وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه دامغان

دانشکده زمین‌شناسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی (گرایش اقتصادی)

پتروگرافی، ژئوشیمی و ژنز کانسار آهن همیرد، شمال شرق سمنان

توسط:

مریم حاجی‌بهرامی

استاد راهنما:

دکتر نادر تقی‌پور

استاد مشاور:

دکتر قاسم قربانی

بهمن ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

«هدیه ایست کوچک از یک زمینی به تویی که جاودانه ترین ارمغان این زمینی»

تقدیم به:

پدر زحمت کش و صبورم

مادر دلسوز و مهربانم

و

دو خواهر نازنین و تنها برادر عزیزم

سپاسگذاری

زمین این یگانه گوهر نیلگون منظومه شمسی مملو از اسرار بی شماری است که هر فرد به قدر توان خویش سعی در شناخت آن دارد. مهربان ایزد هستی را سپاس گزارم که مرا توان داد تا در این راه قدم گذارم و پستی و بلندی های آن را در سایه الطاف بی کرانش به پایان ببرم. بی شک در به ثمر رسیدن این پژوهش از مساعدت و همفکری دوستانی بهره مند بوده ام که بر خود لازم می دانم مراتب سپاسگذاری خود را تقدیم ایشان نمایم.

از پدر و مادر عزیزم به خاطر فراهم نمودن مسیر پیشرفت هایم در عرصه های مختلف بی نهایت سپاس گزارم.

صمیمانه ترین سپاس خود را تقدیم استاد راهنمای عزیز، جناب آقای دکتر نادر تقی پور می نمایم که مسئولیت راهنمایی این پایان نامه را به عهده داشتند و از آغاز تا به ثمر رسیدن آن از دلگرمی و نظارت مستمرشان بهره مند بوده ام. از استاد مشاور گرانقدرم جناب آقایان دکتر قاسم قربانی که با راهنمایی خود در به ثمر رسیدن این پایان نامه مرا یاری نمودند متشکر و سپاس گذارم. از جناب آقایان دکتر نیرومند و حسن نژاد اساتید محترم دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان که زحمت داوری این پایان نامه را به عهده داشتند، قدردانی می نمایم.

از جناب آقای امیری، مهندس کاظمی مالک معدن آهن همیرد، آقای ترابی مسئول کارگاه مقطع گیری و همچنین جناب آقای بمانی به دلیل کمک ها و مساعدت هایشان ممنون و سپاس گذارم.

از دوستان و همکلاسیهای عزیزم اسدی، ولی پور، مرادی، دین پناه، عرب عامری، چگینی، محسنی، دالوند، فتاحی، تنهایی، دبستانی، جهانگیری، دلفاردی، برزگری، بادوزاده، فیاضی، ربیعی و هم اتاقی های مهربانم ازبکی، تمدنی، مجدی قدردانی مینمایم و آرزوی توفیق و سلامتی همگی را از ایزد منان خواستارم.

همچنین لازم میدانم از جناب آقای دکتر شفاهی، به خاطر کلیه راهنمایی هایی که در طول این مدت انجام دادند، قدردانی نمایم.

چکیده

پتروگرافی، ژئوشیمی و ژنز کانسار آهن همیرد، شمال شرق سمنان

بوسیله:

مریم حاجی بهرامی

کانسار آهن همیرد در ۷۴ کیلومتری شمال شرق سمنان و در ناحیه جام واقع شده است. این ناحیه در شمال زون ایران مرکزی قرار گرفته است. رخنمون‌های سنگی محدوده مورد مطالعه متشکل از مجموعه سنگ‌های آتشفشانی و پیروکلاستیکی با سن ائوسن میانی می‌باشد که ترکیب سنگ ها آندزیت تا آندزیت بازالت و توف می‌باشد. این مجموعه تحت تاثیر تزریق توده‌های نفوذی نیمه عمیق با ترکیب مونزونیت تا مونزودیوریت قطع شده‌اند.

کانه زایی آهن در محل تماس توده با این سنگها رخ داده است. حضور گسترده هماتیت همراه با مقادیر فرعی مگنتیت، گوئتیت، لیمونیت، پیریت، باریت و کلسیت از مشخصات مهم کانی زایی در کانسار آهن همیرد است. کانی زائی به شکل رگه ای و عدسی هایی با ترکیب هماتیت و مقدار کمتر مگنتیت می باشد. ماگمای تشکیل دهنده این توده ساب ولکانیکی از نوع کالک آلکالن و غنی از پتاسیم است و دارای ماهیت متاآلومین متعلق به گرانیتوئیدهای نوع I قوس‌های آتشفشانی می‌باشد. غنی شدگی عناصر LIL نسبت به عناصر HFS و آنومالی منفی Nb و Ti و قرار گرفتن آنها در محدوده VAG نشان می دهد که توده نفوذی ساب ولکانیک همیرد در یک محیط تکتوماگمایی قوس آتشفشانی مرتبط با فرورانش تشکیل شده است.

