كلية العلوم

القسم : **علم الحياة**

السنة : **الاولى**

المادة : جيولوجيا عامة

المحاضرة : الخامسة /نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية ، تكنلوجيا المعلومات والاتصالات

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

العمليات الجيوديناميكية الخارجية

العمليات الجيولوجية الخارجية هي عمليات التأثير المتبادل بين قشرة الأرض والأغلفة الخارجية لها ، وتؤدي هذه العمليات الى تخريب الصخور وتحطيمها ، فالرياح والمياه والجليديات وغيرها من العوامل الأخرى تشارك بشكل كبير في تحطيم الصخور وتفتيتها ونتيجة لذلك فان اليابسة تنخفض سنويا بمقدار 0.09 مم أو 9 سم كل ألف سنة ويتحدد حجم التخريب من خلال كمية المواد المفتتة التي تأتي الى البحار والمحيطات من اليابسة ولو حدثت على سطح الأرض فقط عمليات التحطيم لكانت الأجزاء القارية التي ارتفاعها 875 م قد ساوت سطح الأرض خلال 9,7 مليون سنة ولأصبح قاع المحيط مستويا بفعل املاء المنخفضات البحرية بالرسوبات المحمولة من اليابسة حيث يشارك في نقلها قوى الجاذبية الأرضية والرياح والمياه ، ولكن عمليات الموازنة أو التوازن بين أجزاء القشرؤة الأرضية المختلفة (المحيطات والقارات) والتي تتوضع على المعطف العلوي اللدن (الأستينوسفير) تحافظ على استقرار الشكل الخارجي لتضاريس سطح الأرض بشكل عام بسبب اختلاف كثافة كل منها بالنسبة للآخر (ارتفاع الجبال كبير نسبيا لأنها مؤلفة من صخور ذات كثافة منخفضة بينما انخفاض قيعان المحيطات يعود الى أنها مؤلفة من صخور ذات كثافة عالية .فالجبال التي هي أجسام مرنة تتحرك ببطء كجسم منفصل عائم على طبقة الأستينوسفير وكلما أزالت عوامل التعرية أعاليها يخف وزنها فترتفع جذورها وتبرد وتتصلب طبقاتها السفلى وتجذب اليها مواد خفيفة من الصهارة المغماتية التي تتشكل داخل القشرة الأرضية نتيجة ضغط الرسوبات المتراكمة في الأحواض والتي تزيد الضغط على الأجزاء السفلى من القشرة الأرضية فتنصهر وتتحرك لتغذي جذور الجبال ومن ثم يعود التوازن من جديد الى القشرة الأرضية .وسنقدم في هذه المحاضرة لمحة موجزة عن بعض العمليات الجيوديناميكية الخارجية والتأثيرات الناجمة عنها الهدمية منها والبنائية .

1– التجوية Weathering

التجوية هي العملية التي تؤدي إلى حدوث تغيرات كيميائية وفيزيائية للفلزات والصخور الموجودة على سطح الأرض أو بالقرب منه تحت تأثير تغيرات درجة الحرارة بالقرب من السطح ،والغازات الجوية (الأوكسجين وغاز ثاني أوكسيد الكربون) وكذلك العوامل العضوية.أي بمعنى آخر تحدث عمليات التجوية تحت تأثير فعالية أغلفة الأرض الخارجية الثلاثة (الجوي والمائي والحيوي) وهي تتمتع بأهمية خاصة كونها :

1 . من أهم عوامل التغير الجيولوجي

2– تعطي كثيرا من المواد التي تتكون منها الصخور الرسوبية

3 . لها أهمية في تشكيل ملامح سطح الأرض

4 . مسؤولة عن تكون الترب

تتعلق شدة تأثير عمليات التجوية أو معدل التجوية (Rate of Weathering) بعوامل كثيرة لعل أهمها :

1 – الظروف المناخية: فللنمط المناخي السائد تأثيرحاسم على طبيعة ومعدل التجوية.فالتجوية وخاصة الكيمائية تتطور بشكل أسرع في الأجزاء الرطبة الدافئة التي يكثر فيها المطر. أما في المناطق التي يسود فيها المناخ الحار والجاف فتسيطر التجوية الفيزيائية ويكون تأثيرها بطيئا.

2. عوامل التجوية بحد ذاتها (الفيزيائية والكيميائية والعضوية)

3 – تركيب الصخور وملاطها ودرجة تجانسها . فيكون تأثير التجوية كبيرا في الصخور المؤلفة من حبات مختلفة وكبيرة .وفي الصخور الرملية ذات الملاط الغضاري يكون تأثير التجوية أكثر فعالية وتأثيرا منه في الصخور التي ملاطها سيليسي ،كما أن الفلزات القاتمة تتفتت وتتحطم بسرعة أكبر من الفلزات القاتمة . 4

4. البنية الجيولوجية للمنطقة ، حيث يتعلق عمق تأثير عوامل التجوية في التشكيلات الصخرية بشكل أساسي بدرجة تشقق صخور المنطقة وعمق هذه الشقوق وعرضها . ويكون التأثير أعمق ، وعلى أشده خصوصا عندما تكون المنطقة مخلعة تكتونيا (فوالق وشقوق تكتو نية)

5. التضاريس : يكون تأثير التجوية سريعا في المناطق التي يكون انحدارها شديدا إذ تزال نواتج التجوية بسرعة ويتعرض السطح الجديد للصخر للتجوية بصفة مستمرة ،كما أنه مع زيادة الارتفاع يزداد معدل سقوط المطر وتنخفض درجة الحرارة وهذا يؤثر بدوره على معدل التجوية .

6.الزمن

وحسب طبيعة العوامل المؤثرة يمكن أن نميز نوعين رئيسيين من أنواع التجوية هما :

1 - تجوية فيزيائية Physical Weathering ، 2 – تجوية كيميائية Chemical Weathering

وترتبط سيطرة كل منها بالنسبة للآخر بشكل رئيسي بالشروط المناخية المسيطرة والتضاريس و التكتونية وتركيب الصخور وغيرها .

أ –**التجوية الفيزيائية** تعرف التجوية الفيزيائية بأنها مجمل العمليات الفيزيائية التي تعمل على تحطيم الصخور وتفتيتها ميكانيكا دون أي تغيير في التركيب الفلزي والكيميائي لهذه الصخور، وهي تنشط في المناطق التي تتصف بتضاريس جبلية نائئة وبمناخ صحراوي وشبه صحراوي بشكل عام ، و هي تعتبر من العمليات السريعة التي يمكن أن تلاحظ نتائجها خلال فترات قصيرة من الزمن .ومن أهم عواملها :

1- تقلبات درجة الحرارة الناتجة عن تغيرات الفعالية الشمسية

2- تجمد المياه في مسامات وشقوق الصخور، وتبلور الأملاح في هذه الشقوق

3. نشاط المتعضيات . وغير ذلك من العوامل .

وحسب العامل المسيطر في التجوية الفيزيائية يميز بين نوعين أساسيين لهذه التجوية :

1 –التجوية الحرارية Thermal Weathering وهي تحدث نتيجة تقلبات درجات الحرارة اليومية والفصلية والتي تسبب باستمرار تسخين الصخور وتبريدها ، وبالتالي تمدد هذه الصخور وزيادة حجمها أو تقلصها ونقصان حجمها . هذا ونظرا لتكرار هذه العملية ، ولأن الأجزاء العلوية من الصخور هي الأكثر تلق للحرارة ، وأن اختراق هذه الحرارة باتجاه الأعماق يتم ببطء فإن الأجزاء السطحية تتمدد بنسبة أكبر من الأجزاء الداخلية وهذا يؤدي إلى ظهور شقوق تمتد بشكل مواز لسطح الصخور، مما ينجم عنه تقشر الأجزاء السطحية على شكل حراشف بمحاذاة التشققات السطحية المتشكلة وتدعى هذه العملية بالتقشر Exfoliation. وكذلك تتقطع الصخور إلى قطع مختلفة الحجوم تأخذ بدورها أشكالا مختلفة منها الأشكال الوسائدية والكروية التي تميز الصخور البازلتية إن تشكيلة التشققات الجديدة التي تحدث للسطوح الصخرية تكون في أغلب الأحيان غير مرئية لكنها تضعف مقاومة الصخور.

