





دانشکده علوم
گروه زمین‌شناسی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین‌شناسی
گرایش زمین‌شناسی اقتصادی

عنوان

کانی‌شناسی و ژئوشیمی اندیس آهن قینرجه
(شمال شرق تکاب، استان آذربایجان غربی)

استاد راهنما:

دکتر علی عابدینی

استاد مشاور:

پروفسور علی اصغر کلاگری

پژوهشگر:

زینب فلاح کریمی



**University of Urmia
Faculty of Sciences
Department of Geology**

A Thesis

Presented for the Degree of Master of Science in Geology

Economic Geology

Topic

**Mineralogy and geochemistry of Ghinargeh iron
index (NE of Takab, West-Azarbaidjan province)**

Supervisor:

Dr. Ali Abedini

Advisor:

Prof. Ali Asghar Calagary

Researcher:

Zeinab Fallah Karimi

February 2012

No. 19

"All copyright is reserved for Urmia University "

تشکر و قدردانی من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق

ستایش خداوند عالم و قادر را که به این بنده حقیر توفیق انجام این پژوهش را ارزانی داشت. در انجام این رساله خود را مدیون زحمات و کمک‌های بزرگوارانی میدانم که به جاست قدردان محبت‌های آنان باشم:

در ابتدا بر خود لازم می‌دانم به رسم ادب از جناب آقای دکتر علی عابدینی که راهنمایی این تحقیق را بر عهده داشته‌اند، تشکر نمایم. انسان شریف و بزرگواری که با تلاش و پشتکار بی‌حد و راهنمایی‌های دلسوزانه و ارزنده ایشان، انجام این تحقیق میسر شد. دقت نظر و مساعدت بی‌نظیر ایشان، موجب تحقق اهداف عالی در این مسیر گردید. همچنین از استاد محترم جناب آقای دکتر علی اصغر کلاگری، که مشاوره این پایان‌نامه را بر عهده داشته‌اند و با ارائه راهنمایی‌های ارزنده خویش بنده را یاری نموده‌اند، تشکر می‌کنم.

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر صمد علی پور، مدیر محترم گروه زمین‌شناسی که سهم مهمی در انجام این تحقیق داشته‌اند و در طول مدت تحصیل نیز از محضر ایشان بهره‌های علمی و اخلاقی زیادی برده‌ام کمال تقدیر و تشکر را دارم.

از داوران ارجمند این رساله جناب آقای دکتر حسین پیرخراطی و سرکار خانم دکتر اکرم علیزاده که زحمت بازخوانی این رساله را پذیرفته و با ایده‌ها و نظرات خود موجب پربارتر شدن آن گشته‌اند تشکر می‌کنم.

از جناب آقای دکتر عبدالناصر فضل‌نیا، آقای دکتر رحیم سوری و خانم دکتر مجرد بابت کمک در مطالعه مقاطع میکروسکوپی سپاسگزاری می‌کنم.

از مدیریت محترم شرکت آذر افشار، جناب آقای مهندس مهدی بهمنش به جهت در اختیار نهادن اطلاعات سودمند، تامین هزینه آنالیزها و همچنین مساعدت ایشان در بازدیدهای صحرائی تشکر می‌کنم.

از دوستان و سروران گرامی، آقایان مهندس کتابی، ریحانی، یوسفی، چشمه سری و خانم‌ها کریم‌نژاد، صالحی و محمدی که در طول دوره تحصیل در انجام رساله اینجانب را یاری نموده‌اند نهایت تقدیر و تشکر را دارم.

در پایان بر خود واجب می‌دانم از پدر بزرگوار، مادر مهربان و همسر عزیزم و نیز از خواهر و برادرهای عزیزم و همچنین از خانواده همسرم که همواره مشوق من بودند کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم و از خدای مهربان آرزوی نیکروزی برای تک‌تک این عزیزان دارم.

تقدیم به کوهران درخشان زندگیم

پدر بزرگوار و مادر مهربانم

که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر
توانشان رفت تا به توانایی رسم، مویشان سپیدی گرفت تا روی سپید بانم
نگاه های مهربان و همیشه نگران، قامت های استوار و همیشه مقاوم
عزیزانی که رویش جوانه های اندیشه ام را وام دار حضور سبز و مهربانی گرم آنها، مستم

تقدیم به قلب پر مهر

همسر عزیزم

که مرا میهمان خوان بی دریغ دستهای بازیگرش کرد
و وجودش برایم ماوایی خواهد بود در برابر فردایی که می آیند...



سرکار خانم زینب فلاح کریمی

باسلام و احترام

بدینوسیله از اهتمام جنابعالی جهت ارائه مقاله با عنوان

کانی-شناسی و دگرسانی متاسوماتیکی اسکارن قینرجه، شمال-شرق تکاب، استان آذربایجان غربی

در پنجمین همایش ملی زمین شناسی دانشگاه پیام نور (۱۸ الی ۲۰ آبان ماه ۱۳۹۰) تقدیر و تشکر می شود. از

خداوند متعال توفیق روز افزون شما را در مراحل مختلف زندگی در راستای اهداف نظام مقدس جمهوری

اسلامی ایران و رهنمودهای مقام عظمای ولایت خواستاریم.