مطالعات حرارت‌سنجی انجام شده نمونه کوارتزی و باریتی (دو فازی غنی از مایع) محدوده دمایی یکنواخت شدگی به ترتیب برابر $^{\circ}C$ ۴۰۷/۹ -۱۶۲/۴ و $^{\circ}C$ ۹۸/۷-۲۹۸/۳ و محدوده شوری ۵/ ۰تا ۲۲/۵ و ۰/۵۳ تا ۲۰/۲۶ درصد وزنی معادل NaCl را نشان می‌دهد. دمای یکنواخت شدگی میانبارهای سیال سه فازی دارای فاز هالیت در نمونه کوارتزی، ۱۷۵/۶ تا ۵۰۱/۶ $^{\circ}C$ و شوری ۳۱/۴ تا ۵۰/۵ درصد وزنی معادل NaCl می‌باشد. مقدار $\delta^{34}S$ کانی پیریت بین ‰ ۲/۲ تا ‰ ۷/۴ می‌باشد. مقادیر $\delta^{34}S$ و $\delta^{18}O$ کانی باریت به ترتیب دارای محدوده بین ‰۱۳/۶ تا ‰۲۰/۲ و ‰ ۱۰/۲ تا ‰ ۱۲/۱ می‌باشد. مقدار ایزوتوپ‌های کربن و اکسیژن کانی کلسیت به ترتیب بین ‰۳/۴- تا ‰۴/۵- و ‰۱۷/۷ تا ‰۱۹/۱ است.

شوری و دمای همگن شدن حاصل از مطالعات دماسنجی میانبارهای سیال و مطالعات ایزوتوپ پایدار (S,O,C) کانسار آهن همیرد، اختلاطی از سیالات ماگمایی و سیالات جوی را به عنوان منشأ محلولهای کانسارساز بیان کرده است. بر اساس بررسی‌های انجام شده می‌توان پیشنهاد کرد که احتمالا کانی‌سازی در کانسار همیرد در رده کانسارهای اسکارن قرار دارد.

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**

فصل اول: کلیات..... ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- تاریخچه آهن ۲

۱-۳- ویژگیهای ژئوشیمی و کانی‌شناسی آهن ۳

۱-۴- متالوژنی آهن ۴

۱-۵- خاستگاه کانسارهای آهن ۴

۱-۵-۱-کانسارهای آهن رسوبی ۵

۱-۵-۲- کانسارهای آهن ماگمایی ۵

۱-۵-۳- کانسارهای آهن دگرگونزاد ۶

۱-۵-۴- کانسارهای آهن آتشفشانی رسوبی ۶

۱-۵-۵- کانسارهای آهن اسکارنی ۷

۱-۶- کانسارهای آهن در جهان *۷*

۱-۷- کانسارهای آهن در ایران ۸

۱-۸- کانسارهای آهن در استان سمنان ۱۰

۱-۹- موقعیت جغرافیایی کانسار آهن همیرد ۱۱

۱-۱۰- راه‌های دسترسی به منطقه ۱۲

۱-۱۱- آب و هوا و پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه ۱۳
۱-۱۲- ژئومورفولژی منطقه ۱۳
۱-۱۲-۱- بخش مرتفع و نیمه کوهستانی ۱۳
۱-۱۲-۲- بخش کم ارتفاع و دشت ۱۳
۱-۱۳- مطالعات پیشین ۱۶
۱-۱۴- روش‌های مطالعاتی ۱۵
۱-۱۵- هدف کلی از مطالعه ۱۶
فصل دوم: زمین شناسی منطقه ۱۸
۲-۱- مقدمه ۱۹
۲-۲- زمین‌شناسی عمومی منطقه ۲۲
۲-۲-۱-پهنه ایران مرکزی ۲۲
۲-۳- زمین‌شناسی محدوده معدن همیرد ۲۴
۲-۳-۱- واحد ماسه سنگی دونین (Dp) ۲۴
۲-۳-۲- واحد کوارتزیت دونین (D^q) ۲۵
۲-۳-۳- واحد ماسه سنگ سرخ رنگ دونین (D^{rs}) ۲۵
۲-۳-۴- واحد مارنی-کربناته دونین (D^{ml}) ۲۵
۲-۳-۵- واحد آهکی بهرام (D_b) ۲۶
۲-۳-۶- واحد آهکی قهوه‌ای دونین بالایی (D^{bl}) ۲۶
۲-۳-۷- واحد ماسه سنگ قرمز دونین بالایی (D^s) ۲۶
۲-۳-۸- واحد شیل پایینی ائوسن (E^{sh}) ۲۶
۲-۳-۹- واحدهای آتشفشانی-رسوبی ائوسن ۲۷
۲-۳-۱۰- مارن و شیل‌های میوسن (OM^m) ۲۹
۲-۳-۱۱- واحدهای رسوبی میوسن و پلیوسن ۲۹
۲-۳-۱۲- واحدهای کواترنری ۳۰

