



سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
پژوهشکده علوم زمین

پایان‌نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد پترولوژی

بررسی پتروگرافی و ژئوشیمیایی سنگ‌های پلوتونیک مافیک - حدواسط
منطقه حیدره‌قازی خان، باختر همدان

نگارش:

مریم معین نیا

استاد راهنما:

دکتر محمد هاشم امامی

استاد مشاور:

دکتر مرتضی خلعت‌بری جعفری

زمستان ۱۳۸۸

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تقدیم به:

محمدپارسای کلم

پدر، مادر، خواهر، برادر

و

ممسر بختنده ام

خداوند مهربان را شکر می‌گویم که بدون کمک‌های بی‌پایانش انجام این تحقیق ممکن نبود و بر خود لازم می‌دانم از راهنمایی‌های بی‌دریغ، پدران و دوستانه دکتر محمد ششم امامی، استاد راهنما و مشاوره‌های مفید دکتر مرتضی خلعت‌بری، مشاور این پایان‌نامه صمیمانه قدر دانی‌نمایم. از پدر، مادر، برادر، خواهر مهربان، و از همسر فداکار و فرزند دل‌بندم به خاطر آنچه که خود بهترین دانند از صمیم قلب سپاسگزارم و از:

دکتر سعودی، شعبانی و مهندس اثری به خاطر داوری دقیق پایان‌نامه؛

دکتر خیرخواه و درگاهی به خاطر کلاس‌های درس سودمند و همه مهربانی‌ها؛

مهندس محمد جواد حیدری موسی، میر شریفی دوست و نذرا بهر دوستان یاوران، همگی که در نمونه‌برداری‌ها و سایر مراحل کاری در کنار نگارنده بودند؛

دوستان عزیز مهندس جلدپور، میر حسینی، خورشیدی، هوشمند، برخوردار، برومند، بهادی، منوچهری، عسکری، خدایان،

رسولی، ناشی، صنیعی‌نژاد به خاطر همه مهربانی‌ها؛

و همه آنها که به گونه‌ای در پیشبرد این پایان‌نامه نقش داشته‌اند،

صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم و برای ایشان آرزوی سرفرازی و توفیق می‌نمایم.

این پایان‌نامه حاصل بیش از یک سال کار صحرایی، آزمایشگاهی و دفتری بوده و اگر نقاط قوتی دارد مرهون راهنمایی‌های ارزنده

استادان ارجمند و مهربان دکتر امامی و دکتر خلعت‌بری و حمایت‌های بی‌دریغ سازمان زمین‌شناسی می‌باشد و مسئولیت کلیه

ضعف‌ها و لغزش‌ها به عهده اینجانب است.

کمان مبر به پایان رسید کارمغان
هزار باده ناخورده در رک‌تاک است

نام خانوادگی: معین نیا	نام: مریم
<p>عنوان پایان نامه: بررسی پتروگرافی و ژئوشیمیایی سنگ‌های پلوتونیک مافیک - حدواسط منطقه حیدره قاضی‌خان، باختر همدان</p> <p>استاد راهنما: دکتر محمد هاشم امامی</p> <p>استاد مشاور: دکتر مرتضی خلعت‌بری جعفری</p> <p>درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد</p> <p>رشته: زمین‌شناسی</p> <p>گرایش: پترولوژی</p> <p>محل تحصیل: سازمان زمین‌شناسی</p> <p>پژوهشکده: علوم زمین</p> <p>تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹/۱۲/۱۰</p> <p>تعداد صفحه: ۱۵۰</p>	
<p>کلید واژه‌ها: حیدره‌قاضی‌خان، همدان، سنندج - سیرجان، متاسوماتیسم، گابرودیوریت، سیمپلکتیت</p>	
<p>چکیده: توده نفوذی مورد مطالعه در ۱۵ کیلومتری باختر شهر همدان در مجاورت روستای حیدره‌قاضی‌خان و در زون ساختاری سنندج - سیرجان واقع شده است. این توده ترکیب بازیک- حدواسط و اسیدی داشته و سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای را قطع و ایجاد متاسوماتیسم و دگرگونی همبری نموده است. بر اساس بررسی‌های سنگ‌نگاری میکروسکوپی، بخش بازیک- حدواسط این توده از الیون‌گابرو، گابرودیوریت، مونزوگابرو، مونزوگابرودیوریت، دیوریت، مونزوادیوریت، مونزونیت و کوارتز مونزونیت تشکیل شده است. بافت میکروسکوپی اغلب آن‌ها گرانولار، پوئی کیلیتیک، گاهی سیمپلکتیت و میرمکتی است. سنگ‌های بازیک- حدواسط تحت تاثیر پدیده متاسوماتیسم حاصل از تزریق توده گرانیتی قرار گرفته‌اند که حاصل آن تشکیل کانی‌های متاسوماتیک به صورت ریزبلورهای بیوتیت نوظهور در اشکال جانیشینی کانی‌های فرومنیزین اولیه، پرشدگی رگچه‌ها و یا ریزبلورهای پراکنده بوده است. در اثر این فرایند، آلکالی‌فلدسپار نیز در حاشیه پلاژیوکلازها تشکیل شده‌اند. ساب‌گرین در بلورهای کوارتز و بیوتیت، و حاشیه تداخلی بلورهای کوارتز، از جمله شواهد دگرشکلی دینامیک است. بر پایه بررسی آنالیزهای ژئوشیمیایی، این سنگ‌ها در سری آلکان قرار گرفته و متآلومینوس‌اند. در نمودارهای عنکبوتی رسم شده، سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در عناصر LREE و LILE و HREE غنی‌شدگی بالایی نشان داده، همچنین عناصر LREE دارای غنی‌شدگی بیشتری نسبت به عناصر HREE بوده و در عناصر Nb و Pb به ترتیب آنومالی مثبت و منفی نشان می‌دهند که این عوامل نشان دهنده ذوب بخشی کم و آرایش ماگمای گوشته‌ای با پوسته قاره‌ای بالایی می‌باشد. در مقایسه الگوهای عنکبوتی سنگ‌های منطقه با توده شانگ‌یو در چین، انطباق نسبتاً خوبی مشاهده می‌شود. با توجه به نمودارهای تعیین‌کننده محیط‌های تکتونیکی، این سنگ‌ها در گروه آلکالی‌بازالت‌های جزایر اقیانوسی (OIA) و بازالت‌های درون صفحه‌ای (Whitin Plate Basalts) قرار گرفته‌اند.</p>	

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
-------	------

فصل اول: کلیات

۱-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه	۲
۲-۱- هدف از مطالعه	۶
۳-۱- آب و هوای محدوده مورد مطالعه	۶
۴-۱- پوشش گیاهی و زندگی جانوری منطقه مورد مطالعه	۷
۵-۱- زمین ریخت‌شناسی منطقه مورد مطالعه	۷
۶-۱- پیشینه مطالعات	۱۰
۷-۱- روش پژوهش	۱۵
۱-۷-۱- مطالعات مقدماتی	۱۵
۲-۷-۱- مطالعات صحرایی و نمونه‌برداری	۱۵
۳-۷-۱- مطالعات میکروسکوپی و آزمایشگاهی	۱۵
۴-۷-۱- نتیجه‌گیری	۱۵
۸-۱- نرم افزارهای مورد استفاده	۱۶

