الفصل الثامن

العمليات الجيومورفولوجية الريحية والأشكال الأرضية الناتجة عنها

المقدمة.

يعد عامل الرياح من أكثر العوامل الجيومورفولوجية إسهاما في تشكيل سطح الأرض وبالأخص في الأقاليم الجافة وشبه الجافة، ومما يساعد هذا العمل على نقل الفتات الصخري هو انعدام الغطاء النباتي، وقلة رطوبة الهواء في هذه الأقاليم، لان الهواء الجاف اقدر على ألحت من الهواء الرطب الذي لا يستطيع إثارة الأتربة والرمال. وبالتالي تساهم في تكوين أشكال أرضية، حتية وأخرى ترسيبية ترسم الصورة التضاريسية في هذه الأقاليم التي سبق ذكرها.

طرق نقل المواد بواسطة الرياح.

تتضمن عمليات نقل الفتات الصخري بواسطة الرياح ثلاث عمليات مهمة وهي :

١ – الحمولة العالقة.

إن الفتات الصخري المنقول بواسطة الحمولة العالقة يكون حجمه اقل من (0.15) ملم، إن هذا الفتات ينقل إلى مسافات بعيدة جدا بسبب صغر حجمه، وخفة وزنه، إما نسبة الفتات الصخري المنقول فانه يشكل نسبة تتراوح بين (٣ – ٤٠ ٪) من مجمل العمليات التي تقوم بها الرياح.

٢ – الحمولة القافزة.

إن الفتات الصخري المنقول بواسطة الحمولة القافزة يتراوح حجمه بين (0.25 0.15 –) ملم، وهذا الحجم من الفتات الصخري لا يدخل في نطاق قدرة الرياح على الحمل بواسطة العملية السابقة، لذا يتم نقلها بواسطة القفز على ارتفاعات قليلة، إذ تتكون سحابة من الفتات الصخري المتحرك من عدد لا يحصى من الحبيبات القافزة، وأقصى ارتفاع تبلغه يصل إلى نحو (٢) متر، إلا إن اكبر تركيز لها يكون بالقرب من سطح الأرض على ارتفاع لا يتجاوز النصف متر، وتشكل هذه العملية (٨٠ ٪) من مجمل العمليات التي تقوم بها الرياح.

٣ – الحمولة الزاحفة.

إن الفتات الصخري المنقول بواسطة الحمولة الزاحفة يتراوح حجمه بين (– 2 0.25) ملم، إن هذا الحجم من الفتات الصخري لا ينقل بواسطة العمليات السابقة بسبب كبر حجمه، وثقل وزنه، لذا يتحرك على سطح الأرض بطريقة الزحف، إن هذه العملية تشكل نسبة تتراوح بين (5 – 25 ٪) من مجمل العمليات التي تقوم بها الرياح.

الأشكال الأرضية الحتية.

يتوقف فعل الرياح لتكوين الأشكال الأرضية الحتية على اتجاهها وسرعتها وتكرار هبوبها ومقدار ما تحمله من فتات صخري، هذا الفتات الذي يساعد على سحق الصخور التي تقع في اتجاه الرياح ومن ثم تذريتها. *(جودة، معالم سطح الأرض، ص ٤١١)* إن توفر هذه الظروف يساعد الرياح على حمل حبيبات الرمال والوشاح الصخري الحطامي الذي يسمى بالحت الريحي، *(النقاش والصحاف، ١٩٩٠، ص ٢٧٧)* الذي يعد إحدى العمليات المهمة التي تؤثر في إعادة رسم الصورة التضاريسية في المناطق الجافة وشبة الجافة.(Fryrear. 1990. pp 187 – 198) تقوم الرياح بعملها الحتي من خلال عمليتين رئيسيتين هما :

اولا : التذرية.

هي عملية اكتساح المواد الصخرية ودفعها بواسطة الرياح *(الدباغ، ١٩٦٤، ص ٦١)* ويترتب عليها تشكيل مظاهر عديدة من الأشكال الأرضية وهي كالآتي :

أ – الحماده.

وهي عبارة عن صحراء سفت الرياح رمالها وتركت الطبقة الصخرية عارية من أي غطاء فتاتي *(الدباغ، ١٩٦٤، ص ٩٤)*.

ب– الصحاري الحجرية أو الحصوية.

وهي عبارة عن بقايا صخرية أو مدورة كالحصى، انظر الصورة (٢٥) وتأخذ هذه الظاهرة عدة أسماء منها ما يطلق علية سكان البدو في الصحراء الكبرى اسم

السرير، أما في الجزائر والمغرب فيطلق عليها اسم الرق *(النقاش والصحاف، ١٩٩٠، ص ٢٧٧)*.

ج- السطوح المجعدة (المتموجة).

