



سنگ شناسی دگرگونی

تألیف:

دکتر خلیل سرکاری نژاد
دانشگاه شیراز

پدید آور	: سرکاری نژاد، خلیل، ۱۳۲۷
مشخصات نشر	: سنگ شناسی دگرگونی / خلیل سرکاری نژاد
مشخصات ظاهری	: ۱۲۷ ص.، مصور (رنگی)
مشخصات نشر	: شیراز کوشامهر، ۱۳۹۱
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۴-۱۳۵-۲
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
عنوان به انگلیسی	: Metamorphic Petrology
واژه نامه	: سنگ های دگرگونه
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۱ س۴/س۹ Q۴۷۵
رده بندی دیویی	: ۵۵۲/۴ شماره کتابشناسی ملی: ۲۸۰۷۳۶۱

انتشارات کوشامهر

مرکز نشر و پخش کتابهای دانشگاهی

شیراز - بولوار کریم خان زند - روبروی خیام - پاساژ مسعود - پلاک ۳۳

تلفن: ۲۲۰۳۷۹۸ دورنگار: ۲۳۵۸۴۶۵

ناشر برگزیده سالهای ۷۴، ۷۶، ۷۹، ۸۰، ۸۱

خادم نشر سال ۷۷ و ۸۲



انتشارات کوشامهر

سنگ شناسی دگرگونی

تالیف: دکتر خلیل سرکاری نژاد

ناشر: انتشارات کوشامهر

حروف نگار و صفحه آرا: عبدالرضا پرتابیان

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۱

چاپ: واصف

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۹۷۴-۱۳۵-۲

پیشگفتار

برون جتم و لیکن در میانم
کشاده شد به دیا دیدگانم
سرمویی ز دیا می ندانم
ده خوش خوش نشانی حر زمانم
ندانم تا به هرگز نشانم

« طاریناوری »

از این دیا که غرق اوست جانم
بسی رفتم در این دیا و گفتم
چونیکه باز جستم سر دیا
کسی که او روی دیار دیده است
ولیکن آن که در دیارست غرقه

پیشرفت‌های فنی و تحقیقات گسترده در ده‌های گذشته سبب تحولات بزرگی در دستیابی بشر به شناخت سنگ‌های دگرگونی گردیده است. برای مدت‌های طولانی سنگ‌های دگرگونی را به عنوان سامانه‌های ناهمگن و در حال تعادل در نظر می‌گرفتند و بررسی سنگ‌های دگرگونی عبارت بود از تفسیر پترولوژی تجربی در زمینه تعادل‌های فازی و کار سنگ شناس دگرگونی محدود بود به تجزیه و تحلیل مجموعه کانی‌ها و قرار دادن آنها در رخساره‌های دگرگونی. براستی حتی آنالیز کانی‌ها و سنگ‌های دگرگونی توسط دستگاه‌های پیشرفته چیزی جز اندازه‌گیری دقیق کمی نخواهد بود. تمام این برداشت‌ها دچار تغییرات بزرگی شده است.

امروزه، سنگ‌های دگرگونی به طور گسترده مورد مطالعه و تحقیق قرار می‌گیرند تا مسائل تکتونیکی و روند‌های کوه‌زایی را روشن نمایند. شکل‌گیری سنگ‌های دگرگونی

پیوند عمیقی با برخورد مایل صفحات همگرا، فرو رانش صفحات و لغزش صفحات در طول گسل های تراسی دارد.

برخورد مایل صفحات همگرا سبب بوجود آمدن تنش های تفریقی، تنش عمودی، تنش مماسی و بُرش خورده گی و همچنین سبب افزایش جریان یافتن حرارت می گردد. به طور کلی هر چه نیرو های تکنیکی بیشتر باشد، میزان فشار و درجه حرارت بیشتر است و میتواند حجم وسیعی از پهنه های دگرگون را دگر شکل نماید.

کتاب حاضر برای استفاده دانشجویان دوره کارشناسی درس سنگ شناسی دگرگونی در یک نیمسال طراحی گردیده است و حاصل بیست سال تجربه و تدریس درس سنگ شناسی دگرگونی در بخش علوم زمین دانشگاه شیراز می باشد. در این کتاب، قدم به قدم در کنار واژه های فارسی از واژه های انگلیسی استفاده شده است تا دانشجویان عزیز بر هر دو واژه معادل آشنا باشند و در تحقیقاتی که در آینده ممکن است پیش رو داشته باشند، کاملاً با هر دو واژه تسلط داشته باشند. در قسمت های مختلف این کتاب، مثال هایی از زوج کمر بند دگرگونی فشار بالا- درجه حرارت پایین و درجه حرارت بالا- فشار پائین سندانج- سیرجان و سامانه روآندگی زاگرس چه در متن و چه به صورت تصاویر برون زد و یا تصاویر میکروسکوپی آورده شده است تا دانشجویان تصویری کلی از پهنه های دگرگونی و دگر شکل شده را در محدوده ایران زمین در ذهن داشته باشند. لازم می دانم از راهنمائی ها و نظرات همکار فرهیخته، آقای دکتر بیژن اعتمادی و همچنین از آقای پرتابیان که در تهیه این کتاب همکاری داشته اند صمیمانه تشکر و قدر دانی نمایم. از آقای نصرالله سیفی مدیر محترم انتشارات کوشامهر که در تدارک و چاپ این کتاب زحمات زیادی متحمل شده اند، تشکر و قدر دانی می نمایم.

