



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی زمین شناسی گرایش پترولوژی

پترولوژی و ژئوشیمی سنگ های آتشفشانی قزل قلعه در شمال شرق قروه

استاد راهنما:

دکتر مرتضی شریفی

استاد مشاور:

دکتر همایون صفایی

پژوهشگر:

علیرضا باجلان

خردادماه ۱۳۹۲

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه اصفهان است.

تشکر و قدردانی:

سپاس بیکران خداوند کریم را که به مدد لطف عظیم و زلال رحمت بی انتهایش، توان به پایان رساندن این پژوهش را با وجود همه کاستی ها به من عطا فرمود.

در این راه از بزرگواری یاری جستیم که لازم می دانم در آغاز خالصانه همکاریشان را ارج نهم از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر مرتضی شریفی به پاس زحماتشان در مدت تحصیل و اجرای این پروژه و جناب آقای دکتر صفایی که امر مشاوره این پایان نامه را بر عهده داشتند سپاسگزارم. از زحمات دکتر طباطبایی منش در امر انجام آنالیز نقطه ای کانی ها و از مساعدت ریاست محترم دانشکده علوم، مدیر محترم تحصیلات تکمیلی، مدیر محترم گروه زمین شناسی به خاطر همکاری و همراهی ایشان در امر آموزش و پژوهش، آقای دکتر مکی زاده، اساتید گروه زمین شناسی به خاطر همکاری و همراهی ایشان در امر آموزش و پژوهش، آقای مهوری، مسئول آزمایشگاه تهیه مقاطع نازک، خانم شاپیری مسئول کتابخانه گروه از همکلاسیهای خود، خصوصا آقایان محمود انصاری اصل و یاسر مشایخی و همچنین همه کارکنان به خاطر همکاری در این تحقیق تشکر و قدردانی می نمایم.

در انتها سپاس صمیمانه خود را به خانواده عزیزم خصوصا پدر و مادرم که در جهت اعتلای تحصیل من از هیچ تلاش و کوششی دریغ نکردند و همچنین همسر مهربانم که در طی تحصیل سنگ صبور من بودند و فرزندانم امین و ساحل تقدیم می نمایم.

علیرضا باجلان

خرداد ۱۳۹۲

چکیده

استراتوولکان کوتاترنر قزل قلعه واقع در شمال شرق شهرستان قروه جزء آتشفشان های بازالتی خطی محور قروه- بیجار- تکاب به شمار می رود که در نوار دگرگونی سنندج- سیرجان قرار دارد. این سنگ ها از نوع الیوین بازالت، بازانیت، تفریت و آکالی بازالت و اغلب از نوع آکالن می باشند. دارای بافت های پورفیری با خمیره میکرولیتی، بافت حفره دار و گاهی گلمروپورفیری، ویتروفیریک و بادامکی می باشند. کانی های اصلی شامل الیوین (کریزولیت)، کلینوپیکسین (دیوپسید) پلاژیوکلاز، و کانی های فرعی شامل اپاک، کلسیت، آپاتیت و زیرکن می باشد. همچنین ایدنگزیت توسط هیدراسیون و اکسیداسیون الیوین تشکیل می شود، اکثر کانی ها دارای خاموشی موجی هستند. داده های ژئوشیمیایی این سنگ ها و کانی ها بیانگر آن است که ترکیب ماگمای سازنده ی این سنگ ها از نوع آکالن پتاسیم بالا می باشد و مشخص شد که از لحاظ جایگاه تکتونو ماگمایی در قلمرو آکالی بازالت های درون صفحه ای واقع می شوند. این سنگ ها در نمودارهای تعیین سری ماگمایی در قلمرو سنگ های آکالن قرار می گیرند. نمودارهای عنکبوتی حاکی از غنی شدگی از عناصر LREE و LILE و تهی شدگی از عناصر HREE به همراه نبود ناهنجاری منفی Eu و حضور ناهنجاری مثبت از Cs، Sr و Pb و ماهیت آکالن ماگما و سرچشمه گرفتن آن از یک منبع گوشته غنی شده زیر لیتوسفر قاره ای، را تأیید می کند. این سنگ ها از ذوب بخشی تقریباً ۱ تا ۵ درصدی یک منبع گوشته ای گارنت لرزولیتی غنی شده به وجود آمده اند. شواهد میکروسکوپی از جمله بافت های غیرتعادلی در کانی ها (حالت زونه، انحلال و ماکل) بر آرایش ماگمایی توده ولکانیکی دلالت دارد.

واژه های کلیدی

آکالن، الیوین بازالت، تفریت، بازانیت، قروه- تکاب، قزل قلعه، سنندج- سیرجان، کوتاترنی، ایدنگزیت.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: کلیات
۱-۱	مقدمه ۱
۲-۱	موقعیت جغرافیایی ۲
۳-۱	راه های ارتباطی و دسترسی به منطقه ۳
۴-۱	آب و هوا ۵
۵-۱	ژئومورفولوژی ۵
۶-۱	توان معدنی منطقه ۵
۷-۱	تاریخچه مطالعات قبلی در مورد منطقه ۷
۸-۱	هدف از مطالعه ۸
۹-۱	روش های مطالعه ۸
	فصل دوم: زمین شناسی عمومی
۱-۲	زمین شناسی عمومی منطقه ۱۱
۱-۱-۲	مقدمه ۱۱
۲-۱-۲	تاریخچه زمین شناسی قروه - تکاب ۱۲
۳-۱-۲	سنگ های آتشفشانی منطقه قروه- تکاب ۱۳
۴-۱-۲	آتشفشان های بازائیتی منطقه قروه- تکاب ۱۴
۵-۱-۲	علت ولکانیسم در منطقه قروه- تکاب ۱۴
۲-۲	مهمترین مشخصات زون سنندج- سیرجان ۱۵
۳-۲	واحدهای زمین شناختی و ساختمانی ایران ۱۶
۴-۲	نحوه تکامل زون سنندج- سیرجان ۱۷
۵-۲	دگر گونی و ماگماتیسم در زون سنندج- سیرجان ۱۹
	فصل سوم: پتروگرافی
۱-۳	مقدمه ۲۰
۲-۳	سنگ نگاری سنگ های مورد مطالعه ۲۱
۳-۳	الیوین بازالت ها ۲۳
۴-۳	بازالت ها ۲۴
۵-۳	الیوین ۲۵
۶-۳	پیروکسن ۲۷
۷-۳	پلاژیوکلازها ۳۰
۸-۳	آنورتوکلاز ۳۰

