



دانشکده مهندسی معدن و متالورژی  
گروه اکتشاف معدن

پایان نامه  
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
مهندسی اکتشاف معدن

# تجزیه و تحلیل داده‌های ژئوفیزیکی و زمین‌شناسی کانسار مس رباط پشت بادام یزد

دکتر امیرحسین کوهساری  
استادان راهنما:

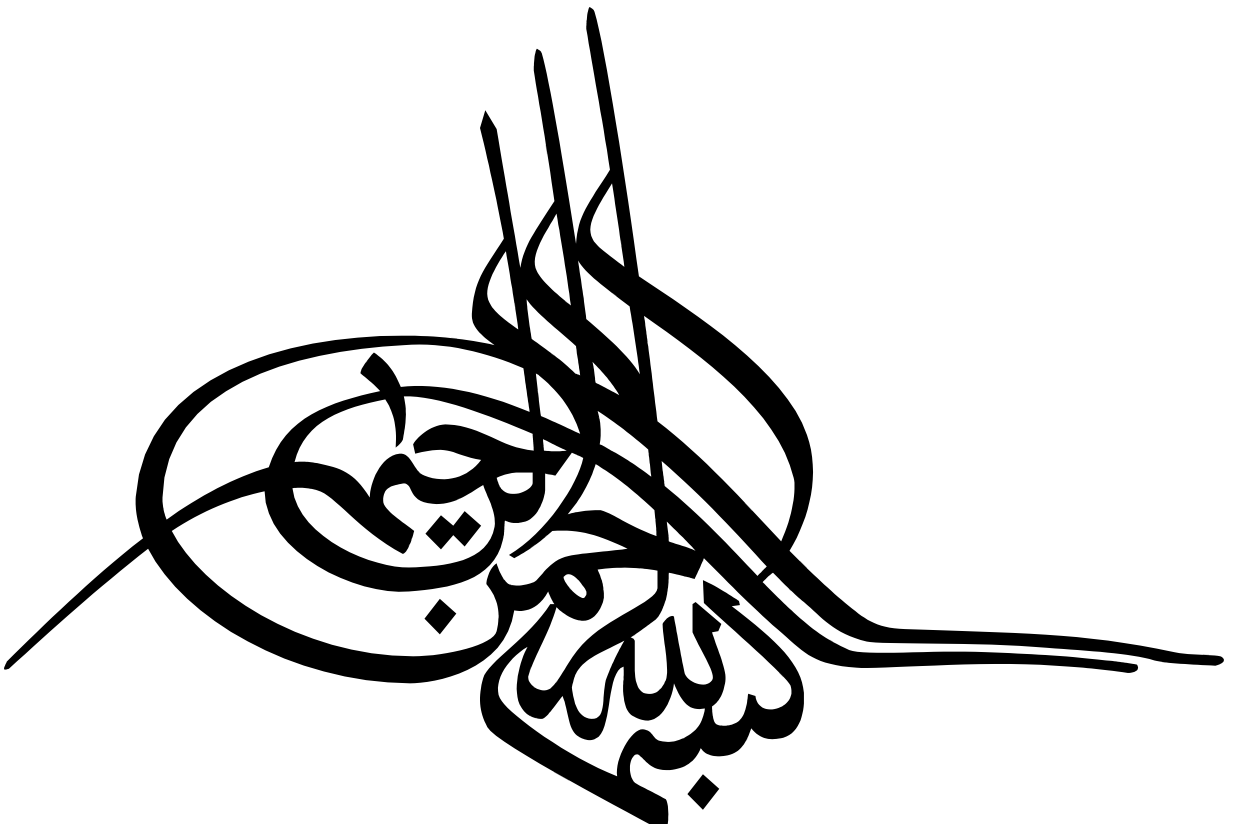
دکتر عبدالحمید انصاری

استاد مشاور: دکتر احمد قربانی

پژوهش و نگارش: محمد تقی عرب

مهرماه ۱۳۹۰







دانشگاه یزد  
دانشکده مهندسی معدن و متالورژی  
گروه اکتشاف معدن

پایان نامه  
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد  
مهندسی اکتشاف معدن

