



پایان نامه کارشناسی ارشد در زمین شناسی اقتصادی

عنوان:

# ژنز آنومالی های آهن در دشت سمسور جنوب غرب زاهدان

استاد راهنما:

دکتر محمد بومری

استاد مشاور:

دکتر ساسان باقری

تحقیق و نگارش:

سید محمد کاظمی قهفرخی

(این پایان نامه از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه سیستان و بلوچستان بهره مند شده است)

آبان ۱۳۹۱

## بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان ژنز آنومالی های آهن در دشت سمسور جنوب غرب زاهدان قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی توسط دانشجو سید محمد کاظمی قهفرخی با راهنمایی استاد پایان نامه محمد بومری تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

سید محمد کاظمی قهفرخی

این پایان نامه ۶ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ..... توسط هیئت داوران بررسی و درجه ..... به آن تعلق گرفت.

نام و نام خانوادگی	امضاء	تاریخ
استاد راهنما:	محمد بومری	
استاد راهنما:		
استاد مشاور:	ساسان باقری	
داور ۱:	علی احمدی	
داور ۲:	حبیب بیابانگرد	

نماینده تحصیلات تکمیلی:



## تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب سید محمد کاظمی قهفرخی تعهد می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو:

امضاء

## تقدیم به پیامبر اسلام (صلی الله علیه و آله وسلم)

## سپاسگزاری

حمد و سپاس خدای را که تمام عالم به معرفت او عارف و به عنایت بی علت او واقف است. به سرانجام رسیدن این پایان نامه ضمن برخورداری از الطاف الهی، مرهون تلاش و زحمات فراوانی است که بر خود لازم می دانم از زحمات و راهنمایی های عزیزانی که بزرگوارانه این حقیر را کمک نمودند، تشکر و قدر دانی نمایم.

از استاد ارجمند و بزرگوارم جناب آقای دکتر محمد بومری که با راهنمایی های بی دریغ و خالصانه خود در به ثمر رسیدن این پایان نامه کمک کردند سپاسگزارم و از خداوند صحت و سلامتی و موفقیت روز افزون را برایشان می خواهم.

از استاد ارجمند و بزرگوار جناب آقای دکتر ساسان باقری که مشاوره این پایان نامه را بر عهده گرفتند سپاسگزارم و آرزوی موفقیت و سلامتی برایشان دارم.

از اساتید ارجمند و بزرگوار جناب آقای دکتر حبیب بیابانگرد و جناب آقای دکتر علی احمدی که داوری این پایان نامه را انجام دادند سپاسگزارم و آرزوی موفقیت و سلامتی برایشان دارم.

از دیگر اساتید عزیزم که در این مدت زحمت علم آموزی را برایم کشیدند سپاسگزارم و برایشان آرزوی موفقیت و سلامتی دارم.

از دوستان و همکلاسی های عزیزم که مرا همیاری کردند کمال تشکر و قدردانی را دارم. از کارشناسان گروه به جهت همکاری در به انجام رسیدن این کار کمال تشکر و قدردانی را دارم. از همکاری های شرکت تعاونی زلال یار در به انجام رسیدن این کار کمال تشکر و قدردانی را دارم. و در نهایت از خانواده عزیزم که بدون الطافشان انجام این کار ناممکن بود، بی نهایت متشکرم.

