



دانشکده علوم طبیعی
گروه زمین شناسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی
گرایش پترولوژی

عنوان

بررسی فرایند دگرگونی مجاورتی در هاله توده های جنوب نقده، شمال غرب ایران

اساتید راهنما

دکتر محسن مؤذن

دکتر رباب حاجی علی اوغلی

(دانشگاه تبریز)

استاد مشاور

دکتر جایلز درووپ

(دانشگاه منچستر - انگلستان)

پژوهشگر

ثریا سعیدی

بهمن ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم

تقدیم به بهترینهای وجودم:

نمونه مهربانی، سادگی، گذشت

پدرم

نمونه پاکي، صبوري، فداكاري

مادرم

نمونه راستي، دانائي، نجات

استايد که اقدرم پروفور محسن مؤذن و دکتر باب حاجي علي او علي

به اينان که صادقانه زمين را به من آموختند

وجودم بر ايشان رنج بود، وجودشان براي من مهر

باشد که اين تلاش، مرعم ناچيزي باشد به

محبت آنها که صميانه دوستان دارم.

تقدیم به همراه زندگی ام شاهین خادمی نیا، که تا دنیا دنیا است، روح و جسمش سالم باشد.

خدایا سرنوشت ما را خیر بنویس، تقدیری مبارک، آنچه را که تو زود می‌خواهی

در نخواهیم و آنچه را که تو دیر می‌خواهی زود نخواهیم (دکتر شریعتی).

حمد و سپاس خداوند یکتا را که اوست ایمنی، بخش دل‌های حراسان، حال که با فضل و عنایت خداوند، انجام این پژوهش به اتمام رسید، بر خود واجب می‌دانم مراتب قدردانی و تشکر صمیمانه خود را از تمام کسانی که بی‌شک بدون کمک و مساعدتشان انجام این کار از عمده ام خارج بود، ابراز دارم.

از پدر و مادر عزیزم که دلسوزانه یاریم نمودند، نهایت سپاسگزاری را به ایشان ابراز می‌دارم.

از همسر مهربانم که با دانش خود در انجام این رساله یاریم نمودند، بی‌نهایت سپاسگزارم.

از خواهران و برادرانم که مشوق من در امر تحصیل بوده‌اند سپاسگزارم.

از اساتید راهنمای گرانقدر و بزرگوارم جناب آقای پروفور محسن مؤذن و سرکار خانم دکتر رباب حاجی علی اوغلی که در طول این دوره تحصیلی با

آگاهی و حوصله یاریم نمودند، بی‌نهایت سپاسگزارم.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر جایلز دووپ از دانشگاه پنشنر که زحمت مشاوره این پایان‌نامه و تجزیه میکرو پروب نمونه‌ها را بر عهده داشتند، صمیمانه سپاسگزارم.

از استاد محترم دکتر محسن مؤید که زحمت داوری این پایان‌نامه را قبل نمودند کمال تشکر را دارم.

از ریاست محترم دانشکده علوم طبیعی جناب آقای دکتر محسن مؤید و مدیریت محترم گروه زمین‌شناسی جناب آقای دکتر اصغری مقدم به جهت

مساعدت‌های علمی و آزمایشگاهی، بی‌نهایت سپاسگزارم.

از آقای مهندس مسیب زاده مسئول کارگاه سنگبری نهایت تشکر را دارم.

از هم‌راسی‌دوستان و بهکلاسی‌هایم خانم: صفریان، زحرارضایی، مه‌لقارضایی، آسچالان، شکاری، پورحاتم و آقایان: دکتر عمرانی، کمالی،

خیراندیش، سودی، انجم، رحمانی و دیگر دوستان که مجال ذکر نشان نیست، صمیمانه سپاسگزارم.

خدایا چنان کن سرانجام کار تو خوش‌باشی و ما را سعادتمند.

نام خانوادگی دانشجو: سعیدی	نام: ثریا
عنوان پایان نامه: بررسی فرایند دگرگونی مجاورتی در هاله توده های جنوب نقده، شمال غرب ایران	
اساتید راهنما: دکتر محسن مؤذن و دکتر رباب حاجی علی اوغلی استاد مشاور: دکتر جایلز درووپ (Dr. Giles Droop) (دانشگاه منچستر - انگلستان)	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: زمین شناسی
گرایش: پترولوژی	دانشگاه: تبریز
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۰/۱۱/۵	تعداد صفحات: ۱۵۰
کلید واژه ها: جنوب نقده، گرانیتوئید، دگرگونی مجاورتی، مینرال شیمی، ترموبارومتري، هورنفلس رسی - نیمه رسی و کالک - سیلیکات	
<p>چکیده</p> <p>منطقه مورد مطالعه (جنوب نقده)، از نظر تقسیمات جغرافیایی در استان آذربایجان غربی و از لحاظ تقسیمات واحدهای رسوبی - ساختمانی در زون سندج - سیرجان قرار گرفته و همچنین در محدوده طول های جغرافیایی ۲۷° تا ۵۶°۳۰' شرقی و عرض های جغرافیایی ۴۵°، ۳۶' تا ۵۶°، ۳۶' شمالی واقع شده است. سنگهای دگرگونی مجاورتی جنوب نقده تحت تاثیر توده های گرانیتوئیدی فاز تکتونیکی لارامید (اواخر کرتاسه - پائوسن) در زون سندج - سیرجان تشکیل شده اند، که در مشاهدات صحرایی بصورت هورنفلس های رسی - نیمه رسی، کالک سیلیکاتها، مرمرهای دولومیتی - کلسیتی و میگماتیت های حاصل از ذوب بخشی دیده می شوند. کمپلکس های نفوذی، سنگهای در برگیرنده خود را با سن پرمین و کرتاسه دگرگون کرده اند. کمپلکس های نفوذی جنوب نقده با توجه به مطالعات پتروگرافی شامل پنج نوع توده نفوذی دیوریت، کوارتز مونزونیت، دیوریت - گابرو، گارنت - بیوتیت - سینیت و گارنت - بیوتیت - گرانیت می باشند. واکنش های دگرگونی در هورنفلس های رسی - نیمه رسی عمدتاً از نوع آب زدایی بوده است که آب آزاد شده از آنها باعث ذوب بخشی و بوجود آمدن میگماتیت ها در حد مزوسکوپی تا میکروسکوپی به فرم رگه ای شده است.</p> <p>برای محاسبه شرایط دما و فشار تشکیل سنگهای دگرگونی مجاورتی جنوب نقده از سنگهای رسی - نیمه رسی با روش حرارت سنجی و فشار سنجی منحنی های تعادلی چندگانه استفاده شد، که حداکثر فشار و دمای دگرگونی مجاورتی بترتیب حدود ۲ کیلو بار و ۷۵۰ درجه سانتی گراد است. برای ترمومتری سنگهای کالک - سیلیکات و تعیین مقدار CO₂ از روش منحنی های تعادلی چندگانه استفاده شد که حداکثر دما و مقدار CO₂ در سنگهای کالک - سیلیکات جنوب نقده بترتیب برابر با ۷۵۰ درجه سانتی گراد و ۰/۷ تعیین شد. ترمومتری گارنت - بیوتیت و گارنت - مسکویت در هورنفلس های رسی - نیمه رسی حاصل از ترموبارومتري هورنفلس های رسی - نیمه رسی جنوب نقده را تأیید می کند.</p>	