تجزیه و تحلیل داده‌های ژئوفیزیکی و زمین‌شناسی کانسار مس  
رباط پشت بادام یزد

دکتر امیرحسین کوهساری

استادان راهنما:

دکتر عبدالحمید انصاری

استاد مشاور: دکتر احمد قربانی

پژوهش و نگارش: محمد تقی عرب

مهرماه ۱۳۹۰

تقدیم به

پدر دلسوزم

مادر مهربانم

همسر عزیزم

## تشکر و قدردانی

بی شک شکوفایی هر نهالی حاصل تلاش بی شائبه کائنات است و پرورش نهال علم و دانش در وجود هر انسانی همت والای افرادی را می طلبد که خالصانه گوهر وجودی خویش را در این راه تقدیم نموده‌اند. گذر از هر مرحله در این مسیر بی پایان علم، فرصت مغتنمی است که از این تلاش قدردانی نماییم. در این مجال وظیفه خود می‌دانم که در آغاز از لطف و عنایت پروردگار متعال و پس از آن از تلاش و همدلی مادری مهربان و پدری فرهیخته تشکر نمایم. فرشتگانی که خداوند سعادت وجود آنها را نصیب من نمود تا قدم به قدم در کسب علم و معرفت همراه من باشند.

بر خود لازم می‌دانم از تمام کسانی که مرا در تهیه این پایان نامه از لحاظ علمی، مادی و معنوی مورد لطف و حمایت قرار داده‌اند تشکر و قدردانی کنم.

از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر امیر حسین کوهساری که راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند و توفیق استفاده از راهنمایی‌های مدبرانه ایشان را برای انجام این پژوهش داشتم، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر عبدالحمید انصاری که راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند صمیمانه تشکر می‌کنم.

از استاد بزرگوارم دکتر احمد قربانی که مشاور این پایان نامه را بر عهده داشتند و با راهنمایی‌های خود بنده را در بهتر انجام دادن این تحقیق مساعدت نمودند خالصانه تشکر و قدردانی می‌کنم.





## چکیده

محدوده اندیس مس سربالا در فاصله ۳۲ کیلومتری شرق روستای رباط پشت بادام استان یزد در زون ایران مرکزی واقع شده است. واحدهای سنگی موجود در منطقه ماسه‌سنگ، شیل، کوارتزیت، شیست و کنگلومرای پلی‌ژنیک می‌باشد. دوگسل امتداد لغز باعث ایجاد یک سری شکستگی‌های 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. تیپ کانی‌سازی در محدوده سربالا، از نوع رگه ای بوده که در ارتباط با محلول‌های گرمابی می‌باشد.

این تحقیق به تجزیه و تحلیل داده‌های زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی این کانسار می‌پردازد. به منظور تعیین چگونگی تغییر عیار و ضخامت زون کانی‌سازی در طول رگه‌های کانه‌دار، تعداد ۴ ترانشه عمود بر امتداد رگه شرقی و تعداد ۴ ترانشه عمود بر امتداد رگه غربی، حفر شده و برداشت زمین‌شناسی و نمونه‌گیری صورت گرفته است. به منظور بررسی گسترش زون ناهنجاری شارژابیلیته و مقاومت ویژه در محدوده و تعیین پروفیل‌های ژئوفیزیکی از ۴ 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 ماسه‌سنگ ضخیم لایه با رگه‌های حاوی کانی مس از عمق ۲۰ متری در پروفیل‌های ژئوفیزیک می‌باشد.



