الفصل الثاني عشر

الفعل الجيولوجي للرياح

12-1- مقدمة:

يؤدي التسخين غير المتجانس لسطح الأرض، بسبب اختلاف زوايا سقوط الأشعة الشمسية، واختلاف قدرة عكس هذه الأشعة في الأماكن المختلفة من سطح الأرض، وبسبب التوزع الرأسي للحرارة في الغلاف الجوي، وتقلباتها الموسمية، إلى حركة أفقية، ورأسية للهواء في الغلاف.

ينتج عن حركة الهواء اختلافات في الضغوط الجوية، يمكن أن تصل إلى أكثر من 10% من الضغط الجوي الطبيعي على مستوى سطح البحر، والذي يقدر ب101كيلو باسكال، وقد سجل أقل قيمة معروفة للضغط الجوي في إعصار إيدا، في المحيط الهادي، وهي 87 كيلو باسكال.

تعد الرياح، التي هي عبارة عن حركة الهواء في الغلاف الجوي، أحد العوامل الهامة، المؤثرة في شدة العمليات الجيولوجية على سطح الأرض.

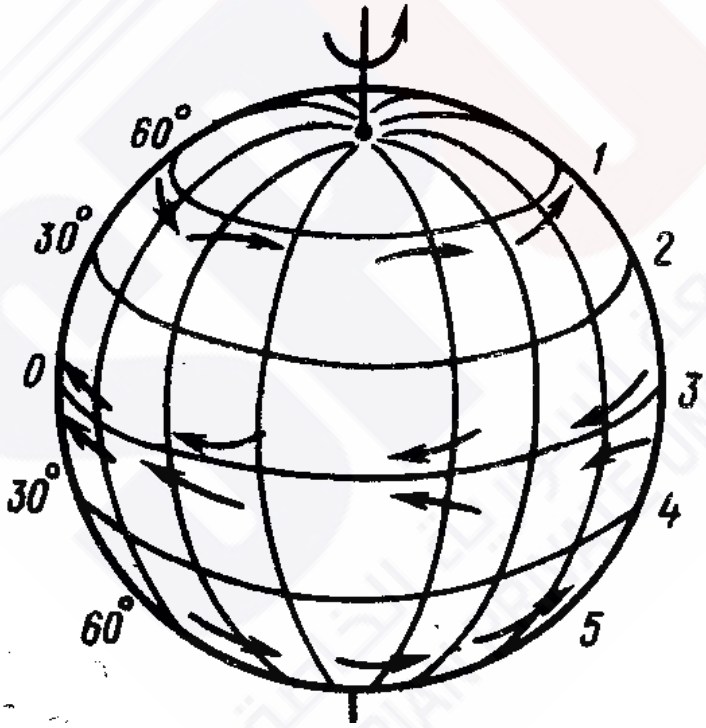
12-2- أنواع الأنظمة الريحية:

يميز بشكلٍ عام في طبقات الغلاف الجوي القريبة من سطح الأرض بين ثلاثة أنواع من أنظمة الرياح، وهي الرياح الدائمة، الرياح غير الدائمة الدورية، والرياح غير الدائمة وغير الدورية.

12–2–1– الرياح الدائمة:

ينسب إلى هذا النوع الرياح ثابتة الاتجاه، التي تهب على طول خط الاستواء من الشرق نحو الغرب؛ وهي عبارة عن حركة مستمرة للهواء، من المناطق شبه الاستوائية، باتجاه خط الاستواء، لكن حركة الأرض تحرفها نحو الغرب، لذلك فإن هذه الحركة تتجه في نصف الكرة الشمالي من الشمال الشرقي، وفي نصف الكرة الجنوبي، من الجنوب الشرقي.

ينسب إلى الرياح الثابتة أيضاً، تلك الرياح التي تتجه نحو الشرق في الأماكن الواقعة بين خطي العرض 40ْ و 60ْ(الشكل 12–1).



الشكل(12–1). نظام الرياح الدائمة في كوكب الأرض.

1،5= رياح غربية. 2،4= منطقة هادئة. 3= رياح شرقية.

