الجغرافية الطبيعية

المحاضرة السابعة

الفصل الثالث:
القوى الخارجية وأثرها في تشكيل سطح الأرض

كلية التربية – تعليم أساسي مواد اجتماعية – الفرقة الثالثة

إعداد
الدكتور/هشام بدوى
مدرس الجغرافيا الطبيعية – جامعة دمياط
Hesham-badawy@du.edu.eg

- من المسلم به أن سطح الأرض جسم ديناميكى، وبالتالى يتغير مع الزمن؛ حيث تقوم القوى الداخلية ببناء تضاريس سطح الأرض سواء كانت تضاريس موجبة أو سالبة تنتج عن النشاط البركاني أو الالتواء أو الانكسار، وبمجرد أن تظهر التضاريس الموجبة تهاجمها القوى الخارجية وتقوم بإعادة تشكيلها؛ حيث تقوم هذه القوى الخارجية بتحريك المواد المفككة من المرتفعات العليا إلى الأجزاء المنخفضة،

وتنقسم هذه القوى الخارجية إلى ثلاثة قوى هى:

١ - التجوية: والتي تنقسم إلى تجوية ميكانيكية ـ وأخرى كيميائية.

٢ - الانهيارات الأرضية: وهو انتقال الصخور والتربة إلى قاعدة السفح بفعل الجاذبية الأرضية.

٣ - التعرية: إزالة طبيعية للمواد بواسطة عوامل الحركة (النقل) المائية، الهوائية (الرياح) الجليدية .. الخ.

أولاً: التجوية

- تتعرض كل مواد سطح الأرض للتجوية، و تحدث التجوية عندما يتشظى الصخر ميكانيكياً أو يتحلل كيميائياً، أى أنها تنقسم إلى نوعين من التجوية: التجوية الميكانيكية والتجوية الكيميائية، وإن كنا سنناقش كل عملية منها منفصلة عن الأخرى إلا أنهما فى الطبيعة لا تعملان منفصلين عن بعضهما البعض.

١- التجوية الميكانيكية: Mechanical Weathering

- وتعنى التجوية الميكانيكية تكسير الصخر إلى قطع أصغر وأصغر، مع احتفاظ كل قطعة بخصائص المادة الأصلية، ومع زيادة التكسر تكثر أسطح المفتتات مما يساعد على نشاط التجوية الكيميائية، وتنقسم التجوية الميكانيكية إلى أربعة عمليات هى:

أ - تجوية الصقيع : Forst Wedging

ب - تخفيف الثقل: Unloading

جـ - التمدد الحرارى : Thermal Expansion

د - النشاط البيولوجى: Biological Activity

أ - تجوية الصقيع : Forst Wedging

- والتى تعرف أحيانا باسم التوتد الصقيعى، وتحدث مع توالى عمليات التجمد والذوبان، وترجع هذه العملية إلى أن المياه السائلة عند تجمدها تتمدد ويزيد حجمها بمقدار ٩ ٪ ، وذلك لأن جزيئات المياه فى البللورات المنتظمة المكونة للجليد Ice تتباعد عن بعضها أكثر من تباعدها فى الماء السائل، ونتيجة لذلك فالماء المتجمد فى فراغ ذو مساحة محدده يولد ضغط هائل على الحوائط الخارجية للإناء الذي به السائل، وهذا ما يجعل زجاجة المياه الغازية المغلقة بإحكام عند تجمدها تتكسر.

- عندما تتجمد المياه داخل هذه الشقوق تتمدد وتوسع الشقوق، ومع توالى دورات التجمد والذوبان Freeze-Thaw Cycles يتكسر الصخر إلى شظايا غير منتظمة، كما يتضح من الشكل رقم (٢٨)، وتكثر هذه العملية فوق المرتفعات التى تتعرض لعملية التجمد ـ الذوبان يومياً، وهنا تكثر المواد المنفصلة بعملية التوتد وربما تنهار إلى أسفل فى شكل ركامات سفوح Talus Slopesعند قاعدة السفوح شديدة الانحدار.

