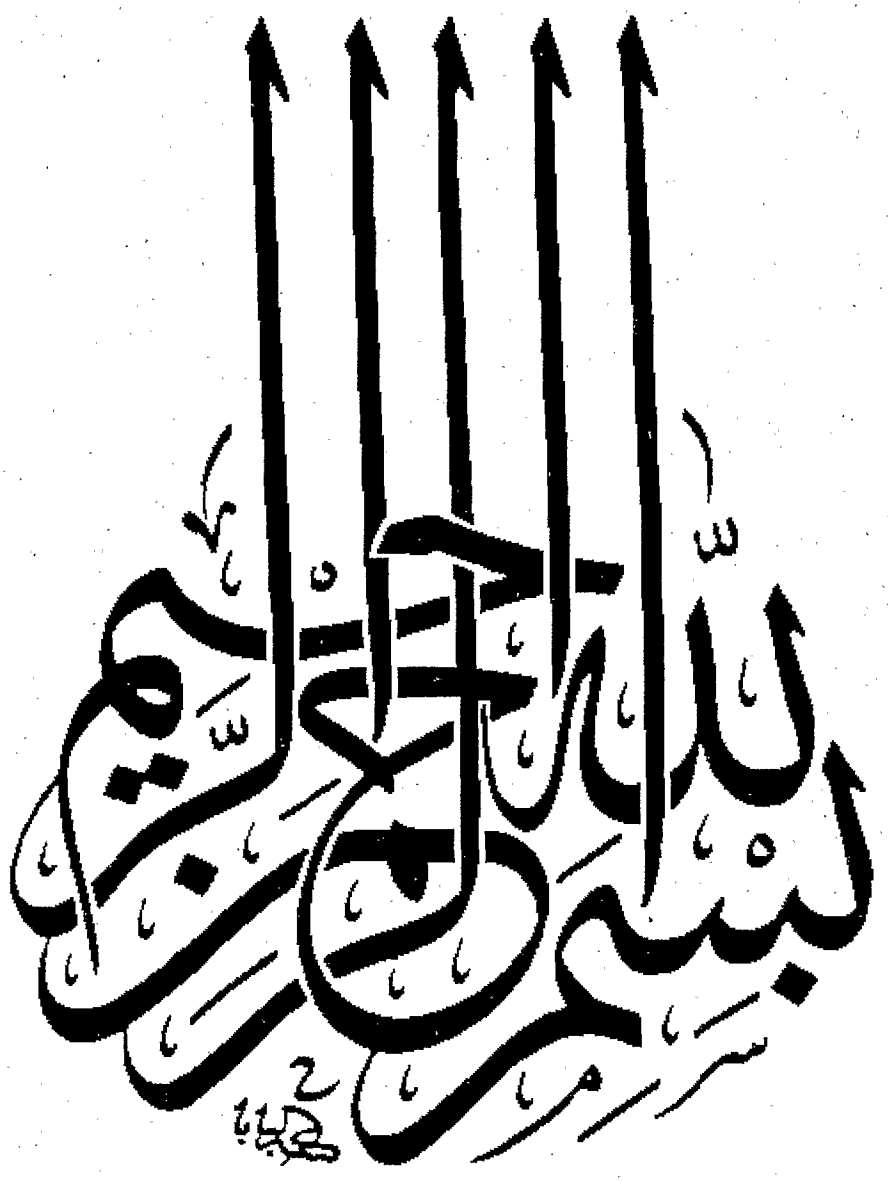

١٠٧٦٢٧

دانشگاه شیراز

دانشکده علوم

پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی (اقتصادی)

مطالعه خصوصیات زمین شیمیایی و ژنز اندیس های فلزی در منطقه پناه کوه(جنوب غرب یزد)، با دیدگاه اکتشافی

توسط

رضا شریفی

استاد راهنما:

دکتر فرید مُر

۱۳۸۷ /۹/ ۲۳

شهریور ماه ۱۳۸۷

۱۰۷۶۲۷

به نام خدا

مطالعه خصوصیات زمین شیمیایی و ژنز اندیس های فلزی در منطقه پناه کوه (جنوب غرب یزد)، با دیدگاه اکتشافی

به وسیله ی:

رضا شریفی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

زمین شناسی (اقتصادی)

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر فرید مُر، استاد بخش علوم زمین(رئیس کمیته).....

دکتر مجید هاشمی تنگستانی، استادیار بخش علوم زمین.....

دکتر بیژن اعتمادی، استادیار بخش علوم زمین.....

شهریور ماه ۸۷

تقدیم به استاد ارجمند و بزرگوارم:

جناب آقای دکتر فرید مُر

به پاس محبت بزرگی که فراموش نمی گردد و بزرگواری بی همتایی که در قالب واژه ها نمی گنجد، به پاس دانش والایی که بی دریغ از آن بهره جستم و رفتار نکویی که از آن درس انسانیت آموختم. به پاس صبوری، همراهی و همدلی ایشان. مرا همین بس که شاگردی در محضر این بزرگوار تا آخر عمر مایه فخر من است.

