الفصل الثاني

التجوية والنحت وتكوين التربة

Weathering, Erosion and Soil formation

* تشمل التجوية كافة التغيرات التي قد تطرأ على الصخور عند تعرضها لعوامل الجو المختلفة وتأثيرات المياه على سطح الأرض اضافة الى دور الأحياء العضوية (Organisms) في مثل هذه التغيرات . واذا حصل نقل للمواد الفتاتية الناتجة من عملية التجوية فان العملية حينئذ تدعى بالنحت (Erosion) .

وتشمل عوامل النحت قوى الجذب الأرضي والماء الجاري والرياح والجليد (Gravity, running water, wind and Ice)

ان النحت والتجوية عمليتان متقاربتان وتعتبر احداهما مكملة للأخرى وتمهد لها الطريق ويدعى تأثيرهما المشترك التعرية (Denudation) وهي عملية تفتيت الصخور ونقلها الى محل آخر مما يؤدي بالنتيجة الى تغيير شكل سطح الأرض . وتجدر الاشارة الى ان التغيرات الناتجة عن التجوية مهمة في تكوين التربة وذلك لأن التربة أساساً هي نهاية نواتج التجوية .

وبما ان عمليات البناء تجري دائماً على الصخور المتأثرة بالتجوية أكثر منها على الصخور غير المتأثرة بالتجوية كما ان الصخور المستعملة في البناء تكون عادة متأثرة بعملية التجوية كذلك لذا يتوجب على المهندس المدني معرفة مبادىء عمليات التجوية والنحت .

كما يجب ان يزود المهندس بالمعلومات الكافية عن الطرق المكونة للتربة وعن معادن التربة وذلك ليتسنى له فهم وتقدير الخواص الهندسية للتربة .

كما يجب ان يزود المهندس بالمعلومات الكافية عن الطرق المكونة للتربة وعن معادن التربة وذلك ليتسنى له فهم وتقدير الخواص الهندسية للتربة .

التجويـــة (Weathering)

يمكن للصخور ان تتغير أو ان تتأثر بعملية التجوية اما

1 – ميكانيكيا أو

2 – كيمياوياً

ان التجوية الميكانيكية تشمل تكسر أو تفكك الصخرة بالعوامل الفيزياوية اما التجوية الكيمياوية فتشمل تحلل المادة الصخرية كيمياوياً .

وتسبب التجوية عادة زيادة في حجم الصخرة وتقليل كثافتها وبالنتيجة تقليل قوة احتمال الصخرة (strength of rocks) .

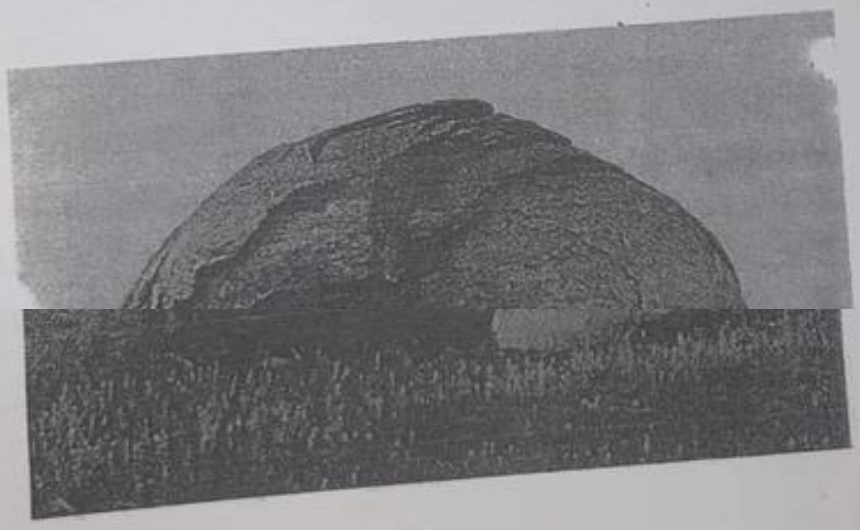
التجويـة الميكانيكيـة (Mechanical Weathering)

من أهم عوامل التجوية الميكانيكية :

1 – التغير في درجة الحرارة (Temperature Changes)

ان التغير المستمر في درجة الحرارة ومع مرور الزمن يؤدي الى تفكك الصخر ، وذلك بالتمدد والتقلص المستمر للمعادن المتراصة التي يتألف منها الصخر . وهذا واضح بشكل خاص في المناطق الاستوائية والقارية حيث يصل الفرق بين درجة الحرارة خلال الليل والنهار الى حوالي 40 ° م .

ان اختلاف الوزن النوعي ومعامل التمدد الحراري لبلورات المعادن المكونة للصخور يولد قوى ضغط داخلية تسبب بالتالي انهيارا للصخر من جراء نشوء شقوق بين المعادن المكونة للصخر (انظر شكل 5-1 أ) .