تتعلق شدة تأثير التجوية الحرارية بخصائص صخور المنطقة (تركيبها الفلزي ونسيجها ودرجة تجانسها) وكذلك بالظروف المناخية والتضاريسية لهذه المنطقة .

2 –التجوية الميكانيكية Mechanical Weathering

وهي عملية تحطم الصخور وتفتيتها تحت تأثير عوامل ميكانيكية مثل التشققات الناجمة عن تجمد المياه أو نمو البلورات الملحية ضمن مسامات وشقوق الصخور، وكذلك تفتت الصخور بفعل العوامل العضوية .

ب – التجوية الكيمائية Chemical Weathering

التجوية الكيميائية هي عملية فساد الصخور ومكوناتها الفلزية ، وتغير تركيبها الكيميائي تحت تأثير عوامل مختلفة من أهمها : مياه الأمطار ،المياه الجارية السطحية ، الغازات الجوية ، الحموض العضوية وغيرها . وتعد التجوية الكيميائية أكثر تأثرا وفعالية في الصخور من التجوية الفيزيائية ويعد الماء العامل الأساس فيها .

تتعلق شدة التجوية الكيميائية بمجموعة من العوامل من أهمها :

1. شكل التضاريس .
2. التركيب الكيميائي للصخور الأم المعرضة للتجوية وبنية هذه الصخور.
3. الظروف المناخية السائدة في منطقة التجوية .
4. الزمن .

عمليات التجوية الكيميائية

تصنف عمليات التجوية الكيميائية بالعمليات الخمس التالية والتي تكون مترافقة مع بعضها البعض في الظروف الطبيعية وهي :

أ. الأكسدة: Oxidation

تحدث الأكسدة عندما يتحد الأوكسجين (بمساعدة الهواء الرطب) بالفلزات مكونا أكاسيد ، وتعتبر الصخور والفلزات الحاوية على مركبات الحديد هي الأكثر عرضة بوجه خاص لهذا النوع من التجوية . هذا وتظهر عمليات الأكسدة على السطح وفي مناطق القشرة الأرضية التي تتسرب إليها مياه الأمطار حتى حدود معينة ثم تتلاشى بعدها ،وبشكل عام تعتبر حدود الأكسدة هي منطقة توضع منسوب المياه الجوفية .

إن أكثر الفلزات تأثرا بعمليات الأكسدة هي الكباريت ،وكمثال على تأكسد الكباريت نأخذ البيريت الذي يتحول بوجود الأوكسجين الحر والماء إلى الليمونيت ويتشكل حمض الكبريت وفق التفاعل التالي :

$$4FeS_2 + 10\,H_2O + 15\,O_2 \longrightarrow 2\,Fe_2O_3H_2O + 8H_2SO_4$$

البيريت — الليمونيت

ويحتل بذلك فلز الليموتبت مكان البيريت في الصخور،أما حمض الكبريت فينتقل بالسوائل الحالة إلى أمكنة أخرى حيث يؤثر بشدة في الصخور ويعجل بعوامل التحلل . تشكل الكباريت نتيجة أكسدتها تجمعات للأكاسيد والأكاسيد المائية الحديدية تسمى بالقبعة الحديدية ، حيث تتلون أجزائها السفلية باللون البني الصدئي وتتراوح سماكتها بين 1-2 م وحتى بضعة عشرات الأمتار .

ب . الإماهة : Hydration

وهي خاصية اتحاد المادة بالماء (امتصاص الفلزات للمياه) حيث تنتج مركبات جديدة ومثال ذلك تحول الانهيدريت إلى جص حسب التفاعل التالي :

$$CasO_4 + 2H_2O \longrightarrow CasO_4.2H_2O$$

وكذلك إماهة فلز الهمياتيت وتحوله إلى مركب أكثر ثباتا هو الليمونيت :

$$Fe_2O_3 + nH_2O \longrightarrow Fe_2O_3\,{}_nH_2O$$

وتترافق عملية الإماهة عادة بزيادة حجم الفلز الذي ارتبطت بلوراته بجزئيات الماء . ففلز الجص يزداد حجمه بمقدار 33% مقارنة مع فلز الأنهيدريت ،وهذا يؤدي إلى نشوء قوى جهد داخلية في الصخر مما يؤدي إلى زيادة التشققات الصخرية .كذلك فإن

عملية الإماهة تترافق مع الأكسدة وتؤدي إلى إعادة بناء شبكة الفلز البلورية ، والمياه المتشرية لا تتحرر من الفلزات إلا بتخريبكامل للبنية البلورية وبدرجات عالية من الحرارة قد تصل إلى 400 درجة مئوية .

جـ الانحلال : Dissolution

وهو انتقال الفلزات إلى حالة المحلول الشاردي أو الغرواني وذلك نتيجة للفعل المشترك للماء وغاز ثاني أوكسيد الكربون على الصخور . وتتعلق عملية انحلال الصخور بالدرجة الأولى بالتركيب الكيميائي للصخور و بالنشاط الكيميائي للمياه وأيضا بالشروط المناخية السائدة .إن أكثر الصخور تأثرا بالانحلال هي الصخور الرسوبية ثم يأتي بعدها الصخور المتحولة وأخيرا الصخور المغماتية . أما بالنسبة للفلزات فتأتي بالدرجة الأولى وحسب قابليتها للانحلال الكلوريدات ثم السولفات فالكربونات . إلا أن سرعة انحلال الكربونات تزداد بانخفاض حرارة المياه عكس الكلوريدات والسولفات . وتجري عملية انحلال الكالسيت على سبيل المثال على النحو التالي :

$$CaCO_3 \text{ ((كالسيت))} + H_2O + CO_2 \longrightarrow 2HCO_3 + Ca^{++}$$

إن المصدر الأساسي لغاز ثاني أوكسيد الكربون في الماء هو الغلاف الجوي وأكسدة المادة العضوية بالقرب من سطح الأرض ، وكلما كانت كميته أكبر كلما زادت قدرة المياه على حل الكالسيت .

د . الحلمهة : Hydrolysis

تتمثل عمليات الحلمهة بانحلال وتفكك الشبكات البلورية للفلزات المكونة للصخور وتشكيل فلزات ذات شبكات بلورية جديدة ، كما وتؤدي إلى نقل عناصر أخرى من هذه الصخور بشكل محاليل . وفي الطبيعة تعتبر الفلزات السيليكاتية أكثر الفلزات تأثرا بالحلمهة ،اذ نجد أن الأوليفين والبيروكسين والصفاح والميكا تتحلمه الى فلزات غضارية أكثر استقرارا في الظروف الفيزيائية والكيميائية السائدة على سطح الأرض .

فالصغاح البوتاسي وفي ظل ظروف مناخ معتدل يتفكك تحت تأثير المياه المزودة بغاز ثاني أوكسيد الكربون وفق التفاعل التالي :

$$K[AlSi_3O_8] + mCO_2 + nH_2O \longrightarrow$$

الصفاح البوتاسي

$$Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}] + SiO_2nH_2O + K_2CO_3$$

الكاولينيت الأوبال

أي أنه يتشكل نتيجة التجوية الكيميائية بالحلمهة للصفاح البوتاسي فلزات الأوبال والكاولينيت التي تبقى في مكان تشكلها لتشكل غطاء يمنع ويعيق عمليات التجوية اللاحقة ويدعى بقشرة التجوية ، أما المركب الثالث المتشكل وهو كربونات البوتاسيوم فينتقل بعيدا بواسطة المياه بسبب قابليته العالية للانحلال .

