الصخورُ الرسوبيةُ

Sedimentary Rocks

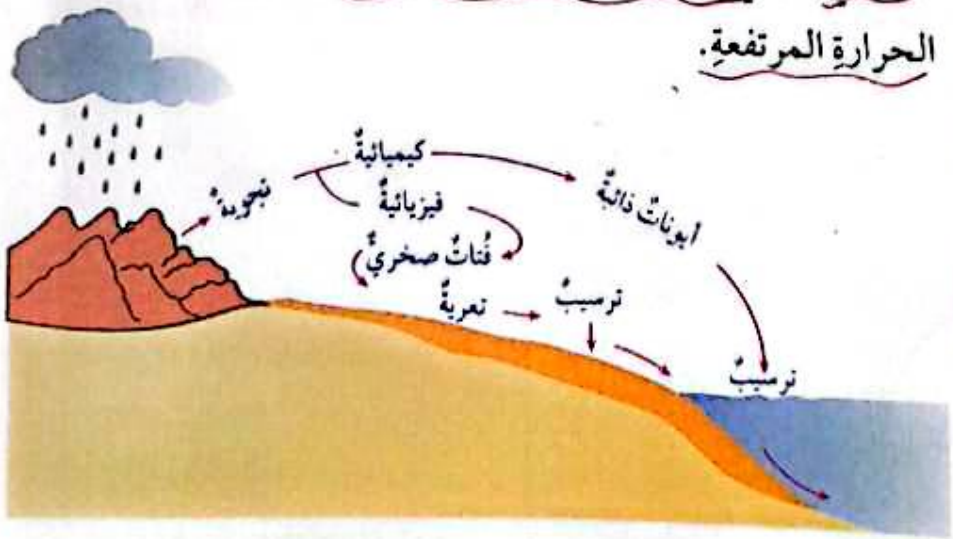
2

تكوُّنُ الصخورِ الرسوبيةِ Sedimentary Rocks Formation

تعرَّفْتُ سابقًا أنَّ الصخورَ الرسوبيةَ هيَ أحدُ أنواعِ الصخورِ التي تتشكَّلُ منْها القشرةُ الأرضيةُ.

تغطّي الصخورُ الرسوبيةُ ثلاثةَ أرباعِ مساحةِ سطحِ اليابسةِ تقريبًا، وتُشكِّلُ نحوَ 5 % منْ حجمِ الصخورِ الكليِّ في القشرةِ الأرضيةِ، ويُمثِّلُ وجودُها أهميةً كبيرةً في حياتِنا. ولكنْ، كيفَ يتكوَّنُ هذا النوعُ منَ الصخورِ؟

يبدأُ تكوُّنُ الصخورِ الرسوبيةِ منْ عمليةِ التجويةِ التي منْ شأنِها تكسيرُ الصخورِ والمعادنِ المُكوِّنةِ لها، وتفتيتُها، وتحليلُها، أنظرُ الشكلَ (12). يُمكِنُ تقسيمُ التجويةِ إلى نوعيْنِ رئيسيْنِ، هما: التجويةُ الفيزيائيةُ (الميكانيكيةُ) التي ينتجُ منْها فُتاتٌ صخريٌّ مُشابهٌ في خصائصِهِ للصخورِ الأصليةِ، وتحدثُ غالبًا في المناطقِ الصحراويةِ الجافةِ، والتجويةُ الكيميائيةُ التي تؤدي إلى تكوُّنِ معادنَ جديدةٍ تختلفُ في خصائصِها عنِ المعادنِ المُكوِّنةِ للصخرِ الأصليِّ، وهيَ تحدثُ غالبًا في المناطقِ الرطبةِ ذاتِ درجاتِ الحرارةِ المرتفعةِ.



الشكلُ (12): مراحلُ تكوُّنِ الصخورِ الرسوبيةِ بفعلِ عملياتِ التجويةِ، والتعريةِ، والترسيبِ.
أُحدِّدُ: أينَ تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ؟

ورُ الرسوبيةُ نتيجةَ تصخُّرِ
لى شكلِ طبقاتٍ متتاليةٍ.

فَ تتكوَّنُ الصخورُ

خورَ الرسوبيةَ.
لمَ الصخورِ الرسوبيةِ.