فصل دوم: زمین شناسی عمومی

۱-۲- مقدمه	۱۸
۲-۲- زون سنندج ^۰ سیرجان	۲۰
۱-۲-۲- چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی زون سنندج-سیرجان	۲۳
۲-۲-۲- دگرگونی زون سنندج ^۰ سیرجان:	۲۴
۳-۲-۲- توده‌های نفوذی مزوزوئیک زون سنندج-سیرجان	۲۵
۳-۲- زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه	۲۶
۱-۳-۲- واحدهای سنگی منطقه	۲۸
۲-۳-۲- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه مورد مطالعه:	۳۳
۳-۳-۲- ساختمان‌های زمین‌شناختی منطقه مورد مطالعه:	۳۳
۴-۲- نتیجه‌گیری	۳۴

فصل سوم: پتروگرافی

۱-۳- مقدمه:	۳۶
۲-۳- سنگ‌های بازیک (الیوین‌گابرو)	۳۹
۳-۳- سنگ‌های بازیک تا حدواسط	۴۴
۱-۳-۳- گابرویدوریت	۴۵

۴۹	..... ۲-۳-۳- مونزو گابرو
۵۵	..... ۳-۳-۳- میکرومونزو گابرو
۵۷	..... ۴-۳-۳- مونزو گابرو دیوریت
۶۰	..... ۴-۳- سنگ‌های حدواسط
۶۱	..... ۱-۴-۳- دیوریت
۶۴	..... ۲-۴-۳- مونزو دیوریت
۷۱	..... ۳-۴-۳- مونزونیت
۷۳	..... ۴-۴-۳- کوارتز مونزونیت
۷۷	..... ۵-۳- سنگ‌های اسیدی
۷۷	..... ۱-۵-۳- گرانودیوریت
۸۱	..... ۲-۵-۳- گروه گرانیات
۸۲	..... ۱-۲-۵-۳- گارنت بیوتیت گرانیات
۸۵	..... ۲-۲-۵-۳- مسکویت گرانیات میلونیتی شده
۸۶	..... ۳-۲-۵-۳- بیوتیت گرانیات گارنت‌دار میلونیتی:
۸۹	..... ۴-۲-۵-۳- متا بیوتیت گرانیات تورمالین‌دار
۹۲	..... ۵-۳- سنگ‌های دگرگونی:
۹۲	..... ۱-۵-۳- گارنت میکاشیست
۹۲	..... ۲-۵-۳- مسکویت بیوتیت شیست
۹۳	..... ۳-۵-۳- کوارتزیت
۹۴	..... ۶-۳- نتیجه‌گیری

فصل چهارم: ژئوشیمی

۹۷	..... ۱-۴- مقدمه
۹۸	..... ۲-۴- طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین
۹۸	..... ۱-۲-۴- طبقه‌بندی بر اساس نورماتیو:
۹۸	..... ۱-۱-۲-۴- طبقه‌بندی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس نمودار (1965) Connor, O:
۹۹	..... ۲-۲-۴- طبقه‌بندی شیمیایی
۹۹	..... ۱-۲-۲-۴- طبقه‌بندی بر اساس اکسیدهای اصلی
۹۹	..... ۱-۱-۲-۲-۴- طبقه‌بندی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس نمودار (1985) Middlemost:
۱۰۰	..... ۲-۲-۲-۴- طبقه‌بندی بر اساس کاتیون‌ها
۱۰۰	..... ۱-۲-۲-۲-۴- طبقه‌بندی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه بر اساس نمودار چند کاتیونی :
۱۰۱	..... ۳-۴- سری ماگمایی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه:
۱۰۲	..... ۱-۳-۴- تعیین سری‌های ماگمایی بر اساس نمودار (1980) De la Roche et al:
۱۰۲	..... ۲-۳-۴- تعیین سری‌های ماگمایی بر اساس نمودار (1971) TAS, Irvine & Baragar:
۱۰۳	..... ۳-۳-۴- تعیین سری‌های ماگمایی بر اساس نمودار (1971) AFM, Irvine & Baragar:
۱۰۴	..... ۴-۳-۴- تعیین سری‌های ماگمایی بر اساس نمودار (1976) Peccerillo and Taylor:

- ۱۰۴-۴- طبقه‌بندی بر اساس شاخص اشباع آلومینیم (ASI): ۱۰۴
- ۱۰۵-۴- بررسی روند تغییرات عناصر ۱۰۵
- ۱۰۶-۴-۱- بررسی روند تغییرات عناصر اصلی: ۱۰۶
- ۱۱۴-۴-۲- بررسی روند تغییرات عناصر فرعی: ۱۱۴
- ۱۲۰-۴-۶- نمودارهای عنکبوتی عناصر کمیاب ۱۲۰
- ۱۲۱-۴-۶-۱- نمودارهای عنکبوتی به‌هنگار شده نسبت به کندریت: ۱۲۱
- ۱۲۱-۴-۶-۱- نمودار (Sun & McDonough (1989) : ۱۲۱
- ۱۲۲-۴-۶-۲- نمودارهای عنکبوتی به‌هنگار شده نسبت به گوشته اولیه ۱۲۲
- ۱۲۲-۴-۶-۱- نمودار (Sun & McDonough (1989) : ۱۲۲
- ۱۲۳-۴-۶-۳- نمودارهای عنکبوتی به‌هنگار شده نسبت به MORB ۱۲۳
- ۱۲۳-۴-۶-۱- نمودار (Sun & McDonough (1989) به‌هنگار شده نسبت به NMORB: ۱۲۳
- ۱۲۵-۴-۶-۴- مقایسه الگوهای عنکبوتی سنگ‌های منطقه با سنگ‌های مافیک درونی ماسوله-زودل: ۱۲۵
- ۱۲۶-۴-۶-۵- مقایسه الگوهای عنکبوتی سنگ‌های منطقه با توده شانگیو ۱۲۶
- ۱۲۶-۴-۷-۷- تعیین محیط‌های تکتونوماگمایی ۱۲۶
- ۱۲۶-۴-۷-۱- تعیین محیط‌های تکتونوماگمایی سنگ‌های بازیک تا حدواسط منطقه مورد مطالعه: ۱۲۶
- ۱۲۷-۴-۷-۱-۱- نمودار MnO-P2O5-TiO2 از (Mullen, 1983) : ۱۲۷
- ۱۲۸-۴-۷-۱-۲- نمودارهای (Wood, 1980) : ۱۲۸
- ۱۲۹-۴-۷-۱-۲-۱- نمودار Hf-Th-Ta از (Wood, 1980) : ۱۲۹
- ۱۲۹-۴-۷-۲- تعیین محیط تکتونیک گرانیتوئیدهای منطقه: ۱۲۹
- ۱۲۹-۴-۷-۱-۲- نمودارهای متمایزکننده گرانیت‌ها بر اساس تغییرات Rb-Y-Nb و Rb-Yb-Ta ۱۲۹
- ۱۳۰-۴-۷-۲-۲- نمودار (Batchelor & Bowden) (1985), R1-R2 برای تفکیک محیط‌های تکتونیک: ۱۳۰
- ۱۳۱-۴-۷-۲-۳- نمودار (Maniar and piccoli (1989) : ۱۳۱
- ۱۳۲-۴-۸- نتیجه‌گیری: ۱۳۲

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- ۱۳۵-۵-۱- نتایج ۱۳۵
- ۱۳۸-۵-۲- پیشنهادات ۱۳۸

