

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی (زمین شناسی اقتصادی)

کانی شناسی، ژئوشیمی و ژنز کانسار اکسید آهن آپاتیت دار سرخه دیزج، جنوب شرق زنجان

نگارش:

قاسم نباتیان قشلاق

استاد راهنما:

دکتر مجید قادری

اساتید مشاور:

دکتر نعمت اله رشیدنژاد عمران

دکتر فرحناز دلیران

شهریور ۱۳۸۷

بسمه تعالی



دانشگاه زیتون مدرس

دانشکده علوم پایه

تائیدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهایی پایان نامه آقای قاسم نباتیان رشته زمین شناسی (اقتصادی) تحت عنوان: «کانی شناسی، ژئوشیمی و ژنز کانسار آهن آپاتیت دار سرخه دیزج، جنوب شرق زنجان» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تائید قرار دادند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر مجید قادری	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکتر نعمت... رشیدنژادعمران	استادیار	
۳- استاد مشاور (افتخاری)	دکتر فرحناز دلیران	استادیار	
۴- استاد ناظر داخلی	دکتر ابراهیم راستاد	دانشیار	
۵- استاد ناظر خارجی	دکتر عبدالمجید یعقوب پور	استاد	
۶- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر ابراهیم راستاد	دانشیار	

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته زمین شناسی اقتصادی است که در سال ۱۳۸۷ در دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر مجید قادری، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر نعمت ... رشیدنژاد عمران و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر فرحناز دلیران از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب قاسم نباتیان فشلاق دانشجوی رشته زمین شناسی اقتصادی مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: قاسم نباتیان

تاریخ و امضا: ۱۳۸۸/۰۴/۰۶

نباتیان

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه

تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

قاسم نباتیان
۱۳۸۸/۰۴/۰۶
نباتیان



تقدیم به پدر و مادر عزیزم ::::...

آنان که وجودم برایشان بهر نوح بود و وجودشان برایم همه مهر.

تو اشان رفت تا به توانایی برسم و مویشان سپید کشت تا رویم سپید بماند.

آنان که فروغ نخبهشان، گرمی کلامشان و روشنی رویشان سرمایه های

جاودانی زندگی من است.

آموزگارانی که برایم زندگی؛ بودن و انسان بودن را معنا کردند

در برابر وجود کرامتشان زانوی ادب بر زمین می زخم و بادی مملو از عشق، محبت و خضوع

بردستان بوسه می زخم.

حال این برک سبزی است تحفه درویش تقدیم آنان.

سپاسگزاری

خدایا تو را سپاس می‌نمایم در برابر احسان نیکویت، فراوانی نعمت‌هایت، بسیاری از بخشش‌هایت، بر رحمت و مهربانیت که مرا به آن برتری داده‌ای، بر نعمتت که بر من تمام گردانیده‌ای، حقا که درباره من احسان کرده‌ای آنچه که شکر و سپاس من از آن عاجز و ناتوان است.

ستایش خداوند عالم و قادر که به این بنده حقیر توفیق انجام این پژوهش را ارزانی داشت.

در ابتدا شایسته است از زحمات بی‌دریغ استاد ارجمندم، جناب آقای دکتر مجید قادری که به رغم وجود مشغله فراوان، راهنمایی این پایان‌نامه را پذیرفته و همواره با گشاده‌رویی و اخلاقی نیکو، مرا در رسیدن به اهدافم یاری رساندند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

بر خود لازم می‌دانم از اساتید محترم مشاور جناب آقای دکتر نعمت‌ا... رشیدنژادعمران و سرکار خانم دکتر دلیران که مشاوره این پایان‌نامه را بر عهده داشتند و در طی انجام این تحقیق، با خلقی پسندیده و نیکو، خالصانه اینجانب را راهنمایی نمودند، سپاسگزاری نمایم.

از آقایان دکتر عبدالمجید یعقوب‌پور و دکتر ابراهیم راستاد به عنوان اعضای هیأت داوران، که با قبول زحمت، مطالب این تحقیق را کنترل نموده و با ارایه راهنمایی‌های ارزنده، مرا یاری نمودند، تقدیر و تشکر می‌نمایم.

از زحمات استاد گرانقدر جناب آقای دکتر ابراهیم راستاد، که در طول دوره تحصیل و انجام پایان‌نامه اینجانب را یاری نمودند، سپاسگزاری می‌کنم.

از اساتید محترم گروه زمین‌شناسی، دکتر یساقی و دکتر قربانی، که در مطالعه مقاطع میکروسکوپی و همچنین از جناب آقای دکتر محجل که در تهیه نقشه زمین‌شناسی معدنی و مطالعه مقاطع وقت خویش را در اختیار اینجانب نهاده و از راهنمایی ارزنده خویش مرا بهره‌مند ساختند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

از اساتید محترم جناب آقای دکتر محمد لطفی و جناب آقای دکتر جمشید حسن‌زاده بابت مطالب ارزنده‌ای که در مطالعه مقاطع میکروسکوپی به اینجانب ارائه نمودند و جناب آقای دکتر بهزاد مهرابی به جهت مطالعه سیالات درگیر، سپاسگزاری می‌کنم.