للحاتُ:

Sediments
Lithification
Compaction
Cementation
بيةُ الفُتاتيةُ
Clastic Sedimentary
بيةُ الكيميائيةُ
Chemical Sedimenta
بيةُ الكيميائيةُ الحيويةُ
Biochemical Sedim
Graded-Bedding
Ripple Marks
Mud Cracks

كيف يؤثر نوع التجوية

يُؤثِّرُ نوعُ التجويةِ في نوعِ الصخرِ الرسوبيِّ المُتكوِّنِ، ولا تبقى الموادُّ الناتجةُ منْ عملياتِ التجويةِ في مكانِها غالبًا؛ إذْ تُحرِّكُها عمليةُ التعريةِ عنْ طريقِ أحدِ عواملِ التعريةِ، مثلِ: المياهِ الجاريةِ، والرياحِ، والجليدياتِ، وتنقلُها إلى أماكنِ الترسيبِ (حوضِ الترسيبِ)، حيثُ تُلقي حمولتَها بعمليةِ الترسيبِ، ثمَّ تتراكمُ الرسوبياتُ Sediments، وتتصخرُ مُكوِّنةً الصخورَ الرسوبيةَ بمرورِ الزمنِ.

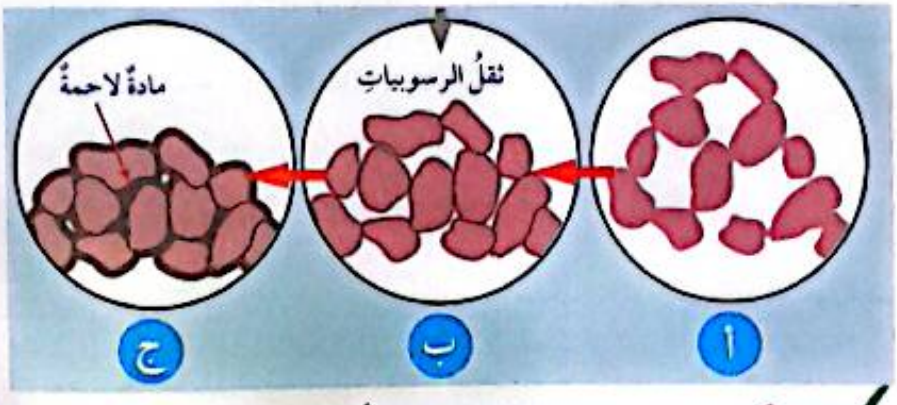
✓ أتحقَّقُ: فيمَ يختلفُ أثرُ التجويةِ الفيزيائيةِ في الصخورِ عنْها في التجويةِ الكيميائيةِ؟

تحوُّلُ الرسوبياتِ إلى صخورٍ رسوبيةٍ

Transform of Sediments into Sedimentary Rocks

قدْ يتواردُ إلى الذهنِ السؤالُ الآتي: كيفَ تتحوَّلُ الرسوبياتُ إلى صخورٍ رسوبيةٍ؟ فيجابُ عنِ السؤالِ المطروحِ بالقولِ: تتعرَّضُ الرسوبياتُ إلى مجموعةٍ منَ العملياتِ، التي تكوِّنُ الصخورَ الرسوبيةَ، في ما يُعرَفُ بعملياتِ التصخُّرِ Lithification. فعندما تتراكمُ الرسوبياتُ فوقَ بعضِها على شكلِ طبقاتٍ، وبعدَ مُضيِّ آلافِ السنينَ أوْ ملايينَ منْها، يقلِّصُ الضغطُ الناتجُ منْ ثقلِ الرسوبياتِ الفراغاتِ بينَ الحبيباتِ، فتصبحُ أقلَّ حجمًا، ويقلُّ سُمْكُ الطبقاتِ، في ما يُعرَفُ باسمِ التراصِّ Compaction.

وقدْ تتخلَّلُ المحاليلُ المائيةُ الفراغاتِ الموجودةَ في الرسوبياتِ، فترسِّبُ بعضُ الموادِّ المعدنيةِ التي تحملُها بينَ الفراغاتِ؛ ما يؤدي إلى ترابطِ الحبيباتِ، والتحامِ بعضِها ببعضٍ، فتتحوَّلُ إلى مادةٍ صخريةٍ. وتُسمّى هذهِ العمليةُ الالتحامَ Cementation، أنظرُ الشكلَ (13) الذي يُمثِّلُ عملياتِ التصخُّرِ.



الشكلُ (13): عملياتُ التصخُّرِ في الصخورِ الرسوبيةِ.
أ - الرسوبياتُ الأصليةُ.
ب - الرسوبياتُ بعدَ تعرُّضِها للتراصِّ.
ج - الرسوبياتُ بعدَ تعرُّضِها للالتحامِ.

