

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

پایان نامه ی دکتری رشته ی زمین شناسی گرایش پتروولوژی

پتروولوژی سنگ های آتشفشانی پلیوکواترنر در جنوب شرق و شمال غرب اصفهان

استادان راهنما:

دکتر موسی نقره ثیان

دکتر ایرج نوربهبشت

۱۳۸۸ / ۱۰ / ۲۷

گروه زمین شناسی
اصفهان

پژوهشگر:

مهناز خدای

تیرماه ۱۳۸۸

۱۲۹۸۰۹

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 پتروولوژی

خانم مهناز خدای تحت عنوان

پتروولوژی سنگهای آتشفشانی پلیوکواترنر در جنوب شرق و شمال غرب اصفهان

در تاریخ ۱۳۸۸/۴/۱۷ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه ... (مکمل) ... به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای اول پایان نامه دکتر موسی نقره ثیان با مرتبه ی علمی دانشیار امضاء

۲- استاد راهنمای دوم پایان نامه دکتر ایرج نوربهبشت با مرتبه ی علمی استاد امضاء

۳- استاد داور داخل گروه دکتر محمود خلیلی با مرتبه ی علمی دانشیار امضاء

۴- استاد داور داخل گروه دکتر قدرت ترابی با مرتبه ی علمی استادیار امضاء

۵- استاد داور خارج از گروه دکتر علی درویش زاده با مرتبه ی علمی استاد امضاء

۶- استاد داور خارج از گروه دکتر مسیب سبزه ئی با مرتبه ی علمی استادیار امضاء

امضای مدیر گروه

تشکر و قدردانی

به نام آنکه هستی نام از او یافت فلک جنبش زمین آرام از او یافت

خدا را سپاسگزارم که توانایی آغاز، پیگیری و پایان این پژوهش را به من ارزانی داشت و لطف بی انتهایش سرمایه جاوید آن بود. در به ثمر رسیدن این پژوهش از مساعدت، راهنمایی و همراهی عزیزانی استفاده کردم که بدینوسیله مراتب قدردانیم را نثارشان می‌کنم.

از استاد محترم و چهره ماندگار زمین شناسی ایران جناب آقای دکتر درویش زاده و استاد بزرگواری جناب آقای دکتر سبزه ئی که از محضرشان نیز فیض برده ام، بخاطر رهنمودها و داوری مفیدشان تقدیر می‌نمایم. از زحمات فراوان استادان راهنمای ارجمند جناب آقای دکتر نقره ثیان و جناب آقای دکتر نوربهبشت در مدت اجرای این پایان نامه و تمام دوره تحصیل کمال تشکر و امتنان را دارم و برای همیشه مرهون زحماتشان می‌باشم.

از جناب آقای دکتر خلیلی بخاطر کمک در انجام آنالیزهای مایکروپروب و راهنمایی‌های ارزنده شان در دوران تحصیل در دانشگاه اصفهان سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر ترابی نماینده تحصیلات تکمیلی گروه بخاطر نظرات و داوری سودمندشان متشکرم. با سپاس از جناب آقای دکتر صفایی مدیر محترم گروه زمین شناسی دانشگاه اصفهان از همه استادانم در این گروه که الفبای زمین شناسی را در آن آموختم و افتخار شاگردیشان را دارم خالصانه قدردانی می‌نمایم. از جناب آقای دکتر داودیان و سرکار خانم دکتر ناهید شبانیان بخاطر مشاوره علمی شایان توجه، همفکری و کمک‌های بی دریغ شان کمال تشکر را دارم.

مساعدت و همکاری همکلاسی‌ها و دوستان گرانقدرم خانم‌ها دکتر مژگان صلواتی، دکتر شهرزاد شرافت، دکتر مریم منائی، آقای دکتر سید نعیم امامی و آقای دکتر مکی‌زاده را صمیمانه ارج می‌نهم.

همچنین از راهنمایی‌ها و توصیه‌های ارزشمند آقایان دکتر فرانس نوبوئر، از دانشگاه سالزبورگ اطریش و مایکل لاسترینو از دانشگاه رم تشکر می‌نمایم.

از تلاش‌ها و مساعدت کارشناسان و کارکنان گروه زمین شناسی آقای مهندس آروین مسئول آموزش، سرکار خانم ساکتی و سرکار خانم شاه پیری ممنونم.