از اساتید بزرگوار خارج از کشور، آقایان پروفسور Hitzman (دانشگاه کلرادو، آمریکا) و پروفسور Nystrom (دانشگاه استکهلم، سوئد) به جهت راهنمایی‌های ارزشمند ایشان در مورد کانی‌زایی آهن آپاتیت‌دار سرخه‌دیزج کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از سرکار خانم مهندس فردین‌دوست و جناب آقای مهندس یوسفی به خاطر آنالیز نمونه‌های XRD و همچنین از آقایان حسینی و آقای فیروزی به جهت تهیه‌ی مقاطع میکروسکوپی، تشکر می‌کنم.

از دوستان بسیار عزیز و گرامی‌ام، آقایان مهندس امیر مهدوی، مهندس عبدالرحمان رجبی، مهندس فردین موسیوند، سرکار خانم مهندس جعفری، سرکار خانم مهندس صالحی و سرکار خانم مهندس عبدی و سایر عزیزانی که امکان تشکر از تک تک ایشان در اینجا مقدور نیست، به خاطر کمک‌ها و همکاری‌های صمیمانه‌ی ایشان در طول انجام این تحقیق، سپاسگزاری می‌نمایم.

در پایان ولی نه به عنوان کمترین، از دو شمع فروزان زندگی‌ام، مادر دلسوز و پدر بزرگوارم و همچنین از برادران و خواهرم که همواره در طول مدت تحصیل، پشتیبان و یاری رسان بنده بودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم و همیشه عزت و سربلندی را برای ایشان آرزومندم.

چکیده

کانسار اکسید آهن آپاتیت‌دار سرخه‌دیزج در ۳۲ کیلومتری جنوب‌شرق شهرستان زنجان قرار گرفته است. این محدوده در پهنه ساختاری البرز غربی-آذربایجان و در زیرپهنه طارم قرار دارد. در محدوده سرخه‌دیزج، قدیمی‌ترین واحدهای سنگی با ترکیب تراکیت، تراکی‌آندزیت و توف آندزیتی مربوط به ائوسن می‌باشد که توده نفوذی نیمه‌عمیق کوارتزمونزونیتی، مونزونیتی و گرانیتی با سن ائوسن پایانی و الیگوسن در این توالی نفوذ کرده است. این توده از نظر سری‌های ماگمایی، ماهیت آلکالن پتاسیک داشته و از نظر مقدار آلومین، پرآلومین می‌باشد. سنگ‌های پلوتونیک منطقه، ویژگی‌های گرانیت نوع I را دارند و ماگماتیسم منطقه، مشخصات نوع کوهزایی و مربوط به قوس‌های آتشفشانی را نشان می‌دهد.

کانه‌زایی در این منطقه، دارای سه بخش A، B و C می‌باشد که همه این بخش‌ها در سنگ میزبان توده نفوذی تشکیل شده‌اند. ویژگی‌های مربوط به این سه بخش از نظر سنگ میزبان، کانی‌شناسی، دگرسانی، ساخت و بافت و محتوای فلزی مشابه هم می‌باشد. در داخل سنگ‌های ولکانیکی نیز کانی‌زایی به صورت رگه‌ای با وسعت کم مشاهده می‌شود که ویژگی‌های مشابه با سه بخش قبلی را داراست.

ماده معدنی به شکل توده‌ای، رگه‌ای و استوکورکی است که دارای بافت‌های توده‌ای، نواری، برشی و رگه-رگچه‌ای است. قسمت کوچکی از بخش A کانسار تحت فرآیند بعدی دگرریختی قرار گرفته و در نتیجه، بافت‌هایی از جمله سایه فشاری، طولیل‌شدگی، بودیناژ و کاتاکلاستیکی در آن تشکیل شده‌اند.

مهمترین کانی‌های موجود در این کانسار شامل مگنتیت (با Ti پایین)، آپاتیت، کالکوپیریت، بورنیت، پیریت و موناژیت می‌باشند که کانی‌هایی از جمله ایلمنیت، اسپینل (مگنتیت تیتان‌دار)، گالن، اسفالریت و اورانینیت (بر اساس نتایج XRD) به مقدار جزئی به همراه کانی‌های قبلی تشکیل شده‌اند. کانی‌های سوپرژن از جمله کالکوسیت، مالاکیت، آزوریت، کولیت، دیژنیت، همتایت و گوتیت در اثر فرآیندهای هوازدگی و سوپرژن تشکیل شده‌اند. دگرسانی‌های سیلیسی، تورمالینی، متاسوماتیسم فلدسپات پتاسیم، اکتینولیتی، آرژیلیک، سریسیتی و کلریتی-پیدوتی از دگرسانی‌های اصلی در این کانسار هستند که وسعت دگرسانی سیلیسی و آرژیلیک از بقیه دگرسانی‌ها بیشتر است.