منابع و ماخذ

- ۱۴۰- منابع فارسی ۱۴۰
- ۱۴۵- منابع لاتین ۱۴۵

پیوست

- ۱۵۱- پیوست ۱۵۱

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه	۳
شکل ۲-۱- موقعیت زمین شناسی منطقه مورد مطالعه	۴
شکل ۳-۱- راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه	۵
شکل ۴-۱- نقشه اقلیم‌شناسی منطقه مورد مطالعه	۶
شکل ۵-۱- قطعات واریزه‌ای بسیار درشت از واحدهای سنگی گابرویی در پای دامنه‌ها	۹
شکل ۶-۱- دگرسانی پوست‌پیزی در گرانیت و گابرو	۹
شکل ۷-۱- هوازدگی حفره‌دار در گابروها	۹
شکل ۸-۱- دگرسانی لانه‌زنبوری در گرانیت (روشن‌ها) و گابرو (تیره‌ها)	۱۰
شکل ۱-۲- پهنه‌های رسوبی-ساختاری عمده ایران (آقاباتی، ۱۳۸۵ با اندکی تغییرات)	۲۰
شکل ۲-۲- نقشه زمین‌شناسی تهیه شده از منطقه مورد مطالعه	۲۷
شکل ۳-۲- شیست‌های لکه‌دار با بافت شستوز-هورنفلسی	۲۹
شکل ۴-۲- هورنفلس‌های تیره و بسیار سخت با بافت پورفیروبلاستیک	۲۹
شکل ۵-۲- واحدهای سنگی توده پلوتونیک با بزرگ‌اندکی (توده گابرویی)	۳۱
شکل ۶-۲- واحدهای دیوریتی در منطقه مورد مطالعه	۳۱
شکل ۷-۲- گرانیت‌های پورفیروئیدی (توده اصلی اسیدی الوند)	۳۲
شکل ۸-۲- بیوتیت گرانیت‌ها و بیوتیت گرانودیوریت‌های منطقه مورد مطالعه	۳۲
شکل ۹-۲- زونلیت‌های میفیک در حاشیه و یا درون توده گرانیت پورفیروئیدی الوند	۳۳
شکل ۱-۳- تقسیم‌بندی پیشنهادی IUGS سنگ‌های آذرین (اشترکایزن، ۱۹۷۶)	۳۷
شکل ۲-۳- تقسیم‌بندی سنگ‌های آذرین (اشترکایزن، ۱۹۷۶)	۳۷
شکل ۳-۳- ماکل آلیتی و توام (ب) ماکل گوه‌ای (مطالعه در xpl)	۴۱
شکل ۴-۳- منطقه‌بندی (الف) عادی (ب) بریده در بلورهای پلاژیوکلاز (مطالعه در xpl)	۴۱
شکل ۵-۳- بافت شبه هترادکومولیت در پلاژیوکلازها	۴۱
شکل ۶-۳- بلور شکل دار الیوین با شکستگی فراوان (مطالعه در ppl) (سمت راست) و xpl (سمت چپ)	۴۲
شکل ۷-۳- بلور گرد شده الیوین و پلاژیوکلاز درون پیروکسن و بافت شبه هترادکومولیت؛ (ب) دگرسانی الیوین	۴۲
شکل ۸-۳- ماکل کارلسباد در پیروکسن (مطالعه در xpl)	۴۳
شکل ۹-۳- (الف) خاموشی موجی در بیوتیت همراه با کانی‌های روتیل و اکسید آهن (ب) دگرسانی پیروکسن به آمفیبول	۴۴
شکل ۱۰-۳- منطقه‌بندی و ماکل در پلاژیوکلازها همراه با رگچه‌های پر شده از بیوتیت‌های متاسوماتیک	۴۶
شکل (۱۱-۳) دگرسانی بلورهای پیروکسن به کانی‌های مختلف	۴۷
شکل ۱۲-۳- خاموشی موجی در آمفیبول‌های ثانویه (مطالعه در xpl)	۴۸
شکل ۱۳-۳- بیوتیت‌های اولیه (الف) و (ب) بیوتیت‌های ثانویه	۴۸
شکل ۱۴-۳- منطقه‌بندی در پلاژیوکلازها	۵۰
شکل ۱۵-۳- وجود ماکل‌های آلیتی در پلاژیوکلازها همراه با سرسیتی شدن آن‌ها (مطالعه در xpl)	۵۰
شکل ۱۶-۳- ریز بلورهای بیوتیت‌های نوظهور و بیوتیت‌های متاسوماتیک در مرکز پلاژیوکلاز	۵۱
شکل ۱۷-۳- حضور آلکالی فلدسپار در مونزوگابروها (مطالعه در xpl)	۵۱
شکل ۱۸-۳- بلورهای پیروکسن در اندازه درشت و ریز که در اثر میلونیتی شدن ایجاد شده‌اند (مطالعه در ppl)	۵۲
شکل ۱۹-۳- بافت سیمپلکتیت در بلورهای پیروکسن (مطالعه در xpl)	۵۲
شکل ۲۰-۳- دگرسانی پیروکسن به بیوتیت‌های متاسوماتیک و آمفیبول همراه با آزاد شدن کانی‌های اپاک	۵۳