## چکیده:

آنومالی های آهن دشت سمسور در ۲۱۴ کیلومتری جنوب غرب زاهدان در استان سیستان و بلوچستان واقع شده اند. این منطقه در مرز بین بلوک لوت و فلیش های شرق ایران واقع شده است. زمین شناسی این ناحیه شامل آهک های کرتاسه است که روی واحدهای شیل و اسلیت قرار دارد. استوک های نیمه عمیق و دایک ها در این سنگ های رسوبی نفوذ کرده اند و باعث دگرگونی و دگرسانی سنگ های میزبان و تشکیل کانسنگ های آهن شده اند. نهشته های جوان موجود در منطقه تراورتن، کنگلومرا و آبرفت های جدید هستند. استوک ها و دایک ها به ترتیب اغلب دیوریت کوارتزار پورفیری و آندزیت پورفیری هستند. کانی زایی آهن به صورت رگه ای و جانشینی در سنگ های کربناته و اسلیت های مجاور با سنگ های نفوذی تشکیل شده اند. کانه های آهن عمدتاً شامل مگنتیت به عنوان کانی اولیه و هماتیت، لیمونیت و گوتیت به عنوان کانی های ثانویه هستند. دیگر کانی ها در کانسنگ های آهن پیریت، کالکوپیریت، کلسیت، کوارتز و کربنات های مس هستند. یکی از ویژگی های شاخص منطقه مورد مطالعه تشکیل اسکارن است. اسکارن ها به صورت گارنت توده ای و رگه ای اپیدوتی در سنگ های کربناته و اسلیت ها واقع شده اند. شیمی کانی های اسکارن با میکرو آنالیزور الکترونی (EPMA) در دانشگاه یاماگای ژاپن انجام شد. گارنت هاتقریباً از نوع آندرایت خالص و اپیدوت ها متعلق به سری محلول جامد پیستاسیت- کلینوزوئیزیت هستند. اسکارن ها در دو مرحله اصلی متامورفیک و متاسوماتیک شکل گرفته اند. مرمرها و هورنفلس ها به وسیله گرمای نفوذی ها در طی مرحله متامورفیک تشکیل شده اند. مرحله متاسوماتیک می تواند به دو زیر مرحله پیشرونده و پسرونده تقسیم شود. گارنت و قسمتی از مگنتیت در طی مرحله پیشرونده و اپیدوت و سولفیدها در طی مرحله پسرونده شکل گرفته اند. اسکارن پیشرونده با یک سیال دما پایین مشابه با شرایط مزوترمال دنبال شده است. قسمت زیادی از کانسنگ آهن در منطقه مطالعاتی، در شرایط مزوترمال شکل گرفته است. کوارتز موجود در دیوریت کوارتزار و رگه های کوارتز شامل ادخال های سیال هستند. دماسنجی در سیالات درگیر در آزمایشگاه شرکت کان آذین تهران انجام شد. مطالعه سیالات درگیر نشان می دهد که دمای حاکم بر منطقه از ۱۱۱ تا ۲۷۸ و از ۳۳۱ تا ۵۰۳ و میزان شوری آن ها به ترتیب از ۳/۴۱ تا ۵۹/۸ و ۳/۳۹ تا ۲۳/۰۵ متغیر است.

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
<b>فصل اول: کلیات</b>	<b>۱</b>
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی	۲
۳-۱- آب و هوای منطقه	۳
۴-۱- مطالعات قبلی انجام شده در منطقه	۴
۵-۱- تعریف مساله و بیان سوالات اصلی تحقیق	۴
۶-۱- فرضیه ها	۴
۷-۱- هدف	۵
۸-۱- روش پژوهش	۵
<b>فصل دوم: زمین شناسی عمومی</b>	<b>۷</b>
۱-۲- مقدمه	۸
۲-۲- زمین شناسی ایران	۸
۳-۲- زون فلیش شرق ایران	۸
۴-۲- کمربند ماگمایی شمال مکران	۱۲
۵-۲- بلوک لوت	۱۳
۶-۲- تکتونیک منطقه	۱۳
۷-۲- گسل ها	۱۵
۸-۲- گسل کهورک	۱۶
۹-۲- گسل نصرت آباد	۱۶
۱۰-۲- گسل دامن	۱۶
۱۱-۲- معرفی واحدهای لیتولوژی منطقه مورد مطالعه	۱۶
۱۲-۲- واحد شیلی - اسلیتی	۱۷
۱۳-۲- سنگ های سیلیسی	۱۸
۱۴-۲- واحد سنگ آهک	۲۰

۲۱	..... ۱۵-۲-دیوریت کوارتزار
۲۳	..... ۱۶-۲-دایک های آندزیتی
۲۵	..... ۱۷-۲-کنگلوئرا
۲۶	..... ۱۸-۲-تراورتن
۲۸	..... ۱۹-۲-آبرفت ها
۳۰	..... ۲۰-۲-زمین شناسی ساختاری
۳۳	<b>..... فصل سوم: پتروگرافی</b>
۳۴	..... ۱-۳-مقدمه
۳۴	..... ۲-۳-سنگ های دیوریت کوارتزار
۳۶	..... ۳-۳-معرفی کانی های موجود در مقاطع نازک سنگ های دیوریت کوارتزار
۴۰	..... ۴-۳-بافت های موجود در سنگ های دیوریت کوارتزار
۴۱	..... ۵-۳-سنگ های آندزیتی
۴۳	..... ۶-۳-معرفی کانی های موجود در مقاطع نازک سنگ های آندزیتی
۴۸	..... ۷-۳-بافت موجود در سنگ های آندزیتی
۴۸	..... ۸-۳-سنگ های اسکارنی
۵۰	..... ۹-۳-معرفی کانی های موجود در سنگ های اسکارنی
۵۳	..... ۱۰-۳-کانی های اپاک
۵۵	<b>..... فصل چهارم: کانی زایی و دگرسانی</b>
۵۶	..... ۱-۴-مقدمه
۵۶	..... ۲-۴-آلتراسیون در منطقه
۵۶	..... ۳-۴-آلتراسیون پروپلیتیک
۵۷	..... ۴-۴-آلتراسیون کلریتی
۵۷	..... ۵-۴-آلتراسیون اپیدوتی
۵۷	..... ۶-۴-اسکارن زایی
۵۹	..... ۷-۴-مطالعات ترکیب شیمیایی کانی های اسکارنی
۵۹	..... ۸-۴-ترکیب شیمیایی گارنت
۶۴	..... ۹-۴-ترکیب شیمیایی اپیدوت
۶۷	..... ۱۰-۴-ترکیب شیمیایی آپاتیت
۶۸	..... ۱۱-۴-ترکیب شیمیایی کلسیت