وهي عبارة عن سطوح صخرية غير متجانسة في أجزائها السطحية، لذلك فان الرياح تنحت بعض المواضع أسرع من نحتها لمواضع أخرى، وينتج عن ذلك ان السطح يبدو كثير التجاعيد والفجوات والثقوب بأشكال مختلفة انظر الصورة (٢٦) *(شرف، الجغرافيا الطبيعية، ص ٢٤٣)*.

د- المنخفضات الحوضية.

تنشا هذه المنخفضات في المناطق الصحراوية التي تتكون من صخور هشة، تمكنت الرياح من حفرها وكسح مفتتاتها الصخرية، ومن هذه المنخفضات ما هو واسع وعميق يصل إلى مستوى الماء الأرضي فتنبثق المياه في شكل عيون ومن ثم تنشا الواحات، ومنها منخفضات الواحات التي توجد بصحراء مصر الغربية، مثل الواحات الداخلة والخارجة وتعرف ألان بالوادي الجديد، والبحرية والفرافرة وسيوة. *(جودة، معالم سطح الأرض، ص ٤١٤)* وقد تعددت الآراء بشأن تكون هذه المنخفضات، إذ يرى أصحاب الرأي.

صورة (٢٥) الصحاري الحصوية في المناطق الصحراوية.

صورة (٢٦) السطوح المجعدة في المناطق الصحراوية.

الأول بان هذه المنخفضات تنتج من عمليات التذرية، خاصة في المناطق التي يغطيها وشاح صخري غير متماسك من الطين والطفل، *(النقاش والصحاف، ١٩٩٠، ص ٢٦٤)* ويرى أصحاب الرأي الثاني بان الرياح وحدها لا يمكن إن تكون مسئولة عن حفر منخفضات كبرى كتلك التي تشغلها واحات مصر الغربية وليبيا على سبيل المثال لا الحصر وإنما عملها لا يتعدى تكوين منخفضات متواضعة الحجم،محدودة المساحة، تتراوح أبعادها بين بضعة عشرات الأمتار على أحسن تقدير، ويطلق على هذه المنخفضات اسم فجوات الريح أو تجاويف التذرية، *(البحيري، اشكال سطح الأرض، ص ص ٢٦٠ - ٢٦١)* بينما يرى أصحاب الثالث بان هذه المنخفضات هي نتيجة عمل تكتوني إذ إن عملية الرفع التي أثرت على المنطقة لم تؤثر على الحوض بشكل مباشر مما جعلها منخفضة قياسيا للمنطقة المجاورة أو إنها تعرضت إلى عملية هبوط مقارنة بالمناطق المجاورة *(السامرائي والريحاني، جغرافية الأراضي الجافة، ص ١٤٤)* إما الرأي الرابع فان أصحابه يرون بان التذرية ليست وحدها هي المسئولة عن تكون هذه المنخفضات، وإنما هناك عدة عومل جيولوجية وجيومورفولوجية، مثل الحركات الأرضية، وفعل المياه الجارية، وأخيرا استمرار فعل العمليات الريحية في الوقت الحاضر.*(النقاش والصحاف، ١٩٩٠، ص ٢٦٤)* *(شرف، الجغرافيا الطبيعية، ص ٢٤٥)*.

ثانيا- البري أو السحج Abration .

وهي عملية تؤدي إلى بري الصخور وتشكيلها بأشكال غريبة نتيجة احتكاكها وصفها بحبات الرمل التي تحملها الرياح، وان هذه العملية تكون على أشدها على ارتفاع قليل من سطح الأرض (اقل من متر واحد) إذ يكون تركيز الرمال في الرياح أعلى ما يمكن، وتكون النتيجة ما يسمى بالنحر السفلي، وتوجد عدة مظاهر حتية لهذه العملية وهي :

١- اشكال متنوعة ناتجة عن عملية التقويض Undercutting.

عند وجود طبقات صخرية صلبة متعاقبة فوق صخور لينة، فان الرياح المحملة بالرمال تعمل على تآكل أو تقويض Undercutting للطبقة الصخرية السفلى بمعدل أسرع من معدل تآكل الطبقة العليا، مما ينتج عنها عدة ظواهر جيومورفولوجية متنوعة تمثل المظهر العام لسطح الصحراء، فبواسطة فعل احتكاك الرياح بالصخور تتسع جوانب الأودية الصحراوية وفي مراحل متعاقبة قد تتكون كل من الموائد الصخرية Mesa ، والأعمدة الصحراوية أو قصور البنات Buttee ، أو صخور عش الغراب أو موائد الشيطان، وتنتشر في ولاية يوتان بالولايات المتحدة الأمريكية ظواهر جيومورفولوجية مختلفة من الموائد الصخرية والأعمدة الصحراوية التي نتجت بفعل احتكاك الرياح المحملة بالرمال في الصخور اللينة ونحتها وبالتالي بقاء الصخور الصلبة على شكل أعمدة ومصاطب صخرية *(النقاش والصحاف، ١٩٩٠، ص ٢٦٧)*(Small, The study of Land forms. Pp 303 - 308). ونتيجة لاحتكاك الرياح في الصخور السفلى اللينة تظهر تجويفات جانبية عظمى في الصخور، وتبعا لاستمرار تآكل الصخور اللينة تبقى أجزاء من الصخور الصلبة العلوية على شكل رأس المطرقة.*(ابو العينين، كوكب الأرض، ص ٣٦٧)* إن هذه الكتل الصلبة المسطحة والتي ترتكز على صخور لينة أسفلها تدعى بالشواهد الصحراوية Zeugen وتبرز عادة فوق السطح العام بنحو ٣٠ متر.*(جودة معالم سطح الأرض، ص ٤١٣)*.

