بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه نفت و ژئوفیزیک

مدل‌سازی و تفسیر داده‌های مقاومت‌ویژه و قطبش‌القایی به منظور اکتشاف ذخایر پلی‌متال در منطقه کبودان

دانشجو: فرزانه جمالی

اساتید راهنما:

دکتر علیرضا عرب‌امیری

دکتر ابوالقاسم کامکارروحانی

استاد مشاور:

مهدی محمدی‌ویژه

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور ۱۳۹۳

با احترام تقدیم به

پدرم، اولین استادم، بزرگواری که الفبای زندگی را از او آموختم.

مادرم، با گلایه‌هایی مهربانی که عشق ورزیدن را از آموختم.

و تقدیم به

همسر همراه و همگام من بوده است.

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش خدای راست، که ما را به ثنا و ستایش خود راه نمود و شایسته آن گردانید تا از سپاسگذاران احسان او باشیم.

در ابتدا بر خود لازم می‌دانم از دو استاد بزرگوار جناب آقای دکتر ابوالقاسم کامکار روحانی و دکتر علیرضا عرب امیری که زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده داشتند، قدردانی نمایم. همچنین از آقای مهندس مهدی محمدی ویژه، کارشناس محترم سازمان زمین-شناسی که مشاوره این پایان‌نامه را بر عهده داشتند، تشکر و قدردانی می‌نمایم. از تمام اساتید محترمی که در طول تحصیل، جهت آموزش و ارتقای علمی بنده زحمت کشیده‌اند، سپاسگذارم.

و سپاس آخر را به مهربانترین همراهان زندگیم، پدر، مادر و همسر عزیزم تقدیم می‌کنم که حضورشان در فضای زندگیم مصداق بی‌ریای سخاوت بوده است.

تعهد نامه

اینجانب **فرزانه جمالی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **ژئوفیزیک-ژئوالکتریک** دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه **مدل‌سازی و تفسیر داده‌های مقاومت‌ویژه و قطبش‌القایی به منظور اکتشاف ذخایر پلی‌متال در منطقه کبودان** تحت راهنمائی دکتر علیرضا عرب‌امیری و دکتر ابوالقاسم 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.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

در اکتشافات ژئوفیزیکی رسیدن به تصویری دقیق از ویژگی‌های زیرسطحی، هدف برداشت است. به منظور دست‌یابی به این امر، عملیات ژئوفیزیکی مقاومت‌ویژه الکتریکی و قطبش‌القایی (IP) برای اکتشاف محل-های کانی‌سازی سولفیدی و فلزی زیرسطحی انجام می‌گیرد. با توجه به شواهد کانی‌سازی در منطقه کبودان واقع در شهرستان بردسکن، ابتدا پی‌جویی ذخایر پلی‌متال به روش مقاومت‌ویژه الکتریکی و IP با ۴ آرایه مستطیلی انجام، سپس ۱۴ آرایه دوقطبی-دوقطبی، برای اکتشاف بی‌هنجاری‌های تعیین شده برداشت و پارامترهای بارپذیری ظاهری و مقاومت‌ویژه ظاهری اندازه‌گیری شده است. پی‌جویی‌های صورت گرفته در منطقه، منجر به آشکارسازی چند ناحیه مستعد کانی‌سازی گردید. به منظور تعیین مقاومت‌ویژه حقیقی ساختارهای زیرسطحی و تفسیر نتایج، مقاطع دوبعدی با نرم‌افزار RES2DINV تهیه شد و به کمک اطلاعات زمین‌شناسی مورد تفسیر قرار گرفت. سپس به منظور دست‌یابی به تصویری دقیق از کانی-سازی زیرسطحی و دید کلی از توزیع کانی‌سازی در عمق، مدل‌سازی سه‌بعدی داده‌های برداشت شده توسط نرم‌افزار RES3DINV صورت گرفت و نتایج حاصل از این مدل‌سازی با نرم‌افزار Voxler به نمایش در آمد.