۲-۳-۱۳- توده نفوذی ۳۱
۲-۴- زمین شناسی ساختمانی منطقه ۳۲
۲-۴-۱- گسل و چین خوردگی‌ها منطقه ۳۲
۲-۵- زمین‌شناسی اقتصادی و پتانسیل معدنی منطقه ۳۴
فصل سوم: پتروگرافی، دگرسانی و کانی‌زایی ۳۵
۳-۱- مقدمه ۳۶
۳-۲- مشاهدات صحرایی ۳۷
۳-۳- پتروگرافی سنگهای آتشفشانی و نفوذی ۴۵
۳-۳-۱- سنگهای آتشفشانی و آتشفشانی-رسوبی ۴۵
۳-۳-۱-۱- آندزیت ۴۶
۳-۳-۱-۲- آندزیت بازالت ۴۶
۳-۳-۱-۳- کریستال لیتیک توف ۴۷
۳-۳-۲- توده نفوذی ساب ولکانیک ۴۸
۳-۳-۲-۱- مونزونیت ۴۸
۳-۳-۲-۲- پورفیری مونزودیوریت ۴۹
۳-۴- دگرسانی ۵۷
۳-۴-۱- دگرسانی در کانسار همیرد ۵۷
۳-۴-۱-۱- دگرسانی پتاسیک ۵۸
۳-۴-۱-۲- دگرسانی پروپلیتیک ۵۸
۳-۴-۱-۳- دگرسانی آرژیلیک ۵۹
۳-۴-۱-۴- دگرسانی کربناتی ۵۹
۳-۵- مطالعه میکروسکوپی کانی‌های فلزی ۶۴
۳-۵-۱- کانه‌های اکسیدی ۶۴
۳-۵-۱-۲- هماتیت ۶۴

۳-۵-۱-۳- مگنتیت ۶۸
۳-۵-۲- هیدروکسیدهای آهن ۶۸
۳-۵-۲-۱- گوئتیت ۶۸
۳-۵-۲-۲- لیمونیت ۶۹
۳-۵-۳- کانه‌های سولفیدی ۶۹
۳-۵-۳-۱- پیریت ۶۹
۳-۵-۳-۲- کالکوپیریت ۷۰
فصل چهارم: ژئوشیمی ۷۲
۴-۱- مقدمه ۷۳
۴-۲- کاربرد داده‌های تجزیه شیمیایی ۷۶
۴-۲-۱- رده بندی نورماتیو ۷۶
۴-۲-۱-۱- رده بندی نورماتیو با استفاده از نمودار اشتریکایزن و لومتر (۱۹۷۹) ۷۶
۴-۲-۲- رده بندی شیمیایی ۷۷
۴-۲-۲-۱-نامگذاری سنگهای آذرین نفوذی و نیمه نفوذی کانسار همیرد ۷۷
۴-۳- تعیین سری ماگمایی ۷۹
۴-۳-۱- نمودار AFM ۸۰
۴-۳-۲- نمودار SiO_2 در مقابل K_2O ۸۰
۴-۴-تعیین درجه اشباع شدگی از آلومین ۸۱
۴-۵-۱- نمودارهای درصد اکسید- درصد سیلیس (هارکر،۱۹۰۹) ۸۳
۴-۵-۱-۱- تغییرات FeO در مقابل Sio_2 ..... ۸۵
۴-۵-۱-۲- تغییرات Al_2O_3 در مقابل SiO_2 ..... ۸۵
۴-۵-۱-۳-تغییرات MgO در مقابل SiO_2 ..... ۸۵
۴-۵-۱-۴- تغییرات MnO در مقابل SiO_2 ..... ۸۵