مطالعات انجام شده بر روی عناصر نادر خاکی بیانگر غنی‌شدگی این کانسار از عناصر نادر خاکی سبک (LREE) نسبت به عناصر نادر خاکی سنگین (HREE) است. الگوی REE آپاتیت، مگنتیت و سنگ‌های دربرگیرنده، مشابه هم بوده و یک ارتباط ماگمایی را بین آنها نشان می‌دهد. همچنین محتوای REE آپاتیت نسبت به سنگ‌های دربرگیرنده و مگنتیت بالاتر است. در مطالعات سیالات درگیر از کانی آپاتیت که دارای دو نسل است، استفاده شد. بر اساس این مطالعات، میزان دما و

شوری در آپاتیت نسل I بیشتر از آپاتیت نسل II می‌باشد، که کاهش شوری در آپاتیت نسل II می‌تواند در اثر آلودگی سیالات ماگمایی با سیالات جوی، در مراحل بعدی کانه‌زایی باشد.

مقایسه مهم‌ترین ویژگی‌های کانسار اکسید آهن آپاتیت‌دار سرخه‌دیزج (از جمله محیط تکتونیکی، سنگ میزبان، کانی‌شناسی، دگرسانی و ساخت و بافت) با ویژگی‌های تیپ‌های مختلف کانه‌زایی آهن در دنیا، نشان داده است که کانسار اکسید آهن آپاتیت‌دار سرخه‌دیزج بیشترین شباهت را با کانسارهای اکسید آهن آپاتیت‌دار تیپ کایرونا دارد که این کانسارها زیرگروه کانسارهای تیپ اکسید آهن-مس-طلا هیدروترمال (IOCG) می‌باشند.

کلمات کلیدی: کانسار اکسید آهن آپاتیت‌دار، توده نفوذی نیمه‌عمیق، کانسارهای تیپ IOCG زیر گروه تیپ کایرونا، سرخه‌دیزج، طارم، زنجان

فصل اول (کلیات)

۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- طرح مسئله و هدف از مطالعه.....	۳
۳-۱- روش مطالعه.....	۴
۱-۳-۱- گردآوری اطلاعات.....	۴
۲-۳-۱- عملیات زمین‌شناسی صحرائی.....	۴
۳-۳-۱- مطالعات آزمایشگاهی.....	۴
۴-۳-۱- مطالعات دفتری.....	۴
۵-۳-۱- تدوین و نگارش پایان‌نامه.....	۴
۴-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راههای دسترسی.....	۵
۵-۱- شرایط آب و هوایی.....	۵
۶-۱- اوضاع اجتماعی.....	۵
۷-۱- تاریخچه مطالعات و کارهای انجام شده.....	۶
۸-۱- رده‌بندی کنسارهای آهن.....	۸
۹-۱- فلرزایی آهن در ایران.....	۱۶
۱-۹-۱- کانی‌سازی آهن در پروتوزوئیک پسین-کامبرین پیشین.....	۱۷
۲-۹-۱- کانی‌سازی آهن در پالتوزوئیک-تریاس پیشین.....	۱۸
۳-۹-۱- کانی‌سازی آهن در مزوزوئیک.....	۱۸
۴-۹-۱- کانی‌سازی آهن در ترشیاری.....	۱۹

فصل دوم (زمین‌شناسی)

۱-۲- مقدمه.....	۲۵
۲-۲- ویژگی‌های عمومی پهنه البرز.....	۲۵
۱-۲-۲- تاریخچهٔ چینه‌شناختی البرز.....	۲۷
۲-۲-۲- زمین‌ساخت البرز.....	۲۸
۳-۲-۲- توان معدنی متالوژنی ناحیه‌ای.....	۳۰
۳-۲- زمین‌شناسی ناحیه‌ای.....	۳۱
۱-۳-۲- پالتوزوئیک.....	۳۳
۲-۳-۲- مزوزوئیک.....	۳۴
۳-۳-۲- سنوزوئیک.....	۳۴
۱-۳-۳-۲- ائوسن.....	۳۴
۲-۳-۳-۲- واحدهای جوانتر ائوسن (هم‌ارز با بخش‌های جوانتر سازند کرج) در جنوب غربی ورقه.....	۳۶
۳-۳-۳-۲- واحدهای جوانتر ائوسن (هم‌ارز با بخش‌های جوانتر سازند کرج) در کوه‌های طارم.....	۳۶
۴-۳-۳-۲- نئوزن.....	۳۸
۵-۳-۳-۲- کوآترنری.....	۳۹

۴۰	۴-۲- توده‌های نفوذی
۴۱	۵-۲- ماگماتیسم
۴۲	۶-۲- زمین‌شناسی ساختمانی
۴۳	۲-۶-۱- زیر پهنه طالش
۴۳	۲-۶-۲- افتادگی قزل اوزن
۴۴	۲-۶-۳- زیر پهنه طارم
۴۴	۲-۶-۴- زیر پهنه اردین
۴۴	۷-۲- زمین‌شناسی منطقه معدنی
۴۴	۲-۷-۱- مقدمه
۴۵	۲-۷-۲- چینه‌شناسی
۵۲	۸-۲- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه

فصل سوم (پتروگرافی)