12-2-2- الرياح غير الدائمة الدورية:

يؤدي اختلاف سرعة تسخين اليابسة، والماء إلى وجود مجموعة من الرياح دورية الفعالية. ينسب إلى هذه الرياح، الرياح الموسمية المتعلقة بذبذبات حرارة الجو الفصلية، والتي تتجه في الصيف من البحار نحو اليابسة، وبالعكس في الشتاء، وكذلك رياح النسيم، الناتجة عن التغيرات اليومية للحرارة، والتي تتجه بشكلٍ دوري، من البحار إلى اليابسة في النهار، وينعكس الاتجاه في الليل.

12-2-3- الرياح غير الدائمة، وغير الدورية:

ينتج هذا النوع من الرياح من محصلة تأثير مجموعة كبيرة من العوامل، كالضغط، والحرارة، وغيرها، وتحدث بشكلٍ غير متوقع، ويكون التنبؤ بحدوثها صعباً إلى حدٍ كبير. ينسب إلى هذه الرياح كل من الزوابع ، الأعاصير القمعية، والعواصف الاستوائية.

غالباً ما ترتبط الزوابع بأماكن معينة، حيث تأخذ فيها تسمياتٍ محلية، كالرياح الإفغانية في آسيا الوسطى، والسموم في المنطقة العربية، ورياح الخماسين في الصحراء الكبرى، وغيرها. ويطلق على هذه الزوابع في البحر المفتوح تسمية العواصف. أما بالنسبة للأعاصير القمعية، فهي عبارة عن زوابع تدور حول نفسها، وهي قمعية الشكل، يمكن أن يصل ارتفاعها إلى 2-3كم، بينما لا يتجاوز قطرها على سطح الأرض عدة مئات الأمتار. تصل سرعة دوران الهواء في الأعاصير القمعية 50- 100م/ثا، مما يعطيها قدرةً كبيرةً على التخريب، وغالباً ما تتراوح سرعة انتقالها 50- 70كم.

تعد العواصف الاستوائية أخطر أنواع العواصف، وهي عبارة عن زوابع أو أعاصير جوية ضخمة، يمكن أن يصل قطرها عشرات، أو حتى مئات الكيلومترات، وقد يصل ارتفاعها 10- 15كم. وهي تحدث في خطوط العرض الاستوائية.

تمتلك العواصف الاستوائية قوة طاردة مركزية هائلة، مشكلةً في مركز العاصفة منطقة ذات ضغط جوي سالب. يكون جدار العاصفة الاستوائية على شكل غيمة سميكة، ويكون في نفس الوقت مركز أو عين العاصفة منطقة واضحة نسبياً وذات طقس جيد.

تبدو العاصفة الاستوائية على شكل زوبعة هائلة حلزونية الشكل، وتحدد صفات دوران الأرض اتجاه دورانها، فهي تدور دائماً باتجاه دوران عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي، وبالعكس في نصف الكرة الجنوبي. لا تتجاوز سرعة انتقال العاصفة الاستوائية غالباً 25كم/ساعة، بينما يمكن أن تصل سرعة الرياح(سرعة الدوران) في الأطراف أكثر من 350كم/ساعة.(97.2م \ ثا)

تعد سرعة الرياح الهائلة، والأمطار، والأمواج التي ترافق العاصفة الاستوائية، كوارث طبيعية حقيقية بالنسبة للسفن، وسكان السواحل البحرية. كما يسبب الضغط السالب في مركز العاصفة مداً بحرياً، حيث يمكن أن ترتفع المياه 8- 10م.

12-3- الفعل الجيولوجي للرياح:

يرتبط الفعل الجيولوجي للرياح إلى حدٍ بعيد بسرعتها الكبيرة، التي يمكن أن تساعدها على حمل ليس فقط الغبار، والرمال، وإنما أيضاً الحصى، والأحجار ذات المقاييس الكبيرة.

