جامعة الموصل/
كلية العلوم البيئية/
المرحلة الاولى

د. حازم جمعة محمود
المحاضرة السابعة

الصخور الرسوبية Sedimentary Rocks

الصخور الرسوبية:

هي الصخور المتكونة نتيجة تفتت وتكسر صخور سابقة ثم اعادة ترسيبيها من جديدي وتماسكها بفعل الضغط والمواد اللاحمة (Cementation). او من تراكم مواد كيميائية ذائبة، او مواد عضوية حيوانية او نباتية ثم تماسكها بعد ذلك، مثل الحجر الرملي Sandstone والحجر الجيري Limestone وصخر الفوسفات Phosphate.

تغطي الصخور الرسوبية حوالي 75% من سطح الارض، لكنها تمثل 5% فقط من صخور القشرة الارضية. وهي تعد اكثر الصخور انتشاراً في العراق (باستثناء مناطق محدودة جدا عند الحدود الشمالية والتي تحتوي على الصخور النارية، وبدرجة اقل الصخور المتحولة). وتضم الصخور الرسوبية احتياطي وخزين العراق من النفط والغاز الطبيعي، والمياه الجوفية والخامات الاخرى كالفوسفات والكبريت والحديد والمعادن الطبيعية ورمل الزجاج.

الراسب Sediment:

يمثل اي مادة صلبة كانت في الاصل معلقة او ذائبة في سائل، ثم ترسبت وتراكمت في القاع بعد اعطائها الوقت الكافي لذلك، مثل الاملاح التي تتركها المياه بعد تبخرها. والاطيان التي تترسب في قيعان الاحواض، والرمال التي تحملها الرياح ثم تترسب على الارض، وبقايا وافرازات الحيوانات والنباتات بعد تراكمها.

مراحل تكون الصخور الرسوبية:

تمر الصخور الرسوبية بأربعة مراحل اساسية اثناء فترة نشوئها او تكونها وهي بالتسلسل تبدأ بعملية التجوية ثم النقل ثم الترسيب واخيرا التصخر، وفيما يلي شرح مبسط لكل مرحلة منها:

اولا: التجوية Weathering

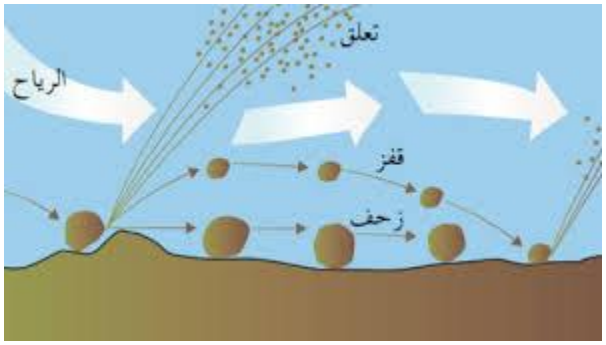
تُعرف عملية التجوية بأنّها العملية التي تتكوّن فيها الرواسب التي تُشكّل الصخور الرسوبية، حيث يتمّ من خلالها تحويل صخور الأساس الصلبة إلى دقائق وجُسيمات أصغر حجماً، وهي المرحلة الأولى من مراحل تشكّل الصخور الرسوبية، وتُقسم عملية التجوية إلى نوعين كالآتي:

- **التجوية الميكانيكية Mechanical Weathering:** هي عملية تكسر الصخور وتفتتها نتيجة للعمليات الميكانيكية او التغير في الخصائص الفيزيائية المحيطة بالصخور. وتتضمّن عدة آليات منها تجمّد المياه داخل شقوق وفراغات الصخور، أو ترسّب الأملاح داخلها، أو تكسير جذور النباتات لها، وجميع هذه العمليات تتسبّب في تمدد الصخور وتهشمها، كما أنّها تعتمد على العديد من العوامل، مثل: الضغط، والحرارة، ودورة التجمّد والإذابة للمياه، ونشاط الكائنات الحية من نباتات وحيوانات.

- **التجوية الكيميائية Chemical Weathering:** تتضمّن هذه العملية تفكيك المعادن الموجودة في الصخور بطرق كيميائية من خلال عمليات متعددة، مثل: الأكسدة، أو الإذابة، أو التحلل المائي، بوجود مواد مساعدة مثل: الماء والأوكسجين وحامض الكربونيك وبعض المواد المُتفاعلة الأخرى، فتؤدّي هذه العمليات إلى تحويل مكونات الصخور المعدنية إلى أيونات تذوب في الماء وتُنقل من خلاله، وتسود التجوية الكيميائية في المناطق الدافئة والرطبة.

