الرياح ودورها الجيومورفولوجي في الاقاليم الجافة (الصحاري):

كانت الأقاليم الصحراوية حتى عهد ليس ببعيد، مناطق مجهولة مغلقة أمام جمهرة العلماء والمستكشفين، كما كان يكتنفها شيء كبير من الغموض ولم يرتدها في ذلك الوقت إلا بعض المغامرين والمخاطرين، ظلت على هذا النحو حقبة طويلة ثم أخذت أنظار العلماء بعد ذلك تتجه إليها، وأصبحت تلقى من اهتمامهم قدراً كبيراً وخصوصاً أن بعض الجيومورفولوجيين والجيولوجيين كانوا على يقين من أن هناك من الفوارق بين الأقاليم الجافة والرطبة، ما يستوجب دراسة هذه المناطق دراسة علمية دقيقة، هذا فضلاً عن أن الأقاليم الجافة تشغل مساحة كبيرة من سطح الأرض تقترب من ٣٠% من جملة مساحته. وقد أسهم في نزع ستر الغموض عن هذه الأقاليم عدد كبير من العلماء نذكر منها بعض العلماء الإنجليز أمثال "باجنولد "، و"جون بول "، و"وليام فريزر هيوم "، و"بيدنل ". وقد اهتموا جميعاً بدراسة المظاهر الجيومورفية التي تظهر بالصحاري المصرية. كما ساهم في هذا المضمار عدد آخر من العلماء الألمان أمثال "فالتر " و"بسارجة " وبعض الفرنسيين أمثال "جوتييه ". كما لاقت دراسة المناطق الصحراوية إقبالاً كبيراً من بعض العلماء الأمريكيين المعاصرين أمثال "برايان كيرك " و"بلاكويلدر " و"ملتون "، و"بيركي " و"موريس " (والأخيران درسا صحراء منغوليا) . . . وغيرهم كثير. ويعتقد الأستاذ الأمريكي "بريستون جيمس " أن المناطق الصحراوية تكاد لا تخلو منها قارة من القارات، وتتشابه كل هذه المناطق فيما بينها تشابهاً عاماً في خصائصها المناخية والنباتية. ولكننا نجد أن المناطق الصحراوية رغم هذا التشابه لا تظهر بصورة واحدة في كل جهات توزعها إنما تختلف وتتباين من جهة إلى أخرى. وتظهر هذه الاختلافات أقوى ما تكون في النواحي التضاريسية. ومن أهم الخصائص التي تتميز بها المناطق الصحراوية، قلة الرطوبة وندرتها، وعلى الرغم من توافر عامل الحرارة، إلا أن لقلة الأمطار أثراً كبيراً في إعطائها ذلك المظهر القاحل الذي تتميز به. ولكن هذا لا يعني أن الصحاري خالية تماماً من المطر، إذ إن الأمطار تتساقط على مدى فترات متباعدة ولا تكاد تتبع نظاماً معيناً في سقوطها، وإن سقطت الأمطار فهي تتساقط بصورة فجائية على شكل سيول جارفة. ولهذا نجد نوعان من الشذوذ في هذه الأقاليم، فهي على الرغم من جفافها، يمكن أن توصف بأنها من أكثر جهات العالم تعرضاً لأخطار الفيضانات. وهنالك في الواقع عدة أسباب لهذه الظاهرة الشاذة نذكر منها:

(أ) أن سيادة ظروف الجفاف في هذه المناطق، غالباً ما تؤدي إلى عدم اتخاذ الحذر والحيطة من هذه السيول الجارفة التي عادة ما تعقب سقوط الأمطار الفجائية.

(ب) عدم وجود غطاء نباتي، يعمل على تماسك التربة ويقلل من احتمال جرفها بواسطة مياه الأمطار، هذا فضلاً عن أن جفاف التربة يجعلها سهلة التفتت والانجراف.

(ج) غالباً ما لا يراعي في بناء المساكن، من حيث الطرق المستخدمة في عملية البناء، ومن حيث مواد البناء ذاتها، احتمال تعرض هذه المساكن لفعل السيول الجارفة.