نواحی کانه‌زا در اکثر مناطق با بارپذیری بالا و همچنین مقاومت‌ویژه پایین تا متوسط شناسایی شد؛ که این امر را می‌توان به کانی‌سازی فلزی و حضور کانی‌های سولفیدی در مناطق کانی‌سازی نسبت داد. کانی‌سازی در بسیاری از این نواحی با روند تقریبی شرقی-غربی و همچنین با شدت‌های متفاوت مقاومت-ویژه و IP مشخص شد؛ که ناشی از متفاوت بودن میزان عیار و همچنین نوع کانی‌سازی (توده‌ای و افشان) می‌باشد. اطلاعات زمین‌شناسی و حفاری‌های صورت گرفته در این منطقه، تفسیرهای انجام شده را تأیید کرد.

کلمات کلیدی: قطبش‌القایی (IP)، مقاومت‌ویژه الکتریکی، ذخایر پلی‌متال، مدل‌سازی سه‌بعدی، آرایه مستطیلی، آرایه دوقطبی-دوقطبی، کبودان.

مقالات مستخرج از پایان‌نامه:

مدل‌سازی و تفسیر داده‌های قطبش‌القایی و مقاومت‌ویژه الکتریکی به منظور اکتشاف ذخایر پلی‌متال در منطقه کبودان، اولین کنفرانس ملی مهندسی اکتشاف منابع زیرزمینی، ۱۹ تا ۲۰ آذر ۱۳۹۲، شاهرود.

پی‌جویی و اکتشاف ژئوفیزیکی ذخایر پلی‌متال در منطقه کبودان- بردسکن، شانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۲۳ تا ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۳، تهران.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ مروری بر مطالعات انجام شده ۳

۱-۳ اهداف پایان‌نامه ۵

۱-۴ ساختار پایان‌نامه ۶

فصل دوم:روش‌های ژئوفیزیکی مورد استفاده

۲-۱ مقاومت‌ویژه الکتریکی ۸

۲-۱-۱ مقدمه ۸

۲-۱-۲ اصول روش مقاومت‌ویژه الکتریکی ۹

۲-۱-۳ کاربردهای روش مقاومت‌ویژه ۱۲

۲-۱-۴ مزایای روش مقاومت‌ویژه الکتریکی ۱۳

۲-۱-۵ محدودیت‌ها و معایب روش مقاومت‌ویژه ۱۳

۲-۲ قطبش‌القایی (IP) ۱۵

۲-۲-۱ مقدمه ۱۵

۲-۲-۲ اصول و منشا اثر IP ۱۶

الف- قطبش غشایی ۱۶

ب- قطبش الکترودی ۱۷

۲-۲-۳ اندازه‌گیری‌های IP ۱۸

۲-۲-۴ انواع روش‌های IP ۱۹

الف- اندازه‌گیری‌های حوزه زمان ۲۰

۲-۲-۵ مزایای روش IP ۲۲
۲-۲-۶ محدودیت‌ها و معایب روش IP ۲۳
۲-۳ عملیات صحرایی ۲۴
۲-۳-۱ آرایه‌های الکترودی ۲۵
الف- آرایه مستطیلی ۲۸
ب- آرایه دوقطبی-دوقطبی ۲۹

فصل سوم: زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

۳-۱ مقدمه ۳۴
۳-۲ زمین‌شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه ۳۵
۳-۲-۱ منطقه تک اسبی،گدار چهار بخشی تا گدار بارو ۳۹
۳-۲-۲ منطقه دامن قر ٤۰
۳-۲-۳ منطقه کلاته نوری ٤۱

فصل چهارم: برداشت صحرایی، مدل‌سازی داده‌های برداشت شده و تفسیر نتایج

۴-۱ مقدمه ۴۴
۴-۲ نحوه انجام عملیات صحرایی در منطقه ۴۵
۴-۲-۱ بررسی نتایج در محدوده شماره ۴ (B4) ٤٦
الف- بررسی نتایج آرایه مستطیلی ٤٦
ب- بررسی نتایج آرایه‌های دوقطبی-دوقطبی ٤۸
ج- بررسی سه‌بعدی نتایج در محدوده B4 (تک اسبی) ۷۸
۴-۲-۲ بررسی نتایج در محدوده شماره ۷ (B7) ۸٤
الف- بررسی نتایج آرایه مستطیلی ۸٤
ب- بررسی نتایج آرایه‌های دوقطبی-دوقطبی ۸۷

