المحاضرة الخامسة

((التعــريـــــة و التجوية))

التعرية (Erosion) : هي مجمل العمليات التي تجزّيء الصخور وتفككّها وتنقل أجزائها وتغير مظاهرها؛ وهي تشمل ثلاث عمليات مبدئية: التجوية والتآكل والنقل، والعوامل التي تقوم التعرية عديدة، أهمها:

1- الماء. 2- الهواء 4- الأحياء 5- تقلُّب الحرارة. 5- الرياح. 6- الثلاجات. 7- حركات الأرض. 8- الجاذبية.

وبما أن كل تغيّر يستهلك قسطاً من الطاقة، فعمليات التعرية تستمد الطاقة من ثلاث مصادر:

1. الطاقة الشمسية: التي تبخر المياه وتولد الرياح.

2. قوة الجاذبية: التي تجعل المياه والأجزاء المتفتتة تنهال باستمرار من الأعالي على نحو المنخفظات.

3. الطاقة المنبعثة: من جراء التفاعلات الكيميائية التي تحدث على سطح الأرض.

ان كل شكل من إشكال سطح الارض هو ناتج من عمليتين, الاولى هي عمليات باطنية أي من باطن الارض مثل الزلازل والبراكين الخ.. والثانية هي عمليات سطحية مثل التعرية والتجوية . مثلا الجبال هى النتيجة المباشرة للعمليات الداخلية فإن هناك أيضا عمليات خارجية تؤدى دورا مكملا للعمليات الداخلية فى تكوين معالم وظواهر سطح الأرض .

ولعل الدور الأكبر الذى تؤديه تلك العمليات الخارجية هى إزالة تلك الجبال وجعلها حطاما ونقل هذا الحطام من أماكنه الأصلية إلى أماكن أخرى ثم ترسبيه إياه .

التجــوية

هي تفكيك الصخور الكبيرة المتماسكة إلى أجزاء صغيرة تتراوح أحجامها بين الحصى الكبيرة والأيونات. وتكون نتيجتها النهائية هدم الصخور وإزالة أجزائها. وتتم التجوية عبر طريقتين متكاملتين :ميكانيكية وكيميائية.

والتجوية هى أولى مراحل تلك العمليات الثلاث ((التجوية والتآكل والنقل)) و من ناحية أخرى هي ليست ظاهرة جيومورفولوجية فحسب بل أنها من أكثر الظواهر الجيولوجية أهمية لحياة الإنسان لسبب بسيط للغاية وهو أن التربة الزراعية التى لا يستقيم للنبات الحياة بدونها إنما هى من حصيلة التجوية ونتائجها . كما أن بعض نواتج التجوية هى فى الحقيقة الأمر تمثل تجمعاً معدنيا له قيمة اقتصادية فى الحياة البشر .

وتنقسم التجوية إلى قسمين : -

(أ) تجوية فيزيائية (ميكانيكية) Physical Weathering (Mechanical) :

ويقصد بهذا النوع من التجوية ، العمليات الطبيعية التى تؤدى إلى تحطيم الصخر وتفككه إلى فئات وحطام صخرى دون المساس بالتركيب الكيميائى ويرادف التجوية الفيزيائية مصطلح التفكك (التفتت) Disintegration .

تكمن التجوية الميكانيكية في تصدُّع الصخور وتجزئتها تحت تأثير العوامل الداخلية والخارجية، ومنها :

1- تحركات قشرة الأرض تحدث فوالق وتشققات متشعِّبة تكون البادئة بتصديع الصخور على نطاق واسع.
2- التشققات الصغيرة المتعددة التي تحدثها تقلبات درجة الحرارة التي تجعل الصخور خاضعة للتمددّ والتقلص على التوالي، ويظهر فعل الحرارة هذا على أشده في المناطق الصحراوية حيث يكون تفاوت درجة الحرارة الكبيرة.
3- تسرب المياه في التشققات والمسام في فترات الرطوبة وتبخرها في أيام الجفاف، يتبع ذلك تحرك شامل للصخور يسهم في تصدعها.
4- تجمد المياه في المناطق البارده داخل الشقوق والمسام بسبب زيادة حجمها، وبالتالي تسبب تصدع للصخور.