۵۵	۱-۳- مقدمه
۵۵	۳-۲- پتروگرافی توده‌های نفوذی منطقه
۶۰	۳-۴- پتروگرافی سنگ‌های آتشفشانی

فصل چهارم (کانی‌زایی، ساخت و بافت و دگرسانی در محدوده معدنی سرخه‌دیزج)

۶۶	۴-۱- مقدمه
۶۷	۴-۲- کانی‌زایی در محدوده معدنی سرخه‌دیزج
۶۷	۴-۲-۱- کانه‌زایی در بخش A
۷۰	۴-۲-۲- کانی‌زایی در بخش B (جنوب خاوری)
۷۲	۴-۲-۳- کانی‌زایی در بخش C
۷۲	۴-۲-۴- کانی‌زایی رگه‌ای در سنگ‌های ولکانیکی و ولکانوکلاستیکی ائوسن
۷۳	۴-۳- ساخت و بافت در سطح رخنمون و نمونه دستی
۸۱	۴-۴- دگرسانی
۸۲	۴-۵- دگرسانی‌های موجود در منطقه
۸۳	۴-۵-۱- دگرسانی آرژیلیک
۸۴	۴-۵-۲- دگرسانی سیلیسی
۸۷	۴-۵-۳- تورمالینی شدن
۸۹	۴-۵-۴- دگرسانی سربستی
۹۰	۴-۵-۵- کلریتی شدن
۹۱	۴-۵-۶- اپیدوتی شدن
۹۲	۴-۵-۷- اکتینولیتی شدن
۹۳	۴-۵-۸- دگرسانی یا متاسوماتیسم پتاسیک (k فلدسپار)

فصل پنجم (کانی‌شناسی و توالی پاراژنزی ماده معدنی)

۹۶	۵-۱- مقدمه
۹۶	۵-۲- کانی‌شناسی و بافت

۹۶	..... مگنتیت ۱-۲-۵
۱۰۰	..... آپاتیت ۲-۲-۵
۱۰۷	..... مونازیت ۳-۲-۵
۱۰۹	..... هماتیت ۴-۲-۵
۱۱۲	..... پیریت ۵-۲-۵
۱۱۵	..... کالکوپیریت ۶-۲-۵
۱۱۵	..... کالکوسیت - کوولیت ۷-۲-۵
۱۱۶	..... کربنات مس (مالاکیت) ۸-۲-۵
۱۱۶	..... گوتیت، لپیدوکروسیت و لیمونیت ۹-۲-۵
۱۱۷	..... اورانیوم ۱۰-۲-۵
۱۱۹	..... گالن و اسفالریت ۱۱-۲-۵
۱۲۰	..... اکتینولیت و پیروکسن ۱۲-۲-۵
۱۲۱	..... کوارتز ۱۳-۲-۵
۱۲۳	..... ۳- توالی پاراژنزی در کانسار اکسید آهن آپاتیت‌دار سرخه‌دیزج ۳-۲-۵
۱۲۳	..... ۱- مرحله قبل از کانی سازی (Pre-mineralization) ۱-۳-۵
۱۲۴	..... ۲- مرحله اصلی کانی‌زایی (مرحله اکسیدی) ۲-۳-۵
۱۲۴	..... ۳- مرحله کانی‌زایی سولفیدی ۳-۳-۵
۱۲۵	..... ۴- مرحله تأخیری کانی‌زایی ۴-۳-۵
۱۲۵	..... ۵- مرحله تکتونیکی (تشکیل پهنهٔ برشی) ۵-۳-۵
۱۲۵	..... ۶- مرحله هوازدگی (سوپرژن) ۶-۳-۵

فصل ششم (ژئوشیمی)

۱۲۸	..... مقدمه ۱-۶
۱۲۸	..... ویژگی‌های ژئوشیمیایی سنگ‌های میزبان ۲-۶
۱۲۹	..... ۱-۲-۶ ژئوشیمی توده نفوذی نیمه عمیق ۶-۲-۱
۱۲۹	..... ۱-۱-۲-۶ جایگاه شیمیایی توده نفوذی ۶-۲-۱-۱
۱۳۴	..... ۲-۱-۲-۶ تقسیم‌بندی ژنتیکی توده نفوذی ۶-۲-۱-۲
۱۳۴	..... ۳-۱-۲-۶ تعیین سری ماگمایی ۶-۲-۱-۳
۱۳۴	..... ۴-۱-۲-۶ تقسیم‌بندی توده‌های نفوذی بر مبنای موقعیت تکتونیکی ۶-۲-۱-۴
۱۳۵	..... ۵-۱-۲-۶ مقدار آلومین توده نفوذی ۶-۲-۱-۵
۱۳۶	..... ۶-۱-۲-۶ رفتار عناصر اصلی در طول تبلور ماگما ۶-۲-۱-۶
۱۳۹	..... ۲-۲-۶ ژئوشیمی سنگ‌های آتشفشانی ۶-۲-۲
۱۴۱	..... ۳-۶ ژئوشیمی آهن ۶-۳
۱۴۲	..... ۴-۶ عناصر نادر خاکی ۶-۴

