

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه یزد

دانشکده مهندسی معدن و متالورژی

گروه اکتشاف معدن

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی معدن

تلفیق داده‌های زمین‌شناسی، دورسنجی و ژئوفیزیک در بررسی کانسارهای
مس محدوده کلوت اشرف‌ها - رباط پشت بادام یزد

استاد راهنما

دکتر امیر حسین کوهساری

استاد مشاور

دکتر عبدالحمید انصاری

پژوهش و نگارش

عباس آسایی

بهمن ۱۳۹۲

باساس از سه وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

موباشان سید شد تا ما رو سفید شویم...

وحاشقانه سوختند تا که ما نخش وجود ما و رو سنگر رهبران باشند...

پدرانمان

مادرانمان

استادانمان

چکیده

محدوده‌ی اکتشافی به مساحت ۱۱,۶۴۷,۶۹۰ مترمربع در جنوب شرقی حاجی آباد زرین در منطقه ای به نام کلوت اشرف‌ها در حدود ۹۰ کیلومتری رباط پشت بادام و ۱۴۰ کیلومتری شمال شرقی یزد واقع شده است. واحدهای سنگی موجود در منطقه ماسه سنگ، شیل، کوارتزیت، شیست می‌باشد. دو گسل امتداد لغز باعث یک سری شگستگی‌های تقریباً شمالی-جنوبی در محدوده شده‌اند و کانی‌سازی در امتداد این دو گسل به صورت دو رگه در بخش‌های شرقی و غربی صورت گرفته است. این تحقیق به تجزیه و تحلیل داده‌های زمین‌شناسی، کانی‌سازی، ژئوفیزیکی و دورسنجی این کنسار می‌پردازد. به منظور بررسی گسترش زون ناهنجاری شارژابلیته و مقاومت ویژه در محدوده و تعیین پروفیل‌های ژئوفیزیکی از ۲ آرایش الکترودی مستطیلی استفاده شده است. تعداد ۴ پروفیل ژئوفیزیکی IP-RS در این محدوده به منظور بررسی کانی‌سازی در عمق برداشت شده است. نتایج حاصل از مدلسازی داده‌های ژئوفیزیکی با استفاده از اطلاعات زمین‌شناسی، بیانگر وجود یک ماسه سنگ ضخیم لایه با رگه‌های حاوی مس می‌باشد.

با توجه به تهیه مقاطع نازک و صیقلی مهمترین کانی‌های شناخته شده شامل مالاکیت، کالکوسیت، کالکوپیریت و کانی‌های ثانویه آهن شامل گوئیتیت می‌باشد. همچنین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ETM+ با استفاده از روش‌های ترکیب باندی کاذب، نسبت باندی، آنالیز مولفه اصلی، روش کروستا و تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰۰۰۰ بررسی جامع و دقیقی از مناطق مستعد کانی‌سازی به منظور فعالیت‌های اکتشافی انجام گرفته است. در انتها بر اساس مدل همپوشانی شاخص چند کلاسه و منطق فازی با تلفیق تمامی نقشه‌ها مناطقی برای یافتن اندیس‌های معدنی مس مشخص گردید که بیشتر در قسمت شرق منطقه قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	فصل اول: کلیات
۵	۱-۱- کانسارهای مس
۶	۱-۱-۱- کانسارهای شناخته شده مس
۶	۱-۱-۲- مطالبی مختصر در مورد انواع کانسارهای مس
۷	۱-۲-۱-۱- کانسارهای نوع پورفیری
۹	۱-۲-۲-۱-۱- کانسارهای نوع سولفیدی توده‌ای
۱۲	۱-۲-۳-۱-۱- کانسارهای مس نوع اسکارن
۱۴	۱-۲-۴-۱-۱- کانسارهای مس چینه‌سان - چینه‌کران
۱۶	۱-۲-۵-۱-۱- کانسارهای نوع رگه‌ای مس
۱۸	۱-۲-۶-۱-۱- کانسارهای مس و نیکل ماگمایی
۱۹	۲-۱- اکتشاف کانسارهای مس
۲۲	۱-۲-۱- معیارها و راهنماهای اکتشافی
۲۲	۲-۲-۱- معیارها و راهنمایی‌های زمین‌شناسی
۲۲	۱-۲-۲-۱- مراحل زمین‌شناسی و متالورژی
۲۳	۳-۲-۱- معیارها و راهنماهای ژئوشیمیایی
۲۳	۱-۳-۲-۱- مراحل مطالعات ژئوشیمیایی
۲۴	۴-۲-۱- معیارها و راهنماهای مطالعات ژئوفیزیکی
۲۴	۱-۴-۲-۱- روش‌های مطالعات ژئوفیزیکی زمین

