



دانشگاه شاهرود
دانشکده مهندسی - گروه مهندسی عمران



زمین شناسی مهندسی

فصل پنجم: سنگ های دگرگونی



علی میرزایی

سنگ های دگرگونی:

- سنگ های دگرگونی بر اثر تغییرات ایجاد شده توسط دمای بسیار بالا (در حدود ۶۰۰ درجه سانتی گراد) و یا فشار بسیار بالا (در حدود ۵۰۰ مگاپاسکال در عمق ۲۰ کیلومتری زمین) و دگرگون شدن مواد جامد ایجاد می شوند.
- خواص سنگ های دگرگونی تابعی از ویژگی های مواد اولیه دگرگون شده، دما و فشار می باشد.

فرایندهای دگرگونی در سنگ ها:

- تبلور مجدد: باعث به وجود آمدن کانی بسیار محکم و معمولاً به صورت لایه های موزاییکی می گردد. نمونه: سنگ مرمر
- کانی های جدید: در شرایط وجود فشار و دمای بالا امکان تبدیل یک کانی ناپایدار به سایر کانی ها وجود دارد. این امر بیشتر در کانی های رسی رخ داده و کانی های رسی می توانند به میکا تبدیل گردند. یکی از کانی های متداول در سنگ های رسوبی کانی میکا می باشد. این کانی در دگرگونی های با شدت بالا می تواند به فلدسپار و یا مافیک تبدیل گردد.

فرایندهای دگرگونی در سنگ ها:

• **فشار در راستای مفروض:** معمولاً کانی های جدید در راستایی به وجود آمده که مقاومت سنگ کمتر باشد (و یا میزان فشار کمتر باشد) و بر راستای فشار ماکزیمم معمولاً عمود می باشند. این امر باعث به وجود آوردن ساختار ورقه ای در سنگ دگرگونی حاصل شده می گردد.

• **صفحات ضعیف:** در سنگ های دگرگونی ورقه ورقه ای، فصل مشترک بین لایه ها صفحات سست و ضعیفی می باشند.



سنگ های دگرگونی ورقه
ورقه ای و صفحات ضعیف



۲/۹

علی میرزایی

فصل پنجم: سنگ های دگرگونی

زمین شناسی مهندسی

فرایندهای دگرگونی در سنگ ها:

• **ساختار غیر ورقه ورقه ای:** در صورتی که فرایند دگرگونی در غیاب فشار و تنها تحت اثر دما انجام پذیرد، سنگ دگرگونی حاصل شده به صورت همگن (ایزوتروپیک) و غیر ورقه ورقه ای خواهد بود. نمونه این گونه سنگ ها سنگ مرمر و یا گنیس می باشد.

• **لایه ضعیف:** در سنگ های دگرگونی ورقه ورقه ای، فصل مشترک بین لایه ها صفحات سست و ضعیفی می باشند.

سنگ مرمر



Gneiss



۳/۹

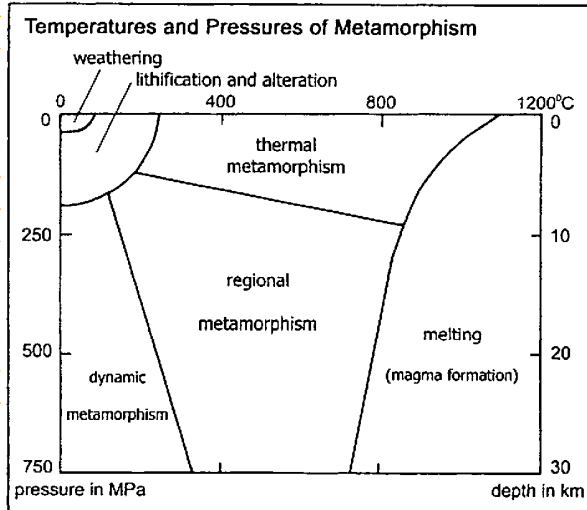
علی میرزایی

فصل پنجم: سنگ های دگرگونی

زمین شناسی مهندسی

طبقه بندی انواع فرایند های دگرگونی بر حسب دما و فشار

• دگرگونی محلی: عامل موثر فرایند دگرگونی دما و فشار بالا بوده و در کوه ها رخ می دهد.



• دگرگونی تماسی (دمایی):

عامل دگرگونی دما می باشد و معمولا در اطراف فضاهاپی که فوران آتشفشانی وجود داشته رخ می دهد.

• دگرگونی دینامیکی: تنها به

واسطه فشار بالا رخ داده که احتمال وقوع آن بسیار نادر است.

۴/۹

علی میرزایی

فصل پنجم: سنگ های دگرگونی

زمین شناسی مهندسی

دگرگونی برخی از سنگهای مهم م تبدیل آن ها به سنگ های دگرگونی جدید

• دگرگونی سنگ آهک به واسطه تبلور مجدد کانی های کلسیت به یک بافت موزاییکی قوی و تشکیل سنگ مرمر.