وعلى هذا يمكن القول بأن المناطق الصحراوية ليست خالية تماماً من الأمطار كما قد يتصور البعض إلا إذا استثنينا بعض أجزاء من الصحراء الليبية، ومن صحراء أتاكاما

بأمريكا الجنوبية. فقد بلغ متوسط المطر السنوي في مدينة إيكيكي بشيلي (في صحراء أتاكاما) على مدى ٣٥ عاماً نحو ٠,٠٥% من البوصة. كما أن مدينة كالاما التي تقع في منطقة واحدة من منطقة أكثر قحولة في صحراء أتاكاما، قد مرت عليها فترة ١٣ سنة دون أن تقع عليها نقطة واحدة من مياه الأمطار. ولكن المهم أن القانون السائد في المناطق الصحراوية هو أن سقوط الأمطار فيها يتميز بالفجائية وعدم الانتظام. ولابد أن نتوقع أيضاً، أن المناطق المرتفعة من الصحاري تتلقى كميات من الأمطار أكبر بكثير من تلك التي تتساقط على المناطق الحوضية المنخفضة، وتظهر هذه الحقيقة في كثير من المرتفعات والهضاب الصحراوية كهضبة نجد في الجزيرة العربية، ومرتفعات تيبستي وتاسيلي بالصحراء الكبرى. أما من حيث درجة الحرارة، فنجد أنه نظراً لوقوع معظم المناطق الصحراوية بين المدارين، تمتاز درجة الحرارة بعظم ارتفاعها، ولهذا كانت أعلى درجة حرارة سجلت في العالم في منطقة دث فالي بكاليفورنيا، إذ بلغت درجة الحرارة في هذه المنطقة ٥٦,٧ م°. وقد اكتشف علماء المناخ بعد ذلك أن قرية عزيزية (جنوب مدينة طرابلس بحوالي ٢٥ ميلاً) هي التي ضربت الرقم القياسي في ارتفاع درجة الحرارة، إذا وصلت درجة الحرارة فيها إلى ٥٨ م°. ويمكن القول بصورة عامة بأن معظم المناطق الصحراوية الواقعة في العروض السفلى تزيد فيها درجة الحرارة العظمى على ٣٨ م°. وللنظام اليومي للحرارة في الأقاليم الصحراوية، أثر فعال على كثير من النواحي الطبيعية الأخرى، إذ كثيراً ما تنخفض درجة الحرارة أثناء الليل دون نقطة التجمد. ولاشك في أن تتابع الحرارة والبرودة له أثر مباشر على تفكيك الصخر، إذ يؤدي إلى تمدد الصخر ثم انكماشه انكماشا فجائياً. وعلى هذا النحو يتم تفكي الصخر تفكيكاً ميكانيكياً. والمناطق الصحراوية على العكس مما قد نتصور تنمو بها حياة نباتية، وحتى في الجهات التي تنتشر فيها كثبان الرمال، كثيراً ما تنمو بعض النباتات في التجويفات التي توجد بين الكثبان. وقد سلحت النباتات التي تنمو في الأقاليم الصحراوية بوسائل عديدة تمكنها من مقاومة ظروف الجفاف، فهي إما نباتات حولية يتوقف نموها تماماً إبان فصل الجفاف الطويل ولكنها سرعان ما تزدهر عقب الأمطار الفجائية، أو نباتات مستديمة تتحمل الجفاف وتبدو وكأنها متوقفة عن النمو في فصل الجفاف، كما أن هنالك نباتات أخرى لها القدرة على اختزان المياه في سوقها، وقد تختفي منها الأوراق تماماً، أو تتحور إلى أشواك تقلل من عملية النتح وتقيها في نفس الوقت هجمات الحيوانات العطشى. ونبات الصبار خير مثل لهذا النوع.

وتمتاز النباتات الصحراوية على اختلاف أنواعها بعظم تكوينها الجذري، إذ تمتد جذورها أفقياً ورأسياً لمسافات كبيرة، لكي تكتسب من التربة أكبر قدر من الرطوبة، ولكي تصل إلى مستوى المياه الباطنية، ولذا تنمو متباعدة، ويعتبر هذا التباعد وسيلة أخرى من وسائل التأقلم مع ظروف الجفاف، إذ يعطي كل نبات مساحة واسعة من الأرض يستطيع أن يمتص منها الرطوبة سواء من سطح الأرض أو من جوفها.