5- نمو جذور النباتات يسهم في توسيع الشقوق الموجودة في الصخور وكذلك في إحداث شقوق جديدة.

إن المهمة الرئيسية للتجوية الفيزيائية هى تفكك الصخر وبالتالى زيادة مساحة سطحه وكشفه ليكون اكثر عرضة وفاعلية للتجوية الكيميائية .

(ب) التجوية الكيمائية :

وتنشأ عادة من تفاعل الماء ومكونات الهواء الغازية مع المعادن المكونة للصخور فتحول بعض المعادن إلى معادن أخرى .

ويرادف التجوية الكيميائية مصطلح (التحلل) Decomposition والتجوية الميكانيكيــة (التفكك) وهم يعملان معا فى الغالب وربما سادت أحداهما على الأخرى حسب الظروف المناخية وعلى سبيل المثال فإن التحلل يسود فى المناطق الرطبة والدافئة بينما يسود التفكك فى المناطق الصحراوية الجافة .

وفيما يلى عرض لأهم عوامل التجوية الميكانيكية : ـ

1- التمدد والانكماش الحرارى Thermal Expansion and Contraction :

تعتبر الصخور بصفة عامة من المواد الرديئة التوصيل الحرارة و لما كان الصخر ـ أى صخر ـ يتكون من عدة معادن وأن لكل معدن خصائصه الحرارية الخاصة به سواء أكانت هذه الخصائص تتعلق بمعامل التمدد أو الحرارة النوعية . فإن تأثير درجات الحرارة يظهر واضحا على الصخور مع البعد الزمنى الكبير .

فاختلاف درجات الحرارة وهو اختلاف كبير فى المناطق الصحراوية بين الليل والنهار الذى قد يصل فى بعض الأحيان إلى 35مْ فى اليوم الواحد وهناك أيضا الفروق الموسمية بين الفصول المختلفة . كل هذا يؤدى إلى تكرار عملية تمدد المعادن وانكماشها وبالنظر إلى اختلاف معاملات التمدد الحرارى للمعادن فإنها تعمل بمرور الزمن على التفكك من بعضها البعض من خلال الضغوط الناتجة من تمدد المعادن بالحرارة مما يؤدى إلى إجهاد Stress الصخـر وبالتـالى خلخـلة المستويـات العليا من الصخر وكونا غطاء من الفتات الصخرى . وتعرف هذه العلمية باسم التقشر

Exfoliation . وعندما يزال هذا الغطاء بفعل الرياح أو المياه الجارية فإن الصخر يصبح معرضا لتكرار نفس التأثير ... وهكذا .

2- أثر تجمد المياه Frost Wedging :

كثيرا ما تحتوى الصخور على شقوق وفواصل ومسام صخرية وعندما يتغلغل فيها الماء وبتأثير الحرارة المنخفضة التى تصل إلى ما دون الصفر التي يتجمد فيها الماء .

وينتج عن تجمد الماء وتحوله إلى جليد زيادة نسبيا فى الحجم تصل إلى 10% وتسبب هذه الزيادة ضغطا على الشقوق والفواصل والمسام الأمر الذى يؤدى إلى اتساعها وبتكرار عملية التجمد يتفكك الصخر إلى حطام صخرى .

ويتضح تأثير تجمد المياه فى المناطق الباردة ومنحدرات الجبال حيث تكثر بها الفواصل وتعرف نواتج هذا التأثير بالتالوس Talus وهى رواسب من الفئات الصخرى غير منتظم الأجزاء ويتميز بزواياه الحادة والمتراكم حول سفوح التلال والجروف .