۶۸	۱۲-۴- ترکیب شیمیایی سایر کانی های فرعی.....
۶۹	۱۳-۴- مطالعه میکروسکوپی نمونه های کانسنگ.....
۷۴	۱۴-۴- آنومالی های آهن در منطقه.....
۷۶	۱۵-۴- کانی زایی آهن با میزبان سنگ های کربناته .....
۷۷	۱۶-۴- کانی زایی آهن با میزبان سنگ های اسلیتی .....
۷۷	۱۷-۴- اندیس آهن ۱ .....
۷۸	۱۸-۴- اندیس آهن ۲ .....
۷۸	۱۹-۴- اندیس آهن ۳ .....
۷۹	۲۰-۴- اندیس آهن ۴ .....
۸۱	۲۱-۴- اندیس آهن ۵ .....
۸۱	۲۲-۴- اندیس آهن ۶ .....
۸۲	۲۳-۴- بررسی کانی زایی آهن در منطقه .....
<b>۸۵</b>	<b>فصل پنجم: مطالعه سیالات در گیر .....</b>
۸۶	۱-۵- مقدمه .....
۸۶	۲-۵- روش کار .....
۸۷	۳-۵- پتروگرافی سیالات در گیر .....
۸۸	۴-۵- پتروگرافی سیالات در گیر در رگه های سیلیسی .....
۸۸	۵-۵- پتروگرافی سیالات در گیر در سنگ های گرانیتوئیدی.....
۹۰	۶-۵- دماسنجی (ترمومتری) .....
۹۰	۷-۵- دماسنجی اذخال های سیال در رگه های کوارتزی .....
۹۲	۸-۵- دماسنجی اذخال های سیال در گرانیتوئیدها .....
۹۶	۹-۵- تخمین فشار، عمق و تکامل محلول گرمایی تشکیل دهنده کانسار.....
<b>۹۹</b>	<b>فصل ششم: پاراژنز و تعیین شرایط فیزیکوشیمیایی تشکیل کانی ها در منطقه .....</b>
۱۰۰	۱-۶- مقدمه .....
۱۰۰	۲-۶- مرحله متامورفیسم .....
۱۰۱	۳-۶- مرحله متاسوماتیسم .....
۱۰۱	۴-۶- متاسوماتیسم در سنگ های گرانیتوئیدی .....
۱۰۱	۵-۶- متاسوماتیسم در سنگ های کربناته و اسلیتی .....
۱۰۲	۶-۶- فرایند اسکارن زایی در منطقه .....

۱۰۲	۶-۷-مرحله پیشرونده بدون آب
۱۰۲	۶-۸-مرحله پیشرونده آبدار
۱۰۲	۶-۹-مرحله پسرونده
۱۰۴	۶-۱۰-مرحله هوازدگی
۱۰۵	۶-۱۱-کانی زایی
۱۰۸	<b>فصل هفتم: تعیین ژنز کانسار و نتیجه گیری</b>
۱۰۹	۷-۱-مقدمه
۱۰۹	۷-۲-روش کار
۱۰۹	۷-۳-کانسار کایرونا، سوئد
۱۱۰	۷-۴-مقایسه
۱۱۰	۷-۵-کانسارهای منیتیت ال رمرال در شیلی
۱۱۱	۷-۶-مقایسه
۱۱۱	۷-۷-کانسارهای منیتیت آیرون اسپرینگز، یوتا
۱۱۲	۷-۸-مقایسه
۱۱۳	۷-۹-کانسار آهن سنگان
۱۱۴	۷-۱۰-مقایسه
۱۱۴	۷-۱۱-کانسار آهن-آپاتیت ذاکر (شمال شرق زنجان)
۱۱۵	۷-۱۲-مقایسه
۱۱۵	۷-۱۳-کانسار مگنتیت دهیید
۱۱۶	۷-۱۴-مقایسه
۱۱۷	۷-۱۵-تفسیر نتایج حاصل از مقایسه کانسارها
۱۱۷	۷-۱۶-تعیین ژنز
۱۱۹	۷-۱۷-نتیجه گیری
۱۲۰	مراجع

## فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱: مختصات جغرافیایی چهار گوش منطقه مورد مطالعه (UTM).....	۲
جدول ۱-۲: امتداد دایک های اندازه گیری شده در منطقه مطالعاتی .....	۲۳
جدول ۲-۲: نمایش امتداد گسل های اندازه گیری شده در منطقه مطالعاتی .....	۳۲
جدول ۱-۳: سنگ های دیوریت کوارتزار.....	۳۵
جدول ۲-۳ سنگ های آندزیتی .....	۴۲
جدول ۳-۳: سنگ های اسکارنی شده .....	۴۹
جدول ۱-۴: ترکیب شیمیایی گارنت های منطقه. (نتایج بر حسب ۱۲ اکسیژن به دست آمده است) .....	۶۰
ادامه جدول ۱-۴ .....	۶۱
جدول ۲-۴: ترکیب شیمیایی اپیدوت. محاسبات بر مبنای $(O+F+Cl)=12.5$ است. ....	۶۵
ادامه جدول ۲-۴ .....	۶۶
ادامه جدول ۲-۴ .....	۶۶
جدول ۳-۴: ترکیب شیمیایی آپاتیت (بر مبنای ۱۲ اکسیژن) .....	۶۷
جدول ۴-۴: ترکیب شیمیایی کانی های ثانویه کلسیت در نمونه های اسکارنی .....	۶۸
جدول ۵-۴: ترکیب شیمیایی کانی های فرعی از نمونه های اسکارنی .....	۶۹
جدول ۶-۴: نتایج مطالعه مقاطع صیقلی از نمونه های کانسنگ .....	۶۹
جدول ۷-۴: مختصات محل قرار گیری آنومالی های آهن در منطقه مطالعاتی (مختصات ها بر حسب UTM می باشد). .....	۷۴
جدول ۸-۴: مختصات آنومالی هایی که مهم تشخیص داده شده اند.....	۷۵
جدول ۱-۵: داده های سیالات درگیر در رگه های کوارتزی. Size (اندازه)، liquid% (درصد پر شدگی از فاز مایع)، Tmi (دمای ذوب یخ)، $Th_{(V=L)}$ (دمای همگنی گاز به مایع)، Salinity (درصد شوری). .....	۹۱
جدول ۲-۵: داده های سیالات درگیر گرانیتوئیدها. Size (اندازه)، liquid% (درصد پر شدگی از فاز مایع)، Tmi (دمای ذوب یخ)، $Th_{(V=L)}$ (دمای همگنی گاز به مایع)، $Th(HI)$ (دمای انحلال هالیت)، Salinity (درصد شوری). .....	۹۳
جدول ۱-۷: نتایج تجزیه نمونه های آهن از کانسارهای سنگان و دشت سمسور .....	۱۱۴

## فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱: نقشه راه های دسترسی. (اقتباس از نقشه راه های ۱:۲۵۰۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور)..... ۳	
شکل ۱-۲: تقسیم بندی ایران به ایالت های زمین شناسی متفاوت (تغییر داده شده از اشتوکلین ۱۹۶۷)..... ۹	
شکل ۲-۲: موقعیت زون سابداکشن مکران و کمان ولکانیکی تفتان و دیگر ساختارهای بزرگ در این منطقه ۱۳	
شکل ۳-۲: نقشه گسل های موجود در شرق ایران..... ۱۵	
شکل ۴-۲: نمایش شیل های خاکستری رنگ در زیر آهک های اربیتولین دار با موقعیت 211918-3183599 (جهت به سمت شرق)..... ۱۷	
شکل ۵-۲: نمایش شیل های تکتونیزه (اسلیت ها) در منطقه..... ۱۸	
شکل ۶-۲: نمایی نزدیک از توده های شیری رنگ سیلیس در منطقه مطالعاتی..... ۱۹	
شکل ۷-۲: نمایش توده سیلیسی سفید رنگ در زیر واحد اسلیتی با موقعیت 211771-3183642 (جهت به سمت شمال)..... ۱۹	
شکل ۸-۲: نمایی از واحد سنگ آهک که در ارتفاعات دیده می شود (جهت به سمت شرق)..... ۲۰	
شکل ۹-۲: سنگ آهک با رنگ روشن که بیشتر در قسمت شمال غرب منطقه مشاهده می شوند. موقعیت 210913-3183863 (جهت به سمت غرب)..... ۲۱	
شکل ۱۰-۲: نمایش رخنمونی از یک توده دیوریت کوارتزار با موقعیت 211560-3183601..... ۲۲	
شکل ۱۱-۲: نمونه دستی از یک دیوریت کوارتزار..... ۲۲	
شکل ۱۲-۲: ترسیم رز دیاگرام از امتداد دایک های اندازه گیری شده در منطقه..... ۲۴	
شکل ۱۳-۲: نمونه دستی از سنگ های آندزیتی در منطقه مطالعاتی..... ۲۴	
شکل ۱۴-۲: نمایش دایک آندزیتی در منطقه مورد مطالعه با موقعیت 211096-3183553 (جهت به سمت شمال غرب)..... ۲۵	
شکل ۱۵-۲: نمایی از واحد کنگلومرا که در کف آبراهه رخنمون پیدا کرده است..... ۲۶	
شکل ۱۶-۲: تشکیل تراورتن در درزه سنگ های قدیمی تر. موقعیت 211850-3183637 (جهت به سمت جنوب)..... ۲۷	
شکل ۱۷-۲: نمایش قطعه سنگ های کرمی رنگ تراورتن در نمونه دستی..... ۲۷	
شکل ۱۸-۲: نمایش لایه های تراورتن که روی یک دیگر نهشته شده اند با موقعیت 211723-3183241..... ۲۸	
شکل ۱۹-۲: نمایش آبرفت های منطقه مطالعاتی..... ۲۹	