بعض الخصائص الجيومورفية للمناطق الصحراوية:

١- تتميز معظم المناطق الصحراوية بأنها ذات تصريف مائي داخلي، إذ أن مياه المجاري المائية التي تشق طريقها في مناطق صحراوية، نادراً ما تصل إلى البحار المفتوحة أو المحيطات، ويمكننا أن نستثني من هذا بعض الأنظمة النهرية التي تخترق مجاريها الدنيا مناطق صحراوية ولكنها تنبع من أقاليم غزيرة الأمطار، كنهر النيل، ونهر كولورادو، ونهر السند، ونهر لوا في شيلي. وتكاد تتشابه كل هذه الأنهار في أنها تخترق مناطق صحراوية في مجاريها الدنيا التي ينعدم اتصالها بروافد ذات شأن، فنهر النيل مثلا لا يتصل برافد من أي نوع وذلك لمسافة تزيد على ١٢٠٠ ميل من مجراه الأدنى، كما لا تتميز كميات المياه التي تحملها مجاري هذه الأنهار، بتناقصها التدريجي كلما قاربت المصب مما يجعلها ترسب معظم حمولتها من الطمي والحصى والرمال. ولا يمثل سطح البحر في المناطق الصحراوية ذات التصريف المائي الداخلي، الحد الأدنى لتخفيض سطح الأرض، إذ كثيراً ما يرتفع مستوى القاعدة في مثل هذه المناطق فوق مستوى سطح البحر، وذلك إذا ما تعرضت المناطق الحوضية الداخلية منها للامتلاء بالرواسب، وحتى في المناطق الصحراوية التي تخترقها مجار مائية تنتهي إلى البحار المفتوحة كنهر النيل، ونهر كولورادو، لا يمثل مستوى البحر الحد الأدنى للنحت إلا في أشرطة محدودة على طول مجاري الأنهار أو بالقرب من سواحل البحار.

٢- يمكن القول بصورة عامة بان عمليات التجوية الميكانيكية في الأقاليم الجافة أكثر أهمية من عمليات التجوية الكيمائية، ويظهر هذا في وجود أكوام هائلة من الفتات الصخري بالقرب من قواعد الهضاب، وعلى سفوحها وعلى طول جوانب الأودية، وهذا ما لا نجده إطلاقاً في الأقاليم الرطبة، إذ إن هناك من الأدلة، ما يؤيد مساهمة هذه العمليات فيما يعرف بتقشر الصخور في هذه المناطق. فقد لاحظ "ديفز" أن الجلاميد شبه الكروية التي يكثر وجودها في المناطق الصخرية التي تتكون من صخور جرانيتية، تكونت في واقع الأمر بفعل عمليات التحلل الكيماوي، ولم تساهم ظاهرة تتابع الحرارة والبرودة إلا مساهمة جزئية في ظهورها على هذا الشكل شبه الكروي. وتبدأ عملية تفكيك الصخور الجرانيتية على هذا النحو، بتسرب مياه الأمطار الفجائية في الصخور خلال الشقوق والمفاصل التي تكثر بها، وتعمل هذه المياه على تقسيم الكتلة الصخرية الجرانيتية إلى كتل صغيرة متجاورة، وتتأثر بعد ذلك كل كتلة على حدة بالتغيرات الحرارية اليومية، ولابد أن تؤدي عملية تسخن الصخر وتبريده إلى تقشر سطحه ثم تساقط قشوره الواحدة تلو الأخرى إلى أن تتخذ الكتل الصغيرة المتجاورة الشكل الكروي الآنف الذكر. فكأن عملية التجوية الكيماوية تمثل في الحقيقة الخطوة الأولى التي يتم بها تفكيك الصخور الجرانيتية في المناطق الصحراوية إلى جلاميد شبه كروية وعلى أننا يمكن أن نقرر بصورة عامة، بأن عمليات التجوية الكيماوية تلعب في الواقع دوراً ثانوياً في تفكيك الصخور بالمناطق الصحراوية.

ولا تظهر المناطق الصحراوية كلها من الناحية التضاريسية على صورة واحدة بل تختلف من مكان إلى آخر، فقد تظهر على شكل هضاب منبسطة تفصلها عن بعضها البعض اودية جافة فارغة، أو قد تبدو على شكل أحواض واطئة تحيط بها حواجز جبلية مرتفعة.