## فهرست عناوین

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
<b>فصل اول: کلیاتی در مورد کانسار مس سربالا</b>	<b>۳</b>
۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی	۴
۱-۲- کارهای انجام شده پیشین	۵
۱-۳- زمین شناسی	۶
۱-۳-۱- معرفی	۶
۱-۳-۲- زمین شناسی محدوده کانسار	۶
۱-۳-۳- دگرسانی و کانی‌سازی	۹
۱-۴- مطالعات درزه نگاری	۱۲
۱-۴-۱- رگه شرقی	۱۲
۱-۴-۲- رگه غربی	۱۳
۱-۵- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک	۱۴
<b>فصل دوم: تفسیر نمونه‌های برداشت شده از ترانسه‌ها</b>	<b>۱۵</b>
۱-۲- مقدمه	۱۶
۱-۲-۲- مطالعه ترانسه‌های رگه شرقی	۱۶
۱-۲-۲-۱- ترانسه شماره ۱ شرقی	۱۷
۱-۲-۲-۲- ترانسه شماره ۲ شرقی	۱۸
۱-۲-۲-۳- ترانسه شماره ۳ شرقی	۲۰
۱-۲-۲-۴- ترانسه شماره ۴ شرقی	۲۲
۱-۲-۲-۵- نتیجه مطالعات در رگه شرقی	۲۵
۱-۳-۲- مطالعه ترانسه‌های رگه غربی	۲۵
۱-۳-۲-۱- ترانسه شماره ۱ غربی	۲۵
۱-۳-۲-۲- ترانسه شماره ۲ غربی	۲۶
۱-۳-۲-۳- ترانسه شماره ۳ غربی	۲۸
۱-۳-۲-۴- ترانسه شماره ۴ غربی	۳۰
۱-۳-۲-۵- نتیجه مطالعات در رگه غربی	۳۱
<b>فصل سوم: روش‌های مقاومت ویژه و پلاریزاسیون القایی</b>	<b>۳۳</b>
۱-۳- روش مقاومت ویژه	۳۴

۳۴	..... ۱-۱-۳ معرفی
۳۵	..... ۲-۱-۳ محدوده تغییرات مقاومت مخصوص در مواد مختلف
۳۸	..... ۳-۱-۳ شیوه‌های صحرائی در مقاومت ویژه
۳۸	..... ۱-۳-۱-۳ سونداژ الکتریکی قائم
۳۸	..... ۲-۳-۱-۳ پروفیل زنی الکتریکی
۳۹	..... ۴-۱-۳ اندازه گیری مقاومت ویژه و انواع آرایش برداشت
۴۲	..... ۵-۱-۳ مقایسه آرایش‌های مختلف الکترودی
۴۳	..... ۲-۳-۲ روش پلاریزاسیون القایی
۴۳	..... ۱-۲-۳ معرفی
۴۴	..... ۲-۲-۳ روش پلاریزاسیون القایی در حوزه زمان
۴۴	..... ۱-۲-۲-۳ اندازه‌گیری نسبت پلاریزاسیون القایی (درصد IP)
۴۵	..... ۲-۲-۲-۳ اندازه‌گیری شارژابیلیته (M)
۴۵	..... ۳-۲-۳ روش پلاریزاسیون القایی در حوزه فرکانس
۴۶	..... ۱-۳-۲-۳ درصد اثر فرکانس
۴۶	..... ۲-۳-۲-۳ فاکتور فلزی
۴۷	..... ۴-۲-۳ اصول و منشا IP
۴۷	..... ۱-۴-۲-۳ پلاریزاسیون غشایی یا IP غیرفلزی
۴۸	..... ۲-۴-۲-۳ پلاریزاسیون الکترودی یا اور ولتاژ و یا پلاریزاسیون فلزی
۵۰	..... ۵-۲-۳ بررسی اثر عوامل طبیعی بر روی پدیده IP
۵۱	..... ۶-۲-۳ مدل‌سازی داده‌های ژئوفیزیک (IP-RS)
۵۳	<b>فصل چهارم: برداشت ژئوفیزیک</b>
۵۴	..... ۱-۴-۱ معرفی
۵۵	..... ۲-۴-۱ دستگاه‌های مورد استفاده
۵۶	..... ۳-۴-۱ محدوده شرقی
۵۹	..... ۱-۳-۴ بررسی مقطع دایپل - دایپل مقاومت ویژه و شارژابیلیته پروفیل 100N
۶۱	..... ۲-۳-۴ بررسی مقطع دایپل - دایپل مقاومت ویژه و شارژابیلیته پروفیل 200S
۶۲	..... ۴-۴-۱ محدوده غربی
۶۶	..... ۱-۴-۴ بررسی مقطع دایپل - دایپل مقاومت ویژه و شارژابیلیته پروفیل 600N
۶۷	..... ۲-۴-۴ بررسی مقطع دایپل - دایپل مقاومت ویژه و شارژابیلیته پروفیل 200N
۶۹	<b>فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات</b>
۷۰	..... ۱-۵ نتیجه‌گیری
۷۱	..... ۲-۵ پیشنهادات
۷۲	..... منابع