- شکل ۳-۲۱- در برداری بیوتیت از پلاژیوکلاز و پیروکسن ۵۴
- شکل ۳-۲۲- الف) چشم بیوتیتی در مونزوگابروی میلونیتی شده (ب) خاموشی موجی در بیوتیت (مطالعه در xpl) ۵۴
- شکل ۳-۲۳- دگرسانی بیوتیت به الف) موسکویت و ب) کانی‌های لوکوکسن (مطالعه در ppl) ۵۵
- شکل ۳-۲۴- بیوتیت‌زایی و حضور فراوان کانی بیوتیت (مطالعه در ppl) ۵۶
- شکل ۳-۲۵- پیروکسن در اندازه‌های ریز و درشت (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۵۷
- شکل ۳-۲۶- کانی زیرکن در میکرومونزوگابرو (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۵۷
- شکل ۳-۲۷- دگرسانی به کائولینیت در فلدسپات‌ها (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۵۸
- شکل ۳-۲۸- انواع فلدسپات مشاهده شده در گروه مونزوگابرو دیوریت (مطالعه در xpl) ۵۹
- شکل ۳-۲۹- دگرسانی پیروکسن به اورالیت و بیوتیت (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۵۹
- شکل ۳-۳۰- کانی آلانیت در گروه مونزوگابرو-دیوریت (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۶۰
- شکل ۳-۳۱- دگرسانی پلاژیوکلاز به سریسیت و کربنات (در مرکز) و آلکالی فلدسپار (در حاشیه) (مطالعه در xpl) ۶۱
- شکل ۳-۳۲- بافت سیمپلکتیت در بلورهای پیروکسن (مطالعه در xpl) ۶۲
- شکل ۳-۳۳- دگرسانی پیروکسن الف) به بیوتیت‌های متاسوماتیک؛ ب) به کانی لوکوکسن (مطالعه در ppl) ۶۳
- شکل ۳-۳۴- انواع آمفیبول در دیوریت‌ها: الف) هورنبلند قهوه‌ای ب) ترمولیت و اکتینولیت (مطالعه در xpl) ۶۳
- شکل ۳-۳۵- بلورهای الف) اسفن و آلانیت؛ ب) روتیل؛ ج) آپاتیت و د) دگرسانی بیوتیت به مسکویت در دیوریت‌ها ۶۴
- شکل ۳-۳۶- بافت‌های الف) گلمروپورفیری؛ ب) افیتیک در مونزو دیوریت‌ها (مطالعه در xpl) ۶۵
- شکل ۳-۳۷- انواع دگرسانی به سریسیت و زونیزیت (در مرکز) و آلکالی فلدسپار (در حاشیه) در پلاژیوکلازها ۶۶
- شکل ۳-۳۸- دگرسانی پلاژیوکلاز به بیوتیت (پدیده متاسوماتیزم و بیوتیت‌های متاسوماتیک) ۶۶
- شکل ۳-۳۹- انواع آلکالی فلدسپار در مونزو دیوریت‌ها (مطالعه در xpl) ۶۷
- شکل ۳-۴۰- انواع پیروکسن؛ الف) پیروکسن سالم؛ ب) پیروکسن اورالیتی شده؛ ج) پیروکسن بیوتیتی شده ۶۸
- شکل ۳-۴۱- انواع آمفیبول در مونزو دیوریت‌ها (مطالعه در ppl) ۶۹
- شکل ۳-۴۲- خاموشی موجی در بیوتیت‌های اولیه (مطالعه در xpl) ۶۹
- شکل ۳-۴۳- انواع کانی‌های فرعی در مونزو دیوریت‌ها (مطالعه در xpl) ۷۰
- شکل ۳-۴۴- دگرسانی بیوتیت به موسکویت و کلریت (مطالعه در xpl) ۷۰
- شکل ۳-۴۵- بلورهای آمفیبول با چند رنگی سبز (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۷۲
- شکل ۳-۴۶- انواع کانی فرعی در مونزونیت‌ها (مطالعه در ppl) ۷۲
- شکل ۳-۴۷- بافت میرمکیت در کانی‌های کوارتز مونزونیت (مطالعه در xpl) ۷۳
- شکل ۳-۴۸- انواع آلکالی فلدسپار در گروه کوارتز مونزونیت (مطالعه در xpl) ۷۴
- شکل ۳-۴۹- خاموشی موجی در بلورهای کوارتز (مطالعه در xpl) ۷۵
- شکل ۳-۵۰- کوارتزهای الف) با تبلور دوباره با بافت موزائیکی؛ ب) اولیه و ساب‌گرین (مطالعه در xpl) ۷۵
- شکل ۳-۵۱- کانی‌های فرعی مشاهده شده در کوارتز مونزونیت‌ها (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۷۶
- شکل ۳-۵۲- دگرسانی بیوتیت به مسکویت و کلریت (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۷۷
- شکل ۳-۵۳- جهت یافتگی در بلورهای کوارتز و بیوتیت (بافت فلسی) ۷۸
- شکل ۳-۵۴- سریسیتی شدن کانی پلاژیوکلاز (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۷۹
- شکل ۳-۵۵- انواع آلکالی فلدسپار در گروه گرانودیوریت (مطالعه در xpl) ۷۹
- شکل ۳-۵۶- کوارتز اولیه همراه با رگچه‌های بیوتیت ۷۹
- شکل ۳-۵۷- اورالتی و بیوتیتی شدن کلینوپیروکسن (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۸۰
- شکل ۳-۵۸- بافت کرونا در اطراف کلینوپیروکسن (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ)) ۸۰
- شکل ۳-۵۹- کانی‌های فرعی موجود در گرانودیوریت‌ها (مطالعه در ppl) ۸۱
- شکل ۳-۶۰- الف) بافت میرمکیت؛ ب) بلورهای کوارتز و انواع آلکالی فلدسپار مشاهده شده در بیوتیت ° گرانیت ۸۲

- شکل ۳-۶۱ ° زونکریست‌های کلینوپیروکسن (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ))..... ۸۳
- شکل ۳-۶۲- الف) ادخال بیوتیت از زیرکن باهاله رنگین؛ ب) خاموشی موجی در بیوتیت‌های اولیه (مطالعه در xpl).... ۸۳
- شکل ۳-۶۳- کانی‌های فرعی گارنت و اپاک (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ))..... ۸۴
- شکل ۳-۶۴- آنکلوزیون‌های زیرکن و آپاتیت درون بلورهای کوارتز (مطالعه در xpl)..... ۸۴
- شکل ۳-۶۵- بیوتیت‌های ریز و فراوان مشاهده شده در مسکویت گرانیته میلونیتی شده (مطالعه در ppl)..... ۸۵
- شکل ۳-۶۶- کانی‌های موسکویت ثانویه (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ))..... ۸۶
- شکل ۳-۶۷- بافت میلونیتی موجود در سنگ که در اثر گسل‌های منطقه بلورها با دو اندازه مشاهده می‌شوند..... ۸۷
- شکل ۳-۶۸- انواع آلکالی فلدسپار در بیوتیت گرانیته گارنت‌دار میلونیتی (مطالعه در xpl)..... ۸۷
- شکل ۳-۶۹- کوارتزهای نواری اولیه و کوارتزهای ساب‌گرین ثانویه (مطالعه در xpl)..... ۸۸
- شکل ۳-۷۰- الف) بیوتیت‌های ثانویه به صورت شکستگی در مرز بلورهای کوارتز؛ ب) چشم بیوتیتی..... ۸۸
- شکل ۳-۷۱- کانی‌های گارنت در گرانیته (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ))..... ۸۹
- شکل ۳-۷۲- آلانیت در گروه سنگی بیوتیت گرانیته گارنت‌دار میلونیتی شده..... ۸۹
- شکل ۳-۷۳- بلورهای پلاژیوکلاز، اورتوز، میکروکلین و کوارتز موجود در سنگ (مطالعه در xpl)..... ۹۱
- شکل ۳-۷۴ ° بیوتیت تورمالینی شده (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ))..... ۹۱
- شکل ۳-۷۵- وجود گرهنک‌ها و گارنت در گارنت شیبسته‌ها (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ))..... ۹۲
- شکل ۳-۷۶- کانی‌های استارولیت با ماکل زانویی (مطالعه در ppl (سمت راست) و xpl (سمت چپ))..... ۹۳
- شکل ۳-۷۷- الف) وجود کوارتزهای فراوان در کوارتزیت‌ها؛ ب) رگچه‌های بیوتیت در مرز کانی‌های کوارتز..... ۹۴
- شکل ۴-۱- موقعیت سنگ‌های فلسیک منطقه مورد مطالعه بر اساس نمودار O'Connor (1965)..... ۹۹
- شکل ۴-۲- جایگاه سنگ‌های منطقه مورد مطالعه در نمودار Middlemost (1985)..... ۱۰۰
- شکل ۴-۳- نمودار پارامترهای R1 و R2 و موقعیت سنگ‌های منطقه در آن..... ۱۰۱
- شکل ۴-۴- تعیین سری‌های ماگمایی سنگ‌های مورد مطالعه در نمودار..... ۱۰۲
- شکل ۴-۵- تعیین سری‌های ماگمایی سنگ‌های منطقه در نمودار TAS..... ۱۰۳
- شکل ۴-۶- تعیین سری‌های ماگمایی سنگ‌های گرانیته‌ی منطقه مورد مطالعه در نمودار AFM..... ۱۰۳
- شکل ۴-۷- تعیین سری‌های ماگمایی گرانیته‌ی منطقه مورد مطالعه در نمودار K20-SiO2..... ۱۰۴
- شکل ۴-۸- طبقه‌بندی سنگ‌های مورد مطالعه بر اساس نمودار Shand (1943)..... ۱۰۵
- شکل ۴-۹- روابط بین سایر عناصر نسبت به SiO2 در سنگ‌های منطقه مورد مطالعه..... ۱۰۷
- شکل ۴-۱۰- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به Fe2O3..... ۱۰۸
- شکل ۴-۱۱- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به MgO..... ۱۰۸
- شکل ۴-۱۲- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به CaO..... ۱۰۹
- شکل ۴-۱۳- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به Al2O3..... ۱۱۰
- شکل ۴-۱۴- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به Na2O..... ۱۱۱
- شکل ۴-۱۵- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به K2O..... ۱۱۲
- شکل ۴-۱۶- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به MnO..... ۱۱۲
- شکل ۴-۱۷- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به P2O5..... ۱۱۳
- شکل ۴-۱۸- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به TiO2..... ۱۱۴
- شکل ۴-۱۹- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به کروم و نیکل..... ۱۱۵
- شکل ۴-۲۰- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به وانادیم..... ۱۱۶
- شکل ۴-۲۱- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به باریم..... ۱۱۶
- شکل ۴-۲۲- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به روییدیم..... ۱۱۷
- شکل ۴-۲۳- نمودار تغییرات SiO2 نسبت به استرانسیوم..... ۱۱۸