دکتر یایون متیسی

دبیر پنجمین همایش ملی زمین شناسی



دکتر علی اکبر بهاری فر
رئیس دانشگاه پیام نور مرکز ابرهر

نام خانوادگی: فلاح کریمی	نام: زینب
عنوان پایان نامه: کانی شناسی و ژئوشیمی اندیس آهن قینرجه (شمال شرق تکاب، استان آذربایجان غربی)	
استاد راهنما: دکتر علی عابدینی	
استاد مشاور: پروفسور علی اصغر کلاگری	
رشته تحصیلی: زمین شناسی گرایش: زمین شناسی - اقتصادی موسسه: دانشگاه ارومیه تعداد صفحه: ۱۳۳	مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد دانشکده: علوم تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۰/۱۱/۱۲
کلید واژه‌ها: تکاب، قینرجه، اندیس آهن، متاسوماتیسم، کانی سازی، ژئوشیمی.	
<p style="text-align: center;">چکیده</p> <p>اندیس آهن قینرجه، در فاصله ۴۵ کیلومتری شمال شرق تکاب، جنوب استان آذربایجان غربی واقع می‌باشد. این اندیس در درون شیست‌ها و مرمرهای جانگوتاران (پرکامبرین بالایی) توسعه یافته است. اسکارن آهن این منطقه نمونه‌ای شاخص از اسکارن‌های غنی از مگنتیت می‌باشد که در محل همبری توده نفوذی با ترکیب گرانتیت و کوارتز دیوریت (ژوراسیک) با سنگ‌های کربناتی پرکامبرین بالایی تشکیل شده است. مشاهدات صحرایی و مطالعات کانی شناسی نشان می‌دهند که اسکارن قینرجه از نوع کلسیک می‌باشد. اگزواسکارن شامل دو زون مشخص (۱) گارنت اسکارن در نزدیک همبری و (۲) پیروکسن اسکارن با فاصله نسبتاً دورتر از همبری می‌باشد. دو مرحله اساسی اسکارن‌زایی در قینرجه تشخیص داده شد، (۱) پیشرونده، و (۲) پسرونده. مرحله پیشرونده که در محدوده دمایی ۴۷۰ الی ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تشکیل شده، به نوبه خود شامل دو زیر مرحله مجزا، (۱) تشکیل ایزوشیمیایی اسکارن‌نوئید هورنفلسی (بای متاسوماتیک) و آهک‌های دوباره تبلور یافته (مرمر) و (۲) تشکیل اسکارن متاسوماتیک که در طی آن یک سری کانی‌های سیلیکات کلسیم بدون آب دانه متوسط تا دانه درشت مانند گارنت و پیروکسن توسعه یافته‌اند. مرحله پسرونده در دمای کمتر از ۴۷۰ سانتی‌گراد شروع شده و شامل دو زیر مرحله جداگانه پیشین و پسین می‌باشد. مرحله پسرونده پیشین که در آن مجموعه کانیایی سیلیکات کلسیم بدون آب تشکیل شده در مرحله پیشرونده توسط یک سری کانی‌های سیلیکاته کلسیم آب‌دار (ترمولیت - اکتینولیت، اپیدوت)، سیلیکات (کوارتز)، کربنات (کلسیت)، و تیره (مگنتیت، هماتیت، پیروتیت، مارکاسیت، کالکوپیریت، ملنیکویت، و اسفالریت) جانشین شده‌اند. مگنتیت عمدتاً در این مرحله تشکیل شده است. مرحله پسرونده پسین که در جریان آن بیشتر کانی‌های تشکیل شده در مراحل قبلی متحمل دگرسانی شده و به یک سری اگرگات‌های دانه ریز شامل کلریت، کوارتز، هماتیت و کانی‌های رسی تبدیل شده‌اند. کانی‌های سوپرژن در اسکارن مورد مطالعه شامل کربنات‌های مس (مالاکیت و آزوریت)، هیدروکسیدهای ثانویه آهن (لیمونیت، گوتیت، هماتیت مارتیتی) و رس‌ها هستند. بررسی الگوی توزیع و مقادیر REEs، $(Pr/Yb)_n$، Ce/Ce^*، و Eu/Eu^* در گارنتیت‌ها و سنگ آهک جانگوتاران نشان می‌دهند که REEs زون اگزواسکارن از محلول‌های گرمایی نشات گرفته‌اند.</p>	

فهرست مطالب

صفحه

۱	فصل اول: کلیات
۱	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه
۳	۳-۱- شرایط آب و هوایی منطقه‌ی مورد مطالعه
۴	۴-۱- نیروی انسانی
۴	۵-۱- ژئومورفولوژی منطقه
۵	۶-۱- روش کار و سیر مطالعاتی
۵	۱-۶-۱- گردآوری اطلاعات و مطالعه منابع
۵	۲-۶-۱- مطالعات صحرایی
۶	۳-۶-۱- مطالعات آزمایشگاهی
۶	۷-۱- پیشینه مطالعاتی
۶	۱-۷-۱- پیشینه مطالعاتی در منطقه تکاب
۹	۲-۷-۱- پیشینه مطالعاتی در محدوده مورد مطالعه
۱۱	۸-۱- هدف از مطالعه

فصل دوم: بررسی منابع

۱۲	۱-۲- مقدمه
۱۳	۲-۲- ژئوشیمی آهن و عوامل محیطی موثر در انحلال و ته نشینی آن
۱۷	۳-۲- انواع بافت در کانسنگ‌های آهن
۱۷	۱-۳-۲- بافت‌های اولیه
۱۷	۱- بافت ته نشینی ثقلی در محیط ماگمایی
۱۷	۲- بافت لایه لایه در محیط رسوبی
۱۸	۳- بافت ریتمیک
۱۸	۴- بافت خوشه انگوری
۱۸	۵- بافت کلوفرم
۱۸	۶- بافت اوولیتی
۱۸	۷- بافت هیپ ایدیومورفیک
۱۸	۸- بافت بی‌شکل
۱۸	۹- بافت شکل‌دار
۱۸	۲-۳-۲- بافت‌های ثانویه
۱۸	۱- مارتیتیزاسیون

