

بِسْمِ ... الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم پایه

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی دکتری رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

مطالعه ماگماتیسم توده گرانودیوریتی منطقه جنوب قروه (کردستان)

استاد راهنما:

دکتر محمود خلیلی

استاد مشاور:

دکتر علی اصغر سپاهی گرو

پژوهشگر:

اشرف ترکیان

انجمن استادیاران
شهریارک

۱۳۸۸ / ۴ / ۶

خرداد ماه ۱۳۸۷

۱۱۴۲۹۹

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی دکتری رشته ی زمین شناسی گرایش پترولوژی
مطالعه ماگماتیسیم توده گرانودیوریتی منطقه جنوب قروه (کردستان)

در تاریخ ۸۷/۳/۱۳ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

امضا
امضا
امضا
امضاء
امضا
امضاء
امضای مدیر گروه

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر محمود خلیلی با مرتبه ی علمی دانشیار

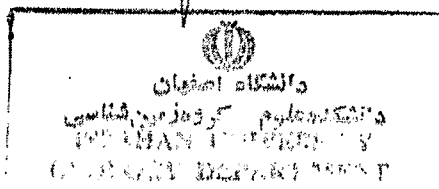
۲- استاد مشاور پایان نامه دکتر علی اصغر سپاهی گرو با مرتبه ی علمی دانشیار

۳- استادان داور داخل گروه دکتر موسی نقره نیان با مرتبه ی علمی دانشیار

۴- استادان داور داخل گروه دکتر سعید محسن طباطبائی منش با مرتبه علمی استادیار

۴- استادان داور خارج از گروه دکتر علی درویش زاده با مرتبه ی علمی استاد

۵- استادان داور خارج از گروه دکتر فریبرز مسعودی با مرتبه علمی استادیار



سپاسگزاری

بی شک ناشناخته‌های جهان بی‌انتها، بسیار فراتر از آنست که انسان به دامنه و حدود آن پی ببرد. اما وظیفه‌ی هر دانش پژوهی است که در حد توان و امکانات خویش، در کشف اسرار خلقت کوشا باشد. پروردگارا، تورا سپاس می‌گویم که به من توفیق گام نهادن در عرصه علم و دانش را ارزانی داشتی و در این راه پشتکار و صبر را روزافزون بر من عطا فرمودی. از این پس امید یاری و توفیق بیشتر از تو دارم.

در راستای گشودن راز چگونگی تشکیل و منشا بخشی از سنگ‌های آذرین پهنه سندج - سیرجان، موضوع " مطالعه ماگماتیسیم توده گرانودیوریتی منطقه جنوب قروه - کردستان" انتخاب گردید. استاد گرامی و ارجمند، جناب آقای دکتر محمود خلیلی با رهنمودها، بازندها و اصلاحات نوشتاری، اینجانب را در به انجام رسانیدن اهداف مورد نظر، هدایت و راهنمایی نمودند و پیش از این نیز از دانش‌شان در آموزش دروس زمین شناسی و مدیریت گروه بهره‌مند بوده‌ام. لذا همواره به خاطر زحمات بیدریغ، از ایشان کمال تشکر و قدردانی را ابراز می‌نمایم.

از استاد مشاور گرامی و محترم جناب آقای دکتر علی اصغر سپاهی گرو سپاسگزاری و قدردانی می‌نمایم. ارشادات ارزنده‌ی، همفکری‌های علمی و نیز راهنمایی‌های‌شان در زمینه اصلاحات نوشتاری برای اینجانب مفید فایده و مثمر بوده است.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر حسین معین وزیری که انتخاب محل پایان نامه با مشاوره صورت پذیرفته، کمال تقدیر و تشکر را دارم.

از اساتید بزرگوار آقایان: دکتر ایرج نور بهشت، دکتر موسی نقره‌ئیان و دکتر محمد محجل که افتخار تلمذ و شاگردی‌شان را، در دانشگاه اصفهان، داشته‌ام نیز کمال سپاس و امتنان را دارم. چه بسیار نکات علمی و ظرایف اخلاقی در این کلاس‌ها آموختم که هرگز فراموش من نخواهند شد.

اکنون از داوران و اساتید ارجمند که حاصل دسترنج تلاش و پشتکار مرا، برای دریافت درجه دکتری، به داوری نشسته‌اند، صمیمانه تقدیر می‌نمایم و رهنمودهای ایشان را که برای غنای هر چه بیشتر این نوشتار ارائه می‌گردد، با کمال خضوع می‌پذیرم.

از مدیران فعلی و سابق گروه زمین شناسی، دکتر همایون صفائی و دکتر حسین وزیری مقدم و نیز دکتر علی صیرفیان و دکتر قدرت ترابی (مسئولین تحصیلات تکمیلی گروه) به سبب مساعدت‌هایشان در تسهیل امور آموزشی و اداری، قدردانی می‌کنم.

مشاوره و محبت تمامی دوستان و همکلاسی‌های گرامی، که به انحاء مختلف، در مدت تحصیل، از آن بهره‌مند بوده‌ام و ذکر نام همه آنها در این کوتاه نوشتار، مقدور نمی‌باشد، موجب تقدیر است.

دعای خیر پدر و مادرم و مهربانی‌های خواهران و برادرانم را از یاد نمی‌برم، سلامتی و عزت را برای تک- تک ایشان آرزومندم و تقدیر فراوان خویش را تقدیمشان می‌کنم.