عنوان	صفحه
۳-۹ کانی‌های ثانویه	۳۰
۳-۹-۱ ایدنگزیت.....	۳۱
۳-۹-۲ کانی‌های کدر (پاک)	۳۲
۳-۹-۳ کانی‌های کریناته	۳۳
۳-۹-۴ دگرسانی بازالتها.....	۳۴
۳-۱۱ بافت سنگ‌های آتشفشانی منطقه	۳۴
۳-۱۱-۱ عوامل موثر بر بافت سنگ‌های آتشفشانی.....	۳۴
۳-۱۱-۲ شکل بلورها.....	۳۵
۳-۱۱-۳ بافت پورفیریتیک.....	۳۶
۳-۱۱-۴ بافت میکروولیتیک و میکروولیتیک پورفیریتیک	۳۷
۳-۱۱-۵ بافت گلوموپورفیریک.....	۳۷
۳-۱۱-۶ بافت حفره ای	۳۸
۳-۱۱-۷ بافت بادامکی.....	۳۹
۳-۱۱-۸ بافت غربالی	۴۰
۳-۱۱-۹ بافت دم پرستویی	۴۲
۳-۱۲ تعبیر و تفسیرهای سنگ نگاری.....	۴۳
فصل چهارم شیمی کانی ها	
۴-۱ مقدمه	۴۴
۴-۲ بررسی شیمی کانی‌های سنگ‌های منطقه مورد مطالعه	۴۵
۴-۲-۱ کریستال شیمی البوین.....	۴۵
۴-۲-۲ کریستال شیمی فلدسپارها.....	۴۷
۴-۲-۲-۱ نمودار Or -Ab -An.....	۴۸
۴-۲-۳ کریستال شیمی پیروکسن‌ها.....	۴۹
۴-۲-۳-۱ نمودار Q-J.....	۵۲
۴-۲-۳-۲ نمودار Wo -En -Fs.....	۵۳
فصل پنجم ژئوشیمی	
۵-۱ مقدمه	۵۴
۵-۲ ژئوشیمی و روند تغییرات عناصر اصلی.....	۵۶

۵۷	۳-۵ ژئوشیمی عناصر کمیاب.....
۵۸	۴-۵ ژئوشیمی عناصر نادر خاکی.....
۵۹	۵-۵ نام گذاری (رده بندی) سنگ های آتشفشانی.....
۵۹	۵-۵-۱ نام گذاری بر اساس نسبت مجموع آلکالی ($K_2O + Na_2O$) در مقابل SiO_2
۶۱	۵-۵-۲ نام گذاری بر اساس مقادیر کاتیونی سنگ (R1-R2).....
۶۲	۵-۵-۳ نمودار Zr/TiO_2 در مقابل SiO_2
۶۳	۵-۵-۴ نمودار Zr/TiO_2 در مقابل Nb/Y.....
۶۴	۵-۵-۵ نمودار درصد آنورتیت (% AN) در برابر (CI) ضریب رنگینی نرماتیو.....
۶۵	۵-۵-۶ نمودار Nb/Y در برابر $Zr / (P_2O_5 * 10)$
۶۶	۵-۵-۷ نمودار KO_2 در مقابل SiO_2
۶۶	۵-۵-۸ ترکیب نرماتیو یا نرم سنگ (CIPW).....
۶۷	۵-۵-۸-۱ روش های تفکیک آهن ۲ و ۳ ظرفیتی در سنگ های ولکانیک (آذرین بیرونی).....
۶۸	۵-۵-۸-۲ روش های تفکیک آهن ۲ و ۳ ظرفیتی در سنگ های پلوتونیک و افیولیت ها.....
۷۰	۵-۵ بررسی نمودار های متغیر.....
۷۰	۵-۵-۱ بررسی نمودارهای هارکر.....
۷۷	۵-۵-۲ بررسی نمودارهای عناصر سازگار و ناسازگار با استفاده از نمودارهای هارکر.....
۷۹	۵-۶ تعیین سری ماگمایی مولد سنگ ها با استفاده از ترکیب سنگ های منطقه.....
۷۹	۵-۶-۱ نمودار ($Na_2O+K_2O - SiO_2$)، نمودار تاس (TAS).....
۸۰	۵-۶-۲ نمودار آلکالی- سیلیس ($Na_2O+K_2O - SiO_2$).....
۸۱	۵-۶-۳ نمودار کاتیونی R1- R2.....
۸۱	۵-۶-۴ نمودار نرماتیو Ne'-Q'-Ol'.....
۸۲	۵-۶-۵ نمودار V در برابر Ti/1000.....
۸۳	۵-۶-۶ نمودار درصد وزنی SiO_2 در مقابل $Na_2O + K_2O$ یا SiO_2 در مقابل Alc.....
۸۳	۵-۶-۷ نمودار درصد Na_2O در برابر درصد K_2O
۸۴	۵-۷ تعیین سری ماگمایی مولد سنگ ها با استفاده از ترکیب کانی کلینوپیروکسن.....
۸۴	۵-۷-۱ نمودار SiO_2 در برابر Al_2O_3 کلینوپیروکسن.....
۸۵	۵-۷-۲ نمودار مقدار SiO_2 در برابر مقدار TiO_2 کانی کلینوپیروکسن.....
۸۵	۵-۷-۳ نمودار Ti در برابر Ca+Na کانی کلینوپیروکسن.....