أنواع التضاريس الصحراوية :

صحاري الحماده والأرج (أو العرج):

وتتكون من هضاب صخرية متوسطة الارتفاع هي التي تعرف بالحمادات، وتنحصر بين هذه الهضاب الصخرية أحواض منخفضة مليئة بالرمال تعرف بأحواض العرج التي تنتشر فيها على شكل كثبان. وللتكوينات الجيولوجية التي تتكون منها الحمادات آثار كبيرة على شكل التضاريس، وخصوصاً إذا كانت هذه الهضاب تتألف من صخور رسوبية طباقية تتفاوت في صلابتها وبالتالي في درجة مقاومتها لعوامل النحت، إذ سرعان ما تنحت التكوينات اللينة، وتبقى التكوينات الصلبة على هيئة حافات شديدة الانحدار هي التي تعرف بالكويستات. وقد تتحول الهضاب التي تتكون منها صحاري الحماده إلى تلال قبابية، إذا ما استمرت عوامل النحت الهوائي والمائي تعمل فيها فترة طويلة، فتزيل الطبقات الرسوبية وتظهر الصخور الأساسية الداخلية البلورية (التي تكون في معظم الأحيان الأساس الصخري لمعظم جهات العالم) على هيئة تلال منفردة قبابية، تبدو كجزر وسط محيط هائل من الرمال، ولهذا أطلق عليها بعض الجغرافيين الألمان اسم الجزر الجبلية. وجدير بالذكر، أن الصخور البلورية ليست كلها بدرجة واحدة من الصلابة، فإذا كانت هذه حديثة التكوين، تخلفت عن عملية النحت في صحاري الحماده تلال قبابية، أما إذا كانت قديمة التكوين، فقد تتحول التلال القبابية بدورها بعد تعرضها لعوامل التفكك والنحت إلى مناطق حوضية سرعان ما تمتلئ بالرمال. وتمثل الأودية الجافة التي تقطع هضاب الحماده، مظهراً فزيوغرافياً آخر يميز هذا النوع من الصحاري. وكلمة "وادي" باللغة العربية أصبحت شائعة الاستخدام في كثير من جهات العالم لتدل على المجاري المائية الجافة التي كانت في الماضي ممتلئة بالمياه. أما الأحواض المنخفضة التي تفصل بين هضاب الحماده، وهي التي تعرف بأحواض "العرج" فينتشر بها عدد كبير من الكثبان الرملية الطولية وتكاد تختفي منها المجاري المائية السطحية والبحيرات الصحراوية، ويرجع هذا إلى أن المياه المنحدرة من الهضاب إلى هذه الأحواض، سرعان ما تمتصها الرمال الدقيقة الحبيبات التي تتكون منها الكثبان الرملية.

الصحاري الجبلية الحوضية :

وتتكون من مجموعة من الأحواض المنخفضة التي يعرفها الأسبانيون بأحواض البلسون، ويحيط بكل حوض من هذه الأحواض حاجز جبلي مرتفع، ويتمثل هذا النوع من الصحاري خير تمثيل في بلاد المكسيك وغربي الولايات المتحدة. ومن خصائص هذه الأحواض، أن نمط التصريف المائي فيها هو النمط المركزي. وتتساقط الأمطار في هذا النوع من الصحاري على الحواجز الجبلية المرتفعة، ثم تنحدر مياه الأمطار على سفوح هذه المرتفعات حافرة لنفسها مجاري عميقة، ولابد أن تلقى هذه المجاري المائية بكل

حمولتها من الرواسب عند مخارجها من المنطقة الجبلية، فتبدو هذه الرواسب على شكل مروحة فيضيه، تنتشر عند حضيض المرتفعات، وكثيراً ما تتعدى مياه هذه السيول مناطق المراوح الفيضية، وتنتشر فوق سطح الحوض مكونة ما يشبه البحيرة الضحلة. وكثيراً ما تتبخر مياه هذه البحيرة، تاركة على سطح الأرض طبقة من القشور الملحية هي التي تعرف بالمسطحات القلوية. وقد تتكون في بعض الأحواض الكبيرة بحيرات مستديمة المياه ترتفع بها نسبة الملوحة بدرجة كبيرة، وتعرف في هذه الحالة (بال). والذي يهمنا هو أن معظم البحيرات التي تتكون فوق أحواض البلسون، بحيرات مؤقتة وتعرف كلها، المؤقت منها والمستديم، ببحيرات البلايا. وتمتد على طول أقدام المرتفعات التي تحيط بأحواض البلسون في المناطق الصحراوية، أرض مرتفعة لها انحدار واضح تسمى بسفح الحضيض. وكان بعض الجيومورفولوجيين يعتقد من قبل بأن مثل هذه الأراضي المرتفعة قد تكونت نتيجة تراكم الرواسب المروحية الفيضية عند حضيض المرتفعات، ثم اتصالها ببعضها البعض، فتظهر على شكل سهل له انحدار واضح يمتد على طول حضيض هذه المرتفعات. فهي إذن ذات أصول رسوبية وقد ثبت بعد ذلك خطأ هذا الرأي، إذ إن مثل هذه الأراضي المرتفعة التي تمتد عند أقدام المرتفعات تتألف في واقع الأمر من قسمين: قسم سفلي تكون بفعل الإرساب وهو الذي يعرف بالبهادة، وقسم علوي تكون بفعل عوامل النحت وهو الذي يعرف بال وكثيراً ما تغطي هذا السفح العلوي طبقة رقيقة من الإرسابات الفيضية. وتتميز البهادة السفلية و"البديمنت" التي تعلوها بأن انحدارهما، صوب أحواض البلولسن، انحدار متدرج يتراوح بين نصف درجة وسبع درجات، أما انحدار السفح الجبلي الذي يعلوهما فيتراوح بين (١٥-٦٠) درجة، وكثيراً ما يبدو على شكل جرف رأسي، وعلى هذا يمكن أن تقسم سفوح السلاسل الجبلية التي تنحدر صوب الأحواض الصحراوية إلى ثلاثة أقسام:

(أ) سفح جبلي نفسه ويتميز بشدة انحداره.

(ب) سفح الويتميز بأنه قد تكون بفعل عوامل النحت، وبانه ذو انحدار متدرج نحو البهادة.

(ج) سفح البهادة، وهو ذو أصل رسوبي وينحدر هو الآخر انحدارا متدرجاً صوب أرض البولسن.

وتتكون البهادات الحقيقية كما سبق ذكرها من سلسلة من المراوح الفيضية التي اتصلت واندمجت ببعضها البعض. وتتألف رواسبها من الطمي والزلط أو الجلاميد التي كثيراً ما تنتشر على سطحها. كما يتميز سطح الأرض في مناطق البهادات بقلة تضرسه واستوائه. أما منطقة "البديمنت" فتبدو على شكل مقعر إذا ما نظرنا إليها من منطقة الحوض، وتظهر على طول انحدارها التدريجي المقعر بعض رواسب من الزلط والحصى، تزداد نعومة كلما هبطنا صوب البهادة حتى تختفي تماماً في تكويناتها الفيضية. وكثيراً ما تقطع المجاري المائية المنحدرة من السفح الجبلي، سطح "البديمنت" إلى سفوح صغيرة. وقد تضاربت الآراء بشأن الطريقة التي تكونت بها "البديمنت" فقد ذكر "ماكجي " (١٨٩٧) - الذي كان أول من أشار إلى وجودها بعد دراسته لصحراء سونورا بجنوب غرب ولاية

أريزونا أن مياه السيول التي تنحدر على سفوح المرتفعات، لها قدرة كبيرة على النحت والهدم، وذلك لسرعة تدفقها وما تحمله من أدوات ومعاول للنحت، ويؤدي هذا إلى نحت السفوح وظهورها إلى عمليات النحت الجانبي اليت تقوم بها المجاري المائية المنحدرة على سفوح الجبال في المناطق الصحراوية. ويعتقد "جونسون" أن المناطق الحوضية من الصحاري، التي تحيط بها سلاسل جبلية مرتفعة تتميز بوجود ثلاثة نطاقات مختلفة في مناسيبها:

(أ) نطاق داخلي يضم أراضي البهادة وتسود فيه ظاهرة الإرساب.

(ب) نطاق خارجي يتمشى مع سفوح الجبال وتسود فيه عملية النحت الرأسي اليت تؤدي إلى تعميق مجاري السيول.

(ج) نطاق وسيط بين النطاقين الخارجي والداخلي يضم أراضي البديمنت، وتسود به عملية النحت الجانبي، وتتميز المجاري المائية التي تنحدر عليه بقدرتها الكبيرة على النقل والحمل ولكنها لا ترسب حمولتها إطلاقاً، إلا إذا دخلت النطاق الأسفل أو الداخلي، وهو نطاق البهادة.

أما "ديفز" فيرجع ظاهرة "البديمنت" إلى عملية التجوية الخلفية التي قد تتأثر بها سفوح الجبال في الأقاليم الجافة، ويؤدي هذا إلى تراجع هذه السفوح تراجعاً مطرداً إلى الوراء. وتسهم مع عملية التجوية الخلفية أيضاً مياه السيول التي تفيض على منحدرات الجبال، وتعمل على نحتها وتآكلها (وهي تعرف بالفيضانات الغطائية).