۲۵	۲-۴-۲-۱- مراحل انجام مطالعات ژئوفیزیکی
۲۵	۵-۲-۱- معیارها و راهنماهای دورسنجی
۲۶	۱-۵-۲-۱- مراحل مختلف مطالعات دورسنجی
۳۱	فصل دوم: معرفی منطقه
۳۳	۱-۲- مقدمه
۳۴	۲-۲- کانی های مس
۳۴	۳-۲- تأثیرات زیست محیطی
۳۵	۴-۲- معرفی محدوده اکتشافی
۳۶	۵-۲- مورفولوژی
۳۶	۶-۲- زمین شناسی و تکتونیک
۳۷	۷-۲- زمین شناسی اقتصادی
۳۸	۸-۲- موقعیت جغرافیایی و مردم شناسی
۳۹	۹-۲- مطالعات کانی شناسی
۴۴	۱۰-۲- بررسی های Eh-Ph
۴۵	فصل سوم: مطالعات ژئوفیزیکی
۴۷	۱-۳- شرح متدهای انجام شده
۴۷	۱-۱-۳- مقدمه
۴۷	۲-۱-۳- روش پلاریزاسیون القایی (قطبش القایی)
۴۸	۱-۲-۱-۳- منشاء و علت پدیده IP
۴۹	۲-۲-۱-۳- پلاریزاسیون غشایی
۵۰	۳-۲-۱-۳- پلاریزاسیون الکترودی

۵۰	.....IP روش اندازه گیری
۵۱	..... روش مقاومت سنجی
۵۲	..... آرایش انتخاب شده
۵۶	..... دستگاه های مورد استفاده
۵۷	..... نحوه انجام مطالعات
۵۹	..... بررسی نتایج مطالعات
۵۹	..... بررسی نتایج مطالعات در محدوده غربی
۵۹	..... بررسی نقشه تغییرات شارژ ایلینته
۶۱	..... بررسی نقشه تغییرات مقاومت ظاهری
۶۲	..... بررسی مقطع دایپل - دایپل شارژ ایلینته و مقاومت ظاهری پروفیل ۲۰۰N
۶۴	..... بررسی مقطع دایپل - دایپل شارژ ایلینته و مقاومت ظاهری پروفیل ۶۰۰N
۶۵	..... بررسی نتایج مطالعات در محدوده شرقی
۶۵	..... بررسی نقشه تغییرات شارژ ایلینته
۶۷	..... بررسی نقشه تغییرات مقاومت ظاهری
۶۸	..... بررسی مقطع دایپل - دایپل شارژ ایلینته و مقاومت ظاهری پروفیل ۲۰۰S
۶۹	..... بررسی مقطع دایپل - دایپل شارژ ایلینته و مقاومت ظاهری پروفیل ۱۰۰N
۷۰	..... مدلسازی ژئوفیزیکی
۷۳	..... فصل چهارم: مطالعات دورسنجی
۷۵	..... ضرورت استفاده از سنجش از دور در مطالعات اکتشافی
۷۷	..... پاسخ طیفی کانیهای دگرسانی گرمابی و تشخیص این کانیها روی تصاویر ETM+
۷۸	..... پردازش تصاویر ماهواره ای در محدوده مورد مطالعه

- ۷۹..... ۱-۳-۴- ترکیب بانندی کاذب
- ۸۴..... ۲-۳-۴- روش نسبت گیری بانندی
- ۸۷..... ۳-۳-۴- آنالیز مولفه‌های اصلی
- ۸۸..... ۱-۳-۳-۴- روش آنالیز مولفه‌های اصلی استاندارد
- ۸۹..... ۲-۳-۳-۴- روش مولفه‌های انتخابی یا روش کروستا
- ۹۱..... ۳-۳-۳-۴- ترکیب تصاویر حاصل از آنالیز مولفه‌های اصلی به صورت رنگی
- ۹۳..... فصل پنجم: تلفیق داده‌ها
- ۹۵..... ۱-۵- تلفیق
- ۹۶..... ۲-۵- پارامترهای موثر در تلفیق
- ۹۶..... ۳-۵- وزن دهی به معیارها و زیر معیارها
- ۹۷..... ۱-۳-۵- زمین شناسی
- ۹۸..... ۲-۳-۵- ژئوفیزیک
- ۱۰۱..... ۳-۳-۵- گسلها
- ۱۰۳..... ۴-۳-۵- دورسنجی
- ۱۰۳..... ۱-۴-۳-۵- آلتراسیون
- ۱۰۴..... ۲-۴-۳-۵- اکسید آهن
- ۱۰۵..... ۳-۴-۳-۵- ترکیب بانندی ۷،۴،۲
- ۱۰۶..... ۴-۵- مدل همپوشانی شاخص
- ۱۰۶..... ۱-۴-۵- مدل دو کلاسه
- ۱۰۷..... ۲-۴-۵- مدل چند کلاسه
- ۱۰۹..... ۵-۵- روش منطق فازی