فصل اول: بررسی منابع و پیشینه پژوهش

- ۱-۱-۱- پایه های نظری
- ۱-۱-۱- معرفی فرایندهای دگرگونی (Metamorphism)
- ۱-۱-۲- معرفی انواع دگرگونی
- ۱-۱-۲-۱- دگرگونی دارای گسترش ناحیه ای
- ۱-۱-۲-۲- دگرگونی دارای گسترش موضعی
- ۱-۳-۱- معرفی دگرگونی مجاورتی
- ۱-۴-۱-۱- مقایسه پترولوژیکی دگرگونی مجاورتی با دگرگونی ناحیه ای
- ۱-۵-۱-۱- فرایندهای دگرگونی مجاورتی
- ۱-۶-۱-۱- دگرگونی انواع اصلی سنگها در هاله های دگرگونی مجاورتی
- ۱-۶-۱-۱-۱- دگرگونی مجاورتی سنگهای رسی
- ۱-۶-۱-۲-۱- دگرگونی مرمرها و سنگهای کالک-سیلیکات
- ۱-۶-۱-۳-۱-۱- دگرگونی سنگهای بازیک
- ۱-۶-۱-۴-۱-۱- دگرگونی سنگهای کوارتز-فلدسپاتی
- ۱-۷-۱-۱- معرفی مختصر درباره توده های نفوذی و نحوه جایگیری آنها
- ۱-۸-۱-۱- معرفی مختصر رخساره های دگرگونی برای تجزیه و تحلیل تکنونیک مناطق مختلف
- ۱-۸-۱-۱-۱- رخساره باروین (Barrovian)
- ۱-۸-۱-۲-۱-۱- رخساره فرانسیسکن (Fransiscain)
- ۱-۸-۱-۳-۱-۱- رخساره باکن (Buchan)
- ۲-۱-۲- پیشینه پژوهش و اهم موارد بحث شده در این رساله

فصل دوم: مواد و روش ها

- ۱-۲-۱- موقعیت جغرافیایی
- ۲-۲-۲- راههای ارتباطی منطقه
- ۳-۲-۳- آب و هوا و پوشش گیاهی
- ۴-۲-۴- توپوگرافی و ژئومورفولوژی
- ۵-۲-۵- ساختار اجتماعی و معیشتی ساکنان منطقه
- ۶-۲-۶- اهداف مطالعه

۳۶	۷-۲-۷- روش کار و سیر مطالعاتی
۳۶	۷-۲-۱- مطالعات صحرایی
۳۷	۷-۲-۲- مطالعات آزمایشگاهی
۳۷	۷-۲-۸- تفسیر داده های ترسیمی و تلفیق نتایج

فصل سوم: بحث و نتایج

۳۹	۳-۱- زمین شناسی عمومی منطقه
۳۹	۳-۱-۱- کلیاتی در مورد زمین شناسی عمومی ایران
۳۹	۳-۱-۱-۱- موقعیت ایران در ارتباط با تکتونیک جهانی و نواحی همجوار
۴۰	۳-۱-۲- کلیاتی در مورد زمین شناسی عمومی آذربایجان
۴۱	۳-۱-۲-۱- بررسی مختصر سرگذشت زمین شناسی آذربایجان از پرکامبرین تا عهد حاضر
۴۳	۳-۱-۳- زمین شناسی عمومی زون سنندج- سیرجان
۴۴	۳-۱-۴- زمین شناسی عمومی نقده (شمال غرب ایران)
۴۷	۳-۱-۴-۱- چینه شناسی جنوب نقده
۵۳	۳-۱-۴-۲- فعالیت های ماگمایی در جنوب نقده
۵۹	۳-۱-۴-۳- دگرگونی در جنوب نقده
۶۳	۳-۱-۵- زمین شناسی ساختمانی
۶۶	۳-۱-۶- زمین شناسی اقتصادی
۶۷	۳-۲- مطالعات پتروگرافی
۶۷	۳-۲-۱- مقدمه
۶۸	۳-۲-۲- پتروگرافی سنگهای آذرین درونی جنوب نقده
۶۸	۳-۲-۲-۱- پتروگرافی دیوریت
۷۱	۳-۲-۲-۲- پتروگرافی کوارتز مونزونیت ها
۷۳	۳-۲-۲-۳- پتروگرافی دیوریت- گابرو ها
۷۷	۳-۲-۲-۴- پتروگرافی گارنت- بیوتیت- سینیت
۷۹	۳-۲-۲-۵- پتروگرافی گارنت- بیوتیت - گرانیت
۸۲	۳-۲-۳- پتروگرافی سنگهای دگرگونی جنوب نقده
۸۲	۳-۲-۳-۱- پتروگرافی هورنفلس های رسی - نیمه رسی
۸۸	۳-۲-۳-۲- پتروگرافی هورنفلس های کالک- سیلیکات