### فهرست اشکال و جداول

صفحه	عنوان
۴.....	شکل ۱-۱: موقعیت محدوده مورد بررسی در نقشه استان یزد.....
۴.....	شکل ۱-۲: کروکی راه‌های دسترسی به محدوده.....
۵.....	شکل ۱-۳: نمایی از کوه شاخو مرتفع‌ترین نقطه محدوده.....
۷.....	شکل ۱-۴: نمایی از بخش شیلی واحد $PC^s_t$ و رگه- رگچه‌های سیلیسی در آن.....
۷.....	شکل ۱-۵: نمایی از رگچه‌های کلسیت در واحد $PC^{sl}_t$ .....
۷.....	شکل ۱-۶: نمایی از واحد کنگلومرای $K^c$ بر روی ماسه‌سنگ و شیل‌های دگرگونه سازند تاشک (دید به سمت جنوب).....
۸.....	شکل ۱-۷: نمایی از واحد $K^s$ در محدوده مورد بررسی (دید به سمت غرب).....
۹.....	شکل ۱-۸: نقشه برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰ اندیس مس سربالا که در آن گسله‌ها و ترانشه‌های موجود مشخص شده‌اند.....
۱۰.....	شکل ۱-۹: نمایی از کانی‌زایی مالاکیت در درزه و شکاف رگه شرقی.....
۱۰.....	شکل ۱-۱۰: نمایی از کانی‌زایی مالاکیت در امتداد گسله شرقی.....
۱۱.....	شکل ۱-۱۱: نمایی از کارهای قدیمی انجام شده در امتداد رگه کانه‌دار غربی.....
۱۱.....	شکل ۱-۱۲: رگه کانه‌دار غربی.....
۱۳.....	شکل ۱-۱۳: نمودار گل سرخی رگه شرقی.....
۱۴.....	شکل ۱-۱۴: نمودار گل سرخی رگه غربی.....
۱۷.....	جدول ۱-۲: نتیجه آنالیز یک نمونه از زون شماره ۲ از ترانشه شماره ۱ شرقی.....
۱۸.....	شکل ۱-۲: تصویر شماتیک از مقطع طولی ترانشه شماره ۱ شرقی.....
۱۹.....	جدول ۲-۲: نتیجه آنالیز یک نمونه از زون شماره ۳ از ترانشه شماره ۲ شرقی.....
۲۰.....	شکل ۲-۲: تصویر شماتیک از مقطع طولی ترانشه شماره ۲ شرقی.....
۲۱.....	جدول ۳-۲: نتیجه آنالیز یک نمونه از زون شماره ۲ از ترانشه شماره ۳ شرقی.....
۲۲.....	شکل ۳-۲: تصویر شماتیک از مقطع طولی ترانشه شماره ۳ شرقی.....
۲۳.....	جدول ۴-۲: نتیجه آنالیز یک نمونه از زون شماره ۲ از ترانشه شماره ۴ شرقی.....