ب - تخفيف الثقل: Unloading

- عندما تتعرض كتل كبيرة من الصخور النارية خاصة الجرانيت للتعرية تبدأ الشرائح المرتكزة أعلاها فى التفكك بالتكسر، وهذه العملية تسمى أيضا التصفح Sheeting، والتى يعتقد أنها تحدث ولو جزئياً بسبب التقليل الكبير فى الضغط عندما تُنحت الصخور العليا وتنقل بعيداً، تبدأ الطبقات الخارجية فى التمدد أكثر من الصخور أسفلها، وهذا ما يجعل الطبقات العليا تنفصل عن جسم الصخر، كما يتضح من الصورة رقم (٢٩). تسبب التجوية المستمرة أخيراً انفصال شرائح Slabs وتتشظى وينتج عنها قباب التقشر Exfoliation Domes والتى تمثلها قمة جبل ستون فى جورجيا

جـ - التمدد الحرارى : Thermal Expansion

- تُضعف دورة الحرارة اليومية تماسك الصخور خاصة فى الصحارى الحارة، حيث يصل المدى الحرارى اليومى إلى ما يزيد عن ٣٠ ° مئوية؛فيتمدد الصخر بالتسخين و يتقلص وينكمش بالتبريد، ويولد التمدد والانكماش المتكرر للمعادن- والتي تختلف معدلات تمددها- بعض الضغوط على القشرة الخارجية للأرض، ومع أن هذه العملية كان يعتقد أنها هامة جداً فى تحطيم الصخر، لكن التجارب المعملية أثبتت عكس ذلك، حيث أجريت تجربة تسخين الصخور غير المجواة تحت درجات حرارة أعلى بكثير من التى تتعرض لها هذه الصخور فى الطبيعة ثم بُردت فجأة، وتكررت هذه التجربة عدة مرات لتعادل ما يتعرض له الصخر أثناء التجوية فى مئات السنين، وجاءت النتيجة أن التغير الذى حدث للصخور كان طفيف جداً.

- يحمل الحصى فى المناطق الصحراوية دليل تكسر ناتج عن تغيرات الحرارة، ويرى بعض الجيولوجيين أن تفسير ذلك يرجع إلى أن الصخور تتعرض للتجوية الكيميائية لتضعف الصخر قبل أن يتكسر بالنشاط الحرارى، ويمكن أن يضاف إلى هذه العملية التبريد السريع بالأمطار الصحراوية الفجائية.

د - النشاط البيولوجى:

BIOLOGICAL ACTIVITY

يتمثل هذا النشاط البيولوجى فى النباتات والحيوانات الحافرة والإنسان، فعندما تبحث جذور النباتات عن المواد الغذائية والمياه فى الشقوق، تنمو وترفع الطبقة السطحية من الصخر إلى أعلى، وتوضح الصورة رقم (٨) كيف استطاعت جذور الشجرة أن تفصل القشرة السطحية من الصخر بينما كانت تنمو فى الشقوق وتزيلها من فوقها.

- أما عن دور الحيوانات الحافرة، فإنها تحفر أنفاق فى داخل الصخر وتخرج المفتتات أمام الجحور حيث تبدأ فى التفكك إما بالتجوية الحرارية أو الكيميائية، ويعمل الإنسان كذلك فى تفكيك الصخر ميكانيكياً أثناء البحث عن المعادن فى المناجم، أو أثناء تفجير المناطق الجبلية لشق الطرق، ومع ذلك فإن دور الحيوانات الحافرة يسبق دور الإنسان.

ثانياً: التجوية الكيميائية : Chemical Weathering

تشتمل على عمليات معقدة تغير محتوى الصخر و تركيبه المعدنى، وهنا إما أن يتبدل المحتوى المعدنى لتتكون معادن جديدة أو تتبدد فى البيئة المحيطة، وفى أثناء هذا التحول تتحلل الصخور الأصلية إلى المواد التى تستقر على السطح، وتعتبر المياه أهم عوامل التجوية الكيميائية، وإن كانت المياه النقية فقط مذيب جيد فإنه يزيد النشاط الكيميائى بواسطة محاليل التجوية إذا أضيفت مادة ذائبة صغيرة إلى المياه، وتتمثل التجوية الكيميائية فى:

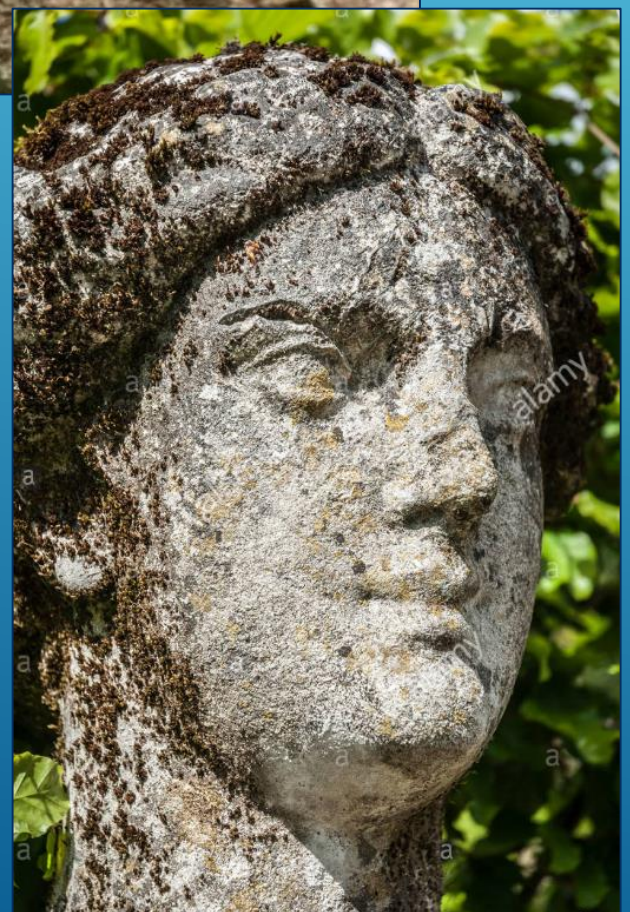
١ - الإذابة ،

٢ - الأكسدة ،

٣ - التموء ،

٤ - التحلل المائى.

أ - الإذابة : Dissolution



- ربما تعتبر الإذابة أسهل نمط للتحلل، وتذوب بعض المعادن فى الماء كما يذوب السكر فيه، وأهم هذه المعادن القابلة للذوبان فى الماء الهاليت، والذى يتركب من أيونات الصوديوم والكلوريد، ويذوب الهاليت فى الماء لأن الأيونات المنفردة تحمل شحنات، وعلاوة على ذلك فأن جزيئات المياه قطب حيث يملك طرفى جزئى الأكسوجين شحنة سالبة صغيرة جداً، بينما يملك طرف جزئى الهيدروجين شحنة موجبة صغيرة، ولأن جزيئات الماء عندما تلامس الهاليت فإن طرفها السالب يقترب من أيونات الصوديوم، بينما تتجمع أطرافها الموجبة مع أيونات الكلوريد، فيمزق ذلك القوى الجاذبة فى بلورة الهاليت وتنطلق الأيونات فى محلول الماء.

ب - الأكسدة : Oxidation

- يرى كل منا الأشياء الصلبة والحديدية التى تصدأ عندما تتعرض للماء، ويمكن أن يحدث نفس الشىء للمعادن الغنية بالحديد، وتحدث عملية الصدأ عندما يتحد الأكسوجين مع الحديد ليكونا أكسيد الحديد على النحو التالى: الحديد + الأكسوجين = أكسيد حديد (هيماتيت)
- يسمى هذا النمط من التفاعل الأكسدة، ويحدث عندما تفقد الإلكترونات من عنصر واحد أثناء التفاعل، وفى هذه الحالة يفقد الحديد الإلكترونات لحساب الأكسوجين عند أكسدته. تحدث أكسدة الحديد ببطء شديد جداً فى البيئات الجافة، وتزيد المياه التفاعل بدرجة كبيرة في المناطق الرطبة.

جـ ـ التموء: Hydration

- اتحاد بعض العناصر المعدنية مع الماء لتكون ما يسمى بالمعادن المائية، وفى هذه العملية يحدث تغير فى حجم المعادن، مما يؤدى إلى تُولد إجهادات فيزيائية Physical Stresses، تعمل على تفكك الصخر ميكانيكيا؛ ومن أمثلة هذه العملية تحول معدن كبريتات الكالسيوم Calcium Sulphate (الأنهيدريت Anhydrite) إلى كبريتات كالسيوم متموء (الجبس) على النحو التالى :
- أنهيدريت + ماء = جبس. = $CaSO_4+2hO$ $Co\ SO_4 + 2Ho$
- أما فى حالة السليكات ومعادن الأكاسيد، فتتحول نتيجة عملية التموء إلى سيليكات أو أكاسيد مائية، وفى حالة السيليكات عادة ما نجد أن عملية التموء يصاحبها تحلل مائى، ومن أمثلة هذا التموء ما يتم من تحول أكاسيد الحديد إلى هيدروكسيد الحديد Iron Hydroxide، وما يعنينا من كل ما سبق هو التعرف على أن المعادن المتموؤة عادة ما تكون أقل مقاومة لعمليات التعرية من المعادن الأصلية غير المتموئة .