در خاتمه نظریه اینکه مساعدت‌ها و همراهی‌های همسر گرامیم در انجام این مهم، بسیار صبورانه و خالصانه بوده است، ضمن آرزوی تندرستی و سربلندی نیز از ایشان صمیمانه کمال سپاسگزاری و امتنان را دارم.

تقدیم به:

همسر گرامی

و

دختر عزیزم (کیاندخت)

چکیده

توده گرانودیوریتی جنوب قروه، که در این پژوهش "مجموعه پلوتونیک قروه" خوانده می‌شود، در ۸۰ کیلومتری شمال غرب همدان، در غرب ایران، با مختصات جغرافیائی ۴۲° ۴۷' تا ۴۸° طول شرقی و ۳۴° ۵۰' تا ۳۵° عرض شمالی قرار دارد. بر اساس مشاهدات صحرایی و ویژگی‌های کانی‌شناسی این مجموعه متشکل از سه واحد اصلی گرانودیوریت، گرانیت و دیوریت است که با نفوذی‌های گابروئی همراه می‌باشند. سنگ‌های رسوبی - آتشفشانی که در مزوزوئیک (کرتاسه زیرین - ژوراسیک بالائی) متحمل دگرگونی ناحیه‌ای گردیده، توسط پلوتونیک مورد مطالعه قطع شده است. توده گابروئی این مجموعه در ۳۸-۴۰ میلیون سال پیش جایگزین شده است. واحد دیوریتی با ترکیب کانی‌شناسی پلاژیوکلاز، پیروکسن، هورنبلند و گاهی آلکالی فلدسپار و کوارتز شامل دیوریت، کوارتز دیوریت، کوارتز مونزونیت و مونزودیوریت است. مهمترین ویژگی‌های واحد گرانودیوریتی بافت گرانولار، فراوانی هورنبلند و وجود انکلاوهای میکروگرانولار مافیک می‌باشد. انکلاوهای میکروگرانولار مافیک با ترکیب دیوریتی و اندازه عمدتاً ۱۰ تا ۴۰ سانتی‌متر نیمه بیضوی تا زاویه‌دارند و در محل تماس با سنگ میزبان‌شان دارای حاشیه انجماد سریع هستند. طیف ترکیب سنگ - شناسی واحد گرانیتی با داشتن مقادیر متفاوتی از کوارتز، پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپار از مونزوگرانیت تا آلکالی‌گرانیت تغییر می‌کند. عمده‌ترین کانی فرومنیزین این واحد بیوتیت است. شاخص‌های کانی‌شناسی (حضور هورنبلند، اسفن، مگنتیت) و ژئوشیمیائی (ASI کمتر از یک، محتوای بالای CaO، Na₂O و Sr، سیر نزولی P₂O₅ با افزایش سیلیس) گرانیتوئید مورد مطالعه را مشابه گرانیتوئیدهای نوع I نموده است. بیوتیت‌های واحد گرانودیوریت با ترکیب شیمیائی ۶/۷۱ - ۷/۱۱ - ۳/۳۵ - ۳/۵۲ = TiO₂، ۲۴/۰۵ - ۲۵/۶۷ = MnO + FeO^{total} و نیز FeO^{total} / MgO + FeO^{total} حدود ۰/۷، محتوای Al (در واحد فرمولی) برابر با ۲، MgO از ۶/۶ تا ۷/۲ و Al₂O₃ بالاتر از ۱۴ در زیر گروه بیوتیت‌های نوع آنیت قرار می‌گیرند. این داده‌ها به سرشت کالک آلکالن ماگمای سازنده اشاره دارد. هم چنین آمفیبول‌های این واحد، از نوع کلسیک و از زیر مجموعه منیزو هورنبلند می‌باشد که با دارا بودن مقدار $Al^{total} < 1/3$ و $Ti = 0/98 - 0/11$ (هر دو در واحد فرمولی)، بر پایین بودن فشار حاکم بر تبلور و فوگاسیته اکسیژن بالا دلالت دارند. فشارسنجی به روش محتوی Al هورنبلند موجود در واحد گرانودیوریتی حداکثر فشار ۲/۱ کیلوبار را مشخص می‌نماید که معادل گرانیتوئیدهای کم عمق می‌باشد. افزون بر این، دماسنجی به روش‌های زوج کانی‌های هورنبلند - پلاژیوکلاز و بیوتیت - گارنت، دمای زمان جایگیری توده گرانودیوریت را ۶۹۷-۶۸۱ سانتی‌گراد و دمای به تعادل رسیدن بیوتیت و گارنت در هورنفلس‌ها را ۴۳۸ تا ۵۳۷ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد. مجموعه پلوتونیک قروه متعلق به سری کالک آلکالن با پتاسیم متوسط و به سبب A/CNK کمتر از یک و A/NK بین ۰/۹ تا ۲/۸ و دارای طبیعت متا آلومینه تا کمی پراآلکالن است. بررسی روند تغییرات عناصر در نمودارهای هارکر نشان می‌دهد که سری مافیک (گابرو و دیوریت) از سری فلسیک (گرانودیوریت و گرانیت) مجزا و فاقد هم‌پوشانی می‌باشند و احتمالاً از منشا متفاوتی سرچشمه گرفته و یا تحت تاثیر فرایندهای ماگمایی متفاوت واقع شده‌اند. با افزایش مقدار سیلیس ماگما عناصر La، U، Th و Rb افزایش و Sr، V، Cr و Ni کاهش نشان می‌دهند در حالیکه Nb و Ba همانند Al₂O₃ و Na₂O روند زنگ ماندی را دارند. واحد دیوریتی و گابروئی دارای Sr/Nd بالا - Rb پایین، آنومالی منفی Eu، الگوهای REE تفریق یافته، HREE مسطح در حالی که واحدهای فلسیک دارای Sr/Nd پایین - Rb بالا، آنومالی منفی Eu مشخص تر و الگوهای REE شدیداً تفریق یافته را نشان می‌دهند.