۹۶	۳-۲-۳-۳- پتروگرافی مرمرها
۹۷	۳-۲-۴- پتروگرافی میگماتیت ها
۹۹	۳-۲-۵- پتروگرافی سنگهای رسوبی
۱۰۰	۳-۲-۵-۱- ماسه سنگها
۱۰۰	۳-۲-۵-۲- سنگ آهک ها
۱۰۱	۳-۲-۵-۳- گل سنگ (سنگ رسی)
۱۰۱	۳-۲-۵-۴- وکستون (سنگ آهکی)
۱۰۲	۳- میگماتیت ها در هاله دگرگونی جنوب نقده
۱۰۲	۳-۳-۱- مقدمه
۱۰۳	۳-۳-۲- تعادل جرم در میگماتیت ها
۱۰۴	۳-۳-۳- ساختارهای عمده در میگماتیت ها
۱۰۴	۳-۳-۴- عمده ترین بافت های میکروسکوپی در میگماتیت ها
۱۰۴	۳-۳-۵- واکنش های عمده آناتکسی در تشکیل میگماتیت ها
۱۰۵	۳-۳-۶- میگماتیت ها در هاله دگرگونی مجاورتی جنوب نقده
۱۰۶	۳-۳-۷- واکنش های ذوب در هورنفلس های رسی - نیمه رسی درجه بالای هاله جنوب نقده
۱۰۶	۳-۳-۸- ترکیب شیمیایی لوکوسوم ها
۱۰۷	۳-۴-۴- واکنش های دگرگونی
۱۰۷	۳-۴-۱- انواع واکنش های دگرگونی
۱۰۸	۳-۴-۱- الف - واکنش های جامد - جامد
۱۰۹	۳-۴-۱- ب - واکنش های آب زدایی
۱۰۹	۳-۴-۱- پ - واکنش های آبگیری
۱۰۹	۳-۴-۱- ت - واکنش های کربن زدایی
۱۰۹	۳-۴-۱- ث - واکنش های اکسیداسیون - احیا
۱۱۰	۳-۴-۲- واکنش های دگرگونی در هورنفلس های رسی - نیمه رسی هاله مجاورتی جنوب نقده
۱۱۰	۳-۴-۲- الف - واکنش های آرایش متقاطع (Cross - cutting tie - line reactions)
۱۱۰	۳-۴-۲- ب - واکنش های آرایش هم خط (Co - line arrangement reactions)
۱۱۱	۳-۴-۲- پ - واکنش های آرایش ادخال (Inclusion reactions)
۱۱۱	۳-۴-۲-۱- انتخاب سیستم مناسب برای مطالعه هورنفلس های رسی - نیمه رسی جنوب نقده
۱۱۲	۳-۴-۲-۲- واکنش ها و زون های دگرگونی در هورنفلس های رسی - نیمه رسی
۱۱۲	۳-۴-۲-۲- الف - زون بندی و واکنش های دگرگونی در هورنفلس های نیمه رسی

- ۱۱۴ ۳-۴-۲-ب- زون بندی و واکنش های دگرگونی هورنفلس های رسی
- ۱۱۷ ۳-۴-۲-۳- واکنش های دگرگونی در سنگهای کالک - سیلیکات
- ۱۲۱ ۳-۵- مینرال شیمی سنگهای دگرگونی
- ۱۲۱ ۳-۵-۱- مینرال شیمی هورنفلس های رسی - نیمه رسی
- ۱۲۱ ۳-۵-۱-۱- مینرال شیمی بیوتیت
- ۱۲۳ ۳-۵-۱-۲- مینرال شیمی گارنت
- ۱۲۳ ۳-۵-۱-۳- مینرال شیمی پلاژیوکلاز
- ۱۲۴ ۳-۵-۱-۴- مینرال شیمی میکای سفید
- ۱۲۵ ۳-۵-۱-۵- مینرال شیمی فلدسپار پتاسیم
- ۱۲۵ ۳-۵-۱-۶- مینرال شیمی کردیریت و کردیریت پینیتی شده
- ۱۳۲ ۳-۵-۲- مینرال شیمی هورنفلس های کالک - سیلیکات
- ۱۳۲ ۳-۵-۲-۱- مینرال شیمی کلینوپیروکسن
- ۱۳۳ ۳-۵-۲-۲- مینرال شیمی گارنت
- ۱۳۴ ۳-۵-۲-۳- مینرال شیمی پلاژیوکلاز
- ۱۳۸ ۳-۶- ژئوترموبارومتری (زمین حرارت سنجی - فشار سنجی)
- ۱۳۹ ۳-۶-۱- ترموکالک
- ۱۴۰ ۳-۶-۲- ترموبارومتری در هاله جنوب نقده
- ۱۴۰ ۳-۶-۲-۱- ترموبارومتری سنگهای رسی - نیمه رسی
- ۱۴۲ ۳-۶-۲-۱-۱- ترمومتری گارنت - بیوتیت در سنگهای رسی - نیمه رسی
- ۱۴۳ ۳-۶-۲-۱-۲- ترمومتری گارنت - مسکویت در سنگهای رسی - نیمه رسی
- ۱۴۴ ۳-۶-۲-۲- ترمومتری و تعیین مقدار CO₂ در سنگهای کالک- سیلیکات
- ۱۴۵ ۳-۷- نتیجه گیری
- ۱۴۶ ۳-۸- پیشنهادات برای مطالعات بیشتر در منطقه

منابع

ضمایم

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱): ارتباط دما (مهمترین عامل دگرگونی) با شیب های زمین گرمایی ۲
- شکل (۲-۱): نمایش تصویری از فشار (عامل دگرگونی) و انواع آن ۲
- شکل (۳-۱): مراحل متوالی در دگرگونی ناحیه ای ۳
- شکل (۴-۱): نحوه شکل گیری دگرگونی مجاورتی ۴
- شکل (۵-۱): (a) دگرگونی برخورداردی (برخورد شهاب سنگ با سطح زمین) ۴
- (b) تشکیل سنگهای تکنیتی در دگرگونی برخورداردی ۴
- شکل (۶-۱): نحوه تشکیل دگرگونی گرمایی (هیدروترمال) ۴
- (شکل ۷-۱): رشد ساختارهای صفحه ای (شیستوزیته) در توده های گرانیتوئیدی و سنگهای میزبان در این تصویر نقاط سه گانه در شیستوزیته قابل مشاهده میباشند (after Brun and Pons, 1981).
- شکل (۸-۱): جایگیری توده نفوذی (after Paterson et al, 1991) ۱۴
- شکل (۹-۱): مدل سازی گرافیکی انتشار حرارت در سنگهای دیواره از یک توده نفوذی (after Jaeger, 1964; Furlong et al, 1991) ۱۷
- توده نفوذی به شکل کره ای
- شکل (۱۰-۱): تحول دما به عنوان تابعی از زمان در هاله یک توده نفوذی ۱۸
- هر یک از منحنی ها پروفیل دمایی را در سنگهای دیواره دورتر از کنتاکت در زمان خاصی برای دو نوع توده نفوذی نشان می دهد (after Jaeger, 1964).
- شکل (۱۱-۱): جایگیری دینامیکی توده نفوذی در سطح بالایی پوسته قاره ای (after Flood and Vernon, 1978) ۱۹
- شکل (۱۲-۱): واکنش های متاسوماتیسم بین توده گرانیتی و سنگ دیواره در این شکل انتشار عناصر در طول مرز دانه ها باعث می شود که گرانیت به پاراژنز اندواسکارن کوارتز + ولاستونیت و سنگ آهک به پاراژنز اگزواسکارن کلسیت + ولاستونیت تبدیل شود (Kornprobst, 2003).
- شکل (۱۳-۱): طرح شماتیک از یک سیستم هیدروترمال همرفتی ایجاد شده در سقف توده نفوذی (After Fyfe and Henley, 1973) ۲۳
- شکل (۱۴-۱): حلالیت کوارتز و کلسیت در آب به عنوان تابعی از دما و فشار (After Fyfe et al, 1978). برای کوارتز حلالیت به صورت درصد وزنی و فشار برحسب (Kb)، ولی برای کلسیت حلالیت برحسب (g/kg^{-1}) و فشاربخشی CO_2 بصورت (HPa) بیان می شود. ۲۴
- شکل (۱۵-۱): رشد رگه های اسکارن متاسوماتیسم در اطراف توده نفوذی (a - اگزواسکارن، b) روابط هندسی بین اگزواسکارن و اندواسکارن ۲۵

