الصخور المتحولة Metamorphic Rocks

إن التغيير في تركيب وفي نسيج (Texture) الصخور أو في الاثنين معاً والذي يحصل في الحالة الصلبة لصخور القشرة الأرضية كنتيجة لارتفاع درجات الحرارة والضغط العالي يسمى بعملية التحول (Metamorphism) ، وهذه العملية تؤثر في الصخر الأصلي سواء أكان رسوبياً أو نارياً أو متحولاً ، فتتغير صفاته الظاهرية والداخلية ، وتتم هذه العملية في الغالب بواسطة عامل الحرارة وحدها أو الحرارة والضغط معاً، وفي بعض الأحيان تشترك في ذلك عوامل كيميائية ، وتكون الصخور الناتجة عن عملية التحول جديدة في خواصها ومختلفة عن خواص الصخور الأصلية.

إن عملية التحول تختلف في الصخور النارية عنها في الصخور الرسوبية لان هذه الصخور تتأثر بصورة مختلفة عند ارتفاع الحرارة والضغط ، وان هذه الاختلاف يعتمد على وجود الماء أو عدم وجوده ، ففي الصخور الرسوبية عادة توجد فراغات بين الحبيبات المكونة لها وتكون هذه الفراغات مملوءة بالماء وعندما تظهر عوامل التحول يقوم هذا السائل المائي بعملية الإسراع في التفاعلات الكيميائية، ويكون العكس في الصخور النارية حيث إن الفراغات بين الحبيبات المكونة لها صغيرة نسبياً وقد تحوي على قليل من الماء وبهذه الحالة تحتاج المعادن الموجودة في هذه الصخور إلى حرارة وضغط أعلى بكثير مما تحتاجه الصخور الرسوبية لتتحول من نوع إلى آخر.

وقد ينتج عن عملية تحول الصخور الرسوبية اختفاء الكثير من المتحجرات (الاحافير) التي كانت تحويها تلك الصخور الرسوبية ولهذا السبب يكون من الصعب جداً معرفة أعمار الصخور المتحولة بصورة دقيقة لقلة أو انعدام المتحجرات فيها. ويجب أن نلاحظ هنا بان بعض العمليات التي ترى على سطح الأرض والتي تؤدي إلى تغير الصخرة فهي عمليات تعرية (تجوية ونقل) لا تدخل ضمن إطار التحول وان عمليات التحول هي تلك التي تجري غالباً على أعماق كبيرة في باطن الأرض.

وتنشأ الصخور المتحولة بصور عامة إما بتأثير الحرارة ويعرف هذا التحول باسم التحول الحراري أو التماسي أو الموضعي أو قد تنشأ بتأثير الحرارة والضغط معاً ويعرف بالتحول الحراري الضغطي أو التحول الإقليمي ولكل نوع من هذين النوعين خواصه المميزة.

أنواع التحول

أولاً: التحول الحراري أو الموضعي Thermal Contact or Local Metamorphism

وهو التحول الذي ينتج بدرجة رئيسة بسبب الحرارة دون الضغط وهذا يكون عندما يدخل الجسم الناري أو ما يسمى بالمنصهر الناري أو الماكما (Magma) في صخور القشرة الأرضية ويحصل تماس بين هذا المنصهر ذي الحرارة العالية جداً وبين الصخور المحيطة به ، وهذا التماس يعمل على رفع درجات حرارة الصخور القريبة والملامسة للمنصهر مما يؤدي إلى حصول تبدل في تلك الصخور ولما كان تأثير المواد

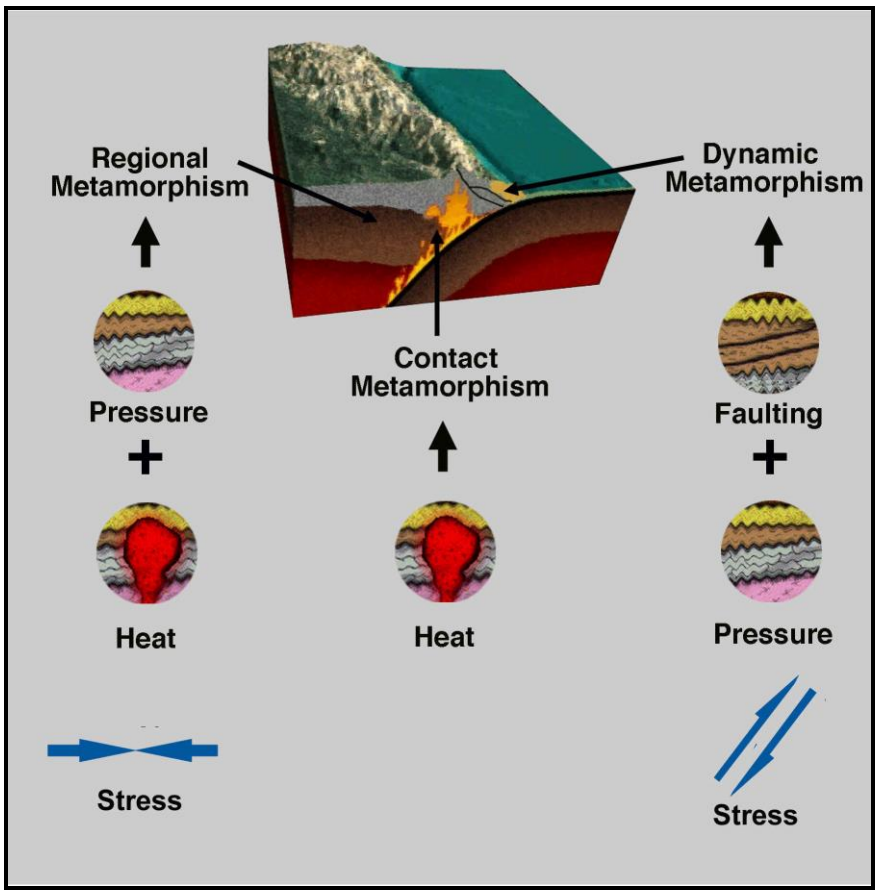
المنصهرة يشمل منطقة صغيرة نسبياً وهي الأماكن التي تحيط بجسم المنصهر لذلك يطلق على هذا النوع من التحول اسم التحول التماسي أو الموضعي.