نمودار Th در مقابل V و Rb در مقابل Sr بر تاثیر آرایش ماگمایی در کنار فرایند اصلی ذوب بخشی دلالت دارد. سنگ-های گرانیتوئیدی مورد مطالعه به سبب غنی بودن از عناصر لیتوفیل بزرگ یون (LILE) و تهی شدگی از عناصر با شدت میدان قوی (HFSE) به گرانیتوئیدهای آرایش یافته با مواد پوسته‌ای و نیز گرانیتوئیدهای قوس آتشفشانی مرتبط با مناطق فرورانش شباهت دارند. داده‌های عناصر کمیاب در نمودارهای Rb/10-Hf-Ta×3, Rb/30-Hf-Ta×3, La/Yb در مقابل Th/Ta, Th/Yb در مقابل Yb منعکس کننده‌ی نفوذ این گرانیتوئید در یک محیط مرتبط با قوس آتشفشان در حاشیه‌ی فعال قاره‌ای است که با توجه به پیشینه زمین‌شناسی منطقه، با فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر ایران مرکزی مرتبط می‌باشد. در واحد گرانودیوریتی و گرانیتی تمرکز بسیار پایین عناصر واسطه، فراوانی ناچیز عناصر La, Ba, Th و Nb در مقایسه با گوشته غنی شده، پایین بودن مقدار Mg# و حجم زیاد ماگمای فلیسیک از جمله دلایلی هستند که بر رد مدل تبلور تفریقی از یک ماگمای والد مافیک گوشته‌ای و هضم سنگ‌های پوسته‌ای در مسیر صعود این ماگما دلالت دارد. لذا بایستی منشأ این ماگما پوسته و یا حداقل دخالت منابع پوسته‌ای در تشکیل آن موثر بوده باشد. سنگ‌های گرانودیوریتی و گرانیتی حاوی میزان متوسطی از $Al_2O_3/(MgO + FeO^{total})$ و $CaO/(MgO + FeO^{total})$ هستند که بیانگر ذوب بدون آب پروتولیت نوع متاگریواک‌ها است. تشکیل ماگمای دیوریتی به طریق مکانیسم ذوب بخشی بدون آب پوسته اقیانوسی فرورانده و یا ذوب بخشی گوه گوشته‌ای متاسوماتیک در بالای صفحه فرورانش باتوجه به فقدان گارنت در باقی‌مانده‌ی حاصل از ذوب (الگوهای عناصر نادر خاکی سنگین (HREE) تفریق نیافته، کمی نسبت $(La/Yb)_N$ ، فراوانی زیاد Y، بالا بودن نسبت Sr/Y در این سنگ‌ها) و عدم دستیابی به شیب زمین گرمائی لازم در مناطق فرورانش هم چون پهنه سندنج-سیرجان مورد قبول نمی‌باشد. در این واحد به‌طور مشخص تمرکز عناصر La, Th, Nb و Ba کمتر از مقادیر فرض شده برای یک سنگ مشتق از یک منبع گوشته‌ای غنی شده است و بیشتر با فراوانی این عناصر در ترکیب پوسته‌ی میانی مشابهت نشان می‌دهد. افزون بر این، دیوریت دارای نسبت‌های $Al_2O_3/(MgO + FeO^{total})$ به میزان ۰/۹۸ تا ۱/۵۴ و $CaO/(MgO + FeO^{total})$ برابر ۰/۵۹ تا ۰/۷۱ می‌باشد. بنابراین احتمالاً دیوریت از پوسته مافیک زیرین مشتق شده و آمفیبولیت‌ها و متاتولیت‌ها را می‌توان بعنوان پروتولیت این سنگ‌ها معرفی نمود. نفوذ ماگماهای بازیک علاوه بر اینکه گرمای مورد نیاز برای ذوب بخشی در این ناحیه را فراهم نموده در ایجاد فرایند آمیختگی ماگمایی در این مجموعه نیز تاثیرگذار بوده است.