أما في المناطق التي يسود فيها المناخ الحار والرطب فإن عملية تجوية السيليكات بالحلمهة تكون أكثر عمقا حيث يتفكك الكاولينيت بدوره إلى أوكسيد الألمنيوم (البوكسيت) و أوكسيد السيليسوم المائي (الأوبال) وفق التفاعل التالي :

$$Al_2O_3.2SIO_2.2H_2O + nH_2O \longrightarrow$$

الكاولينيت

$$Al_2O_3mH_2O + sio_2nH2O$$

البوكسيت الأوبال

هـ . التفاعلات العضوية: Organic Reactions

تلعب المتعضيات والنباتات دورا مهما في عمليات التجوية الكيميائية حيث تتشكل الكثير من نواتج التجوية بفعل هذه المتعضيات والنباتات . فقد وجد بأن النباتات التي تلعب دورا ميكانيكيا في عمليات التجوية (التجوية الميكانيكية) يمكن لجذورها أن تفرز حموضا تؤدي إلى حل الصخور . أما البكتريات الموجودة في المياه فتقوم بحل البقايا النباتية والحيوانية وينطلق نتيجة لذلك غاز ثاني أوكسيد الكربون وتتشكل بعض الحموض العضوية بالإضافة إلى النشادر وحمض الآزوت ،وهذا كله يساعد على زيادة قدرة المياه الموجودة في التربة على الإذابة ، حيث يتكون في النتيجة مركب عضوي معقد ذو لون بني يشبه الهلام يعرف بالدبال . ويمكن هذا المركب المياه التي تحويه من حل وإذابة مواد معينة لا تستطيع المياه أن تحلها في الأحوال العادية كالليمونيت مثلا .

3 . قشرة التجوية وصفاتها العامة

تتشكل بفعل عمليات التجوية مجموعتان من المواد : **مواد منحلة** تنتقل من مكانها بفعل الرياح والمياه إلى مسافة محددة أو تتدحرج على المنحدرات بفعل قوى الثقالة ، **ومواد ثابتة** في مكانها تسمى بالتوضعات الايلوفية وهي من أهم الأنماط المنشئية القارية .

تشكل مجموع توضعات التجوية المختلفة بتركيبها والناتجة عن إعادة تشكل الصخور المغماتية والمتحولة والرسوبية في الظروف القارية والتي تبقى كليا أو جزئيا مكانها باسم قشرة التجوية .

تتصف قشرة التجوية بالخصائص التالية :

1 . ترتبط منشئيا مع الصخور الأم .

2 . يزداد الفرق بين تركيبها وتركيب الصخور الأم من الأسفل نحو الأعلى.

3 – تنقسم قشرة التجوية إلى مناطق مختلفة فيما بينها بهذه الدرجة أو تلك حسب

عمليات التجوية المسيطرة .

4 . التركيب الفلزي لقشرة التجوية متنوع ولكن الصفة العامة لها هي كثيرةالفلزات الغضارية .

مراحل تطور قشرة التجوية و نطاقاتها

تتشكل قشرة التجوية بسماكات كبيرة في المناطق ذات المناخ الحار والرطب والغنية بالمواد العضوية وتميز أربع مراحل أساسية لتطور قشرة التجوية :

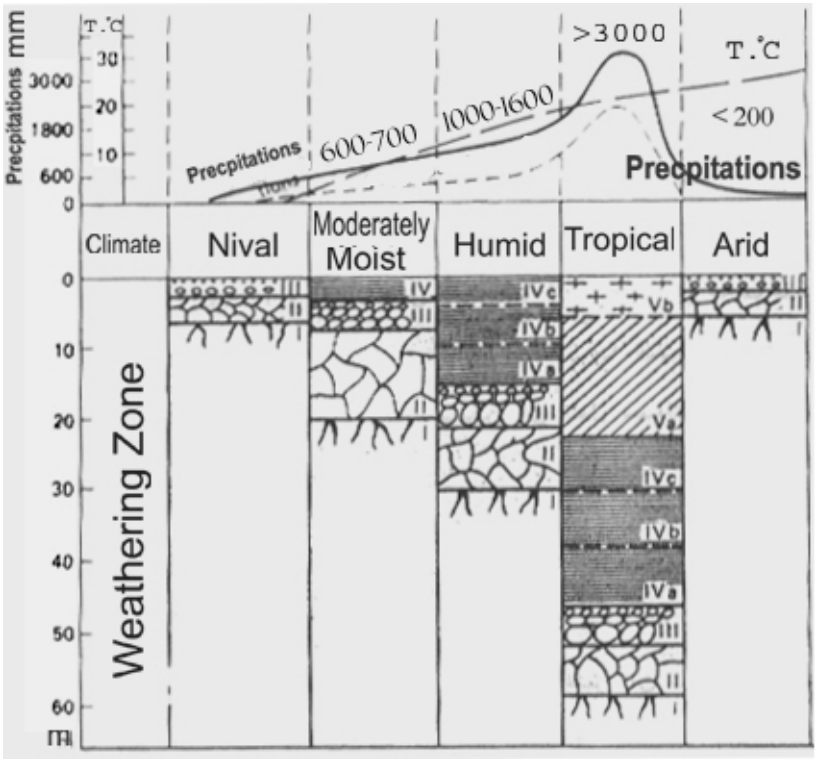
1 . المرحلة الأولى هي سيطرة التجوية الفيزيائية وتراكم نواتج التحطم الميكانيكي .

2 . المرحلة الثانية تسود فيها التجوية الكيميائية حيث تتم حلمهة وإماهة المركبات الكيميائية السهلة الانحلال ، كما تتم فيها أكسدة الفلزات الكبريتية .

3 . المرحلة الثالثة تشكل الغضاريات المتبقية كالكاولينيت ويتم في هذه المرحلة نقل الكالسيوم والبوتاسيوم والمغنزيوم من الصخور الأم .

4 . في المرحلة الرابعة والأخيرة يتشكل اللاتيريت

وبمقدار تطور قشرة التجوية بالعمق يلاحظ نطاقات انتقالية من المناطق الحديثة التجوية للصخور الأم إلى مواد منحلة بشكل كامل وأكثر هذه النطاقات انتشارا هي النطاقات التالية : شكل (1 – 8)



شكل (1 – 8) نطاقات قشرة التجويه

1 . نطاق كتلي متلاحم (I) يوافق حالة الصخور الأم التي لا يلاحظ فيها أية آثار للتحطم بالعين المجردة (فالشقوق تكون مجهريه) ولكن هذه الصخور تعرضت لخلخلة أو ضعضعة بين فلزاتها .

2 . نطاق كتلي غير متلاحم (I I) ويتصف بوجود شقوق التجوية التي تؤدي إلى تجزئة الصخور إلى كتل منفصلة . ويتوافق التركيب الكيميائي والفلزي لهذا النطاق مع تركيب الصخور الأم .

3 . نطاق جيبي (I I I) يتألف من شظايا صغيرة المقاييس أو حبات فلزية منفصلة .

4 . نطاق غضاري (I V) ويسمى نطاق التفتت الناعم ويتمايز هذا النطاق بشدة درجة الفساد ، حيث تتفتت الفلزات الأولية إلى حبات ناعمة تدخل كشوائب مع الفلزات اللاحقة التشكل مثل الكاولينيت والأكاسيد المائية للألمنيوم والحديد والسيليسيوم ، وتكون مسامية الصخور في هذه المنطقة ضعيفة جدا .

أنماط قشرة التجوية وعلاقتها بالمناخ السائد

كما ذكرنا أعلاه تختلف شدة عمليات التجوية حسب الظروف المناخية السائدة . ففي المناطق ذات المناخ القطبي والبارد (**Nival**) تسيطر عمليات التجوية بالتجلد وتتشكل النطاقات الثلاثة الأولى شكل (1 - 8).