سپاسگذاری

با سپاس فراوان به درگاه ایزد یکتا که خرد را سرمایه آدمی قرار داد. اینک که پایان نامه تحصیلی خود را تقدیم می دارم، بر خود وظیفه می دانم که مراتب سپاسم را به تمام عزیزانی که در این راه یاریگر من بودند و از وجودشان بهره برده ام، ابراز کنم. از استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر فرید مُر، استاد راهنمای این رساله، که ضمن راهنماییهای ارزشمند خود، کمال حوصله و دقت را در این باب به خرج داده اند، از صمیم قلب سپاسگذارم. یقیناً نقاط قوت و اعتبار این پژوهش مرهون توجهات ایشان و کاستی ها متوجه اینجانب می باشد. همچنین از اساتید مشاور محترم، جناب آقای دکتر بیژن اعتمادی و جناب آقای دکتر مجید هاشمی تنگستانی کمال تشکر را دارم. از جناب آقای دکتر زارع که به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی قبول زحمت نمودند، متشکرم. از جناب آقای دکتر ساسان لیاقت به خاطر زحماتشان صمیمانه سپاسگذارم. از جنای آقای دکتر کن هولتز استاد دانشگاه آریزونا، به خاطر راهنمایی ها و ارسال نسخه جدید نرم افزار ماگما متشکرم. از خانمها، چهارده چریک، شیخی، توکلی، زائری و آقایان اسماعیلی، اسدی، توکلی، زاهدی و اوشنی که از هیچ کوششی در همکاری با اینجانب فروگذاری نکردند، تشکر می نمایم. در پایان امتنان و تشکر قلبی خود را به برادر و مادر بزرگوارم که با صبر و بردباری، ضمن تحمل دشواری ها مشوق من بودند تقدیم می دارم.

چکیده

مطالعه خصوصیات زمین شیمیایی و ژنز اندیس های فلزی در منطقه پناه کوه (جنوب غرب یزد)، با دیدگاه اکتشافی

به وسیله ی :

رضا شریفی

منطقه مورد مطالعه در ۶۰ کیلومتری جنوب غرب شهرستان یزد، بین دو زون ایران مرکزی و کمربند تکتونو ماگمایی ارومیه - دختر واقع شده است. در این ناحیه اکثر سنگهای آذرین به صورت توده های نفوذی گرانیتوئیدی و گنبدهای ساب ولکانیک ظاهر می شوند. مطالعات سنگ شناسی و زمین شیمیایی نشان می دهد که ترکیب سنگ شناسی این گنبد ها از داسیت تا ریوداسیت، و توده های گرانیتوئیدی از گرانودیوریت تا مونزوگرانیت متغیر بوده و مشخصات یک ماگمای قلیایی کلسیمی پتاسیم بالا و آلومینیم متوسط تا پُرآلومینیمی نوع I را دارا می باشند که در یک محیط تکتونو ماگمایی مرتبط با کمانهای آتشفشانی و همزمان با برخورد، شکل گرفته اند.اندیس پناه کوه یک سامانه رگه ای مس- آهن دار شکافه پرکن می باشد که توسط گردش سیالات گرمابی در طول صفحات گسلی و زونهای بُرشی تشکیل شده است. نفوذ توده گرانیتوئیدی محمد آباد به داخل تشکیلات آهکی جمال، باعث تشکیل اسکارن آهن و مس در این منطقه شده است. زون بندی دگرگونی، کانه زایی و دگرسانی در این منطقه دیده می شود؛ به طوریکه در همبری توده نفوذی یک نوار باریک درون اسکارن شکل گرفته است. بعد از آن زون برون اسکارن کانه دار دگرسان شده در حاشیه توده نفوذی قرار دارد، و در نهایت واحد کلسیتی دگرسان نشده و فاقد کانه زایی ظاهر می شود. برون اسکارن که مهمترین زون اسکارنی و اقتصادی منطقه محمد آباد است از توده نفوذی به سمت آهک جمال دارای منطقه بندی است که به صورت گارنت اسکارن، اکتینولیت اسکارن و اپیدوت اسکارن دیده می شود. با توجه به مطالعات ژئوفیزیکی انجام شده در منطقه محمد آباد می توان گفت که سه بی هنجاری در این منطقه وجود دارد. بر اساس مقایسه ویژگیهای زمین شیمیایی عناصر اصلی و فرعی توده های گرانیتوئیدی محمد آباد با سایر گرانیتوئیدهای اسکارن دنیا، این توده ها شبیه گرانیتوئیدهای مرتبط با اسکارنهای Cu-Fe میلستریم کانادا، Cu مکنزی کانادا و Au-Cu ویلاورد اسپانیا می باشند بنابراین اسکارن محمد آباد می تواند از نظر پتانسیل کانه زایی Cu-Fe و Au حائز اهمیت باشد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : کلیات کانسارهای اسکارن