- ۵-۸ بررسی نمودارهای بهنجارسازی ۸۶
- ۵-۸-۱ بررسی نمودارهای بهنجارسازی عناصر نادر خاکی سنگ های منطقه نسبت به کندریت ۸۶
- ۵-۸-۲ بررسی نمودارهای بهنجارسازی عناصر نادر خاکی سنگ های منطقه نسبت به گوشته اولیه ۸۸
- ۵-۸-۳ بررسی نمودارهای بهنجارسازی عناصر نادر خاکی سنگ های مورد بررسی نسبت به بازالت های پشته های میان اقیانوس (MORB) ۹۰

فصل ششم پتروژنز

- ۶-۱ مقدمه ۹۲
- ۶-۲ محیط های تکتونیکی ۹۲
- ۶-۳ محاسبه درجه ذوب بخشی سنگ منشأ در ایجاد سنگ های بازیک ۹۳
- ۶-۳-۱ نمودار $(Na_2O + K_2O)$ در برابر (Al_2O_3/SiO_2) ۹۴
- ۶-۳-۲ نمودار La در مقابل Sm/Yb ۹۴
- ۶-۳-۳ تعیین منشا سنگ های بازیک منطقه بر اساس نمودار Y-Zr (سان و مک دوناف، ۱۹۸۹) ۹۵
- ۶-۴ ژئوترموبارومتری کانی های کلینوپیروکسن موجود در سنگ های بازیک ۹۶
- ۶-۴-۱ ژئوترموبارومتری (زمین فشارسنجی) کانی های کلینوپیروکسن ۹۶
- ۶-۴-۱-۱ محاسبه فشار بر اساس ترکیب کلینوپیروکسن [نیمیس و تیلور، ۲۰۰۰] ۹۶
- ۶-۴-۱-۲ محاسبه فشار بر اساس مقدار Al^{VI} در برابر Al^{IV} کلینوپیروکسن ۹۷
- ۶-۴-۲ ژئوترمو متری (زمین دماسنجی) کانی های کلینوپیروکسن ۹۷
- ۶-۴-۲-۱ ژئوترمو متری (زمین دماسنجی) کلینوپیروکسن ها با استفاده از روش [سوتو، ۱۹۹۳] ۹۷
- ۶-۴-۳ ژئوترمو متری (زمین دماسنجی) کانی های کلینوپیروکسن با استفاده از روش پیشنهادی کرتز، [۱۹۹۴] ۹۸
- ۶-۵ تعیین درصد تقریبی آب ماگما توسط کانی های کلینوپیروکسن موجود در سنگ های بازیک ۹۹
- ۶-۶ تعیین فوگاسیته اکسیژن ماگما توسط کانی های کلینوپیروکسن موجود در سنگ های بازیک ۹۹
- ۶-۷ تعیین محیط تکتونیکی ماگمای سازنده سنگ های منطقه بر اساس شیمی کانی های کلینوپیروکسن ۱۰۰
- ۶-۷-۱ تعیین محیط تکتونیکی سنگ های منطقه بر اساس شیمی کانی های کلینوپیروکسن با استفاده از نمودار F1-F2 ۱۰۱
- ۶-۷-۲ تعیین محیط تکتونیکی سنگ ها با استفاده از مقادیر SiO_2 در برابر Al_2O_3 کلینوپیروکسن ۱۰۲
- ۶-۸ تعیین محیط ژئوتکتونیکی تشکیل سنگ های منطقه با استفاده از آنالیز سنگ کل ۱۰۳

صفحه	عنوان
۱۰۳	۶-۸-۱ نمودار $Zr/4 - Y - Nb^*2$
۱۰۴	۶-۸-۲ نمودار $Zr/Y - Zr$
۱۰۴	۶-۸-۳ نمودارهای $Ti/100 - Zr - Y^*3$
۱۰۵	۶-۸-۴ نمودار $Al_2O_3 - TiO_2$
۱۰۶	۶-۸-۵ نمودار Nb/Y در برابر Ti/Y
۱۰۶	۶-۸-۶ نمودار Y در برابر Cr
۱۰۷	۶-۸-۷ نمودار Ti/Y در برابر Zr/Y
فصل هفتم نتیجه گیری و پیشنهادات	
۱۰۸	نتیجه گیری
۱۱۰	پیشنهادات
۱۱۱	منابع و ماخذ

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
فصل اول	
شکل ۱-۱ موقیعت زمین شناسی منطقه قزل قلعه در زون سنندج- سیرجان [بربریان و کینگ، ۱۹۸۱].....	۳
شکل ۱-۲ راه های دسترسی به منطقه ی قزل قلعه	۴
شکل ۱-۳ تصویر ماهواره ای منطقه قزل قلعه (Landsat 7, RGB=741+Pan) به همراه	
راه های دسترسی.....	۴
شکل ۱-۴ معدن نیاز بلاغ واقع در سنگ های آتشفشانی قزل قلعه (دید به سمت شمال) و تولید انواع	
پوکه	۷
شکل ۱-۵ تصویر ماهواره ای منطقه مورد مطالعه که به منظور تفکیک واحدهای لیتولوژی با کشیدگی	
مخصوص پردازش شده است	۹
شکل ۱-۶ نمایی از سنگ های آتشفشانی منطقه دید به سمت شمال و شمال غرب	۱۰
فصل دوم	
شکل ۱-۲ نقشه زمین شناسی تهیه شده از منطقه ی قزل قلعه با استفاده از داده های رقومی	
ماهواره ای.....	۱۲
شکل ۲-۲ گسل های کشتی در منطقه مورد مطالعه بر اساس داده های رقومی ماهواره ای.....	۱۴
شکل ۲-۳ نقشه ی ساده زون های ساختمانی رسوبی ایران [اشتوکلین- روتنر] و موقیعت	
منطقه قزل قلعه.....	۱۶
شکل ۲-۴ تکامل ژئودینامیکی زون سنندج- سیرجان [شیخ الاسلامی، ۱۳۸۱]	۱۷
شکل ۲-۵ مراحل مختلف تکامل زون سنندج- سیرجان بدون مقیاس [آلریک و همکاران ۱۹۹۷]	۱۸
فصل سوم	
شکل ۳-۱ نمونه هایی از سنگ های منطقه قزل قلعه.....	۲۲
شکل ۳-۲ الف و ب - کانی های الیوین و پیرکسن به صورت شکل دار و نیمه شکل دار که به صورت	
فنوکریست در زمینه میکروولیت دیده می شوند (XPL)	۲۳
شکل ۳-۳ الف- الیوین با حاشیه خلیجی (XPL)، ب- الیوین شکل دار که به ایدنگزیت تبدیل	
شده است (XPL).....	۲۴
شکل ۳-۴ بلور درشت الیوین: (الف- XPL ب- PPL) بلور درشت الیوین با تحلیل رفتگی و خردشدگی در	
حاشیه (ج- XPL، د- PPL)	۲۵
شکل ۳-۵ الف، بلورهای شکل دار الیوین (XPL)، ب- بلورهای الیوین ایدنگزیتی شده (XPL)، ج- بلورهای	
شکل دار پیروکسن که از مرکز تجزیه شده و به شیشه تبدیل شده است (XPL)، د- PPL.....	۲۶
شکل ۳-۶ بلورهای پیروکسن دارای منطقه بندی نشان دهنده کاهش فشار حین بالا آمدن	
ماگما می باشند (XPL)	۲۸
شکل ۳-۷ الف، ب: ماکل ساعت شنی در کلینوپیروکسن های سنگ های مورد مطالعه (XPL)	۲۹