وفي المناطق ذات المناخ المعتدل الحرارة والرطوبة (**Moderately moist**) يتشكل النطاق الرابع (I V) المؤلف من مواد غضارية غالبا ميكاوية صفائحية . أما في مناطق المناخ الحار المعتدل الرطوبة (**Humid climate**) فيلاحظ زيادة سماكة النطاق الرابع المؤلف من المواد الغضارية ليبلغ 15 . 25 م ، وهو بدوره يقسم إلى ثلاثة نطاقات أخرى من الدرجة الثانية تتوافق والتركيب الكيميائي للصخور الأم ، ففي قشرة التجوية للصخور النارية الأساسية وفوق الأساسية نميز ضمن النطاق الرابع الغضاري ثلاث مناطق متنوعة بالفلزات الغضارية

أما في ظروف المناخ الحار والرطب (المناخ الاستوائي وشبه الاستوائي) **Tropical climate** فتبلغ سماكة قشرة التجوية 40 . 60متر الشكل (1-8) وتتشكل في أعلى قشرة التجوية – نتيجة حلمهة السيليكات الألمونية- تجمعات من أكاسيد

الحديد والألمنيوم المائية واللا مائية وبقايا سيليسية (النطاق V) . وتتشكل قبعة صخرية من الآجر الأحمر ، لذلك فإن هذا النطاق يسمى باللاتيريت ، وتصل سماكة هذا النطاق إلى 15 ـ 20 م وحسب التركيب الفلزي والخواص الفيزيا ميكانيكية لهذا النطاق فإنه يقسم إلى تحت نطاقين :

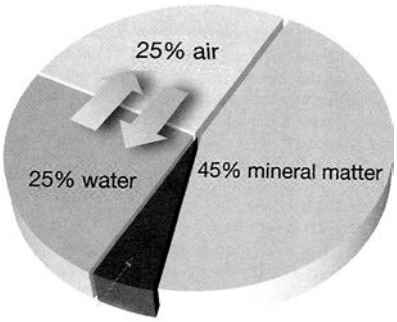
1 ـ v a – تحت نطاق من الغضاريات الحمراء

2 ـ v b – تحت نطاق مؤلف من مجموعة صخرية مؤلفة من مواد خشنة وناعمة تشبه الشيل .

وأخيرا تتشكل في المناطق التي يسود فيها المناخ الصحراوي الجاف (Arid climate) قشرة التجوية الفيزيائية ومواد هذه القشرة مشابهة لمواد قشرة المناخ القطبي ، بينما سماكتها أقل منها بقليل .

2 – أهمية التجوية في تشكيل الترب :

تعرف التربة بأنها الجزء العلوي من قشرة التجوية الغني بالحياة العضوية والذي يملك أهمية اقتصادية كبيرة تأتي في المرتبة الثانية بعد المياه الجوفية وهي تعكس التاريخ المناخي والجيومورفولوجي للمنطقة ، ويختص بدراسة التربة بالتفصيل علم مستقل يسمى بعلم التربة . وترتبط عمليات تشكل التربة ارتباطا وثيقا بعمليات التجوية ، فالتجوية لا تستطيع أن تكون التربة من الصخور بل تهيئ تلك الصخور لنشوء التربة وتطورها .تتألف التربة من أربع مكونات أساسية (المادة الفلزية ، الماء ، الهواء ، المادة العضوية) ، ويوضح الشكل (1 – 9) التركيب (بالحجم) للتربة في الظروف الجيدة لنمو النباتات حيث تكون نسب مكوناتها على النحو التالي : 45 % مادة فلزية ، 25 % ماء ، 25 % هواء ، 5 % مادة عضوية .



شكل (1- 9) التركيب (الحجمي) لتربة صالحة لنمو النباتنات
على الرغم من تفاوت النسب فإن كل تربة تتألف من مكونات أربعة
هي الفلزات والمواد العضوية والماء والهواء

أ . عوامل تشكل الترب: Soil-Forming Factors

لتشكل الترب لابد من توفر عدة عوامل تعمل متضافرة مع بعضها البعض وهي:

1 . تركيب الصخور الأم الذي تتشكل عليه قشرة التجوية **Parent material**

2 . المناخ **Climate**

ويلعب دورا أساسيا في تشكل الترب فهو يؤثر بشكل مباشر وذلك من خلال تأثره على الحياة النباتية . ففي ظروف المناخ الرطب تغسل مياه الأمطار الكالسيت والفلزات الأخرى القابلة للانحلال وتترك التربة حامضية ، بينما تكون التربة في مناطق المناخ الجاف قلوية .

3 – المتعضيات والنباتات **Plants and Animals**

وتعتبر من أهم العوامل المؤثرة على نشوء التربة ، فالبقايا العضوية الحيوانية والنباتية تخضع لعمليات بيوكيميائية معقدة تبدأ بالتفسخ والتحلل بتأثير الماء والهواء والكبريت وتنتهي بتشكيل مادة عضوية معقدة التركيب تدعى بالدبال وهي من أهم عناصر التربة والمؤشر الأساسي لخصوبتها .

4 . التضاريس **Topography**

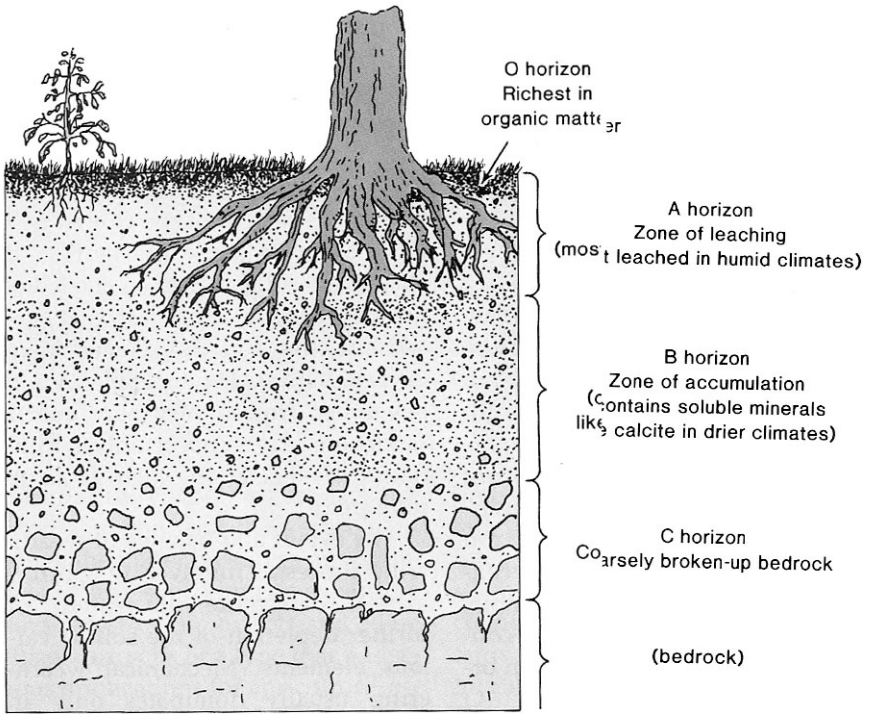
5. الزمن **Time**

ب . قطاع التربة The soil profile

تتألف التربة من عدة نطافات (مستويات) تختلف فيما بينها بصفات عديدة من أهمها البنية واللون ونوع العمليات التي تجري فيها وهي تشكل ما يسمى بقطاع التربة الذي يتألف من : شكل (1 – 11)

1 . النطاق الأول (العلوي) ويسمى بنطاق الغسل **Zone of leaching**

يتألف هذا النطاق من قسمين :



شكل (1 – 11) بروفيل لقطاع تربة يظهر مختلف النطاقات

علوي يتألف من النبات الطري الطازج و المواد العضوية المفتتة والدبال ويبلغ سمكه عدة سنتمترات كحد أقصى ، وقسم **سفلي** يتميز بلونه البني من الرمل والغرين والطين . إن المواد الطينية الحاوية على مركبات الألمنيوم والحديد قد غسلت من هذه المنطقة ونفذت إلى الطبقة التي تحتها ويسمى هذا النطاق بنطاق الغسل .