۱۹	۲- بافت جانیشینی بر جای مانده.....
۱۹	۳- بافت جانیشینی اسکلت مانند.....
۱۹	۲-۴- کانی شناسی آهن.....
۲۰	۲-۵- انواع کانسارهای آهن.....
۲۱	۲-۵-۱- ذخایر آهن رسوبی.....
۲۱	۲-۵-۱-۱- ذخایر آهن نواری.....
۲۲	۲-۵-۱-۲- ذخایر هماتیت غنی شده.....
۲۲	۲-۵-۱-۳- سنگ آهن ها.....
۲۳	۲-۵-۱-۴- ذخایر آهن مردابی.....
۲۳	۲-۵-۱-۵- ذخایر لاتریت آهن.....
۲۴	۲-۵-۱-۶- ذخایر آهن پلاسی.....
۲۴	۲-۵-۲- ذخایر آهن ماگمایی.....
۲۵	۲-۵-۳- کانسارهای دگرگونی آهن.....
۲۵	۲-۵-۴- کانسارهای تراوشی آهن.....
۲۵	۲-۵-۵- کانسارهای آتشفشانی- رسوبی.....
۲۶	۲-۵-۶- کانسارهای گرمابی یا اسکارن.....
۲۶	۲-۵-۶-۱- تعاریف.....
۲۷	۲-۵-۶-۲- طبقه بندی کانسارهای اسکارن.....
۲۹	۲-۵-۶-۳- ارتباط بین انواع کانسارهای اسکارن و ترکیب توده نفوذی همراه.....
۳۰	۲-۵-۶-۴- عیار و تناژ ذخایر اسکارن.....
۳۰	۲-۵-۶-۵- مراحل تکامل ذخایر اسکارن.....
۳۱	۲-۵-۶-۶- کانی شناسی ذخایر اسکارن.....
۳۴	۲-۵-۶-۷- کانسارهای اسکارن آهن.....
۳۷	۲-۶- کاربردهای آهن.....
۳۸	۲-۷- عوامل زیست محیطی.....
۳۸	۲-۸- آهن در ایران.....
۴۱	۲-۹- تولید جهانی آهن.....
۴۱	۲-۱۰- تولید آهن در ایران.....

فصل سوم: زمین شناسی

۴۲	۳-۱- مقدمه.....
۴۲	۳-۲- زمین شناسی زون سندیج- سیرجان.....
۴۴	۳-۳- زمین شناسی ناحیه ای تکاب.....

۴۵	.....۳-۳-۱- چینه شناسی
۴۵	.....۳-۳-۱-۱- پر کامبرین
۴۵	.....۳-۳-۱-۲- پر کامبرین پسین - کامبرین پیشین
۴۶	.....۳-۳-۱-۳- پالئوزوئیک
۴۶	.....۳-۳-۱-۴- مزوزوئیک
۴۷	.....۳-۳-۱-۵- سنوزوئیک
۴۷	.....۳-۳-۲- ساختار تکتونیکی ناحیه تکاب
۴۹	.....۳-۳-۳- مهمترین فازهای کوهزایی در ناحیه تکاب
۴۹	.....۳-۳-۱- فاز کوهزایی پر کامبرین پسین - کامبرین
۵۰	.....۳-۳-۲- فاز آلپی (سیمرین و لارامید) در مزوزوئیک
۵۰	.....۳-۳-۳- فازهای آلپی ترشیاری
۵۱	.....۳-۳-۴- ماگماتیسم در ناحیه تکاب
۵۱	.....۳-۴-۱- ماگماتیسم پر کامبرین پسین - کامبرین پیشین
۵۱	.....۳-۴-۲- ماگماتیسم پرمین
۵۱	.....۳-۴-۳- ماگماتیسم کرتاسه
۵۱	.....۳-۴-۴- ماگماتیسم ترشیاری - کواترنر
۵۳	.....۳-۴-۴- زمین شناسی عمومی منطقه قینرجه
۵۴	.....۳-۴-۱- سازند کهر دگرگون شده (PC_k^{sh})
۵۵	.....۳-۴-۲- واحد الترامافیک دگرگون شده
۵۵	.....۳-۴-۳- واحد مرمر جانگوتاران (PC^j)
۵۶	.....۳-۴-۴- واحد گنایس و مرمر ($Mtgn$)
۵۹	.....۳-۴-۵- توده های گرانیتوئیدی
۶۱	.....۳-۴-۶- واحد کنگلومرایی - رسی
۶۱	.....۳-۴-۷- کالک سیلیکات ها (هورنفلس ها)
۶۲	.....۳-۴-۸- توده های اسکارنی (Sk)
۶۳	.....۳-۴-۹- متاولکانیک ها
۶۳	.....۳-۴-۱۰- توده های مگنتیتی
۶۴	.....۳-۴-۱۱- توده های دگرسان شده
۶۴	.....۳-۴-۱۲- توده های برشی
۶۴	.....۳-۴-۱۳- توده های آندزیتی
۶۵	.....۳-۴-۱۴- کوارتزیت ها
۶۵	.....۳-۴-۱۵- توده های سیلیسی و سیلیکاتهای دگرگون شده منگنر دار

