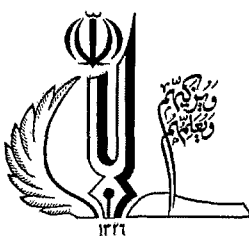


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٩٨٨٧٠



دانشگاه شاهرود
دانشکده علوم طبیعی
گروه زمین شناسی

پایان نامه

برای دریافت درجه دکترا (Ph.D.) در رشته زمین شناسی
(گرایش پترولوژی)

عنوان

مطالعه دگرگونی ناحیه ای سنگهای رسی، گنیس ها و گرانیت‌های نوع S
در منطقه تکاب، شمال غرب ایران

استادان راهنما

دکتر محسن موذن

دکتر منصور مجتهدی

استاد مشاور

پروفسور رولند اویر هانسلی

پژوهشگر

عادل ساکی

مهرماه ۱۳۸۶

۱۳۸۷ / ۲ / ۸

کتابخانه مرکز زمین شناسی شاهرود

۹ ۵ ۸ ۷ ۶

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

که همیشه نگاه نگران و لب های دعاگویشان بدرقه راهم گشت

برادر و خواهران دلسوزم

همسر و دوست مهربانم

و

استاد علم و اخلاق جناب آقای دکتر محسن موذن

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیر و تشکر

سپاس پروردگار جهانیان را که از دریای بیکران نعمتش برخوردار نمود و بار دیگر توفیق یادگیری و پشت سر گذاشتن مقطع تحصیلی دیگری را نصیبم نمود.

یکی از بزرگترین افتخارات اینجانب در طول عمرم، هفت سال شاگردی در خدمت استاد بزرگوار جناب آقای دکتر محسن موذن می باشد، چرا که ایشان با علم و اخلاق بیکرانش مسائل زیادی به بنده آموختند و راهنمای اینجانب در به پایان رساندن این رساله بودند، از ایشان صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می نمایم.

از جناب آقای دکتر منصور مجتهدی، استاد راهنمای رساله ام بخاطر راهنماییها و کمکهایشان در طول انجام پایان نامه تشکر و سپاسگزاری می نمایم.

از استاد مشاور ارجمندم جناب آقای پرفسور ابرهانسلی و همکارانشان که در دانشگاه پتسدام آلمان با بنده همکاریهای زیادی نمودند صمیمانه قدردانی می نمایم.

از اساتید محترمی که زحمت داوری این پایان نامه را به عهده داشته اند، جناب آقایان دکتر نقرئیان، دکتر سپاهی، دکتر عامری و دکتر موید نهایت سپاس و قدردانی را دارم.

از ریاست محترم دانشکده علوم طبیعی جناب آقای دکتر جهانگیری و همچنین از معاون تحصیلات تکمیلی و پژوهشی دانشکده جناب آقای دکتر بنیادی تشکر و قدردانی می نمایم.

وظیفه خود می دانم که از اساتید دوره لیسانسم در گروه زمین شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته باشم.

از کارکنان گروه زمین شناسی دانشگاه تبریز از جمله مهندس جهانیار و مهندس مصیب زاده تشکر می کنم، همچنین از پرسنل کتابخانه علوم طبیعی جناب آقای جعفرپور و سرکار خانم مختاری سپاسگزارم.

از کلیه دوستانی که به نحوی مرا در انجام پایان نامه یاری رساندند، آقایان دکتر رئوف، دکتر زین العابدینی، دکتر مومنی، آقای احمد زاده، آقای عمرانی، آقای اشرفی، آقای عابدینی، آقای سیاه چشم، آقای فرید آزاد، آقای ادوای، آقای پیرمحمدی، آقای سیمونز و سرکار خانم دکتر حاجی علی اوغلی و دکتر مجرد و همه دوستانی که از آنها نامی برده نشده است، کمال امتنان و سپاسگزاری را دارم.

در پایان از خانواده بزرگوار و از همسرم، بهترین دوستم که در تمام مراحل زندگی یاور و پشتیبان من بوده اند، بسیار سپاسگزارم و از خداوند منان فرصت جبران زحمات آنان را خواهانم.