سهول الرق الصحراوية:

وهي عبارة عن سهول واسعة تنبسط على سطح الأرض في المناطق الصحراوية لمسافات كبيرة، وتنتشر فوقها بعض الرواسب من الأحجار والحصى والزلط، أما الرمال فقد أزيلت منها بفعل الرياح، وفي وجود هذه السهول دليل حاسم على أن الرياح قد قامت بعملها في النحت والنقل خير قيام، فلم تبق على سطح الأرض إلا المواد المفككة الكبيرة الأحجام التي لم تقوي على حملها، وكلما ازدادت سرعة الرياح زادت قدرتها على نقل المفتتات الصخرية الكبيرة الأحجام كالزلط والحصى. وكلمة الرق كلمة عربية تعني المناطق المسترقة من الأرض أي التي أزيلت منها الرمال المتراكمة التي تغوص فيها أقدام الجمال، فرقت وتحولت إلى أرض منبسطة تعبرها الجمال دون أن تتماوج. أما من حيث التوزيع الإقليمي لهذه الأنواع الصحراوية الثلاثة فنجد أن الصحراء الكبرى وصحراء العرب، وصحراء أستراليا الغربية، وصحراء كلهاري تنتمي كلها إلى نوعي الحماده والعرق، أما صحراء ثار في شمال غرب شبه جزيرة الهند فتنتمي إلى نوع العرق في معظم جهاتها. وتتميز الصحاري الجبلية الحوضية بأنها واسعة الانتشار، إذ تنتمي إليها صحراء إيران، والصحاري المعتدلة التي توجد بأواسط القارة الأسيوية، وصحاري الأمريكيتين. وتكاد تنتشر سهول الرق الصحراوية في شتى مناطق توزيعها (باستثناء قارة أستراليا) أنهار هامة تنبع من مناطق غزيرة الأمطار: كنهر النيل ونهر شاري (الذي تنصرف مياه في بحيرة تشاد التي يمكن أن نعتبرها بمثابة كبيرة المساحة) ونهر دجلة والفرات، ونهر السند، ونره كولورادو، ونهر الأورانج في صحراء كلهاري

ونهر لوا في صحراء أتاكاما. ولم تتطور المجاري الدنيا للأنهار الثلاثة الأخيرة من الناحية الاستغلالية، ولم تقم على ضفافها أية حضارة زراعية راقية، ويرجع هذا إلى أن مجاريها الدنيا مجاري خانقيه تجري فيها المياه على أبعاد كبيرة من سطح الأرض، ومن أوضح هذه الخوانق خانق كولورادو العظيم الذي يزيد عمقه على ١٥٠٠ متر.

أنواع الصحاري:

وتنقسم الصحاري من الناحيتين المناخية والنباتية إلى ثلاثة أقسام :

صحاري قطبية : ويتفق توزيعها مع المناطق التي تقل فيها درجة حرارة أدفأ شهور السنة عن صفر مْ وتنتشر على سطحها غطاءات جليدية مستديمة. وجفاف هذا النوع من الصحاري هو ما يمكن أن يسمى بالجفاف الفسيولوجي، إذ إن الرطوبة موجودة فعلاً، ولكنها محتبسه في الغطاءات الجليدية (وخصوصاً في جرينلند وأنتاركتيكا) لهذا لا يمكن أن تستفيد منها النباتات على الإطلاق.

صحاري العروض الوسطى : ويمكن أن تسمى بالصحاري التضاريسية إذ يرجع وجودها إما لموقعها الداخلي في المناطق السهلية الوسطى من الكتل القارية الكبيرة، أو لوجود سلاسل جبلية مرتفعة تعترض مسير الرياح الرطبة وتسلبها ما بها من رطوبة. ومن أمثلة الصحاري التي سادت بها ظروف الجفاف لموقعها الداخلي صحراء تركستان إلى الشرق من بحيرة قزوين. ويمكن القول بأن عظم المناطق الصحراوية الواقعة في العروض الوسطى قد تكونت إزاء اعتراض السلاسل الجبلية للرياح الرطبة، ومن أمثلة هذه الصحاري: صحراء الحوض العظيم بغرب الولايات المتحدة، وصحراء بتاجونيا الواقعة إلى الشرق من سلاسل الأنديز (وتشغل جزءاً كبيراً من مساحة الجزء الجنوبي من الأرجنتين). أما صحراء جوبي (أو منغوليا) فيرجع تكونها إلى أثر العاملين معاً.