- جدول ۲-۵: نتیجه آنالیز یک نمونه از زون شماره ۴ از ترانسه شماره ۴ شرقی..... ۲۳
- شکل ۲-۴: تصویر شماتیک از مقطع طولی ترانسه شماره ۴ شرقی..... ۲۴
- شکل ۲-۵: تصویر شماتیک از مقطع طولی ترانسه شماره ۱ غربی..... ۲۶
- شکل ۲-۶: نمایی از افق کانه‌دار در ترانسه شماره ۱ غربی..... ۲۶
- جدول ۲-۶: نتیجه آنالیز یک نمونه از زون شماره ۲ از ترانسه شماره ۲ غربی..... ۲۷
- شکل ۲-۷: تصویر شماتیک از مقطع طولی ترانسه شماره ۲ غربی..... ۲۷
- شکل ۲-۸: نمایی از کانی‌زایی در ترانسه شماره ۲ غربی: الف) نمای نزدیک ب) نمای دور..... ۲۸
- جدول ۲-۷: نتیجه آنالیز یک نمونه از زون شماره ۱ از ترانسه شماره ۳ غربی..... ۲۸
- شکل ۲-۹: تصویر شماتیک از مقطع طولی ترانسه شماره ۳ غربی..... ۲۹
- شکل ۲-۱۰: نمایی از کانی‌زایی در ترانسه شماره ۳ غربی: الف) نمایی از محل ترانسه ب) نمایی از کانی‌زایی موجود در دیواره تونل موجود در انتهای ترانسه..... ۳۰
- جدول ۲-۸: نتیجه آنالیز یک نمونه از زون شماره ۳ از ترانسه شماره ۴ غربی..... ۳۰
- شکل ۲-۱۱: تصویر شماتیک از مقطع طولی ترانسه شماره ۴ غربی..... ۳۱
- جدول ۳-۱: مقادیر مقاومت ویژه و هدایت الکتریکی واحدهای سنگی مختلف..... ۳۷
- شکل ۳-۱: شمایی از آرایش‌های ونر و شولمبرژه..... ۴۰
- شکل ۳-۲: شمایی از طرح عمومی آرایش دو قطبی - دوقطبی..... ۴۱
- شکل ۳-۳: آرایش مستطیلی..... ۴۲
- شکل ۳-۴: تغییرات ولتاژ ( $\Delta V$ ) را قبل و بعد از قطع جریان نسبت به زمان (T)..... ۴۵
- شکل ۳-۵: مکانیسم تشکیل پلاریزاسیون غشایی (Membrane)..... ۴۸
- شکل ۳-۶: مکانیسم تشکیل پلاریزاسیون الکترودی (فلزی)..... ۴۹
- شکل ۴-۱: نقشه آرایش مستطیل در رگه‌های بخش شرقی و غربی اندیس مس سربالا..... ۵۵
- شکل ۴-۲: نقشه هم مقدار شارژاییلیته و مقاومت ویژه رگه بخش شرقی..... ۵۷
- شکل ۴-۳: نقشه زمین‌شناسی به همراه گسله‌ها و نقشه هم مقدار مقاومت ویژه رگه بخش شرقی..... ۵۸
- شکل ۴-۴: نقشه زمین‌شناسی به همراه گسله‌ها و نقشه هم مقدار شارژاییلیته رگه بخش شرقی..... ۵۹
- شکل ۴-۵: مدل‌سازی شارژاییلیته و مقاومت ویژه پروفیل 100N..... ۶۱
- شکل ۴-۶: مدل‌سازی شارژاییلیته و مقاومت ویژه پروفیل 200S..... ۶۲

- شکل ۴-۷: نقشه هم مقدار شارژابیلیته و مقاومت ویژه رگه بخش غربی..... ۶۳
- شکل ۴-۸: نقشه زمین‌شناسی به همراه گسله‌ها و نقشه هم مقدار مقاومت ویژه رگه بخش غربی..... ۶۴
- شکل ۴-۹: نقشه زمین‌شناسی به همراه گسله‌ها و نقشه هم مقدار شارژابیلیته رگه بخش غربی.. ۶۵
- شکل ۴-۱۰: مدل‌سازی شارژابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل 600N ..... ۶۷
- شکل ۴-۱۱: مدل‌سازی شارژابیلیته و مقاومت ویژه پروفیل 200N ..... ۶۸