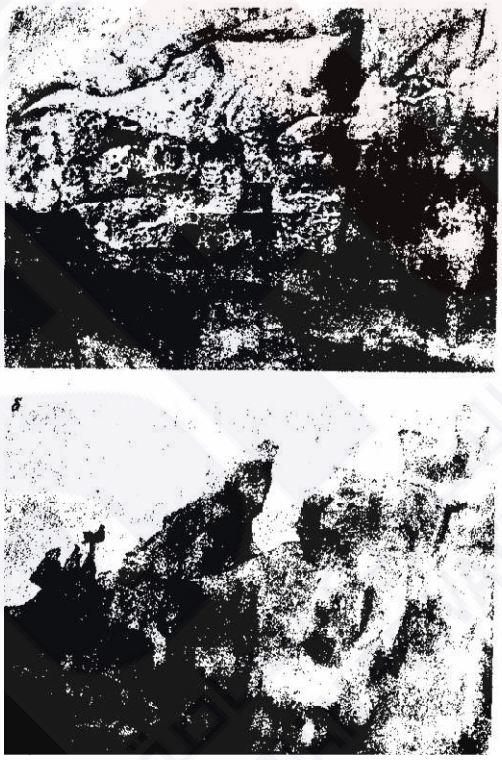
يؤدي الفعل الجيولوجي للرياح إلى حت وتخريب الصخور، ونقل منتجات التخريب، ووضعها في أمكنة جديدة.

12-3-1- الحت الريحي:

تتعرض الصخور المتكشفة على السطح، وخاصةً في حال غياب الغطاء النباتي، إلى التخريب، ليس فقط بفعل قوة الرياح، وإنما أيضاً بما تحمله هذه الرياح من رمال ومواد

حطامية ناعمة، حيث تقوم هذه المواد بضرب الصخور المتكشفة على السطح بشكلٍ متكرر، مما يؤدي إلى تخريب، وقلع الأجزاء الأكثر طراوة من الصخور، وتشكيل مكانها، حفر مختلفة الأشكال، و ميازيب، وأخاديد. وتدعى هذه العملية الحت، أو التآكل الريحي.

تظهر آثار الحت الريحي على الصخور بأشكالٍ مختلفة، فيمكنها أن توسع الشقوق، التي كانت قد تشكلت سابقاً، بفعل التجوية، وأن تؤدي إلى تشكل أشكال تضاريسية متنوعة(الشكل12- 2)، ويعد وجود كتل صخرية معزولة، وغريبة الأشكال من ميزات الحت الريحي.



الشكل(12–2). صورتان فوتوغرافيتان تظهران أثر الحت الريحي، في الصخور الكلسية(في الأعلى)، وفي الصخور الرملية(في الأسفل) .

يترافق الحت الريحي عادةً ، بنفخ ونقل نواتج حت الصخور الأصلية، وهو ما يدعى بالتذرية الريحية. تتعلق سرعة التذرية الريحية بقوة الرياح، وبصفات توضع، ومقاومة الصخور. تؤدي عملية الحت والتذرية الريحيان في المناطق السهلية إلى إزالة الطبقة الرقيقة السطحية،

ويمكن أن تؤدي في الأماكن الجافة إلى إزالة الطبقة الملحية من السبخات، ويمكن لهذه العملية أن تؤدي في الوهاد بين الجبلية بنتيجة حت وتذرية الطبقات المتكشفة الأكثر طراوة بسرعة أكبر من الطبقات الأكثر مقاومة، إلى تكوين أشكال مختلفة الأعماق.

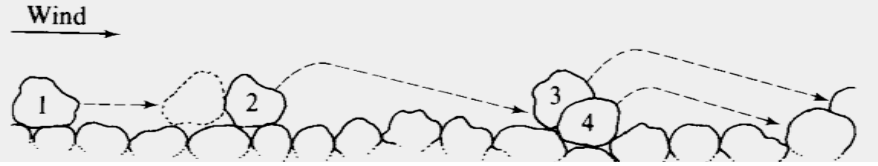
تؤدي التذرية الريحية، أحياناً، عدا إزالة المستويات السطحية، إلى تشكيل أخاديد على شكل طرق، وتحدث هذه العملية بشكلٍ خاص في الصخور الهشة، غير المتراصة، ويمكن أن يصل عمق هذه الأخاديد إلى ستة أمتار، وتصل أحياناً إلى 30م. يدعى هذا النوع من التذرية بالتذرية الخطية.