در پایان از زحمات و همکاری خانواده عزیزم که با مهربانی و بردباری همراهم بودند و دعایشان بدرقه راهم صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

به

آسمانی

پدرم

و

الهه فداکاری

مادرم

چکیده

سنگ های آتشفشانی به سن پلیوسن تا کواترنری در استان اصفهان در دو منطقه مجزا در جنوب خاوری و شمال باختری شهر اصفهان برونزد دارند که بخشی از فعالیت ماگمایی جوان کمربند ارومیه- دختر می باشند. جهت شناسایی ماهیت و ژنز ماگمای سازنده این سنگ ها و همچنین عوامل موثر در تحول ماگما، مطالعات کتابخانه ای، صحرایی و آزمایشگاهی مبسوطی در جریان این پژوهش انجام گردیده است. مطالعات آزمایشگاهی بر روی نمونه های برداشت شده شامل بررسی های پتروگرافی و آنالیز نمونه ها به منظور اندازه گیری غلظت عناصر اصلی، نادر و نادر خاکی به روش ICP-MS و ICP-AES بود. آندزیت بازالتی، آندزیت، داسیت، به شکل جریان گدازه، گنبد گدازه و گنبد ترکیب اصلی سنگ های منطقه را تشکیل می دهند. پلاژیوکلاز کانی اصلی همه گروه های سنگی است که تغییرات ترکیبی زیادی از خود نشان می دهد و دارای منطقه بندی شیمیایی نوسانی و معکوس و بافت غبارآلود یا غربالی است. آمفیبول ها از نوع کلسیم دار بوده و آمفیبول و بیوتیت دارای حاشیه واکنشی از کانی های تیره می باشند. کلینوپیروکسن از نوع اوژیت و ترکیب اورتوپیروکسن ها از برنزیت تا هیپرستن تغییر می کند. پیروکسن ها نیز گاهی دارای منطقه بندی معکوس و ساعت شنی هستند. درشت بلورهای کوارتز گردشده و گاهی دارای حاشیه واکنشی از اوژیت می باشند. بطور کلی در بخشی از گدازه های منطقه با ترکیب داسیت و آندزیت بافت ها و ترکیبات نامتعادلی به چشم می خورد که حاکی از تبلور در شرایط عدم تعادل شیمیایی می باشد. از نظر ژئوشیمیایی این مجموعه یک سری کالکوالکان با پتاسیم متوسط تا بالا و و متالوآلومینوس است و روند تغییرات عناصر اصلی آنها در برابر سیلیس مشابه سنگ های کالکوالکان است. بخشی از داسیت ها و آندزیت های منطقه ماهیت آداکیتی دارند. این سنگ ها از عناصر ناسازگار و لیتوفیل های بزرگ یون غنی شدن نشان می دهند. غنی شدن از عناصر نادر خاکی سبک و تهی شدن از عناصر نادر خاکی سنگین، تیتانیوم و نیوبوم در الگوی عناصر نادر و نادر خاکی در نمودارهای چندعنصری دیده می شود و الگوی عادی شده آنها با کندریت فاقد آنومالی یورونیوم است. سنگ های آداکیتی مورد مطالعه حاوی مقادیر بالاتر Sr ، SiO_2 ، Sr/Y و La/Yb و مقادیر پائین تر MgO ، Y و Yb نسبت به سنگ های آتشفشانی کالکوالکان معمولی هستند. ماگمای کالکوالکان از گوشته متازوماتیسم شده نشأت گرفته است اما با توجه به داده های ژئوشیمیایی منشأ ماگمای آداکیتی گارنت- آمفیبولیت با فاز باقیمانده ذوب گارنت به همراه یک فاز تیتانیوم دار یا آمفیبول می باشد اما پلاژیوکلاز در باقی مانده ذوب حضور ندارد. بر اساس نتایج مطالعات پترولوژیکی در این منطقه ذوب پوسته اقیانوسی فرورونده در یک محیط پس از برخورد در عمق تغییر شکل به گارنت آمفیبولیت یا اکلوژیت منجر به تولید مذاب آداکیتی شده است که در حین صعود متحمل تفریق بلورین و همچنین اختلاط ماگمایی با مذاب های کالکوالکان شده اند که در خصوصیات سنگ نگاری و ژئوشیمیایی آنها منعکس شده است.