- شکل ۴-۲۴- نمودار تغییرات SiO₂ نسبت به توریم..... ۱۱۹
- شکل ۴-۲۵- نمودار تغییرات SiO₂ نسبت به زیر کونیوم..... ۱۱۹
- شکل ۴-۲۶- نمودار تغییرات SiO₂ نسبت به لاتانیوم..... ۱۲۰
- شکل ۴-۲۷- الگوی توزیع عناصر کمیاب در سنگهای منطقه، به‌هنجار شده نسبت به مقادیر کندریتی..... ۱۲۱
- شکل ۴-۲۸- الگوی توزیع عناصر کمیاب در سنگهای منطقه، به‌هنجار شده نسبت به مقادیر گوشته اولیه..... ۱۲۳
- شکل ۴-۲۹- الگوی توزیع عناصر کمیاب، به‌هنجار شده نسبت به مقادیر N-MORB..... ۱۲۳
- شکل ۴-۳۰- مقایسه الگوهای عنکبوتی سنگهای منطقه با سنگهای توده نفوذی ماسوله..... ۱۲۵
- شکل ۴-۳۱- مقایسه الگوهای عنکبوتی سنگهای منطقه با سنگهای توده نفوذی شانگ‌یو..... ۱۲۶
- شکل ۴-۳۲- نمودار TiO₂- P₂O₅- MnO از Mullen,(1983)..... ۱۲۸
- شکل ۴-۳۳- نمودار Hf- Th- Ta از Wood,(1980)..... ۱۲۹
- شکل ۴-۳۴- نمودارهای متمایز کننده گرانیته‌ها بر اساس تغییرات Rb-Y-Nb و Rb-Yb-Ta..... ۱۳۰
- شکل ۴-۳۵- نمودار R1-R2, (1985), Batchelor & Bowden) برای تفکیک محیط‌های تکتونیکی..... ۱۳۱
- شکل ۴-۳۶- تقسیم‌بندی گرانیته‌ها بر اساس نمودار Maniar and Piccoli (1989)..... ۱۳۱

فهرست جدول‌ها

عنوان.....	صفحه.....
جدول ۲-۱- تقسیم‌بندی رسوبی ساختاری ایران (آقاباتی، ۱۳۸۵).....	۱۹.....
جدول ۳-۱- رده‌بندی سنگ‌های منطقه مورد مطالعه.....	۳۸.....
جدول ۴-۱- نتایج نورم به‌دست آمده از نرم افزار GCDKIT برای دو نمونه سنگی MJ-50 و MJ-45.....	۹۸.....