- **التجوية العضوية Organic Weathering:** تتضمن العمليات او الفعاليات التي تقوم بها الاحياء الدقيقة كالديدان والبكتريا والاشنات من خلال عمليات الحفر والنخر التي تقوم بها داخل الصخور.

ثانيا: النقل Transportation:



تحدث بواسطة عدّة عوامل من أهمّها الماء في البيئات او المناطق التي تحتوي على الانهار والجداول المائية، او الرياح في البيئات الصحراوية، ويتم نقل المواد الناعمة والصغيرة الحجم كمواد عالقة داخل المياه او الرياح وتعرف باسم الحمولة العالقة Suspension. اما المواد الاكبر حجما فتنقل بواسطة القفز Saltation. اما

المواد والصخور الكبيرة الحجم فتنقل بواسطة الزحف الدحرجة Rolling. وكلما زادت مسافة النقل زاد تأكل الكتل الصخرية وصغر حجمها وازداد تكورها واستدارتها.

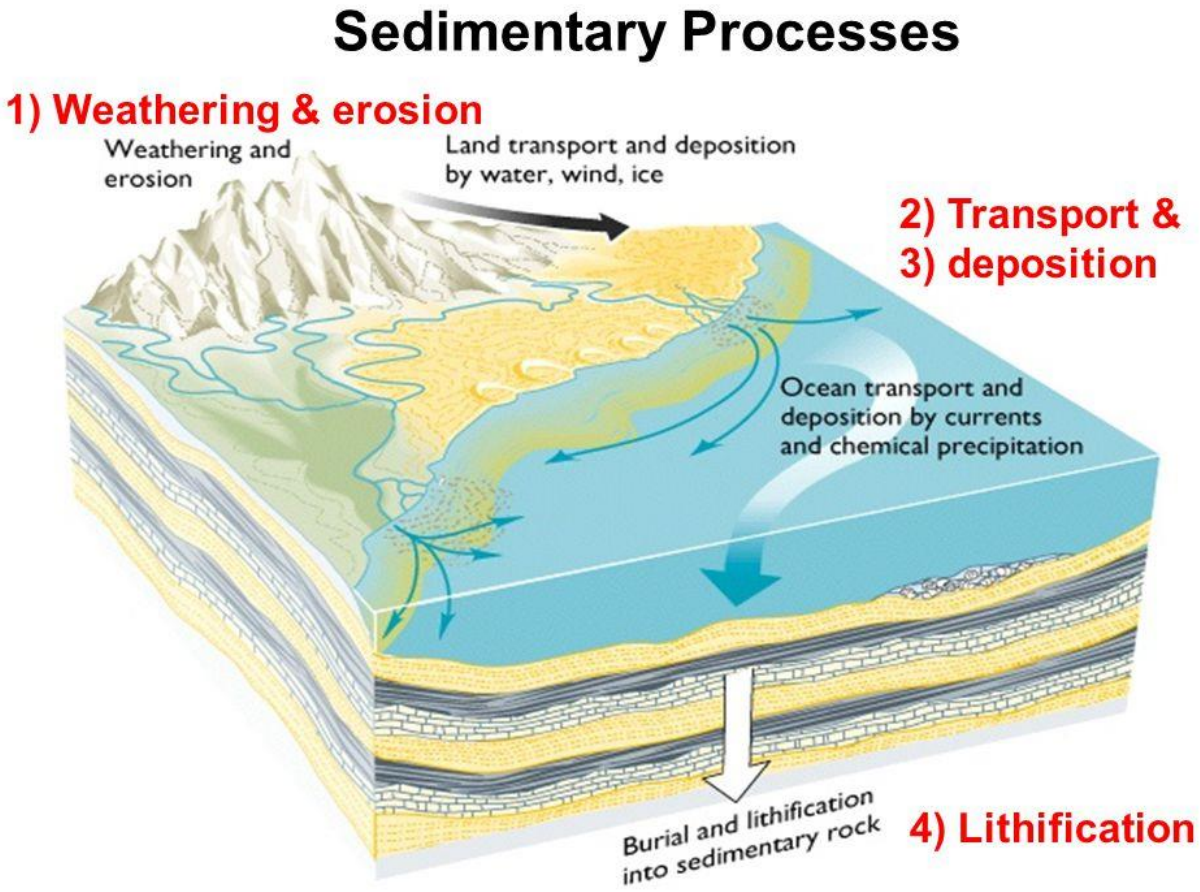
ثالثا: الترسيب Deposition:

تترسب المواد المنقولة اما عندما تصل طاقة وسرعة وسائل النقل كالرياح والتيارات المائية اوالجليد، المُحمّلة بالحصى، والرمال، والجسيمات الطينية، إلى درجة مُنخفضة بحيث لا يمكنها مواصلة عملية النقل، مما يؤدي الى ترسيب هذه المواد بفعل الجاذبية الأرضية.

تعكس الرواسب النهائية طاقة الوسط التي نُقلت من خلاله، وتتغير طاقة الوسط تبعاً لتغيّر سرعته ممّا يُساعد على فرز الرواسب، حيث يبدأ ترسيب القطع الصخرية من الأكبر حجماً والأثقل وزناً إلى القطع الأصغر حجماً والأخف وزناً، أمّا المواد المذابة فهي تترسب على شكل املاح عندما تصبح المحاليل فوق مشبعة عن طريق التبخر او نتيجة لتغير الظروف الكيميائية والفيزيائية مثل تغير الدالة الحامضية ودرجة الحرارة وكمية الغازات المذابة.

رابعاً: التصخر Lithification:

هي العملية التي تتصلّب فيها الرواسب المتفكّكة بعد أنّ تتجمّع مع بعضها البعض، حيث تتحوّل إلى صخور يصعب نقلها وتحريكها من مكانها، وهي الخطوة الأخيرة في مراحل تشكّل الصخور الرسوبية، وتتمّ هذه العملية بعدّة طرق، اما من خلال **الانضغاط Compaction** (تُرصّ الرواسب نتيجة زيادة وزن الطبقات فوقها ممّا يُقلّل حجم الفراغات بينها ويطرد المياه التي كانت موجودةً في تلك الفراغات فتُصبح الرواسب كتلةً واحدة)، او **اعادة التبلور Recrystallization** (يتم في هذه الطريقة إعادة تبلور بعض المعادن المكوّنة للصخور، وتكون الصخور الجيرية والصخور الرسوبية الكيميائية الأخرى الأكثر عُرضةً لهذا النوع من التحجّر، نظراً إلى سهولة تعديل معادنها في العديد من البيئات السطحية)، او **السمنتة Cementation** (تُعتبر هذه العملية الأكثر شيوعاً لتحجّر الرواسب، حيث تترسّب الدقائق متقاربةً من بعضها مع وجود فراغات ومساحات فيما بينها، ويتمّ في عملية السمنتة ملء هذه الفراغات بالمياه الجارية التي تحوي أيونات مذابة، ثمّ تتبلور هذه الأيونات لتتحوّل إلى معادن جديدة بين الحُبيبات، وتتشابك وتتداخل هذه البلورات فيما بينها، ممّا يُنتج كتلاً صخريةً أخرى أكثر تماسُكاً).



المراحل الاربعة لتكون الصخور الرسوبية

خصائص الصخور الرسوبية

تتميز الصخور الرسوبية بخواص تميزها عن باقي انواع الصخور من اهمها:

1- وجودها في هيئة طبقات، وتتميز هذه الطبقات عن بعضها البعض باللون والسمك والنسيج، وقد تكون الطبقات أفقية أو مائلة أو على شكل طيات.

2- احتوائها على المتحجرات Fossils، والتي قد تكون كبيرة يمكن رؤيتها بالعين المجردة كعظام واثار الدينوصورات أو قد تكون مجهرية لا يمكن رؤيتها الا باستخدام المجهر.

3- احتوائها على بعض المعادن والخامات كالبترول والغاز الطبيعي والفوسفات والفحم.

4- احتواء بعضها على المسامات، ولهذه المسامات أهمية كبيرة في حركة السوائل كالبترول والمياه الجوفية، والمحاليل المشبعة بالمواد المعدنية، وكذلك في تخزين الغازات الطبيعية التي توجد تحت سطح الأرض.