کلید واژه: سنگ های آتشفشانی، اصفهان، پلیوکواترنر، کالکوالکان، آداکیت، ذوب قطعه فرورونده

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: کلیات
۱-۱	جایگاه جغرافیایی و راههای دسترسی..... ۱
۲-۱	ویژگی های طبیعی و زمین ریخت شناسی..... ۳
۳-۱	جایگاه زمین شناسی..... ۷
۴-۱	ویژگی های چینه شناسی ۹
۵-۱	پیشینه پژوهش..... ۱۴
۶-۱	اهداف تحقیق..... ۱۵
۷-۱	روش های انجام پژوهش..... ۱۵
۸-۱	ویژگی های صحرایی..... ۱۹
۱-۸-۱	آندزیت های بازالتی..... ۱۹
۲-۸-۱	آندزیت ها..... ۲۰
۳-۸-۱	داسیت ها..... ۲۲
۴-۸-۱	سنگ های آذرآواری..... ۲۹
	فصل دوم : سنگ نگاری
۱-۲	سنگ نگاری وکانی شناسی..... ۳۲
۱-۱-۲	آندزیت بازالتی..... ۳۲
۲-۱-۲	آندزیت..... ۳۵

عنوان	صفحه
۳-۱-۲ داسیت	۳۷
۴-۱-۲ ریوداسیت	۴۰
۵-۱-۲ سنگ های آذرآواری	۴۰
۶-۱-۲ بیگانه سنگ ها	۴۲
۲-۲ کانی شناسی	۴۴
۱-۲-۲ اولیوین	۴۴
۲-۲-۲ پیروکسن	۴۷
۳-۲-۲ آمفیبول	۵۰
۴-۲-۲ بیوتیت	۵۳
۵-۲-۲ پلاژیوکلاز	۵۴
۶-۲-۲ کوارتز	۵۸

فصل سوم: شیمی کانی و کاربرد در پتروژنز

۱-۳ شیمی کانی ها	۶۰
۱-۱-۳ پیروکسن	۶۰
۲-۱-۳ آمفیبول	۷۳
۳-۱-۳ بیوتیت	۷۷
۴-۱-۳ کوارتز	۸۱
۵-۱-۳ پلاژیوکلاز	۸۱
۲-۳ ترمومتری و بارومتری	۹۰
۱-۲-۳ محاسبه فشار براساس مقدار Al^{VI} vs. Al^{IV} در پیروکسن	۹۱
۲-۲-۳ ترمومتری بر اساس زوج کلینوپیروکسن و ارتوپیروکسن	۹۱

- ۳-۲-۳- ترمومتری بر اساس مقدر کلسیم در ارتوپروکسن..... ۹۳
- ۴-۲-۳- بارومتری کلینوپروکسن- پلاژیوکلاز ۹۵
- ۵-۲-۳- روش بارومتری بر اساس مقدار آلومینیوم در آمفیبول..... ۹۵

فصل چهارم: ژئوشیمی

- ۱-۴- ژئوشیمی ۹۸
- ۱-۱-۴- ژئوشیمی عناصر اصلی ۹۹
- ۲-۱-۴- ژئوشیمی عناصر کمیاب ۹۹
- ۳-۱-۴- ژئوشیمی عناصر نادر خاکی ۱۰۰
- ۲-۴- رده بندی سنگ های آتشفشانی ۱۰۳
- ۳-۴- ترکیب نورماتیو ۱۰۷
- ۴-۴- نمودارهای تغییر ۱۰۸
- ۵-۴- ماهیت ماگما ۱۱۲
- ۶-۴- نمودارهای عنکبوتی ۱۱۴
- ۱-۶-۴- نمودار عنکبوتی بهنجار شده با بازالت پشته میان اقیانوسی ۱۱۴
- ۷-۶-۴- نمودارهای عنکبوتی بهنجار شده با گوشته اولیه ۱۱۵
- ۸-۶-۴- نمودار عنکبوتی بهنجار شده با بازالت جزایر اقیانوسی ۱۱۵
- ۹-۶-۴- نمودار عنکبوتی بهنجار شده با کندریت ۱۱۵
- ۱۰-۴- نمودارهای آداکیت ۱۱۸
- ۱۱-۴- ماهیت آداکیت ها ۱۲۱
- ۱۲-۴- منشا آداکیت ها ۱۲۴
- ۱۳-۴- منشا سنگ های آداکیتی در جنوب خاوری و شمال باختری اصفهان ۱۲۶