نام خانوادگی دانشجو : ساکی	نام : عادل
عنوان پایان نامه : مطالعه دگرگونی ناحیه ای سنگهای رسی، گنیس ها و گرانیت های نوع S در منطقه تکاب	
اساتید راهنما : ۱- دکتر محسن موذن ۲- دکتر منصور مجتهدی	
استاد مشاور : پروفسور رولند اوبرهانسلی Roland Oberhänsli	
مقطع تحصیلی: دکتری	رشته : زمین شناسی
دانشگاه: تبریز	تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۶
دانشکده : علوم طبیعی	تعداد صفحه : ۱۳۸
کلید واژه ها: متاپلیت، فاز های دگرشکلی، دما- فشار سنجی، گرادیان حرارتی، پوسته قاره ای، دگرگونی سری باروین	
<p>چکیده</p> <p>کمپلکس ماهنشان بوسیله کمربندهایی از چینها و گسلها، درون سیستم کوهزایی آلپ-همیالیا، در غرب آسیا قرار گرفته است. این منطقه از ایران بخشی از پی سنگ ایران در زمان پرکامبرین بوده و در محل برخورد زونهای ساختمانی سندج-سیرجان، البرز آذربایجان و ایران مرکزی قرار دارد. مجموعه ی دگرگونی کمپلکس ماهنشان در محدوده طولهای جغرافیایی ۴۵' ۴۷° تا ۱۵' ۴۷° شرقی و عرض ۵۰' ۳۶° و ۳۰' ۳۶° شمالی قرار دارد. باتوجه به ترکیب سنگ مادر اولیه که تحت تاثیر دگرگونی ناحیه ای قرار گرفته است، سنگهای دگرگونی متاپلیت ها، کالک- سیلیکاتها، متابازیت ها و سنگهای حاصل ذوب (میگماتیتها و گرانیتوئیدها) در منطقه بوجود آمده اند. در این مطالعه سنگهای متاپلیت را به دلیل ترکیب مناسب جهت ظهور کانیها و ثبت فازهای دگرشکی بیشتر مورد بررسی قرار داده ایم. این سنگها تحت تاثیر دگرشکلی های مختلف قرار گرفته اند و به صورت پلی متامورفیک دگرگون شده اند. با مطالعات میکروسکوپی انجام شده بر روی مقاطع نازک این سنگها، دو فاز دگرشکلی D_1 و D_2 و چهار فاز دگرگونی M_1 تا M_4 مشخص گردید. فازهای دگرگونی M_1 و M_2 همزمان با فازهای دگرشکلی D_1 و D_2 می باشند. فاز دگرشکلی D_2 از D_1 قویتر بوده و تقریباً اثرات آن را از بین برده است. فاز دگرگونی M_3 بصورت دگرگونی مجاورتی بعد از فازهای اول و دوم رخ داده است و در نهایت یک دگرگونی پسرونده (M_4) شیبتهای اوج دگرگونی را تحت تاثیر قرار داده و باعث تشکیل کلریت های بعد از تکتونیک شده است. مجموعه کانیهای اوج دگرگونی در شیبتهای منطقه</p>	

بلند پرچین شامل استارولیت، آندالوزیت، سیلیمانیت، کیانیت، گارنت، بیوتیت، مسکویت و کوارتز (مجموعه بدون کلریتوئید) و در شیستهای منطقه پشتوک شامل استارولیت، گارنت، کلریتوئید، کلریت، مسکویت و کوارتز (مجموعه کلریتوئید دار) می باشد. مطالعات پتروفابریک نشان می دهد که اکثر کانیهای مربوط به اوج دگرگونی در این شیستها به صورت همزمان با تکتونیک متبلور شده اند. ترکیب شیمیایی کانیهای موجود در شیستها مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از روشهای متداول ژئوترموبارومتري، دما و فشار فازهای دگرگونی محاسبه گردید. دما و فشار اوج دگرگونی (فاز دگرگونی M_2) به ترتیب حدود 600°C درجه سانتیگراد و $5/5$ کیلوبار می باشد. با توجه به حرارت و فشار بدست آمده گرادیان زمین گرمایی 30°C بر کیلومتر برای اوج دگرگونی بدست می آید که منطبق بر گرادیان زمین گرمایی نوع باروین می باشد. پس از اوج دگرگونی ناحیه ای یک دگرگونی مجاورتی (M_3) قسمتی از سنگها را تحت تاثیر قرار داده است. سنگهای دگرگونی کمپلکس ماهنشان مسیر P-T دگرگونی هم جهت با حرکت عقربه های ساعت را ثبت کرده اند. ضخیم شدگی پوسته ای در ارتباط با حرکات همگرایی پوسته باعث شده است که کمپلکس ماهنشان تحت تاثیر دگرگونی فشار متوسط (باروین) قرار گیرد، سپس دگرگونی مجاورتی (M_3) بعد از کاهش فشار (decompression)، در ارتباط با نفوذ ماگمای گرانیتی در سنگ میزبان ایجاد شده است. متعاقب ضخیم شدگی پوسته ای، زونهای برشی همزمان با همگرایی گسترش پیدا کرده اند. سنگهای دگرگونی کمپلکس ماهنشان از نظر گرادیان ژئوترمال جزء مناطق پوسته قاره ای (continental crust) و قوس ماگمایی (magmatic arc) قرار می گیرد و احتمالاً مانند ایران مرکزی به علت کوهزایی نئوپروتروزوئیک- کامبرین پیشین در ارتباط با قوس ماگمایی گسترده ای بوجود آمده است که در طول حاشیه پروتو-تتیس ابر قاره گندوانا ایجاد شده است. گرانیتوئیدهای ماهنشان ساب آلكالن، پر آلومینوس و دارای شاخصه های گرانیتوئیدهای نوع S می باشند. ترکیبات عناصر اصلی و فرعی نشان می دهد که منشاء این گرانیتوئیدها در ارتباط با قوس آتشفشانی و تصادم قاره ای می باشد و بر اثر ذوب آبیگری متاگریوکها و پلیتهای فلسیک شکل گرفته است.