کلید واژه‌ها: پلوتونیک، گرانودیوریت، گرانیت، سنگ‌های مافیک، متاگریواک، متاتولیت، پوسته زیرین، سابداکشن،

سندنج-سیرجان، قروه، کردستان.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: کلیات و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

- ۱-۱ کلیات ۱
- ۱-۱-۱ مقدمه ۱
- ۱-۱-۲ اهداف ۲
- ۱-۱-۳ روش کار و معرفی مراکز انجام آزمایشات ۲
- ۱-۱-۴ موقعیت جغرافیائی و راه های دسترسی ۲
- ۱-۱-۵ جغرافیایی طبیعی و ساختار اجتماعی ۳
- ۱-۱-۶ ریخت شناسی ۴
- ۱-۱-۷ پیشینه مطالعات زمین شناسی منطقه ۶
- ۲-۱ زمین شناسی پهنه سنندج-سیرجان و منطقه مورد مطالعه ۸
- ۱-۲-۱ مقدمه ۸
- ۲-۲-۱ وضعیت زمین شناسی پهنه سنندج - سیرجان ۹
- ۳-۲-۱ وضعیت زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ۱۴
- ۱-۳-۲-۱ چینه شناسی ۱۴
- ۱-۳-۲-۱ واحد کمپلکس دگرگونه سرتیپ آباد ۱۵
- ۱-۳-۲-۱ دولومیت و سنگ آهک با تبلور مجدد همراه با میان لایه‌هایی از شیست ۱۵
- ۱-۳-۲-۱ تناوبی از مرمر و آمفیبولیت ۱۵
- ۱-۳-۲-۱ متاریولیت و سنگ آهک بلورین ۱۵
- ۱-۳-۲-۱ سنگ آهک و دولومیت ۱۶
- ۱-۳-۲-۱ تناوبی از متاولکانیک‌ها و مرمر ۱۶
- ۱-۳-۲-۱ مجموعه‌ی میکاشیست- اسلیت و سنگ‌های آهکی بلورین ۱۶
- ۱-۳-۲-۱ مرمر سفیدرنگ ۱۷
- ۱-۳-۲-۱ مرمر ضخیم لایه سیاه رنگ ۱۷
- ۱-۳-۲-۱ تناوبی از شیست- مرمر- متاولکانیک- کوارتزیت ۱۷
- ۱-۳-۲-۱ میکاشیست با درون لایه‌هایی از مرمر ۱۹

۲۰-۱-۳-۲-۱	تنابویی از آمفیبول شیست و مرمر با عدسی هایی از سیلیس	۲۰
۲۰-۱-۳-۲-۱	پادگانه های آبرفتی مرتفع	۲۰
۲۰-۱-۳-۲-۱	نهبشته های آبرفتی پست و کم ارتفاع	۲۰
۲۰-۱-۳-۲-۱	آبرفت های عهد حاضر	۲۰
۲۰-۲-۱	دگرگونی مجاورتی	۲۰
۲۳-۲-۱	دگرگونی دینامیک	۲۳
۲۴-۲-۱	زمین شناسی ساختمانی	۲۴
۲۴-۲-۱	گسل ها و درزه ها	۲۴

فصل دوم : مشاهدات صحرائی و پتروگرافی

۱-۲	مقدمه	۲۷
۲-۲	مشاهدات صحرائی و پتروگرافی واحدهای مافیک	۳۰
۱-۲-۲	گابروها	۳۰
۲-۲-۲	دیوریتها	۳۵
۳-۲-۲	دایکهای مافیک	۳۸
۳-۲	مشاهدات صحرائی و پتروگرافی واحدهای فلسیک	۳۹
۱-۳-۲	گرانودیوریتها	۴۰
۲-۳-۲	گرانیتها	۴۲
۳-۳-۲	دایکهای اسیدی (آپلیتها)	۴۳
۴-۲	مشاهدات صحرائی و پتروگرافی انکلاوها	۴۴
۱-۴-۲	انکلاوهای میکروگرانولار مافیک	۴۵
۲-۴-۲	انکلاوهای میکروگرانولار فلسیک	۴۹

فصل سوم: شیمی بلورها

۱-۳	مقدمه	۵۰
۲-۳	شیمی بیوتیت	۵۱

۴-۳ شیمی فلدسپارها.....	۵۹
۵-۳ زمین دما- فشار سنجی در توده گرانودیوریتی جنوب قروه	۶۳
۱-۵-۳ فشارسنجی براساس محتوی AI هورنبلند.....	۶۳
۲-۵-۳ نتایج فشارسنجی بر اساس محتوی AI در هورنبلند در واحد گرانودیوریت	۶۶
۳-۵-۳ زمین دماسنجی بر اساس زوج کانی‌های هورنبلند - پلاژیوکلاز.....	۶۶
۴-۵-۳ زمین دماسنجی به روش زوج کانی‌های بیوتیت-گارنت	۶۹
۶-۳ عمق جایگزینی توده گرانودیوریتی جنوب قروه.....	۷۲

فصل چهارم: ژئوشیمی

۱-۴ مقدمه	۷۳
۲-۴ طبقه بندی بر اساس الگوهای ژئوشیمیائی.....	۷۴
۱-۲-۴ نمودار مجموع آلکالی ها- سیلیس	۷۴
۲-۲-۴ نمودار K_2O در مقابل سیلیس	۷۴
۳-۲-۴ نمودار A/NK در مقابل A/CN.....	۷۴
۴-۲-۴ نمودار AFM	۷۶
۳-۴ نمودارهای تغییر ترکیب	۷۸
۱-۳-۴ عناصر اصلی	۷۹
۲-۳-۴ عناصر کمیاب و نادر خاکی	۸۰
۳-۳-۴ نمودارهای چند عنصری و عنکبوتی.....	۹۱
۴-۴ تیپولوژی مجموعه مورد مطالعه	۹۵