د - التحلل المائى : Hydrolysis

- إن السيليكات Silicates هى أعظم مجموعة معادن شائعة، وقد تحللت أولياً بواسطة عملية التحلل المائى الذى تتحد فيه أى مادة بالماء، والذى يحدث فى مياه نقية؛ حيث تتفكك بعض جزيئات الماء لتكون هيدروجين متفاعل جداً وأيونات الهيدروكسيل، وعند ذلك يهاجم أيون الهيدروجين ويحل محل أيونات أخرى موجبة موجودة فى شبكية البلورة، أي أن أيونات الهيدروجين تدخل إلى التركيب البللورى للصخور لتكون نوع آخر منها، ويتم تدمير التنظيم الأول للذرات ويتحلل المعدن.

- تحتوى المياه فى الطبيعة عادة على مواد أخرى والتى تشارك فى أيونات الهيدروجين الإضافية، ومن أكثر هذه المواد شيوعاً ثانى أكسيد الكربون، الذى يذوب فى الماء ليكون حمض الكربونيك، ويغسل المطر ثانى أكسيد الكربون من الغلاف الجوى، وتزداد هذه الكمية مع إضافة المادة العضوية المتحللة فى التربة، ويتأين حمض الكربونيك فى الماء ليكون أيونات الهيدروجين وأيونات البيكربونات

العوامل المؤثرة فى التجوية:

- تؤثر عدة عوامل فى نمط ومعدل تجوية الصخر، فالتجوية الميكانيكية تؤثر فى معدل التجوية، بأن تكسر الصخر إلى قطع أصغر، وبالتالى تزيد المساحة المكشوفة لعمليات التجوية الكيميائية وهذه العوامل هى:

١ - خصائص الصخر:

٢ - المناخ : Climate

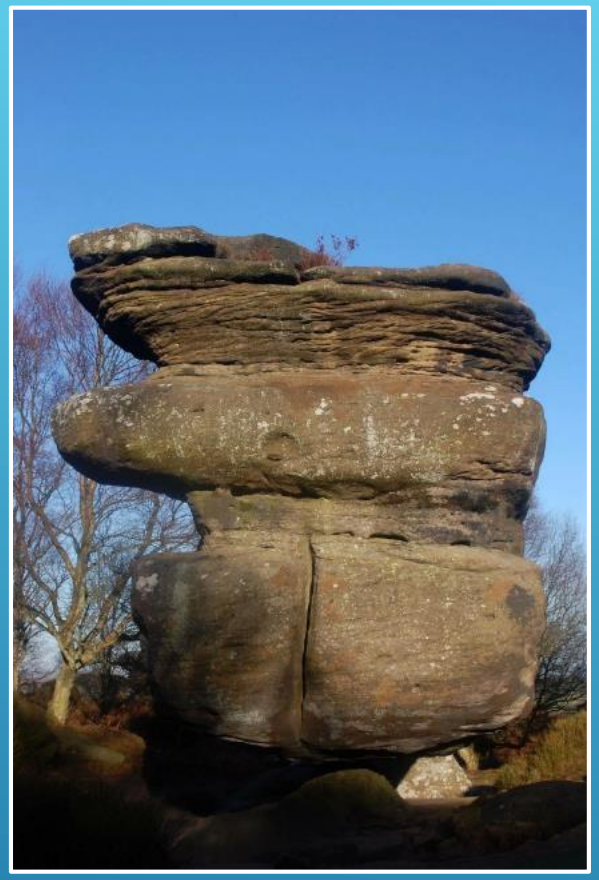
٣ - التجوية المتغيرة : Differenatial Weathering

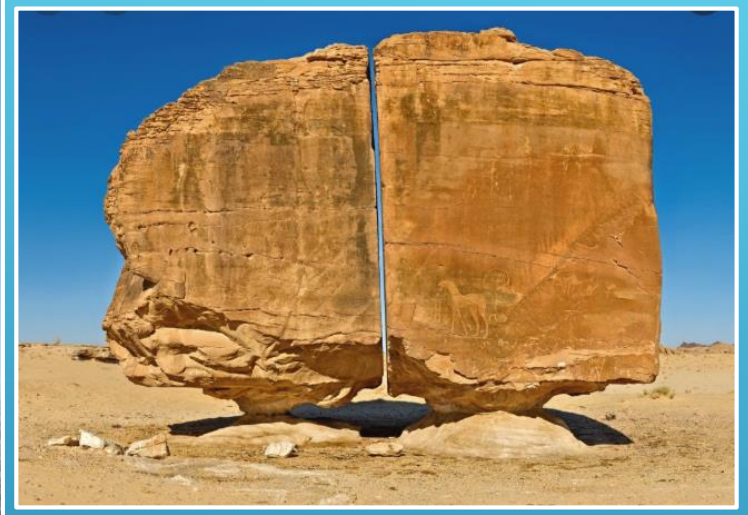
١ - خصائص الصخر:

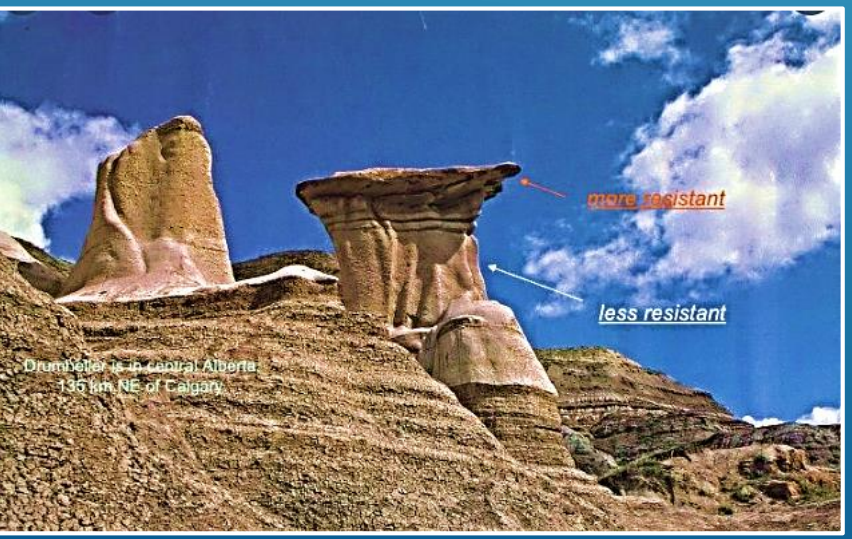
- تشمل خصائص الصخر كل سمات الصخر الكيميائية، مثل التركيب المعدنى وقابلية الذوبان، بالإضافة إلى المظاهر الطبيعية مثل المفاصل Joints التى تؤثر فى قدرة المياه على النفاذ فى الصخر، ويتوقف التنوع فى معدلات التجوية على المحتوى المعدنى الذى يتوقف على الشواهد المكونة للصخر الأصلى، فمثلاً شواهد الجرنيت الذى يتكون من معادن السيليكات مقاومة نسبياً لعمليات التجوية الكيميائية ، وعلى العكس يوضح شاهد الرخام علامات التجوية الكيميائية التى تحدث فى فترة زمنية قصيرة، حيث أن الرخام مركب من كالسيت Calcite (كربونات الكالسيوم) التى تذوب حتى فى محلول حمضى ضعيف.

المناخ : Climate

- إن العوامل المناخية خاصة الحرارة والرطوبة مؤثرةً جداً فى معدل تجوية الصخر، وأن من أهم أمثلة التجوية الميكانيكية هى دورات التجمد ـ الذوبان والتى تؤثر بدرجة عظيمة فى كمية تجوية التجمد أو تجوية الصقيع، ولدرجة الحرارة والرطوبة تأثير قوى على معدلات التجوية الكيميائية، وعلى نوع وكمية الغطاء النباتى، فالمناطق الوفيرة بالغطاء النباتى ذات غطاء تربة سميك وغنية بالمادة العضوية المتحللة، وبالتالى تزيد التجوية الكيميائية بينما تقلل النباتات التجوية الميكانيكية، وأفضل بيئات التجوية الكيميائية بيئة ترتفع بها درجات الحرارة والرطوبة المطلقة كما في المناطق الاستوائية.







- **٣ - التجوية المتغيرة : Differenatial Weathering**
- إن الصخور المكشوفة على سطح الأرض عادة لا تتجوى بنفس المعدل، بسبب التنوعات فى عدد من العوامل مثل التركيب المعدنى، ومقدار الفواصل وبعض العناصر التى تسبب اختلافات هامة، وتؤثر كثير من العوامل فى نوع ومعدل تجوية الصخر، ومن ثم فإن التجوية المتغيرة والتعرية اللاحقة تخلق تكوينات صخرية وأشكال أرضية مثيرة وغير عادية، مثل أقواس النصر Arches والأبراج الصخرية Rock Pinnacles.
- ومما تقدم نلاحظ أن التجوية تلعب دور هام فى النحت؛ حيث تجهز المفتتات لعوامل التعرية فى شكل طبقة سطحية رقيقة تسمى الغلاف الصخرى Regolith، التى تقوم عوامل التعرية بنقلها إلى أماكن أخرى .

طلابي الأعزاء:

الصفحات من ١٢١ حتى ١٢٨ بالكتاب غير مقررة.

شكراً لكم