- شکل ۳-۸ الف- فنوکریست پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتتیک، ب- بلورهای آنورتوکلاز با ماکل کارلسباد
 ج و د- میکرولیت های پلاژیوکلاز (XPL)..... ۳۱
- شکل ۳-۹ بلورهای ایدنگزیتی شده الیوین، الف- XPL، ب- PPL ۳۲
- شکل ۳-۱۰ کانی های اوپاک (الف، ب و ج PPL، د- XPL)..... ۳۳
- شکل ۳-۱۱ الف و ج: بافت میکرولیتک پورفیریتیک، ب و د: بافت میکرولیتیک (XPL) ۳۶
- شکل ۳-۱۲ بافت گلومروپورفیریک در پیروکسن الف- (Xpl)، ب- PPL، بافت گلومروپورفیریک
 در الیوین، ج- (XPL، د- PPL)..... ۳۸
- شکل ۳-۱۳ بافت حفره ای و بادامکی (XpL)..... ۳۹
- شکل ۳-۱۴ پیروکسن با بافت غربالی الف و ب (XPL)، ج و د (PPL) ادخال های درون
 کلینوپیروکسن ها شیشه هستند ۴۱
- شکل ۳-۱۵ بافت دم پرستویی (دم چل چله ای) در پیروکسن الف و ج (XPL) ب و د (PPL) ۴۲

فصل چهارم

- شکل ۴-۱ تصاویر BSI (Backe scatted Images) همراه با محل آنالیز نقطه‌ای از کانی‌های
 پیروکسن، الیوین و فلدسپارها..... ۴۴
- شکل ۴-۲ تصویر BSI (Backescattred Images) و محل آنالیزهای نقطه‌ای از کانی‌های
 الیوین و کلینوپیروکسن..... ۴۵
- شکل ۴-۳ رده بندی شیمایی الیوین ها بر اساس Mg# و Fe# [موریموتو و همکاران، ۱۹۸۸]..... ۴۷
- شکل ۴-۴ نمایش ترکیب فلدسپارها [دیر و همکاران، ۱۹۹۲]..... ۴۹
- شکل ۴-۵ نمودار Ti در برابر Al کانی های کلینوپیروکسن [لتریر و همکاران، ۱۹۹۲] ۵۲
- شکل ۴-۶ نمودار Q-J نمایش ترکیب کلینوپیروکسن های موجود در سنگ های منطقه
 [موریموتو و همکاران، ۱۹۸۸]..... ۵۲
- شکل ۴-۷ نمایش ترکیب کلینوپیروکسن های موجود در سنگ های منطقه قزل قلعه
 [موریموتو و همکاران، ۱۹۸۸]..... ۵۳

فصل پنجم

- شکل ۵-۱ تقسیم بندی سنگ های آتشفشانی بر اساس مجموع آلکالی ها در مقابل سیلیس
 [لویاس و همکاران، ۱۹۸۶]..... ۶۰
- شکل ۵-۲ تقسیم بندی سنگ های آتشفشانی بر اساس مجموع آلکالی ها در مقابل سیلیس
 [کاکس و همکاران، ۱۹۷۹]..... ۶۱

- شکل ۳-۵ نمودار مربوط به سنگ های منطقه بر اساس روش R1- R2 [دلاروش و همکاران، ۱۹۷۳]..... ۶۲
- شکل ۴-۵ نمودار Zr/TiO₂ در مقابل SiO₂ [وینچستر و فلویید، ۱۹۷۷]..... ۶۳
- شکل ۵-۵ نمودار Zr/TiO₂ در مقابل Nb/Y [وینچستر و فلویید، ۱۹۷۷]..... ۶۳
- شکل ۶-۵ نمودار Zr/TiO₂ در مقابل Nb/Y [پیرس، ۱۹۹۶]..... ۶۴
- شکل ۷-۵ نمودار درصد آنورتیت (%AN) در برابر ضریب رنگینی نورماتیو (CI) [ایروین و باراگار، ۱۹۷۱]..... ۶۵
- شکل ۸-۵ نمودار Nb/Y در برابر Zr/(P₂O₅*10) [فلویید و وینچستر، ۱۹۷۵] نمونه ها در محدوده آلکالی بازالت واقع می شوند..... ۶۵
- شکل ۹-۵ نمودار KO₂ در مقابل SiO₂ و موقعیت سنگ های مورد مطالعه بر روی آن [لومتر و همکاران، ۱۹۸۹]..... ۶۶
- شکل ۱۰-۵ نمودار آلکالی- سیلیس و نسبت Fe₂O₃/FeO جهت سنگ های آذرین بیرونی [میدل موست ۱۹۸۹]..... ۶۸
- شکل ۱۱-۵ نمودار آلکالی سیلیس و نسبت FeO/(FeO+Fe₂O₃) جهت سنگ های آذرین درونی [لومتر و همکاران ۱۹۸۹]..... ۶۹
- شکل ۱۲-۵ نمودارهای هارکر، بررسی اکسید های عناصر اصلی در برابر MgO..... ۷۱
- ادامه شکل ۱۲-۵ نمودارهای هارکر، بررسی اکسید های عناصر اصلی در برابر MgO..... ۷۲
- شکل ۱۳-۵ نمودارهای هارکر، مشاهده روند تغییرات عناصر فرعی در برابر MgO..... ۷۵
- ادامه شکل ۱۳-۵ نمودارهای هارکر، مشاهده روند تغییرات عناصر فرعی در برابر MgO..... ۷۶
- شکل ۱۴-۵ نمودارهای عناصر سازگار و ناسازگار..... ۷۸
- شکل ۱۵-۵ الف: نمودار Ni در مقابل Cr، ب: تغییرات Zr در برابر Y..... ۷۹
- شکل ۱۶-۵ نمودار تاس (Total Alkalis versus Silica = TAS)، [ایروین و باراگار ۱۹۷۱]..... ۸۰
- شکل ۱۷-۵ نمودار آلکالی- کالک [پیکاک، ۱۹۲۱]..... ۸۰
- شکل ۱۸-۵ نمودار کاتیونی R1-R2 [دلاروش، ۱۹۸۰]..... ۸۱
- شکل ۱۹-۵ نمودار مثلثی Ol'-Q'-Ne' [ایروین و باراگار، ۱۹۷۱]،..... ۸۲
- شکل ۲۰-۵ نمودار V در برابر Ti/100 [شروایس، ۱۹۸۲]..... ۸۲
- شکل ۲۱-۵ نمودار (Na₂O + K₂O /SiO₂) یا Alc /SiO₂ [کونو، ۱۹۶۸]..... ۸۳
- شکل ۲۲-۵ نمودار درصد Na₂O در برابر درصد K₂O [میدل موست، ۱۹۷۵]..... ۸۳
- شکل ۲۳-۵ نمودار میزان SiO₂ در مقابل Al₂O₃ کلینوپیروکسن ها [الی باس ۱۹۶۲]..... ۸۴