- شکل (۱-۲): تصویر ماهواره ای منطقه مورد مطالعه ۳۰
- شکل (۲-۲): مسیر های اصلی قابل دستیابی به منطقه مورد مطالعه ۳۱
- شکل (۳-۲): راههای ارتباطی فرعی منطقه مورد مطالعه ۳۲
- شکل (۴-۲): (a) پوشش گیاهی جنوب نقده (دید به سمت شمال)، (b) پوشش مرتعی نقده ۳۴
- شکل (۵-۲): نقشه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه ۳۵
- شکل (۳-۱): نقشه زمین شناسی ایران و کشورهای همسایه (اقتباس از Stocklin, 1984) ۴۰
- (۱) قلمرو جنوبی، (۲) قلمرو میانی، (۳) قلمرو شمالی، (۴) افیولیت و آمیزه های افیولیتی، (۵) رسوبات ژریف دریایی، (۶) رسوبات نوع فلیش، (۷) گودال های جوان ۴۱
- شکل (۲-۳): واحدهای ساختمانی- رسوبی ایران، نبوی، (۱۳۵۵) ۴۱
- شکل (۳-۳): نقشه تراورس از زون سندج- سیرجان (Mohajjel et al, 2000) ۴۴
- شکل (۴-۳): موقعیت منطقه مورد مطالعه در ۴۶
- (a) زیر تقسیمات تکتونیکی در ایران، اصلاح شده از (Stocklin, 1977) (b) نقشه زمین شناسی ایران اقتباس از (Ahmadi Khalaji et al, 2007) ۴۸
- شکل (۵-۳): نقشه زمین شناسی واحدهای لیتولوژی جنوب نقده اقتباس از علی اکبر خداپنده، ۱۳۸۳ (نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ نقده) ۴۸
- شکل (۶-۳): (a) مرمهای دولومیتی در ارتفاعات روستای بالق چی (دید به سمت جنوب غرب) (b) لایه بندی مگاسکوپی در مرمهای کلسیتی (تیره رنگ) روستای بالق چی ۵۰
- شکل (۷-۳): (a) تناوبی از مرمهای دولومیتی (رنگ روشن) و مرمهای کلسیتی (رنگ تیره)، امتداد لایه بندی شمالی- جنوبی و دید به سمت شمال، (b) لایه بندی مزوسکوپی در واحد سنگی دولومیتی ۵۰
- شکل (۸-۳): درشت شدگی بلورهای کلسیت در مرمدر مجاورت توده نفوذی (تبلور مجدد) ۵۰
- شکل (۹-۳): (a) شیل های مدادی، حاصل از خرد شدگی واحدهای شیستی (b) واحدهای شیستی چین خورده در مسیر روستاهای خلیفان - دشت قور ۵۱
- شکل (۱۰-۳): (a) دور نمایی از روستای کانی ملا، جهت پیکان نمایانگر برونزد پشت روستا و برونزد تناوبی از دولومیت و سنگ آهک خرده فسیل دار است، (b, c) سنگ آهک حاوی پوسته ها و خرده های فسیلی (احتمالا پوسته فسیلی براکیوپود) ۵۲
- شکل (۱۱-۳): واحد سنگی کنگلومرا در ارتفاعات روستای بالق چی (احتمالا کنگلومرای میوسن) ۵۳
- شکل (۱۲-۳): (a) ارتباط توده نفوذی بالق چی با سنگهای اطراف (دید به سمت غرب) (b) کنتاکت توده نفوذی بالق چی با سنگ دیوار ۵۵
- شکل (۱۳-۳): (a) دور نمایی از روستای خلیفان (دید به سمت شمال شرق)، ۵۵