فصل چهارم: پتروگرافی و کانی شناسی

۶۶	۱-۴- مطالعات پتروگرافی
۶۶	۱-۱-۴- مقدمه
۶۶	۲-۱-۴- کرنات‌ها
۶۶	۳-۱-۴- گنایس
۶۸	۴-۱-۴- توده نفوذی
۶۹	۵-۱-۴- شیست
۷۱	۶-۱-۴- هورنفلس‌ها
۷۳	۷-۱-۴- کوارتزیت‌ها
۷۴	۸-۱-۴- اسکارن‌ها
۷۵	۲-۴- کانی شناسی زون اسکارن در اندیس آهن قینرجه
۷۵	۱-۲-۴- گارنت
۷۷	۲-۲-۴- پیروکسن
۷۸	۳-۲-۴- ترمولیت-اکتینولیت
۷۸	۴-۲-۴- اپیدوت
۸۰	۵-۲-۴- فلدسپار پتاسیم
۸۰	۶-۲-۴- ژپیس
۸۰	۷-۲-۴- کوارتز
۸۰	۸-۲-۴- کرنات
۸۱	۹-۲-۴- پلاژیوکلاز
۸۱	۱۰-۲-۴- اسفن
۸۱	۱۱-۲-۴- کلریت
۸۱	۳-۴- کانی سازی و ساخت و یافت ماده معدنی
۸۱	۱-۳-۴- مقدمه
۸۱	۲-۳-۴- مگنتیت
۸۳	۳-۳-۴- هماتیت
۸۵	۴-۳-۴- پیریت
۸۶	۵-۳-۴- ملنیکویت
۸۸	۶-۳-۴- لیمونیت و گوتیت
۸۸	۷-۳-۴- پیروتیت
۸۹	۸-۳-۴- کالکوپیریت
۹۰	۹-۳-۴- ملاکیت و آزوریت
۹۰	۱۰-۳-۴- مارکاسیت

۹۲ ۱۱-۳-۴- روتیل و اسفالریت

۹۲ ۱۲-۳-۴- اکسیدهای منگنز و سایر کانی‌ها

فصل پنجم: شرایط فیزیکوشیمیایی تشکیل و ژئوشیمی اسکارن

۹۳ ۱-۵- مقدمه

۹۳ ۱-۱-۵- مرحله پیشرونده

۹۳ ۱-۱-۱-۵- مرحله پیشرونده دگرگونی- بی متاسوماتیک

۹۴ ۲-۱-۱-۵- مرحله پیشرونده متاسوماتیک

۹۵ ۲-۱-۵- مرحله پسرونده

۹۵ ۱-۲-۱-۵- مرحله پسرونده پیشین

۹۷ ۲-۲-۱-۵- مرحله پسرونده پسین

۹۸ ۲-۵- مینرالیزاسیون

۱۰۱ ۳-۵- مراحل ته نشست کانی‌ها و توالی پاراژنزی آنها در اسکارن قینرجه

۱۰۳ ۴-۵- شرایط فیزیکوشیمیایی محلول‌های متاسوماتوز کننده اسکارن قینرجه

۱۰۳ ۱-۴-۵- تعیین دما، fO_2 و XCO_2

۱۰۶ ۲-۴-۵- تعیین fS_2

۱۰۸ ۵-۵- ژئوشیمی اسکارن

فصل ششم: خلاصه، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱۱۲ ۱-۶- مقدمه

۱۱۲ ۲-۶- نتایج حاصل از مطالعات زمین‌شناسی

۱۱۳ ۳-۶- نتایج حاصل از مطالعات پتروگرافی و کانی‌شناسی

۱۲۰ ۴-۶- نتایج حاصل از مطالعات ژئوشیمیایی

۱۲۰ ۵-۶- پیشنهادات

۱۲۱ منابع

- ضمائم

- چکیده انگلیسی

فهرست جداول

صفحه

فصل دوم: بررسی و منابع

۱۴	..... ۱-۲- خصوصیات فیزیکو شیمیایی آهن
۱۴	..... ۲-۲- فراوانی آهن در اغلب سنگ های رایج
۲۰	..... ۳-۲- مهمترین خصوصیات کانی های اقتصادی آهن
۳۱	..... ۴-۲- کانی شناسی اسکارن، کانی های معمول، گروه های کانیایی و ترکیبات
۳۶	..... ۵-۲- مقایسه انواع اسکارن های آهن

فصل پنجم: شرایط فیزیکوشیمیایی تشکیل و ژئوشیمی اسکارن

۱۰۸ ۱-۵- داده های عناصر نادر خاکی در نمونه های مورد مطالعه در اندیس آهن قینرجه
-----	--

فهرست اشکال

صفحه

فصل اول: کلیات

- ۱-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در چهار گوش زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ تکاب در نقشه ایندکس ایران..... ۲
- ۲-۱- نقشه راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه ۳
- ۳-۱- محدوده اکتشافی قیصرجه و تقسیم بندی آن با استفاده از داده های برداشت مگنتومتري..... ۱۰