عنوان	صفحه
شکل ۵-۲۴ نمودار SiO ₂ در برابر TiO ₂ کلینوپیروکسن [الی باس، ۱۹۶۲].....	۸۵
شکل ۵-۲۵ نمودار Ti در برابر Ca+Na ارائه شده توسط [لتیر و همکاران، ۱۹۸۲].....	۸۵
شکل ۵-۲۶ نمودارهای بهنجارسازی عناصر نادر خاکی سنگ های مورد بررسی در برابر کندریت [ناکامورا، ۱۹۷۴].....	۸۷
شکل ۵-۲۷ نمودارهای بهنجارسازی عناصر نادر خاکی سنگ های مورد بررسی در برابر کندریت [اسان و مک دوناف، ۱۹۸۹].....	۸۸
شکل ۵-۲۸ نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی سنگ های مورد بررسی در برابر گوشته اولیه [اسان و مک دوناف، ۱۹۸۹].....	۸۹
شکل ۵-۲۹ نمودار بهنجارسازی عناصر نادر خاکی سنگ های مورد بررسی در برابر بازالت های پشته های میان اقیانوس MORB [اسان و مک دوناف، ۱۹۸۹].....	۹۰
فصل ششم	
شکل ۶-۱ نمودار تغییرات آکالی ها در مقابل نسبت Al ₂ O ₃ /SiO ₂ [چن، ۱۹۸۸].....	۹۴
شکل ۶-۲ نمودار La در مقابل Sm/Yb [آلدانماز و همکاران، ۲۰۰۰].....	۹۵
شکل ۶-۳ نمودار Y-Zr نشان دهنده ی غنی شدگی منشأ سنگ ها می باشد [اسان و مکدوناف، ۱۹۸۹].....	۹۶
شکل ۶-۴ بر آورد فشار در سنگ های آتشفشانی قزل قلعه بر اساس مقدار Al ^{VI} در برابر Al ^{IV} کلینوپیروکسن در این نمودار HP فشار بالا- MP فشار متوسط - LP فشار پایین [تامپسون، ۱۹۷۴] و [آکویی و شیبا، ۱۹۷۳].....	۹۷
شکل ۶-۵ توزیع Al در موقعیت های تتراهدری و اکتاهدری در کلینوپیروکسن ها به تناسب مقدار درصد آب ماگما [هلز، ۱۹۷۳].....	۹۹
شکل ۶-۶ نمودار تعیین میزان فوگاسیته اکسیژن محیط تشکیل کلینوپیروکسن ها، [شوایتزر و همکاران، ۱۹۷۹].....	۱۰۰
شکل ۶-۷ تعیین تکتونوماگمایی سنگ های منطقه قزل قلعه در نمودار F1 و F2 با استفاده از ترکیب کلینوپیروکسن [نیسبت و پیرس، ۱۹۷۷].....	۱۰۲
شکل ۶-۸ نمودار مقادیر SiO ₂ در برابر Al ₂ O ₃ کانی کلینوپیروکسن [الی باس، ۱۹۶۲].....	۱۰۲
شکل ۶-۹ نمودار ^{*2} Zr/4 - Y - Nb [مشد، ۱۹۸۶].....	۱۰۳
شکل ۶-۱۰ نمودار Zr/Y - Zr [پیرس و نری، ۱۹۷۹].....	۱۰۴

عنوان

صفحه

شکل ۱۱-۶ تغییرات در محتوای عناصر Ti، Zr و Y بازالت های مربوط به محیط های تکتونیکی مختلف [پیرس و کن، ۱۹۷۳].....	۱۰۵
شکل ۱۲-۶ نمودار TiO ₂ در برابر Al ₂ O ₃ [مولر و گرو، ۱۹۷۱].....	۱۰۵
شکل ۱۳-۶ نمودار Nb/Y در برابر Ti/Y [پیرس، ۱۹۸۲].....	۱۰۶
شکل ۱۴-۶ نمودار Y در برابر Cr [پیرس و همکاران، ۱۹۸۴] (MORB: بازالت های پشته میان اقیانوسی، WPB: بازالت های درون صفحه ای، VAB: بازالت های کمان آتشفشانی).....	۱۰۷
شکل ۱۵-۶ نمودار Ti/Y در برابر Zr/Y [پیرس و گال، ۱۹۹۷].....	۱۰۷