٢- الوجه ريحيات Ventifacts .

وهي عبارة عن حصى لـه أشكال متنوعة وأسطح منحوتة مصقولة بفعل الرياح، وتعتمد أنواعها على اتجاه الرياح هل هي ثابتة أم متغيرة الاتجاه، فإذا كانت ثابتة الاتجاه طول العام فإنها تعمل على شطف الحصى المعرض لها من جانب واحد فيتكون للحصى وجه عريض منحدر نحو الاتجاه الذي تهب منه الريح، أما إذا كانت الريح متغيرة الاتجاه مع تغير الفصول فانه يتكون لدينا وجه ريحيات ثنائية الأوجه Zweikanter ، أو ثلاثية الأوجه Dreikanter ، بسبب تعرض الحصى إلى الانقلاب ويحدث لها ما حدث للجانب الأول ويشطف هو الآخر، وهكذا تتقابل الأسطح المكشوطة في حروف حادة يتوقف عددها على عدد الجوانب التي تتعرض لفعل الرياح.(Small, The study of Land forms. Pp 303 - 301)

٣- كهوف الرياح Wind Caves .

تبعا لاختلاف التركيب الصخري في الطبقات التي تتعرض لفعل احتكاك الرياح المحملة بالرمال، فلا يتساوى مدى فعل الرياح على طول كل جزء من أسطح الصخور، تتجوف وتتعمق الأجزاء الرخوة اللينة من الصخور وتبدو على شكل حفر أو ثقوب جوفية في الصخور بينما تبقى أجزاء الصخر الصلبة على شكل فواصل وأعمدة تفصل بين هذه التجويفات وتعرف هذه الظاهرة باسم ثقوب أو كهوف الرياح. *(أبو العينين، كوكب الأرض، ص ٣٦٨)* و *(أبو العينين، أصول الجيومورفولوجيا، ص ٦٢٢)*. وهي كهوف تتكون في جوانب الجبال المكونة من طبقات صخرية متباينة الصلابة، وتتكون هذه الكهوف بصفة خاصة في الجانب المواجه لهبوب الرياح السائدة، وتساعد التجوية والتعرية المائية على توسيعها.*(شرف، الجغرافيا الطبيعية، ص ٢٤٤)* ومن أجمل الأمثلة على ذلك هي ثقوب أو كهوف الرياح التي تتكون في الصخور الرملية عند رأس الدب بالصحراء الشرقية قرب خليج السويس *(أبو العينين، أصول الجيومورفولوجيا، ص ٦٢٢)*.

٤- تضاريس الياردنج.

وهي عبارة عن قنوات غائرة طويلة متوازية تقريبا، وذات جوانب شديدة

الانحدار، ويبلغ عمقها أكثر من متر واحد، وعرضها حوالي المتر أو أكثر، وفيما بين القنوات تبرز الأرض في شكل عروق أو ظلوع، وتبدو الأرض في مظهر مضرس يصعب اجتيازه وتنتشر عند هوامش الأراضي الفيضية الواسعة في الأحواض الصحراوية المغلقة التي تنتشر فيها مساحات كبيرة من الطفل والطين الملحي والتي تعرف باسم البلايا Playas في أمريكا اللاتينية، والسبخات في الصحراء الكبرى، وعندما تجف تلك الرواسب وتتصلب في جهات تسودها رياح منتظمة الاتجاه تتحول إلى هذا النوع من التضاريس الصحراوية. *(جودة، معالم سطح الأرض، ص ٤١٤)* وتنتشر مثل هذه الظاهرة كذلك في صحاري وسط آسيا وتركمستان،كما تظهر فوق معظم منحدرات المناطق الصحراوية الجبلية في منطقة امتامفونا في جنوب ناتال الواقعة في جنوب أفريقيا. *(أبو العينين، كوكب الأرض، ص ٣٦٧)*.