فصل اول

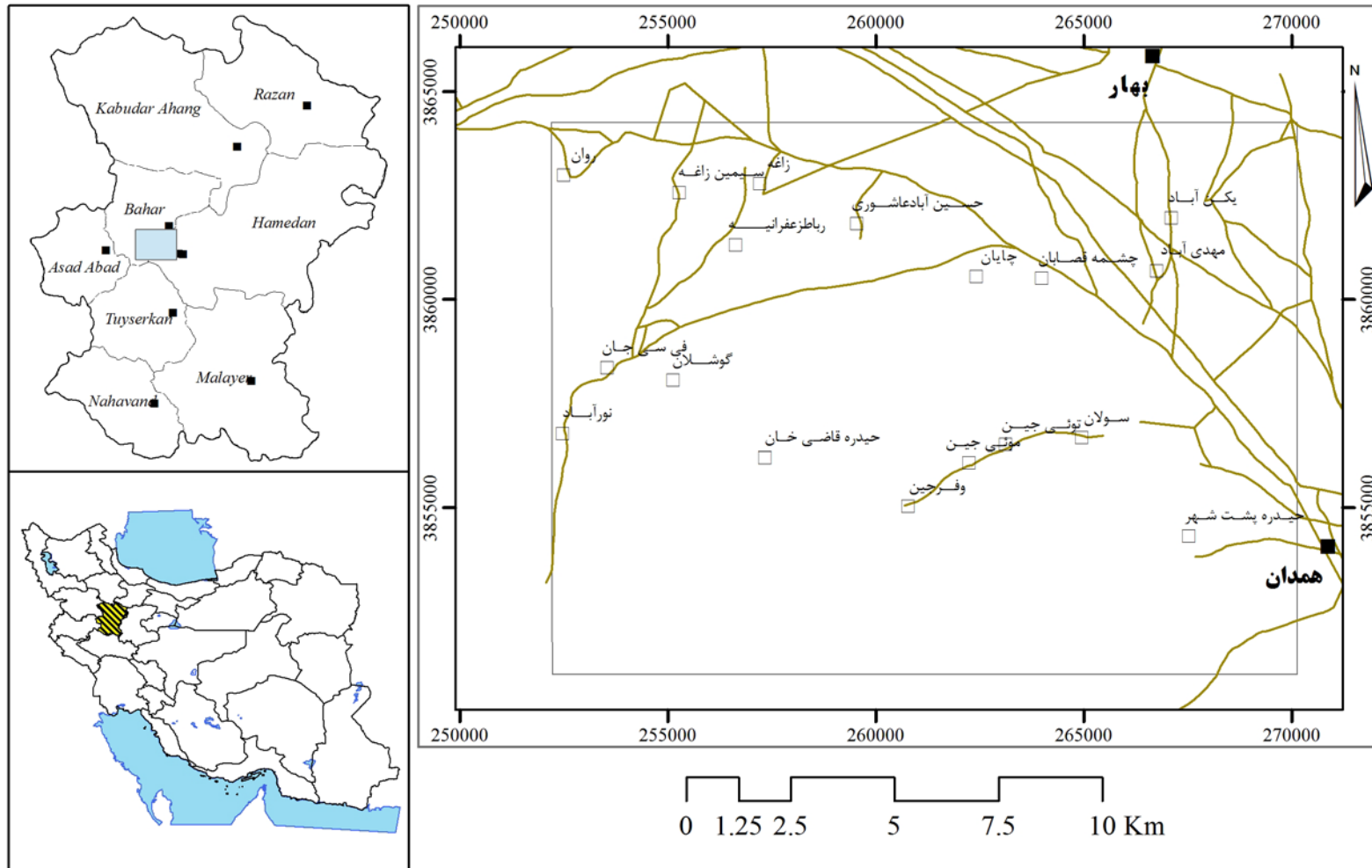
کلمات

۱-۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

توده نفوذی حیدرقاضی خان در طول‌های جغرافیایی $48^{\circ}18'43''$ تا $48^{\circ}26'14''$ خاوری و عرض‌های جغرافیایی $34^{\circ}40'47''$ تا $34^{\circ}51'54''$ شمالی در باختر شهر همدان و در فاصله ۱۵ کیلومتری آن در شمال کوه الوند قرار دارد (شکل ۱-۱). محدوده مورد مطالعه از خاور به روستاهای وفرجین و مریجین، از شمال به روستاهای حسین‌آباد بهار و رباط زعفرانی، از باختر به روستای پی‌سی‌جان، از جنوب‌باختری به روستای وهتان، از جنوب به کوه خون، از جنوب خاوری به کوه حیدره و از جنوب‌باختری به کوه یاقوشه محدود است.

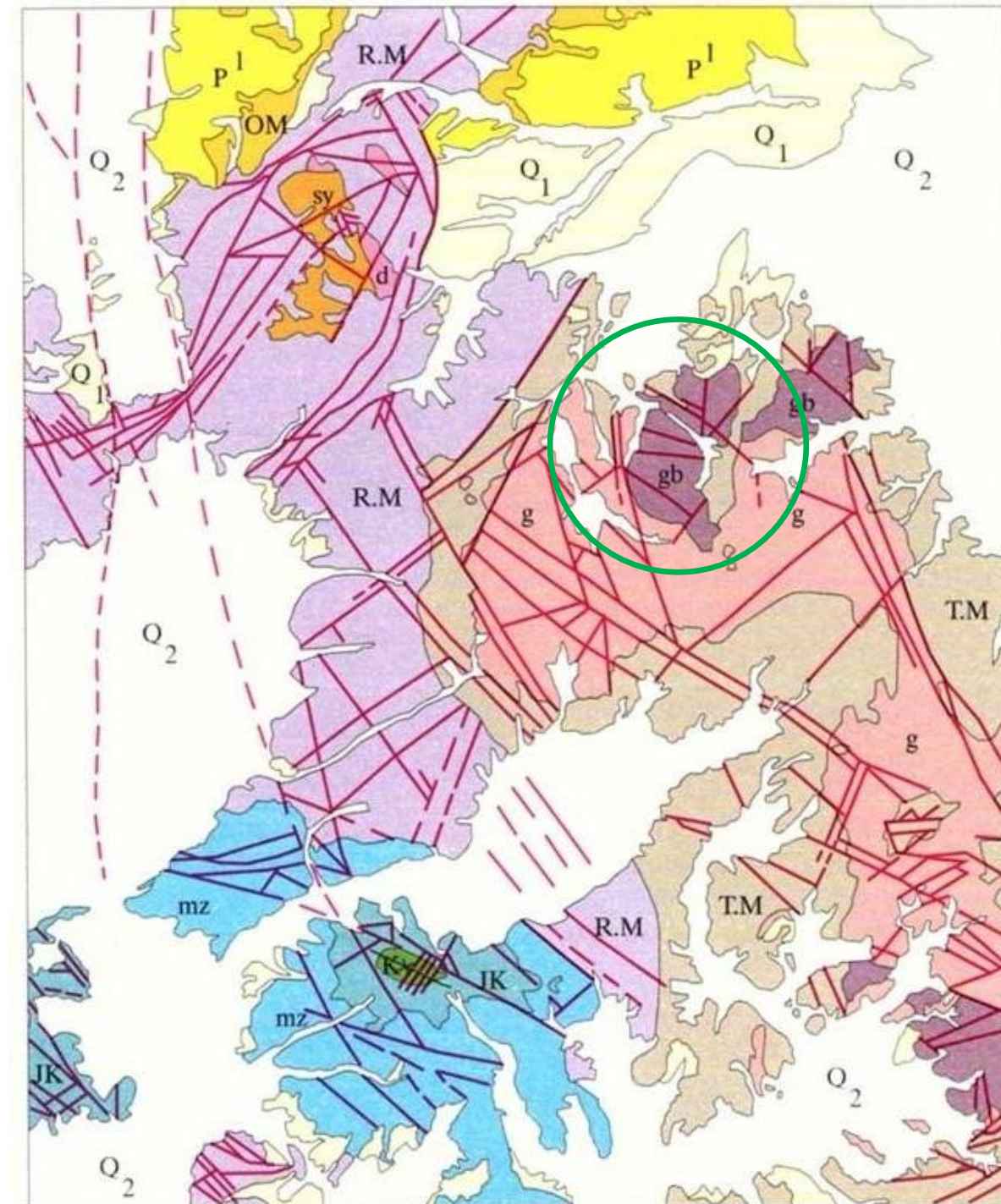
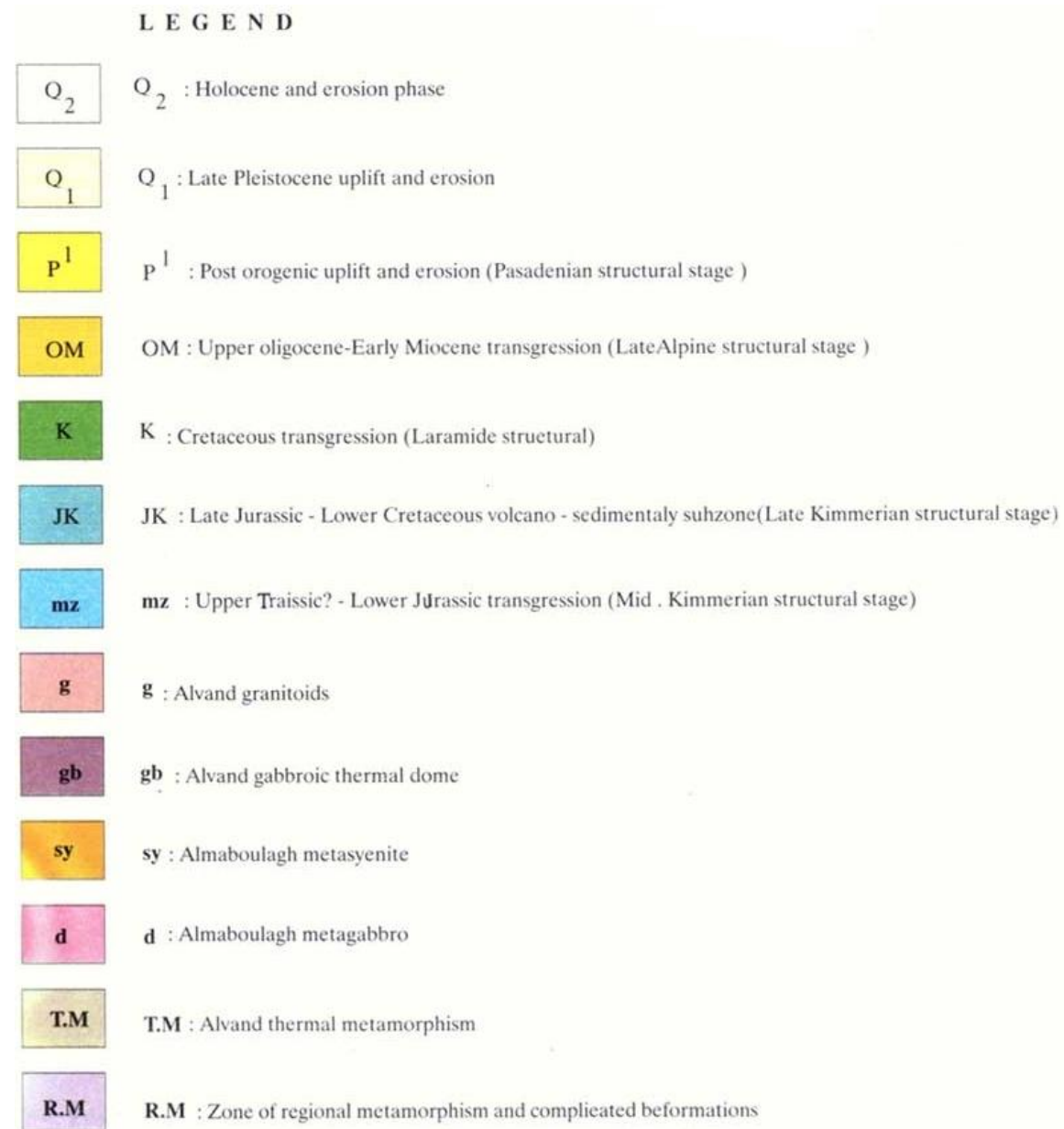
این توده با مساحتی در حدود ۱۵ کیلومتر مربع در بین واحدهای دگرگونی مجاورتی ناشی از نفوذ باتولیت الوند (صادقیان، ۱۳۷۳) قرار دارد. بلندترین نقطه منطقه مورد مطالعه در ارتفاع ۲۴۵۹ متر از سطح دریا قرار گرفته است.