صحاري العروض السفلى أو الصحاري المدارية : وتقع في معظم الأحوال على السواحل الغربية للقارات فيما بين خطي عرض (١٥- ٣٠)° شمال وجنوب خط الاستواء ولكنها تتركز بصفة خاصة فيما بين خطي عرض (٢٠ و ٢٥)° شمال وجنوب خط الاستواء. وتمتد من المناطق الساحلية صوب الداخل لمسافات كبيرة، ويكاد يتفق توزيع الصحاري في العروض السفلى مع نطاقي الضغط المرتفع اللذين يقعان في العروض المعروفة بعروض الخيل وهي مناطق ضغط مرتفع دائم تخرج منها الرياح، ولابد أن يتبع هذا هبوط الهواء من الطبقات العليا من الغلاف الغازي ليملأ الفراغ الذي تكون نتيجة لخروج الهواء وتباعده. وإذا ما تعرضت كتلة الهواء للهبوط فلابد أن ترتفع درجة حرارته، وتنعدم إزاء هذه الظروف التي يمكن ان تؤدي إلى حدوث ظاهرة التساقط. كما أن الرياح التجارية التي تخرج من مناطق الضغط المرتفع الآنفة الذكر، تنتقل هي الأخرى في مسيرها صوب خط الاستواء إلى مناطق ترتفع درجة حرارتها ارتفاعا مطرداً مما يؤدي إلى عدم ملاءمة ظروف المناطق التي تمر بها لحدوث ظاهرة التساقط إلا في المناطق التي تعترض طريق الرياح فيها حواجز جبلية عالية. ولهذا يمكن القول بصورة عامة بأن عروض الخيل، وعروض الرياح التجارية، تتميز بأنها نفس العروض

التي توجد بها الصحاري المدارية. فالصحراء الكبرى، وصحراء كلهاري، وصحراء العرب، وصحراء ثار وأفغانستان وبلوخستان، وصحراء أستراليا (صحراء فيكتوريا)، وصحراء أتاكاما، وصحراء سونورا بشمال غرب المكسيك وصحراء أريزونا وكاليفورينا . . . كل هذه الصحاري تكاد تتركز في هذه العروض.

الرياح وأثرها في تشكيل سطح الأرض

يعتبر عامل الرياح أكثر العوامل الجيومورفية إسهاماً في تشكيل سطح الأرض في الأقاليم الجافة، ومما يساعد هذا العامل على النحت خلو هذه الأقاليم من الغطاءات النباتية، وقلة رطوبة الهواء. والمعروف أن الهواء الجاف أقدر على النحت والهدم من الهواء الرطب الذي لا يستطيع إثارة الأتربة والرمال. على أن هذا لا يعني أن عامل المياه الجارية لا يسهم بأدنى نصيب في تشكيل سطح الأرض في هذه المناطق، إذ يكاد يتفق الجيومورفولوجيين على أن المياه الجارية على الرغم من ضآلتها إلا أنها تشترك بنصيب كبير في تغيير معالم سطح الأرض في الأقاليم الصحراوية. وتمر عملية النحت بفعل الرياح بعدة خطوات هي:

١- عملية اكتساح المواد الصخرية ودفعها بقوة اندفاع الرياح (أو التذرية) وتؤدي هذه العملية إلى رفع وإزالة المفتتات الصخرية من سطح الأرض.

٢- عملية نحت وهدم سطح الأرض، بواسطة قوة اندفاع الهواء وما يحمله من فتات صخري (عملية البري) وقد سبق أن ذكرنا أن مقدرة الهواء على النحت تتوقف على سرعته ورطوبته، وعلى مقدار ما يدفعه من مواد مفككة إذ إن هذه المواد هي التي تساعده على النحت .

٣- ازدياد تفتت المواد الصخرية المفككة التي يحملها الهواء نتيجة احتكاكها ببعضها البعض مما يسهل عملية نقلها.