2 . النطاق الثاني ويسمى بنطاق الترسيب **Zone of Accumulation**

وهو يتألف من مواد عضوية ناعمة مع رمل وغرين وطين و يتميز بخاصيته الطينية الغنية بالمعادن حيث تتراكم فيها تخثرات حديدية وكاسية ، كما تحتوي على ماءات الألمنيوم .

3 . النطاق الثالث ويمثل الطبقة السفلى الخشنة من التربة **Coarsely broken-up bed rock**

وهو يحوي مواد مفككة جزئيا مع فتات صخري يحوي الفلزات الأصلية المكونة للصخر الأم ،كما يتضمن هذا النطاق مواد ناتجة عن تفسخ الفلزات الأصلية ويتدرج هذا النطاق باتجاه الأسفل نحو مواد صخرية غير متأثرة بعمليات التجوية (مستوى الصخر

الأم) هذا وتتراوح الثخانة الإجمالية لقطاع التربة بحدود 1 . 2 م .وعندما لا تتمثل هذه النطاقات كاملة في قطاع التربة تدعى التربة عندئذ تربة غير ناضجة .

2 –الرياح

يتلقى سطح الأرض أشعة الشمس بشكل متباين من مكان لآخر، وبالتالي فإن الجزء الأكثر تلق للإشعاع الشمسي يكون أكثر حرارة. وتؤدي الفروق في درجات الحرارة إلى تباينات في كثافة الهواء ومن ثم في قيمة الضغط الجوي . عموما يتصف الضغط الجوي على سطح الأرض بقيمة أعظمية بالقرب من القطب (ضغط جوي مرتفع) وذلك نتيجة التبرد الشديد للهواء مما يؤدي إلى انضغاطه ، وبقيمة منخفضة في الأقاليم شبه القطبية (ضغط منخفض) وتزداد قيمته من جديد قرب خطي العرض 35 شمالا وجنوبا لتنخفض من جديد بالقرب من خط الاستواء.

ويتشكل الضغط المنخفض نتيجة التسخين الشديد للهواء مما يؤدي إلى تمدده وانخفاض كثافته ومن ثم تحركه نحو الأعلى ليحل محله الهواء الأبرد والأثقل والذي يتسخن بدوره وهكذا يتولد عنه باستمرار انخفاض في كثافة الهواء في الأسفل وتشكل ضغوط منخفضة وتحت تأثير فروق الضغط الجوي يندفع الهواء من الأماكن الأكثر ضغطا إلى الأماكن الأقل ضغطا مشكلا الرياح (وهو الاسم الذي يطلق على الحركة الأفقية للهواء)، وكلما ازداد فارق التسخين وتباينت كثافة الهواء و ضغطه اندفعت الرياح بسرعة وخير مثال على ذلك تحرك الهواء من اليابسة الباردة والأكثر ضغطا في الليل إلى البحر الأكثر دفئا والأقل ضغطا وتحركه في النهار باتجاه معاكس أي من البحر الأبرد نحو اليابسة الأدفئ .. وهناك تأثيرات إضافية على حركة الكتل الهوائية وتشكل الرياح سببها توزع القارات والمحيطات ، وكذلك مقاس اليابسة و شكلها ، وأيضا التضاريس والتيارات المحيطية الدافئة والباردة ، والتغيرات المناخية الفصلية. هذا ونتيجة الحركة الدائمة للكتل الهوائية الجوية يتحقق الدفء والتبادل المائي بين القارات والمحيطات ، وبين المناطق الاستوائية والقطبية وتنشأ التيارات البحرية والأمواج .

. ويكون الفعل الجيولوجي للرياح كبيرا بشكل خاص في المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية لتوفر عدة شروط لعل أهمها :

1 . التفاوت الكبير بين درجات الحرارة في الليل والنهار .

2 . زيادة نسبة التبخر على نسبة هطول الأمطار .

3 . غياب الغطاء النباتي أو ندرته

وهذا كله يساعد كثيرا على التجوية الفيزيائية ، كما ينشط الفعل الجيولوجي للرياح في المناطق الجبلية الجرداء التي يكون فيها الغطاء النباتي معدوما أو قليل النمو وأيضا عند ضفاف البحار والبحيرات .

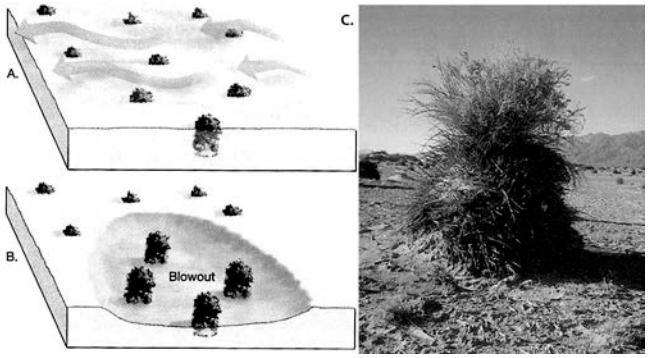
وتسمى كل الظواهر الجيولوجية المرتبطة بفعل الرياح باسم العمليات الريحية وأهمها:

التذرية الريحية : Deflation

تعرف التذرية الريحية بأنها انتقال وإزالة حبيبات الغضار والغرين والرمال من سطح الأرض بواسطة الرياح . ففي المناطق التي يسود فيها المناخ الجاف أو شبه الجاف ، وحيث يكون الغطاء النباتي قليل الكثافة تتعرض الصخور السائبة (الضعيفة

التماسك) وحبيبات التربة إلى تأثير الرياح التي تعمل على رفع الحبيبات الصخرية ونقلها ومن ثم تعريض سطح الأرض لأعمال التجوية والحت المختلفة . فعندما تخترق الرياح الشقوق والفجوات الصخرية وتنقل نواتج التجوية الصخرية فإن ذلك يؤدي إلى اتساع الشقوق بالتدريج وتكوين ما يسمى بكهوف الرياح في المناطق الصحراوية . وتشتد فعالية التذرية الريحية مع زيادة سرعة الرياح . وتعتبر الزوابع (أو ما يسمى بالدوارات الهوائية) من أكثر أنواع الرياح قوة إذ تبلغ سرعتها الحقيقية 10 . 20 م / ثا وهذه الدوارات الهوائية يمكنها أن تقتلع الحصى و تنقلها لمسافات بعيدة , إضافة للأتربة والرمال والغبار وغيرها .

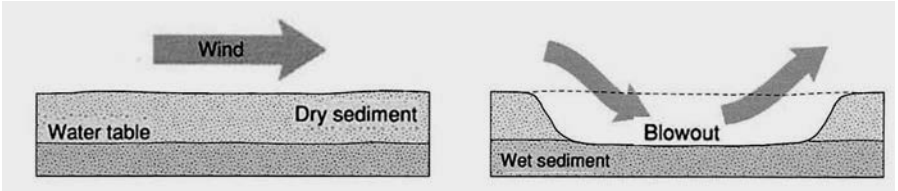
هذا ونتيجة لعملية التذرية تتشكل تجاويف ومنخفضات في السبخات والصخور الرملية ذات الملاط الكلسي ، وخصوصا في المناطق شبه الجافة (Semic-arid) حيث تتسرب المياه أثناء فترة الرطوبة عبر الشقوق وتحل ملاط الصخور الرملية الكلسي وتصبح نتيجة لذلك ذرات الرمل غير متماسكة ، وعندما تهب الرياح في فترة الجفاف تقوم بنقل المواد المفتتة من أماكنها ، وكثيراً ما تتكون منخفضات ضحلة نتيجة التذرية تسمى ببقع النفخ (Blowout) . ويمكن أن تكون مقاييس هذه التجاويف والأخاديد كبيرة شكل (2 -2)



شكل (2 – 2) تشكل بقع النفخ A **المنطقة قبل تشكل البقع** ، B **بعد التذرية**

وحسب المنطقة التي تشملها التذرية نميز بين:

• تذرية سطحية وهي تشمل مساحة واسعة من سطح الأرض ، فإذا كانت الرسوبات على سطح الأرض مؤلفة فقط من حبيبات ناعمة ، فإن أعمال التذرية الريحية لهذه الحبيبات تستطيع أن تشكل منخفضات في سطح الأرض تسمى بالمنخفضات الريحية أو بقع النفخ (Blowout) وتتوقف عندما تبلغ منسوب المياه الجوفية شكل (2 - 3)



شكل (2-3) تشكل المنخفضات الريحية بفعل التذرية الريحية وتوقفها عند بلوغها منسوب التربة الرطبة

• تذرية خطية تتم في مناطق ضعيفة يسود فيها اتجاه واحد للرياح (الوديان) ويربط كثير من العلماء تشكل الوديان في المناطق الصحراوية بهذا النوع من التذرية.