تصنيف الصخور الرسوبية Sedimentary rocks classification

تصنف الصخور الرسوبية وفقا لطريقة نشأتها او تكونها الى ثلاثة انواع رئيسة هي:

اولا: الصخور الفتاتية او الميكانيكية Clastic Rocks:

والتي تنشأ بالطرق الفيزيائية او الميكانيكية.

ثانيا: الصخور الكيميائية او غير الميكانيكية Non-Clastic Rocks:

والتي تنشأ بالطرق الكيميائية.

ثالثا: الصخور العضوية Organic Rocks:

عادة ما تكون ذات أصل عضوي.

اولا: الصخور الفتاتية Clastic Rocks:

تتدرج جزيئات هذه الصخور بالحجم، فمنها الكبيرة المتمثلة بالحصى الخشن ومنها الصغيرة التي لا ترى الا باستخدام المجهر، ويمكن تقسيمها حسب مقياس وينتورث الى الصخور التالية:

اسم الحبيبات او الجزيئات	الحجم (ملم)	اسم الصخرة
الجلاميد Boulders	اكبر من 256	المتكتلات Conglomerate Breccia
الجلاميد الصغيرة Cobbles	256 - 64	
الحصى Pebbles	64 - 2	
الرمل Sand	2 – 1/16	الحجر الرملي Sandstone
الغرين Silt	1/256 – 1/16	الحجر الغريني Siltstone
الطين Clay	اقل من 1/256	الحجر الطيني Claystone

1 – الكونكلومريت Conglomerates :وهي صخور رسوبية ميكانيكية تتكون من قطع صخرية كروية يزيد قطرها عن 2 مم، وتكون حوافها الخارجية دائرية بسبب نقلها لمسافات بعيدة بواسطة التيارات المائية مثل الأنهار، وتلتحم بفعل المواد السمنتية مثل كربونات الكالسيوم أو السيليكا، أو أكاسيد الحديد.

2- البريشيا Breccia مشابها للكونكلومريت الا ان حافات حبيباتها تكون غير دائرية أي تظهر حادة الحواف، ويدل ذلك على أنها لم تنقل لمسافات بعيدة بواسطة التيارات المائية النهرية، أي ترسبت في المكان الذى نشأت فيه أو قريبا منه، وتوجد عادة قرب ينابيع الأنهار أو عند سفوح الجبال، أو على جوانب الهضاب.

3- الحجر الرملي Sandstone يتكون من حبيبات معدنية فتاتية، تتكون من معادن الكوارتز والفلدسبار والمايكا، تلتحم معاً بواسطة المواد السمتية مثل كربونات الكالسيوم أو السيليكا، أو أكاسيد الحديد، ويتراوح حجم حبيبات الحجر الرملي بين 1/16– 2 ملم.

4- الحجر الغريني Siltstone شبيه بالحجر الرملي من ناحية المكونات الا انه ذو حجم حبيبي اقل من حجم الرمل اذ يتراوح بين 1/16 – 1/256.

5- الحجر الطيني Claystone يتكون من رواسب ناعمة دقيقة من المعادن الطينية، ترسبها الأنهار في مياه عميقة نسبيا أو تتراكم على قيعان البحيرات العذبة، وقد تتماسك حبيباتها بعد ذلك نتيجة لجفافها وفقدانها كل ما تحمله من مياه، وترجع عملية التجفيف إلى الضغط الذي يقع على تلك الرواسب بسبب تراكم طبقات من الرواسب الأحدث فوقها، وقد توجد الصخور الطينية نقية خالية من الشوائب مثل الكاولين. أما إذا دخلت في تكوين الصخور الطينية بعض مركبات الجير فتعرف حينئذ بالمارل أو الطين الجيرى marl .

ثانيا: الصخور الغير فتاتية (الكيميائية) Non-Clastic rocks :

تتكون نتيجة تبخر المحاليل المالحة، حيث تترسب اولا المعادن الاقل ذوبانا، اما المعادن الاكثر ذوبانا فتترسب في النهاية، ومن اهم انواعها:

1- الحجر الملحي Salt Rock (Halite)

يوجد على شكل طبقات سميكة مكونة من بلورات واضحة من معدن الهالايت NaCl. وهو يترسب بعد الحجر الجيري والجبس والانهيدرايت من محلول مياه البحر، ولذلك عادة ما يكون الطبقة العليا للتكاوين الجيولوجية الحاوية على هذه الصخور.