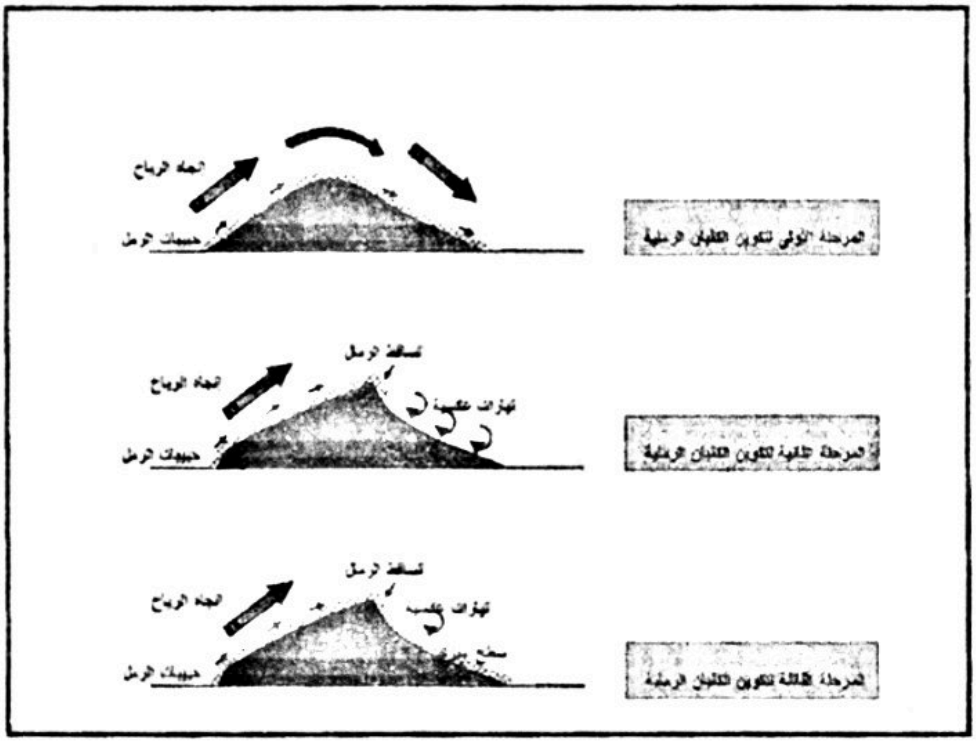
٥- الجبال المنفردة Inselberge .

وهي تلال قبابية أو مدببة ذات سفوح شديدة الانحدار تتكون بفعل إزالة الجزء الأكبر من السطح الصخري بفعل النحت الهوائي *(الفرحان وأبو سمور، ١٩٩٠، ص ١٧٢)* إذ تستطيع الرياح إن تنحت الصخور اللينة التي يتألف منها سطح الصحاري فتعمل على تخفيضه، ولا يبقى منه بارزا سوى الكتل الصخرية الصلبة مكونة ما يعرف بالجبال المنفردة التي تبدو بارزة في وسط محيط من الأرض المنخفضة، وهي شائعة الوجود في جنوب أفريقيا، وفي أجزاء من الصحراء الكبرى في الجزائر، وليبيا، وشمال غرب نيجيريا. *(جودة، معالم سطح الأرض، ص ٤١٣)*.

الأشكال الأرضية الترسيبية للرياح.

عندما تهدأ الرياح آو تتوقف تقل الطاقة المتاحة للنقل وتنخفض قدرتها على حمل الفتات الصخري، عندئذ تبدأ الرمال بالترسيب، وعندما يعترض الرياح المتحركة عائق مثل الغطاء النباتي أو الصخور المبعثرة فان الرياح تندفع حولها أو فوقها تاركة ظلالها خلف الحاجز، كما إن النطاق الضيق للرياح يصبح هادئا في جبهة الحاجز مما يساعد على تحرك الفتات الرملي مع الرياح القادمة وترسيبها في ظل تلك الرياح. إن استمرار تراكم هذه الرمال يصبح عائقا إضافيا مهما للرياح،

ومصيدة فاعلة بالنسبة للترسبات الرملية الأخرى بحيث تؤدي إلى تكوين مظاهر أرضية مختلفة مثل الظلال الرملية أو الحافات المنخفضة أو الروابي التي تنمو بمرور الزمن متحولة إلى كثبان رملية، انظر المخطط (٢٢).



مخطط (٢٢) مراحل تكون الكثبان الرملية

وان هذه الكثبان ليست أكواما عشوائية من الرواسب الرملية بالرغم من إنها في أحوال كثيرة تكون معقدة، فهي تراكمات تتخذ عادة أنظمة ثابتة أما طولية أو مستعرضة *(الدراجي، ١٩٩٩، ص ٨٠)*. وفي ما يلي شرح مفصل لهذه الأشكال الترسيبية المختلفة :