۱-۱- تعاریف، اصطلاح و رده بندی اسکارن ها ۱

۱-۲- رده بندی ذخایر اسکارن ۷

۱-۲-۱- تقسیم بندی اسکارن ها بر مبنای زمین ساخت صفحه ای ۷

۱-۲-۲- رده بندی اسکارن ها، ترکیب شیمیایی و موقعیت ۹

۱-۲-۳- رده بندی اسکارن ها بر اساس نوع ماده معدنی ۹

۱-۳- عیار وتناژ ذخایر اسکارن ۹

۱-۴- توزیع زمانی و مکانی ذخایر اسکارن ۱۰

۱-۵- کانی شناسی ذخایر اسکارن ۱۱

۱-۶- سنگ شناسی و دگرسانی سنگ میزبان ۱۵

۱-۷- انواع اصلی ذخایر اسکارن ۱۸

۱-۷-۱- کانسارهای اسکارنی آهن ۲۰

۱-۷-۲- کانسارهای اسکارن مس ۲۲

۱-۷-۲-۱- تفاوت اسکارن های مرتبط با ذخایر پورفیری و دیگر
ذخایر اسکارن مس ۲۶

۱-۷-۳- کانسارهای اسکارنPb-Zn ۲۷

۱-۷-۴- کانسارهای اسکارن تنگستن ۲۹

۱-۷-۵- اسکارن های طلا ۳۱

۱-۷-۶- اسکارن های مولیبدن ۳۲

۱-۷-۷- اسکارن های قلع ۳۳

۱-۷-۷- ۱- مقایسه اسکارن های قلع مجاورتی و حاشیه ای ۳۴

۱-۸- مراحل تکامل ذخایر اسکارن ۳۵

۱-۹- زون بندی ذخایر اسکارن ۳۹

۱-۱۰- زمین شیمی ذخایر اسکارن ۴۲

۱-۱۱- ژنز ذخایر اسکارن ۴۳

فصل دوم : زمین شناسی

مقدمه ۴۶
۲-۱- موقعیت جغرافیایی ۴۶
۲-۲- جغرافیای استان ۴۷
۲-۲-۱- جغرافیای طبیعی ۴۷
۲-۲-۲- آب و هوای منطقه مورد مطالعه ۴۸
۲-۳- راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه ۴۸
۲-۴- زمین ریخت شناسی منطقه ۴۹
۲-۵- زمین شناسی ۵۰
۲-۵-۱- خرد قاره ایران مرکزی ۵۰
۲-۵-۲- کمربند تکتنوماگمایی ارومیه- دختر ۵۳
۲-۵-۳- زمین ساخت ناحیه ای ۵۶
۲-۵-۴- گسل دهشیر- بافت(نائین- بافت) ۵۶
۲-۵-۵- گسل توران پشت- شمس آباد ۵۸
۲-۶- چینه شناسی ناحیه ای ۵۸
۲-۶-۱- پرکامبرین- پالئوزئیک ۵۸
۲-۶-۲- مزوزوئیک ۵۹
۲-۶-۳- تریاس- ژوراسیک ۵۹
۲-۶-۴- کرتاسه ۶۰
۲-۶-۵- سنوزوئیک ۶۰
۲-۶-۵-۱- ائوسن ۶۱
۲-۶-۵-۲- میوسن ۶۱
۲-۶-۶- ماگماتیسم ۶۲
۲-۶-۶-۱- گرانیت شیرکوه ۶۲
۲-۶-۶-۲- گرانیت آدربلندان ۶۲
۲-۶-۶-۳- گنبدهای آتشفشانی ۶۲
۲-۷- زمین شناسی منطقه پناه کوه ۶۳
۲-۸- چینه شناسی منطقه ۶۳
۲-۸-۱- سازند کهر ۶۳
۲-۸-۲- سازند سلطانیه ۶۵

۲-۸-۳- سازند لالون ۶۷
۲-۸-۴- سازند جمال ۶۸
۲-۸-۵- سازند نایبند ۶۸
۲-۸-۶- سنگهای داسیتی ۶۹
۲-۸-۷- سنگهای آذرآواری ۷۰
۲-۸-۸- دایکهای اسیدی ۷۰
۲-۸-۹- نهشته های کواترنر ۷۱
۲-۸-۱۰- تراورتن ها ۷۲
۲-۹- اهمیت منطقه از نظر زمین شناسی اقتصادی ۷۲
۲-۹-۱- اهداف ۷۳
۲-۹-۲- مناطق امید بخش ۷۴
۲-۹-۲-۱- موقعیت (۱) ۷۴
۲-۹-۲-۲- موقعیت (۲) ۷۷
۲-۹-۲-۳- موقعیت (۳) ۷۸
۲-۹-۲-۴- موقعیت (۴) ۸۴

فصل سوم : مطالعات پتروگرافی و کانی شناسی
۳-۱- پتروگرافی سنگهای آذرین درونی ۸۵
۳-۱-۱- گرانیت ۸۵
۳-۱-۲- مونزوگرانیت ۸۶
۳-۱-۳- تونالیت ۸۷
۳-۱-۴- گرانودیوریت ۸۸
۳-۲- پتروگرافی سنگهای آذرین بیرونی ۸۹
۳-۲-۱- ریوداسیت ۸۹
۳-۲-۲- داسیت ۹۰
۳-۲-۳- سنگهای آذرآواری(توف ها) ۹۱
۳-۳- پتروگرافی سنگهای رسوبی ۹۳
۳-۳-۱- سنگهای شیلی و ماسه سنگی ۹۳
۳-۳-۲- سنگهای دولومیتی و آهکهای دولومیتی ۹۴
۳-۳-۳- سنگهای کنگلومرا، ماسه سنگ و مارن ۹۵
۳-۴- پتروگرافی سنگهای دگرگونی ۹۵
۳-۵- مطالعه کانی شناسی رگه های کوارتزی

چند فلزی منطقه پناه کوه ۹۶
۳-۵-۱- مقدمه ۹۶
۳-۵-۲- ساختار ۹۷
۳-۵-۳- دگرسانی گرمابی و کانه زایی ۹۷
۳-۵-۳-۱- دگرسانی ۹۷
۳-۵-۳-۲- کانه زایی ۱۰۰
۳-۵-۴- منبع فلزات ۱۰۳
۳-۵-۴-۱- ماگما ۱۰۴
۳-۵-۴-۲- سنگ دیواره ۱۰۴
۳-۵-۵- نتیجه گیری ۱۰۵
۳-۶- اسکارن زایی در منطقه محمد آباد پناه کوه ۱۰۶
۳-۶-۱- مقدمه ۱۰۶
۳-۶-۲- مطالعه کانی شناسی زونهای مختلف اسکارنی ۱۰۸
۳-۶-۲-۱- درون اسکارن ۱۰۸
۳-۶-۲-۲- برون اسکارن ۱۱۲
۳-۶-۳- اسکارن زایی ۱۱۸
۳-۶-۳-۱- مرحله پیشرونده ۱۱۸
۳-۶-۳-۱-۱- اسکارنوئید هورنفلس(مرحله I) ۱۱۸
۳-۶-۳-۱-۲- اسکارن متاسوماتیک(مرحله II) ۱۱۹
۳-۶-۳-۲- مرحله پسرونده ۱۱۹
۳-۶-۳-۲-۱- مرحله پسرونده پیشین(مرحله III) ۱۱۹
۳-۶-۳-۲-۲- مرحله پسرونده پسین(مرحله IV) ۱۲۰
۳-۶-۴- کانه زایی ۱۲۱
۳-۶-۵- شرایط فیزیکو- شیمیایی فرآیندهای اسکارنی شدن ۱۳۱