۴-۲-۳ بررسی نتایج در محدوده شماره ۹ (B9) ۹۶
الف- پروفیل DD1 ..... ۹۷
۴-۳ نتیجه‌گیری ۱۰۱

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱ نتیجه‌گیری ۱۰۴
۵-۲ پیشنهادات ۱۰۷

فهرست منابع ۱۱۰

فهرست اشکال

شکل ۲-۱. آرایه اساسی چهار الکترودی برای اندازه‌گیری مقاومت‌ویژه زمینی ۱۰

شکل ۲-۲. مقادیر مقاومت‌ویژه برای چند سنگ، خاک و کانی مختلف..... ۱۱

شکل ۲-۳. مکانیسم IP ، الف) قطبش غشایی ب) قطبش الکترودی..... ۱۸

شکل ۲-۴. اثر IP ۲۰

شکل ۲-۵. مقدار IP برای تعدادی از سنگ‌ها و کانی‌ها..... ۲۲

شکل ۲-۶. تعدادی از آرایه‌های الکترودی رایج در کارهای صحرایی ۲۷

شکل ۲-۷. نحوه برداشت با آرایه مستطیلی..... ۲۹

شکل ۲-۸. آرایه دوقطبی-دوقطبی و رسم شبه‌مقطع ۳۱

شکل ۳-۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن..... ۳۴

شکل ۳-۲. نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۳۷

شکل ۴-۱. منطقه مورد مطالعه همراه با موقعیت برداشت آرایه‌های مستطیلی و خطوط برداشت دوقطبی-دوقطبی ۴۵

شکل ۴-۲. نقشه خطوط هم‌تراز بارپذیری حاصل از برداشت داده‌های IP با آرایه مستطیلی در محدوده B4 (تک اسبی). ۴۷

شکل ۴-۳. نقشه خطوط هم‌تراز حاصل از برداشت داده‌های مقاومت‌ویژه الکتریکی با آرایه مستطیلی در محدوده B4 (تک اسبی). ۴۷

شکل ۴-۵. محل قرارگیری خطوط برداشت دوقطبی-دوقطبی در منطقه B4 (تک اسبی)..... ۵۰

شکل ۴-۶. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی مقاومت‌ویژه حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD50W. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس. ۵۱

شکل ۴-۷. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی بارپذیری حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD50W. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۵۲

شکل ۴-۸. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD50W، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP ۵۳

شکل ۴-۹. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی مقاومت‌ویژه حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD200E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۵۵

شکل ۴-۱۰. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی بارپذیری حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD200E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس.....۵۶

شکل ۴-۱۱. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD200E، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP..... ۵۷

شکل ۴-۱۲. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی مقاومت‌ویژه حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD300E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۵۹

شکل ۴-۱۳. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی بارپذیری حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD300E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس.....۶۰

شکل ۴-۱۴. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD300E، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP.....۶۱

شکل ۴-۱۵. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی مقاومت‌ویژه حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD450E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس.....۶۳

شکل ۴-۱۶. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی بارپذیری حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD450E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس.....۶۴

شکل ۴-۱۷. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD450E، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP.....۶۵

شکل ۴-۱۸. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی مقاومت‌ویژه حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD500E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس.....۶۷

شکل ۴-۱۹. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی بارپذیری حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD500E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس.....۶۸

شکل ۴-۲۰. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD500E، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP.....۶۹

شکل ۴-۲۱. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی مقاومت‌ویژه حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD600E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۷۱

شکل ۴-۲۲. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی بارپذیری حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD600E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۷۲

شکل ۴-۲۳. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD600E، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP..... ۷۳

شکل ۴-۲۴. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی مقاومت‌ویژه حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD700E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۷۵

شکل ۴-۲۵. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی بارپذیری حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD700E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۷۶

شکل ۴-۲۶. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD700E، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP..... ۷۷

شکل ۴-۲۷. نتایج مدل‌سازی سه‌بعدی داده‌های مقاومت‌ویژه در منطقه B4 (تک اسبی)..... ۷۹