- شکل ۲-۲۰: نمایش آبرفت های رودخانه ای در منطقه مطالعاتی..... ۲۹
- شکل ۲-۲۱: نمایش گسل با روند N12W در منطقه مطالعاتی..... ۳۱
- شکل ۲-۲۲: کانی زایی آهن در سطح گسل صورت گرفته است (قسمت های تیره، ماده معدنی است). روند این گسل N33W می باشد. .... ۳۱
- شکل ۳-۱: دو نمونه دستی از سنگ های دیوریت کوارتزار منطقه مطالعاتی ..... ۳۵
- شکل ۳-۲: سمت راست پلاژیوکلاز با ماکل زونه ای (نمونه ۱۱۳) و سمت چپ پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتتیک (نمونه ۷۰۰) در سنگ های کوارتزدیوریتی در نور XPL..... ۳۷
- شکل ۳-۳: سمت راست دانه های کوارتز بی شکل (نمونه ۱۱۵) و سمت چپ دانه کوارتز دارای خورده شدگی یا خلیجی شکل (نمونه ۶۰۱) در سنگ های دیوریت کوارتزار ..... ۳۸
- شکل ۳-۴: کلریت ثانویه سمت چپ در نور XPL و سمت راست در نور PPL در سنگ های دیوریت کوارتزار ..... ۳۸
- شکل ۳-۵: نمایی از بیوتیت در مقاطع سنگ های دیوریت کوارتزار در نور XPL . (سمت چپ نمونه ۷۱۰ و سمت راست نمونه ۷۰۰). ..... ۳۹
- شکل ۳-۶: هورنبلندهای لوزی شکل در مقطع عرضی در دو نور XPL سمت چپ و PPL سمت راست (نمونه ۶۰۱) در سنگ های دیوریت کوارتزار..... ۳۹
- شکل ۳-۷: هورنبلندهای دانه درشت در مقطع طولی را در نور XPL (سمت چپ) و PPL (سمت راست) در نمونه ۶۰۱ از سنگ های دیوریت کوارتزار..... ۴۰
- شکل ۳-۸: اپیدوت در مقاطع سنگ های دیوریت کوارتزار در نور XPL (نمونه ۶۸۸) ..... ۴۰
- شکل ۳-۹: بافت دانه ای (سمت راست) در نمونه ۷۰۰ و بافت پورفیری (سمت چپ) در نمونه ۱۱۵ از سنگ های دیوریت کوارتزار..... ۴۱
- شکل ۳-۱۰: بافت غربالی در پلاژیوکلازهای درشت دانه موجود در سنگ های دیوریت کوارتزار..... ۴۱
- شکل ۳-۱۱: نمونه دستی از سنگ های آندزیتی منطقه مطالعاتی..... ۴۲
- شکل ۳-۱۲: سمت راست پلاژیوکلاز ریزدانه در زمینه سنگ (نمونه ۶۱۲)، سمت چپ پلاژیوکلاز با ماکل زونه ای (نمونه ۶۹۰) در سنگ های آندزیتی در نور XPL..... ۴۴
- شکل ۳-۱۳: کوارتزهای درشت دانه خلیجی شکل در نمونه ۱۱۴ از سنگ های آندزیتی در نور XPL..... ۴۵
- شکل ۳-۱۴: اپیدوت در دو نور XPL (سمت چپ) و PPL (سمت راست) در نمونه ۱۰۳ از سنگ های آندزیتی ..... ۴۵
- شکل ۳-۱۵: تصویر میکروسکوپی از کلریت در سنگ های آندزیتی در دو نور PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ) ..... ۴۶
- شکل ۳-۱۶: هورنبلند در مقطع عرضی در دو نور XPL (سمت چپ) و PPL (سمت راست) در نمونه ۱۱۴ از سنگ های آندزیتی. .... ۴۷