## مقدمه

محدوده اندیس مس سربالا در فاصله ۳۲ کیلومتری جنوب شرقی روستای رباط پشت بادام استان یزد در زون ایران مرکزی و زیر زون بافق- پشت بادام واقع شده است. کانی‌سازی مس در این محدوده از نوع رگه - رگچه‌ای با سنگ میزبان ماسه‌سنگی در بخش‌های شرقی و غربی محدوده صورت گرفته که در ارتباط با محلول‌های گرمایی درجه حرارت پایین وابسته به فعالیت‌های ماگمایی ترسیر می‌باشد. دگرسانی‌های موجود در محدوده شامل دگرسانی ناحیه‌ای به صورت دولومیتی شدن، کلریتی شدن، هماتیتی شدن و کمی آرژیلی شدن در ماسه‌سنگ‌ها و آرژیلی شدن، سیلیسی شدن و هماتیتی شدن در امتداد رگه‌های کانی‌دار می‌باشد. هدف از این تحقیق تجزیه و تحلیل داده‌های زمین‌شناسی و ژئوفیزیکی است که مراحل انجام آن به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- استفاده از آرایش مستطیلی برای تعیین وسعت ناهنجاری شارژابیلیته در محدوده اکتشافی.
  - ۲- انجام برداشت شبه مقاطع دایپل- دایپل برای تعیین گسترش ناهنجاری‌ها در عمق.
  - ۳- تعیین کنتاکت‌ها و گسله‌های احتمالی و تعیین عوامل زمین‌شناسی بر اساس خصوصیات فیزیکی استنتاج شده از کاربرد روش‌های فوق.
  - ۴- تعیین نقاط پیشنهادی برای حفاری.
- مطالعات زمین‌شناسی و حفر ترانشه‌ها در این اندیس توسط شرکت پیچاب کانسار در سال ۱۳۸۷ انجام شده است. برداشت داده‌های ژئوفیزیک IP-RS نیز توسط شرکت زمین‌شناسی مهندسی و علوم زمین امید در سال ۱۳۸۷ صورت گرفته است.

به طور کلی متن این تحقیق در ۵ فصل تهیه و تنظیم شده است. فصل اول به کلیاتی در مورد کانسار مس سربالا اشاره دارد. فصل دوم ضمن اشاره به نمونه برداری از ترانشه‌های حفر شده در رگه‌های شرقی و غربی به تشریح درصد عناصر مختلف در لایه‌های موجود در آن‌ها پرداخته است. فصل سوم به معرفی روش مقاومت ویژه الکتریکی و روش پلاریزاسیون القایی می‌پردازد.

فصل چهارم به تشریح برداشت ژئوفیزیک IP-RS در محدوده اندیس مس سربالا پرداخته است.

فصل پنجم به نتیجه‌گیری و پیشنهادات در خصوص این اندیس اختصاص یافته است.

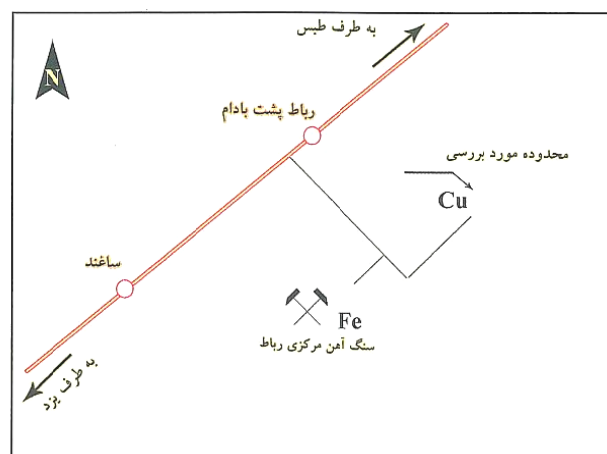
فصل اول: کلیاتی در مورد کانسار مس سربالا

## ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی

محدوده کانسار مس سربالا در فاصله ۲۵۰ کیلومتری شمال یزد و در فاصله ۳۲ کیلومتری شرق روستای رباط پشت بادام و در موقعیت جغرافیایی  $X:376775$  و  $Y:3640220$  قرار دارد [۴].  
راه دسترسی به کانسار از طریق جاده آسفalte یزد- طبس در فاصله ۲ کیلومتری رباط پشت بادام است که پس از طی مسافت ۳۰ کیلومتر به محدوده کانسار منتهی می‌شود (شکل‌های ۱-۱ و ۱-۲).



شکل ۱-۱: موقعیت محدوده مورد بررسی در نقشه استان یزد [۴]



شکل ۱-۲: کروکی راه‌های دسترسی به محدوده [۴]