فصل پنجم: جایگاه تکتونیکی

۱-۵ مقدمه	۹۷
۲-۵ محیط تکتونیکی مجموعه پلوتونیک قروه.....	۹۷

فصل ششم: پتروژنز

- ۱-۶ مقدمه ۱۰۹
- ۲-۶ منشأ ماگماهای سازنده واحدهای گرانودیوریت و گرانیت ۱۰۹
- ۳-۶ منشأ ماگمای سازنده واحد دیوریتی ۱۱۴

فصل هفتم: خلاصه و نتیجه گیری

- ۱-۷ خلاصه و نتیجه گیری ۱۱۷
- منابع و مآخذ ۱۲۳

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳.....	شکل ۱-۱ موقعیت شهر قروه و نقشه راه‌های ارتباطی آن با روستاهای پیرامون.....
۴.....	شکل ۲-۱ نمایی از بخش شمالی ارتفاعات دروازه، دارای روند شمالی-جنوبی.....
۵.....	شکل ۳-۱ دور نمایی از ارتفاعات شرقی - غربی بیر و پریشان، جنوب منطقه مورد مطالعه.....
۵.....	شکل ۴-۱ نمایی نزدیک تر از ارتفاعات بیر.....
۵.....	شکل ۵-۱ توده نفوذی گابروئی در پشت روستای مین آباد.....
۷.....	شکل ۶-۱ نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ توده گرانودیوریتی جنوب قروه.....
۹.....	شکل ۷-۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه در نوار چین خورده آلپ- هیمالیا.....
۱۰.....	شکل ۸-۱ واحدهای مهم تکتونیکی - چینه شناسی ایران و موقعیت منطقه مورد مطالعه.....
۱۲.....	شکل ۹-۱ تکامل ژئودینامیکی پهنه سنندج-سیرجان.....
۱۳.....	شکل ۱۰-۱ شکل نمادینی از مراحل مختلف تحول تکتونیکی شمال پهنه سنندج-سیرجان.....
۱۸.....	شکل ۱۱-۱ نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه با واحدهای مختلف لیتولوژی.....
۱۹.....	شکل ۱۲-۱ نمونه‌هایی از سنگ‌های دگرگونه پیرامون مجموعه مورد مطالعه.....
۲۲.....	شکل ۱۳-۱ نمونه‌ای از گارنت- هورنفلس.....
۲۲.....	شکل ۱۴-۱ نمونه‌ای از اسکارن اپیدوت-کوارتز.....
۲۵.....	شکل ۱۵-۱ نمودار گلسترخی درزه‌ها و گسل‌ها در گستره قروه.....
۲۹.....	شکل ۱-۲ نقشه ساده شده‌ی شکل (۱-۱) با واحدهای پلوتونیک.....
۳۴.....	شکل ۲-۲ قطعاتی از سنگ‌های مافیک (گابروها) درون گرانیتوئیدها (روستای مین آباد).....
۳۴.....	شکل ۳-۲ توده گابروئی مین آباد، نمونه دستی و تصویر میکروسکپی XPL از این گابرو.....
۳۵.....	شکل ۴-۲ توده گابروئی شیروانه همراه با نمونه دستی و تصویر میکروسکپی XPL از این گابرو.....
۳۷.....	شکل ۵-۲ نمونه‌هایی از دیوریت با ساخت گرانولار و دیوریت پورفیروئیدی به همراه تصاویر میکروسکپی.....
۳۸.....	شکل ۶-۲ نفوذ دایک مافیکی درون توده گرانیتی.....
۳۹.....	شکل ۷-۲ بافت افتیک در دایک مجیدآباد در شرایط XPL.....
۴۱.....	شکل ۸-۲ نمونه دستی گرانودیوریتی از مجید آباد و تصاویر میکروسکپی آن در XPL.....
۴۳.....	شکل ۹-۲ توده گرانیتی شمال زرینه، نمونه دستی و تصویری از مقطع نازک XPL آن.....
۴۴.....	شکل ۱۰-۲ نفوذ رگه‌ای فلسیک درون گرانودیوریت در مجید آباد.....