فصل دوم: بررسی منابع

- ۱-۲- محدوده پایداری کانی های آهن فرو و فریک با توجه به تغییرات Eh- pH..... ۱۷
- ۲-۲- تشکیل کانسارهای آهن توسط فرایندهای زمین شناسی..... ۲۱
- ۳-۲- تقسیم بندی اسکارن ها بر اساس چگونگی جایگزینی توده..... ۲۷
- ۴-۲- ترکیبات سنگ میزبان و توده نفوذی در اسکارن ها..... ۲۸
- ۵-۲- مدل های زمین ساختی برای کانسارهای اسکارن..... ۲۹
- ۶-۲- متوسط ترکیب توده های نفوذی همراه انواع مختلف ذخایر اسکارن..... ۲۹
- ۷-۲- نمودار مقایسه عیار و میزان ذخیره انواع کانسارهای اسکارنی..... ۳۰
- ۸-۲- تکامل شماتیک از یک ذخیره اسکارن کلسیک..... ۳۱
- ۹-۲- پلات های سه تایی ترکیبات گارنت و پیروکسن..... ۳۴
- ۱۰-۲- مناطق اصلی آهن دار در ایران..... ۴۱

فصل سوم: زمین شناسی

- ۱-۳- زون های ساختاری ایران همراه با موقعیت محدوده مورد مطالعه روی آن..... ۴۴
- ۲-۳- زون های تکتونیکی ناحیه تکاب ۴۸
- ۳-۳- نقشه ساختاری ناحیه تخت سلیمان ۴۹
- ۴-۳- نقشه زمین شناسی زون هیدروترمالی تکاب..... ۵۲
- ۵-۳- بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تخت سلیمان همراه با نقشه زمین شناسی - معدنی محدوده قیصرجه..... ۵۴
- ۶-۳- تصاویر صحرائی از محدوده مورد مطالعه ۵۷
- ۷-۳- واحد جانگوتاران که بر روی واحد شیست کهر قرار گرفته و موقعیت توده اسکارنی در بین آنها..... ۵۸
- ۸-۳- واحد مرمر و دولومیت جانگوتاران که به طور پراکنده بر روی واحد شیست کهر دیده می شود ۵۹
- ۹-۳- نمایی از تپه قوت (توده نفوذی موجود در محدوده قیصرجه)..... ۶۱
- ۱۰-۳- تصاویری از توده های اسکارنی..... ۶۳
- ۱۱-۳- توده های مگنتیتی..... ۶۴

۶۵ ۱۲-۳- کوارتزیت‌های خاکستری و سبز رنگ به همراه سیلیس‌های توده‌ای و منگنز دار در محدوده قینرجه.....

فصل چهارم: پتروگرافی و کانی‌شناسی

- ۶۷ ۱-۴- تصاویر ماکروسکوپی و میکروسکوپی. از واحدهای سنگی مرمر و گنایس در محدوده قینرجه.....
- ۶۹ ۲-۴- نمونه‌های سنگی از توده نفوذی موجود در محدوده
- ۷۰ ۳-۴- تصاویر میکروسکوپی از توده نفوذی محدوده مورد مطالعه
- ۷۲ ۴-۴- تصاویر میکروسکوپی از شیبست و هورنفلس.....
- ۷۴ ۵-۴- تصاویر میکروسکوپی از سنگ‌های کوارتزیتی
- ۷۵ ۶-۴- تصاویر ماکروسکوپی از نمونه‌های مربوط به زون‌های گارنت در قسمت‌های مختلف محدوده مورد مطالعه
- ۷۷ ۷-۴- تصاویر میکروسکوپی از گارنت‌های محدوده مورد مطالعه.....
- ۷۹ ۸-۴- تصاویر میکروسکوپی از زون اگزواسکارن در محدوده مورد مطالعه.....
- ۸۴ ۹-۴- تصاویر میکروسکوپی از کانه‌ها در محدوده مورد مطالعه.....
- ۸۷ ۱۰-۴- تصاویر میکروسکوپی از کانه‌ها در محدوده مورد مطالعه.....
- ۹۱ ۱۱-۴- تصاویر میکروسکوپی از کانه‌ها در محدوده مورد مطالعه.....
- ۹۲ ۱۲-۴- تصاویر میکروسکوپی از کانه‌ها در محدوده مورد مطالعه.....

فصل پنجم: شرایط فیزیکوشیمیایی تشکیل و ژئوشیمی اسکارن

- ۱۰۲ ۱-۵- توالی زمانی ته‌نشست کانی‌های موجود در اسکارن قینرجه.....
- ۱۰۳ ۲-۵- دیاگرام دو متغیره $\text{Log } f\text{O}_2\text{-T}$ در فشار محلول $0.1 = \text{XCO}_2$ برای سیستم Ca-Fe-Si-C-O-H
- ۱۰۵ ۳-۵- دیاگرام دما در برابر XCO_2 در فشار 0.5 کیلو بار در سیستم Ca-Fe-Mg-Si-C-O-H
- ۱۰۶ ۴-۵- دیاگرام دما در برابر XCO_2 در فشار 1 کیلو بار در سیستم $\text{CaO- MgO-SiO}_2\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$
- ۱۰۷ ۵-۵- نمودار $\text{Log } f\text{S}_2\text{-Log } f\text{O}_2$ برای میدان پایداری گارنت نوع آندرادیت در محدوده حرارتی 400 تا 420 درجه سانتی گراد.....
- ۱۰۹ ۶-۵- الگوی توزیع REE‌های نورمالیزه شده به کندریت در نمونه‌های گارنتیت در قینرجه.....
- ۱۰۹ ۷-۵- الگوی توزیع REE‌های نورمالیزه شده به سنگ آهک جانگوتاران در نمونه‌های گارنتیت در قینرجه.....
- ۱۱۰ ۸-۵- نمودارهای همبستگی بین مقادیر $(\text{Pr/Yb})_{\text{cn}}$ ، Ce/Ce^* ، و Eu/Eu^* در برابر REE در نمونه‌های گارنتیت و سنگ آهک.....
- ۱۱۱ ۹-۵- نمودارهای دو متغیره $(\text{Pr/Yb})_{\text{cn}}$ ، Ce/Ce^* ، و Eu/Eu^* در برابر REE و موقعیت نمونه‌های گارنتیت و سنگ آهک قینرجه در آنها.....