3- إزالة الحمل Unloading :

من المعروف أن الصخور فى حالة إتزان مع بعضها البعض بمعنى أن الطبقات السفلى من الصخور فى حالة إتزان ـ من حيث الضغط ـ مع الطبقات التى تعلوها لأن الضغط هنا متجانس فى جميع الاتجاهات . فإذا حدث ترسيب بعد ذلك فإن الضغط يزداد على الطبقات السفلى . ولا يحدث لهذه الطبقات أى تشوه ما لم يتعد الضغط الواقع عليها حد المرونة . وكل ما هناك أنه سوف يحدث تغير فى الحجم بحيث تنضغط الطبقات السفلى بتأثير الضغط الناتج من زيادة الحمل .

فإذا أزيل هذا الحمل بسبب عمليات التعرية فإنه سوف يحدث إختلال فى حالة الاتزان القائمة والتى سادت ما بين الضغط الخارجى (من طبقات الصخور العلوية) والضغط الداخلى المضاد لاتجاه الضغط الخارجى (من طبقات الصخور السفلية) .

وكرد فعل لهذا الاختلال فى الإتزان فإن الضغط الداخلى سوف يعمل على إعادة الطبقات السفلية ـ التى تقلص حجمها ـ إلى حجمها الأصلى الذى كانت عليه قبل زيادة الحمل مما يؤدى إلى تكوين مجموعة من الشقوق والفواصل موازية للسطح الخارجى للطبقات الصخرية مما يؤدى إلى عملية

التقشر ويختلف سمك هذه القشور أو الصفائح Sheets من عدة سنتيمترات قرب السطح إلى عدة أمتار فى الأعماق .

4- تأثير الغلاف الحيوى Biosphere effect :

ويتلخص تأثير الغلاف الحيوى فى كل من فعل النبات والحيوان والإنسان . وفيما يلى تفصيل لتأثير كل منهما : -

أ) النبات :

عندما يمد النبات جذوره فى التربة أو الشقوق والفواصل الصخرية فإنه الحقيقة يزيد من اتساع تلك الشقوق والفواصل كما أن نمو الجذور يؤدى إلى نشوء قوى ضغط شديدة على الصخور فتعمل على تحطيمها .

ب) الحيوان :

إن الكثير من الحيوانات التى تتخذ من أديم الأرض مأوى لها تساهم إلى حد كبير فى عمليات التجوية الميكانيكية. فالحيوانات الحافرة Burrowing مثل ديدان الأرض والحيوانات القارضة Rodents كالأرانب والفئران وكذلك النمل الأبيض Termites تعمل على تفتيت المواد الصخرية وجعلها حطاما وفتاتا من السهل بعد ذلك نقلها بفعل عوامل المختلفة .

ج) الإنسان :

إن النشاط الإنسانى قد ساهم إلى حد كبير فى التجوية الميكانيكية فبناء المدن والمجتمعات السكانية وما يتبعها من شق الطرق قد أدى إلى إزالة ما يعترضه من تلال . كما أن أعمال المناجم والمحاجر وحفر الاتفاق قد أدى بالتبعية إلى إزالة الغطاء الصخرى فى سبيل الوصول إلى مواضع الطبقات الحاملة للخدمات .

ولاشك أيضا أن اقتطاع أحجار البناء قد أدى إلى تعريض أجزاء جديدة من الصخور لتأثير التجوية بشقيها الميكانيكى والكيمائى . ولا يجب أن نغفل أثر النشاط البشرى فى تبديد الموارد الطبيعية كالترب والتحكم فى الجريان الطبيعى للأنهار بإقامته السدود الذى ينتج عنها بالتالى إختلاف معدل النحت والترسيب على طول أجزاء المجرى النهرى .

التعرية الريحية

يتوقف عمل الرياح كعامل تعرية على سرعتها وقوتها من ناحية وعلى مقدار ما تحمله من مفتتات من ناحية أخرى.وعندما تصل سرعة الرياح إلى 27 كم \ الساعة تستطيع تحريك المفتتات التي يبلغ حجمها ملليمتراً واحداً,وتحت ظروف خاصة تستطيع تحريك المفتتات الأخشن.ويعتمد هذا التحريك على عوامل إضافية أخرى غير سرعة الرياح مثل طبيعة تركيب التربة ومحتوى الرطوبة بها وتضاريس (خشونة) سطح الأرض والغطاء النباتي.

