3-1
10.03	50.72	22.7	22	833	TG-I3-1
10.89	42.92	23.1	22.7	834	TG-I3-1
7.16	40.19	23.7	23.1	835	TG-I3-1
35.8	38.81	18.1	17.7	836	TG-I4-1
36.28	38.14	18.5	18.1	837	TG-I4-1
9.92	55.46	19.2	18.5	838	TG-I4-1
7.68	61	19.8	19.2	839	TG-I4-1
10.95	42.31	20	19.8	840	TG-I4-1
23.7	37.48	20.5	20	841	TG-I4-1
8.72	57.11	39	38.1	842	TG-I4-2
31.66	38.1	37.1	36.6	843	TG-I4-2
10.78	50.87	38.1	37.1	844	TG-I4-2
9.53	44.44	39.7	39	845	TG-I4-2
35.53	29.96	2.3	1.3	846	TR-18A
26.4	41.74	2.75	2.3	847	TR-18A
13.56	46.7	3.2	2.75	848	TR-18A
32.46	34.06	20.2	19.2	849	TR-19
17.71	39.75	20.7	20.2	850	TR-19
27.05	35.24	15.6	14.6	851	TR-19A
12.8	45.55	22.4	21.1	852	TR-19A
25.64	35.1	2.7	2.3	853	TR-20
12.64	41.83	3	2.7	854	TR-20
26.9	37.4	3.7	3	855	TR-20
30.33	30.7	18.5	17.5	856	TR-21

11.64	44	19.2	18.5	857	TR-21
20.5	36.18	14.8	13.8	858	TR-21A
11.31	35.53	15.5	14.8	859	TR-21A
26.49	28.46	16.5	15.5	860	TR-22
14.03	42.54	21	20	861	TR-22
21.95	23.74	11.2	10.2	862	TR-23
18.3	32.92	12	11.2	863	TR-23
25.91	25.21	2.4	1.3	864	TR-23A
14.5	46.76	5.9	4.9	865	TR-23A
8.07	46.83	6.3	5.9	866	TR-23A
29.32	31.96	6.5	5.7	867	TR-24
11.12	48.01	7.3	6.5	868	TR-24
14.24	41.24	13.7	13.2	869	TR-24A
25.7	39.94	14.7	13.9	870	TR-24A
25.52	34.39	2.4	1.6	871	TR-25
8.28	49.41	11.3	10.6	872	TR-25
20.06	27.56	4.7	3.7	873	TR-26
10.29	45.07	5.7	4.7	874	TR-26
24.04	23.78	4.5	3.5	875	TR-27
10.67	50.13	5.3	4.5	876	TR-27
24.46	29.92	1.8	1	877	TR-28
10.64	52.57	2.7	1.8	878	TR-28
14.08	29.66	5.5	4.5	879	TR-29-1
12.2	42.68	6.7	5.5	880	TR-29-1
13.04	23.36	6	5	881	TR-29
12.43	23.39	7.6	6.6	882	TR-29
4.78	60.02	9.2	8.1	883	TR-29
15.63	36.15	4.1	3.1	884	TR-30-1
11.78	27.11	5.7	4.6	885	TR-30-1
25.79	31.6	21.4	20.4	886	TR-30
9.88	45.04	22.8	21.4	887	TR-30
16.56	37.69	1.6	1.2	888	TR-30A
20.57	33.75	2.6	1.6	889	TR-30A

Abstract

Exploration methods are divided into two categories: direct and indirect methods. Direct methods such as exploration drilling are expensive, slow and possess high accuracy. However geophysical methods are among indirect methods that need low time and cost and also explanation and interpretation of their results are difficult. This research is aimed at using the geoelectrics methods including inexpensive methods. Ways to identify quality location karst bauxite be addressed, if they get a positive response along step in reducing the cost of exploration and exploitation of these deposits will be removed.

For this purpose, in Taguee 4 & 5 bauxite mineral area, 82 electrical soundings on 3 lines have been planned and surveyed. Taguee region is one of the Jajarm bauxite mines, in which extraction activities have been carried out rarely and most drillings have been made for exploration purpose. Data surveyed by the standard curves previously interpreted by the supervisor and the result of initial modeling Surpac software have been modeled. In addition to capabilities Surpac software speculations about exploring database information is built. Comparing the result of the exploration boreholes and geoelectrics shows the boundary of the footwall dolomite and bauxite are clearly identified and partially corresponded to the layers above the layer of geoelectrics information obtained from exploration boreholes. Dolomite data doesn't watch at least there are four geoelectric layers in the modeling results. Taguee 4, 5 are located within the area mineral bauxite Jajarm show. For better understanding and more comprehensive, the result are displayed as two dimensional. The next step according to available exploration boreholes data in the Jajarm bauxite mine because drilling has not been done on a regular lattice (the most borehole are along each other) and still exploration drilling in this area will be done and also for the reason of no detailed breakdown layers of hard bauxite, shilly bauxite and kaolinite bauxite with geophysical data, ability to calculate the exact volume and bauxite extent of the area is not possible, however according to the specified foot wall boundary of bauxite structure from dolomite layer, the measuring level of dolomite hanging wall surface until the ground level is possible, which is comparable with dolomite hanging wall through geophysical data

obtained.

Keywords:

Electrical resistivity, Electrical sounding, Interpretation, modeling, Deposit estimate, Bauxite, Jajarm.



Shahrood University of Technology

Faculty of Mining, Petroleum and Geophysics

**Determination of limits and volume of bauxite deposit in Taguee area, Jajarm,
using geoelectric and borehole data**

Ali Mahmoudian

Supervisors:

A. Arabamiri

A. Kamkar Rouhani

Adviser:

M.A.Darvishi

Date: february 2014