فصل پنجم: شیمی ایزوتوپ

۱-۵- مقدمه	۱۳۱
۲-۵- خصوصیات شیمیایی روبیدیوم و استرانسیوم	۱۳۲
۳-۵- خصوصیات شیمیایی ساماریوم و نئودیمیوم	۱۳۵
۴-۵- نماد اپسلیون	۱۳۶
۷-۸- تعیین منشأ	۱۳۷

فصل ششم: نتیجه گیری

۱-۶- یافته ها	۱۴۴
۲-۶- بحث	۱۴۵
۲-۶-۱- سازوکارهای تولید ماگمای آداکیتی	۱۴۷
۲-۶-۱-۱- ذوب بخشی پوسته پائینی قاره ای	۱۴۷
- ذوب بخشی پوسته پائینی در اثر نفوذ مذاب های بازالتی	۱۴۷
- ذوب بخشی در اثر فرآیند دلامینیشن	۱۴۸
۲-۶-۱-۲- ذوب بخشی پوسته اقیانوسی فرورونده	۱۵۱
۳-۶- نتیجه گیری	۱۵۲
منابع و مأخذ	۱۵۴

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱ راه های دسترسی به مناطق مورد مطالعه.....	۲
شکل ۲-۱ موقعیت محدوده های مورد مطالعه در نقشه مناطق زمین ساختاری ایران.....	۵
شکل ۳-۱ تصویر ماهواره ای از منطقه مورد مطالعه.....	۶
شکل ۴-۱ نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه در شمال باختر اصفهان.....	۱۲
شکل ۵-۱ نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه در جنوب خاور اصفهان.....	۱۳
شکل ۶-۱ نمای عمومی از آندزیت های بازالتی.....	۲۰
شکل ۷-۱ گدازه های آندزیت بازالتی.....	۲۰
شکل ۸-۱ منظره عمومی از جریان آندزیتی.....	۲۱
شکل ۹-۱ گدازه های آندزیتی در سمت چپ و داسیت.....	۲۲
شکل ۱۰-۱ منظره سطح گدازه های آندزیتی.....	۲۲
شکل ۱۱-۱ نمای عمومی از داسیت ها در منطقه شمال باختری.....	۲۳
شکل ۱۲-۱ نمای عمومی از داسیت ها در ستیخ ها و آندزیت ها.....	۲۴
شکل ۱۳-۱ گدازه های داسیتی در حاشیه یک گنبد گدازه.....	۲۴
شکل ۱۴-۱ نمایی از گنبد میل.....	۲۴
شکل ۱۵-۱ انکلاو های تیره در داسیت.....	۲۵
شکل ۱۶-۱ درزه های انقباضی در داسیت ها.....	۲۶
شکل ۱۷-۱ درزه های ستونی ناشی از رشد گنبد در گره کوه.....	۲۶
شکل ۱۸-۱ اشکال سوزن مانند ناشی از گرانروی بالای.....	۲۷
شکل ۱۹-۱ فرسایش در گنبد داسیتی.....	۲۷
شکل ۲۰-۱ فرسایش در داسیت ها و ایجاد ساخت لانه کبوتری.....	۲۸
شکل ۲۱-۱ فرسایش در داسیت ها و ایجاد ساخت لانه کبوتری.....	۲۸