12-3-2- النقل الريحي:

تنقل الرياح المواد الحطامية الصغيرة الناجمة عن الحت والتعرية، على شكل مواد معلقة، بينما تقوم بجر وسحب الحصى الكبيرة على سطح الأرض، وتكون مقاييس معظم المواد الحطامية التي تنقلها الرياح عادة أقل من 1ملم.

يمكن للرياح أن تنقل المواد الدقيقة ،كالغبار إلى مسافات بعيدة جداً، يمكن أن تصل إلى أكثر من ألفي كيلومتر، وتتعلق مقاييس الحبيبات التي يمكن للرياح أن تنقلها بسرعة هذه الرياح، فيمكن للرياح التي تبلغ سرعتها20م/ث أن تنقل بسهولة الحبيبات التي تصل مقاييسها إلى 0.25ملم، بينما يمكن للرياح ذات السرعة 6.5كم/ث أن تنقل بسهولة الحصى التي تبلغ أقطارها 4ملم.

يمكن للرياح أن تنقل الغبار إلى مسافة آلاف الكيلومترات، كما يمكنها أن تنقل المواد الحطامية ذات المقاييس 0.5- 2ملم مئات الكيلومترات، ويمثلالشكل 12-3آلية حركة الحبات الرملية التي تسحبها الرياح على السطح، فحبة الرمل رقم 1 تتدحرج على السطح ، وتضرب الحبة رقم 2، التي تقفز إلى الأعلى وتضرب الحبتين 3و 4، اللتان تقفزان بدورهما وتضربان حبات جديدة..الخ.



الشكل(12–3). آلية نقل الرياح للحبات الرملية على سطح الأرض.

تتدحرج الحبة1، وتضرب الحبة2، لتعطيها طاقة تجعلها تقفز وهي تتدحرج لتضرب الحبتين 3و4، وهكذا.

12–3–3– الترسيب الريحي:

تبدأ المواد الحطامية التي تحملها الرياح بالتوضع، عندما تضعف قدرة هذه الرياح على حملها، مشكلةً توضعات رملية– طينية تدعى التوضعات الريحية.

تزداد نسبة التوضعات الريحية بشكلٍ خاص في مناطق المناخ الجاف، التيتتميز بتذبذبات حرارية يومية وموسمية حادة.

تتميز الرسوبيات الريحية عادةً بأنها أفضل تصنيفاً إلى حدٍ بعيد من الرسوبيات النهرية، ويعود ذلك إلى أنه يمكن للرياح أن ترفع الحبيبات من مقاييس الرمال عدة أقدام فقط فوق سطح الأرض، بينما يمكنها أن ترفع الغبار آلاف الأقدام

12–3–2– الصحاري:

تدعى الأماكن القاحلة، التي تفوق فيها كمية التبخر من السطح المكشوف، نسبة تساقط الأمطار المناطق الصحراوية، ويمكن لهذه المناطق بالعلاقة مع شكل التضاريس، أن تكون مناطق سهلية، أو جبلية.

تشغل الصحاري مساحات واسعة جداً من الأراضي اليابسة في الكرة الأرضية، فهي تشكل في القارة الآسيوية ما يعادل 5.4% من مساحة هذه القارة، بينما تصل نسبة الأراضي الصحراوية في إفريقيا إلى حوالي 21.6% من مساحتها.

يميز وفقاً للعمليات المسيطرة، والتوضعاتالريحية، بين كلٍ من الصحاري الحجرية، وهي تتشكل عندما تسيطر التذرية الريحية، بينما يتشكل كل من الصحاري الرملية، والطينية، وذات الترب الصفراء، عندما يسيطر الترسيب الريحي.