۴-۵-۱-۵- تغییرات CaO در مقابل SiO_2 ۸۶
۴-۵-۱-۶- تغییرات TiO_2 در مقابل SiO_2 ۸۶
۴-۵-۱-۷- تغییرات Na_2O در مقابل SiO_2 ۸۶
۴-۵-۱-۸- تغییرات P_2O_5 در مقابل SiO_2 ۸۶
۴-۵-۱-۹- تغییرات K_2O در مقابل SiO_2 ۸۷
۴-۶-تغییرات برخی از عناصر فرعی و کمیاب خاکی در مقابل SiO_2 ۸۷
۴-۶-۱- تغییرات Rb در مقابل SiO_2 ۸۸
۴-۶-۲- تغییرات Ba در مقابل SiO_2 ۸۸
۴-۶-۳- تغییرات Sr در مقابل SiO_2 ۸۹
۴-۶-۴- تغییرات Yدر مقابل SiO_2 ۸۹
۴-۷- نمودارهای عنکبوتی ۸۹
۴-۷-۱-نمودارهای عنکبوتی چند عنصری بهنجار شده نسبت به کندریت ۹۰
۴-۷-۲- نمودار عنکبوتی چند عنصری بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه ۹۱
۴-۴- پتروژنز ۹۲
۴-۸-۱- جایگاه تکتونیکی ۹۲
۴-۸-۱-۱-نمودار متمایز کننده بر اساس K_2O/Yb –Ta/Yb ۹۳
۴-۸-۱-۲-نمودارهای Rb-(Ta+Yb), Ta-Yb, Rb-(Y+Nb), Nb-Y ۹۴
۴-۸-۱-۳- دیاگرام K_2O-TiO_2-P_2O_5 ۹۵
۴-۸-۲- تعیین منشا سنگ‌های مورد مطالعه ۹۵
۴-۸-۲-۱-نمودار تغییرات SiO_2 در مقابل Zr ۹۶
فصل پنجم: میانبارهای سیال ۹۷
۵-۱- مقدمه ۹۸
۵-۲- کاربرد مطالعه میانبارهای سیال ۹۹
۵-۳- آماده سازی نمونه‌ها ۱۰۰

۵-۴- پتروگرافی میانبارهای سیال ۱۰۰
۵-۴-۱- ریخت شناسی میانبارهای سیال در کوارتز ۱۰۱
۵-۴-۲- ریخت شناسی میانبارهای سیال در باریت ۱۰۵
۵-۴-۳- طبقه بندی ژنتیکی میانبارهای سیال ۱۰۸
۵-۵- حرارت‌سنجی میانبارهای سیال ۱۰۹
۵-۵-۱- میانبارهای سیال سه فازی ۱۱۱
۵-۵-۲- میانبارهای دو فازی غنی از مایع در کانی کوارتز ۱۱۲
۵-۵-۳- میانبارهای دو فازی غنی از مایع در کانی باریت ۱۱۳
۵-۵-۴- تعیین چگالی میانبارهای سیال ۱۱۴
۵-۵-۵- تعیین عوامل فیزیکو شیمیایی ۱۱۴
۵-۵-۶-تخمین عمق و فشار ۱۱۶
۵-۵-۷- تعیین تیپ کانسار ۱۱۷
فصل ششم: ایزوتوپ‌های پایدار ۱۱۸
۶-۱- مقدمه ۱۱۹
۶-۲- اصول مطالعه و کاربرد ایزوتوپ‌های پایدار ۱۲۰
۶-۳- ایزوتوپی اکسیژن، گوگرد و کربن ۱۲۱
۶-۴- آماده سازی نمونه‌ها ۱۲۳
۶-۷- منشأ گوگرد و فرآیند تولید ۱۲۵
۶-۵- منشأ کربن و فرآیند تولید ۱۲۸
فصل هفتم: بحث و نتیجه‌گیری ۱۳۲
۷-۱- مقدمه ۱۳۳
۷-۲- بحث ۱۳۳
۷-۳- نتیجه‌گیری ۱۴۶

۷-۴- پیشنهادات ۱۴۷

منابع ۱۴۸

فهرست اشکال

عنوان ..... **صفحه**

شکل ۱-۳- پراکندگی آهن در زونهای ساختاری ایران ۱۰

شکل ۱-۴- تصویر ماهواره ای از منطقه مورد مطالعه ۱۱

شکل ۱-۵- راههای ارتباطی منطقه مطالعاتی همیرد، برگرفته از اطلس راههای ایران. ۱۲

شکل ۱-۶- نمایی از مورفولوژی منطقه ۱۴

شکل ۲-۱ موقعیت کانسار آهن همیرد در زون ایران مرکزی ۲۰

شکل ۲-۲- موقعیت کانسار آهن همیرد و گسترش حوضههای رسوبی در ایران ۲۱

شکل ۲-۳- نقشه زمینشناسی ۱/۵۰۰۰ معدن آهن همیرد ۲۴

شکل ۲-۴ نمایی از رخنمون واحد (E^{sh}) ۲۷

شکل ۲-۵ نمایی از واحدهای سنگی ولکانیکی در منطقه ۲۹

شکل ۲-۶ نمایی از رخنمون واحدهای کنگلومرای قرمز و ارتباط آن با شیل و مارنهای میوسن ۳۰