فصل چهارم : مطالعات زمین شیمیایی و ژئوفزیکی
الف- مطالعات زمین شیمیایی ۱۳۷
۴-۱- طبقه بندی سنگهای آذرین منطقه مورد مطالعه ۱۳۷
۴-۱-۲- طبقه بندی مُدال سنگهای آذرین منطقه ۱۳۸
۴-۱-۲-۱- طبقه بندی مُدال اشتریکایزن(۱۹۷۴) ۱۳۸
۴-۱-۲-۲- نمودار مثلثی آنورتیت-آلبیت-اورتوکلاز بارکر(۱۹۷۹) ۱۴۱
۴-۱-۳- رده بندی سنگهای آذرین منطقه بر اساس ترکیب شیمیایی ۱۴۲

۴-۱-۳-۱- نمودار کاکس و همکاران(۱۹۷۹) ۱۴۲
۴-۱-۳-۲- نمودار Na_2O/K_2O در مقابل SiO_2 (میسون، ۱۹۷۹) ۱۴۳
۴-۱-۳-۳- نمودار Zr/TiO_2 در مقابل SiO_2 ..... ۱۴۵
۴-۱-۳-۴- - نمودار Zr/TiO_2 در مقابل Nb/Y ۱۴۶
۴-۱-۳-۵- - نمودار Zr در مقابل TiO_2 ..... ۱۴۷
۴-۲- تعیین سری ماگمایی ۱۴۹
۴-۲-۱- نمودار مجموع قلیایی ها(Na_2O+K_2O) در مقابل SiO_2 ..... ۱۴۹
۴-۲-۲- نمودار مثلثی AFM (ایروین و بارگار، ۱۹۷۱) ۱۵۰
۴-۲-۳- نمودار K_2O در مقابل SiO_2 (پکسریلو و تیلور، ۱۹۷۶) ۱۵۰
۴-۲-۴- نمودار Y در مقابل Zr (مک لین و بارت، ۱۹۹۳) ۱۵۱
۴-۲-۵- نمودار K_2O در مقابل SiO_2 (ایروین و بارگار، ۱۹۷۱) ۱۵۲
۴-۲-۶- نمودار K_2O در مقابل SiO_2 (ریکوود، ۱۹۸۱) ۱۵۲
۴-۳- درجه سیر شدگی از آلومینیم ۱۵۳
۴-۳-۱- نمودار ANK/ACNK ماینار و پیکولی(۱۹۸۹) ۱۵۴
۴-۳-۲- نمودار $A/CNK- SiO_2$ عبدالرحمن(۱۹۹۰) ۱۵۴
۴-۴- منشا و محیط زمین ساختی سنگهای آذرین
منطقه مورد مطالعه ۱۵۵
۴-۴-۱- نمودار متمایز کننده بر اساس Nb-Y و Rb-(Y+Nb) ۱۵۸
۴-۵- بررسی عناصر اصلی و فرعی در نمودارهای وردشی
(Variation Diagrams) ۱۶۰
۴-۵-۱- نمودارهای وردشی سنگهای آتشفشانی پناه کوه ۱۶۰
۴-۵-۲- نمودارهای وردشی سنگهای نفوذی محمد آباد ۱۶۳
۴-۶- مقایسه وردشهای ترکیبی گرانیتوئید محمد آباد
با گرانیتوئیدهای مرتبط با اسکارن ۱۶۶
۴-۷- زمین شیمی زونهای اسکارنی اندیس محمد آباد ۱۷۱
۴-۸- استفاده از عناصر نادر خاکی(REE) در تعیین
بارزوری یا عقیم بودن گرانیتوئید محمد آباد ۱۷۶
ب- مطالعات ژئوفیزیکی ۱۸۰
۴-۹- هدف از انجام مطالعات ۱۸۰
۴-۱۰- مختصری در مورد روش و آرایه های انجام شده ۱۸۰
۴-۱۱- روش قطبش القایی Induced Polarization (IP) ۱۸۰
۴-۱۲- قطبش القایی منفی ۱۸۳

۴-۱۳- نحوه اندازه گیری قطبش القایی ۱۸۴
۴-۱۳-۱- اندازه گیری IP بسامد- حوزه ای(Frequency domain) ۱۸۴
۴-۱۳-۲- اندازه گیری IP زمان- حوزه ای(Time-domain) ۱۸۵
۴-۱۴- روش مقاومت سنجی ۱۸۶
۴-۱۵- آرایه های الکترودی ۱۸۶
۴-۱۵-۱- آرایه مستطیلیRegtangle و یا Gradient Array ۱۸۶
۴-۱۵-۲- شبه مقاطع(آرایه دوقطبی-دو قطبی) (Dipole-Dipole) ۱۸۷
۴-۱۶- نحوه انجام عملیات صحرایی ۱۸۸
۴-۱۷- شبه مقطع شماره یک ۱۹۰
۴-۱۷-۱- شرح نقشه درصد اثر بسامد ۱۹۰
۴-۱۷-۲- شرح نقشه عامل فلزی ۱۹۱
۴-۱۷-۳- شرح نقشه مقاومت ویژه ظاهری ۱۹۲
۴-۱۸- شبه مقطع شماره دو ۱۹۳
۴-۱۸-۱- شرح نقشه درصد اثر بسامد ۱۹۳
۴-۱۸-۲- شرح نقشه عامل فلزی ۱۹۴
۴-۱۸-۳- شرح نقشه مقاومت ویژه ظاهری ۱۹۵
۴-۱۹- شبه مقطع شماره سه ۱۹۶
۴-۱۹-۱- شرح نقشه درصد اثر بسامد ۱۹۶
۴-۱۹-۲- شرح نقشه عامل فلزی ۱۹۷
۴-۱۹-۳- شرح نقشه مقاومت ویژه ظاهری ۱۹۸