فصل اول: بررسی منابع

- ۱- پایه های نظری..... ۱
- ۱-۱- ارتباط کوهزایی با دگرگونی و ماگماتیسم..... ۱
- ۲-۱- ژئوترموبارومتري..... ۳
- ۳-۱- مسير P-T و P/Tt (اصول اوليه)..... ۹
- ۴-۱- رده بندی دگرگونی ناحیه ای براساس فشار و حرارت P/T..... ۱۱
- ۴-۱-۱- نوع P/T پایین (پا سری آندالوزیت - سیلیمانیت)..... ۱۱
- ۴-۱-۲- نوع P/T متوسط (یا سری کیانیت - سیلیمانیت)..... ۱۱
- ۴-۱-۳- نوع P/T بالا (با دگرگونی گلوگوفانی)..... ۱۲
- ۵-۱- رابطه بین گرادیان حرارتی، سری دگرگونی و محیط تکتونیکی..... ۱۴
- ۶-۱- تیپ های مختلف سنگهای گرانیتوئیدی..... ۱۵
- ۷-۱- ویژگیهای پتروگرافی و کانی شناسی گرانیتوئیدهای تیپ S..... ۱۶
- ۸-۱- ویژگی های ژئوشیمیایی گرانیتوئیدهای تیپ S..... ۱۶
- ۹-۱- رابطه بین ماگماهای نوع I و S، آیا مخلوطی از دو نوع وجود دارد؟..... ۱۶
- ۱۰-۱- مروری بر مطالعات گذشته..... ۱۷

فصل دوم: مواد و روشها

- ۲- مواد و روشها..... ۱۹
- ۲-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه..... ۱۹
- ۲-۲- زمین ریخت شناسی..... ۲۰
- ۳-۲- راههای ارتباطی..... ۲۲
- ۴-۲- آب وهوای منطقه..... ۲۳
- ۵-۲- ساختار کشاورزی منطقه..... ۲۳
- ۷-۲- مقدمه ای بر زمین شناسی عمومی، چینه شناسی و تکتونیک چهار گوش تکاب و منطقه مورد مطالعه..... ۲۳
- ۸-۲- موقعیت زمین شناسی و ساختمانی منطقه مورد مطالعه..... ۲۷
- ۹-۲- نکات مبهمی که در این منطقه نیاز به بررسی بیشتر دارند..... ۳۰
- ۱۰-۲- اهداف رساله..... ۳۰
- ۱۱-۲- روش مطالعه..... ۳۱

۳۱.....۱-۱۱-۲- کارهای صحرائی

۳۳.....۲-۱۱-۲- کارهای آزمایشگاهی

۳۳.....۱۲-۲- بررسی زمین شناسی ایران و مناطق مجاور

۳۳.....۱-۱۲-۲- زونهای زاگرس، سنندج-سیرجان و ارومیه دختر

۳۴.....۲-۱۲-۲- زون ایران مرکزی

۳۶.....۳-۱۲-۲- البرز

فصل سوم: بحث و نتایج

۳۷.....۳- بحث و نتایج

۳۷.....۱-۳- پتروگرافی

۳۹.....۱-۱-۳- پتروگرافی سنگهای رسی دگرگون شده (شیست ها)

۳۹.....۲-۱-۳- شیبتهای گرافیتی بدون کلریتوئید (منطقه بلند پرچین)

۳۹.....۱-۲-۱-۳- کلریت شیبتهای

۳۹.....۲-۲-۱-۳- بیوتیت شیبست ها

۴۰.....۳-۲-۱-۳- مسکویت - بیوتیت - گارنت شیبست

۴۱.....۴-۲-۱-۳- استارولیت- آندالوزیت- گارنت شیبست ها

۴۱.....۵-۲-۱-۳- آندالوزیت شیبست ها

۴۲.....۶-۲-۱-۳- سیلیمانیت شیبتهای

۴۳.....۷-۲-۱-۳- آندالوزیت-کیانیت شیبتهای

۴۳.....۸-۲-۱-۳- کردیریت شیبتهای

۴۳.....۳-۱-۳- شیبتهای غیرگرافیتی (منطقه پشتوک)

۴۳.....۱-۳-۱-۳- استارولیت-گارنت شیبتهای

۴۴.....۲-۳-۱-۳- کلریتوئید-استارولیت-گارنت شیبتهای

۴۴.....۴-۱-۳- پتروگرافی سنگهای نیمه رسی دگرگون شده

۴۷.....۲-۳- بررسی ارتباط دگرشکلی و دگرگونی در سنگهای رسی و نیمه رسی دگرگون شده منطقه مورد مطالعه

۴۷.....۱-۲-۳- مراحل توسعه شیبستوزیته در سنگهای رسی منطقه در ارتباط با فازهای دگرشکلی (D_1, D_2)