✓ أتحقَّقُ: ما المقصودُ بعملياتِ التصخُّرِ؟

أفكرُ يُقسِّمُ بعضُ الجيولوجيينَ التجويةَ إلى ثلاثةِ أنواعٍ: كيميائيةٍ، وفيزيائيةٍ، وحيويةٍ؛ إذْ تُسهِمُ الكائناتُ الحيةُ في تجويةِ الصخرِ.
ما علاقةُ الكائناتِ الحيةِ بالتجويةِ الكيميائيةِ، والتجويةِ الفيزيائيةِ؟
أُناقِشُ زملائي/ زميلاتي في النتائجِ التي أتوصَّلُ إليْها.

الصخر: مجموعة من العمليات التي تتعرض لها الرسوبيات تعمل على تكوّن الصخور الرسوبية

كيف يؤثر عملية التراص على الرسوبيات.

ما هي عملية الالتحام.

تصنيفُ الصخورِ الرسوبيةِ Classification of Sedimentary Rocks

كيف تُصنَّفُ الصخورُ الرسوبيةُ تبعًا لكيفيةِ تكوُّنِها إلى ثلاثةِ أنواعٍ رئيسةٍ، هيَ: (1) الصخورُ الرسوبيةُ الفُتاتيةُ Clastic Sedimentary Rocks التي تنشأُ منْ ترسُّبِ الفُتاتِ الصخريِّ الناتجِ منَ التجويةِ الفيزيائيةِ. (2) والصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ Chemical Sedimentary Rocks التي تنشأُ منْ ترسُّبِ الموادِّ الذائبةِ في أحواضِ الترسيبِ، مثلِ البحارِ، بعدَ زيادةِ تركيزِها. (3) والصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ الحيويةُ Biochemical Sedimentary Rocks التي تنشأُ منْ تراكُمِ بقايا الكائناتِ الحيةِ الصُّلْبةِ؛ الحيوانيةِ أوِ النباتيةِ، وتصخُّرِها.

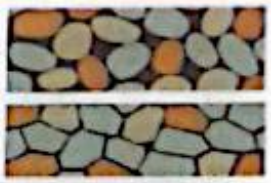
أعملُ فيلمًا قصيرًا باستخدامِ برنامجِ صانعِ الأفلامِ (movie maker)، أوضحُ فيهِ كيفيةَ تصنيفِ الصخورِ الرسوبيةِ الفتاتيةِ وأنواعَ الصخورِ التابعةِ لها، وأحرصُ على أنْ يشملَ صورًا توضيحيةً، ثمَّ أشاركُهُ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

الصخورُ الرسوبيةُ الفُتاتيةُ Clastic Sedimentary Rocks

كيف تنشأُ الصخورُ الرسوبيةُ الفُتاتيةُ بفعلِ تراكُمِ الفُتاتِ الصخريِّ الناتجِ منْ عملياتِ التجويةِ الفيزيائيةِ للصخورِ المختلفةِ المُنكشِفةِ على سطحِ الأرضِ، وهيَ كيف تُصنَّفُ تبعًا لحجمِ حبيباتِها إلى أنواعٍ منَ الصخورِ، أشهرُها الصخرُ الرمليُّ. ويُبيِّنُ الجدولُ (1) العلاقةَ بينَ حجمِ الحبيباتِ ونوعِ الصخرِ الرسوبيِّ الفُتاتيِّ.

عزم محمود X

الجدول (1): العلاقةُ بين حجمِ الحبيباتِ ونوعِ الصخرِ الرسوبيِّ الفُتاتيِّ

حجمُ الحبيباتِ	اسمُ الراسبِ	النسيجُ	اسمُ الصخرِ
2 mm <	الحصباءُ		صخرُ الكونغلوميريتِ Conglomerate، أو البريشيا Breccia.
1/16 mm – 2 mm	الرملُ		الصخرُ الرمليُّ Sandstone.
1/ 256 mm - 1/16 mm	الغرينُ		الصخرُ الغرينيُّ Siltstone.
< 1/256 mm	الطينُ		صخرُ الغضارِ Shale. الصخرُ الطينيُّ Mudstone.

ب- البريشيا.

أ- الكونغلوميريتُ.

الشكلُ (14): صخرُ الكونغلوميريتِ، وصخرُ البريشيا اللذانِ يزيدُ حجمُ حبيباتِ كلٍّ منهُما على (2mm).