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری
الف- بحث و نتیجه گیری ۲۰۰
ب- پیشنهادات ۲۰۸

فهرست جدول ها

عنوان و شماره **صفحه**

جدول شماره ۱-۱: ویژگیهای کلی ذخایر اسکارن ۳
جدول شماره ۱-۲: کانی شناسی اسکارن، کانیهای رایج،
گروههای کانیایی و ترکیبات ۱۲
جدول شماره ۱-۳: ویژگیهای اسکارن های واکنشی و متاسوماتیزمی ۱۷
جدول شماره ۱-۴: ماهیت کلی انواع کانسارهای اسکارنی کانه دار ۱۹
جدول شماره ۱-۵: ویژگیهای اسکارن های آهن نوع کلسیم دار و منیزیم دار ۲۲
جدول شماره ۲-۱: مختصات جغرافیایی موقعیت های اکتشافی ۷۴
جدول شماره ۴-۱: نتایج تجزیه شیمیایی سنگهای آذرین درونی و بیرونی
منطقه محمد آباد و پناه کوه ۱۳۹
جدول شماره ۴-۲: نتایج عناصر نادر خاکی(REE) توده های نفوذی محمد آباد... ۱۴۰
جدول شماره ۴-۳: ترکیب نرماتیو(C.I.P.W. normative values)
توده نفوذی محمد آباد ۱۴۰
جدول شماره ۴-۴: ترکیب نرماتیو(C.I.P.W. normative values)
سنگهای آذرین بیرونی پناه کوه ۱۴۰

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل شماره ۱-۱- انواع تشکیل اسکارن ها ۴
شکل شماره ۱-۲- تقسیم بندی اسکارن ها بر اساس چگونگی جایگزینی
توده نفوذی(ماینرت، ۱۹۸۳) ۵
شکل شماره ۱-۳- ترکیبات سنگ میزبان و توده نفوذی
در اسکارن(اوزترک، ۲۰۰۶) ۷
شکل شماره ۱-۴- مدلهای زمین ساختی برای کانسارهای
اسکارن(ماینرت ، ۱۹۸۳) ۸
شکل شماره ۱-۵- نمودار مقایسه عیار و میزان ذخیره انواع کانسارهای
اسکارنی(کواک، ۱۹۸۷) ۱۰
شکل شماره ۱-۶- پلات های سه تایی از (الف) ترکیبات گارنت
(ب) ترکیبات پیروکسن، از انواع کانسارهای اسکارن اصلی
(اینودی و همکاران، ۱۹۸۱) و (ماینرت, ۱۹۸۹ ،۱۹۸۳) ۱۴
شکل شماره ۱-۷- متوسط ترکیب توده های نفوذی همراه انواع
مختلف کانسارهای اسکارن(ماینرت، ۱۹۹۳) ۱۵
شکل شماره ۱-۸- مراحل تشکیل اسکارن های مس(کریم پور، ۱۳۸۱) ۲۴
شکل شماره ۱-۹- نیمرخ زون بندی تغییرات درصد مس(ماینارد ، ۲۰۰۰) ۲۴
شکل شماره ۱-۱۰- تکامل شماتیک از یک ذخیره اسکارن
کلسیمی(ری & وبستر، ۱۹۹۱) ۳۹
شکل شماره ۱-۱۱- مدلهای عمومی منطقه بندی
اسکارن(ری & وبستر، ۱۹۹۱a) ۴۲
شکل شماره ۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه(شهاب پور، ۱۹۹۴) ۴۷
شکل شماره ۲-۲- راههای ارتباطی با منطقه پناه کوه ۴۹
شکل شماره ۲-۳- نمای ماهواره ای ازمحل قرارگیری منطقه پناه کوه
و محمد آباد درجنوب غربی یزد(برگرفته ازنرم افزارGoogle Earth) ۵۰
شکل شماره ۲-۴- پهنه های رسوبی - ساختاری عمده ایران ۵۲

شکل شماره ۲-۵- تراورتن ها در منطقه پناه کوه، که نشان دهنده فعالیت
چشمه های تراورتن زا در منطقه می باشد..... ۵۷
شکل شماره ۲-۶- گنبد داسیتی، توف داسیتی، شیل و ماسه سنگ کهر و
دولومیت سلطانیه در منطقه پناه کوه(دید به سمت شرق)..... ۶۵
شکل شماره ۲-۷- نمایی از سازند سلطانیه و گنبد داسیتی نئوژن
(دید به سمت جنوب شرق)..... ۶۶
شکل شماره ۲-۸- رگه های کوارتزی حاوی مس و اکسید های آهن در
سازند سلطانیه..... ۶۶
شکل شماره ۲-۹- نمایی از سازند جمال و لالون در منطقه محمد آباد
(دید به سمت شمال غرب)..... ۶۸
شکل شماره ۲-۱۰- سازند نایبند در منطقه پناه کوه(دید به سمت شمال غرب..... ۶۹
شکل شماره ۲-۱۱- نفوذ توده گرانیتی در داخل آهک های جمال که باعث
تشکیل اسکارن در منطقه محمد آباد گردیده است(دید به سمت شمال)..... ۷۱
شکل شماره ۲-۱۲- نمایی از پادگانهای آبرفتی و دایکهای اسیدی در منطقه
محمد آباد پناه کوه(دید به سمت شرق)..... ۷۲
شکل شماره ۲-۱۳- نمایی از دولومیت ها و خاکهای زرد لیمونیتی
در موقعیت (۱)..... ۷۵
شکل شماره ۲-۱۴- تصویر میکروسکوپی از دولومیت، که آغشتگی
با اکسیدهای آهن در این عکس ملاحظه می گردد..... ۷۵
شکل شماره ۲-۱۵- نمایی نزدیک از هماتیت های قرمز و لیمونیت های
زرد رنگ همراه با رگه های کوارتزی در این شکل ملاحظه می گردد..... ۷۶
شکل شماره ۲-۱۶- نمایی از خاکهای لیمونیتی و گنبد داسیتی در این عکس
ملاحظه می گردد..... ۷۷
شکل شماره ۲-۱۷- نمایی شماتیک از ایستگاه (۲) منطقه پناه کوه..... ۷۸
شکل شماره ۲-۱۸- نمایی شماتیک از سه ایستگاه در موقعیت (۳)..... ۷۹
شکل شماره ۲-۱۹- دو شکل شماتیک دید از غرب و تصویر
از روبرو از ایستگاههای دو و سه موقعیت (۳)..... ۸۰
شکل شماره ۲-۲۰- نمایی از رگه های سیلیسی مس دار در تونل ایستگاه
یک موقعیت (۴)..... ۸۲
شکل شماره ۲-۲۱- رگه های کوارتزی کانه دار در تونل ایستگاه
دوم از موقعیت (۳)..... ۸۳
شکل شماره ۲-۲۲- نمایی از عملیات شدادی در ایستگاه سوم از موقعیت (۳)..... ۸۴