- ۵۶ (b) برونزد توده لوکوگرانیت خلیفان (دید به سمت جنوب)
- ۵۷ شکل (۱۴-۳): لوکوگرانیت صورتی رنگ و دگرسان شده خلیفان
شکل (۱۵-۳): (a) دور نمایی از توده نفوذی در شمال روستای دشت قوره،
- ۵۸ (b) دور نمایی از توده نفوذی در شمال غرب روستای دشت قوره
- ۵۸ شکل (۱۶-۳): (a, b) تصویری از زینولیت های موجود در توده نفوذی شمال غرب روستای دشت قوره
شکل (۱۷-۳): (a) رگه سیلیسی در توده نفوذی در شمال غرب روستای دشت قوره ی،
- ۵۸ (b) ترک خوردن زینولیت در توده نفوذی و پر شدن آن از جنس ماگمای توده اصلی
- ۵۹ شکل (۱۸-۳): (a) دور نمایی از پسوه (دید به سمت شمال)، (b) دور نمایی از توده نفوذی در بخش پسوه
شکل (۱۹-۳): (a) دور نمایی از هورنفلس های واریزه ای و نایرجا به همراه توده نفوذی در شمال دشت قوره،
- ۶۱ (b) برونزد اصلی سنگهای هورنفلسی در ناحیه بالای توده نفوذی مرتبط با شکل a
شکل (۲۰-۳): (a) دور نمایی از کتاکت توده نفوذی شمال دشت قوره با سنگهای هورنفلسی
- ۶۱ (b) هورنفلس های ماسه ای
شکل (۲۱-۳): (a) سنگ براق هورنفلس و نقاط برجسته نمایانگر کانی کردیریت در سطح سنگ، (b) حفرات ریز نمایانگر فرسایش سطحی کانی کردیریت از سطح سنگ، (c) شکستگی ناصاف در سطح سنگ هورنفلس
- ۶۲ شکل (۲۲-۳): (a) برونزد اصلی مرمر های دولومیتی در روستای بالق چی (دید به سمت جنوب)
- ۶۳ (b) مرمرکلیتی در نمونه صیقلی
شکل (۲۳-۳): (a) گسلش در شیست های چین خورده (نرمال - چپ گرد، روند NW-SE)
- ۶۴ (b) گسلش در توده های نفوذی شمال غرب دشت قوره (نرمال - چپ گرد، روند NW-SE)
شکل (۲۴-۳): (a) زون برشی در هورنفلس های ماسه ای، (b) ساخت میلونیتی با مقیاس مزوسکوپی در هورنفلس های ماسه ای
- ۶۵ شکل (۲۵-۳): (a) چین باز در شیست های دگرگونی و گسل خوردگی به علت حرکات تکتونیک،
- ۶۶ (b) رگه ای از جنس ماسه سنگ و سنگ آهک در شیست های دگرگونی
شکل (۲۶-۳): (a) دگرسانی پسرونده آمفیبول به بیوتیت و کانی اوپک (PPL)، (b) بافت اینترگرانولار در دیوریت های جنوب نقده (XPL)، (c) دگرسانی بیوتیت از حاشیه به کانی اوپک (PPL)
- ۷۱ شکل (۲۷-۳): (a) بافت گرانولار در کوارتز مونزونیت (XPL)، (b) جهت یافتگی بیوتیت ها و گارنت در کوارتز مونزونیت (PPL)، (c) بافت مشبک در میکروکلین (XPL)، (d) رشد دانه ای نیمه شکل دار گارنت در بین ورقه های موازی بیوتیت در کوارتز مونزونیت (PPL)
- ۷۳ شکل (۲۸-۳): (a) هورنبلند های شکل دار در دیوریت - گابرو (PPL)، (b) دگرسانی پسرونده هورنبلند از مرکز و حاشیه به بیوتیت (XPL)
- ۷۵

- شکل (۳-۲۹): (a) روهم افتادگی یا رشد چندگانه هورنبلندها در دیوریت-گابرو (PPL)، (b) میکا و پتاسیم
 ۷۵ فلدسپار در دیوریت-گابرو (XPL)
- شکل (۳-۳۰): (a) دگرسانی سریستی شدن پتاسیم فلدسپار در دیوریت-گابرو (XPL)، (b) زونینگ در
 پلاژیوکلاز در دیوریت-گابرو (PPL)، (c) ماکل پلی سنتیک یا آلبیتی در پلاژیوکلاز در دیوریت-گابرو
 (XPL)، (d) دگرسانی هورنبلند از حاشیه به بیوتیت در دیوریت-گابرو (PPL)، (e) رخ های یک جهتی در
 ۷۶ بیوتیت در دیوریت-گابرو (PPL)
- شکل (۳-۳۱): (a) بافت گرانولار در گارنت-بیوتیت-سینیت (XPL)، (b) بافت میکروپرتیتی در گارنت-
 ۷۸ بیوتیت-سینیت (XPL)
- شکل (۳-۳۲): (a) رشد نیمه شکل دار گارنت و بیوتیت در گارنت-بیوتیت-سینیت (PPL)، (b) آپاتیت بصورت
 شکل دار در داخل فلدسپار پتاسیم سریستی شده (PPL)، (c) آلتراسیون بیوتیت از مرکز به کانی اوپک و زیرکن
 بصورت ادخال در داخل کانی اوپک مشاهده می شود (PPL)، (d) ماکل کارلسباد در فلدسپار پتاسیم (XPL) ۷۹
- شکل (۳-۳۳): (a, b) کانی های گارنت، کوارتز، فلدسپار پتاسیم و بیوتیت در گارنت-بیوتیت-گرانیت (PPL) ۸۱
- شکل (۳-۳۴): (a) (XPL)، (b) (PPL) گارنت و کردیریت های لکه ای ۸۴
- شکل (۳-۳۵): مجموعه کردیریت-بیوتیت-گارنت-کوارتز-مسکویت-اکسید آهن در هورنفلس های رسی
 ۸۴ - نیمه رسی (PPL)
- شکل (۳-۳۶): (a) دگرسانی گارنت (PPL)، (b) ماکل پروانه ای در کردیریت با انکلوزیون هایی از بیوتیت،
 ۸۵ کوارتز و کانی اوپک (XPL)
- شکل (۳-۳۷): (a) کانی استارولیت (شکل دار، و به رنگ زرد) و کلریتوئید در داخل آن (PPL)، (b) کانی کلریتوئید
 با برجستگی بالا و سبز کم رنگ (PPL)، (c) تعادل بافتی در کانی های بیوتیت و کلریتوئید (PPL)
 ۸۶ (d) کردیریت های لکه ای (XPL)
- شکل (۳-۳۸): (a) کانی میزبان: گارنت، کانی های مهمان: اسکاپولیت، کلسیت و کلینو پیروکسن (XPL)
 ۹۰ (b) کانی زمینه: کلسیت و زوئیزیت، گارنت و اسکاپولیت در کالک-سیلیکات (XPL)
- شکل (۳-۳۹): (a) کانی میزبان: گارنت، کانی های مهمان: کلسیت، اسکاپولیت و کلینو پیروکسن (XPL)
 (b) کلسیت و اسکاپولیت در کالک-سیلیکات (داخل کانی اسکاپولیت هم گارنت و کلینو پیروکسن) (XPL)
 (c) کانی های ریز بلور کلینوپیروکسن با برجستگی بالا و به سبز کم رنگ (PPL)
- ۹۰ (d) اسکاپولیت، گارنت و کلینو پیروکسن در کالک-سیلیکات (XPL)
- شکل (۳-۴۰): (a) کلینوآمفیبول (PPL)، (b) دگرسانی هورنبلند و تجمع اکسید آهن داخل آن، پراکندگی
 ۹۱ کانی زیرکن (PPL)
- شکل (۳-۴۱): (a) کلینو آمفیبول (PPL)، (b) دگرسانی پسروده کلینوپیروکسن به کلینوآمفیبول از مرکز به
 ۹۲ حاشیه (XPL)، (c, d) بافت گرانوفیری (از هم رشدی کوارتز و فلدسپار پتاسیم) (XPL)