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

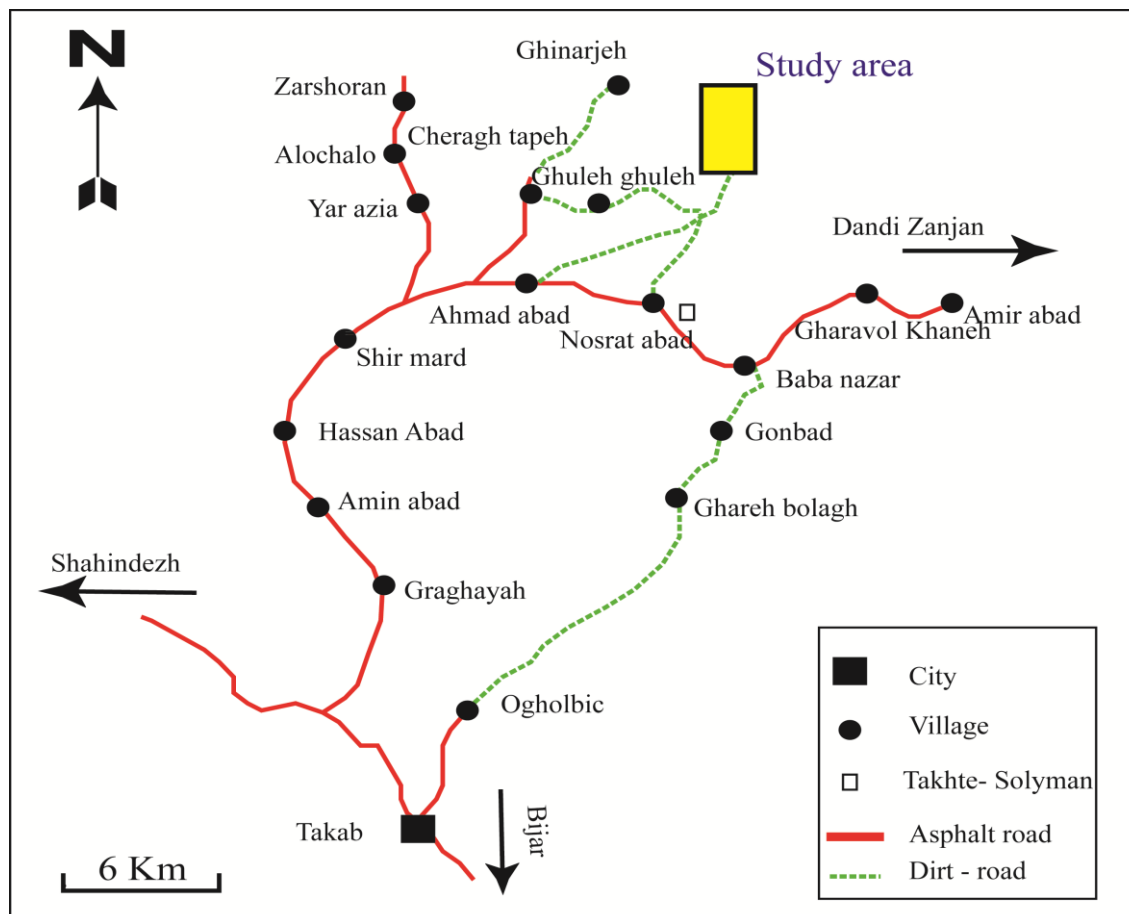
مسائل مربوط به تحولات زمین‌شناسی ایران و پدیده‌های مرتبط با آن نظیر ماگماتیسم، دگرگونی، زمین‌ساخت، کانه‌زایی و فرایندهای رسوبگذاری همواره مورد توجه پژوهشگران علوم زمین بوده است. تنوع سنگ‌شناسی، موقعیت تکتونیکی و قرارگیری بر روی نوار کوهزایی آلپ-همالیا از جمله ویژگی‌های بارز ایران زمین می‌باشد. این موقعیت منحصر بفرد، شرایط مناسبی را برای تشکیل و تمرکز مواد معدنی در کشورمان فراهم نموده است. شناسایی قابلیت‌های معدنی یک منطقه، بدون اطلاع از ساختارهای زمین‌شناسی آن امکان‌پذیر نمی‌باشد. بنابراین در اولین قدم لازم است که جایگاه زمین‌ساختی، نوع واحدهای سنگی و چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعاتی تعیین شود. ایران زمین دارای ذخایر نسبتاً خوبی از آهن در مقطع زمانی پرکامبرین تا عهدحاضر می‌باشد. شمال‌غرب ایران با محوریت تکاب جدا از این استثنا نبوده و می‌تواند توجهات خاصی را به خود جلب کند. منطقه قینرجه به عنوان نماینده کوچکی از ذخایر فلزی واقع در شمال‌شرق تکاب حاوی اندیسی از آهن بوده که مطالعه ویژگی‌های زمین‌شناسی اقتصادی آن بویژه کانی‌شناسی و ژئوشیمی عناصر اصلی، فرعی، جزئی و نادر خاکی آن می‌تواند کمک شایانی در شناسایی تیپ‌های مشابه این اندیس معدنی در سایر نقاط ایران بنماید. با توجه به مسائل مطروحه فوق، مطالعه کانی‌شناسی و ژئوشیمی اندیس آهن قینرجه به عنوان موضوع رساله کارشناسی ارشد اینجانب انتخاب گردید. در انجام این مطالعه سعی شده است با تکیه بر مطالعات صحرائی، کانی‌شناسی و ژئوشیمی سنگ کل، مکانیسم تشکیل این اندیس معدنی و تیپ کانی‌زایی آن مشخص گردد.