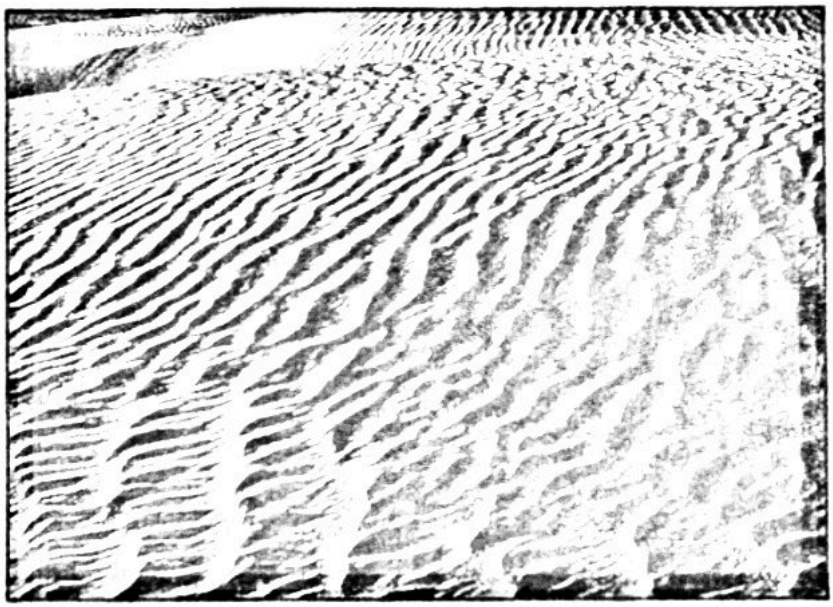
١ - الأشكال الرملية الصغرى.

وهي رواسب ذات أهمية محدودة وتنتشر على نطاق ضيق وتتمثل في بعض التموجات الصغيرة Ripples Mark أو الحافات التي تظهر بين حين وآخر على سطوح

الرواسب الرملية التي تنبسط على الأرض انظر الصورة (٢٧) (*صفي الدين، ١٩٧١، ص ٢٨٤*).

٢ - الحافات الرملية.

إن الحافات الرملية تشبه التموجات الرملية تماما، إلا إن طول موجاتها وارتفاعات هذه الموجات أعظم بكثير من التموجات الرملية. وتنشأ هذه الحافات عادة عندما تتألف الرمال الذارية من خليط من حبيبات دقيقة وأخرى كبيرة الحجم، ففي هذه الحالة تزال الحبيبات الناعمة بسرعة من قاعدة الجانب المقابل لاتجاه الريح فتبرز من تحتها الحبيبات الكبيرة الحجم التي لا تستطيع الرياح من رفعها ولكنها تتحرك زحفا بفعل ضربات الحبيبات القافزة المقبلة مع الريح، وهكذا تنمو الحافات رأسيا حتى ليبلغ طول الموجه في بعض الحافات عشرون مترا، وارتفاعها ستون سنتمترا. هذا وتوجد التموجات والحافات في خطوط تزين أسطح الكثبان الرملية بحيث يكون امتدادها عرضيا أي عموديا على اتجاه الرياح، فالجوانب اللطيفة الانحدار من هذه الأشكال تشير دائما إلى الاتجاه الذي أقبلت منه الريح لآخر مرة بينما تقع الجوانب الشديدة الانحدار دائما في منصرف الريح. (*البحيري، أشكال سطح الأرض، ص ص ٢٦٧ - ٢٦٨*).



صورة (٢٧) التموجات الرملية الصغيرة.

٣ - الظلال الرملية وسفي الرمال.

وهي عبارة عن تجمعات رملية تتكون مباشرة نتيجة وجود عائق ثابت في مسار الرياح المحملة بالرمال، وقد يكون هذا العائق حصاه أو كتلة من الصخر أو شجرة، ويتوقف وجود الظلال الرملية والسفي على بقاء العائق في مكانه انظر الصورة (٢٨). أما سفي الرمال فيتكون عادة على منحدرات التلال المواجهة للرياح التي تجعل الرياح تتحرك إلى أعلى، وعندما تقل سرعة الرياح تقوم بترسيب ما تحمله من رمال، وفي بعض الأماكن التي تكون فيها الرياح شديدة لا تترسب إلا كميات ضئيلة من حمولتها في الأجزاء السفلى من المنحدرات حيث يصبح الترسيب مركزا في أعلى المنحدر، ومن الأمثلة الرائعة لهذا النوع من السفي هو جبل الغرة غرب أسوان في مصر. *(النقاش والصحاف، ١٩٩٠، ٢٣٨)*.

صورة (٢٨) تكون الظلال الرملية.

٤ - السهول الرملية المنبسطة.

وقد أطلق على هذه السهول باجنولد اسم فرشاة الرمال(Sand Sheets)، وتتميز هذه السهول باستوائها وعدم تضرسها على الإطلاق باستثناء بعض

التجعدات والتموجات التي تظهر فوق رواسب الرمال، ومن اشهر الأمثلة على هذه النوع من السهول سهل سليمة بالصحراء الليبية الذي تبلغ مساحته أكثر من ثلاثة آلاف ميل مربع وهو عبارة عن سهل مستوي يمتد لمدى البصر دون وجود أي ظاهرة تضاريسية موجبة إلا بعض الكثبان المنخفضة، ويتراوح سمك الرمال المتراكمة فوق هذا السهل مابين (٧- ١٥) قدما وهي ترتكز فوق الصخور الأصلية مباشرة. *(صفي الدين، جيومورفولوجية قشرة الأرض، ص ٢٨٦)*.

