*Ch.7 "Metamorphic rocks"

وسلا يدوم "2"

* Metamorphism: the transformation of one rock type into another.
عملية تحول الصخور
(من صخور تكونت سابقاً).
لـ حي جزء من عملية (rock cycle).

* الصخر المتحول له أصل قد يكون (sedimentary, Igneous) أو قد يتحول من Metamorphic آخر.
* يترتب على أي تغير في التركيب الكيميائي للصخرة، وال (texture).
* تحتاج لحرارة وضغط عاليين من تتكون (تتكون في باطن الأرض) وتحتاج أيضاً إلى (active fluids).
* تتكون في باطن الأرض ولكنه قد تظهر على سطح الأرض من خلال عملية (uplift).

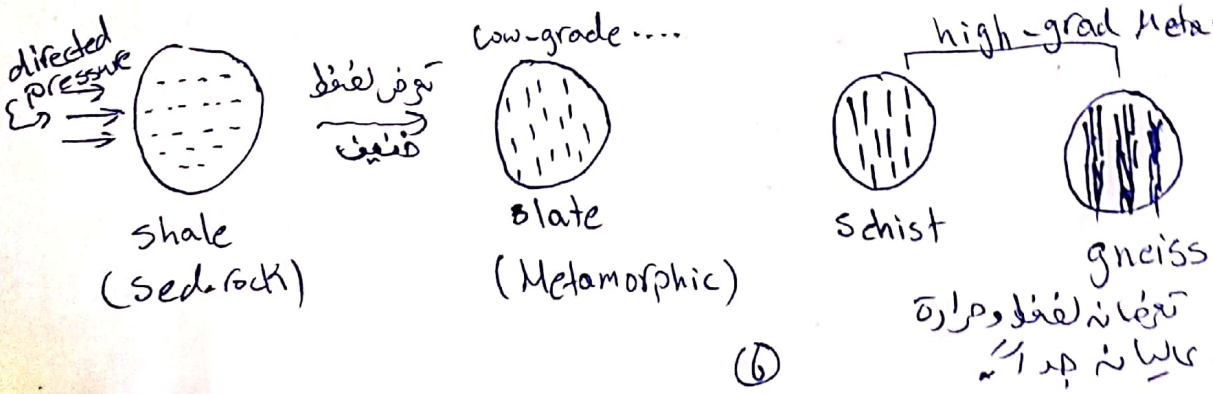
*intensities/grades of Meta -

① Low-grade Metamorphism: Lower intensity (هذه الحالة تكون للصخور الرسوبية في بداية تكونها)
ex) shale → Slate (تكونت معالجة تشبه الـ (shale)).
عملية التحول تكون ضعيفة أو مقدار التحول بسيط، أي تحافظ على معالم الصخرة الأصلية.

② high-grad Metamorphism: here, the identity of parent rock cannot be determined.
* في هذا النوع، تختفي جميع المعالم للصخرة الأصل مثل (fossils, bedding planes, Vesicles ...).
* تكونه عملية تحول كاملة يجعل تغير في المعالم عوفي يمكنه معرفة الصخرة التي تحول منها.
ex) limestone → Marple
الجرانيت يتحول لرخام.

* في هذا النوع من التحول قد يحصل ما يسمى بـ (folds) أو الطيات "انظر سلايد رقم 4"
والتي تنتج بسبب حدوث ضغط باتجاه واحد على الصخرة مما يؤدي إلى اضطراب تشكلها.

*folds: it's a large-scale structure which produced due to a directed pressure.



Scanned with CamScanner

* Agints of Metamorphism :-

- عوامل/عناصر مهمة لتكوين الصخور المتحولة :-

① Heat ② pressure ③ fluids

* في الغالب تكون هذه العوامل جميعها متوفرة في عملية التحول
* قد تكون درجة أو نسبة توفر احد العوامل أكثر من العوامل الأخرى وهذا يعود لبيئة التكوين.

① (Heat) : the most important agent of metamorphism.

- (200-850°C) ← الدرجة اللازمة لعملية التحول.
- temp. increase with depth.
- temp. provides the energy for chemical reactions. لذلك هي أهم عامل (أهم عملية في الـ metamorphism)

- chemical reactions :- (

① Recrystallization of exiting minerals.

- إعادة بلورة وترتيب الذرات لتكوين شيء جديد.

⇒ Clay and other particles join together to form larger minerals of the same mineralogy (Muscovite & chlorite).

- لم يتم تغيير المعادن الموجودة.

② The creation of new minerals.

- مع ازدياد الحرارة تصبح الـ (minerals) غير مستقرة، لذلك سوف تتشكل (minerals) جديدة (تحتوي تقريباً على نفس التركيب القديم).