- شکل ۲-۱۱ پراکندگی انکلاوهای میکروگرانولار مافیک در میزبان گرانودیوریتی در شمال تکیه ۴۷
- شکل ۲-۱۲ انکلاوهای میکروگرانولار مافیک در حاشیه توده گرانودیوریتی (شمال تکیه)..... ۴۷
- شکل ۲-۱۳ تصاویر میکروسکوپی انکلاوهای میکروگرانولار مافیک (XPL)..... ۴۸
- شکل ۳-۱ نمودار ناشیت و همکاران برای تفکیک بیوتیت‌های اولیه از بیوتیت‌های ثانویه..... ۵۴
- شکل ۳-۲ نمودار آلومینیوم (Al^{IV}) در مقابل نسبت آهن کل به مجموع آهن و منیزیم $[FeO^{total}/(MgO + I$ ۵۵
- شکل ۳-۳ نمودار رده بندی عبدالرحمان و استوسی و کانی جهت تعیین سری ماگمایی گرانیتوئیدها..... ۵۵
- شکل ۳-۴ نمودار لیک و همکاران جهت تعیین درجه آکالینیت آمفیبول‌ها..... ۵۸
- شکل ۳-۵ نمودار نسبت محتوی $Mg/(Mg + Fe_2)$ به کل Si..... ۵۸
- شکل ۳-۶ نمودار Ab-Or-An نشان دهنده ترکیب پلاژیوکلازها در دیوریتها، گرانودیوریتها و گرانیتها..... ۶۰
- شکل ۳-۷ تصویر BSE نمونه‌ای از پلاژیوکلاز با رورشدی پرتیتی..... ۶۱
- شکل ۳-۸ نمودار نشان دهنده زونینگ مربوط به بلور پلاژیوکلاز در شکل ۳-۷..... ۶۱
- شکل ۳-۹ نمودار نتایج دماسنجی در هورنفلس به روش بیوتیت-گارنت با استفاده از جدول (۳-۷)..... ۷۱
- شکل ۴-۱ نمودار مجموع آلکالن- سیلیس و نمودار K_2O در مقابل سیلیس..... ۷۷
- شکل ۴-۲ نمودار تعیین درجه اشباعی از آلومینا مجموعه مورد مطالعه..... ۷۸
- شکل ۴-۳ نمودارهای هارکر برای عناصر اصلی..... ۸۴
- شکل ۴-۴ سیر نزولی فراوانی P_2O_5 با افزایش مقدار SiO_2 در مجموعه پلوتونیک مورد مطالعه..... ۸۵
- شکل ۴-۵ نمودار تغییرات هارکر برای عناصر کمیاب..... ۸۶
- شکل ۴-۶ نمودار تغییرات برخی دیگر از عناصر نادر..... ۸۷
- شکل ۴-۷ نمودار تغییرات Zr در مقابل افزایش درصد وزنی سیلیس..... ۸۷
- شکل ۴-۸ نمودار تغییرات نسبت Ba بر Sr/Nd و Sr در مقابل Ba..... ۹۰
- شکل ۴-۹ نمودار تغییرات عناصر سازگار در مقابل عناصر ناسازگار واحدهای سنگی مختلف مجموعه..... ۹۰
- شکل ۴-۱۰ نمودار Th/Yb در مقابل برای سنگ‌های نفوذی قروه..... ۹۱
- شکل ۴-۱۱ نمودارهای توزیع عناصر نادر خاکی و چند عنصری..... ۹۳
- شکل ۴-۱۲ فراوانی عناصر کمیاب در نمونه‌های واحدهای مافیک، نورمالیزه شده نسبت به مورب..... ۹۴

- شکل ۴-۱۳ نمودار فراوانی عناصر کمیاب و نادر خاکی در نمونه های مافیک نورمالیز شده نسبت به پوسته
 زیرین ۹۴
- شکل ۵-۱ نمودارهای مانیار و پیکولی برای تمایز گروههای مختلف گرانیتوئیدهای کوهزائی..... ۹۹
- شکل ۵-۲ نمودار $[R1=4Si-11(Na+k)-2(Fe+Ti)]$ و $R1-R2$ $[R2=6Ca+2Mg+Al]$ جهت تفکیک محیط -
 های مختلف گرانیتوئیدها ۹۹
- شکل ۵-۳ نمودار متمایزکننده ی گرانیتها براساس $Rb/30-Hf-Ta*3$ ۱۰۲
- شکل ۵-۴ نمودار تفکیک جایگاه تکتونیکی گرانیتها براساس $Rb/10-Hf-Ta*3$ ۱۰۲
- شکل ۵-۵ نمودارهای متمایز کننده محیطهای تکتونیکی گرانیتوئیدها..... ۱۰۲
- شکل ۵-۶ نمودار La/Yb در مقابل Th/Yb نمونه های مجموعه پلوتونیک قروه ۱۰۴
- شکل ۵-۷ نمودار Th/Ta در مقابل Yb ۱۰۴
- شکل ۵-۸ فرایندهای از دست دهی آب و تولید ماگما مطابق ساختمان حرارتی گوشته سرد- پوسته سرد..... ۱۰۷
- شکل ۶-۱ قلمروهای ترکیبی مذاب های تجربی مشتق از ذوب پلیتها، متاگری وکها و آمفیبولیتها..... ۱۱۳

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

- جدول ۱-۲ ترکیب کانی شناسی مودال تعدادی از سنگ‌های واحدهای مختلف مجموعه پلوتونیک قروه..... ۳۲
- جدول ۱-۳ نتایج داده‌های تجزیه میکروپروب پنج نمونه بیوتیت در چهار سنگ واحد گرانودیوریت..... ۵۲
- جدول ۲-۳ نتایج داده‌های تجزیه الکترون میکروپروب بیوتیت‌هایی از هورنفلس‌های مین آباد..... ۵۳
- جدول ۳-۳ نتایج داده‌های تجزیه میکروپروب آمفیبول‌های منتخب از واحد گرانودیوریتی..... ۵۷
- جدول ۴-۳ نتایج داده‌های تجزیه میکروپروب فلدسپارهای واحدهای مختلف مورد مطالعه..... ۶۲
- جدول ۵-۳ داده‌های تجزیه الکترون میکروپروب هورنبلندهایی از گرانودیوریت و درصد محتوی آنورتیت و آلبيت پلاژیوکلازهای مجاور با دو نمونه از این هورنبلندها..... ۶۸
- جدول ۶-۳ نتایج داده‌های تجزیه بیوتیت همزیست با گارنت در هورنفلس مین آباد..... ۶۹
- جدول ۷-۳ نتایج داده‌های تجزیه گارنت همزیست با بیوتیت در هورنفلس مین آباد..... ۷۰
- جدول ۸-۳ نتایج داده‌های دماسنجی به روش زوج بیوتیت-گارنت..... ۷۰
- جدول ۱-۴ داده‌های عناصر اصلی برای سنگ‌های واحد گابروئی..... ۷۵
- جدول ۲-۴ داده‌های عناصر اصلی برای سنگ‌های دیوریتی..... ۷۵
- جدول ۳-۴ داده‌های عناصر اصلی گرانودیوریت..... ۷۶
- جدول ۴-۴ داده‌های عناصر اصلی برای واحد گرانیتی..... ۷۶
- جدول ۵-۴ نتایج داده‌های عناصر کمیاب و نادر خاکی دیوریت‌ها و یک نمونه گابرو به روش XRF..... ۸۱
- جدول ۶-۴ نتایج داده‌های آنالیز از عناصر کمیاب و نادر خاکی در واحد گرانودیوریت به روش XRF..... ۸۲
- جدول ۷-۴ نتایج داده‌های آنالیز از عناصر کمیاب و نادر خاکی در واحد گرانیت به روش XRF..... ۸۳
- جدول ۸-۴ میانگین فراوانی عناصر کمیاب و نادر خاکی در واحد دیوریتی، پوسته زیرین و پوسته میانی..... ۸۸
- جدول ۱-۵ ویژگی‌های گرانیتوئیدهای برخی از محیط‌های تکتونیکی..... ۱۰۱
- جدول ۲-۵ سن مطلق تعدادی از مجموعه‌های پلوتونیک شمال پهنه سندرچ-سیرجان..... ۱۰۶