(الاحدث)	**الهالايت**
	الانهيدريت
	الجبس
(الاقدم)	**الحجر الجيري**

2- صخرة الجبس Gypsum

تتكون من معدن الجبس $CaSO_4.2H_2O$. ولها انواع مختلفة من النسيج في الطبيعة.

3- الانهيدريت Anhydrite

تتكون من معدن الانهيدريت $CaSO_4$ وتلي الجبس في الترسيب كما سبق ذكره، وغالبا ما تتواجد هاتان الصخرتان معا.

4- الحجر الجيري Limestone

يتكون من معدن الكالسايت عادة، ولها انواع عديدة:

- صخور الترافرتين Travertine التي تترسب من ينابيع المياه المعدنية.
- الهوابط Stalactite والصواعد Stalagmite وهي الاعمدة الهابطة من سقوف الكهوف او الاعمدة المتكونة على ارضية هذه الكهوف والتي تتكون من المياه الجوفية الغنية بمادة كربونات الكالسيوم $CaCO_3$.

- الحجر الجيري السرئي Oolitic limestone يتكون من حبيات صغيرة حلقية متحدة المركز مكونة من مادة كربونات الكالسيوم وتتكون تحت ظروف خاصة.

5- صخرة الدولومايت Dolomite

تتكون من معدن الدولومايت $CaMg(CO_3)_2$ وهي تشبه الحجر الجيري ولكن يدخل عنصر المغنيسيوم في تركيبها، وتتميز بانها أثقل واصلب من الحجر الجيري كما انها تتفاعل ببطئ مع حامض الهايدروكلوريك المخفف.

6- صخرة الصوان Chert

تتكون من ثنائي اوكسيد السيليكون وهي على نوعين:

- اما انها تتواجد على شكل عقد في طبقات الحجر الجيري، حيث تترسب كيميائيا من المياه الجوفية.
- او على شكل طبقات يعتقد انها من اصل عضوي، مكونة من الاصداف الغنية بالسيليكا

ثالثا: الصخور العضوية Organic Rocks

تتكون من ترسبات اصداف وافرازات بعض الحيوانات البحرية، او ترسبات نباتية، ومن اهم انواعها:

1- الحجر الجيري العضوي Organic limestone

يتكون من ترسيب الاجزاء الصلبة الغنية بكربونات الكالسيوم لبعض الكائنات الحية التي تعيش في البحار مثل الحجر الجيري الصدفي Shelly limestone، والحجر الجيري المرجاني Coral limestone، والحجر الجيري الفورامنيفيري Foraminiferal limestone.

2- الحجر الطباشيري Chalk

تتميز ببياضها الناصع وقلة صلادتها. اذ تتكون من اصداف احياء بحرية دقيقة جدا تركيبها الكيميائي من معدن الكالسايت $CaCO_3$.

3- صخر الفوسفات Phosphate

يتكون من فوسفات الكالسيوم ومواد اخرى كمعدن الاباتايت Ca5(F,Cl)(PO4)3. يتكون من تراكم عظام الحيوانات البحرية (تحتوي تقريبا على 60% تقريبا من فوسفات الكالسيوم). توجد منه احتياطيات كبيرة في

الصحراء الغربية في العراق وفي الاردن وسوريا ومصر والمغرب وتونس والجزائر. اذ يستخدم كمادة للسماد وقد وجد بانه يحتوي على كميات ضئيلة من مركبات اليورانيوم.

4- الفحم الحجري Coal

يمثل تراكم النباتات في الغابات والمستنقعات خلال العصور الجيولوجية. وهو يمر بعدة مراحل اثناء تطوره فمادة البيت Peat هي مادة بنية اللون رطبة لا تتجاوز نسبة الكاربون فيها 60%. اما مادة اللكينايت Lignite والتي يطلق عليها الفحم الكاذب فهي مادة سمراء اللون تحتوي على 75% - 60% كاربون، وتتواجد مع الطبقات الجيولوجية الحديثة. اما الفحم الحجري Anthracite فهو صخر صلد حالك السواد يحتوي على 75% - 90% كاربون، حيث انه يحترق بسهولة ويعطي لهب صافي.