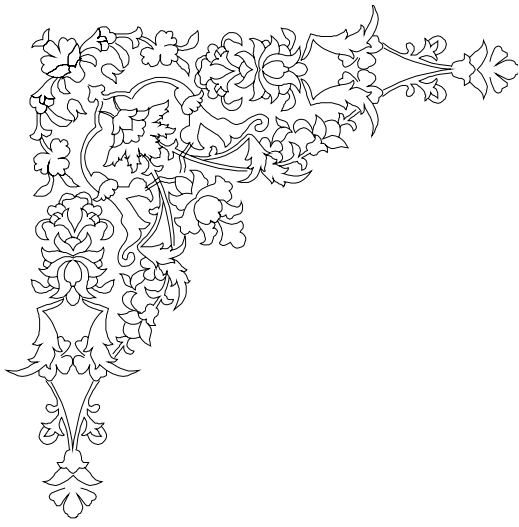
فصل هفتم (مطالعات سیالات درگیر)

۱۵۶	..... مقدمه ۱-۷
۱۵۷	..... ۲-۷ نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها ۷-۲
۱۵۸	..... ۳-۷ پتروگرافی سیالات درگیر ۷-۳

۴-۷- میکروترمومتری سیالات درگیر ۱۶۱

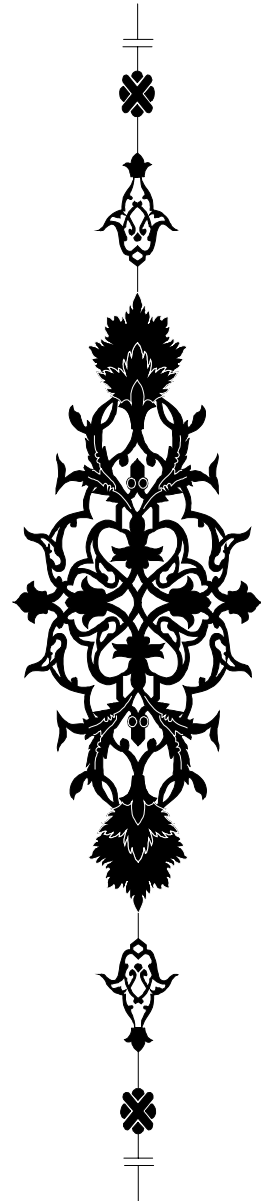
فصل هشتم (بحث و نتیجه گیری)

۱-۸- مقدمه	۱۷۰
۲-۸- مقایسه کانی‌زایی محدوده معدنی سرخه‌دیزج با ذخایر تیپ کایرونا.....	۱۷۱
۱-۲-۸- موقعیت تکتونیکی	۱۷۱
۲-۲-۸- سنگ میزبان و سنگ‌های همراه.....	۱۷۴
۳-۲-۸- سن کانه‌زایی	۱۷۵
۴-۲-۸- ژئومتری ماده معدنی.....	۱۷۵
۵-۲-۸- ساخت و بافت	۱۷۶
۶-۲-۸- کانی‌شناسی	۱۷۶
۷-۲-۸- متاسوماتیسم یا دگرسانی	۱۷۸
۱-۷-۲-۸- دگرسانی در سنگ درونگیر آذرین.....	۱۷۸
۲-۷-۲-۸- دگرسانی در سنگ درونگیر رسوبی	۱۸۰
۸-۲-۸- ژئوشیمی	۱۸۱
۹-۲-۸- ترکیب سیالات	۱۸۲
۱۰-۲-۸- پراکندگی جغرافیایی - عیار و تناژ.....	۱۸۳
۳-۸- مقایسه کانی‌زایی اکسید آهن آپاتیت‌دار سرخه‌دیزج با برخی از کانسارهای آهن IOCG دنیا.....	۱۸۵
۴-۸- تحول کانسارهای آهن تیپ کایرونا.....	۱۸۹
۱-۴-۸- مقدمه	۱۸۹
۲-۴-۸- نظرات مختلف ارائه شده در رابطه با ژنز کانسارهای آهن تیپ کایرونا.....	۱۹۱
۵-۸- مقایسه ویژگی‌های کانسار اکسید آهن آپاتیت‌دار سرخه‌دیزج با ویژگی‌های عمومی کانسارهای اکسید آهن آپاتیت‌دار شناخته شده تیپ کایرونا در ایران	۱۹۷
۶-۸- ژنز کانسار اکسید آهن آپاتیت‌دار سرخه‌دیزج	۲۰۰
۸-۸- پیشنهادات اکتشافی	۲۰۳
منابع	۲۰۵



فصل اول

کلیات



۱-۱- مقدمه

آهن از کلمه لاتین فروم Ferrum گرفته شده است. برخی واژه آهن را مشتق از واژه‌های آیزین (Aisen) آلمانی و آیرون (Iron) انگلیسی و آیاس (Ayas) سانسکریت می‌دانند. این فلز از دیرباز توسط ملل مختلف شناخته و مورد استفاده قرار گرفته است. آهن و زغال، چهارچوبی را تشکیل می‌دهند که تمدن بشر بر مبنای آن ساخته شده است.