فصل اول: کلیات و زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

۱-۱ کلیات

۱-۱-۱ مقدمه

این فصل از پژوهش دارای دو بخش می‌باشد. در بخش اول با اهداف، روش کار، موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه، جغرافیای طبیعی و ساختار اجتماعی، ریخت‌شناسی و پیشینه مطالعات زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه آشنا خواهید شد. در بخش دوم به بحث پیرامون زمین‌شناسی پهنه سنندج-سیرجان و منطقه مورد بررسی خواهیم پرداخت. موضوع مورد مطالعه این پایان‌نامه "مطالعه ماگماتیسم توده گرانودیوریتی در منطقه جنوب قروه" می‌باشد که به لحاظ وجود توده‌های متعدد در قالب توده گرانودیوریتی، در این پژوهش از آن با عنوان "مجموعه پلوتونیک جنوب قروه" یاد می‌شود.

۱-۱-۲ اهداف

مجموعه پلوتونیک جنوب قروه در پهنه سنندج-سیرجان و یکی از باتولیت‌های گرانیتوئیدی این پهنه محسوب می‌گردد. مطالعه این باتولیت‌ها، به سبب اهمیتی که در درک تکامل ژئودینامیک پوسته ایران زمین دارند، مورد توجه بسیاری از زمین‌شناسان بوده است (بربریان و بربریان، ۱۹۸۱؛ ترکیان، ۱۳۷۴؛ سپاهی‌گرو، ۱۳۷۸؛ قلمقاش، ۱۳۷۶؛ موذن و همکاران، ۲۰۰۲؛ احمدی خلجی و همکاران، ۲۰۰۷ و غیره). به رغم مطالعات فراوانی که بر روی ماگماتیسم پهنه سنندج-سیرجان صورت پذیرفته، منطقه تحت این پژوهش هم‌چنان نیازمند بررسی‌های گسترده و دقیق ژئوشیمیایی و ژئوکرونولوژی است. لذا بازنگری‌های وسیع و ارزیابی معدود مطالعات پیشینان، در راستای این مطالعه، ضروری است. این پژوهش بر پایه‌ی مشاهدات صحرائی، مطالعات پتروگرافی،

ویژگی‌های ژئوشیمیایی-تکتونیکی این مجموعه، به روابط ژنتیک فازهای گوناگون آن می‌پردازد و با اتکا بر داده‌های حاصل، سرشت ماگمای مولد و فرایندهای تاثیرگذار بر آن را مورد بحث قرار می‌دهد تا گامی هر چند کوچک در جهت روشن نمودن ابهامات زمین‌شناسی این منطقه و پهنه سنندج- سیرجان برداشته باشد.

۱-۱-۳ روش کار و معرفی مراکز انجام آزمایشات

به منظور نیل به اهداف مطالعه حاضر روش و ترتیب مراحل انجام آن به گونه زیر معرفی می‌گردد:

- بررسی طیف کاملی از کتب، مقالات و نقشه‌های تهیه شده مرتبط با موضوع از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، جستجو در مجلات و اینترنت.

- بازدیدهای و بررسی‌های صحرائی از واحدهای مختلف سنگ‌های مجموعه شامل توصیف صحرائی توده‌ها، بررسی روابط واحد‌های مختلف آذرین با یکدیگر، نمونه‌برداری هدفمند و سیستماتیک، بررسی وجود و یا عدم وجود انکلاوها و توزیع آنها، مطالعه فابریک‌ها در توده‌ها و بررسی نوع کنتاکت‌ها، بررسی چگونگی ارتباط توده با دگرشکلی منطقه و...

- بررسی‌های آزمایشگاهی شامل تهیه مقاطع نازک و صیقلی، مطالعات کانی‌شناسی و پتروگرافی مقاطع تهیه شده شامل ترکیب کانی‌شناسی، فراوانی مودال آنها، روابط بافتی و در نهایت تجزیه و تحلیل آنها.