ثانياً: التحول الإقليمي Dynamothermal or Regional Metamorphism

قد يحصل هذا في أعماق كبيرة حيث تكون الحرارة والضغط مرتفعين نتيجة ثقل الطبقات الصخرية ويكون الضغط من نوع الحمل (Load) ، ويحصل هذا النوع أيضاً من التحول في الصخور نتيجة لضغط كبير مصحوب بحرارة ناتجة عن حركات القشرة الأرضية ويساعدها تأثير الماء والمحاليل الكيميائية ، وعادة تشمل هذه الحركات مساحات كبيرة جداً وواسعة نسبياً وكنتيجة لهذه الحركات تنشأ التواءات وطيات وتموجات في طبقات القشرة الأرضية ينتج عنا السلاسل الجبلية والهضاب ، ولهذا سميت هذه التحولات بالتحولات الإقليمية Regional Metamorphism.

ثالثاً: التحول الديناميكي Dynamic Metamorphism

وهذا النوع من التحول في الصخور ينتج عن تأثير الضغط بصورة رئيسة وان التأثير الحراري والكيميائي يكاد أن يكون معدوماً ، وهذا يعود إلى إن عملية التحول لم تحدث في أعماق سحيقة ولكنها مقتصرة على بضعة كيلومترات داخل القشرة الأرضية.



تصنيف الصخور المتحولة Classification of Metamorphic Rocks

يمكن تصنيف الصخور المتحولة بالنسبة إلى النسيج (Texture) إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

أولاً: الصخور المتحولة الصفائحية Foliated Rocks

وهي الصخور التي تحتوي على ظاهرة التورق والذي يعزى إلى الضغط وتتكون هذه الصخور نتيجة للتحول الإقليمي والتحول الديناميكي المصحوب بالحرارة.

وتتميز هذه الصخور بوجود طبقات رقيقة متوازية من المعادن حيث إن حبيبات هذه المعادن تتجمع وتميل باتجاه واحد وان جميع هذه الصخور تنكسر وتتشقق عادة في مستويات متوازية ويمكن تقسيم الصخور الصفائحية نسبة إلى سمك الصفائح المكونة لها إلى أربع مجاميع.

1- الصخور الإردوازية Slate

إن هذا النوع من الصخور يتكون على شكل صفائح رقيقة متوازية مفصولة بمستويات رقيقة جداً تكاد لا ترى إلا بواسطة المجهر. وتكون سطوح هذه الطبقات ملساء للغاية وهذه الصخور ناتجة عن تأثير الضغط بصور رئيسة ، وتنتج هذه الصخور عن تحول الصخور الطينية.

2- الصخور الفيليتية Phyllitic

تكون هذه الصخور ذات شقوق صغيرة يمكن تمييزها بالعين المجردة ولكنها أكثر سمكاً واقل انتظاماً من الشقوق الموجودة في الصخور الإردوازية ،. والفايلايت Phyllite هو المثال لهذا النوع من الصخور.