آهن چهارمین عنصر فراوان در پوسته زمین است که در حدود ۵٪ پوسته زمین را می‌سازد و دهمین عنصر فراوان در جهان است. آهن از فلزهایی است که کانسارهای آن منحصر به دوره خاصی از پیدایش و شکل‌گیری پوسته زمین نبوده و تقریباً در همه دوره‌های زمین‌شناسی یافت می‌شوند. هرچند بیشترین ذخایر شناخته شده آهن مربوط به پرکامبرین هستند، اما ذخایر پالئوزوئیک، مزوزوئیک و ترشیری نیز در بیشتر نقاط دنیا چشمگیر است. مجموع ذخایر سنگ آهن در کره زمین به ۳ تریلیون تن می‌رسد که در خاستگاه‌های مختلف زمین‌شناسی و بر حسب، ذخایر با عیار و تناژ متفاوت پراکنده است. کانسارهای آهن در ایران زمین نیز منحصر به دوره خاصی از تاریخ زمین‌ساختی ایران نیست، به گونه‌ای که با پیدایش و شکل‌گیری پوسته ایران زمین در پروتروزوئیک پسین و عملکرد و ادامه فعالیت‌های زمین‌ساختی - ماگمایی تاکنون، کانی‌سازی آهن به موازات آنها رخ داده است. روند این کانی‌سازی، از پروتروزوئیک پسین تا میو پلیوسن در ایران قابل پیگیری است.

قابل توجه است که ذخایر نهشته شده در پروتروزوئیک پسین - کامبرین پیشین، از زمان‌های دیگر نمود بسیار آشکارتری دارد. تا به حال حدود ۴ میلیون تن سنگ آهن با خاستگاه‌های متفاوت ماگمایی (سنگان، ناحیه بافق، زنجان، مرواریه، سرخه‌دیج) آتشفشانی - رسوبی (ناحیه بندرعباس و شمس‌آباد) رسوبی - آتشفشانی (آهن‌های محور سلطانیه - مهاباد) و اسکارنی - ماگمایی (مجموعه همه‌کسی) کشف شده است (قربانی، ۱۳۸۱).

تعیین ویژگی‌های کانسارهای آهن و تفکیک آنها بر حسب ژنز و توزیع فضایی می‌تواند رهنمودهای مناسبی را از نظر اکتشاف و بهره‌برداری و تکنولوژی مشخص سازد. در برنامه سوم توسعه، آهن در بین اولویت‌های شش‌گانه اکتشاف مواد معدنی، از اولویت دوم برخوردار بوده است (سودی‌شعار، ۱۳۸۰)، بدین معنی که ذخایر فراوان و چشمگیری از آن در کشور اکتشاف گردیده، به نحوی که این ذخایر پاسخگوی روند تولید فعلی است. اما استراتژیک بودن این مواد و آینده‌نگری، ما را بر آن می‌دارد تا به دنبال اکتشاف ذخایر پشتیبان باشیم.

۱-۲- طرح مسئله و هدف از مطالعه

در چهارچوب عملیات اکتشافی در زون طارم (توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور)، برای اولین بار در این زون، نواحی امیدبخشی از آهن-آپاتیت معرفی گردید. اهمیت این معرفی از آن جهت است که تاکنون وجود این ذخایر صرفاً در ایران مرکزی و به همراه ولکانیک‌های سری ریزو و هم‌ارزهای آن (از جمله سازند اسفوردی) گزارش گردیده است. شناخت چنین پتانسیل‌هایی در البرز به‌ویژه در بخش ولکانو-پلوتونیک آن می‌تواند زمینه مناسبی را برای اکتشاف چنین ذخایری در دیگر نواحی واحد زمین‌ساختی البرز فراهم آورد که از نظر آهن و آپاتیت و همچنین از نظر عناصر نادر خاکی ارزشمند باشد.

به‌طور کلی اهداف این پایان‌نامه را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- مطالعه کانی‌شناسی، پاراژنز و بافت و ساخت کانسار آهن-آپاتیت‌دار سرخه‌دیزج،
 - مطالعه ژئوشیمی عناصر REE و Trace در کانسار،
 - مطالعه و شناسایی دگرسانی‌های موجود در محدوده مورد مطالعه و رابطه کانی‌زایی با آنها،
 - تعیین نقش توده نفوذی در تشکیل و تمرکز مواد معدنی در این کانسار،
 - بررسی و تعیین نقش تکتونیک در تشکیل و تمرکز مواد معدنی در کانسار سرخه‌دیزج،
 - تعیین تیپ کانسار مورد نظر و مقایسه آن با موارد مشابه در ایران و جهان،
- پس از تعیین وضعیت ماده معدنی آهن آپاتیت‌دار در این منطقه و مشخص شدن جایگاه آن در پهنه البرز غربی-آذربایجان، می‌توان با تعمیم آن به مناطق زمین‌شناسی مشابه در کل پهنه، جایگاه‌های محتمل و امیدوارکننده را مشخص کرد و دیدگاه اکتشافی نوینی را برای این پهنه به ارمغان آورد.
- گذشته از آن، ذخایر جدید، فرصت‌های جدید شغلی را در خود محل ایجاد خواهد کرد که این هم به نوبه خود در کاهش بیکاری در منطقه، بدون تأثیر نخواهد بود.