شکل شماره ۳-۱- بلورهای خود شکل پلاژیوکلاز همراه با ماکل پلی سنتتیک و دیگر کانیهای مونزوگرانیت ۸۶
شکل شماره ۳-۲- دگرسانی پروپلیتیک در مونزوگرانیت(تبدیل پلاژیوکلاز به سرسیت و اپیدوت) ۸۷
شکل شماره ۳-۳- پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتتیک که از طریق رخهایش شدیداً سرسیتی شده است ۸۸
شکل شماره ۳-۴- گرانودیوریت با بافت دانه ای نیمه خود ریخت ۸۹
شکل شماره ۳-۵- بافت پورفیری در داسیتهای پناه کوه ۹۰
شکل شماره ۳-۶- کوارتز با خوردگی خلیجی در داسیت پناه کوه ۹۱
شکل شماره ۳-۷- توفهای داسیتی در منطقه پناه کوه(اکثر پلاژیوکلازها از طریق رخ هایشان به سرسیت تبدیل شده اند) ۹۲
شکل شماره ۳-۸- بافت گلومروپورفیریک و خوردگی خلیجی کوارتز در توف های پناه کوه ۹۳
شکل شماره ۳-۹- نمای دولومیت ها با آغشتگی آهن که دارای فضای انحلالی می باشند در این تصویر ملاحظه می گردد ۹۴
شکل شماره ۳-۱۰- نمایی از بلورهای دولومیت که فضای خالی توسط کلسیت و کوارتز پر شده است ۹۵
شکل شماره ۳-۱۱- جانشینی پلاژیوکلاز توسط سرسیت در داسیت ۹۸
شکل شماره ۳-۱۲- جانشینی بیوتیت ، هورنبلند توسط اکسید Fe ۹۹
شکل شماره ۳-۱۳- نمایی از رگه های کوارتزی که شواهد چندین بار بازشدگی و پرشدگی فضاهای باز را به نمایش گذاشته است ۹۹
شکل شماره ۳-۱۴- کانه زایی گرمابی به صورت شکافه پر کن در طول صفحات گسلی و شکستگیهای سنگ میزبان دولومیتی ۱۰۰
شکل شماره ۳-۱۵- کانه زایی اکسیدهای آهن و کربناتهای مس در رگه های کوارتزی ۱۰۰
شکل شماره ۳-۱۶- کانه زایی کالکوپیریت و هماتیت به صورت شکافه پرکن با بافت مضرس ۱۰۲
شکل شماره ۳-۱۷- کالکوپیریت که به طور عمده توسط هماتیت جانشین شده است و بافت جزیره ای از خود به نمایش گذاشته است ۱۰۲
شکل شماره ۳-۱۸- جانشینی پیریت توسط هماتیت در رگه های چند فلزی ۱۰۳
شکل شماره ۳-۱۹- (الف) دیاگرام $\mathrm{Log}\ aS_2 - aO_2$ نشان دهنده محدوده پایداری برای کانیهای مهم در سیستم های اپی ترمال در دمای ۲۵۰درجه سانتیگراد ۱۰۵

شکل شماره ۳-۲۰- داسیت با بیوتیت فراوان که نشاندهنده بالا بودن محتوی
آهن در ماگمای پناه کوه می باشد..... ۱۰۳
شکل شماره ۳-۲۱- نمایی از توده نفوذی محمد آباد و تشکیل زونهای اسکارنی
در اثر نفوذ این توده به داخل تشکیلات آهکی جمال ۱۱۰
شکل شماره ۳-۲۲- بافت سنگهای نفوذی که در اثر دگرسانی پتاسیک از
بین رفته و محو گشته اند ۱۱۱
شکل شماره ۳-۲۳- دگرسانی گرمابی بیوتیت به اسفن ثانویه ۱۱۱
شکل شماره ۳-۲۴- جانشینی پیروکسن به جای بلورهای درشت پلاژیوکلاز
در زون درون اسکارن..... ۱۱۲
شکل شماره ۳-۲۵- گارنت خوش وجه در اسکارن درونی محمد آباد..... ۱۱۲
شکل شماره ۳-۲۶- دگرسانی پسرونده و تبدیل پیروکسن به مجموعه های
کلریت و اکتینولیت..... ۱۱۵
شکل شماره ۳-۲۷- پیروکسن های رشته ای به همراه سرسیت
در زون برون اسکارن..... ۱۱۷
شکل شماره ۳-۲۸- پاراژنز گارنت، کلسیت و پیروکسن در زون برون اسکارن ۱۱۶
شکل شماره ۳-۲۹- تبدیل کامل گارنت به اپیدوت و کلریت
در اثر دگرسانی پسرونده..... ۱۱۶
شکل شماره ۳-۳۰- اکتینولیت اسکارن در زون برون اسکارن محمد آباد..... ۱۱۷
شکل شماره ۳-۳۱- اپیدوت اسکارن در زون برون اسکارن محمد آباد ۱۱۷
شکل شماره ۳-۳۲- رشد کانی مگنتیت در فضاهای باز میان کانیهای بدون
آب مرحله پیشین که نشان دهنده رشد مگنتیت بعد از این کانیها می باشد..... ۱۲۲
شکل شماره ۳-۳۳- جانشین شدن مگنتیت توسط هماتیت (مارتیتی شدن) ۱۲۴
شکل شماره ۳-۳۴- بلور شکل دار مگنتیت که از حاشیه در حال تبدیل
شدن به هماتیت است ۱۲۴
شکل شماره ۳-۳۵- مگنتیت با بافت گرانولار دانه ریز در حال
جانشین کردن باطله..... ۱۲۵
شکل شماره ۳-۳۶- جانشینی کلسیت توسط مگنتیت که اشاره به منشا
اسکارنی اندیس محمد آباد دارد ۱۲۵
شکل شماره ۳-۳۷- بافت اتول در مگنتیت که در اثر جانشینی هماتیت
به جای مگنتیت ایجاد شده است..... ۱۲۶
شکل شماره ۳-۳۸- گوتیت با بافت خوشه انگوری در حال
جانشین کردن هماتیت..... ۱۲۷