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲۲ لاهارها با فرسایش لانه کبوتری در دامنه.....	۲۹
شکل ۱-۲۳ قطعات داسیتی و آندزیتی در لاهار.....	۳۰
شکل ۱-۲۴ قرار گیری گدازه های منطقه بروی سازند قرمز بالایی.....	۳۰
شکل ۱-۲۵ بخش ماسه سنگی سازند قرمز بالایی.....	۳۱
شکل ۱-۲۶ فرسایش پوست پیازی در ماسه سنگ ها.....	۳۱
شکل ۲-۱ بافت میکروولیتی پرفیری در آندزیت بازالتی.....	۳۳
شکل ۲-۲ بافت پرفیری حفره دار در آندزیت بازالتی.....	۳۴
شکل ۲-۳ بافت گلومروپرفیری در آندزیت بازالتی.....	۳۴
شکل ۲-۴ بافت بادامکی در آندزیت بازالتی.....	۳۴
شکل ۲-۵ بافت میکروولیتی پرفیری در آندزیت.....	۳۶
شکل ۲-۶ بافت پرفیری جریان در آندزیت.....	۳۶
شکل ۲-۷ بافت گلومروپرفیری در آندزیت.....	۳۶
شکل ۲-۸ بافت حفره دار در آندزیت.....	۳۷
شکل ۲-۹ بافت هیالوپرفیری در داسیت.....	۳۸
شکل ۲-۱۰ بافت هیالوپلیتیک در داسیت.....	۳۸
شکل ۲-۱۱ بافت پرفیری فلسیتی در داسیت.....	۳۸
شکل ۲-۱۲ بافت پرفیری میکرو فلسیتی در داسیت.....	۳۹
شکل ۲-۱۳ بافت اسفرولیتی در داسیت.....	۳۹
شکل ۲-۱۴ بافت جریانی در داسیت.....	۳۹
شکل ۲-۱۵ درشت بلور سانیدین در ریوداسیت.....	۴۰
شکل ۲-۱۶ توف قطعه سنگی.....	۴۱
شکل ۲-۱۷ توف بلورین.....	۴۱

- شکل ۲-۱۸ قطعات سنگی آندزیتی و داسیتی در ۴۲
- شکل ۲-۱۹ توف با قطعات شیشه بهم جوش خورده ۴۲
- شکل ۲-۲۰ بیگانه سنگ میکروگرانولار بازیک ۴۳
- شکل ۲-۲۱ بیگانه سنگ آندزیتی ۴۳
- شکل ۲-۲۲ بیگانه سنگ کوارتزی دگرگون شده ۴۳
- شکل ۲-۲۳ بیگانه سنگ دگرگون شده ۴۴
- شکل ۲-۲۴ درشت بلور اولیوین که بطور بخشی ایدنگزیتی شده ۴۵
- شکل ۲-۲۵ درشت بلور نیمه شکل دار اولیوین با حاشیه ایدنگزیتی شده ۴۶
- شکل ۲-۲۶ درشت بلور شکل دار اولیوین با حاشیه اورتوپیروکسن ۴۶
- شکل ۲-۲۷ درشت بلور اولیوین با خوردگی خلیجی ۴۶
- شکل ۲-۲۸ درشت بلور کلینوپیروکسن با حاشیه آمفیبول ۴۸
- شکل ۲-۲۹ حاشیه واکنشی از جنس کلینوپیروکسن در اطراف کوارتز ۴۸
- شکل ۲-۳۰ پیروکسن با منطقه بندی ساعت شنی ۴۸
- شکل ۲-۳۱ درشت بلور کلینوپیروکسن با منطقه بندی ساده ۴۹
- شکل ۲-۳۲ اورتوپیروکسن با حاشیه کلینوپیروکسنی ۴۹
- شکل ۲-۳۳ درشت بلور پیروکسن با خوردگی خلیجی ۴۹
- شکل ۲-۳۴ بلورهای آمفیبول با چندرنگی سبز ۵۱
- شکل ۲-۳۵ درشت بلور شکل دار آمفیبول با چند رنگی قهوه ای ۵۱
- شکل ۲-۳۶ درشت بلور آمفیبول با حاشیه سوخته در کنار پیروکسن ۵۱
- شکل ۲-۳۷ درشت بلور آمفیبول در حال ذوب و واپاشی ۵۲
- شکل ۲-۳۸ درشت بلور آمفیبول با حاشیه ای از محصولات ریزدانه واکنشی ۵۲
- شکل ۲-۳۹ درشت بلور بیوتیت با حاشیه اپاسیتی شده ۵۳