۴۷.....۱-۱-۲-۳- فولیاسیون S_1

۴۷.....۲-۱-۲-۳- فولیاسیون S_2

۴۷	۲-۲-۳- رشد پورفایروبلاست در ارتباط با گسترش ساخت صفحه ای در منطقه مورد مطالعه.....
۴۷	۱-۲-۲-۳- شناسایی کانیه‌های پیش از فرآیندهای تکتونیکی.....
۴۸	۲-۲-۲-۳- شناسایی کانیه‌های همزمان با فرآیندهای تکتونیکی.....
۴۹	۳-۲-۲-۳- شناسایی و تعبیر و تفسیر بلورهای پس از فرآیندهای تکتونیکی.....
۴۹	۳-۲-۳- کانیه‌های مشاهده شده در سنگهای رسی و نیمه رسی دگرگون شده و ارتباط آنها با دگرشکلی.....
۴۹	۱-۳-۲-۳- کلریت.....
۵۰	۲-۳-۲-۳- بیوتیت و مسکویت.....
۵۱	۳-۳-۲-۳- گارنت.....
۵۲	۴-۳-۲-۳- استارولیت.....
۵۲	۵-۳-۲-۳- کردیریت.....
۵۳	۶-۳-۲-۳- آندالوزیت و کیانیت.....
۵۳	۷-۳-۲-۳- سیلیمانیت.....
۵۳	۸-۳-۲-۳- کلریتوئید.....
۵۴	۴-۲-۳- بررسی دگرگونی چند مرحله ای در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مطالعات پتروگرافی.....
۵۵	۱-۴-۲-۳- دگرگونی M_1
۵۵	۲-۴-۲-۳- دگرگونی M_2
۵۶	۳-۴-۲-۳- دگرگونی M_3
۵۶	۴-۴-۲-۳- دگرگونی M_4
۶۱	۳-۳- مینرال شیمی سنگهای رسی دگرگون شده.....
۶۱	۱-۳-۳- کلیات.....
۶۱	۲-۳-۳- کلریت.....
۶۱	۳-۳-۳- مسکویت.....
۶۲	۴-۳-۳- بیوتیت.....
۶۳	۵-۳-۳- گارنت.....
۶۳	۶-۳-۳- کلریتوئید.....
۶۴	۷-۳-۳- استارولیت.....
۶۴	۸-۳-۳- فلدسپار.....
۶۴	۹-۳-۳- ترکیب شیمیایی سیلیکاتهای آلومین.....

۷۲.....	۴-۳- واکنشهای دگرگونی در متابلیت ها.....
۷۲.....	۴-۳-۱- ارتباطات فازی و واکنشهای دگرگونی.....
۷۳.....	۴-۳-۲- ارتباطات فازی و واکنشهای دگرگونی در سنگهای رسی دگرگون شده بدون کلریتوئید (دارای گرافیت).....
۷۳.....	۴-۳-۱- ظهور بیوتیت.....
۷۴.....	۴-۳-۲- ظهور گارنت.....
۷۵.....	۴-۳-۳- ظهور استارولیت - آندالوزیت.....
۷۶.....	۴-۳-۴- ظهور سیلیمانیت.....
۷۸.....	۴-۳-۳- ارتباطات فازی و واکنشهای دگرگونی در سنگهای رسی دگرگون شده دارای کلریتوئید (بدون گرافیت).....
۷۸.....	۴-۳-۱- ظهور بیوتیت.....
۷۸.....	۴-۳-۲- ظهور استارولیت.....
۸۰.....	۴-۳-۵- ژئوترموبارومتری سنگهای رسی دگرگون شده کمپلکس ماهنشان.....
۸۶.....	۳-۵-۱- استفاده از شبکه های پتروژنتیک.....
۸۹.....	۳-۵-۲- استفاده از سودوسکشنها برای تعیین سری دگرگونی سنگهای رسی بدون کلریتوئید.....
۹۲.....	۳-۶-۱- مطالعه گرانیتوئید های نوع S و سنگهای آذرین دگرگون شده.....
۹۲.....	۳-۶-۱- پتروگرافی سنگهای آذرین و آذرین دگرگون شده.....
۹۲.....	۳-۶-۲- گرانیتوئید (آنانکسی آلکالی گرانیت) با رنگ خاکستری روشن.....
۹۵.....	۳-۶-۳- میرمکیت آلکالی گرانیت.....
۹۶.....	۳-۶-۴- بیوتیت- گنیس های پورفیروبلاستیک تا گرانوبلاستیک (گنیس چشمی).....
۹۷.....	۳-۶-۵- گرانیت-گنیس.....
۹۹.....	۳-۶-۶- مینرال شیمی سنگهای آذرین نوع S کمپلکس ماهنشان.....
۹۹.....	۳-۶-۶-۱- فلدسپار پتاسیم.....
۱۰۰.....	۳-۶-۶-۲- پلاژیوکلاز.....
۱۰۰.....	۳-۶-۶-۳- مسکویت.....
۱۰۰.....	۳-۶-۶-۴- بیوتیت.....
۱۰۰.....	۳-۶-۶-۵- گارنت.....
۱۰۱.....	۳-۶-۷- ترموبارومتری سنگهای گرانیتوئیدی کمپلکس ماهنشان.....
۱۰۷.....	۳-۶-۸- مطالعه ویژگیهای ژئوشیمی و منشاء گرانیتوئیدها و متابلیت ها.....
۱۰۹.....	۳-۶-۸-۱- ژئوشیمی عناصر اصلی و فرعی.....