شکل ۲-۷ نمایی از توده ساب ولکانیک ۳۱

شکل ۲-۸ روند گسلها در منطقه (مقیاس ۱:۵۰۰۰) ۳۳

شکل ۲-۹ دیاگرام گلسرخی از روند گسلهای موجود در منطقه ۳۳

شکل ۳-۱- تماس مستقیم ماده معدنی با توده نفوذی ساب ولکانیک به شدت دگرسان شده ۳۹

شکل ۳-۲- نمونهای از الیژیست در کانسار همیرد ۳۹

شکل ۳-۳- پیریت به همراه باریت و هماتیت در زون خرد شده از کانسار ۴۰

شکل ۳-۴- دگرسانی لیمونیتی در متنی از هماتیت ۴۰

شکل ۳-۵- نمایی از تشکیل دگرسانی آرژیلیک در کانسار ۴۱

شکل ۳-۶- رگچه ای از کوارتز در متنی از هماتیت ۴۱

شکل ۳-۷- رگچه استوکورکی از پیریت همراه با کوارتز ۴۲

شکل ۳-۸- رگه ای از پیریت در توده معدنی کانسار ۴۲

شکل ۳-۹- رگچه ای از دولومیت با بافت زین اسبی همراه با اکسید آهن ۴۳

شکل ۳-۱۰- رگچه های استوک ورکی از کلسیت همراه با دانه های پیریت درون متنی از هماتیت ۴۳

شکل ۳-۱۱- رگه ای از باریت که ماده معدنی را قطع کرده است ۴۴
شکل ۳-۱۲- نمونه ای از کانیهای ثانویه مس (مالاکیت و آزوریت) در کانسار ۴۴
شکل ۳-۱۳- بافت برشی و حاله واکنشی از آهن در کانسار همیرد ۴۵
شکل ۳-۱۴- تصاویر میکروسکوپی از سنگ آندزیت کانسار همیرد ۵۱
شکل ۳-۱۵- تصاویر میکروسکوپی از سنگ آندزیت کانسار آهن همیرد..... ۵۲
شکل ۳-۱۶- تصاویر میکروسکوپی از سنگ آندزیت بازالت کانسار آهن همیرد ۵۳
شکل ۳-۱۷- تصاویر میکروسکوپی از سنگ آندزیت بازالت کانسار آهن همیرد..... ۵۴
شکل ۳-۱۸- تصاویر میکروسکوپی از یک نمونه کریستال لیتیک توف کانسار آهن همیرد:..... ۵۴
شکل ۳-۱۹- تصاویر میکروسکوپی از سنگ مونزونیت کانسار آهن همیرد: ۵۵
شکل ۳-۲۰- تصاویر میکروسکوپی از سنگ پورفیری مونزودیوریت کانسار آهن همیرد..... ۵
شکل ۳-۲۱- تصاویر انواع دگرسانی در کانسار آهن همیرد:..... ۶۰
شکل ۳-۲۲- تصاویر انواع دگرسانی در کانسار آهن همیرد ۶۱
شکل ۳-۲۳- نتایج آنالیز XRD برای نمونه های کانسار همیرد با دگرسانی پتاسیک ۶۱
شکل ۳-۲۴ نتایج آنالیز XRD برای نمونه های کانسار همیرد با دگرسانی پروپیلیتیک ۶۲
شکل۳-۲۵ نتایج آنالیز XRD برای نمونه های کانسار همیرد با دگرسانی آرژیلیتی ۶۳
شکل۳–۲۶ دیاگرام $logfO_2$ در فشار ۵۰۰ بار و Xco_2~0.1 برای سیستم Ca-Fe-Si-C-O- ۶۶
شکل ۳-۲۷- بافت انتشاری در هماتیت نسل اول و انواع بافت در هماتیت نسل دوم: ۶۷
شکل ۳-۲۸-انواع بافت در هماتیت، مگنتیت، گوئتیت و پیریت..... ۷۰
شکل ۳-۲۹- انواع بافت پیریت و بافت دانه‌ای کالکوپیریت..... ۷۱
شکل ۴-۱- موقعیت نمونه های کانسار همیرد در نمودار طبقه بندی اشتریکایزن و لومتر ۷۷
شکل ۴-۲-نمودار رده بندی دولاروش و همکاران ۷۸
شکل ۴-۳- نمودارهای Na_2O+K_2O در مقابل SiO_2 ..... ۷۹
شکل ۴-۴- نمودار مثلثی AFM جهت تفکیک سری تولئیتی از کالک آلکالن..... ۸۰
شکل ۴-۵- موقعیت نمونه های منطقه در نمودار SiO_2 در مقابل K_2O در نمودار پسیرلو و تیلور ۸۱
شکل ۴-۶- بررسی درجه سیرشدگی آلومینیوم با استفاده از نمودار مانیار و پیکولی ۸۲
شکل ۴-۷- نمودارهای هارکر تغییرات عناصر اصلی در مقابل SiO_2 برای نمونه های کانسار همیرد..... ۸۴
شکل ۴-۸- نمودار K_2O در مقابل SiO_2 ..... ۸۷
شکل ۴-۹- تغییرات عناصر فرعی و کمیاب در برابر SiO_2برای نمونه های مورد مطالعه..... ۸۸
شکل ۴-۱۰- نمودار عنکبوتی چند عنصری بهنجار شده نسبت به کندریت..... ۹۰