* Source of heat :-

① geothermal gradient ( ) (كلما نزلنا للأسفل تزداد درجة الحرارة.

② Magmatic intrusion. (عند خروج الماجما تكون درجة حرارتها عالية، فتزيد من حرارة الصخور)

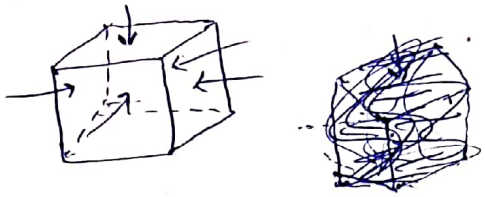
③ Compression / الضغط يعطي حرارة.

Scanned with CamScanner

② pressure : Like temp. increase with depth.
لـ يزداد كلما نزلنا لأسفل.

* it comes in two forms :-

① Confining pressur : يؤثر من جميع الإتجاهات وبنفس المقدار

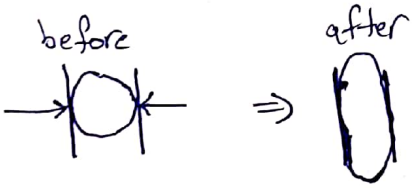


② differential pressure : يكون مختلف (أي يكون في مقادير مختلفة) ولا يكون في جميع الإتجاهات.
• مثل (directed pressure) الذي يكون من اتجاه واحد فقط.

* Confining pressure « squeezes » rock & causes the spaces between mineral grains to close resulting in a more compact rock with greater density.
لـ يعصرها ، يضغطها

* يضغط الصخور ويقلل الفراغات بينه طبيعيا فيزيد الكثافة.

* differential pressure : "in different directions"



• Common in converting boundaries.
when two tectonic plates collide directly.
أي حدث هذا عند تقارب وتقريب لبعضهما (two plates) من بعضها البعض فيتولد ضغط.

* بسبب هذا الضغط حدث ال (folds) الذي شرحناه قبل قليل.

* rocks are floded or flattend.

Scanned with CamScanner

* مقدار تأثير الـ (Diff. pressure) يعتمد على عمق المكان.

① إذا كان المؤثر على الصخور ذات عمق قليل (درجة حرارة قليلة) فمن الممكن أنه يؤدي إلى كسر هذه الصخور إذا كان قوي، في هذه الحالة تتصرف الصخور (as brittle material) أي مثل الزجاج (هشة)

* يكون تشكل للقوة shear في هذه الحالة

* تتطحن الصخور وتتحول إلى حبيبات وهذا تشكل من أشكال التحول.

② إذا كان هذا الضغط يؤثر على صخور على عمق كبير (درجة عالية) وبالتالي الصخور تتصرف (as a ductile) أي أنها لديها مقدرة على امتصاص القوة، بحيث أنها تنسحب مع القوة وتتشوه قبل أنه يحل بها (failure) . مثل الحديد.

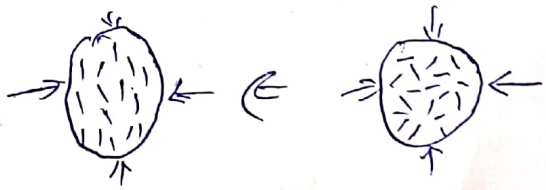
* عند الضغط سوف تتحول على شكل طبقات. ←

before ●

after ●

* أيضاً هذا النوع قد يؤدي إلى استطالة الصخرة أو تقصانه في طولها، وذلك حسب طريقة التأثير.

* Foliation : - هو إعادة ترتيب الحبيبات بحيث تصبح موازية لبعضها البعض وعمودية على القوة المؤثرة عليها.



* معظم أنواع الصخور المتحولة يكون لها هذا الشكل.

Scanned with CamScanner

* محاضرة رقم "15" :-

* Agent of Metamorphism :-

③ Fluids ...

⇒ chemically Active fluids :-

⇒ composed mainly of water and other volatiles such as carbon dioxide.

← هو بشكل أساسي عبارة عن الماء و ولكنه تتكون من بعض الـ (Volatiles) .

* الماء عندما يكون في باطن الأرض تكون حرارته عالية جداً، بالتالي تزيد قدرته على إذابة المواد وحملها و فيقوم الماء بحمل المواد و الأيونات وينقلها حتى تحصل عملية الـ (metamorphism) و أو قد يقوم بإزالة مواد من صخور في باطن الأرض حتى تصبح الصخور متحولة .

* hydrothermal alteration : metamorphism as a result of exposure to hot fluids passing through permeable rocks.