- شکل ۲-۴۰ درشت بلور بیوتیت با حاشیه ای از کانی های ریز دانه ۵۳
- شکل ۲-۴۱ بقایای درشت بلور بیوتیت در حال واپاشی ۵۴
- شکل ۲-۴۲ درشت بلور پلاژیوکلاز با منطقه بندی نوسانی ۵۶
- شکل ۲-۴۳ درشت بلور پلاژیوکلاز با بافت غبار آلود ۵۶
- شکل ۲-۴۴ بلورهای پلاژیوکلاز بدون بافت غبار آلود ۵۶
- شکل ۲-۴۵ درشت بلور پلاژیوکلاز با مرکز سالم ۵۷
- شکل ۲-۴۶ درشت بلور پلاژیوکلاز با حاشیه غبار آلود ۵۷
- شکل ۲-۴۷ درشت بلور پلاژیوکلاز که با تجمعی از پیروکسن ۵۷
- شکل ۲-۴۸ بلور پلاژیوکلاز با بافت دم چلچله ای ۵۸
- شکل ۲-۴۹ درشت بلور کوارتز با خوردگی خلیجی ۵۹
- شکل ۲-۵۰ درشت بلور کوارتز گرد شده و دارای شکستگی ۵۹
- شکل ۲-۵۱ درشت بلور کوارتز گرد شده و با حاشیه واکنشی ۶۰
- شکل ۲-۵۲ درشت بلور کوارتز با خوردگی خلیجی ۶۰
- شکل ۳-۱ ترکیب کلیئوپیروکسن های سنگ های آتشفشانی مورد مطالعه ۶۳
- شکل ۳-۲ تصویر میکروسکوپ الکترونی از درشت بلور اوژیت ۶۴
- شکل ۳-۳ تصویر میکروسکوپ الکترونی از درشت بلور اورتوپیروکسن ۶۸
- شکل ۳-۴ تصویر میکروسکوپ الکترونی از درشت بلور اورتوپیروکسن با حاشیه اوژیت ۷۰
- شکل ۳-۵ تصویر میکروسکوپ الکترونی از کانی های پیروکسن ۷۱
- شکل ۳-۶ الف) نمودار Ti در برابر Ca و قرارگیری پیروکسن ها ۷۲
- شکل ۳-۷ ترکیب شیمیایی آمفیبول های سنگ های آتشفشانی منطقه ۷۳
- شکل ۳-۸ تصویر میکروسکوپ الکترونی از درشت بلور آمفیبول ۷۵
- شکل ۳-۹ تصویر میکروسکوپ الکترونی از ۲ درشت بلور آمفیبول ۷۶

عنوان

صفحه

- شکل ۳-۱۰ تصویر میکروسکوپ الکترونی از درشت بلور بیوتیت ۷۸
- شکل ۳-۱۱ ترکیب شیمیایی میکاهای آنالیز شده در سنگ های آتشفشانی ۷۸
- شکل ۳-۱۲ ترکیب شیمیایی پلاژیوکلازهای سنگ های آتشفشانی ۸۲
- شکل ۳-۱۳ تصویر میکروسکوپ الکترونی از درشت بلور پلاژیوکلاز ۸۲
- شکل ۳-۱۴ تصویر میکروسکوپ الکترونی از درشت بلور پلاژیوکلاز ۸۲
- شکل ۳-۱۵ تصویر میکروسکوپ الکترونی از درشت بلور پلاژیوکلاز ۸۳
- شکل ۳-۱۶ تصویر میکروسکوپ الکترونی از پلاژیوکلاز با حاشیه غبارآلود ۸۳
- شکل ۳-۱۷ تصویر میکروسکوپ الکترونی از پلاژیوکلاز با زوناسیون نوسانی ۸۳
- شکل ۳-۱۸ تصویر میکروسکوپ الکترونی درشت بلور پلاژیوکلاز ۸۴
- شکل ۳-۱۹ تصویر میکروسکوپ الکترونی درشت بلور پلاژیوکلاز ۸۴
- شکل ۳-۲۰ تصویر میکروسکوپ الکترونی درشت بلور پلاژیوکلاز ۸۴
- شکل ۳-۲۱ نمودار شماتیک تغییرات درصد آنورتیت ۹۰
- شکل ۳-۲۲ برآورد فشار در سنگ های آتشفشانی پلیوکواترنر ۹۱
- شکل ۳-۲۳ برآورد حرارت تشکیل کلینوپیروکسن ها ۹۳
- شکل ۴-۱ الف) نمودار مجموع آکالی به سیلیس میدل موسست ۱۰۵
- شکل ۴-۲ الف) نمودار Zr/TiO_2 در مقابل SiO_2 وینچستر و فلوید ۱۰۶
- شکل ۴-۳ نمودار هارکر ۱۱۰
- شکل ۴-۴ نمودارهای تغییر نسبت به MgO ۱۱۱
- شکل ۴-۵ نمودار تغییر Al_2O_3/CaO نسبت به SiO_2 ۱۱۱
- شکل ۴-۶ نمودار La در مقابل La/Yb ۱۱۲
- شکل ۴-۷ الف) نمودار AFM ابروین و باراگار ۱۱۲
- شکل ۴-۸ نمودار عنکبوتی عادی شده با بازالت پشته میان اقیانوسی ۱۱۶