شکل ۴-۲۸. نتایج مدل‌سازی سه‌بعدی داده‌های IP در منطقه B4 (تک اسبی) ۸۰

شکل ۴-۲۹. نمایش سه‌بعدی نتایج حاصل از مدل‌سازی سه‌بعدی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه در محدوده B4 (تک اسبی) همراه با توپوگرافی..... ۸۲

شکل ۴-۳۰. نمایش سه‌بعدی نتایج حاصل از مدل‌سازی سه‌بعدی معکوس داده‌های IP در محدوده B4 (تک اسبی) همراه با توپوگرافی..... ۸۳

شکل ۴-۳۱. نقشه هم‌تراز بارپذیری حاصل از برداشت داده‌های IP با آرایه مستطیلی در محدوده B7 (دامن قر) ۸۵

شکل ۴-۳۲. نقشه هم‌تراز حاصل از برداشت داده‌های مقاومت‌ویژه الکتریکی با آرایه مستطیلی در محدوده B7 (دامن قر) ۸۶

شکل ۴-۳۳. محل قرارگیری خطوط برداشت دوقطبی-دوقطبی در منطقه B7 (دامن قر)..... ۸۸

شکل ۴-۳۴. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی مقاومت‌ویژه حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD50W. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۸۹

شکل ۴-۳۵. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی بارپذیری حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD50W. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۹۰

شکل ۴-۳۶. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD50W، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP ۹۱

شکل ۴-۳۷. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی مقاومت‌ویژه حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD75E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۹۳

شکل ۴-۳۸. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی بارپذیری حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD75E. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۹۴

شکل ۴-۳۹. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD75E، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP ۹۵

شکل ۴-۴۰. محل قرارگیری خط برداشت دوقطبی-دوقطبی در منطقه B9 (کلاته نوری) ۹۷

شکل ۴-۴۱. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی مقاومت‌ویژه حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD1. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۹۸

شکل ۴-۴۲. شبه‌مقاطع و مقطع دوبعدی بارپذیری حاصل از مدل‌سازی معکوس در طول پروفیل DD1. الف) شبه‌مقطع داده‌های اندازه‌گیری شده، ب) شبه‌مقطع داده‌های محاسبه شده، ج) مقطع حاصل از مدل‌سازی معکوس..... ۹۹

شکل ۴-۴۳. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD1، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP ۱۰۰

شکل ۵-۱. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD50W، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP ۱۰۵

شکل ۵-۲. نتایج حاصل از مدل‌سازی معکوس داده‌های مقاومت‌ویژه و IP با اعمال تصحیح توپوگرافی در طول پروفیل DD1، الف) مقاومت‌ویژه الکتریکی، ب) IP.....۱۰۶

شکل ۵-۳. نقشه هم‌تراز بارپذیری حاصل از برداشت داده‌های IP با آرایه مستطیلی در محدوده B7 (دامن قر)..... ۱۰۷

شکل ۵-۴. نقشه هم‌تراز حاصل از برداشت داده‌های مقاومت‌ویژه الکتریکی با آرایه مستطیلی در محدوده B7 (دامن قر). ۱۰۸

فهرست جداول

جدول ۴-۱. مشخصات حفاری‌های صورت گرفته در منطقه B4 (تک اسبی).....۴۶

جدول ۴-۲. مشخصات مربوط به آرایه‌های دوقطبی-دوقطبی برداشت شده در محدوده B4 (تک اسبی) ۴۹

جدول ۴-۳. مشخصات مربوط به آرایه‌های دوقطبی-دوقطبی برداشت شده در محدوده B7 (دامن قر) . ۸۸

جدول ۴-۴. مشخصات مربوط به آرایه دوقطبی-دوقطبی برداشت شده در محدوده B9 (کلاته نوری) ...۹۶