فهرست جدول ها

جدول ۱-۳ نشانه های اختصاری کانی های موجود در سنگ های مورد مطالعه [کرتز، ۱۹۸۳].....	۲۱
جدول ۴-۱ علائم اختصاری استفاده شده در جدول های مربوط به نتایج آنالیز و فرمول ساختاری کانیها..	۴۶
جدول ۴-۲ نتایج آنالیز نقطه ای الیومین های موجود در سنگ های منطقه با نتایج محاسبه فرمول ساختاری.....	۴۶
جدول ۴-۳ نتایج آنالیز نقطه ای فلدسپارهای سنگ های منطقه قزل قلعه همراه با نتایج محاسبه فرمول ساختاری آن ها	۴۸
جدول ۴-۴ نتایج آنالیز میکروپروب پیروکسن ها به همراه محاسبه فرمول ساختاری آن ها	۵۰
ادامه جدول ۴-۴ نتایج آنالیز میکروپروب پیروکسن ها به همراه محاسبه فرمول ساختاری آن ها	۵۱
جدول ۵-۱ داده های مربوط به آنالیز شیمیایی سنگ های منطقه	۵۵
ادامه جدول ۵-۱ داده های مربوط به آنالیز شیمیایی سنگ های منطقه.....	۵۶
جدول ۵-۲ داده های مربوط به نورم سنگ های منطقه	۶۹
جدول ۶-۱ فعالیت های ماگمایی در محیط های تکتونیکی مختلف [وبلسون، ۱۹۸۹].....	۹۳

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

سرزمین ایران در بخش میانی کوهزاد آلپ- هیمالیا است، که از باختر اروپا آغاز و پس از گذر از ترکیه، ایران، افغانستان تا تبت و شاید تا نزدیکی‌های برمه و اندونزی ادامه دارد وجود بعضی پوسته‌های اقیانوسی سبب شده است تا گروهی از زمین‌شناسان، جایگاه زمین‌شناسی ایران را در چارچوب زمین‌ساخت ورقی مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند. به باور [بربریان و کینگ، ۱۹۸۱]، در زمان پرکامبرین (پیش از ۶۵۰ میلیون سال قبل)، نواحی البرز، ایران مرکزی، سنندج- سیرجان و زاگرس در حاشیه شمالی قاره گندوانا قرار داشته‌اند و به وسیله اقیانوس تیس (اقیانوس پرکامبرین) از پهنه کپه‌داغ و به تبع آن از قاره اوراسیا جدا بوده‌اند. در چرخه رخداد هرسی‌نین (۴۰۰ تا ۲۷۰ میلیون سال)، حرکت دو قاره اوراسیا و گندوانا همگرا بوده و در نتیجه فرابوم‌هایی^۲ در ایران مرکزی، سنندج- سیرجان و زاگرس پدیدار شده‌اند که یکی از پیامدهای آن کاهش پهنای تیس کهن (اقیانوس هرسی‌نین) و آغازی بر بسته شدن این محیط آبی بوده است. در زون سنندج- سیرجان، سنگ‌های سیستم ترشیری چندان گسترش ندارند. به گفته دیگر، بجز چند فرورفتگی در پیرامون ایران مرکزی و زاگرس شمالی که در آن‌ها رسوب‌های فلیش گونه ائوسن- الیگوسن انباشته می‌شده است، دیگر مناطق سنندج- سیرجان، به صورت فرابوم بوده‌اند. جدا از انباشته‌های فلیش گونه، بخش ناچیزی از سنگ‌های ترشیری سنندج- سیرجان از نوع آندزیت و آذرآواری‌های وابسته، به سن ائوسن هستند که به ویژه در حوالی سنندج، شمال کرمانشاه و حاجی‌آباد رخنمون دارند [آفانباتی، ۱۳۸۳].

1- Berberian and King, 1981

2 - Horst

شناخت مسائل وابسته به آتشفشان ها و سنگ های آتشفشانی نظیر تفریق ماگمایی در آشیانه ماگمایی و محلول های گرمایی وابسته، جایگاه سنگ های آتشفشانی و خاستگاه آن ها بسیاری از مسائل ژنتیکی کانی ها را حل می کند زیرا بسیاری از کانسارهای فلزی و غیر فلزی بطور مستقیم یا غیرمستقیم حاصل آتشفشان ها هستند. به طور نمونه وابستگی کانسارهای زیر با پدیده ها و سنگ های آتشفشانی ذکر شده است:

اغلب کانسارهای مس در ایران به طور مستقیم یا غیرمستقیم با سنگ های آتشفشانی مرتبط می باشند. تمام کانسارهای منگنز ایران با سنگ های آتشفشانی و محلول های گرمایی وابسته به آن ها ارتباط دارند، مانند: کانسارهای منگنز استان قم، نائین و آذربایجان. تمامی کانسارهای آنتیموان، آرسنیک، جیوه و طلائی اپی ترمال، وابسته به سنگ های آتشفشانی و محلول های گرمایی آن ها هستند، مانند کانسارهای زر شوران، آق دره، شوراب، داشکستن.

تقریباً تمامی کانسارهای بنتونیت، کائولن «ترشیاری» و زئولیت های ایران با توف های اسیدی آتشفشانی در ارتباط می باشند. برخی از کانسارهای سرب و روی نیز با سنگ های آتشفشانی ارتباط دارند [امامی و ایران نژادی، ۱۳۷۲].

آتشفشان ها همانند زمین لرزه ها با بلایا و خسارات زیادی همراهند. خطرهای ناشی از یک آتشفشان خاص، بستگی به نوع عملکرد، نوع ماگما، و نیز جایگاه زمین شناسی و جغرافیای آن دارد. البته خاکسترهای آتشفشانی باعث حاصل خیزی زمین های زراعی می شود. عملکرد آتشفشان ها توسط شکل هندسی، صفحات تکتونیکی کنترل می شود و آتشفشان های فعال در اکثر قاره ها به جز قاره استرالیا وجود دارند [حسن زاده و اشرفی، ۱۳۸۸].