خلیل سرکاری نژاد

فروردین ماه ۱۳۹۱

فهرست مطالب

۱.....	مقدمه
۲.....	فابریک‌های موروئی
۳.....	شدت و یا درجه دگرگونی
۵.....	ترکیب شیمیایی
۵.....	انواع فرآیندهای دگرگونی
۷.....	دگرگونی دینامیکی - حرارتی ناحیه ای
۸.....	دگرگونی همبری یا حرارتی
۱۲.....	عوامل کنترل کننده در دگرگونی همبری
۱۳.....	متازومالیزم
۱۴.....	عوامل مؤثر در دگرگونی ناحیه ای
۱۴.....	اجزاء تنش
۱۵.....	تنش برشی
۱۵.....	منشاء حرارت در دگرگونی ناحیه ای
۱۶.....	فشار جزئی سیالات
۱۶.....	دگرگونی تدفینی یا بار دگرگونی
۱۹.....	دگرگونی ناحیه ای
۱۹.....	دگرگونی دینامیکی - حرارتی ناحیه ای
۲۰.....	دگرگونی تدفینی ناحیه ای
۲۱.....	دگرگونی بستر دریا (زمین گرمایی)
۲۲.....	واکنش‌های آب زدایی و کربن زدایی
۲۲.....	دگرگونی دینامیکی
۲۴.....	دگرگونی برخوردی
۲۷.....	رشد بلور در حالت - جامد
۲۷.....	پیوند گاه سه گانه
۲۸.....	سنگ دگرگونی دو مسیر را طی می نماید. این دو مسیر عبارتند از :
۲۸.....	دگرگونی پیشرونده

ب / سنگ شناسی دگر گونی.....	
دگر گونی قهقراپی.....	۲۹
رده بندی کانی ها در سنگ های دگر گونی از نظر تکتونیکی.....	۳۰
فابریک های سنگ های دگر گونی.....	۳۱
ترکیب کانیائی.....	۳۳
زون دگر گونی.....	۳۴
رخساره دگر گونی.....	۳۴
زون های دگر گونی بارووین.....	۳۵
رخساره های سنگ های دگر گونی.....	۳۸
سری رخساره های دگر گونی.....	۳۹
۱-سری رخساره های دگر گونی همبری.....	۴۱
۲- سری رخساره آندولوزیت- سیلیمانیت (نوع ابوکوما).....	۴۲
۳- سری رخساره کیانیت- سیلیمانیت (نوع بارووین).....	۴۳
۴-سری رخساره ژادئیت- گلوکوفان (نوع آلی).....	۴۴
رابطه سری رخساره های دگر گونی و محیط های زمین ساختی.....	۴۴
دگر گونی چند گانه.....	۴۶
تقسیم بندی سنگ های دگر گونی.....	۴۷
شیست.....	۴۹
گنیس.....	۵۰
اسکارن.....	۵۲
گرانولیت.....	۵۳
سنگ های دگر گونی دینامیکی.....	۵۴
سامانه های پروفیر کلاست در میلونیت ها.....	۵۶
فرا- میلونیت یا گرانیت متازوماتیزه شده.....	۵۷
اولیوین میلونیت.....	۵۸
فیلونیت.....	۵۸
میگماتیت.....	۶۰
تقسیم بندی میگماتیت ها:.....	۶۱
گرایزن.....	۶۱

.....فهرست مطالب / ت

۶۲	هورنفلس.....
۶۲	رخساره پیروکسن هورنفلس.....
۶۴	رخساره هورن بلند هورنفلس.....
۶۵	رخساره اپیدوت-آلیت هورنفلس.....
۶۵	رخساره سانیدینیت هورنفلس.....
۶۶	شیست لکه دار.....
۶۶	هورنفلس کوارتز - فلدسپار دار.....
۶۷	هورنفلس بازی.....
۶۷	شیست سبز.....
۶۸	سربانیتیت.....
۷۰	شیست آبی.....
۷۱	رخساره اکلوژیت.....
۷۳	منشاء سنگ‌های اکلوژیته.....
۷۴	تبادل مجموعه کانی‌ها در سنگ‌های دگرگونی.....
۷۴	قاعده فازها در سامانه دگرگونی.....
۷۵	نمودارهای شیمی نگاری.....
۸۰	نمودارهای شیمی نگاری در بر گیرنده کانی‌ها حلال - جامد.....
۸۲	نمودار AFM برای سنگ‌های رسی.....
۸۵	نمودار ACF برای سنگ‌های بازی.....
۹۰	فرهنگ لغات.....
۹۵	منابع.....