وتسمى عملية تحريك المفتتات من مكان إلى آخر بواسطة الرياح بعملية التذرية أو سفي الرمال,وكلما قل حجم حبيبة الفتات كلما انخفضت سرعة الرياح اللازمة لتحريكها,بينما الحبيبات الخشنة تتطلب رياحاً قوية.فمفتتات في حجم 0,003 ملليمتر تحتاج إلى رياح سرعتها 7,56 كم\الساعة,وحبيبات حجمها 0,5 ملليمتر تحتاج إلى رياح سرعتها 1,3 كم\الساعة ,وحبيبات في حجم 1 ملليمتر يلزمها رياح سرعتها 27 كم\الساعة .. وهكذا .. وتأخذ عملية النحت بوساطة الرياح صوراً مختلفة,فالنحت بواسطة ارتطام الرمال والمفتتات التي تحملها الرياح تسمى بعملية البري,واصطدام حمولة الرياح ببعضها ينتج عنها عملية التفتيت المتبادل,أما عملية التآكل فتتم عن طريق اصطدام الرياح بحمولتها بالصخور فتؤدي إلى تفتتها وصقلها.

وتصدم الرياح التي تحمل الرمال الواجهات الصخرية التي تهب عليها إذا كانت في وضع مائل أو عامودي على اتجاهها,أما إذا كانت في وضع مواز لها فإنها تحتك بها ولا تصدمها.وفي الحالة الأولى تستغل الرياح التباينات الليثولوجية داخل الطبقة الصخرية فتنحت مناطق الضعف باستمرار ضربها بالرمال السافية فينتج تجاويف دائرية الشكل أو تلك التجاويف بحبيبات الرمل,لكن نتيجة لدورانها دوراناً سريعاً ومستمراً داخلها بفعل صفع وضغط الرياح تتصادم وتتحطم حروفها الزاوية,ومن ثم تستقر رمال ناعمة في النصف السفلي من التجويف بعد سكون الرياح.أما في الحالة الثانية عندما تكون الواجهات الصخرية في وضع يوازي اتجاه الرياح فإن الرياح تحتك بأسطح الانفصال بين الطبقات وتعمل على نحتها,وتنشأ عن هذه العملية تجاويف طولية الشكل تتفق بوجه عام مع مسار الرياح,وتكون تلك التجاويف أوسع وأعمق في الصخر في الجهة التي تأتي منها الرياح وأضيق في الجهة التي تذهب إليها.وبعد سكون الرياح فإن حبيبات الرمل تملأ التجاويف الطويلة على شكل منشور نائم تشير رأسه إلى الجهة المدابرة لاتجاه الرياح.وتحتفظ الحبيبات الرملية بزواياها الحادة غير المنتظمة.

وفي المناطق المنبسطة من المناطق الجافة الصحراوية والمغطاة بالحصى والقطع والكتل الصخرية فإن الرياح القوية تحمل بعيداً كل ما حول تلك القطع من حبيبات دقيقة وتتركها مستقرة في حمى الطبقة الصخرية الواقعة أسفل منها والمشتقة منها.وتسير الرياح في طريق متعرج ملتو بين تلك الحصوات والقطع والكتل الصخرية وتكشف أجزاء منها كانت مطمورة غير ظاهرة,ولكن حبات الرمال التي تحملها الرياح تتحرك إلى أعلى بحركة دوارة.وأحياناً يظهر على السطح العلوي للقطع الصخرية الكبيرة خطوطاً محفوراً بعمق حوالي 2 ملليمتر تشير إلى احتكاك الرمال التي تحملها الرياح بهذه الأسطح.وعندما تتماسك تلك الحصوات والقطع الصخرية بفعل كربونات الكالسيوم والجبس وغيرها من الأملاح الموجودة قرب السطح والتي ارتفعت بفعل الحاسة الشعرية تتكون ما يعرف باسم الرصيف الحصراوي.