- شکل (۳-۴۲): (a, b, c) کلینو پیروکسن در حواشی اسکاپولیت در هورنفلس های کالک- سیلیکات
 ۹۳ (XPL, PPL, XPL)
- شکل (۳-۴۳): (a) کانی زمینه: پلاژیوکلاز، کانی های مهمان: کلینو پیروکسن، اسکاپولیت و کلسیت (XPL)
 (b) کانی وزوینایت (؟) - کلینوپيروكسن-گارنت (XPL)، (c) کانی میزبان: اسکاپولیت، کانی های مهمان:
 ۹۴ اسکاپولیت و کلینوپيروكسن (XPL)
- شکل (۳-۴۴): (a) هورنبلند (PPL)، (b) کانی تورمالین (PPL)، (c) کانی زیرکن با هاله پلئوکروئیک (PPL)
 ۹۵
- شکل (۳-۴۵): (a) (XPL)، (b) (PPL) مرمر کلسیتی خالص
 ۹۶
- شکل (۳-۴۶): (a) ماکل آلبیتی در پلاژیوکلاز در بخش مزوسوم، (b) بافت پوئی کیلوبلاستیک در قسمت
 مزوسوم میگماتیت ها، کانی زمینه: گارنت، کانی های مهمان: بیوتیت (PPL)، (c, d) کانی های زیرکن و آپاتیت
 ۹۸ در داخل فلدسپار پتاسیم در بخش مزوسوم (XPL, PPL)
- شکل (۳-۴۷): (a) آپاتیت در داخل فلدسپار پتاسیم در بخش لوکوسوم (XPL)، (b) کانی تیتانیت در بخش
 ۹۹ لوکوسوم (PPL)، (c) بافت مضرس یا کنسرتال در فلدسپار پتاسیم در بخش لوکوسوم (XPL)
- شکل (۳-۴۸): (a, b) ماسه سنگ با سیمان آهکی (XPL, PPL)
 ۱۰۰
- شکل (۳-۴۹): (a, b) سنگ آهک با پوسته های فسیلی (XPL, PPL)
 ۱۰۰
- شکل (۳-۵۰): (a, b) گل سنگ (سنگ رسی) (XPL, PPL)
 ۱۰۱
- شکل (۳-۵۱): (a, b) وکستون (سنگ آهکی) (XPL, PPL)
 ۱۰۱
- شکل (۳-۵۲): (a) رگه میگماتیت حاصل از ذوب بخشی در هورنفلس های رسی - نیمه رسی جنوب نرده
 (b, c) تفکیک بخش لوکوسوم (L) از بخش مزوسوم (m) در میگماتیت، (d) تفکیک عناصر ساختاری در
 ۱۰۶ میگماتیت، M (ملانوسوم)، m (مزوسوم) و L (لوکوسوم بصورت ساخت گردابی)
- شکل (۳-۵۳): طرح شماتیکی از واکنش های آرایش متقاطع
 ۱۱۰
- شکل (۳-۵۴): طرح شماتیکی از واکنش های آرایش هم خط
 ۱۱۱
- شکل (۳-۵۵): طرح شماتیکی از واکنش های آرایش ادخال
 ۱۱۱
- شکل (۳-۵۶): روابط فازی و واکنش های دگرگونی در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نرده
 ۱۱۶ (a, b, c, d, e) در سیستم AFM. در این سیستم Qtz, Ms, Kfs, H₂O, L بصورت فاز اضافی
 (excess) در نظر گرفته شده است.
- شکل (۳-۵۷): روابط فازی و واکنش های دگرگونی در سنگهای کالک - سیلیکات جنوب نرده
 ۱۲۰ در سیستم ACFM
- در این سیستم Qtz, H₂O, CO₂ بصورت فاز اضافی (excess) در نظر گرفته می شوند.
- شکل (۳-۵۸): ترکیب شیمیایی بیوتیت ها در سنگهای رسی - نیمه رسی دگرگون شده جنوب نرده
 ۱۲۲

- شکل (۳-۵۹): توزیع Fe, Mg بین گارنت و بیوتیت در سنگهای رسی - نیمه رسی دگرگون شده جنوب نقده
 ۱۲۲ مقدار K آنها بین ۰/۳۵ تا ۰/۴۴ می باشد.
- شکل (۳-۶۰): ترکیب شیمیایی گارنت ها در سنگهای رسی - نیمه رسی دگرگون شده جنوب نقده
 ۱۲۳ در نمودارهای سه تایی Alm- Grs- Sps, Grs- Am- Prp, Sps- Prp- Alm, Grs- Prp- Sps
 (Copjakova et al, 2005)
- شکل (۳-۶۱): ترکیب شیمیایی پلاژیوکلاز در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده
 ۱۲۴ در نمودار سه تایی K و Ca, Na
- شکل (۳-۶۲): ترکیب شیمیایی میکاهای سفید تجزیه شده در نمونه های رسی - نیمه رسی جنوب نقده
 ۱۲۴ از دو نوع میکای سفید یکی سلادونایت و دیگری در محدوده مسکویت قرار می گیرد.
- شکل (۳-۶۳): ترکیب شیمیایی فلدسپارهای پتاسیم در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده
 ۱۲۵ در نمودار سه تایی Na و Ca, K
- شکل (۳-۶۴): ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن ها در سنگهای کالک-سیلیکات جنوب نقده
 ۱۳۳ (a) نمودار Q در مقابل J، نمودار WEF-Jd-Ae و نمودار Wo-En-Fs
- شکل (۳-۶۵): ترکیب شیمیایی گارنت ها در سنگهای کالک-سیلیکات جنوب نقده
 ۱۳۴ در نمودار های سه تایی Alm-Grs-Prp, Alm-Grs-Sps, Prp-Sps-Grs
- شکل (۳-۶۶): ترکیب شیمیایی پلاژیوکلازها در سنگهای کالک-سیلیکات جنوب نقده
 ۱۳۵ در نمودار سه تایی Na و K, Ca
- شکل (۳-۶۷): تخمین فشار و دمای هاله دگرگونی جنوب نقده با استفاده از منحنی های تعادلی چند گانه
 ۱۴۲
- شکل (۳-۶۸): تخمین حرارت دگرگونی و مقدار X_{CO_2}
 ۱۴۴ در سنگهای کالک - سیلیکات هاله دگرگونی جنوب نقده