۱۱۹.....	۳-۶-۸-۲- ترکیب ناحیه منشاء گرانیتوئیدهای ماهنشان.....
۱۲۰.....	۳-۶-۸-۳- بررسی ترکیب، منشاء و محیط تکتونیکی سنگهای رسی دگرگون شده (متاپلیت ها).....
۱۲۳.....	۳-۷- نتیجه گیری.....
۱۲۳.....	۳-۷-۱- گرادیان زمین گرمایی و خاستگاه تکتونیکی سنگهای دگرگونی.....
۱۲۵.....	۳-۷-۲- تقسیم بندی دگرگونیها از نظر فشار.....
۱۲۶.....	۳-۸-۳- تحولات سنگهای دگرگونی ناحیه ای و مجاورتی کمپلکس ماهنشان.....
۱۳۰.....	منابع مورد استفاده.....
۱۳۹.....	ضمائم.....

- فهرست شکل ها.....
- شکل ۱- a. تاریخچه سنگهای دگرگونی دارای مجموعه کانیایی متعادل، بر روی دیاگرام PT ۱۰
- شکل ۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد..... ۲۰
- شکل ۳- اشکال مربوط به توپوگرافی و رخنمون سازندهای مختلف در منطقه ماهنشان ۲۱
- شکل ۴- راههای ارتباطی منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد..... ۲۲
- شکل ۵- موقعیت جغرافیایی، ساختمانی و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه..... ۲۷
- شکل ۶- نقشه زمین شناسی ایران، واحدهای اصلی تکتونیکی و زمین شناسی ۲۹
- شکل ۷- نقشه زمین شناسی و نمونه برداری کمپلکس ماهنشان (جنوب منطقه مورد مطالعه)..... ۳۲
- شکل ۸- باز سازی سرزمین های گندوانایی در پرکامبرین پیشین ۳۵
- شکل ۹- ارتباط تبلور کانیها با فازهای دگرشکلی..... ۵۴
- شکل ۱۰ - عکسهای پتروگرافی شیستهای گرافیتی (بدون کلریتوئید)..... ۵۷
- شکل ۱۱ - عکسهای پتروگرافی شیستهای گرافیتی (بدون کلریتوئید)..... ۵۸
- شکل ۱۲ - عکسهای پتروگرافی شیستهای غیر گرافیتی (کلریتوئید دار)..... ۵۹
- شکل ۱۳- اشکال مربوط به مینرال شیمی کانیهای دگرگونی..... ۶۸
- شکل ۱۴- پروفیل زونینگ در گارنت ۷۰
- شکل ۱۵- پروفیل زونینگ شیمیایی آندالوزیت های زونه..... ۷۱
- شکل ۱۶ - فازدیاگرامهای ترکیبی AFM در شیستهای بدون کلریتوئید (گرافیتی) منطقه بلند پرچین..... ۷۷
- شکل ۱۷- فازدیاگرامهای ترکیبی AFM در شیستهای کلریتوئید دار (بدون گرافیتی) منطقه پشتوک..... ۷۹
- شکل ۱۸- a محاسبه اکتیویته آب با استفاده از برنامه ترموکالک b,c,d نتایج ژئوترموبارومتري با استفاده از برنامه ترمو کالک .. ۸۳
- شکل ۱۹- a محاسبه اکتیویته b - ژئوترموبارومتري سنگهای رسی دگرگون شده دارای کلریتوئید پشتوک با استفاده از برنامه کامپیوتری ترمو کالک. ۸۷
- شکل ۲۰- P-T گرید (شبه دما-فشار)، در سیستم KFMASH..... ۸۸
- شکل ۲۱- P-T گرید (شبه دما-فشار)، در سیستم KFMASH..... ۸۸
- شکل ۲۲- نتیجه بررسیهای شریمنیکرز ۸۹
- شکل ۲۳ - سودوسکشنها برای تعیین سوی دگرگونی سنگهای رسی بدون کلریتوئید..... ۹۱
- شکل ۲۴- رخنمون گرانیتهای در مجاورت شیستهای بلند پرچین ۹۳
- شکل ۲۵- رگه های گرانیتهی نوع S که در درون شیستها قرار گرفته اند ۹۴