۳-۱- روش مطالعه

۱-۳-۱ گردآوری اطلاعات

الف) گردآوری و مطالعه کتب و مقالات مطرح در زمینه موضوع پایان نامه.
ب) ارتباط با زمین‌شناسان داخلی و خارجی جهت تهیه و تأمین منابع به‌روز.
ج) گردآوری نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی موجود در مقیاس‌های مختلف، عکس‌های هوایی (مقیاس ۱:۲۰۰۰۰)، تصاویر ماهواره‌ای و کلیه گزارش‌ها و مقالاتی که به نحوی در ارتباط با منطقه مورد مطالعه و نواحی اطراف هستند.

۲-۳-۱ عملیات زمین‌شناسی صحرایی

الف) بازدیدهای مقدماتی جهت آشنا شدن با منطقه و برداشت‌های مقدماتی.
ب) مطالعات صحرایی و تهیه یک نقشه زمین‌شناسی - معدنی از منطقه مورد مطالعه در مقیاس ۱:۵۰۰۰ در وسعت ۳ کیلومتر مربع.
پ) بررسی ژئومتری، ساخت و بافت ماده معدنی در مقیاس‌های مختلف.
ت) مطالعه و شناسایی توده آذرین و دگرسانی‌های موجود در منطقه.

۳-۳-۱ مطالعات آزمایشگاهی

الف) تهیه مقاطع نازک و صیقلی جهت مطالعه ساخت و بافت ماده معدنی و بررسی توالی پارائزنی کانه‌ها و نحوه توزیع کانه در سنگ درونگیر ماده معدنی و کانسنگ‌ها.
ب) تجزیه نمونه‌ها:
کانی‌شناسی به روش XRD جهت مشخص کردن نوع کانی‌ها و دگرسانی‌ها.
تجزیه شیمیایی به روش XRF جهت تعیین نوع و کمیت عناصر سنگ‌ساز و کانه‌ساز.
تجزیه میکروپروب جهت بررسی حضور و تغییرات عناصر در کانه‌ها.
ج) مطالعه سیالات درگیر (میکروترمومتری).

۴-۳-۱ مطالعات دفتری

الف) بررسی رفتار ژئوشیمیایی عناصر REE و Trace در سنگ‌های درونگیر ماده معدنی و کانسنگ‌ها و مقایسه آنها با یکدیگر، از طریق پردازش و تحلیل داده‌های آزمایشگاهی و آنالیز دستگاهی.
ب) به موازات انجام کارهای فوق، مطالعات کتابخانه‌ای و اینترنتی برای دریافت و مطالعه اطلاعات و مقالات و تلفیق آنها جهت تدوین پایان‌نامه انجام گرفته است.

۵-۳-۱ تدوین و نگارش پایان‌نامه

نتایج حاصل از مراحل قبلی با مطالعه کتاب‌های مرجع، مقالات، و نیز ترسیم نقشه‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری از جمله AutoCAD, Excel, Arcview, ArcGIS, Geomatica, Igpct, جمله

Minpet, Mapsource و ... دسته‌بندی، پردازش و تلفیق گردیده و در نگارش پایان‌نامه به کار رفته است.

۴-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راه‌های دسترسی

معدن آهن سرخه‌دیزج در فاصله ۳۲ کیلومتری جنوب‌شرق شهرستان زنجان و در شمال‌شرقی آزادراه تهران-زنجان قرار گرفته است.

این معدن در ۲ کیلومتری جنوب‌غرب روستای دیزج‌آباد قرار گرفته است به طوری که ۲۵ کیلومتر مانده به زنجان به طرف شمال‌شرق منشعب و پس از طی مسافت ۹ کیلومتر جاده آسفالتی، دسترسی به محل معدن میسر می‌گردد (شکل ۱-۱).