وتختلف الأودية التي تتشكل بفعل التذرية الريحيةعن الأوديةذات المنشأ النهري بما يلي :

1 . الأودية الريحية غير منتظمة الميل بينما تتميز الأودية النهرية بانتظام ميلها .

2 -يختلف عرض الأودية الريحية من مكان لآخر على طول الوادي وذلك تبعا لقساوة الصخور ، أما الأودية النهرية فتتصف بعرض واحد تقريبا .

3 -الأودية الريحية قاعها مليء بالكتل الصخرية على عكس الأودية النهرية التي قاعها خال تقريبا من هذه الكتل.

الحت الريحي (السحج) Abrasion

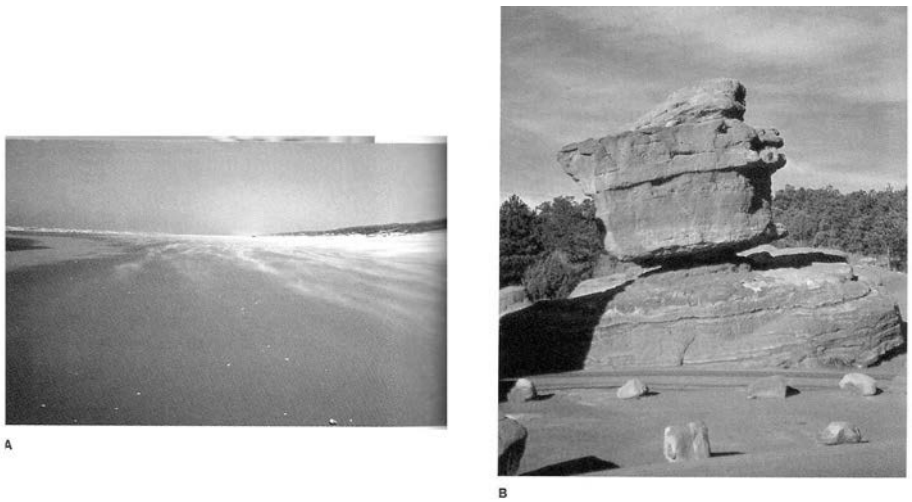
يحدث الفعل الحتي للرياح (السحج) بواسطة المواد التي تحملها الرياح وخصوصا حبيبات الرمل . ويعمل الحت الريحي كعامل محطم للصخور المتماسكة وهو يترافق عادة مع التذرية الريحية و تتوقف شدة العمل الحتي للرياح على مجموعة من العوامل من أهمها :

1 . ظروف توضع الرياح وخواصها الفيزيائية والميكانيكية

2 - سرعة الرياح وما تحمله من مواد مفتتة

3 . تضاريس المنطقة .

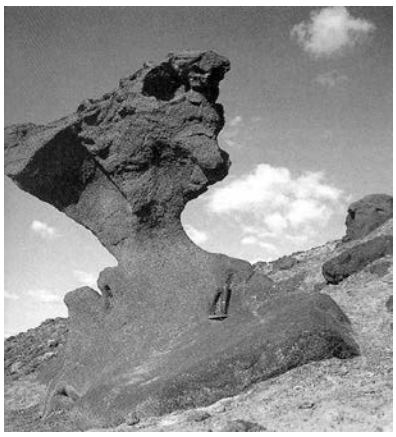
فالحت الريحي يتجلى بشكل أكبر في المناطق الجبلية و الصحراوية . وتكون عملية الحت الريحي أعظمية على ارتفاع 2 . 3 م فوق سطح الأرض وذلك لأن كثافة الحبيبات الصخرية والرمال التي تنقلها الرياح تكون كبيرة عند مثل هذا الارتفاع ، وهي كما رأينا من العناصر الأساسية في عملية الحت الريحي وهذا ما يظهر جليا في الجبال الجرداء والصحاري.فالرمال المحمولة بواسطة الرياح تقوم بصقل السطوح الخارجية للصخور ، كما أنها تعمل على إحداث خدوش وفجوات وأخاديد وتوسع الشقوق الضيقة أو غير المرئية في الصخور التي تعترضها وعلى اقتطاع هذه الصخور شكل (2 -4).



شكل (2 – 4) A- الرمال التي تعصف بها الرياح نادراً ماترتفع عاليا فوق سطح الأرض كما هو واضح على الشاطئ البحري في ولاية اوريجون

B – تشكل الشقوق والاقتطاعات بالقرب من السطح بفعل الحت الريحي

وحسب ظروف توضع الصخور وخواصها الفيزيائية والميكانيكية تتشكل مختلف أشكال الحت الريحي،فعندما يكون توضع الطبقات الصخرية المختلفة القساوة أفقيا (حالة الصخور الرسوبية) تتشكل الموائد والأعمدة الصخرية . فالصخور القاسية الأكثر مقاومة للحت تبقى بارزة بالمقارنة مع الصخور الضعيفة القساوة التي تتآكل بسرعة أكبر شكل (2 – 5).



شكل (2 – 5) الموائد والأعمدة المتشكلة بفعل الرياح

2 – 2 – 3 . النقل الريحي : **Trasportaion of sediment by wind** تنقل الرياح المواد الحطامية المفككة والتي تشتق في الغالب من الأماكن التي يوجد فيها فتات صخري مفكك سبق تجويته بالإضافة لذلك يمكن أن تنتج عن الانفجاريات كميات كبيرة من الرماد الخفيف أو الغبار الذي تنقله الرياح أيضا . وتقوم الرياح بنقل المواد الحطامية وبما يتوافق وسرعة هذه الرياح وقوتها . فالرياح المعتدلة التي تبلغ سرعتها 6 م / ثا تنقل الرمال التي أقطارها تبلغ 0.25 مم ، أما الرياح الشديدة التي تبلغ سرعتها 20 م / ثا فتستطيع أن تحمل رمالا وموادا يصل قطرها إلى 5 مم ،في حين تستطيع الرياح التي تزيد سرعتها عن 30 م / ثا (الزوابع) أن ترفع أحجارا تصل أقطارها إلى 3 . 4 سم وأحيانا تصل إلى 8 سم . ويمكن للرياح أن تنقل كميات كبيرة من هذه المواد لمسافات طويلة ، وجزء من هذه المواد يتدحرج أو ينزلق على سطح الأرض (النقل بالدحرجة) وتتحرك بعض حبيبات الرمال بالقفز أو عن طريق وثبات قصيرة متتالية وإذا كانت سرعة الرياح كبيرة بدرجة كافية فإن نقل الحبيبات يتم على شكل معلق (محمول) ومعظم الحمولة المعلقة تكون على ارتفاع 2 . 3 م فوق سطح الأرض (عندما تكون مقاسات الحبيبات 3 . 4 سم . أما الجزيئات الرملية الكبيرة فترتفع حتى 8 . 10 م ، والرمال الأصغر ترتفع إلى عشرات الأمتار ، أما الذرات الناعمة فترتفع حوالي 1000 م وأكثر . ومثل هذه المواد التي تحملها التيارات الريحية في مستوياتها العلوية قد تنتقل لمسافات تبلغ آلاف الكيلو مترات . فغبار إفريقيا على سبيل المثال ينقل بواسطة رياح السموم (الزوابع الصحراوية) إلى مسافات تبلغ 2500 كم و يتوضع فوق المحيط الأطلسي وأحيانا يبلغ سهول روسيا وألمانيا و بولونيا والدانمارك حيث يتساقط هناك عادة مع الأمطار والثلوج.وعندما تكون سرعة الرياح كبيرة تسمع أصوات تشبه الصفير وهي ناتجة عن احتكاك حبات الرمل مع بعضها، وبالتالي تصقل هذه الرمال حيث تسوى الزوايا الحادة وتصبح الحصى ملساء.