12-3-2-1 الصحاري الرملية:

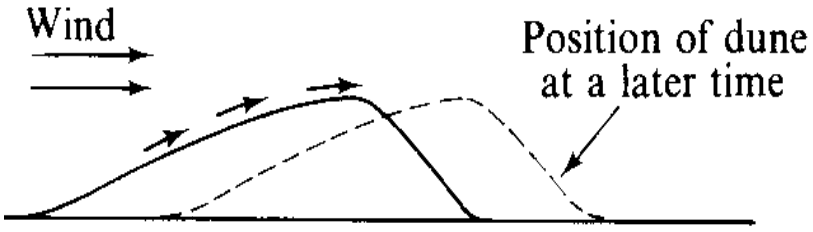
تعد الصحاري الرملية أكثر أنواع الصحاري انتشاراً، وهي تتميز بوجود أشكالٍ تضاريسية خاصة، من أهمها:

- الكثبان الرملية(**Dune**): تمثل الكثبان الرملية تراكمات طبيعية من التلال الرملية، التي تبنيها الرياح، وهي ذات أشكال متطاولة، وذرى دائرية، يمكن أن يصل ارتفاعها، كما في الصحراء الكبرى إلى 500م.

تتشكل معظم الكثبان الرملية نتيجة لوجود حواجز، أو عقبات طبيعية تعترض طريق الرياح، فتتراكم الرمال في الجانب المحمي من هذه العقبات(الشكل12-4)

الشكل(12-4). تراكم الرمال وبداية تشكل كثيب رملي بسبب وجود حاجز طبيعي.

إذا لم تثبت الرمال في الكثبان بحاجز طبيعي ثابت، كالنباتات، فإنها تنتقل عبر الصحراء ببطء، حيث تنقل الرياح الحبات الرملية المفردة على سطح الكثيب، إلى أن تسقط من أعلى الجانب الأشد انحداراً(الشكل 12-5).



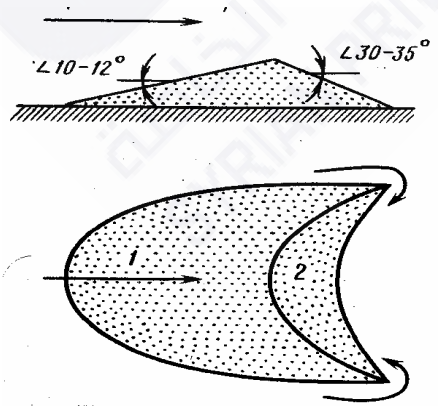
الشكل(12–5). حركة الحبات الرملية، التي تؤدي في النهاية إلى انتقال الكثيب الرملي.

يميز بين عدة أنواع من الكثبان، واسعة الانتشار، وهي:

1– الكثبان الرملية الهلالية(Barchan dunes): وهي عبارة عن تلال رملية غير متناظرة، هلالية الشكل(الشكل12–6)، تتشكل عند سيطرة اتجاه ريحي واحد، ويكون الوجه المقابل للرياح ذو ميل لطيف نسبيا، بينما يكون الوجه الآخر أكثر ميلاً.

تتواجد الكثبان الهلالية في الصحاري الرملية عادةً على شكل سلاسل، مكونة من مئات الكثيبات المتشابهة، وتتعامد أطوال تلك السلاسل مع اتجاه الرياح السائدة، ويمكن أن تصل إلى أكثر من 20كم، بعرض 1كم، وتفصلها مسافات من 1.5 إلى 2كم.

يمكن أن يصل ارتفاع الكثيب الهلالي إلى 30– 140م، وطوله إلى 300م.



الشكل(12–6). كثيب رملي هلالي(Barchan).

1– الوجه المقابل للريح. 2– الوجه البعيد.(أو المحمي). يشير السهم إلى اتجاه الريح.

2– الكثبان المستعرضة(Transverse dunes): وهي كثبان يشبه مقطعها العرضي مقطع الكثبان الهلالية، إلا أنها ليست منحنية، وتتطاول بشكل متعامد مع اتجاه الرياح السائدة، وتتشكل في الصحاري التي تتميز برياحٍ قوية، وبوفرة رمال كبيرة(الشكل12-7).

الشكل(12–7). كثيب مستعرض(يشير السهم إلى اتجاه الريح).

3– الكثبان الإهليلجية(Parabolic dunes): وهي كثبان تتشكل في الصحاري ذات الرياح المعتدلة، والتي يتوفر فيها بعض النباتات، وهي تدعى بسبب انحنائها الشديد كثبان دبوس الشعر(Hairpin)، وهي شائعة في الصحاري الشاطئية، ويمكن أن يصل ارتفاع الكثيب إلى 30م(الشكل 12–8).