فهرست جداول

- جدول (۳-۱): توالی واحدهای سنگی - چینه ای در منطقه نقده
 ۶۷
- جدول (۳-۲): انواع سنگهای آذرین درونی منطقه جنوب نقده
 ۸۱
- جدول (۳-۳): مجموعه کانپها در سنگهای دگرگونی رسی - نیمه رسی هاله دگرگونی مجاورتی جنوب نقده
 ۸۸
- جدول (۳-۴): مجموعه کانپها در سنگهای دگرگونی کالک-سیلیکات هاله دگرگونی مجاورتی جنوب نقده
 ۹۵
- جدول (۳-۵): مجموعه کانی و واکنش های دگرگونی در سنگ های نیمه رسی هاله دگرگونی جنوب نقده
 ۱۱۵
- جدول (۳-۶): مجموعه کانی و واکنش های دگرگونی در سنگ های رسی هاله دگرگونی مجاورتی جنوب
 ۱۱۵

نقده

- جدول (۷-۳): ۱۱۹
مجموعه کانی و واکنش های دگرگونی در سنگهای کالک - سیلیکات هاله دگرگونی مجاورتی جنوب نقده
- جدول (۸-۳): ۱۲۶
تجزیه میکروپروب کانی های بیوتیت در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده
- جدول (۸-۳) ادامه: ۱۲۷
تجزیه میکروپروب کانی های بیوتیت در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده
- جدول (۹-۳): ۱۲۸
تجزیه میکروپروب کانی های گارنت در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده
- جدول (۹-۳) ادامه: ۱۲۸
تجزیه میکروپروب کانی های گارنت در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده
- جدول (۹-۳) ادامه: ۱۲۹
تجزیه میکروپروب کانی های گارنت در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده
- جدول (۱۰-۳): ۱۲۹
تجزیه میکروپروب کانی پتاسیم فلدسپار و پلاژیوکلاز
در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده
- جدول (۱۰-۳) ادامه: ۱۳۰
تجزیه میکروپروب کانی پتاسیم فلدسپار و پلاژیوکلاز
در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده
- جدول (۱۱-۳):
تجزیه میکروپروب کانی های کوارتز، مسکویت، فلدسپار پتاسیم تبدیل شده به کوارتز و ایلمنیت
در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده ۱۳۰
- جدول (۱۲-۳):
تجزیه میکروپروب کانی کردیریت و کردیریت های پینیتی شده در سنگهای رسی - نیمه رسی
جنوب نقده ۱۳۱
- جدول (۱۳-۳): ۱۳۵
تجزیه میکروپروب کانی های کلینوپیروکسن در سنگهای کالک - سیلیکات جنوب نقده
- جدول (۱۴-۳): ۱۳۶
تجزیه میکروپروب کانی های گارنت در سنگهای کالک - سیلیکات جنوب نقده
- جدول (۱۵-۳): ۱۳۷
تجزیه میکروپروب کانی های پلاژیوکلاز در سنگهای کالک - سیلیکات جنوب نقده
- جدول (۱۶-۳): ۱۴۱
اکتیویته اعضای نهایی کانی ها در نمونه های تجزیه شده SS12H و SS14B ، SS14A
- جدول (۱۷-۳): ۱۴۲
دما برحسب فشار برای واکنش های ۱ تا ۶ در سنگهای رسی - نیمه رسی جنوب نقده
- در سیستم KFMASH
- جدول (۱۸-۳): ۱۴۳
ترمومتری گارنت - بیوتیت برای سنگهای رسی - نیمه رسی دگرگون شده جنوب نقده
- جدول (۱۹-۳): ۱۴۳
ترمومتری گارنت - مسکویت برای سنگهای رسی - نیمه رسی دگرگون شده جنوب نقده

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- پایه های نظری

۱-۱-۱- معرفی فرایند دگرگونی (Metamorphic process)

مطالعه و بررسی فرایند دگرگونی کلیدی برای درک و شناخت سرگذشت و تکامل پوسته زمین محسوب می شود. سنگهای دگرگونی بطور عمده در کمربندهای دگرگونی سراسر جهان یافت می شوند. سنگهای دگرگونی سنگهایی هستند که از لحاظ منشا شامل ماسه سنگها، سنگ آهکها، شیلها، گری وکهای حوضه رسوبی، سنگهای آذرین و یا سنگهای دگرگونی میباشند که توسط فرایندهای کوهزایی و یا غیرکوهزایی عمدتاً به شیستها و گنیسهای کمربندهای دگرگونی تبدیل و دگرگون شده اند.

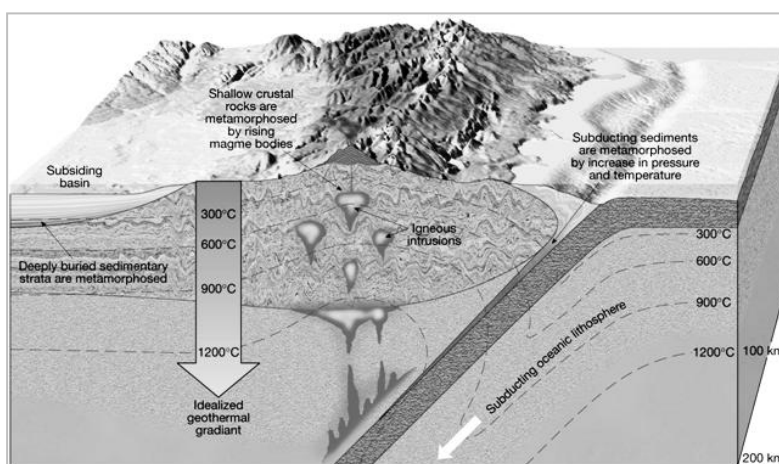
پترولوژی دگرگونی علمی است که به تشکیل این سنگها و فرایندهای مسئول برای تکامل آنها مرتبط می شود (Kerrick, 1991). مفهوم دگرگونی برای اولین بار در سال ۱۷۹۵ میلادی توسط James Hutton زمین شناس اسکاتلندی در کتاب Theory of The Earth مطرح شده است. دگرگونی فرایندی است که به بروز تغییراتی در کانی شناسی و ریزساختار، یک سنگ درحالت جامد منجر می گردد. این تغییرات به علت حاکم شدن شرایط فیزیکی و یا شیمیایی متفاوت با شرایط طبیعی تشکیل سنگها در طی هوازدگی، سیمانی شدن و یا دیاژنز صورت می گیرد. هرگاه سنگ کل درحالت جامد باقی بماند، ذوب بخشی را می توان زیر مجموعه این فرایندها محسوب نمود، ولی هرگاه سنگ کل حاصل از فرایند دگرگونی تغییر شیمیایی اساسی داشته باشد، بایستی از اصطلاح متاسوماتیسم استفاده نمود.