- شکل ۳-۱۷: هورنبلند در مقطع طولی در سنگ های آندزیتی در نور XPL (سمت راست نمونه ۱۱۴ و سمت چپ نمونه ۶۱۵) ..... ۴۷
- شکل ۳-۱۸: سمت چپ کلسیت در نور XPL و سمت راست کلسیت در نور PPL در نمونه ۶۹۰ از سنگ های آندزیتی. .... ۴۸
- شکل ۳-۱۹: بافت های موجود در سنگ های آندزیتی. سمت راست بافت ریزدانه در نمونه ۶۱۲، وسط بافت پورفیری در نمونه ۶۹۰، سمت چپ بافت میکروولیتیک پورفیری در نمونه ۱۱۴. .... ۴۸
- شکل ۳-۲۰: سمت راست سنگ آهک اسکارنی شده و سمت چپ سنگ اسکارنی که کاملاً به گارنت تبدیل شده است. .... ۴۹
- شکل ۳-۲۱: کلسیت درشت بلور که در زمینه سنگ های آلترو وجود دارد. (سمت راست نمونه ۱۰۴ و سمت چپ نمونه ۱۱۷). .... ۵۱
- شکل ۳-۲۲: کلسیت اسکارنی شده به گارنت و اپیدوت (سمت چپ در نور XPL و سمت راست در نور PPL). .... ۵۱
- شکل ۳-۲۳: کوارتز ریز دانه در زمینه سیلتستون ها (سمت راست نمونه ۱۱۶ و سمت چپ نمونه ۵۹۷). .... ۵۲
- شکل ۳-۲۴: گارنت های درشت بلور، شکل دار و زونینگ دار در سنگ های اسکارنی (سمت چپ در XPL و سمت راست در PPL). .... ۵۲
- شکل ۳-۲۵: اپیدوت در مقاطع میکروسکوپی از نمونه های اسکارنی در نور XPL. (سمت راست نمونه ۱۰۰ و سمت چپ نمونه ۱۰۴). .... ۵۳
- شکل ۳-۲۶: تشکیل کانی های اپاک در سنگ های کربناته. .... ۵۴
- شکل ۴-۲: تصویر BSE از بلورهای شش گوش گارنت و محل انجام آنالیزها بر روی بلور. .... ۶۰
- شکل ۴-۳: دیاگرام سه تایی از نتایج آنالیز گارنت های منطقه. همان طور که دیده می شود تقریباً تمام نمونه ها در نزدیکی قطب آندرادیات قرار دارند و مقدار کمی محلول جامد با گروسولار نشان می دهد. .... ۶۳
- شکل ۴-۴: نمودار سه تایی And+Gross+Pyralspite به همراه محل قرارگیری انواع کانسارها بر روی آن. .... ۶۳
- شکل ۴-۵: تصویر BSE از اپیدوت و محل انجام آنالیزها بر روی آن. .... ۶۵
- شکل ۴-۶: نمایش تصویر میکروسکوپی از مقطع صیقلی حاوی کانسنگ آهن. همانطور که دیده می شود منیتیت به رنگ تیره تر از هماتیت است و هماتیت در درزه های سنگ آهن به صورت ثانویه تشکیل شده است. .... ۷۳
- شکل ۴-۷: نمایش بافت کانسنگ در مقاطع صیقلی. سمت راست بافت دانه ای و سمت چپ بافت رگه ای. .... ۷۳
- شکل ۴-۸: نمایش اندازه و شکل دانه های باطله در مقاطع صیقلی کانسنگ آهن. سمت راست دانه های درشت باطله با اشکال گرد شده و سمت چپ دانه های ریز باطله با اشکال زاویه دار. .... ۷۳