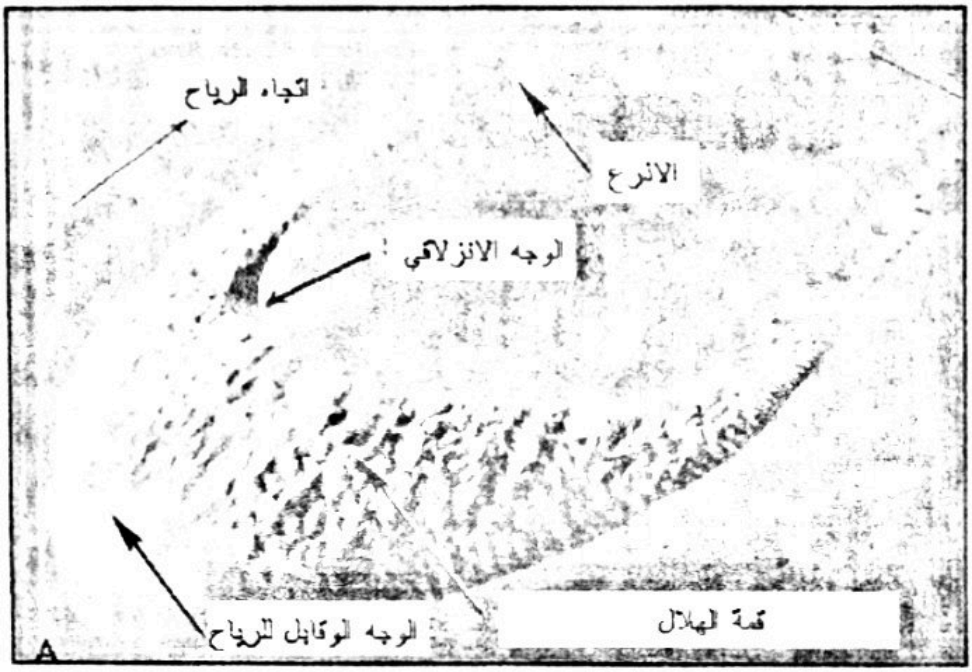
أنواع الكثبان الرملية.

١ - الكثبان الهلالية.

كلمة برخان كلمة تركمانية تستعمل في المناطق الصحراوية لوسط آسيا للإشارة إلى مثل هذا النوع من الكثبان.*(النقاش والصحاف، ١٩٩٠، ص ٢٥٠)* وتتصف هذه الكثبان بأنها تأخذ شكلا هلاليا محدب النهايتين يدل على اتجاه الرياح السائدة، إذ تكُون الجهة غير المقابلة للرياح وجها انزلا قيا بزاوية مقدارها (٣٤) درجة، تتساقط عنده دقائق الرمال عند وصولها إلى قمة الهلال (crest) وتمتاز بتناقص انحدارات الجهة المقابلة للرياح إذ تكون شدة الانحدار فيها تتراوح بين (٦-١٧) درجة انظر الصورة (٢٩). وتشكل صفوف متوازية ومتعامدة مع اتجاه الرياح، *(المالكي، ١٩٩٥، ص ٣) انظر الصورة (٣٠)* ويشترط في تكون هذا النوع من الكثبان هبوب رياح منتظمة ثابتة في اتجاه واحد طول الوقت أو معظمة. مع كميات محددة من الرمال، وقلة في الغطاء النباتي، مع سطح صلب منبسط نسبيا *يتراوح* حجم هذه الكثبان من الحجم المتوسط إلى الكثبان الهلالية الكبيرة التي يصل ارتفاعها إلى (٣٠ متر)، بينما أكثر امتداد بين طرفي الكثيب تصل إلى (٢٠٠م)، وعندما يكون اتجاه الرياح ثابت تقريبا فان شكل الهلال يكون متماثل تقريبا. ومع ذلك عندما يكون اتجاه الرياح ليس ثابت الاتجاه تماما فان أحد طرفي الهلال يصبح أطول مقارنة مع الطرف الآخر، وفي معظم الحالات يتراوح عرض هذه الكثبان بين(٤٠-٧٠) مترا وقد يصل عرضها أحيانا إلى ١٥٠ متر أو أكثر.

٢ - الكثبان الرملية المستعرضة.