2 – 2 – 4 . الترسيب الريحي :Eolian deposits

تبدأ الرياح في ترسيب حمولتها بمجرد انخفاض سرعتها أو عند سقوط المطر أو ندف الثلج . ويحدث انخفاض سرعة الرياح عندما تضمحل هذه الرياح أو عندما تصطدم بأجسام (أشجار أو أعمدة) في طريقها . ويميز ضمن التوضعات الريحية توصفات رملية وتوصفات ترابية وغضارية دقيقة (اللوس) .

أ . التوضعات الرملية الريحية المنشأ : تتصف هذه التوضعات بالصفات التالية :

1 . ألوانها قاتمة غالبا ما تكون صفراء أو رمادية ونادرا ما تكون حمراء.

2. تتوضع بشكل طبقات مائلة يدل انحدارها على اتجاه الريح .

4 . تتألف بشكل رئيسي من الفلزات الثابتة (كالكوارتز) أما المواد غير الثابتة كالميكا و الكلوريت فتغيب تقريبا فيها .

5 . النسبة العظمى (منها حوالي 80 . 99 %) تتجاوز أقطارها 0,52 مم ، وهذا يدل على فرزها الجيد بالمقارنة مع الرمال الشاطئية .

وتختلف مقاييس وأشكال هذه التوضعات ونميز ضمنها البنيات التالية :

1 – البنيات التموجية : Ripple-Marks

2 – الأكداس الرملية :

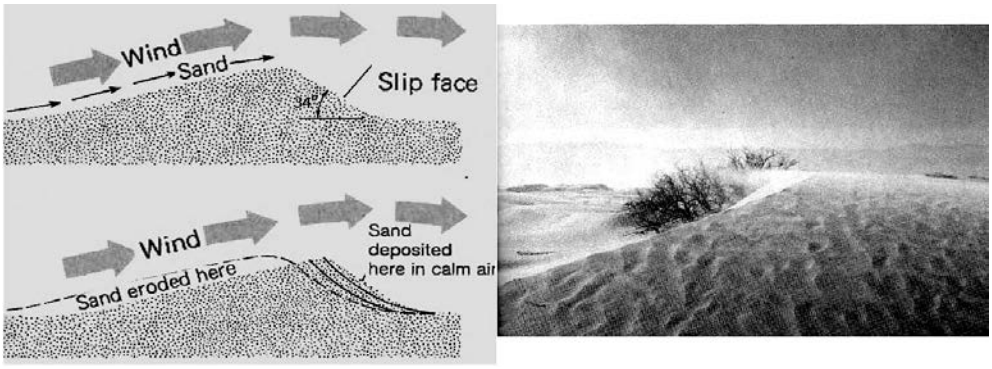
3 – الكثبان : **Dunes** وهي أهم هذه التوضعات .

فالكثبان الرملية هي أكوام أو تلال من الرمال ترسبت بفعل الرياح ، وهي ذات قمم حادة وغير متناظرة بالنسبة للمستوى الشاقولي المار من قممها الحادة والمعامد لاتجاه حركة الرياح فيكون ميلها خفيفاً في اتجاه الرياح من 8 . 14درجة وشديداً في الطرف المعاكس حيث يصل إلى 30 . 35 درجة شكل (2 – 9).

عموماً تتأثر أشكال الكثبان وأحجامها بالعوامل التالية:

1 . اتجاه الرياح وسرعتها.

2 . الكمية المتاحة من الرمال .



شكل (2 – 9) تشكل الكثبان الرملية . لاحظ الانحدار الطويل واللطيف في الجانب المواجه لاتجاه الرياح والانحدار القصير والشديد في الجانب المعاكس . ويبين الشكل B هبوب رياح صحراوية قوية (سرعتها 60 ميل / ساعة تحرك الرمال من اليسار عبر المنحدر اللطيف.

3–مقدار الغطاء النباتي وتوزعه.

- **آلية تشكل الكثبان الرملية:**

تتكون الكثبان الرملية في المناطق التي يتوفر فيها الشرطان التاليان:

1 . وجود كميات كبيرة وكافية من الرمال المفككة غير المحمية .

2 . هبوب رياح بسرعة كافية لتحريك هذه الرمال.

ويكثر وجود هذه الكثبان في الصحارى الرملية والسهول الفيضية الرملية وفي مناطق الشواطئ الرملية عند سواحل البحار والبحيرات.

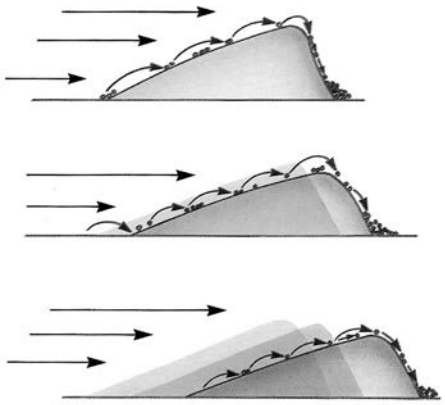
يبدأ تكون الكثيب بوجود عائق يسبب هبوطا في سرعة الرياح كشجرة أو كتلة صخرية، و أي حاجز آخر ، وعند هبوط سرعة الرياح تلقي بحمولتها خلف هذا الحاجز ومع استمرار هبوب الرياح تتشكل خلف هذا الحاجز تجمعات رملية أولية (كثيب) لا تلبث أن تكبر ويزداد ارتفاعها حتى تصبح كثبانا رملية كبيرة يصل ارتفاعها إلى 5 . 20م كما هو الحال في تونس .إن الكثبان

الرملية التي تتكون في المناطق التي تتصف باستمرار هبوب الرياح باتجاه واحد ثابت تتخذ شكلا مميزا حيث يكون لمثل هذه الكثبان انحدار طويل ولطيف في الجانب المواجه لاتجاه الريح وآخر قصير وشديد في الجانب المعاكس ، كما تنتشر تموجات صغيرة تعرف باسم علامات النيم (Ripple-Marks) أو علامات التموجات على جانب الكثيب المواجه لاتجاه الريح شكل (2 -9) .

- **هجرة الكثبان: Dune migration**

معظم الكثبان الرملية لا تستقر في مكان ثابت وبدلا من ذلك فإنها تتحرك من مكان لآخر ببطء وتتأرجح حركتها بين عدة سنتمترات وحتى 12 م في العام الواحد ، فالرياح تنقل الرمال من الجانب المواجه للريح عبر قمة الكثيب و تسقطه على الجانب الآخر البعيد . وعند تكرار حدوث هذه العملية يحدث انتقال للكثيب بأكمله في الاتجاه البعيد عن الريح وتعرف هذه العملية باسم هجرة الكثيب شكل (2- 10)

وقد تنتقل الكثبان المهاجرة عبر الغابات أو الأرض المزروعة ، أو خطوط السكك الحديدية أو الطرق السريعة أو القرى. وفي بعض الأحيان يستطيع الإنسان تقييد حركة الرمال وذلك باتباع بعض الإجراءات الخاصة مثل زراعة الحشائش أو الشجيرات أو إقامة الأعمدة الخشبية وغيرها من الإجراءات الأخرى .



شكل (2 – 10) هجرة الكثبان الرملية كنتيجة لحركات الحبات الرملية

وإذا كانت الرياح تهب في اتجاهات مختلفة فإن الكثبان الرملية لا تنتقل من مكانها وإنما يتغير شكلها فقط .