- ۱۱۱.....AND عملگر گنگ ۱-۵-۵
- ۱۱۱.....OR عملگر گنگ ۲-۵-۵
- ۱۱۲.....ضرب جبری گنگ ۳-۵-۵
- ۱۱۲.....جمع جبری گنگ ۴-۵-۵
- ۱۱۳.....عملگر گاما ۵-۵-۵
- ۱۱۳.....۶-۵-نحوه کلاس بندی لایه های مورد استفاده جهت تلفیق و امتیاز دهی به هر کلاس به روش فازی
- ۱۱۴.....۱-۶-۵-امتیاز فازی نقشه زمین شناسی
- ۱۱۴.....۲-۶-۵-امتیاز فازی نقشه های ژئوفیزیک
- ۱۱۵.....۳-۶-۵-امتیاز فازی نقشه گسل ها
- ۱۱۶.....۴-۶-۵-امتیاز فازی نقشه های دورسنجی
- ۷-۵-تلفیق لایه های وزن دار شده جهت تهیه نقشه پتانسیل مطلوب کانی سازی با استفاده از
- ۱۱۷.....عملگرهای مختلف فازی
- ۱۱۷.....AND عملگر گنگ ۱-۷-۵
- ۱۱۸.....OR عملگر گنگ ۲-۷-۵
- ۱۱۸.....ضرب جبری گنگ ۳-۷-۵
- ۱۱۹.....جمع جبری گنگ ۴-۷-۵
- ۱۲۰.....عملگر گاما ۵-۷-۵
- ۱۲۳.....فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات
- ۱۲۵.....۱-۶-نتیجه گیری
- ۱۲۷.....۲-۶-پیشنهادات
- ۱۲۹.....منابع

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- تصویر شماتیک از کانسار مس پورفیری	۹
شکل ۱-۲- کانسارهای سولفیدی توده‌ای مس همراه با عناصر فرعی سرب	۱۲
شکل ۱-۳- نمونه‌ای از کانسار مس اسکارنی	۱۴
شکل ۱-۴- کانسار مس در رگه‌های گرمابی و ذخایر جانشینی	۱۸
شکل ۱-۲- نقشه زمین‌شناسی کلوت اشرف‌ها (مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰)	۳۵
شکل ۲-۲- راه‌های دسترسی و موقعیت جغرافیایی محدوده اکتشافی	۳۸
شکل ۲-۳- زمین‌شناسی محدوده‌ی کلوت اشرف‌ها (مقیاس ۱/۲۰۰۰۰)	۳۹
شکل ۲-۴- رگه‌های سیلیسی کانه‌دار منطقه کلوت اشرف‌ها	۴۰
شکل ۲-۵- کانی‌های فلزی به همراه مالاکیت در زمینه‌ای از سیلیس ریزبلور قرار گرفته است	۴۱
شکل ۲-۶- تشکیل کانی‌های فلزی به صورت حلقه‌های متحدالمرکز در زمینه‌ای از مالاکیت و آزوریت	۴۲
شکل ۲-۷- کانی‌های ثانویه آهن توسط گانگ‌های آغشته به مالاکیت احاطه شده است	۴۳
شکل ۲-۸- قطعات پیریت و کالکوپیریت است که در حاشیه آنها کانی‌های ثانویه آهن می‌باشد	۴۳
شکل ۳-۱- منحنی پلاریزاسیون القایی	۴۸
شکل ۳-۲- آرایش الکترودی داپیل-دایپل	۵۴
شکل ۳-۳- نقشه تغییرات شارژابیلیته منطقه	۵۸
شکل ۳-۴- نقشه تغییرات مقاومت ویژه ظاهری	۵۹
شکل ۳-۵- نقشه هم‌مقدار شارژابیلیته رگه بخش غربی	۶۱
شکل ۳-۶- نقشه هم‌مقدار مقاومت ویژه رگه بخش غربی	۶۲
شکل ۳-۷- مدلسازی شارژابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل ۲۰۰N	۶۳