شکل شماره ۳-۳۹- تبدیل هماتیت به لیمونیت که نشان دهنده اکسایش
بالا در منطقه می باشد ۱۲۷
شکل شماره ۳-۴۰- پیریت های بی شکل همراه با کالکوپیریت، در
زمینه ای از مگنتیت..... ۱۲۹
شکل شماره ۳-۴۱- همیافت پیریت و کالکوپیریت که گویای تبلور
همزمان این دو کانی است. هر دو کانی در اثر شرایط اکسایشی بالا
در حال تبدیل شدن به هماتیت می باشند..... ۱۲۹
شکل شماره ۳-۴۲- پیریت در اثر تبلور مجدد به صورت بلورهای
خوش وجه متبلور شده است ۱۳۰
شکل شماره ۳-۴۳- تبدیل ناقص پیریت به گوتیت و هماتیت در حاشیه،
که بافت جزیره ای را به نمایش گذاشته است..... ۱۳۰
شکل شماره ۳-۴۴- کربنات های مس که در اثر اکسایش
کالکوپیریت حاصل شده اند ۱۳۱
شکل شماره ۳- ۴۵- نمودار دو متغیره $Log\ fO_2$ در مقابل دما
در فشار سیال ۵۰۰ بار و XCO_2= 0.1 برای سیستم Ca–Fe–Si–C–O–H..... ۱۳۲
شکل شماره ۳-۴۶- محدوده پایداری کانیهای اسکارن در سیستم
Ca-Fe-Si-C-O، در ارتباط با فشار موثر اکسیژن و دما، در فشار ۲ کیلو بار..... ۱۳۳
شکل شماره ۳-۴۷- نمایش محدوده پایداری آندرادیت و هدنبرژیت
در نمودار fO_2-T در فشار ۲ کیلو بار(برگرفته از گوستافسون، ۱۹۷۴)..... ۱۳۴
شکل شماره ۳-۴۸- نمودار دو متغیره $log\ fS_2$ در مقابل $log\ fO_2$ برای محدوده
پایداری آندرادیت در دمای بین ۴۲۰ و ۴۰۰ درجه سانتیگراد و ۰/۱ = XCO_2 ..... ۱۳۵
شکل شماره ۱-۴- موقعیت سنگهای آذرین درونی منطقه محمد آباد در
نمودار مودال اشتریکایزن،۱۹۷۶)..... ۱۳۸
شکل شماره ۴-۲- موقعیت سنگهای آذرین بیرونی منطقه پناه کوه در
نمودار مودال اشتریکایزن،۱۹۷۶)..... ۱۴۱
شکل شماره ۴-۳- موقعیت سنگهای گرانیتوئیدی محمد آباد بر
روی نمودار پیشنهادی بارکر(۱۹۷۹)..... ۱۴۱
شکل شماره ۴-۴- طبقه بندی سنگهای گرانیتوئیدی محمد آباد
بر اساس نمودار مجموع قلیایی ها در مقابل سیلیس(ویلسون، ۱۹۸۹)..... ۱۴۳
شکل شماره ۴-۵- موقعیت سنگهای آذرین بیرونی منطقه پناه کوه
در نمودار کاکس و همکاران(۱۹۷۹)..... ۱۴۴
شکل شماره ۴-۶- نمودار Na_2O/K_2O در مقابل سیلیس(میسون، ۱۹۷۹)