دلایل بسیاری برای مطالعه فرایند دگرگونی وجود دارد اما سرانجام همه اهداف تنها به یک هدف منتهی می شوند که آن هم درک تکامل پوسته زمین می باشد. پترولوژیستهای دگرگونی تنها با تعادلات فازی در سنگهای دگرگونی سروکار ندارند، بلکه به منظور شناخت سنگهای دگرگونی بایستی درک صحیحی از شیمی بلور کانیها، تعادل فازی تجربی، پترولوژی نظری، شیمی فیزیک و تجزیه بافتی داشته باشند. برای تفسیر دقیق پاراژنز کانیها از لحاظ تکامل تکتونیکی کمربندهای کوهزایی، پترولوژیستهای دگرگونی بایستی بخوبی از زمین شناسی منطقه، زمین شناسی ساختاری (ساختارهایی بامقیاس میکرو، مزو، مگا)، جریان

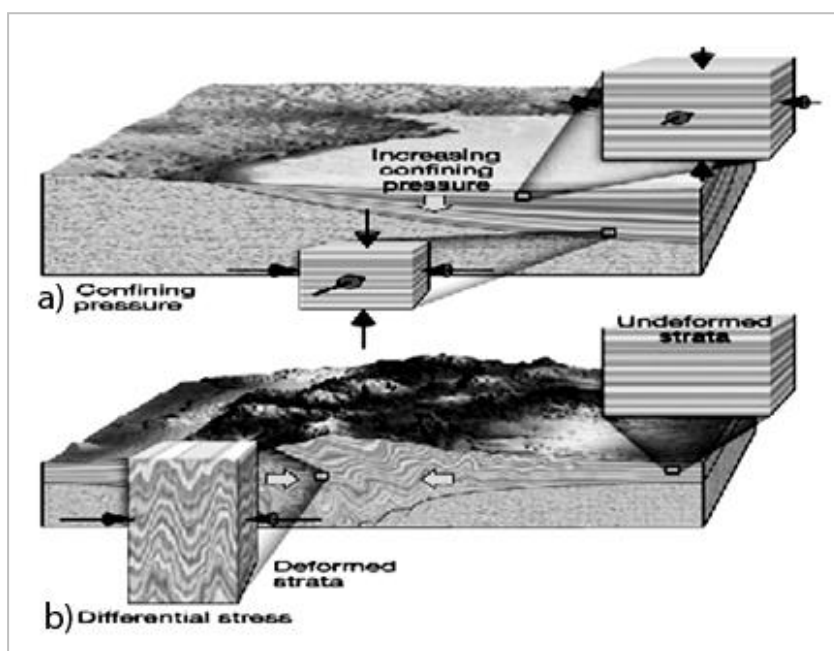
حرارتی ژئوفیزیکی و ژئوکرونولوژی مطلع باشند. از این رو پترولوژیست دگرگونی بایستی تفاسیر همه جانبه به منظور درک تکامل پوسته ای داشته باشد (Kerrick, 1991).

۱-۱-۲- معرفی انواع دگرگونی

انواع دگرگونی به مقادیر نسبی دما (شکل ۱-۱)، فشار محصورکننده (شکل a ۲-۱)، فعالیت شیمیایی یا فوگاسیته سیال، تغییرشکل یا فشارهای جهت دار (شکل b ۲-۱) و دگرشکلی آنها با زمان بستگی دارد. این فاکتورها وابستگی محدودی به هم دارند، نحوه دگرگونی یک سنگ، بیانی از عملکرد متقابل این فاکتورها با زمان است (Pitcher and Flinn, 1965).



شکل (۱-۱): ارتباط دما (مهمترین عامل دگرگونی) با شیب های زمین گرمایی.



شکل (۲-۱): نمایش تصویری از فشار (عامل دگرگونی) و انواع آن.

انواع سنگهای دگرگونی براساس موقعیت زمین شناسی، به سنگهای دگرگونی با گسترش ناحیه ای (شکل ۱-۱)

(۳) و موضعی به ترتیب زیرتفکیک می شوند (Bucher and Frey, 1994).

۱-۱-۲-۱- دگرگونی دارای گسترش ناحیه ای

این دگرگونیها شامل موارد زیر هستند:

- دگرگونی کوهزایی

- دگرگونی بستراقیانوسی

- دگرگونی تدفینی

۱-۲-۲-۱- دگرگونی دارای گسترش موضعی

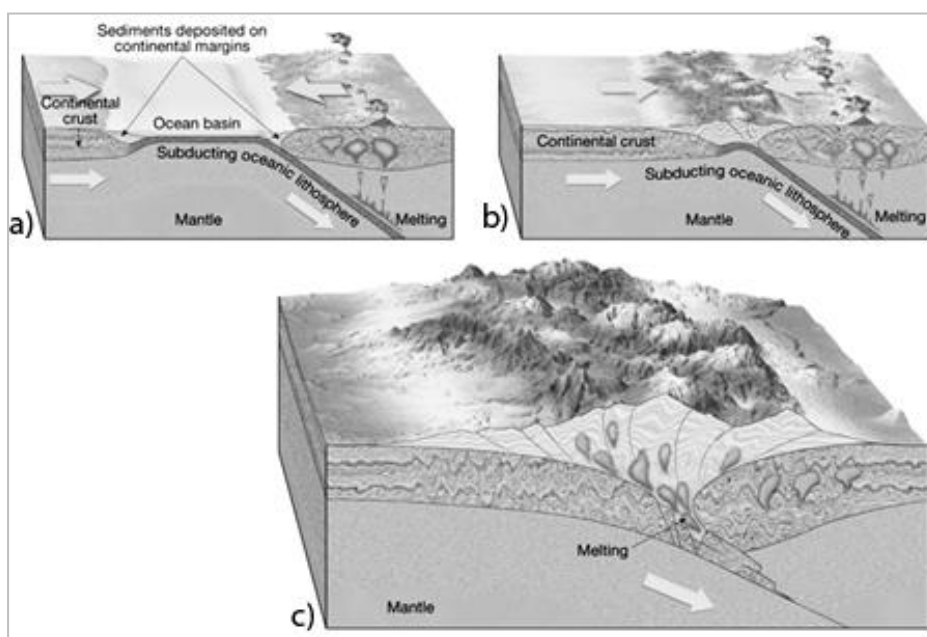
این دگرگونیها شامل انواع زیر می باشند:

- دگرگونی مجاورتی (شکل ۱-۴)

- دگرگونی کاتاکلاستیک

- دگرگونی برخوردی یا ضربه ای (شکل ۱ a-۵)

- دگرگونی گرمایی (شکل ۱-۶)



شکل (۱-۳): مراحل متوالی در دگرگونی ناحیه ای.