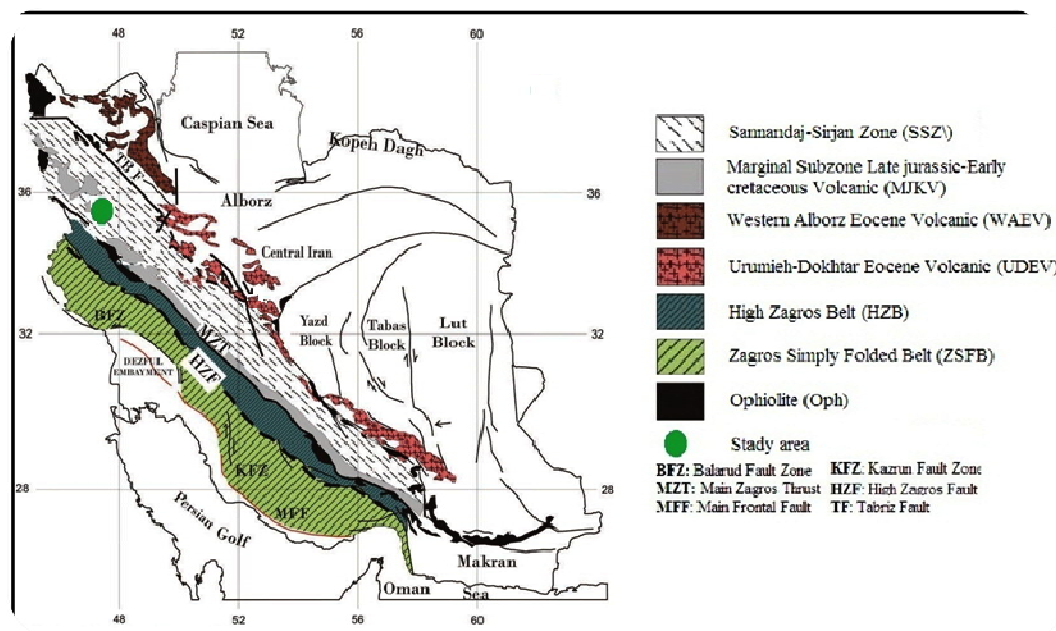
۱-۲ موقعیت جغرافیایی

قروه در بخش جنوب خاوری سنندج در استان کردستان و بر روی نوار دگرگونی سنندج- سیرجان قرار دارد (شکل ۱-۱).

در امتداد محور قروه- بیجار- تکاب یک سری آتشفشانی با ترکیب بازالتی و به سن پلیو- کواترنری وجود دارد به گونه ای که فوران های بازی آن ها در مناطق قزلجه کند، مهدی خان، ایلانلو و قزل قلعه (واقع در ورقه، ۱:۱۰۰۰۰۰ قروه)، احمدآباد، طهمورث و ندری (در ورقه، ۱:۱۰۰۰۰۰ بیجار) و قره طوره (واقع در ورقه، ۱:۱۰۰۰۰۰ تکاب) رخنمون دارند [معین وزیری، و امین سبحانی، ۱۳۶۴] و [ملکوتیان، ۱۳۸۴].

منطقه قزل قلعه جزء آتشفشان های محور قروه- بیجار- تکاب است و در شمال شرق شهرستان قروه، در یکصد کیلومتری جنوب سنندج و ۷۲ کیلومتری شمال غربی همدان بین طول های جغرافیایی ۵۷° ۴۸' تا ۵۲' ۴۷° شرقی و عرض های جغرافیایی ۳۰' ۳۵° تا ۲۸' ۳۵° شمالی محدود می باشد (شکل ۱-۱)، [حسینی، ۱۳۷۸] و [معین

وزیری و امین سبحانی، ۱۳۶۴]. منطقه مورد مطالعه (قزل قلعه) از نظر جغرافیای سیاسی تابع استان کردستان می‌باشد، که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. واحدهای آتشفشانی منطقه مزبور اغلب از نوع آکالی بیوین بازالت می‌باشند. این سنگ‌ها دارای ترکیب عمده آکالی بازالت بوده و در نورم حاوی بیوین و نفلین هستند [معین وزیری، ۱۳۷۵] و [ملکوتیان، ۱۳۸۴].

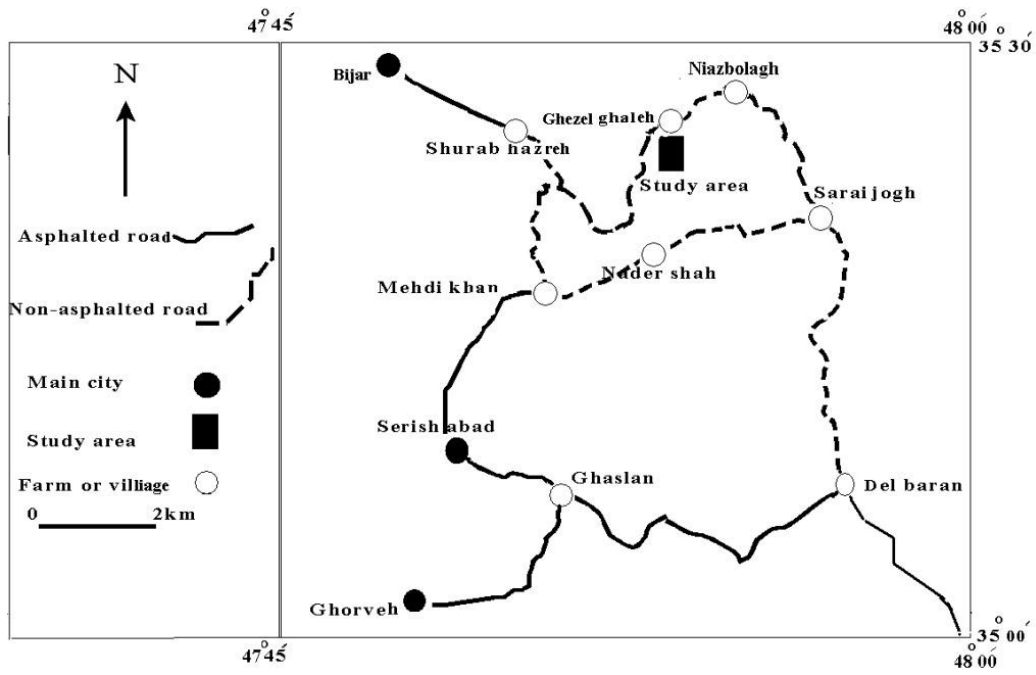


شکل ۱-۱ موقعیت زمین شناسی منطقه قزل قلعه در زون سندج - سیرجان [بربریان و کینگ، ۱۹۸۱]^۱