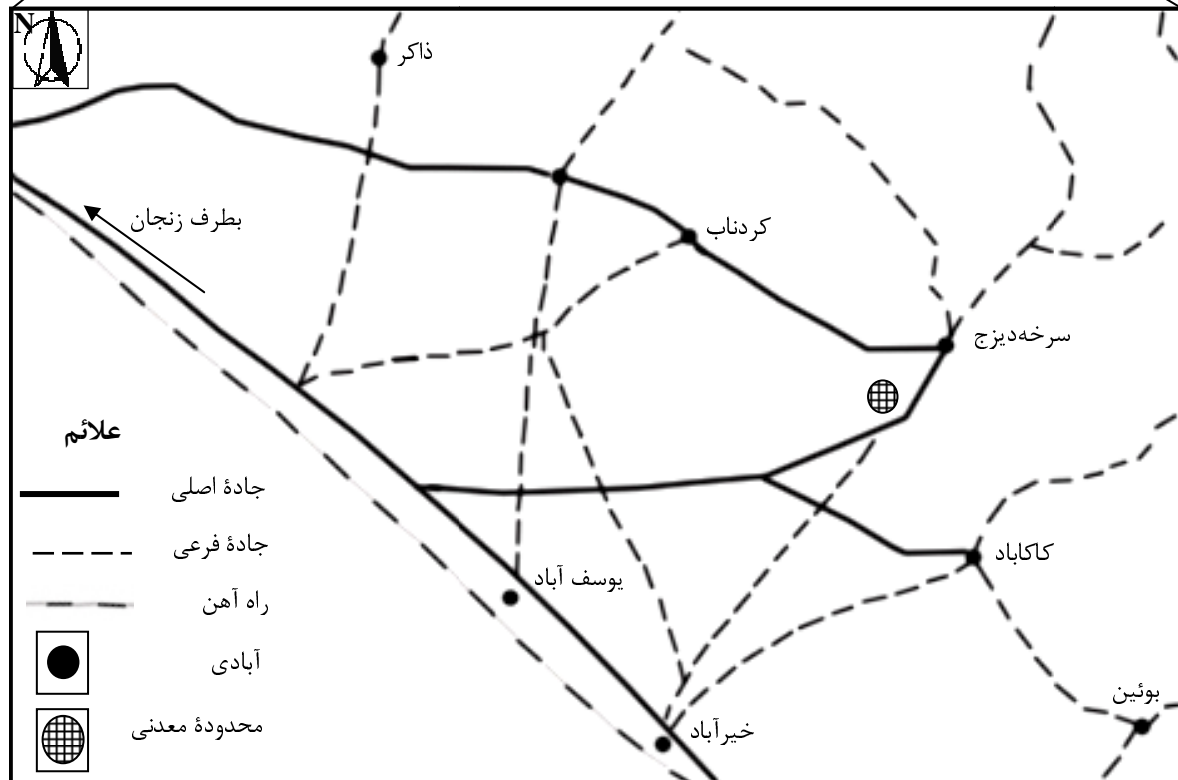
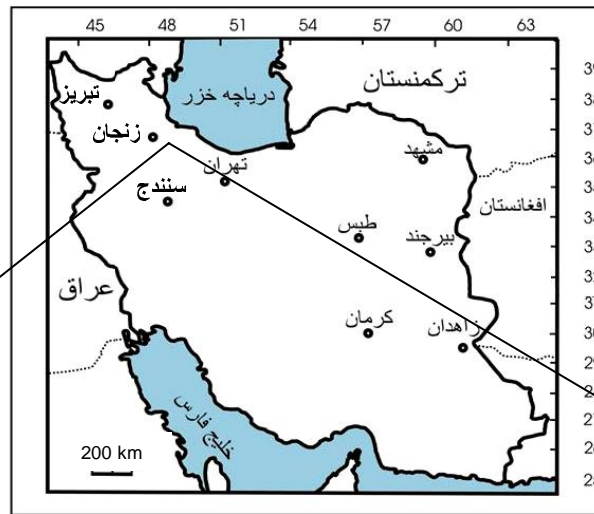
مختصات جغرافیایی معدن عبارت از ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی است.

۵-۱ شرایط آب و هوایی

منطقه مورد مطالعه در شمال‌شرقی آزادراه تهران - زنجان در پای ارتفاعات البرز (رشته‌کوه‌های طارم) و مجاور دشت زنجان قرار گرفته و از این‌رو، آب و هوای این گستره بیشتر به آب و هوای دشت زنجان گرایش دارد تا آب و هوای بلندهای طارم، بنابراین دارای آب و هوای معتدل مایل به سرد و خشک است. بیشترین درجه حرارت در تابستان حدود ۳۶ درجه و کمترین آن در زمستان حدود ۲۰- درجه و میزان بارندگی متوسط سالیانه در حدود ۲۸۵ میلیمتر است.

۶-۱ اوضاع اجتماعی

مردم منطقه اکثراً ترک‌زبان با گویش‌های محلی و غالباً در شهرها متمرکز هستند. اقتصاد منطقه وابسته به کشاورزی، دامداری و بخش صنعت در شهرهای بزرگ می‌باشد. محصولات کشاورزی در این منطقه بسته به آب و هوای بخش‌های مختلف شامل گندم، جو، غلات، انگور، گردو، سیب، بادام، یونجه و سیفی‌جات است علاوه بر این، دامداری نیز نقش بسزایی در چرخه اقتصادی مناطق روستایی ایفا می‌نماید. مراکز صنعتی متعددی نیز در این محدوده موجود است.



شکل ۱-۱) موقعیت و راه دسترسی به معدن سرخه‌دیزج، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰

۷-۱ تاریخچه مطالعات و کارهای انجام شده

کوههای طارم از جهت مواد معدنی و بررسی‌های زمین‌شناسی، مورد توجه بسیاری از پژوهشگران داخلی و خارجی بوده است. پژوهشگران روسی قبل از جنگ جهانی دوم علاقه بسیاری به بررسی‌های معدنی در این ناحیه داشته‌اند.