- شکل ۳-۸- مدلسازی شارژابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل N۶۰۰..... ۶۵
- شکل ۳-۹- نقشه هم‌مقدار شارژابیلیته رگه بخش شرقی ۶۶
- شکل ۳-۱۰- نقشه هم‌مقدار مقاومت ویژه رگه بخش شرقی ۶۷
- شکل ۳-۱۱- مدل‌سازی شارژابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل S۲۰۰ ۶۸
- شکل ۳-۱۲- مدل‌سازی شارژابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل N۱۰۰ ۶۹
- شکل ۳-۱۳- مدل‌سازی سه‌بعدی شارژابیلیته محدوده غربی ۷۰
- شکل ۳-۱۴- مدل‌سازی سه‌بعدی مقاومت ویژه محدوده غربی ۷۱
- شکل ۳-۱۵- مدل‌سازی سه‌بعدی شارژابیلیته محدوده شرقی ۷۱
- شکل ۳-۱۶- مدل‌سازی سه‌بعدی مقاومت ویژه محدوده شرقی ۷۲
- شکل ۴-۱- ترکیب بانندی حقیقی ۳،۲،۱ سنجنده ETM منطقه کلوت اشرف‌ها ۷۹
- شکل ۴-۲- ترکیب رنگی کاذب ۷،۵،۲ سنجنده ETM منطقه کلوت اشرف‌ها ۸۱
- شکل ۴-۳- ترکیب رنگی کاذب ۷،۴،۲ سنجنده ETM منطقه کلوت اشرف‌ها ۸۳
- شکل ۴-۴- RGB نقاط آبی فیروزه‌ای نشان دهنده آلتراسیون می‌باشند که از آهک‌ها تفکیک شده‌اند . ۸۴
- شکل ۴-۵- تصویر (باند ۷/باند ۵) پیکسل‌های روشن دارای آلتراسیون می‌باشد. ۸۶
- شکل ۴-۶- نسبت بانندی ۳/۱ نقاط روشن اکسیدهای آهن را نشان می‌دهند. ۸۷
- شکل ۴-۷- تصویر رنگی کاذب حاصل از ترکیب تصاویر مولفه‌های اصلی سنجنده ETM+ ۹۱
- شکل ۵-۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه با توجه به سازندهای وزن داده شده از نظر احتمال کانی‌سازی ۹۸
- شکل ۵-۲- موقعیت مناطق مهم وزن داده شده از نظر آنومالی‌های شارژبلیته ۱۰۰
- شکل ۵-۳- موقعیت مناطق مهم وزن داده شده از نظر آنومالی‌های مقاومت ویژه ظاهری ۱۰۰
- شکل ۵-۴- گسل‌های منطقه و بافر اطراف گسل‌ها ۱۰۲
- شکل ۵-۵- گسل‌های منطقه و بافر اطراف گسل‌ها ۱۰۲

- شکل ۵-۶- نقشه وزن داده شده منطقه کلوت اشرف‌ها از نظر تشکیل آلتراسیون ۱۰۳
- شکل ۵-۷- نقشه وزن داده شده منطقه کلوت اشرف‌ها از نظر تشکیل اکسید آهن ۱۰۴
- شکل ۵-۸- نقشه وزن داده شده منطقه کلوت اشرف‌ها از نظر ترکیب بانندی ۷،۴،۲ ۱۰۵
- شکل ۵-۹- نقشه کلی حاصل از تلفیق جهت شناسایی مناطق امیدبخش ۱۰۹
- شکل ۵-۱۰- نقشه پتانسیل مطلوب کانی‌سازی با استفاده از عملگر AND ۱۱۷
- شکل ۵-۱۱- نقشه پتانسیل مطلوب کانی‌سازی با استفاده از عملگر OR ۱۱۸
- شکل ۵-۱۲- نقشه پتانسیل مطلوب کانی‌سازی با استفاده از عملگر ضرب جبری ۱۱۹
- شکل ۵-۱۳- نقشه پتانسیل مطلوب کانی‌سازی با استفاده از عملگر جمع جبری ۱۱۹
- شکل ۵-۱۴- نقشه پتانسیل مطلوب کانی‌سازی با استفاده از عملگر گاما ۱۲۰