- شکل ۲۶- ساختارهای میگماتیت شکل در داخل گرانیت های نوع S..... ۹۴
- شکل ۲۷- گرانیت آناتکسی بصورت بودیناز هم جهت با شپستوزیته شپست ها قرار گرفته است..... ۹۵
- شکل ۲۸- گارنتهای آتول در داخل گرانیت..... ۹۶
- شکل ۲۹- گنیس با چشم های درشت فلدسپار..... ۹۷
- شکل ۳۰- کانی شکل دار تیتانیت به همزاه فلدسپار پتاسیم در گنیس آفکند..... ۹۷
- شکل ۳۱- رخنمون گرانیت- گنیس..... ۹۸
- شکل ۳۲- بیوتیت و فلدسپار به طول ۱۰ سانتیمتر سنگها..... ۹۸
- شکل ۳۳- i پلاژیوکلاز ها و بیوتیت های زونه در گرانیت گنیس ها. j مسکویت های دگرشکل شده در مرز بلورهای کوارتز با (خاموشی موجی). k. بلورهای درشت میکروکلین همراه با کوارتزهای با تبلور مجدد..... ۱۰۲
- شکل ۳۴- ترکیب مودال گرانیت های نوع S ماهنشان..... ۱۰۳
- شکل ۳۵- اشکال مینرال شیمی گرانیتوئیدها..... ۱۰۵
- شکل ۳۶- ترمومتری دو فلدسپار سنگهای گرانیتوئیدی کمپلکس ماهنشان..... ۱۰۶
- شکل ۳۷- درجه حرارت بدست آمده با استفاده از برنامه کامپیوتری SOLVCALC..... ۱۰۶
- شکل ۳۸- a,b طبقه بندی TAS گرانیتوئیدهای کمپلکس ماهنشان..... ۱۱۰
- ۳۹- طبقه بندی گرانیتها بر اساس نمودار نورماتیو Ab-An-Or..... ۱۱۰
- شکل ۴۰- a تعیین شاخص شند برای گرانیتوئیدهای ماهنشان و تعیین نوع گرانیتوئیدها..... ۱۱۲
- شکل ۴۱- تمایز گرانیتوئیدهای کوهزایی از نا کوهزایی بر اساس پارامترهای چند کاتیونی R1 و R2..... ۱۱۳
- شکل ۴۲- a,b,c,d,e,f نمودارهای تفکیک محیط زمین ساختی گرانیتوئیدها..... ۱۱۵
- شکل ۴۳- نمودارهای تعیین محیط تکتونیکی..... ۱۱۶
- شکل ۴۴- a,b,c نمودارهای الگوی REE نرمالیزه به کندریت برای گرانیتوئیدها..... ۱۱۸
- شکل ۴۵- فراوانی عناصر ناسازگار نرمالیزه به گرانیت های پشته اقیانوسی برای گرانیتوئیدهای ماهنشان..... ۱۱۸
- شکل ۴۶- a,b,c محدوده های ترکیب مذابهای تجربی مشتق شده از ذوب بخشی پلیتهای فلسیک، متاگروکها و آمفیبولیتهای..... ۱۲۱
- شکل ۴۷- a- دیاگرامهای متمایزکننده $\log (SiO_2/Al_2O_3)$ در مقابل $\log (Fe_2O_3/K_2O)$ ۱۲۲
- شکل ۴۸- روند مسیرهای خطی ساده دما-عمق برای محیطهای سابداکشن، پوسته قاره ای و قوسهای ماگمایی..... ۱۲۴
- شکل ۴۹- شبکه های P-T به منظور تقسیم بندی دگرگونیها از نظر فشار..... ۱۲۵
- شکل ۵۰- P-T گرید (شبکه دما-فشار)، در سیستم KFMASH..... ۱۲۹

- جدول ۱- مجموعه کانی ها در سنگهای رسی- نیمه رسی جنوب غرب ما هانشان ۴۶
- جدول ۲- مجموعه کانیهای مطالعه شده در مقاطع معرف که تحت آنالیز میکروپروب قرار گرفته اند..... ۶۴
- جدول ۳- آنالیزهای معرف بیوتیت و گارنت در شایست های بدون کلریتوئید..... ۶۵
- جدول ۴- آنالیزهای معرف کلریت، مسکویت، استارولیت و پلاژیوکلاز در شایست های بدون کلریتوئید..... ۶۵
- جدول ۵- آنالیزهای معرف کلریت و مسکویت در شایست های کلریتوئید دار ۶۶
- جدول ۶- آنالیزهای معرف استارولیت و گارنت در شایست های کلریتوئید دار ۶۶
- جدول ۷- آنالیزهای معرف کلریتوئید در شایست های کلریتوئیددار به همراه تعداد اکسیژنهای موجود در ساختمان آنها..... ۶۷
- جدول ۸- آنالیزهای معرف آندالوزیت..... ۷۱
- جدول ۹- نتایج معرف ترمومتری بیوتیت با استفاده از کالیبراسیونهای مختلف..... ۸۲
- جدول ۱۰- نتایج معرف بارومتری با استفاده از روشهای GASP و GPMB-Fe ۸۳
- جدول ۱۱- آنالیزهای معرف پلاژیوکلاز، فلدسپار پتاسیم و گارنت بر اساس تعداد اکسیژنهای موجود در ساختمان..... ۱۰۳
- جدول ۱۲- آنالیزهای معرف پلاژیوکلاز، فلدسپار پتاسیم، گارنت و بیوتیت بر اساس تعداد اکسیژنهای موجود در ساختمان..... ۱۰۴
- جدول ۱۳- آنالیزهای معرف مسکویت بر اساس تعداد اکسیژنهای موجود در ساختمان..... ۱۰۴
- جدول ۱۴- نتایج تجزیه شیمیایی گرانیتوئیدها و متاپلیت‌های کمپلکس ما هانشان..... ۱۰۸
- جدول ۱۵ نتایج نورم سنگهای گرانیتوئیدی ما هانشان..... ۱۰۸