تشكل الكثبان الرملية المستعرضة سلاسل من الحافات الطولية المنفصلة بواسطة منخفضات، وتمتد بشكل زاوية قائمة بالنسبة لاتجاه الرياح السائدة انظر المخطط (٢٣). وتتكون أينما يكون الغطاء النباتي قليل أو متناثر، مع كميات وفيرة من الرمال، العديد من الكثبان الرملية الساحلية تأخذ هذا الشكل، إضافة إلى ذلك فهي شائعة في العديد من الأقاليم الجافة، وأحيانا وعندما توجد امتدادات واسعة من الأمواج الرملية يطلق عليها - بحر الرمال (Lutgens & Tarbuck pp, 174- 175.) وتنمو هذه الكثبان عندما يتغير اتجاه الرياح بصورة موسمية إلى اتجاه عمودي على الاتجاه الأصلي، وهذا ما يحدث في تكوين الكثبان الرملية في العراق من هذا النوع إذ تتقاطع الرياح الشمالية الغربية مع الرياح الجنوبية الشرقية.



صورة (٢٩) الأجزاء الرئيسية للكثيب الهلالي.

٣- الكثبان الطولية.

تبدأ هذه الكثبان دورة حياتها حسب اعتقاد باجنولد بكثبان هلالية، فالكثيب الهلالي عندما يتعرض في بعض الأحيان لرياح جانبية تتقاطع مع الاتجاه العام للرياح الدائمة فان احد جوانبه يستطيل أكثر من الجانب الآخر، ولكن سرعان ما تستقر الرياح الدائمة من جديد فيقترب الكثيب مرة أخرى من شكله الأصلي، ولكن مع هذا يبقى أحد الجانبين أكثر استطالة من الجانب الآخر، فإذا ما تكرر هبوب الرياح الجانبية استمر هذا الجانب في النمو والاستطالة، ويتكون له في نفس الوقت شكل آخر يشبه شكل الكثيب الأصلي بعد إن انحرف في اتجاه الرياح الجانبية، فإذا ما استطال جانب هذا الكثيب الجديد بدوره بفعل الرياح الجانبية تمدد في اتجاهها على نحو يشبه ما حدث أول الأمر وهكذا تتكون حافات رملية مؤلفة من عدد من القمم، اتجاهها العام يوازي اتجاه الرياح الدائمة، يبلغ طول الحافة عشرات الكيلومترات، ولا يتجاوز عرضها بضع عشرات من الأمتار وارتفاعها (١٠٠متر) *(البحيري، أشكال سطح الأرض، ص ٢٧٤)* وتتصف هذه الكثبان بان المسافات التي تفصل بين الواحد والآخر منها والتي تصل إلى أكثر من ثلاث كيلومترات تكاد تكون خالية تماما من الرمال، ويعزي ذلك إلى تولد دوامات هوائية بين هذه الكثبان نتيجة نمو الكثبان الطولية الموجودة على جانب المساحة الفاصلة *(النقاش والصحاف، ١٩٩٠، ص ٢٥٣)*.ويعرف هذا النوع من الكثبان الرملية الطولية باسم الغرود انظر المخطط (٢٤)، ومن اشهرها غرد أبو المحاريق بصحراء مصر الغربية والذي يمتز لمسافة (٥٠) كم ويتقدم جنوبا بمعدل (١٠) أمتار سنويا انظر الصورة (٣١) *(صفي الدين، جيومورفولوجية قشرة الأرض، ص ٢٨٥)*.

٤- الكثبان القوسية.

تتكون الكثبان القوسية عندما يتم تثبيت جزئي للرمال بواسطة النباتات، ويكون شكلها يشبه الكثبان الهلالية، ما عدى امتداد اذرع الكثيب إلى اتجاه الرياح وينتشر هذا النوع من الكثبان على طول السواحل عندما تكون الرياح قوية مع وجود رمال غزيرة.(Lutgens& Tarbuck, p , 175).

٥ - الكثبان القببية.

تنشأ هذه الكثبان نتيجة للتعرية الريحية الشديدة للرمال المتراكمة مما يودي إلى انخفاض الكثيب واتخاذه شكل القبة.

١٠ - الكثبان النجمية.

تنشا نتيجة تعرض الكثبان الرملية لرياح ذات اتجاهات مختلفة، وتمتاز بقمة عالية في الوسط ينحدر منها أكثر من ثلاثة اذرع ممتدة انظر الصورة (٣٢).(*المالكي، ١٩٩٥، ص ٤*).

صورة (٣٢) الكثبان النجمية في صحراء ناميبيا.

بحار الرمال sand seas.

وهي عبارة عن مساحات شاسعة تغطيها تراكمات رملية مختلفة الأشكال، فقد تتمثل فيها جميع الإشكال الأرضية التي تم ذكرها *(شرف، الجغرافيا الطبيعية، ص ٢٥٣)* وتصل مساحتها إلى آلاف الكيلومترات المربعة، ويطلق عليها أيضا باسم الصحاري الرملية أو العرق Erg، ومن اشهرها بحر الرمال الكبير الذي يغطي الجزء الجنوبي الغربي للصحراء الغربية المصرية، والعرق الغربي الكبير الممتد على مسافات شاسعة في غرب الجزائر على حدودها مع المغرب، وكذلك بحر الرمال في شبه الجزيرة العربية.*(النقاش والصحاف، ١٩٩٠، ص ص ٢٦٠ – ٢٦١)*.