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- کانسارهای مس پورفیری	۲۷
جدول ۱-۲- کانسارهای مس رگه‌ای و رگچه‌ای	۲۸
جدول ۱-۴- انحراف استاندارد باندهای سنجنده ETM	۸۱
جدول ۲-۴- همبستگی بین باندهای سنجنده ETM	۸۲
جدول ۳-۴- تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی ۶ باند ETM+ منطقه مطالعاتی	۸۸
جدول ۴-۴- نتایج حاصل از آنالیز مولفه‌های اصلی بر روی چهارباند ۱، ۴، ۵ و ۷ سنجنده ETM+	۹۰
جدول ۴-۵- نتایج حاصل از آنالیز مولفه‌های اصلی بر روی چهارباند ۱، ۳، ۴ و ۵ سنجنده ETM+	۹۰
جدول ۱-۵- ارزش (وزن) پارامترهای زمین‌شناسی منطقه	۹۷
جدول ۲-۵- ارزش (وزن) پارامتر شارژاییلیته	۹۹
جدول ۳-۵- ارزش (وزن) پارامتر مقاومت ویژه ظاهری	۹۹
جدول ۴-۵- ارزش (وزن) پارامتر فاصله از گسل	۱۰۱
جدول ۵-۵- ارزش (وزن) پارامتر آلتراسیون	۱۰۳
جدول ۶-۵- ارزش (وزن) پارامتر اکسیداسیون	۱۰۴
جدول ۷-۵- ارزش (وزن) پارامتر استفاده شده در تلفیق	۱۰۸
جدول ۸-۵- جدول امتیاز دهی فازی به نقشه زمین‌شناسی و انواع لیتولوژی‌ها	۱۱۴
جدول ۹-۵- جدول امتیازدهی فازی به نقشه شارژاییلیته	۱۱۵
جدول ۱۰-۵- جدول امتیازدهی فازی به نقشه مقاومت ویژه	۱۱۵
جدول ۱۱-۵- جدول امتیازدهی فازی به نقشه گسل‌های منطقه	۱۱۶
جدول ۱۲-۵- جدول امتیازدهی فازی به نقشه مناطق دارای آلتراسیون	۱۱۶

جدول ۵-۱۳- جدول امتیازدهی فازی به نقشه مناطق دارای اکسید آهن ۱۱۶

جدول ۵-۱۴- معرفی عملگرهای فازی مفید در تهیه نقشه پتانسیل معدنی ۱۲۱

مقدمه

عنصر مس بعد از طلا، دومین فلزی است که توسط انسان شناخته شده و به دلیل این که در طبیعت به صورت آزاد یافت می‌شود، در عصر باستان کاربرد زیادی داشته است. تاریخچه استفاده از مس به ۹۰۰۰ سال قبل از میلاد برمی‌گردد. بنابراین کانسارهای موجود در پوسته زمین به نسبت اهمیت همیشه مورد توجه انسان بوده و تلاشی برای یافتن کانسارهای جدید و گسترش و استفاده هر چه بیشتر از کانسارهای موجود همچنان ادامه دارد. از میان انواع فراوان کانی‌های فلزی، مس از جایگاه اصلی برخوردار است.

گستره ایران زمین یکی از ذخایر بالقوه مس جهان را در دل خویش نهفته دارد. این انباشتگی‌های بالقوه مس، از گذشته‌های بسیار دور، انگیزه‌ای برای رونق معدن‌کاری وضعیت در این مرز و بوم بوده است.

کشور ما از لحاظ ذخایر معدنی مس غنی بوده و بر روی کمر بند جهانی مس قرار گرفته است. تمرکز این ذخایر در یک کمر بند تکتونیک با امتداد شمال غرب به جنوب شرق است. میزان ذخایر موجود در کشور حدود چهارده درصد کل ذخایر جهانی برآورد گردیده است، در حالی که سهم تولید ایران یک درصد تولید جهانی مس است. به نظر می‌رسد در صورت یک برنامه ریزی صحیح جایگاه اقتصادی نفت می‌تواند، جایگاه خود را به صنعت مس واگذار کند. به عقیده کارشناسان حجم ذخایر کشف شده به مراتب کمتر از ذخایر واقعی کشور می‌باشد. همچنین می‌توان با استفاده از فن‌آوری جدید در زمینه ماشین‌آلات استخراج و به خصوص فلوتاسیون امکان بهره‌برداری از ذخایر کم عیار را فراهم نمود [۸].

این پروژه درشش فصل تهیه و تنظیم شده است. فصل اول به کلیاتی در مورد کانسارهای مس اشاره دارد که انواع مختلف کانی‌ها را بیان کرده است. فصل دوم واحدهای مختلف زمین‌شناسی منطقه را معرفی کرده است. فصل سوم به تشریح برداشت ژئوفیزیکی پلاریزاسیون القایی و مقاومت ویژه ظاهری اختصاص یافته است. فصل چهارم به بحث در مورد دورسنجی در

محدوده این کانسار پرداخته است. در فصل پنجم به بررسی روش‌های تلفیق داده‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیک و دورسنجی و در فصل ششم به نتیجه‌گیری و پیشنهادات در خصوص این کانسار اختصاص یافته است.