- شکل ۴-۹: تصویر میکروسکوپی از مقطع صیقلی کانسنگ حاوی کالکوپیریت و گوتیت. سمت راست کانی گوتیت در شکستگی ها از دگرسانی کالکوپیریت تشکیل شده است. سمت چپ نمونه ای که کاملاً به گوتیت تبدیل شده است. ۷۴
- شکل ۴-۱۰: نمایش محل فرارگیری اندیس های مهم آهن در منطقه مطالعاتی. ۷۶
- شکل ۴-۱۱: تشکیل لایه های تراورتن در بین سنگ آهن. ۷۹
- شکل ۴-۱۲: تشکیل گارنت اسکارن در مجاورت اندیس آهن ۴. ۸۰
- شکل ۴-۱۳: نمونه دستی از کانسنگ منیتیت در منطقه مطالعاتی. ۸۳
- شکل ۴-۱۴: نمونه دستی از کانسنگ هماتیت در منطقه مطالعاتی. ۸۳
- شکل ۴-۱۵: کانی زایی آهن در سطح گسل که به رنگ تیره تر دیده می شود. ۸۴
- شکل ۴-۱۶: رخنمونی از کانسنگ آهن توده ای. ۸۴
- شکل ۴-۱۷: نفوذ محلول های گرمابی بین دو سطح گسل و انجام کانی زایی آهن. ۸۴
- شکل ۵-۱: تصویر میکروسکوپی از سیالات درگیر در رگه های سیلیسی. (لنز شیئی ۵۰ و چشمی ۱۶): V. ۸۸
- شکل ۵-۲: تصویر میکروسکوپی از سیالات درگیر در سنگ های گرانیتوئیدی منطقه. (لنز شیئی ۵۰ و چشمی ۱۶): V. حباب گاز، L: فاز مایع، HI: هالیت، An: انیدریت، Opq: کانی اپاک. ۸۹
- شکل ۵-۳: نمودار فراوانی دمای همگن شدگی سیالات درگیر در رگه های کوارتزی. ۹۱
- شکل ۵-۴: نمودار فراوانی شوری سیالات درگیر در رگه های کوارتزی. ۹۲
- شکل ۵-۵: نمودار فراوانی دمای همگن شدگی گاز به مایع در سیالات درگیر گرانیتوئیدها. ۹۴
- شکل ۵-۶: نمودار فراوانی شوری سیالات درگیر در گرانیتوئیدها. ۹۴
- شکل ۵-۷: دمای همگن شدگی گاز به مایع در برابر انحلال هالیت در سیالات درگیر گرانیتوئیدها. ۹۵
- شکل ۵-۸: نمودار فراوانی دمای همگن شدگی هالیت برای سیالات درگیر در گرانیتوئیدها. ۹۵
- شکل ۵-۹: چگالی سیالات درگیر مورد مطالعه بر حسب  $g.cm^3$  (نمودار اقتباس از Bodnar 1983). ۹۷
- شکل ۵-۱۰: نمودار دما- چگالی برای تعیین مقدار فشار با توجه به شوری. ۹۷
- شکل ۵-۱۱: نمودار شوری- فشار (P-X) برای سیستم NaCl- H2O که توزیع داده های سیالات درگیر را از نظر فشار- دما- ترکیب نشان می دهد (Wilkinson 2001). ۹۸
- شکل ۵-۱۲: قرار گیری سیالات درگیر منطقه مطالعاتی در محدوده تیپ کانسارهای اسکارن و میان دمایی (mesothermal) بر اساس نمودار ویلکینسون (Wilkinson 2001). ۹۸
- شکل ۶-۱: تشکیل مرمر از متامورفیسم سنگ های کربناته در منطقه مطالعاتی. ۱۰۱
- شکل ۶-۲: تبدیل گارنت به اپیدوت در امتداد درزه ها و شکستگی ها (PPL سمت راست و XPL سمت چپ). ۱۰۳

- شکل ۳-۶: نمودار پایداری کانی های اسکارنی در شرایط دما و فشار دی اکسید کربن (Harris and Einaudi 1982) ..... ۱۰۴
- شکل ۴-۶: تشکیل کلسیت و کوارتز ثانویه در مرحله پسرونده پسین ..... ۱۰۴
- شکل ۵-۶: نمودار  $\log fO_2$ -T (Berman et al 1985, Perkins et al 1986) در فشار 1 k bar که محدوده پایداری کانی های مختلف اسکارنی را نشان می دهد..... ۱۰۶
- شکل ۶-۶: نمودار دو متغیره  $\log fS_2$  نسبت به  $\log fO_2$  در گستره پایداری آندرادیت در دمای ۴۲۰ درجه سانتیگراد (Einaudi 1982) ..... ۱۰۷
- شکل ۷-۶: پاراژنز کانی ها در منطقه مطالعاتی ..... ۱۰۷



## فهرست علائم اختصاری کانی ها

علامت ها برگرفته از (KRETZ, 1983) هستند.

نشانه	علامت
اپیدوت	Ep
گارنت	Grt
هورنبلند	Hbl
مگنتیت	Mgt
هماتیت	Hem
کلریت	Chl
کلسیت	Cal
پلاژیوکلاز	Pl
کوارتز	Qtz
بیوتیت	Bt