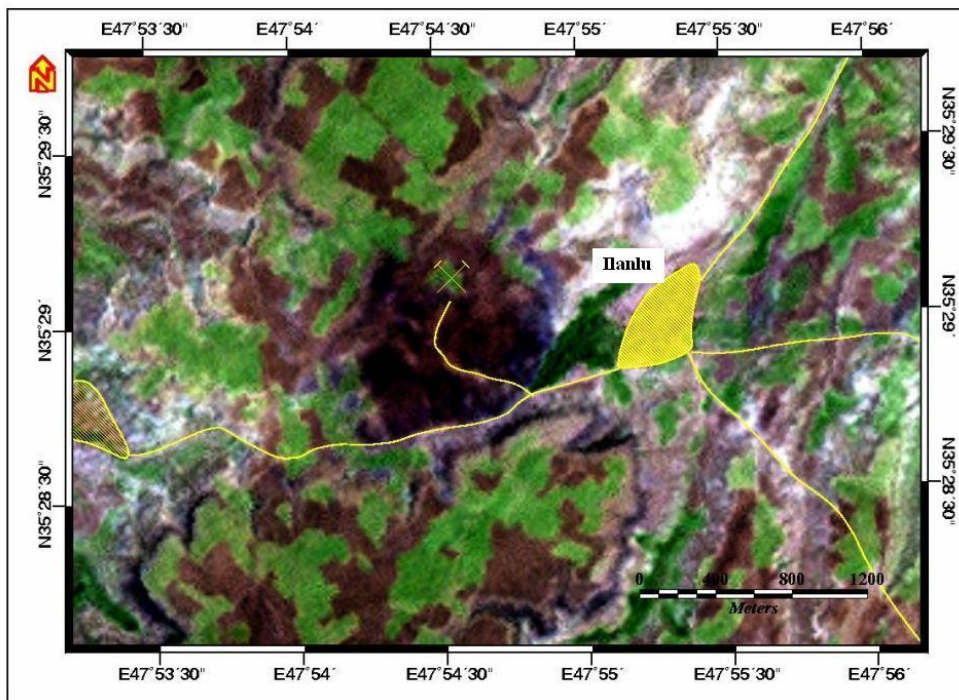
۱-۳ راه‌های ارتباطی و دسترسی به منطقه

منطقه‌ی مورد مطالعه از نظر راه‌های ارتباطی وضعیت مناسبی دارد. از راه‌های موجود می‌توان جاده آسفالتی همدان به سندج را نام برد که محور اصلی ارتباطی منطقه است و راه‌های پرشماری به شمال و جنوب از آن منشعب می‌شود. راه مهم دیگر جاده قروه-بیجار است که آسفالت درجه‌ی ۲ است. راه‌های روستایی که به منطقه‌ی مورد پژوهش ختم می‌شود از نوع شسته‌ی درجه ۱ و ۲ می‌باشند. این ناحیه (قزل قلعه) از جاده‌ی قروه-بیجار و قروه-سریش آباد که در جنوب غرب منطقه مورد مطالعه قرار دارد قابل دسترسی است (شکل ۱-۲ و ۱-۳).

¹ Berberian and King, 1981



شکل ۱-۲ راه های دسترسی به منطقه ی قزل قلعه



شکل ۱-۳ تصویر ماهواره ای از منطقه قزل قلعه (Landsat 7, RGB=741+Pan) به همراه راه های

دسترسی

۱- ۴ آب و هوا

منطقه قروه جزء مناطق کوهستانی ایران است، و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۹۰ متر می باشد و همین ارتفاع بیش از حد آب و هوای خاصی را در منطقه ایجاد کرده است که دارای زمستان بسیار سرد با برف های سنگین و تابستان نسبتاً خنک با وزش بادی همیشگی است. میزان بارندگی متوسط سالانه آن حدود ۲۵۰ تا ۳۵۰ میلیمتر و یا بیشتر می باشد.

با توجه به این مطلب که شهرستان قروه در منطقه ای سردسیر و کوهستانی قرار دارد، دارای ارتفاعات بسیاری می باشد و همچنین در آن چشمه ها و چندین رودخانه فصلی و قنوات متعددی وجود دارد که از ذوب شدن برف کوه ها و ارتفاعات به وجود می آیند. این چشمه ها به علت حفر چاه ها و خشکسالی های سنوات گذشته خشک شده اند. در این منطقه، مطالعات صحرائی به دلیل بارش زیاد برف در زمستان میسر نیست.

۱- ۵ ژئومورفولوژی

بطور کلی از دیدگاه ژئومورفولوژی منطقه دارای نواحی کوهستانی مرتفع و بخش های تپه ماهوری به نسبت کم ارتفاع است که در این میان بخش های مرتفع از واحدهای سنگ آهک میوسن به صورت ارتفاعات بلند و گاه صخره ساز به ویژه در اطراف شهرستان بیجار و تپه ماهورهای به نسبت کم ارتفاع از واحدهای مارنی- تخریبی پلیوسن تشکیل شده است. قدیمی ترین سنگ های مشاهده شده در منطقه قروه اسلیت و ولکانیک های کرتاسه هستند و سنگ های جوانتر بیشتر آهک های میوسن می باشند که با یک پی کنگلومرایی بر روی آن ها قرار گرفته و بلندترین ارتفاعات منطقه را تشکیل داده اند. جدیدترین سازندها شامل بازالت ها و رسوبات آبرفتی و رودخانه ای است [درویش زاده، ۱۳۷۰]. مناطق پست و کم ارتفاع مربوط به واحدهای کوتاهتری می باشند.

از نظر ساختاری در منطقه آتشفشانی قروه- بیجار- تکاب در زمان میوسن بالایی- پلیوسن تکاپوی ولکانیسم آغاز شده و سر آغاز این تکاپو به صورت ماگماتیسم نیمه نفوذی بوده و تا به امروز به صورت آتشفشان های نیمه فعال ادامه دارد. این آتشفشان ها در امتداد خطی با جهت شمال غربی- جنوب شرقی در پهنه سنج- سیرجان قرار گرفته اند [معین وزیری، ۱۳۷۵].

۱- ۶ توان معدنی منطقه

هم زمان با فعالیت های آتشفشانی قروه- بیجار- تکاب کانی سازی که ناشی از فعالیت های ولکانیسم جوان در منطقه می باشد، شکل گرفته است که از آن جمله می توان از جنوب شرقی معدن داشکسن تا شمال غربی معدن زرشوران را نام برد. عمده کانی های این معادن شامل طلا (Au)، رآلگار (AsS)، اریپمنت (As₂S₃)، استینیت