3- الصخور الشيستوزية Schistose

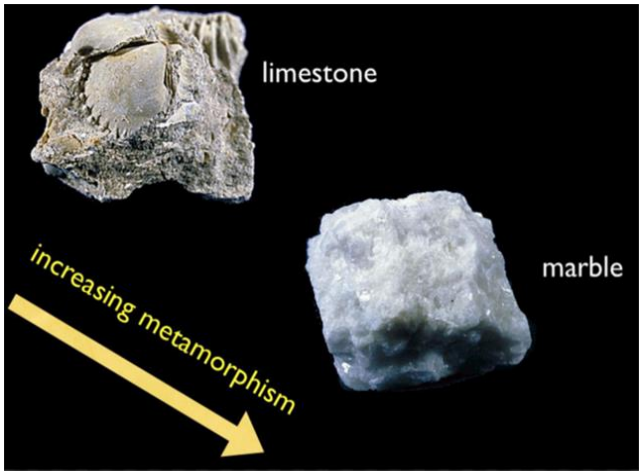
وتكون الشقوق في هذه الصخور أكثر سمكاً من الشقوق في الصنفين السابقين بحيث يمكن أن ترى بوضوح بالعين المجردة. ومثال عليها هو حجر الشست Schist وهو صخر متحول متبلور غير إن بلوراته أدق في الحجم من بلورات النايس Gneiss وتمتاز صخر الشست بالنسيج ألصفائحي وفي بعض الأحيان يمكن فصل الصفائح بعضها عن بعض ، وتنشأ هذه الصخور نتيجة للتحول الديناميكي او الديناميكي الحراري.

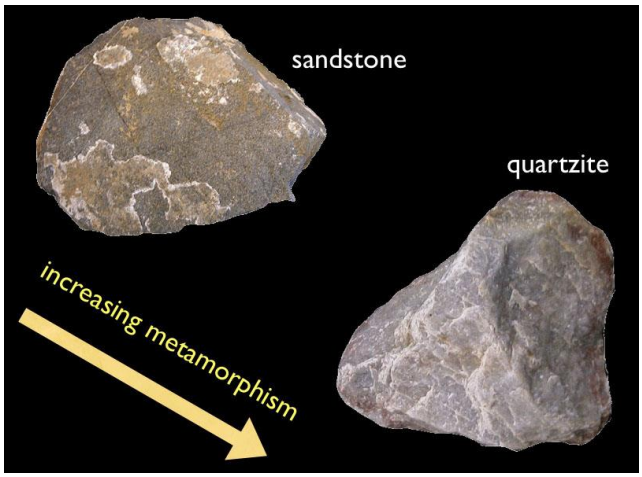
4- الصخور النايسية Gneissic

تتميز هذه الصخور بوجود مواد معدنية معينة تملأ الشقوق التي تكون واضحة وواسعة نسبياً بحيث تشكل هذه المعادن صفائح سمكية أو أشرطة في جسم الصخرة ، وان هذه الصفائح تحوي معادن مختلفة من حيث التركيب ، والنايس Gneiss صخر متحول بفعل الحرارة والضغط الشديدين.

ثانياً: الصخور المتحولة غير الصفائحية Nonfoliated Metamorphic Rocks

وهي صخور صلدة تتكون بدرجة رئيسية نتيجة للحول الحرارة أو التماسي وكذلك نتيجة التحول الإقليمي. وتختلف هذه الصخور عن الصخور الأولى بكونها لا تحوي على صفائح حيث إن حبيباتها لا تنتظم في اتجاه واحد بل تكون في اتجاهات مختلفة ، ومن هذه الأنواع الكوارتزايت Quartzite والرخام (المرمر) Marble، الكوارتزايت يتكون من تحول الصخور الرملية الرسوبية والتي تأثرت بالضغط والحرارة مما جعل مادة السليكا تترسب وتملأ الفراغات بين الحبيبات وبالتالي تعمل على تماسك هذه الحبيبات. أما المرمر فيتكون من تحول صخور حجر الكلس Limestone بتأثير الضغط والحرارة.





ثالثاً: الصخور الكاتاكلاستيكية Cataclastic Rocks

تنتج هذه الصخور عن التحول الديناميكي فقط بدون أي تأثير حراري في مناطق قريبة من السطح حيث تتكسر وتطحن دون اي تغيير في التركيب المعدني (دون إعادة للتبلور أو تغيير في التركيب الكيميائي) ، وقد

نجد بقايا غير مطحونة من الصخور الأم في هذه الصخور. كما إننا كثيراً ما نجد هذه الصخور مصاحبة لظاهرة الفوالق ، وتدعى جميع الصخور الناتجة عن عملية الطحن بالمايولونايت Mylonite.

العلاقة بين الصخور الأم والصخور المتحولة

من الواضح إن الصخور الأم Parent Rocks هي التي تحدد التركيب الكيميائي وبالتالي التركيب المعدني للصخور المتحولة ،. وقد ينتج عن صخور أُم واحدة أكثر من نوع واحد من الصخور المتحولة اعتماداً على طبيعة ودرجة التحول إلا إن التركيب الكيميائي الأساسي لهذه الأنواع يبقى نفسه للصخور الأم . وندرج أدناه أمثله على علاقة الصخور الأم بالصخور المتحولة الناتجة عنها عند اختلاف درجات التحول.

صخور ألام	تحول ذو درجة واطئة	تحول ذو درجة متوسطة	تحول ذو درجة متوسطة ـ عالية	تحول ذو درجة عالية
Shale **الشيل**	**Slate** **السليت**	**Schist** **الشست**		**Gneiss** **النايس**
Basalt **البازلت**	**Green Schist** **شست اخضر**		**Amphibolite** **امفيبولايت**	