فصل اول

کلیات

#### ۱-۱- مقدمه

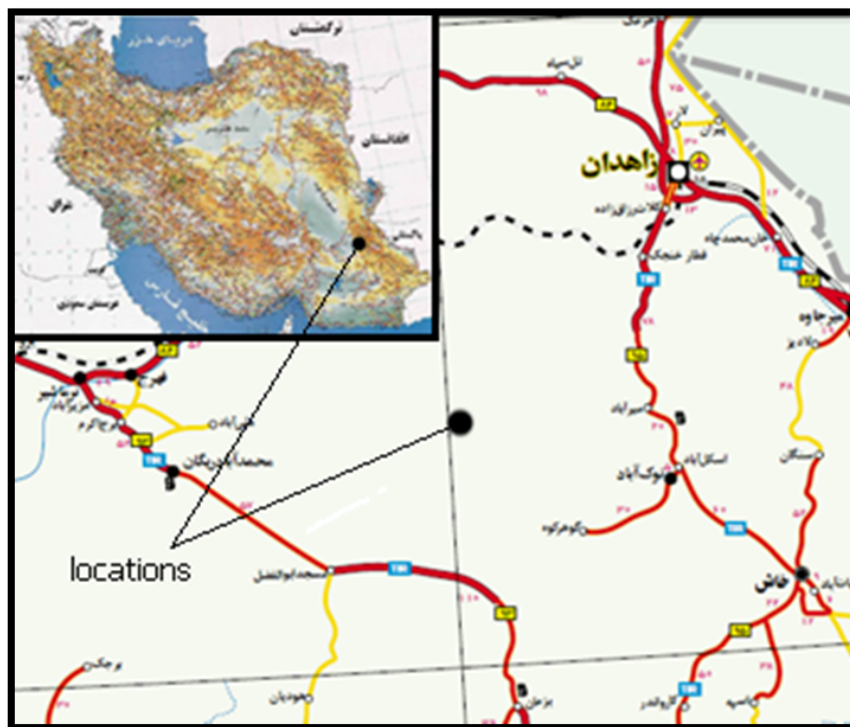
کشور ایران دارای ذخایر بزرگی از آهن است که عمدتاً در استان یزد، کرمان و خراسان واقع شده اند (قربانی ۱۳۸۱). این کانسارها، بزرگ و معمولاً از نوع ماگمایی، اسکارن و هیدروترمال هستند. در استان سیستان و بلوچستان، اکثر آنومالی های آهن کوچک و رگه ای و معمولاً مرتبط با گسل ها است. یکی از مناطقی که دارای آنومالی هایی از آهن است، منطقه دشت سمسور می باشد. این آنومالی ها در ارتباط با گسل های جدا کننده بلوک لوت و کوه های شرق ایران هستند. بر اساس مطالعات قبلی (عالیان، ۱۳۹۰) این کانسارها عمدتاً در سنگ های آهنکی و در ارتباط با فعالیت هیدروترمال توده های نفوذی گرانودیوریتی تشکیل شده اند و در بعضی از مناطق سنگ های کربناته میزبان کانی های اسکارن مثل گارنت می باشند. اگر منشاء رگه های آهن عوامل اسکارنی باشد، احتمال وجود ذخایر بزرگ و ارزشمندی از آهن در منطقه زیاد است به همین دلیل موضوع این پایان نامه ژنز آنومالی های آهن در دشت سمسور جنوب غرب زاهدان انتخاب شد. در این فصل جزئیات انجام این پایان نامه مفصلاً شرح داده می شود.

#### ۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی

این منطقه در شمال غرب شهرستان خاش از توابع استان سیستان و بلوچستان قرار دارد. محدوده در فاصله ۲۱۴ کیلومتری جنوب غرب زاهدان (در فاصله ۳۲ کیلومتری روستای عباس آباد) در ارتفاعات حاشیه شرقی دشت سمسور واقع شده است. محدوده مورد مطالعه در چهارگوشی به مساحت ۴۰ کیلومتر مربع است که مختصات این چهار نقطه در جدول ۱-۱ آمده است. در شکل ۱-۱ محل منطقه مورد مطالعه روی نقشه مشخص شده است.

جدول ۱-۱: مختصات جغرافیایی چهار گوش منطقه مورد مطالعه (UTM).

D	C	B	A
3178000	3178000	3185110	3185100
2166000	211000	216600	211000



شکل ۱-۱: نقشه راه های دسترسی. (اقتباس از نقشه راه های ۱:۲۵۰۰۰۰۰ سازمان نقشه برداری کشور ۱۳۸۲)

### ۱-۳- آب و هوای منطقه

متاسفانه در محدوده مورد نظر ایستگاه سینوپتیک وجود ندارد بنابراین داده های هواشناسی برای آن مستقیماً قابل دسترسی نیست. منطقه از نظر آب هوایی گرم و خشک است. این ناحیه در بیشتر ماه های سال خشک و کم باران بوده و به طور معمول بارندگی ها در فصل زمستان و بهار اتفاق می افتد. با وجود این که محدوده اکتشافی کوهستانی است ولی به دلیل مجاورت با دشت لوت هوای آن از زاهدان گرمتر است. متوسط بارندگی برای شهرستان خاش در یک محدوده ۳۲ سال ۱۵۰ میلی متر است و دمای آن نیز به طور متوسط ۱۸ درجه سانتیگراد است. البته اختلاف حداقل و حداکثر دما خیلی زیاد است و در تابستان به بیش از ۴۰ درجه می رسد و در زمستان نیز گاهی این عدد منفی است. با این وجود این منطقه از لحاظ آب وهوایی قابلیت کار در تمام طول سال و به طور شبانه روزی را دارد. چشمه های متعددی در حاشیه کوه ها وجود دارد و حتی با احداث سد می توان آب را برای فصول کم باران تغذیه کرد. پوشش گیاهی ضعیف و به صورت پراکنده درختان صحرایی و انواع بوته ها مشاهده می شود. این منطقه در حال حاضر غیر مسکونی است با وجود این گله های گوسفند و بز در اطراف آن مشاهده می شود که نشان دهنده رونق دامداری در منطقه است. با توجه به این که منطقه غیر مسکونی است، راه های ارتباطی گسترشی پیدا نکرده و شرایط امنیتی نیز نامطمئن است.