منطقه مورد مطالعه در گوشه شمال‌باختری نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ همدان (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۱)، شمال خاوری نقشه ۱:۱۰۰,۰۰۰ توپسرکان (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۰) (شکل ۱-۲) و در زون سنندج^۰ سیرجان (آقانباتی، ۱۳۸۵) قرار دارد. دسترسی به منطقه مورد مطالعه از طریق جاده آسفالته همدان^۰ قروه و دوراهی پی‌سی‌جان مقدور است (شکل ۱-۳).



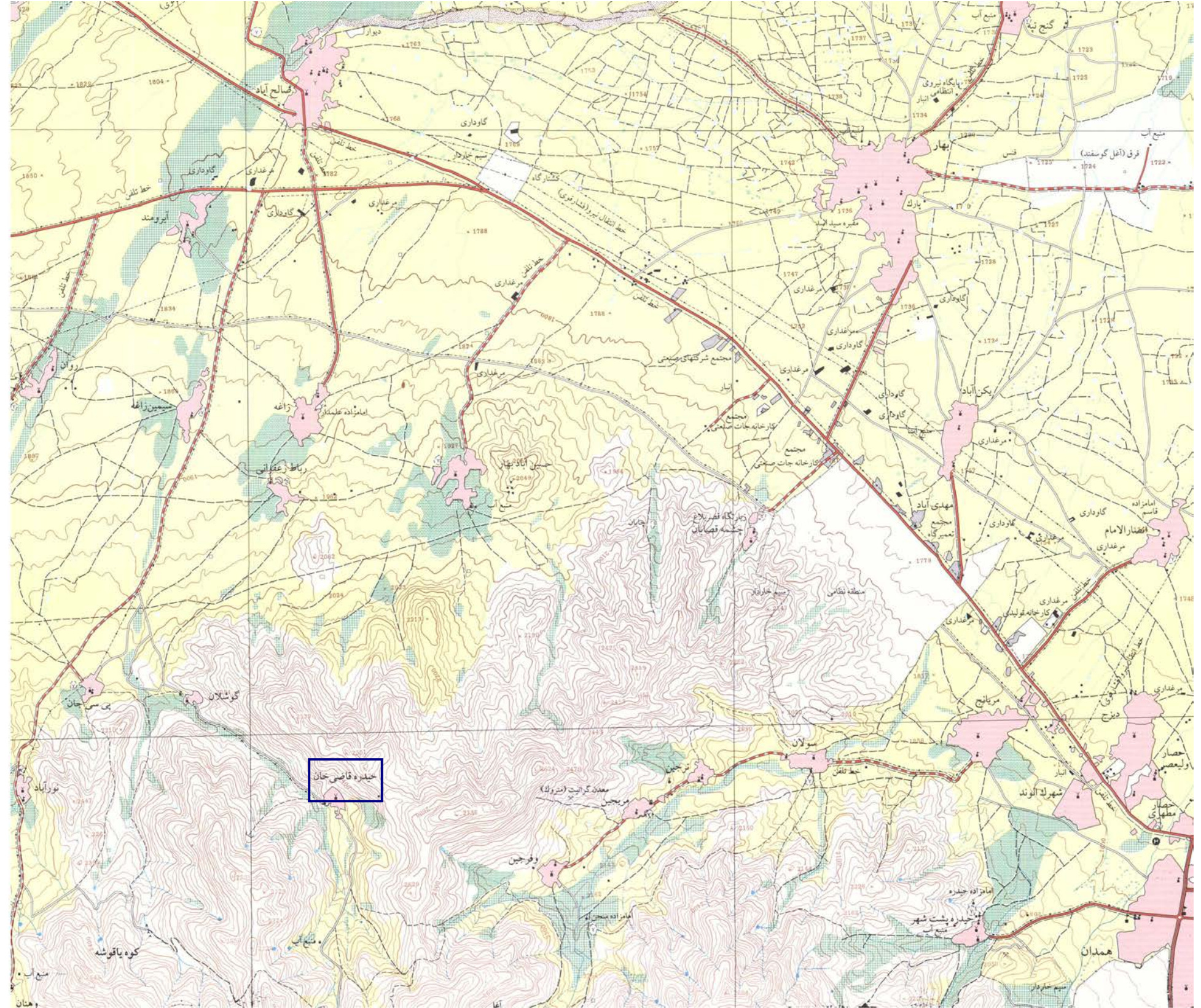
شکل ۱-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Generalized geological map of the Tuyserkan sheet



Scale : 1:400,000

شکل ۱-۲- موقعیت زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (O) در نقشه زمین شناسی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ توپسرکان (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۰)



شکل ۱-۳- راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه (□) در نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ همدان (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۷۷)