- **أنواع الكثبان الرملية :Sand dune types**

تختلف الكثبان الرملية كثيراً بشكلها وحجمها، وهذا يعود بشكل أساسي إلى سرعة الرياح واتجاهها، وكذلك كمية الرمال المتاحة في المنطقة.

وبشكل عام يتم تميز عدة أنواع من الكثبان الرملية من أهمها:

1. البر خانات Barchans

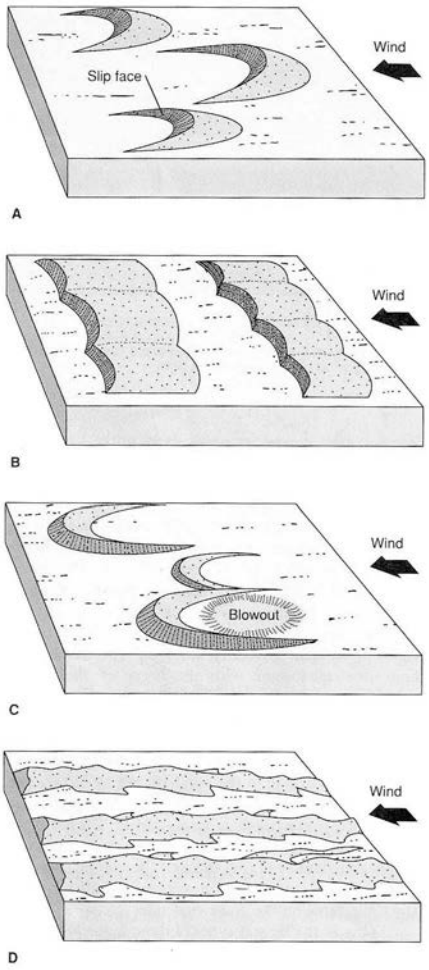
وهي عبارة عن كثبان لها شكل هلالي تميز المناطق التي تتمتع باتجاه واحد ومستمر للرياح وتكون على شكل قوس يتجه جانبه المحدب إلى الجهة التي تهب منها الريح ، كما يتجه طرفاه إلى الجهة التي تسير نحوها الرياح ،و عادة تتشكل البراخانات في أطراف الصحاري شكل (2 – 11) .

2. الكثبان المستعرضة Transverse Dunes

تنتشر هذه الكثبان على طول شواطئ البحار والبحيرات ، وتتميز بأن محورها الطولي يكون عموديا على اتجاه الرياح ، يصل ارتفاعها إلى حوالي 3 م ، أما طولها فيمكن أن يبلغ 1 كم .

3 . الكثبان الطولية Longitudinal dunes

وهي كثبان طويلة تأخذ أشكالا موازية لاتجاه الريح وقد يصل ارتفاعها إلى 200 م وطولها إلى 180 م وتنتشر في مجموعات وخصوصا في الصحراء وهناك نمط خاص منها يأخذ شكلا يشبه السيف العربي.



شكل (2 – 11) أنواع الكثبان الرملية

A– البرخانات، **B – الكثبان المستعرضة ، C – الكثبان الهلالية المعكوسة**

D – الكثبان الطولية

4 . الكثبان الهلالية المعكوسة Parabolic Dunes

وهي تشبه البرخانات إلا أن طرفيها يشيران إلى الاتجاه الذي تأتي منه الرياح (عكس البرخانات) وتأخذ هذه الكثبان شكل حرف U وهي تتشكل على طول الشواطئ حيث تكون الرياح على الشواطئ قوية و يوجد وفرة بالرمال .

ب . التوضعات الريحية الترابية والغضارية الدقيقة (اللوس)

تنتقل الرياح الأثرية والمواد الغضارية الناعمة إلى مسافات أبعد من تلك التي تبلغها التوضعات الرملية وذلك لصغر مقاساتها مقارنة مع الرمال ، وتترسب هذه المواد عندما تضعف شدة الرياح مشكلة توضعات خاصة تتصف بما يلي :

1 . ذات مسامية عالية

2 . نسبة الذرات الترابية فيها عالية بالمقارنة مع الذرات الغضارية

3 . تحتوي على نسبة كبيرة من الأملاح وخاصة الكربونات والسولفات

4 . سهلة الانجراف والتشبع بالماء

6 . تتوضع بشكل سماكات كبيرة أو أغطية لا يظهر فيها أية آثار للتتطبق .

تتألف توضعات اللوس بشكل عام من 30 . 80 % من الذرات الترابية و10 . 20 % من المواد الغضارية ، أما الحبيبات الرملية التي تصادف في هذه الوضعات فهي قليلة وناعمة و لا تتجاوز أقطارها 0,05 – 0,25 مم وتتأرجح سماكة هذه التوضعات بين 1 و2 متر ويمكن أن تبلغ 100 م في بعض الحالات النادرة . وكما هو معروف يحتوي الغلاف الجوي في القسم السفلي منه (طبقة التروبوسفير) على كمية كبيرة من بخار الماء وعلى بعض الأكاسيد الغازية مثل CO2 ,CO وغيرها .

وعند حركة الحبيبات الدقيقة خلال الغلاف الجوي تتكاثف أبخرة الماء والأكاسيد الغازية على سطوح هذه الذرات لتشكل الأحماض . وعندما تترسب الذرات تدخل الأحماض الموجودة على سطوحها بتفاعلات كيميائية مع الحموض العضوية المتحررة من النباتات الميتة ، بالنتيجة يتغطى السطح الداخلي للفراغات بغشاء ملحي رقيق يتألف عادة من الكربون والسولفات والكلوريدات .

ومن المعروف أن اللوس يمكن أن يكون تربة صفراء دقيقة الحبيبات عالية الخصوبة وفي المناطق التي يسقط فيها المطر بدرجة كافية تصبح لمثل هذه التربة أهميةزراعيةكبيرة ،وكمثال على هذه التوضعات يمكن أن نذكر رسوبات اللوس ذات الامتداد الشاسع في الجزء الأدنى من وادي نهر الميسيسبي حيث تمثل التربة الخصبة في وسط وغرب الولايات المتحدة .

وأيضا تستخدم الرمال الريحية كمواد بناء وفي صناعة القرميد السيليكاتي كذلك فإن الرياح هي السبب في اختلاف الظروف المناخية في الأماكن المختلفة من الأرض وهي العامل الأول في توزيع بخار الماء فوق مناطق الكرة الأرضية المختلفة ، وبالتالي فهي أيضا تساعد في تزويد الأنهار بالماء وفي النشاط الجيولوجي للأمواج البحرية وذلك عن طريق انتقال الطاقة منها إلى سطح الماء في المحيط. كذلك فإن الكثبان الرملية التي تتشكل بواسطة الرياح تملك أهمية اقتصادية ، ففي بعض المناطق الصحراوية وغيرها تشكل الكثبان مستودعات لخزن مياه الأمطار على هيئة مياه الجوفية مشكلة بذلك خزانات نموذجية للمياه الجوفية وخصوصا إذا كانت تتوضع تحتها طبقة كتمية

ومن ناحية أخرى فإن الرياح تسبب في كثير من الأحيان أضرارا كثيرة . فعمليتا الحت والتذرية تخربان طبقة التربة الزراعية التي هي مورد لا يمكن تعويضه كما تؤدي الرياح إلى طمر الطرقات والسكك الحديدية بالرمال ، وفي بعض الأحيان يمكن أن تطمر الرمال أعمدة الهاتف والكهرباء .وتتم الوقاية من الأضرار الناتجة عن الفعل الجيولوجي للرياح بإجراء بعض التدابير والتي من أهمها :

1 . بناء حواجز كمصدات في وجه الرياح تضعف من سرعتها .

2 . زراعة الأشجار وتنمية غطاء نباتي يعزز من تماسك التربة وثباتها لتكون أكثر مقاومة في وجه العمل التخريبي للرياح .3 . تثبيت الرمال بإضافة محاليل ومستحلبات خاصة إليها ،وهذه الطريقة تمتاز بأنها باهظة التكاليف وصعبة التنفيذ .

مكتبة A to Z