۲-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه

اندیس آهن قینرجه از لحاظ جغرافیایی بین طولهای ۱۳'، ۴۷° تا ۱۶'، ۴۷° شرقی و عرضهای ۳۹'، ۳۶° تا ۴۲'، ۳۶° شمالی، در بخش شمالی نقشه چهارگوش ۱:۲۵۰۰۰۰ تکاب (شکل ۱-۱)، در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ تخت‌سلیمان و در ۴۵ کیلومتری شمال‌شرق شهرستان تکاب واقع می‌باشد. جهت دستیابی به محدوده مورد مطالعه می‌توان از دو راه ارتباطی استفاده نمود. اولین راه ارتباطی، استفاده از جاده آسفالتی تکاب- شاهین‌دژ و جاده آسفالتی روستای قراقیه- امین‌آباد- حسن‌آباد- شیرمرد منشعب شده از آن می‌باشد. پس از طی مسیر مذکور، می‌توان از جاده آسفالتی روستاهای شیرمرد به چراغ‌تپه و جاده خاکی چراغ‌تپه به قینرجه به محدوده مورد مطالعه دسترسی پیدا کرد (شکل ۲-۱). راه ارتباطی دوم، استفاده از جاده آسفالتی بیجار- تکاب- اغول‌بیک و جاده خاکی روستاهای اغول‌بیک- قره‌بلاغ- گنبد- بابانظر و جاده آسفالتی روستاهای بابانظر- نصرت‌آباد می‌باشد. پس از طی مسیر مذکور، می‌توان از طریق یک جاده خاکی منشعب شده از روستای نصرت‌آباد به محدوده مورد مطالعه دسترسی پیدا کرد (شکل ۲-۱).



شکل ۱-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در چهارگوش زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ تکاب در نقشه ایندکس ایران.



شکل ۱-۲- نقشه راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه.

۳-۱- شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه

تخت سلیمان منطقه‌ای است کوهستانی و سخت‌گذر که در زمستان‌ها سرد و پوشیده از برف و در تابستان‌ها دارای هوای معتدل می‌باشد. مقدار میانگین بارندگی سالانه در این منطقه ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد. منطقه مورد مطالعه که از نظر جغرافیای طبیعی جزء مناطق مرتفع ایران به شمار می‌رود، در درون شرایط کلان اقلیم (Macroclimate) ایران در تمام طول سال تحت شرایط همسانی قرار ندارد. از این رو از نظر شرایط دینامیک و ژنتیک یک ناحیه انتقالی محسوب می‌شود. این منطقه در طول سال به طور متفاوت تحت تاثیر بادهای غربی و پر فشار جنوب استوایی قرار می‌گیرد و سیکلون‌های مدیترانه‌ای در تغییرات آب و هوایی و بویژه میزان بارش آن نقش مهمی دارد. علت عمده بارندگی نسبتاً خوب در این منطقه، عبور هوای قطبی دریایی و قاره‌ای و همچنین نفوذ توده‌های مرطوب مدیترانه‌ای و اقیانوس اطلس از شمال و شمال‌غرب به آن می‌باشد. میزان بارندگی این توده‌های هوا هنگام برخورد به ارتفاعات تشدید می‌گردد و علاوه بر ماه‌های پرباران بهاری، ماه‌های آبان، آذر، دی و بهمن نیز از بارندگی بیشتری برخوردار هستند. کوه‌های بلند موجود در منطقه همچون سدی در برابر توده

هوای مرطوب که از غرب و منطقه مدیترانه می‌آیند، باعث ریزش باران‌های کوهستانی در بعضی از مواقع سال می‌گردند. بنابر اطلاعات موجود در این زمینه اقلیم محدوده مورد مطالعه را ما بین خیلی مرطوب تا مرطوب معتدل پیش‌بینی نموده‌اند. بررسی آماری شرایط آب و هوا در طول ده ساله گذشته نشان می‌دهد که بیشترین درجه حرارت هوا به ۴۴ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه و کمترین آن به ۳۰ درجه سانتی‌گراد زیر صفر در دی ماه می‌رسد. بیشترین میزان رطوبت نسبی حدود ۶۲٪ و کمترین آن حدود ۳۱٪ می‌باشد (نقل از بهمنش، ۱۳۸۶).

۴-۱ - نیروی انسانی

اغلب مردم منطقه تخت‌سلیمان در روستاها ساکن بوده و شغل آنها دامداری و کشاورزی است. بعلت کوهستانی بودن منطقه از دیرباز زنبورداری در آن رواج دارد. در شهرها عدم وجود کارخانجات بزرگی که بتوانند عده زیادی کارگر را جذب کنند باعث شده منطقه دارای مازاد نیروی کارگر ساده باشد. بنابراین نرخ بیکاری در این مناطق بالا می‌باشد و ایجاد فرصت‌های شغلی، چه بصورت ایجاد کارهای معدنی و یا به هر صورت دیگر، از اولویت‌های این مناطق به شمار می‌رود.