عنوان	صفحه
شکل ۴-۹ نمودار عنکبوتی عادی شده با بازالت پشته میان اقیانوسی	۱۱۷
شکل ۴-۱۰ نمودار عنکبوتی عادی شده با گوشته اولیه	۱۱۷
شکل ۴-۱۱ نمودار عنکبوتی عادی شده با بازالت جزایر اقیانوسی	۱۱۷
شکل ۴-۱۲ نمودار عنکبوتی عادی شده با کندریت	۱۱۸
شکل ۴-۱۳ نمودار عنکبوتی عادی شده با کندریت	۱۱۸
شکل ۴-۱۴ نمودار Y در مقابل نسبت Sr/Y	۱۲۰
شکل ۴-۱۵ نمودار Yb _N در مقابل نسبت La _N /Yb _N	۱۲۰
شکل ۴-۱۶ نمودار La/Sm در مقابل Sm/Yb	۱۲۵
شکل ۴-۱۷ نمودار La _N /Yb _N در مقابل Yb _N	۱۲۶
شکل ۴-۱۸ نمودار Zr/Sm در مقابل Nb/La	۱۲۷
شکل ۴-۱۹ نمودار La _N /Yb _N در مقابل Yb _N عادی شده با کندریت	۱۲۸
شکل ۴-۲۰ نمودار نسبت Sr/Y در مقابل Zr/Hf	۱۲۹
شکل ۴-۲۱ نمودار Ti در مقابل La/Nb	۱۳۰
شکل ۴-۲۲ نمودار La/Sm _N در مقابل Nb/Th	۱۳۰
شکل ۵-۱ نمودار همبستگی ایزوتوپی ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd در مقابل ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	۱۴۰
شکل ۵-۲ نمودار همبستگی ایزوتوپی ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd در مقابل ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	۱۴۱
شکل ۵-۳ نمودار همبستگی ایزوتوپی ¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd در مقابل ⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	۱۴۱
شکل ۵-۴ نمودار همبستگی ایزوتوپی... سنگ های آداکیتی مناطق مختلف چین	۱۴۲
شکل ۵-۵ نمودار همبستگی ایزوتوپی... موقعیت سنگ های شبه آداکیتی رومانی	۱۴۳
شکل ۶-۱ نمودار فشار - دما - زمان برای پوسته فرورونده	۱۵۰
شکل ۶-۲ مراحل مختلف فرآیند دلامینیشن	۱۵۲
شکل ۶-۳ مراحل مختلف شکست قطعه رورونده	۱۵۳