- آماده‌سازی نمونه‌های سنگی سالم جهت بررسی‌های ژئوشیمیایی به روش‌های XRF^۱، ICP-MS^۲ و EPMA^۳ از عناصر اصلی، کمیاب و نادر خاکی که در آزمایشگاه‌های ژئوآنالیتیکال^۴ (دانشگاه واشنگتن) و میکروپروب (دانشگاه اکلاهما) هر دو در امریکا صورت گرفته است.
- تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل با نرم افزارهای زمین‌شناسی و گرافیکی.
- ساماندهی و پردازش داده‌ها و ارائه گزارش نهایی.

۱-۱-۴ موقعیت جغرافیائی و راه‌های دسترسی

شهرستان قروه در ۳۲۲ کیلومتری جنوب غرب تهران و در ۷۵ کیلومتری جنوب شرق سنندج، در مسیر ارتباطی همدان-سنندج در مختصات جغرافیایی ۴۸' ۴۷° طول شرقی و ۱۵' ۱۰' ۳۵° عرض شمالی واقع است. شهر قروه در ۸۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان همدان و در مسیر ارتباطی همدان - سنندج قرار دارد. این شهر از شمال به

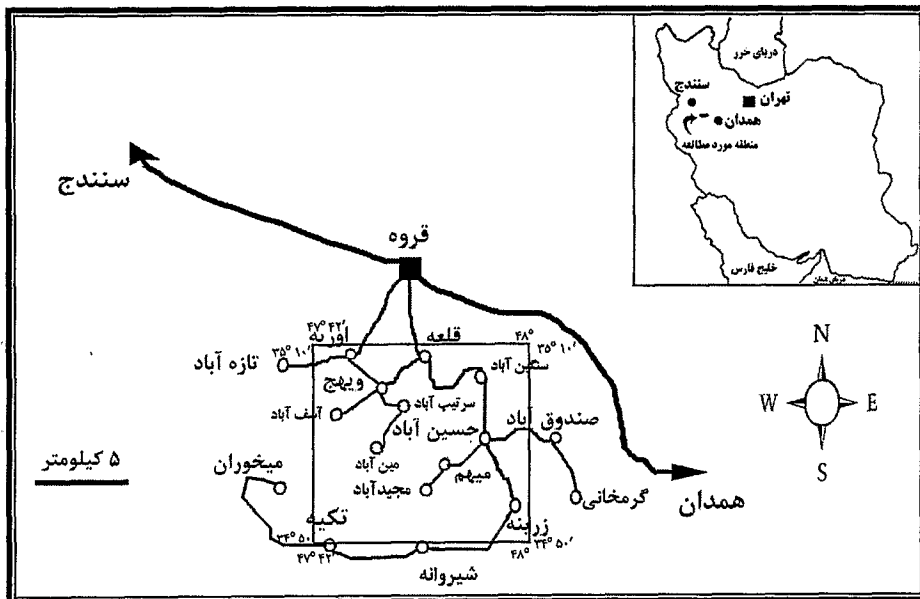
۱ . X-ray fluorescence spectrometry

۲ . Inductively coupled plasma emission mass spectrometry

۳ . Electron microprobe analysis

۴ . Geo-analytical laboratory

بیجار، از شرق به کبودرآهنگ و همدان، از جنوب شرقی به اسدآباد، از جنوب به سنقر و از غرب به سنندج محدود می باشد. راههای ارتباطی بین روستاها از نوع خاکی درجه دو است. وجود معادن متعدد مرمریت و سنگ چینی سبب گسترش راههای فرعی در منطقه شده است. موقعیت منطقه مورد مطالعه با گستره‌ای از $42^{\circ} 47'$ تا 48° طول شرقی و $34^{\circ} 50'$ تا $35^{\circ} 10'$ عرض شمالی و راههای ارتباطی آن در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ موقعیت شهر قروه و نقشه راههای ارتباطی آن با روستاهای پیرامون (بر اساس جعفری، ۱۳۷۹).

۱-۱-۵ جغرافیایی طبیعی و ساختار اجتماعی

شهرستان قروه از مناطق معتدل کوهستانی تا سرد زاگرس، در منطقه غرب کشور محسوب می شود. کمترین درجه حرارت در فصل زمستان ۲۵- درجه سانتی گراد و بیشترین آن در تابستان به ۳۵+ درجه سانتی گراد می رسد. میانگین دمای سالانه ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی گراد است که در ارتفاعات به کمتر از این مقدار می رسد. میانگین بارش سالانه در مناطق دشت و ارتفاعات به ترتیب ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی متر در نوسان است که متأثر از بادهای مرطوب شمالی و غربی است.

موقعیت جغرافیایی و وجود ارتفاعات بسیار نظیر کوه دروازه (شکل ۱-۲)، کوه پریشان، کوه بیر (شکل ۱-۳)، کوه گرمخانی سبب تشکیل آبراهه‌های متعدد کوچک و بزرگ شده است. ارتفاعات جنوب قروه را عمدتاً سنگ‌های آذرین نفوذی با ستیخ‌های تیز و بلند تشکیل می دهد که بلندترین آنها کوه بیر (شکل ۱-۴)، در جنوب قروه، به ارتفاع ۳۲۵۰ متر است. ارتفاع این شهر از سطح آزاد دریاها ۱۷۹۰ متر می باشد. گویش عموم