ظهور الحيتان whalebacks .

وهي عبارة عن حافات من التكوينات الرملية، وتتميز بتسطح قممها، وتمتد موازية لاتجاه الرياح السائدة، والاختلاف الرئيسي بينها وبين الكثبان الطولية، هو إن سطح سلسلة الكثبان الرملية الطولية يبدو مدببا حادا ولا يتميز بتسطحه على الإطلاق، *بينما هي تكون مسطحة (صفي الدين، جيومورفولوجية قشرة الأرض، ص ٢٨٦)* كما إن ظهور الحيتان تعد أشكال ميتة عديمة الحركة، على النقيض من الكثبان الهلالية الطولية المتحركة *(البحيري أشكال الأرض، ص ٢٧٥)* ويبلغ طولها حوالي (١٥٠) كم، وعرضها يبلغ حوالي (3) كم، وارتفاعه حوالي (١٥) متر، ويوجد أوضح الأمثلة على وجود هذا النوع من التراكمات الرملية في صحراء مصر الغربية ضمن بحر الرمال العظيم الممتد على طول الحدود المصرية الليبية.*(شرف، الجغرافيا الطبيعية، ص ٢٥٣)*.

ثانيا: رواسب اللويس.

هي رواسب ريحية تتكون من جسيمات دقيقة من الغبار الذي تحمله الرياح على هيئة حمولة عالقة أثناء هبوبها وتذريتها للمناطق الصحراوية، إن هذه الحبيبات تبقى معلقة في الهواء حتى تصل إلى مناطق ذات رطوبة كافية فتسقط نتيجة لفعل الأمطار والجاذبية الأرضية في المناطق المحيطة بالمناطق الصحراوية، أن هذه الرواسب تتكون من حبيبات دقيقة بنية اللون فاتحة أو مصفرة، وأحيانا رمادية، ومن السهل

تفتيتها وسحقها بين الأصابع، وملمسها ناعم، وعدم وجود علامات التطبق فيها، وتوجد فيها فجوات عديدة أنبوبية الشكل اتجاهها السائد هو الاتجاه العمودي على سطح الأرض. *(النقاش والصحاف، ١٩٩٠، ١٩٩٠، ص ٢٩٣)* وتتألف هذه الرواسب معدنيا من الكوارتز بنسبة (٦٠٪-٧٠٪) ومن كاربونات الكالسيوم بنسبة (١٠٪-٣٠٪) ومن الفلدسبار(١٠ ٪ -٢٠٪) والميكا ومن معادن ثقيلة كالكرانايت، والابيدوت، والهورنبلد *(جودة، معالم سطح الأرض،ص ٤٢١)*.

يشير توزيع رواسب اللويس بان هناك نوعين من المصادر الأولية لهذه الرواسب، وهي الرواسب الصحراوية، والرواسب الجليدية. أن السمك والامتداد الواسع لرواسب اللويس في العالم يوجد في شمال وغرب الصين، إذ تتراكم على عمق يصل إلى (٣٠) متر، وباستثناء بعض المناطق التي تم قياسها والتي لا يتعدى سمكها أكثر من (١٠٠) متر، هذه الرواسب ذات اللون الأصفر البرتقالي تعطي إلى النهر الأصفر (هوانج هو) والبحر الأصفر المتاخم لها نفس الاسم، وتشغل هذه الرواسب في الصين بحدود (٨٠٠٠٠٠) كم٢، من الحوض الصحراوي الواسع في وسط أسيا.

وفي الولايات المتحدة فان لرواسب اللويس أهمية في عدة مناطق والتي تتضمن جنوب داكوتا، بنراسكا، أيوا، ميسوري، الينوى وكذلك قسم من هضبة كولومبيا في شمال غرب الباسفيك أن العلاقة بين توزيع رواسب اللويس وأقاليم الزراعة المهمة في الغرب الأوسط وشرق واشنطن ليس بالضبط مصادفة، وإنما بسبب اشتقاق التربة من تلك الرواسب الريحية المترسبة في وسط أكثر خصوبة في العالم

وبخلاف الرواسب في الصين فان رواسب اللويس في الولايات المتحدة وكذلك في أوربا نتجت بصورة غير مباشرة من الجليد، فأثناء الانسحاب في العصر الجليدي فان العديد من وديان الأنهار امتلأت بالرواسب التي كانت قد جهزت بواسطة الماء الذائب من الجليد. اندفاع الرياح الغربية بقوة قاطعة السهل الفيضي رفعت الرواسب الناعمة ورسبتها على شكل طبقة رقيقة في الجانب الشرقي من الوادي. *(Lutgens &.Tarbuck, p, 175 .)* وبالإضافة إلى تواجد هذه الرواسب في شمال الصين ووسط السهول العظمى في الولايات المتحدة الأمريكية فإنها تنتشر