جدول ۵-۱. مشخصات حفاری‌های پیشنهاد شده..... ۱۰۹

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

روش‌های ژئوفیزیکی از جمله روش‌هایی هستند که در پی‌جویی و اکتشاف منابع مدفون کمک شایانی می‌کنند. همچنین اطلاعاتی درباره محل برداشت بدون نیاز به حفاری ارائه می‌دهند. این روش‌ها نسبت به روش‌های اکتشافی مستقیم از جمله حفاری خیلی ارزان‌تر و غیر مخرب‌ترند [Selley et al., 2005]. به دو دلیل روش‌های ژئوفیزیک نقش مهمی در ساخت مدل‌های دوبعدی و سه‌بعدی زیرسطحی دارند؛ اولاً بر اساس نتایج ژئوفیزیکی، موقعیت بهینه و تعداد گمانه‌های اکتشافی مورد نیاز تأمین می‌شود؛ که می‌تواند صرفه‌جویی مهمی در هزینه‌های اکتشافی به‌عمل آورد. ثانیاً روش‌های ژئوفیزیکی می‌تواند پوشش پیوسته-ای از ناحیه مورد بررسی به‌دست آورد؛ که می‌تواند داده‌های حاصل از گمانه‌ها را جهت تهیه مدل‌های زمین‌شناسی با مناطق اطراف پیوند دهد [Schrott and Sass, 2008].

شرایط مورد نیاز برای استفاده از روش‌های ژئوفیزیکی وجود تباین در مقادیر پارامتر فیزیکی هدف و سنگ میزبان می‌باشد. روش‌های ژئوفیزیکی به دلیل این که به پارامترهای فیزیکی متفاوتی حساس هستند، مکمل یکدیگرند [Knödel et al., 2007]. مقاومت‌ویژه الکتریکی و قطبش‌القایی (IP) از جمله مهم‌ترین روش‌های ژئوفیزیکی می‌باشند؛ که به منظور شناسایی و اکتشاف مناطق مستعد کانی‌سازی سولفیدی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آنجا که نواحی کانه‌زا در اکثر مناطق از بارپذیری بالا و همچنین مقاومت-ویژه پایین تا متوسطی برخوردارند، تلفیق دو روش فوق می‌تواند در رسیدن به هدف مورد نظر بسیار مؤثر باشد.

مقادیر مقاومت‌ویژه و بارپذیری ظاهری برخلاف مقادیر حقیقی، دو خاصیت فیزیکی از محیط زیرسطحی نیستند؛ در حالی که کلیه داده‌های صحرایی اندازه‌گیری شده، ظاهری و مقادیر به دست آمده از روش‌های

تفسیر، حقیقی می‌باشند [Reynolds, 1997]؛ از این رو باید مقاومت‌ویژه و بارپذیری ظاهری اندازه‌گیری به مقادیر حقیقی تبدیل شود تا نتایجی را ارائه دهد که بیشترین شباهت را به تصویر ساختارهای الکتریکی زیرسطحی داشته باشد [Loke, 2012].

۱-۲ مروری بر مطالعات انجام شده

بر روی ذخایر پلی‌متال با دو روش مقاومت‌ویژه و IP در دنیا و ایران مطالعات فراوانی صورت گرفته است که در اینجا به دلیل رعایت اختصار تنها به چند مورد اشاره شده است.

در سال ۲۰۰۰، گود[1] و همکاران بر روی دو نهشته پلی‌متال در کشور کانادا برداشت‌های ژئوفیزیک زمینی و هوایی انجام دادند. در این مطالعه نتایج حاصل از برداشت مغناطیس، مقاومت‌ویژه، بارپذیری و گرانی بر روی دو نهشته آمده است. این مطالعات حضور قابل توجه اکسید آهن در یک منطقه بزرگ با شدت بالای پتاسیم متاسوماتیسم[2] را نشان داد. همچنین نقشه‌های زمین‌شناسی، کانی‌سازی کبالت، طلا، بیسموت و مس را در زمینه‌ای از شیست و اکسید آهن نشان می‌دهد و در نهایت به این نتیجه رسیدند که کانی‌سازی در محیط‌های نزدیک سطح، هم‌زمان با ولکانیک شکل گرفته است [Goad et al., 2000].

در سال ۲۰۰۱، سمپسون[3] و بورن[4] در غرب استرالیا به مطالعه دو نوع متفاوت کانی‌سازی Pb-Zn توده‌ای و Cu-Au استرینگر احاطه شده با یک پوسته سیلیسی پرداختند. بر روی منطقه، برداشت‌های گرانی-سنجی، مغناطیس، رادیومتری هوایی و الکترومغناطیس هوابرد و زمینی انجام شد. گرانی‌سنجی کانی-

[1]. Goad
[2]. Potassium metasomatism
[3]. Sampson
[4]. Bourne