شکل ۴-۱۱- نمودار عنکبوتی چند عنصری بهنجار شده نسبت به گوشته اولیه. ۹۱
شکل ۴-۱۲- نمودار K_2O/Yb –Ta/Yb.....۹۳
شکل ۴-۱۳- نمودارتفکیک‌کننده‌محیط تکتونیکی‌گرانیتوئیدها ۹۴
شکل ۴-۱۴- نمودار تفکیک کننده کمان ماگمایی حاشیه قاره از کمان ماگمایی جزایر قوس ۹۵
شکل ۴-۱۵- نمودار تغییرات SiO_2 در مقابل Zr جهت تفکیک گرانیتوئیدهای I و A از یکدیگر.....۹۶
شکل۵-۱- تصاویر میکروسکوپی از میانبارهای سیال موجود در رگه های کوارتزی ۱۰۲
شکل۵-۲- گروه بندی میانبارهای سیال در کانی کوارتز.....۱۰۴
شکل۵-۳- اشکال متنوع از باریک شدگی میانبارهای سیال در کانی باریت کانسار همیرد ۱۰۵
شکل۵-۴- اشکال متنوع میانبارهای سیال در کانی باریت ۱۰۶
شکل۵-۵- گروه بندی میانبارهای سیال در کانی باریت ۱۰۷
شکل۵-۶- انواع میانبارهای سیال بر اساس طبقه بندی پاراژنزی ۱۰۹
شکل۵-۷- هیستوگرام دمای یکنواخت شدن و شوری میانبارهای سیال سه فازی و دمای یکنواخت شدن گاز به مایع در برابر دمای ذوب بلور هالیت در کوارتز ۱۱۲
شکل۵-۸- هیستوگرام دمای همگن شدن و شوری میانبارهای سیال دوفازی غنی از مایع درکانی کوارتز ۱۱۳
شکل۵-۹هیستوگرام دمای همگن شدن و شوری میانبارهای سیال دوفازی غنی از مایع درکانی باریت ۱۱۳
شکل ۵-۱۰- نمودار شوری-دمای همگن شدن جهت تعیین چگالی ۱۱۴
شکل ۵-۱۱- نمودار جهات اصلی دمای همگن شدن-شوری در طی فرایندهای تکامل میانبارهای سیال ۱۱۵
شکل ۵-۱۲-نمودار دمای همگن شدن-شوری میانبارهای سیال کانسار همیرد ۱۱۶
شکل ۵-۱۳- نمودار شوری-فشار برای سیستم NaCl-H2O ۱۱۶
شکل ۵-۱۴- دیاگرام شوری- دمای همگن شدن شاخص کانسارهای مختلف.....۱۱۷
شکل ٦-۱- دامنه ترکیبات ایزوتوپی گوگرد و اکسیژن کانسار همیرد ۱۲۷
شکل ۶-۲- مقدار $\delta^{34}S$ اسکارن آهن همیرد در کانی پیریت و مقایسه آن با دیگر کانسارهای اسکارن.....۱۲۸
شکل ۶-۳- مقادیر ایزوتوپی کربن و مقایسه کانسار آهن همیرد با کانسارهای اسکارن آهن دنیا.....۱۳۰
شکل ۷-۱- مقایسه توده نفوذی کانسار آهن همیرد با توده نفوذی مرتبط با کانی زایی اسکارن آهن ۱۴۱
شکل ۷-۱- مقایسه الگوی عناصر کمیاب خاکی کانسار همیرد با چند کانسار اسکارنی آرژانتین ۱۴۲