← تغيرات حرارياً
↓
تكون درجة الماء عالية وتحمل الـ (ion-oxide) وتم يدخل في الصخور وبالتالي تحول الصخور لونها أحمر.

* Metamorphic settings/Environments :- أشكال أو بيئات التحول

① Contact/Thermal Metamorphism : when rock comes into contact with magma, so the change is driven by rise in temperature

← يحدث عندما تتلامس الصهارة مع الصخور، ترتفع حرارة الصخور وتم حدث تفاعل كيميائي ينتج ← وتتحول الصخور أخرى.

* The alterd rocks occur in a zone called "Metamorphic aureole"

Scanned with CamScanner

② Hydrothermal metamorphism : involves chemical alteration that occurs as (hot ion-rich water) circulates throug fractures in rock.

* This type is also typically associated with igneous activity.

③ Regional metamorphism : Most Metamorphic rock is produced by regional metamorphism, "which occurs where rocks are squeezed between two converging Lithospheric plates during mountain building".

* other environments :-

④ Burial and Subduction zone metamorphsm :

⇒ Burial Metamorphism tend to occur where massive amounts of sedimentary or volcanic material accumulates in a subsiding basin.

⇒ Subduction Zone : where rock and sediments can also be carried to great depths along convergent boundaries where oceanic Lithosphere is being subducted.

Scanned with CamSca

⑤ Metamorphism along fault lines
← مناطق الصدوع.

→ وإذا ما ثبت الصخور قريبة من سطح الأرض وتأثرت بضغط، سوف تتكسر بشكل (Brittle material) وبالتالي سوف تتفتت الـ (minerals) المكونة لها وسوف تتحول لصخور أخرى.

⑥ Impact or shock metamorphism : due to meteorites impact.
← نيازك

*examples of Met. rocks :

① Gneiss	② Slate	③ Quartzite	④ schist	⑤ Marble	⑥ phyllite.
← أصله الجرانيت	low grade ← shale أصله	quartz أصله sandstone	high-grade ← أصله صخر رسوبي (shale) ولكنه تعرضت له عالية تحويل عالية وذلك لأنه تحول في منطقة (Subduction) ← لمنطقة انغماس (تُرمى في الصهارة الباطنية).	← Limestone أصله high-grade	high-grade ← shale أصله

*حيث أنه ينزل عميقاً داخل باطن الأرض.

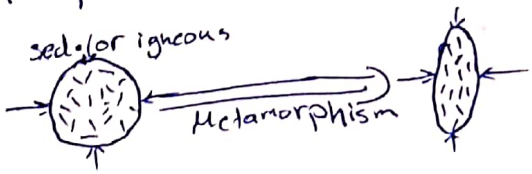
*Metamorphic textures :-
← المعادن مرتبة بشكل عشوائي

⇒ Sedimentary and igneous, contains grains in "random orientation".
texture

⇒ Metamorphic texture ~~contains~~ typically display a kind of "preferred orientation"
← المعادن مرتبة بشكل محدد (تكون موازية لبعضها البعض).

⇓

the minerals ~~exhibit~~ exhibit a parallel to sub-parallel alignment.



آحد هذا الـ "texture" هو ← (Foliation)
وهكذا يكون الـ (texture) لمعظم الصخور المتحولة.

Scanned with CamSca

1. Foliation : refers to any planar (nearly flat) arrangement of mineral grains or structural features whithin rock.

ex: gneiss
slate
schist
phyllite

it's occurs as a result of regional Metamorphism.

* it's occur in the following ways :-

① Rotation of platy micas or elongated minerals (amphiboles) into a new orientation.
• أنه يحدث دوران لـ (particles) بسبب قوى معينة تجعلها موازية لبعضها.

② Recrystallization of minerals forming in a ~~prefred~~ preferred orientation.
• أنه تحدث اعادة بلورة للحبيبات.

③ changing the shape of equidimensional grains into elongated ones in a preferred orientation.
متساوي الابعاد
• أنه تتغير شكلها بسبب الضغط الموجه عليها، وبالتالي تصبح موازية لبعضها.

• Non-foliation النوع التالي من الـ (texture) للصخور المتحولة هو
ex: quartzite/marple.

~~Rock~~

slate → phyllite → schist
grade أقل → grade أعلى
الأقوى لأنه يتعرض لضغط أعلى
} تقريبا متشابهة بدرجة التحول لأنه أصلهم واحد

* يعتمد "Eq" على توضع لتشكل وترتيب الأنواع، ومنطقة التحول.

Scanned with CamSca

*The exterior of the taj Mahal is constructed mainly of the metamorphic rock "Marple".

* سلايد "32"

Scanned with CamScanner