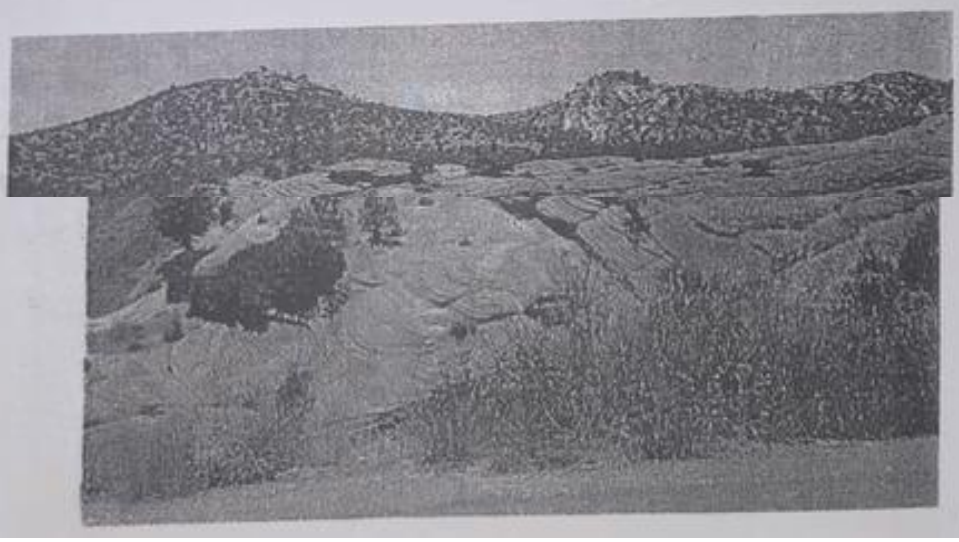


شكل 5-1 (أ)
تقشر الكتل الصخرية (كولورادو – امريكا)

ان ذلك يؤدي احياناً الى تكون صفائح خارجية رقيقة يمكن ان تنفصل وتسقط من الكتل الصخرية وتمثل هذه الصفائح الجزء الخارجي للكتل الصخرية المتعرض للتغيرات في درجة الحرارة وبعد سقوط هذه الصفائح يتعرض السطح الجديد للكتلة الصخرية للتغيرات وتستمر العملية على هذه الصورة ويرافق هذه العملية تغير الشكل الخارجي للكتل الصخرية لتصبح في النهاية ذات شكل مستدير تقريباً وهذه الظاهرة تدعى بالتقشر (Exfoliation) وهنالك مثال واضح في شمال العراق على الشارع الموصل بين منطقتي كفلسن وسرسنك (انظر شكل 5-1ب).

2 – تجمد الماء (Freezing Water)

من المعروف جيداً انه عندما يتجمد الماء يزداد حجمه حوالي 10٪ وان بلورات الجليد النامية ربما تتسبب في احداث قوى كافية لتكسير الصخور وهذا يحدث بشكل خاص في المناطق الباردة من الأرض (انظر شكل 5-2).



شكل 2-5
تكسّر الصخور بواسطة تجمد الماء

ان فتات الصخور الناتجة من تكسر الصخور بواسطة القوى الناتجة من تجمد الماء تتجمع في أسفل الجبال وتعرف عندئذ بالمنحدر (Talus) (أنظر شكل 3-5) كما ان التربة التي تظل دائماً متجمدة والمعروفة في الآسكا وكندا وسيبريا تعرف بدائمة التجمد (Permafrost)

3 ـ عوامل عضوية (Organic Agents)

من المعروف جيداً ان بعض النباتات تنمو في شقوق الصخور ويؤدي هذا بدوره الى تكسر الصخور نتيجة نمو وحركة جذور هذه النباتات داخل الشقوق وبالامكان ملاحظة أمثلة حية على هذه الظاهرة على الارصفة المشجرة لاكثر شوارع مدننا .

كما تجدر الاشارة الى مشاركة الأحياء الزاحفة الأخرى كالديدان وغيرها في عملية التجوية الميكانيكية كما لايخفى ان النباتات والحيوانات المتواجدة في التربة وبين الصخور تشارك في عملية التجوية الكيمياوية من خلال الاعاصير التي تتبادلها مع التربة .

التجوية الكيمياوية : (Chemical Weathering)

ان جميع انواع التجويه الكيمياوية تحدث عند توفر الماء حيث يلعب الماء دوراً مساعداً في عملية التجوية . وأهم عوامل التجوية الكيمياوية يمكن تلخيصها فيما يلي :

1ـ المحاليل (Solutions) : ان تأثير الماء كمذيب على بعض الصخور القابلة للذوبان مثل الصخر الملحي والجبس والحجر الجيري (Rocksalt, Gypsum, Limestone) معروف منذ زمن طويل ، حيث أن الأحماض الضعيفة الناتجة من ذوبان غاز ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) (والموجودة بكثرة في سماء المدن وخاصة الصناعية منها) تهاجم وبشكل خاص الحجر الجيري والصخور الأخرى التي من عائلة الكربونات وتذيب المناطق الرخوة نوعاً ما مؤدية الى حدوث ثقوب وتجاويف مختلفة في الصخور بالاضافة الى تكوين الصواعد (Stalagmites) والنوازل (Stalactites) وذلك عن طريق الترسيب البطيء لجزيئات كربونات الكالسيوم التي تتركها قطرات الماء بعد تبخرها (شكل 5ـ4)

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

بايكاربونات الكالسيوم (مذاب) ماء المطر الحجر الجيري

وبشكل مماثل تؤدي طرق التجوية هذه في الغالب الى تخريب سريع لحجارة البناء وخاصة في المدن الصناعية الكبيرة . كما تؤدي هذه الطريقة من التجوية الى تكوين الفجوات الكبيرة (Swallow holes) في طبقات الصخور التي تتأثر بالمحاليل وخاصة الحجر الجيري (Limestone)

2 ـ التميؤ (Hydration)

ويعرف التميؤ بعملية امتصاص جزيئات الماء من قبل المواد . والتميؤ البسيط يعتمد على تركيب الروابط الكهرومغناطيسية بين الاجزاء المتبلورة والماء المحيط بها . وان تحول