• دگرگونی ماسه سنگ به واسطه تبلور مجدد کانی های کوارتز به یک بافت موزاییکی قوی و تشکیل سنگ کوارتزیت.

• دگرگونی سنگ بازالت به واسطه رشد کانی های جدید سبز رنگ (معمولا اپیدت و کلوریت) و تشکیل سنگ سبز.

• دگرگونی سنگ رس و تشکیل سنگ های هورنفلس، تخته سنگ، شیست و گنیس با توجه به شدت دگرگونی.

• سنگ گرانیت نسبت به چرخه های دگرگونی تقریبا پایدار بوده و تغییری نمی کند.

۵/۹

علی میرزایی

فصل پنجم: سنگ های دگرگونی

زمین شناسی مهندسی

دگرگونی برخی از سنگهای مهم م تبدیل آن ها به سنگ های دگرگونی جدید

• کانی های اصلی سنگ های دگرگونی رسی:

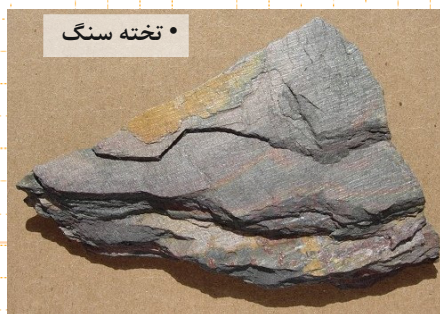
MAIN METAMORPHIC ROCKS Derived from clay or mixtures of rocks					
name	grain size	main minerals	structure	strength	UCS (MPa)
Hornfels	fine	mica, quartz, clay minerals	uniform	very strong	200
Slate	fine	mica, quartz, clay minerals	cleavage	low shear, high flexural	20-120
Schist	coarse	mica, quartz	schistosity	very low shear	20-70
Gneiss	coarse	quartz, feldspar, mafics, mica	foliation	strong	100

• هورنفلس



© geology.com

• تخته سنگ



۶/۹

علی میرزایی

فصل پنجم: سنگ های دگرگونی

زمین شناسی مهندسی

دگرگونی برخی از سنگهای مهم م تبدیل آن ها به سنگ های دگرگونی جدید



• شیشیت



• گنیس

• کانی های اصلی سنگ های دگرگونی:

mineral	composition	colour	H	D	common morphology and features
Quartz	SiO_2	clear/white	7	2-7	mosaic; no cleavage; glassy lustre
Feldspar	$(\text{K}, \text{Na}, \text{Ca})(\text{Al}, \text{Si})_4\text{O}_8$	white	6	2-6	mosaic or short prisms
Muscovite	$\text{KAl}_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	clear	$2\frac{1}{2}$	2-8	} thin sheets and flakes; perfect cleavage members of the mica group of minerals
Biotite	$\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	black	$2\frac{1}{2}$	2-9	
Chlorite	$\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	blue-green	2	2-7	
Epidote	$\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{OH}$	green	6	3-3	small laths
Calcite	CaCO_3	white	3	2-7	mosaic; rhombohedral cleavage on 3 planes
Kaolinite	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	white	2	2-6	fine powdery clay mineral
Limonite	FeO.OH	brown	5	3-6	rusty staining

۷/۹

علی میرزایی

فصل پنجم: سنگ های دگرگونی

زمین شناسی مهندسی

هورنفلس:

نوع: دگرگونی تماسی (دمایی)

کانی ها: دانه های ریز بدون جهت دهی کانی ها و یا ساختار لایه ای

میکا ۳۰٪، کوارتز ۳۰٪، سایر کانی ها ۴۰٪

محل: در محل هایی که دگرگونی تحت اثر تغییرات شدید دمای رخ می دهد، به عنوان نمونه در اطراف فوران های آتشفشانی

ساختار: درزه های نسبتا بسته و ترک های ریز به همراه نا منظمی های موضعی

هوازدهگی: با نرخ کند به رس هوازده می شود.

مقاومت تک محوری UCS: در حدود ۲۵۰ مگاپاسکال، ظرفیت باربری مجاز: در حدود ۴ مگاپاسکال.

شیست:

نوع: دگرگونی محلی، دانه بندی متوسط و دارای ساختار ورقه ورقه ای

کانی ها: دانه های درشت دانه موزاییکی

میکا ۳۵٪، کلوریت ۲۰٪، کوارتز ۲۵٪، سایر کانی ها ۲۰٪

محل: در محل هایی که فرایند دگرگونی تحت اثر دما و فشار بالا رخ می دهد، مثل کوهستان ها،

ساختار: ساختار ورقه ورقه ای به خاطر موازی واقع شدن کانی های میکا نسبت به یکدیگر

هوازدهگی: با نرخ کند به رس هوازده می شود.

مقاومت تک محوری UCS: در حدود ۲۰ الی ۷۰ مگاپاسکال، ظرفیت باربری مجاز: در حدود ۱ تا ۳ مگاپاسکال.