مقدمه

واژه Metamorphism از کلمه یونانی Meta=تغییر و Morph=ریخت می آید. بدین ترتیب دگرگونی به معنای تغییر ریخت یافته می باشد. دگرگونی به معنای باز بلورش سنگ ها با توجه به تغییرات فیزیکی و شیمیایی که عبارتند از درجه حرارت، فشار و ترکیب شیمیایی در حالت جامد که به سامانه سنگ ها وارد می شود و تعادل آنها را بر هم می زند و تعادل پایدار و جدیدی را به آنها تحمیل می نماید. روند های دگرگونی عبارت است از تغییرات در فابریک و ترکیب شیمیایی در سنگ ها. این روندها در حالت-جامد (Solid-state) با حضور و فعالیت شیمیایی مایعات و یا مایعات کربناته انجام می گیرد. این فرایندها معمولاً در ژرفای پوسته زمین انجام می گیرد.

سنگ های دگرگونی را می توان با سنگ های آذرین مقایسه کرد. سنگ های آذرین گرمازا (Exothermic) هستند یعنی از خود گرما به اطراف منتشر می کنند و سنگ های دگرگونی گرما گیر (Endothermic) می باشند. سنگ های دگرگونی احتیاج به دو انرژی مهم دارند :

انرژی جنبشی (Kinetic energy)

انرژی پتانسیل گرانشی (Gravitational potential energy)

این دو انرژی باعث می شوند یک نوع عدم تعادل در دانه ها به وجود آید و این عدم تعادل به رشد دانه ها کمک می کند و دانه ای که رشد می کند دگر شکل می شود. پس در سنگ های دگرگونی، دانه ها در جهت خاصی رشد می نمایند. به عنوان مثال اگر دو دانه کوارتز، یکی آذرین و یکی دگرگونی وجود داشته باشد کوارتزی که دگرگون شده است از خود خاموشی ابری نشان می دهد. اما اگر در یک سنگ آذرین خاموشی ابری دیده شود نشان دهنده ی دو مرحله ای بودن شکل گیری و دگرشکلی می باشد. اولین مرحله کوارتز

در ماگمای آذرین شکل گرفته است و بعد تحت تاثیر فرایندهای دگرگونی قرار گرفته است و دگرشکل شده است.

حرارت و فشاری که سنگ دگرگونی را به وجود می آورد در محل هائی ایجاد می شود که از نظر تکنیکی فعال باشد. به عنوان مثال در محل برخورد پوسته های قاره ای و اقیانوسی در ورقه های همگرا و یا قرار گرفتن در ژرفای پوسته.

سنگ های مختلف دگرگونی با توجه به تغییرات شیمیائی (X)، حرارتی (T) و فشار (P) بوجود می آیند. عوامل زیر در این رابطه تاثیر دارند :

- ۱- طبیعت سنگ اولیه
- ۲- مسیری که سنگ دگرگونی طی نموده است
- ۳- چگونگی وارد شدن انرژی به سنگ مانند قرار گرفتن در کنار مواد رادیواکتیو، اصطکاک و قرار گرفتن در کنار توده آذرین
- ۴- تعادل نهایی
- ۵- تعادل نهایی زمانی ایجاد می شود که با توجه به فشار و دما و ترکیب شیمیایی سنگ، تغییری در سامانه سنگ ایجاد نشود. باید توجه داشت که سنگ دگرگونی هیچ گاه به تعادل نهایی نمی رسد.

فابریک های موروثی^۱

اگر بخواهیم فابریک در یک سنگ را مورد ارزیابی قرار دهیم، گفته می شود که فابریک مجموعه ایست از ماده و انرژی و یا به عبارتی کوچک ترین واحد ساختاری در سنگ و یا پیکره بندی کامل فضایی و هندسی اجزای تشکیل دهنده سنگ. انرژی اجازه می دهد که یک کانی دگرشکل و یا دگرریخت گردد. معمولاً در سنگ های دگرگونی درجه پایین (Low-grade) که معادل درجه حرارت پایین (Low-T) است، فابریک های اولیه باقی مانده از سنگ مادر را می توان مشاهده کرد. این فابریک های اولیه را به عنوان فابریک های باز مانده (Relict fabric) می شناسند. به تدریج که درجه ی دگرگونی بالا می رود، فابریک های موروثی از بین می روند و فابریک جدیدی به وجود می آید (شکل ۱)