۵-۱ - ژئومورفولوژی منطقه

بخش شمالی منطقه تخت‌سلیمان بیشتر از سنگ‌های دگرگونی گنایس، مرمر و آمفیبولیت تشکیل شده است. این بخش دارای توپوگرافی خشن با دره‌های پرشیب می‌باشد. بخش جنوبی تخت‌سلیمان بیشتر از تشکیلات مارنی و ماسه سنگی میوسن تشکیل شده است. این بخش دارای توپوگرافی ملایمی است. بلندترین نقطه منطقه تخت‌سلیمان در کوه بلقیس با ارتفاع ۳۳۳۰ متر و پست‌ترین نقطه آن در شمال روستای قره‌آقاج با ارتفاع ۱۴۶۴ متر از سطح دریاست (باباخانی و قلمقاش، ۱۳۷۱). ناحیه تخت‌سلیمان از تنوع واحدهای ریختی بسیار مناسبی برخوردار است، بطوری که واحدهای کاملاً متفاوت از یکدیگر را می‌توان در فاصله نزدیکی از هم مشاهده نمود. این تنوع ریختی معلول عوامل اقلیمی (تغییر درجه حرارت، میزان رطوبت، فراوانی دوره‌های یخبندان، میزان بارش و...) و ویژگی‌های سنگ‌شناختی (تنوع رخساره‌های سنگی و وجود انواع سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی)، فرسایش، فرایندهای هوازدهی و حرکات تکتونیکی (چین‌خوردگی، گسل‌خوردگی و بالا آمدگی) می‌باشد (زارعی‌نژاد، ۱۳۸۸). بطورکلی در ایجاد وضعیت ریختی ناحیه تخت‌سلیمان هر سه عامل رسوب‌گذاری، فرسایش و تکتونیک چه بصورت منفرد و چه بصورت ترکیبی نقش مهمی ایفا نموده‌اند. دامنه‌های پرشیب، قله‌های نوک تیز و مرتفع، دره‌های باریک و عمیق، به همراه بسیاری از شواهد دیگر مؤید این مطلب است که منطقه مورد مطالعه از دیدگاه ژئومورفولوژی در مرحله جوانی بسر می‌برد. ارتفاع زیاد

منطقه و موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه باعث شده تا در ارتفاعات بویژه در مکان‌هایی که از تابش خورشید محرومند، یخ‌زدگی باعث ایجاد زمین‌ریخت‌هایی همچون سیرک‌های یخچالی - فرسایشی بشود (زارعی‌نژاد، ۱۳۸۸).

۱-۶- روش کار و سیر مطالعاتی

این مطالعه در سه مرحله، (۱) گردآوری اطلاعات و مطالعه منابع، (۲) مطالعات صحرایی و (۳) مطالعات آزمایشگاهی انجام گردیده است:

۱-۶-۱- گردآوری اطلاعات و مطالعه منابع

مهمترین کارهای انجام شده در این مرحله عبارتند از:

الف) تهیه و مطالعه کتب و مقالات مطرح در زمینه موضوع رساله.

ب) مکاتبه و گفتگوی شفاهی با زمین‌شناسان صاحب‌نظر داخلی و خارجی که در زمینه موضوع مورد مطالعه تبحر و تخصص دارند.

پ) مطالعه مقدماتی نقشه‌های موجود زمین‌شناسی، توپوگرافی، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و نیز تهیه کلیه گزارش‌ها و مقاله‌هایی که به نحوی با منطقه مورد مطالعه و نواحی اطراف آن مرتبط می‌باشند.

۱-۶-۲- مطالعات صحرایی

مطالعات صحرایی انجام شده در این رساله با چهار محوریت زیر انجام گرفته است:

الف) بررسی و شناسایی سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی در منطقه.

ب) تهیه تصاویر از کلیه رخنمون‌ها، فرایندهای ساختاری و دگرشکلی و دگرسانی‌های قابل مشاهده در منطقه.

پ) بررسی ژئومتری، بافت و ساخت ماده معدنی، ارتباط سنگ‌های درونگیر با ماده معدنی، ارتباط بین تکتونیک منطقه با کانی‌سازی آهن و مطالعه زمین‌شناسی در مقیاس ناحیه‌ای، منطقه‌ای، ماکروسکوپی و مزوسکوپی.

ث) نمونه‌برداری‌های لیتوژئوشیمیایی عمود بر روند ساختارهای (لایه‌بندی و برگوارگی) منطقه بر اساس تغییرات لیتولوژی، رنگ و بافت.

روش نمونه‌برداری از کانسنگ‌ها و سنگ‌های درونگیر به صورت نمونه‌برداری تراشه‌ای (chip sampling) و نمونه‌برداری سنگی (rock sampling) بوده است. نهایتاً نمونه‌برداری سیستماتیک در اوایل آبان ماه سال ۱۳۸۹ در امتداد دو پروفیل (عمود بر امتداد لیتولوژی‌های موجود در منطقه) انجام گرفت. در این مرحله تعداد ۶۰ نمونه برداشت گردیدند و برای مطالعات بیشتر به گروه زمین‌شناسی دانشگاه ارومیه انتقال یافتند.