فهرست جداول

عنوان ..... صفحه

جدول ۱-۱- کانیهای مهم آهن و درصد آنها..... ۳

جدول ۱–۲- مناطق متمرکز ذخیره آهن در ایران..... ۹

جدول ۱-۳- مناطق پراکنده ذخیره آهن در ایران..... ۹

جدول ۲–۱- ذخیره احتمالی آهن در بلوکهای معدنی کانسار آهن همیرد..... ۳۴

جدول ۳–۱- مشخصات بافت و کانی‌شناسی سنگ‌های مربوط به کانسار آهن همیرد..... ۵۰

جدول ۴-۱- نتایج تجزیه شیمیایی اکسیدهای اصلی توده نیمه نفوذی کانسار آهن همیرد..... ۷۴

جدول ۴-۲- نتایج تجزیه شیمیایی عناصر فرعی و کمیاب خاکی توده نفوذی کانسار آهن همیرد..... ۷۵

جدول۶-۱- نتایج آنالیز ایزوتوپی کربن، گوگرد و اکسیژن در کانسار آهن همیرد..... ۱۲۴

جدول ۶-۲- مقایسه مقادیر ایزوتوپی کانسار آهن همیرد با دیگر کانسارهای اسکارن..... ۱۳۱

جدول۷-۱ مقایسه ویژگیهای کانسار آهن همیرد با اسکارنهای آهن کلسیک.....۱۳۵

جدول ۷-۲ مقایسه ترکیب توده نفوذی کانسار همیرد با توده های نفوذی کانسارهای آهن اسکارن.....۱۳۹

جدول ۷-۳ مقایسه کانسارآهن همیرد با کانسارهای اسکارن آهن در ایران.....۱۴۳

جدول ۷-۴ مقایسه مقادیر ایزوتوپی و ترمومتری کانسار آهن همیرد با دیگر کانسارهای اسکارن..... ۱۴۵

فصل اول

کلیات

کلیات

۱-۱- مقدمه

رشد صنایع و افزایش نیاز انسان به مواد اولیه لزوم به شناسایی ذخایر جدید و استفاده بهینه از ذخایر موجود را ایجاب می‌کند. با افزایش رشد تکنولوژی نیاز به مواد اولیه بیش از پیش احساس می‌شود. با توجه به نیاز جوامع بشری به مواد معدنی و انواع فلزات، ارزش حیاتی آهن و فولاد در رشد و توسعه کشور حائز اهمیت است. با ارزش بودن آهن در صنایع پایه باعث شده است که این فلز بیش از هر ماده معدنی دیگر مورد توجه قرار گیرد و به تبع آن کانسارهای آهن در بر آوردن این نیاز اهمیت می‌یابند. تعیین ویژگی‌های کانسار آهن و تفکیک آن‌ها بر حسب ژنز و توزیع مکانی می‌تواند اطلاعات سودمندی را از نظر اکتشاف و بهره برداری در اختیار پژوهشگران قرار دهد.

۱-۲- تاریخچه آهن

دانسته‌ها و آموخته‌های باستانشناسی و تاریخی بر آن گواهی می‌دهد که شناخت و کاربرد آهن تاریخی شش هزار ساله دارد. آشنایی آدمی با آهن، با دستیابی تصادفی او به شخانه‌های آهنین آغاز شد. چگالی کم، سختی، استواری و پایداری آهن بر فلزاتی دیگر مثل طلا و مس برتری داشت و بدین ترتیب این فلز ارزشی والاتر از دو فلز مذکور پیدا نمود. نخستین اطلاعات در مورد آهن حدوداً ۴۰۰۰ سال قبل در پاپیروس‌های (بردی، لوح) مصر ارائه شده است. دو هزار سال قبل اطلاعات مختلفی از آهن بدست آمد. لیکن سالیان سال انسان‌ها از توده‌های آهنی فقط آهن استخراج می‌کردند. تنها از شروع قرن چهاردهم به بعد نخستین تاسیسات ذوب آهن تاسیس و بعدها تولید فولاد شروع شد [۱].