مقدمه

مقدمه

بیشتر حجم پوسته زمین از سنگهای دگرگونی، دگرشکل شده (که در طی کوهزاییها بوجود آمده‌اند) تشکیل گردیده است. از نظر جغرافیایی و خاستگاه زمین‌شناختی، دگرگونی ناحیه‌ای با نوارهای بزرگ کوهزایی ارتباط دارد (هودجز^۱، ۱۹۹۸). این نوع دگرگونی مانند دگرگونی مجاورتی از انرژی گرمایی سرچشمه می‌گیرد ولی در این حالت زونهای گسترده‌تری از سنگهای دگرگونی پدید می‌آید که با استفاده از تغییرات کانی‌شناسی آنها می‌توان به تغییرات دما پی برد. دگرگونی ناحیه‌ای برخلاف دگرگونی مجاورتی با حرکت و دگرشکلی همراه است که بدون هیچ شکی روابط صحرائی، فابریک سنگ و میکرواستراکچرها، مجموعه کانیها، بافتهای واکنشی، تغییر ترکیب کانیها همچون قصه گویی تاریخچه‌ی سنگ و آنچه را در طی زمان بر آن گذشته است به ترتیب و به روشنی بیان می‌کند. بافتها و ریز ساختهای دگرگونی در حل بسیاری از معماهای دگرگونی و تکتونیک اهمیت دارند (پاشیر و ترو^۲، ۱۹۹۶) و (بارکر^۳، ۱۹۹۰).

کمبرندهای دگرگونی ناحیه‌ای تاریخچه حوادث تکتونوترمال پیچیده با چندین دوره دگرگونی و دگرشکلی را نشان می‌دهند. لذا بررسی ارتباطات فازی و واکنشهای دگرگونی در آنها مشکل است. ولی تنها با مطالعه این نوع دگرگونی است که می‌توان به حوادث کوهزایی و تکتونیک که در گذشته بر پوسته زمین حاکم بوده است، پی برد. توانایی ما برای تفسیر شواهد ثبت شده در سنگهای دگرگونی، برای درک تاریخ سنگها و توصیف مدل‌های کوهزایی خیلی مهم و ضروری است. دگرگونی‌های ناحیه‌ای چهارگوش تکاب و جنوب غرب ماهنشان کمتر مورد توجه زمین‌شناسان قرار گرفته است و محاسبات دقیق دما، فشار، سری دگرگونی و گرادیان زمین گرمایی، در آن صورت نگرفته است. همچنین محیط تکتونوترمال مرتبط با دگرگونی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این رساله سعی شده است تا به طور سیستماتیک موارد ذکر شده در بالا مورد بررسی قرار گیرند. منطقه تکاب کمپلکسی از سنگهای دگرگونی متاپلیت‌ها، کالک-سیلیکاتها، متابازیت‌ها، اولترامافیک‌ها، گرانیتوئیدهای نوع I تایپ و سنگهای حاصل ذوب (گرانیتوئیدها) است. در این رساله سنگهای متاپلیت را به دلیل ترکیب مناسب جهت ظهور کانیها و ثبت

¹Hodges²Passchier & Trouw³Barker

فازهای دگرشکلی بیشتر، مورد بررسی قرار داده‌ایم. این سنگها تحت تاثیر دگرشکلی‌های مختلف قرار گرفته‌اند و بنابراین یک مجموعه پلی‌متامورفیک هستند که با توجه به اهمیت دگرگونی ناحیه‌ای در مباحث پترولوژی و نیز فقدان مطالعات دقیق در منطقه کمپلکس ماهنشان، مطالعات سیستماتیک دگرگونی ناحیه‌ای سنگهای رسی و گرانیت‌های نوع S جنوب غرب ماهنشان به عنوان هدف اصلی این رساله انتخاب شده است که این هدف در برگیرنده موضوعات اساسی زیر می‌باشد.

مطالعه‌ی پتروگرافی ریز ساختها و دگرشکلی‌های موجود در منطقه، مطالعه واکنشهای دگرگونی و ترکیب شیمیایی کانیها، تعیین شرایط دما-فشار دگرگونی ناحیه‌ای جنوب غرب ماهنشان، تعیین سری دگرگونی و گرادیان ژئوترمال پوسته در نقاط مختلفی که سنگهای دگرگونی برونزد دارند، تعیین محیط تکتونیکی، سنگهای دگرگون شده با توجه به تمام عوامل (موارد) مذکور و مطالعه ژئوشیمی گرانیتوئیدهای نوع S و ترکیب شیمیایی کانیهای موجود در آنها.

فصل اول

بررسی منابع و پیشینه پژوهش

فصل اول بررسی منابع

۱- پایه های نظری

۱-۱- ارتباط کوهزایی با دگرگونی و ماگماتیسم

سنگهایی که در معرض دگرگونی ناحیه ای قرار گرفته اند معمولاً کمربند هایی با مساحت بسیار زیاد را تشکیل می دهند که طول آنها به صدها یا هزاران کیلومتر و عرض شان به دهها کیلومتر می رسد.