الشكل(12–8). كثيب هلالي(يشير السهم إلى اتجاه الرياح السائدة).

4– الكثبان المتطاولة(Longitudinal dunes): وهي تتكون في الصحاري ذات الرياح المتقلبة، والتي لا يتوفر فيها إلا كمياتٍ قليلة من الرمال. يقدر معدل ارتفاع هذه الكثبان بحوالي 3م، لكنه يمكن أن يصل إلى 90م، وطولها بحوالي 60م، ولكنه يمكن أن يصل إلى 100كم(الشكل12–9).

الشكل(12–9). كثيب متطاول.

يمكن للكثبان أيضاً أن تأخذ أشكالاً متعددة، غير تلك الموجودة في التصانيف الشائعة، والمذكورة أعلاه، وذلك كما في كثبان منطقة الوادي الإمبراطوري(Imperial valley) في كاليفورنيا(**الشكل12–10**).

الشكل(12–10). صورة جوية للشكل المعقد للكثبان في الوادي الإمبراطوري في كاليفورنيا.

12-3-2-2- الصحاري الطينية:

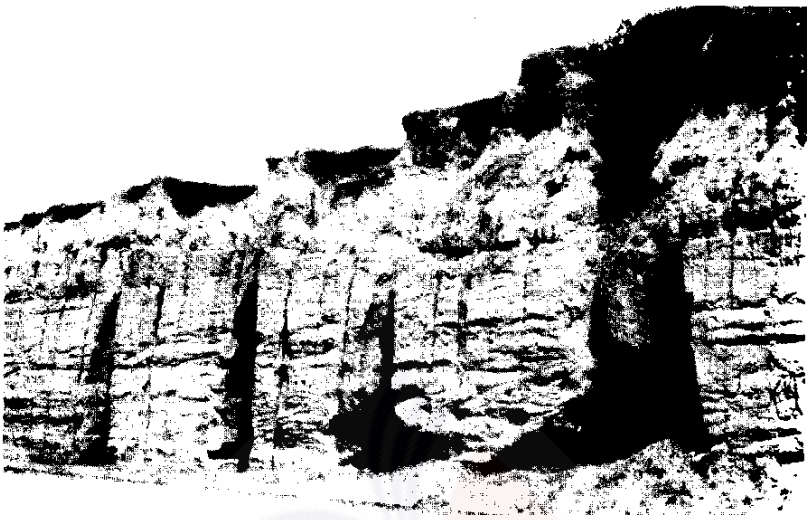
تتميز هذه الصحاري بوجود قشرة من المواد الحطامية ذات المقاييس الطينية، والغرينية، وتشكل عند تشققها سطحاً يتكون من الصفائح الطينية، متعددة الزوايا، والتي يمكن أن تصل مقاييسها الطولية إلى 7-12ملم.

ينسب أيضاً إلى الصحاري الطينية الصحاري السبخية، أو الصحاري المالحة، والتي تتشكل في أماكن البحيرات المالحة، وتغطيها طبقات طينية، وملحية مفككة.

12-3-2-3- صحاري الترب الصفراء(Loess desert):

تتغطى هذه الصحاري بأنعم الحبيبات الحطامية التي تجلبها الرياح(الغبار)، والتي تتراوح مقاييسها غالباً بين 0.01 و 0.05ملم، وتؤدي إلى تشكل صخور مفككة، ذات مسامية عالية تدعى اللوس. يتغطى سطح هذه النوع من الصحاري عادةً بشبكة كثيفة من الأخاديد، والمسيلات الضيقة المكونة من تساقط مياه الأمطار،

يشكل اللوس طبقة سميكة من التوضعات، غير المصنفة، بسبب تكونها من حبيبات متجانسة إلى حدٍ بعيد، وهي غالباً من مقاييس الغرين(**الشكل 12-11**)



الشكل(12–11). صورة لتوضعاتاللوس بالقرب من Vicksburg, Mississippi،

نلاحظ فيها اختلافاً بين طبقتي اللوس العليا، والسفلى(على الرغم من أنه يمكن للوس أن يقف على شكل جرف قائم، إلا أنه من السهل تخريبه بالمياه الجارية).