۱-۳- ویژگیهای ژئوشیمی و کانی‌شناسی آهن

آهن مهم‌ترین عنصر پوسته زمین است که اغلب به عنوان یک عنصر اصلی در کانی‌های پوسته یافت می‌شود. دارای علامت اختصاری Fe و عدد اتمی ۲۶ است که در گروه VIII جدول تناوبی قرار دارد. دارای نقطه ذوب ۱۵۳۵ و نقطه جوش ۲۸۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در موارد خاص آهن به همراه فلزات نیکل و کبالت و مس و پلاتین در سنگهای مافیک و الترامافیک یافت می شود. آهن دارای کلارک ۴/۶۵ می‌باشد که این مقدرا در سنگ‌های اولترامافیک و بازیک تا دو برابر افزایش می‌یابد. بطورکلی چهار ایزوتوپ آهن شناخته شده که گونه ^{56}Fe از فراوانترین آنها به شمار می‌آید. آهن در ترکیبات به دو گونه پایدار (دو ظرفیتی و سه ظرفیتی) نمایان می‌شود. در سنگهای آذرین بیشتر بصورت دو ظرفیتی و در سنگهای رسوبی و رسوبات عموما سه ظرفیتی است. در کانسارهای آهن می تواند به هر دو صورت (هم دو ظرفیتی و هم سه ظرفیتی) وجود داشته باشد. در واقع بخش کوچک از آهن در کانسارهای آهن فراهم می‌شود و در کانی‌های سازنده سنگها بویژه سنگهای آذرین به وفور یافت می‌شود. بیش از ۳۰۰ کانی آهن در طبیعت یافت می‌شود که معروفترین آنها شامل: منیتیت، هماتیت، مارتیت (از فراورده دگرسانی منیتیت و پزودومورف شده ساختمان منیتیت)، گوئتیت، لیمونیت، سیدریت و شاموزیت است. کانیهای مهم آهن و درصد آنها در جدول ۱-۱ نشان داده شده است.

جدول ۱-۱- کانی‌های مهم آهن و درصد آنها

نام کانی	فرمول	درصد آهن
مگنتیت (Magnetite)	Fe_3O_4	۷۲.۳۵
هماتیت (Hematite)	Fe_2O_3	۷۰
لیمونیت (limonite)	FeOOH	۶۲.۸۵
سیدریت (Siderite)	$FeCo_3$	۴۸.۲۱
ایلمینیت (Ilmenite)	$FeTiO_4$	۳۶.۸

۱-۴- متالوژنی آهن

کانیهای گوناگون آهن که از دیدگاه تکنولوژی و اقتصادی امکان کاربرد دارند شاخص کانی‌هایی هستند که در پیوند با محیط‌های گوناگون زمین‌شناسی و تکتونیکی و در چهارچوب رخساره-های متفاوت سنگی پدیدار شده‌اند. از این رو است که در پیدایش و جای‌گیری ذخایر این فلز در طیف گسترده‌ای از زمان و مکان نمایان شده‌اند. بر طبق [1] نمونه‌هایی از شاخص‌ترین واحدهای متالوژنی آهن عبارتند از:

۱- ذخایر رسوبی آهن در لابرادور کانادا، دریاچه سوپریور آمریکا، *میناس گریس برزیل*، غرب آفریقا و غرب استرالیا که در آرکئن–پروتروزوئیک پیشین تشکیل و در مواردی متحمل فرآیند-های دگرگونی شده‌اند.

۲- ذخایر رسوبی در کلینتون آمریکا، جنوب آفریقا و استرالیا که در پروتروزئیک پسین تشکیل شده‌اند.

۳- ذخایر تیتانومگنتیت در روسیه، جنوب آفریقا و نیومکزیکو که در پالئوزوئیک تشکیل شده‌اند.

۴- ذخایر بزرگ رخساره‌های رسوبی– دریایی، قاره‌ای و دریاچه‌ای آهن غرب سیبری، روسیه، فرانسه که در دوره سنوزوئیک و کوارترنر تشکیل شده‌اند.

۱-۵- خاستگاه کانسارهای آهن

با توجه به اینکه آهن حدود ۵ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهد اما بخش کوچکی از آن در فرآیندهای کانی‌سازی رسوبی- آذرین یا دگرگونی دخالت دارد. کانی‌های آهن تقریبا در تمامی محیط‌های زمین شناسی (آذرین، رسوبی، دگرگونی و هوازده) یافت می‌شوند. بر طبق [1, 2, 3, 4] بارزترین انواع کانسارها عبارتند از:

-کانسارهای آهن رسوبی

-کانسارهای آهن ماگمایی

-کانسارهای آهن دگرگونزاد

-کانسارهای آهن آتشفشانی- رسوبی

-کانسارهای آهن اسکارنی