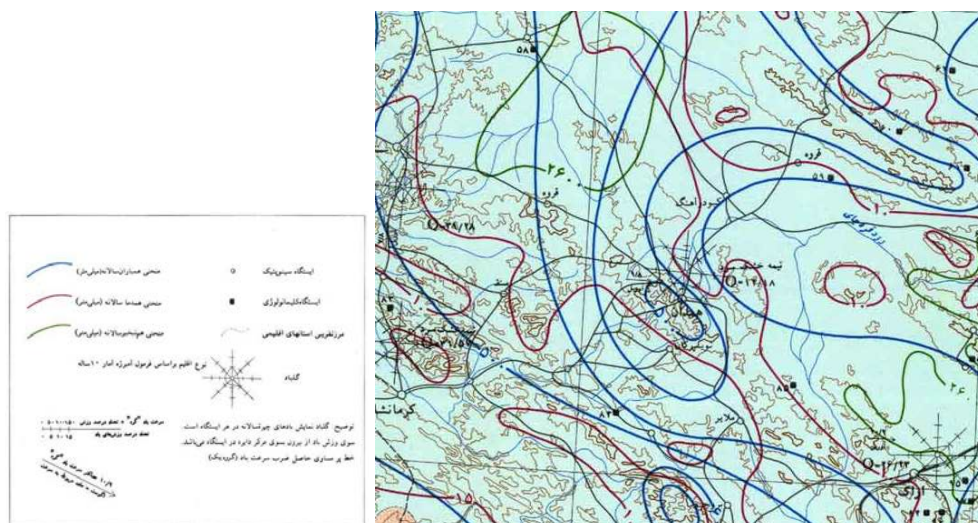
۱-۲- هدف از مطالعه

تدوین این پایان نامه به منظور نیل به اهداف زیر صورت گرفته است:

۱. بررسی پتروگرافی سنگ‌های مافیک - حدواسط محدوده مورد مطالعه.
۲. بررسی ژئوشیمی سنگ‌های مافیک ° حدواسط.
۳. شناخت تاریخچه سنگ‌های مافیک ° حدواسط و ارتباط آن‌ها با سنگ‌های گرانیتی.
۴. بررسی تاثیر فرایند متاسوماتیزم بر روی سنگ‌های مافیک و حدواسط.
۵. تعیین محیط تکتونوماگمایی سنگ‌های مافیک-حدواسط بر پایه آنالیزهای شیمیایی.

۱-۳- آب و هوای محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه از جمله نواحی کوهستانی باختر ایران، با بارش سالانه حدود ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر به صورت برف، باران و تگرگ است. متوسط دمای سالانه در این منطقه حدود ۱۰ درجه سانتیگراد و تبخیر سالانه آن کمتر از ۲۵۰۰ میلی‌متر است. با توجه به نقشه اقلیم‌شناسی ایران (شکل ۱-۴) اقلیم این منطقه از نوع نیمه‌خشک و سرد، سرد و شدیداً سرد در زمستان و معتدل و نیمه گرم و خشک در تابستان، می‌باشد.



شکل ۱-۴- نقشه اقلیم‌شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از سایت سازمان زمین‌شناسی کشور)

۱-۴- پوشش گیاهی و زندگی جانوری منطقه مورد مطالعه

پوشش گیاهی غالب در رشته کوه الوند گون است. گون از گیاهان بوته‌ای و خاردار است و از ساقه آن صمغی به نام کتیرا می‌گیرند. محصول این گیاه در صنایع چسب و نساجی کاربرد دارد. در فصول معتدل سال به ویژه در بهار هر جا که برف‌ها ذوب می‌شوند، ابتدا گل یخ می‌روید که گلی سفید و زیباست. در اطراف چشمه‌ها و چمن‌زارها، گل‌های زرد و بنفش و گل‌های لاله، آلاله، سوسن و گیاهانی از قبیل پونه، آزره، مقرا، گزنه، ریواس، موسیر کنگر، شیرین بیان، طوطیا به وفور می‌روید که بعضی از آنها خوراکی و برخی دارویی‌اند.

جانوران مختلف مانند گرگ، روباه، خرگوش، شغال، سمور، عقاب سیاه، دال، قوچ، میش، بز کوهی کبک، کبوتر و عقاب دشت در این محدوده دیده می‌شوند.

۱-۵- زمین ریخت‌شناسی منطقه مورد مطالعه

ناهمواری‌های منطقه در پیوند با ویژگی‌های سنگ‌شناختی و پدیده‌های تکتونیکی شکل گرفته‌اند و از دیدگاه زمین ریخت‌شناسی زمین به صورت زیر می‌باشند:

رخمون‌های سنگ‌های گوناگون به لحاظ ناهمگن بودن جنس سنگ‌ها (شیست، هورنفلس، گرانیت و گابرو) شبکه‌های آبراهه‌ای دندریتی دارند. در ضمن سنگ‌های دگرگونه هورنفلسی نسبت به دیگر سنگ‌های دگرگونی ریختار خشن‌تری را ایجاد نموده‌اند.

رخمون‌های سنگ‌های گرانیتوئیدی و گابرویی به طور معمول نقاط مرتفع را پدید آورده و در بیشتر جاها دارای قله‌هایی با شیب دامنه‌ای یکنواخت و تنداند و به طور مستقیم توسط دامنه‌ها احاطه می‌شوند. واحدهای سنگی ga، gba، hc، hc.a و hsi (در نقشه زمین‌شناسی ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ تویسرکان) در دامنه‌ها دارای قطعات واریزه‌ای بسیار درشت‌اند و در جاهایی به عنوان سنگ‌های تزئینی بهره‌برداری می‌شوند (شکل ۱-۵). در بعضی واحدهای ga و gba نوعی فرسایش پوست‌پیزی و اشکال تافونی به

صورت حفرات کم ژرفا و منحنی شکل دیده می شوند (شکل ۱-۶). همچنین هوازدگی حفره دار (شکل ۱-۷) و دگرسانی لانه زنبوری (شکل ۱-۸) در این سنگ ها دیده می شود.

علت ایجاد فرسایش پوست پیازی در این سنگ ها به این صورت می باشد: از آن جایی که اغلب سنگ های منطقه مورد مطالعه دارای رنگ تیره می باشند، در ساختمان آن ها آهن دو ظرفیتی به کار رفته است. چون آهن میل ترکیبی شدیدی با اکسیژن دارد، در اکسیداسیون مستقیم آن و تبدیل به آهن سه ظرفیتی، بار الکتریکی شبکه نامتعادل شده و باعث می شود که آهن سه ظرفیتی و کاتیون های دیگر شبکه بلور را ترک کرده و باعث بی ثباتی آن گردند. در اثر سایر عوامل هوازدگی، آهن دو ظرفیتی که به طور غیر مستقیم از کانی های آبدار آزاد می شود، به دلیل خاصیت موئین به سطح کشیده شده و در معرض آب های حاوی اکسیژن به هیدروکسید آهن تبدیل می گردد. تکرار این فرایند سبب ته نشینت های متناوب به شکل حلقه های متحدالمرکز به رنگ های زرد و قهوه ای متمایل به زرد در سنگ ها می شود. پوسته پوسته شدن سنگ ها خود عاملی جهت جایگزینی اکسیدهای آهن به شمار می آید (قاسمی، ۱۳۸۲).

رخمون های سنگ های آذرین درونی، با شیب توپوگرافی متوسط تا تند، به طور معمول به صورت کوه های بلند و با حالت صخره ای دیده می شوند. به طور کلی سنگ های واحدهای gba و d.gb و همچنین سنگ های دگرگونی هورنفلسی نسبت به واحد ga توپوگرافی ملایم تری دارند. از این رو در سنگ های گرانیتی دره های ژرف با شیب متوسط تا تند و به شکل V دیده می شود. به طور کلی مهم ترین پدیده های ریخت شناسی منطقه مورد مطالعه عبارتند از کوهستان، مخروطه افکنه و پادگانه آبرفتی.