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۶۴	جدول ۱-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب یک نمونه پیروکسن.....
۶۵	جدول ۲-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب از مرکز به حاشیه.....
۶۶	جدول ۳-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب از مرکز به حاشیه.....
۶۷	جدول ۴-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب از مرکز به حاشیه.....
۶۷	جدول ۵-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب چهار پیروکسن.....
۶۸	جدول ۶-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب از مرکز به حاشیه.....
۶۹	جدول ۷-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب از مرکز به حاشیه.....
۷۰	جدول ۸-۳ آنالیز مایکروپروب از مرکز به حاشیه.....
۷۱	جدول ۹-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب چند پیروکسن.....
۷۵	جدول ۱۰-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب آمفیبول.....
۷۶	جدول ۱۱-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب آمفیبول.....
۷۷	جدول ۱۲-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب آمفیبول.....
۷۹	جدول ۱۳-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب بیوتیت.....
۸۰	جدول ۱۴-۳ نتایج آنالیز مایکروپروب از مرکز به حاشیه بیوتیت.....
۸۵	جدول ۱۵-۳ داده های آنالیز مایکروپروب مرکز تا حاشیه.....
۸۵	جدول ۱۶-۳ داده های آنالیز مایکروپروب میکروولیت.....
۸۶	جدول ۱۷-۳ داده های آنالیز مایکروپروب از مرکز.....
۸۶	جدول ۱۸-۳ داده های آنالیز مایکروپروب از مرکز تا حاشیه درشت بلور.....
۸۷	جدول ۱۹-۳ داده های آنالیز مایکروپروب از مرکز تا حاشیه درشت بلور.....
۸۷	جدول ۲۰-۳ داده های آنالیز مایکروپروب از مرکز تا حاشیه درشت بلور.....

عنوان

صفحه

- جدول ۳-۲۱ داده های آنالیز مایکروپروب از مرکز تا حاشیه درشت بلور ۸۸
- جدول ۳-۲۲ داده های آنالیز مایکروپروب از مرکز تا حاشیه درشت بلور ۸۸
- جدول ۳-۲۳ داده های آنالیز مایکروپروب از مرکز تا حاشیه درشت بلور ۸۹
- جدول ۳-۲۴ داده های آنالیز مایکروپروب پلاژیوکلاز حاصل واپاشی آمفیبول ۸۹
- جدول ۳-۲۵ مقادیر فشار بدست آمده در جفت پیروکسن ۹۲
- جدول ۳-۲۶ محاسبه درجه حرارت تبلور اورتوپروکسن ۹۴
- جدول ۳-۲۷ محاسبه فشار تبلور پیروکسن ۹۵
- جدول ۳-۲۸ نتایج بارومتري بر اساس مقدار آلومینیوم در آمفیبول ۹۷
- جدول ۴-۱ داده های عناصر اصلی و عناصر نادر باروش XRF ۱۰۱
- جدول ۴-۲ داده های عناصر اصلی، عناصر نادر و نادر خاکی آنالیز شیمیایی ICP ۱۰۲
- جدول ۴-۳ نتایج نورم سنگ های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه ۱۰۷
- جدول ۴-۴ خصوصیات عمومی سنگ های آداکیتی ۱۲۳
- جدول ۵-۱ داده های ایزوتوپی استرانسیوم و نئودیمیوم ۱۳۷

فصل اول

کلیات

۱-۱- جایگاه جغرافیایی و راه های دسترسی

در این پژوهش سنگ های آتشفشانی پلیوسن کواترنر در استان اصفهان در دو منطقه مجزا در جنوب خاوری و شمال باختری شهر اصفهان مطالعه شدند که موقعیت جغرافیایی این مناطق به شرح زیر است:

الف) رخنمون های جنوب خاوری در ۱۲۰ کیلومتری جنوب خاوری شهر اصفهان، جنوب- جنوب باختری نائین، خاور کوهپایه و شمال باتلاق گاوخونی در میان طول های جغرافیایی $52^{\circ} 50'$ تا $52^{\circ} 40'$ و عرض های جغرافیایی $32^{\circ} 45'$ تا $32^{\circ} 35'$ جای دارند، روستاهای جشوقان، مهرآباد، تمینان، ملا احمد و تودشک از مناطق مسکونی مهم این منطقه به شمار می آیند که از نظر تقسیمات استانی متعلق به بخش کوهپایه استان اصفهان هستند. راه آسفالت اصفهان- نائین از شمال رخنمون ها عبور می کند و دسترسی به بقیه رخنمون ها از طریق مسیرهای ارتباطی جنوبی این جاده امکان پذیر است (شکل ۱-۱). بطور کلی دستیابی به بیشتر رخنمون ها بدلیل نزدیکی به جاده اصلی و وجود راه های ارتباطی روستایی و جاده های منتهی به معادن فعال منطقه آسان است اما دسترسی به بعضی رخنمون ها بدلیل قرار گیری در ارتفاعات و یا منطقه نظامی با مشکل همراه می باشد.