من الأمثلةِ على الصخورِ الرسوبيةِ الفُتاتيةِ التي يزيدُ حجمُ الحبيباتِ فيها على (2mm): صخرُ الكونغلوميريتِ Conglomerate، وصخرُ البريشيا Breccia. يمتازُ صخرُ الكونغلوميريتِ منْ صخرِ البريشيا باستدارةِ حبيباتِهِ، ويعزو الجيولوجيونَ سببَ ذلكَ إلى نقلِ الفتاتِ الصخريِّ المُكوِّنِ لهُ مسافةً طويلةً منْ مكانِ تجويةِ الصخرِ الأصليِّ حتّى مكانِ الترسيبِ؛ ما يؤدي إلى حَتِّ حوافِّ الحبيباتِ كما في الشكلِ (14/أ)، خلافًا لصخرِ البريشيا ذي الحبيباتِ المزواةِ الذي لمْ تُنقَلْ حبيباتُهُ، أنظرُ الشكلَ (14/ب).

أمّا الصخرُ الرمليُّ، فيمتازُ بحبيباتِهِ جيدةِ الاستدارةِ، التي يُمكنُ رؤيتُها بالعينِ المُجرَّدةِ كما في الشكلِ (15/أ)، خلافًا لحبيباتِ صخرِ الغضارِ التي لا يُمكنُ تمييزُها بسببِ صِغرِ حجمِها، أنظرُ الشكلَ (15/ب).

الشكلُ (15): الصخرُ الرمليُّ، وصخرُ الغضارِ اللذانِ يقلُّ حجمُ حبيباتِ كلٍّ منهُما عنْ (2mm).
أُقارِنُ بينَ الصخرِ الرمليِّ وصخرِ الغضارِ منْ حيثُ حجمُ الحبيباتِ.

ب- صخرُ الغضارِ.

أ- الصخرُ الرمليُّ.

الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ Chemical Sedimentary Rocks

تعرَّفْتُ في صفوفٍ سابقةٍ أنَّ منْ نواتجِ التجويةِ الكيميائيةِ إذابةَ بعضِ المعادنِ التي تُكوِّنُ الصخورَ، وتأخذُ شكلَ أيوناتٍ تُنقَلُ معَ الماءِ إلى حوضِ الترسيبِ، حيثُ تتفاعلُ معَ بعضِها مُكوِّنةً موادَّ جديدةً، مثلَ كربوناتِ الكالسيومِ. وعندما يزدادُ تركيزُ هذهِ الموادِّ، ويصبحُ الماءُ مشبعًا بها، فإنَّها تترسَّبُ، وتتراكمُ. وبمرورِ الزمنِ تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ، التي منْها الملحُ الصخريُّ، وصخرُ الجبسِ وبعضُ أنواعِ الصخورِ الجيريةِ، مثلِ: الترافرتينِ. أنظرُ الشكلَ (16).

الشكلُ (16): صخرُ الح
أحدُ الصخورِ الرسوبيةِ ا

الربطُ بالكيمياء

* تتفاعلُ أيوناتُ الكالسيومِ (Ca^{2+}) معَ مجموعةِ الهيدروكسيدِ الأيونيةِ (OH^-) لتكوينِ مُركَّبِ هيدروكسيدِ الكالسيومِ ($Ca(OH)_2$)؛ إذْ يتفاعلُ مُركَّبُ هيدروكسيدِ الكالسيومِ وثاني أكسيدِ الكربونِ (CO_2) لتكوينِ كربوناتِ الكالسيومِ ($CaCO_3$) والماءِ (H_2O) وفقَ المعادلتيْنِ الآتيتيْنِ:

$$Ca^{2+} + 2(OH^-) \longrightarrow Ca(OH)_2$$

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

تترسَّبُ كربوناتُ الكالسيومِ الناتجةُ في حوضِ الترسيبِ (البحرِ). وبمرورِ الزمنِ تتراكمُ هذهِ الرسوبياتُ، وتتصخرُ مُكوِّنةً صخورًا جيريةً، أنظرُ الشكلَ (17).

الشكل (17): الص
تتكوَّنُ نتيجةَ ترسُّبِ
وتصخرِها في البحارِ.

يُمكِنُ تعرُّفُ خصائصِ الصخورِ الرسوبيةِ الكيميائيةِ بتنفيذِ التجربةِ الآتيةِ.

* المعادلتانِ للاطِّلاعِ فقطْ.