و موقعیت سنگهای درونی منطقه مورد مطالعه در این نمودار ۱۴۴
شکل شماره ۴-۷- ترکیب سنگ شناسی سنگهای آذرین بیرونی
منطقه مورد مطالعه(وینچستر و فلوید، ۱۹۷۷) ۱۴۵
شکل شماره ۴-۸- ترکیب سنگ شناسی سنگهای آذرین درونی
منطقه مورد مطالعه(وینچستر و فلوید، ۱۹۷۷) ۱۴۶
شکل شماره ۴-۹- موقیت نمونه سنگ های آذرین بیرونی پناه کوه،
در نمودار عناصر کمیاب (Nb/Y) در مقابل عناصر نامتحرک
(Zr/TiO_2) (وینچستر و فلوید، ۱۹۷۷) ۱۴۷
شکل شماره ۴-۱۰- موقعیت سنگهای آذرین بیرونی در نمودار
عناصر نامتحرک(هالبرگ، ۱۹۸۵) ۱۴۸
شکل شماره ۴-۱۱- ترکیب سنگ شناسی سنگهای نفوذی
منطقه محمد آباد(هالبرگ، ۱۹۸۵) ۱۴۸
شکل شماره ۴-۱۲- تعیین سری ماگمایی ناحیه پناه کوه و محمد آباد در نمودار
کونو(۱۹۶۴). دوایر، موقعیت سنگهای بیرونی منطقه پناه کوه و مربع ها،
موقعیت سنگهای نفوذی منطقه محمد آباد را نشان می دهند ۱۴۹
شکل شماره ۴-۱۳- موقعیت نمونه های منطقه مورد مطالعه
در نمودار ایرون و بارگار(۱۹۷۱) که در آن سریهای قلیایی کلسیمی
از سریهای تولئیتی جدا شده اند ۱۵۰
شکل شماره ۴-۱۴- تعیین سری ماگمایی سنگهای نفوذی و بیرونی منطقه
مورد مطالعه با استفاده از نمودار پکسریلو و تیلور(۱۹۷۶) ۱۵۱
شکل شماره ۴-۱۵- موقعیت نمونه های منطقه پناه کوه بر روی نمودار Y
در مقابل Zr مک لین و بارت(۱۹۹۳) ۱۵۱
شکل شماره ۴-۱۶- نمودار مجموع قلیایی ها در مقابل
سیلیس(ایروین و بارگار، ۱۹۷۱)، برای تعیین ماهیت کلسیمی یا قلیایی
سنگهای منطقه پناه کوه و محمد آباد ۱۵۲
شکل شماره ۴-۱۷- نمودار K_2O در مقابل SiO_2 و موقعیت نمونه های
منطقه مورد مطالعه بر روی آن ۱۵۳
شکل شماره ۴-۱۸- نمودار ماینار و پیکولی(۱۹۸۹) برای تعیین درجه سیر شدگی
ماگماها و موقعیت نمونه های منطقه پناه کوه و محمد آباد بر روی آن ۱۵۴
شکل شماره ۴-۱۹- موقعیت سنگهای آذرین منطقه مورد مطالعه بر روی
نمودار $A/CNK-SiO_2$ عبدالرحمن(۱۹۹۰) ۱۵۵
شکل شماره ۴-۲۰- نمودار $Zn - SiO_2$ برای تفکیک گرانیتوئیدهای

نوع A و I سنگهای بیرونی پناه کوه(کلینز و همکاران، ۱۹۸۲)..... ۱۵۶
شکل شماره ۴-۲۱- موقعیت سنگهای آذرین پناه کوه و محمد آباد بر روی
نمودار متمایز کننده گرانیتوئید های نوع A و I (کلینز و همکاران، ۱۹۸۲)..... ۱۵۶
شکل شماره ۴-۲۲- نمودار وایت و چاپل(۱۹۸۳) برای تفکیک
محدوده گرانیتوئید های نوع S و I..... ۱۵۷
شکل شماره ۴-۲۳- موقعیت سنگهای آذرین منطقه مورد مطالعه
در نمودار Nb – Y (پیرس و همکاران، ۱۹۸۴) ۱۵۸
شکل شماره ۴-۲۴- در نمودار متمایز کننده گرانیتها بر اساس(Y+Nb)-Rb
(اقتباس از پیرس و همکاران، ۱۹۸۴) محدوده های گرانیتهای همزمان با برخورد
Syn-COLG) ، گرانیتهای درون صفحه ای (WPG)،گرانیتهای قوس آتشفشانی
(VAG) و گرانیتهای پشته اقیانوسی(ORG) را نشان داده می شوند ۱۵۹
شکل شماره ۴-۲۵- نمودارهای هارکر برای عناصر اصلی، فرعی و جزئی
سنگهای آتشفشانی پناه کوه..... ۱۶۲
شکل شماره ۴-۲۶- موقعیت سنگهای نفوذی منطقه محمد آباد بر روی نمودار
وردشی برخی از عناصر اصلی و فرعی در مقابل SiO_2..... ۱۶۴
شکل شماره ۴-۲۷- نمودارهای بُرداری نشان دهنده تبلور جزء به جزء کانیها
در توده نفوذی محمد آباد..... ۱۶۵
شکل شماره ۴-۲۸- نمودارهای نوع هارکر برای مقایسه ترکیب گرانیتوئید
محمد آباد با سایر گرانیتوئید های اسکارنی دنیا(میانگین ها برای انواع
گرانیتوئید های اسکارنی، بر اساس ماینرت، ۱۹۹۵می باشد)..... ۱۶۷
شکل شماره ۴-۲۹- موقعیت نمونه های گرانیتوئید محمد آباد بر روی نمودار
Fe_2O_3/FeO در مقابل Rb/Sr(بلووین، ۲۰۰۴..... ۱۷۰
شکل شماره ۴-۳۰- نمودار مفهومی نشان دهنده روابط بین
منطقه بندی فلزی در یک کانسار، یا در مقیاس ناحیه ای، و همچنین
چگونگی ارتباط آن با سامانه های آذرین نزدیک منشا دما بالا
Cu-Au, Cu-Mo, W-Mo, Sn-W, Mo) دایره توپر محل قرار گیری
گرانیتوئید محمد آباد بر روی این نمودار می باشد (بلووین، ۲۰۰۴) ۱۷۱
شکل شماره ۴-۳۱- نمودار هیلدرث(۱۹۸۱) که نشان دهنده غنی شدگی و
تهی شدگی نسبی درون اسکارن نسبت به گرانیتوئید محمد آباد است ۱۷۲
شکل شماره ۴-۳۲- نمودار هیلدرث(۱۹۸۱) که نشان دهنده غنی شدگی و
تهی شدگی نسبی برون اسکارن نسبت به مرمر اولیه است ۱۷۴
شکل شماره ۴-۳۳- الگو و رفتار عناصر کمیاب سنگهای منطقه محمد آباد.