بیشتر حجم پوسته زمین از سنگهای دگرگونی، دگرشکل شده (که در طی کوهزاییها بوجود آمده اند) تشکیل گردیده است. کوهزاییها سیستمهای بازی هستند که در طی رخ دادن آنها انرژی آزاد می شود و بازتاب این عمل، بوجود آمدن دگرشکلی، دگرگونی و آناتکسی است (براون و سولار^۱، ۱۹۹۸) (هودجز^۲، ۱۹۹۸) چگونگی ثبت این پدیدهها به خصوصیات سنگ خصوصاً رئولوژی آن وابسته است. سنگهای دگرگونی به صورت پلکانی (پیایی) می توانند آثار کوهزایی را در خود ثبت کنند بطوریکه ما می توانیم آن را تاریخچه کوهزایی بنامیم (هاجیرود و زن^۳، ۱۹۹۱). روابط صحرائی، فابریک سنگ و میکرواستراکچرها، مجموعه کانیها، بافتهای واکنشی، تغییر ترکیب کانیها و اطلاعات ایزوتوپی، تاریخچه ی سنگ را ثبت می کنند (برون، ۲۰۰۱ و ۱۹۹۳ براون و ابرین^۴، ۱۹۹۷). توانایی ما برای تفسیر شواهد ثبت شده در سنگهای دگرگونی، برای درک تاریخ سنگها و توصیف مدل های کوهزایی خیلی مهم و ضروری است.

تصادم قارهها امروزه در پی فرورانش صفحه هند به زیر صفحه تکتونیکی اوراسیا تا هیمالایا و فلات تبت رخ می دهد (هودجز، ۲۰۰۰) و بطور گسترده ای باعث کوهزاییهای اصلی فانروزوئیک شده است. در حالتی که

^۱Brown and Solar

^۲Hodges

^۳Haugerud and Zen

^۴Brown and O' Brien

فرورانش قبل از تصادم رخ می‌دهد، درجه‌ی گرم بودن پوسته اقیانوسی فرورونده ممکن است در تکامل حرارتی کوهزاییهای تصادمی اهمیت داشته باشد (جامیسون و همکاران^۱، ۱۹۸۸). دگرگونی فشار متوسط می‌تواند نتیجه اغتشاش حرارتی مرتبط با تزریق گرانیتهای کالک-آلکان در عمق پوسته بالایی و یا متوسط باشد (ریوز و همکاران^۲، ۲۰۰۳).

مدلهای حرارتی مناطق کوهزایی که بوسیله ضخیم شدگی پوسته ای توصیف می‌شوند، نشان می‌دهند که تکامل حرارتی این مناطق بیشتر از الگوهای متقارن تبعیت می‌کنند. برای مناطقی که متحمل تکامل دگرگونی فشار-متوسط می‌شوند (انگلند و تامپسون^۳، ۱۹۸۴) تکامل دگرگونی سری-باروین بصورت یک شاخص مطرح شده است. اغلب مناطق پوسته زیرین یا میانی، که تاریخچه دگرگونی فشار-متوسط را نشان می‌دهند، معمولاً در آنجا یک دگرگونی فشار-بالا همزمان با بیشترین عمق تدفین حاکم بوده است. با این حال بدلیل اینکه مسیرهای P-T-t هم جهت با عقربه‌های ساعت در کمرندهای با فشار متوسط تا بالا وجود دارند، اما در اغلب موارد شواهدی که بیان کننده ماکزیمم فشار در مسیر P-T-t دگرگونی باشند، توسط تبلور مجدد در اوج دما (T) از بین می‌روند، بخصوص وقتیکه مسیر P-T به اوج حرارت^۴ برسد. آزمایشهای متعدد نشان می‌دهند که مسیرهای P-T مربوط به مناطق ضخیم شده پوسته، معمولاً تمایل دارند که بعد از اوج حرارت دگرگونی در طی کاهش فشار^۵ به مناطق فشار پایین دگرگونی^۶ نزدیک شوند. وقتیکه بالا آمدگی فقط بدلیل فرسایش باشد (انگلند و تامپسون، ۱۹۸۴) پیشنهاد کرده اند که مناطق فشار پایین بوسیله مسیر P-T معمولی ایجاد نمی‌شوند. فرآیندهای تکتونیکی نظیر کشش پوسته ای و لیتوسفری، توده‌های نفوذی همزمان با دگرگونی، ضخیم شدگی پوسته ای مرتبط با نازک شدگی گوشته و یا هدایت حرارتی بوسیله سیالات گرم، مکانیسمهای اصلی برای ایجاد مناطق با دگرگونی دمای بالا-فشار پایین^۷ می‌باشند (مانند برون، ۱۹۹۸).

¹ Jamieson

² Rios

³ England and Thompson

⁴ High-T

⁵ Decompression

⁶ Low-P

⁷ HT/LP