٤- نقل المواد الصخرية إما بطريقة الجر، أو بطريقة التعلق، أو بطريقة القفز. وسيأتي شرح هذا فيما بعد. ولعل أكثر المناطق الصحراوية تأثراً بفعل الرياح هي المناطق المرتفعة البارزة إذ إن احتكاك الهواء بسطح الأرض لابد أن يقلل من سرعته ومقدرته على النحت، ولذا كانت المناطق المرتفعة الناتئة أكثر تأثراً بفعل الرياح من المناطق المنخفضة المسطحة. وإذا ما اصطدمت الرياح المحملة بالرمال وغيرها من حطام الصخر بأرض ناتئة تتكون على سطح الأرض وعلى سفوح المناطق المرتفعة خطوط طويلة غائرة في التكوينات الصخرية اللينة وهي التي وصفها "هدن " في دراسته لصحراء التركستان وسماها بالياردانج وهي تبدو كضلوع الحيوان وأشكالها متناهية في الغرابة. وقد يزيد ارتفاعها على العشرين قدماً ويتراوح عرضها بين ١٥، ٣٠ قدماً وتمتد كلها متوازية. وهناك حد أعلى لا يعدوه أثر الرياح في النحت، وذلك لأن الرياح لا تقوى على رفع الرمال إلى أعلى إلا بضعة أقدام. وقد لاحظ "باجنولد " (١٩٤١) من دراسته للصحراء الليبية أن بري وصقل الرياح لعمدة التلغراف نادراً ما يظهر في الأجزاء العليا من هذه الأعمدة، بل يكاد يقتصر على الأجزاء السفلى التي لا يعلو فوق سطح الأرض

بأكثر من ١٨ بوصة، وهو يرى أن وقدرة الرياح على رفع الرمال لا تتعدى المترين إلا نادراً. وتعمل الرياح المحملة بالرمل على بري الصخور وصقلها، وإذا كانت هذه الصخور تتألف من تكوينات متجانسة، تعمل الرياح على حفر ثقوب في هذه الصخور ومن أمثلتها تلك الثقوب التي تنتشر في الصخور الرملية بالصحراء الشرقية في مصر. وتتكون هذه الثقوب في المناطق الصحراوية التي تتعرض لرياح صحراوية شديدة محملة بكميات وفيرة من الرمال، كما يشترط لتكونها انعدام النباتات الطبيعية واختفاؤها. وقد تتكون بعض الكهوف التي تسمى أحياناً بكهوف الرياح في الحوائط الصخرية المتجانسة التكوين، وذلك بالقرب من قواعد هذه الحوائط. وإذا كانت الصخور التي تأثر بالرياح ذات صلابة ومقاومة متغايرة، تتكون بعض صور جيومورفية تتخذ أشكالاً متناهية في الغرابة. فقد تتكون صخور ارتكازية تتميز بصلابتها وبأنها ترتكز على تكوينات لينة تعرضت لأن تنحت وتبلى بفعل الرياح. وتبدو على شكل موائد، وتعرف عادة بالموائد الصحراوية، أما إذا كانت الصخور صلبة في أجزائها السفلى ولينة في أعاليها فتكون مخاريط ذات قمم شبه مدببة.

وكثيراً ما تعمل الرياح المحملة بالرمال على حفر منخفضات يكثر وجودها في المناطق التي تتراكم فيها الرمال حيث تظهر بين الكثبان الرملية تجويفات صغيرة، وقد تظهر مثل هذه الأحواض على سطوح الكثبان الرملية ذاتها. ولاشك في أن الرياح أقوى على نحت مثل هذه الأحواض الصغيرة وحفرها في التكوينات الصخرية القليلة التماسك. وقد سجل كل من "موريس " و"بركي " في هضبة منغوليا، وجود أحواض كبيرة على شكل تجويفات وسط تكوينات الرمال، هي التي سمياها بالبانج كيانج وتزيد أطوال أقطار هذه التجويفات على الخمسة أميال، كما يتراوح عمقها بين ٢٠٠، ٤٠٠ قدم. ويعتقد "موريس" و"بركي" أن هذه التجويفات قد حفرتها الرياح وحدها ولم تساعدها في عملها أية عوامل جيولوجية، أو جيومورفية أخرى. ومن المغالين في إرجاع نشأة منخفضات أوسع بكثير من البانج كيانج إلى فعل الرياح، الأستاذ "بيدنل " الذ عزا تكون منخفضات الصحراء الغربية في مصر كمنخفض الخارجة والداخلة ومنخفض الفرافرة، ومنخفض الواحات البحرية . . . إلخ، إلى فعل الرياح وحدها علماً بأن مساحة منخفض واحد من هذه المنخفضات تعادل أضعاف مساحة تجاويف البانج كيانج. فمنخفض الواحات الخارجة مثلاً تزيد مساحته على ثلاثة آلاف كيلومتر مربع. وقد تعرض رأي "بيندل" هذا لنقد واعتراض مريرين وخصوصاً أن هناك عوامل أخرى عديدة غير عامل الرياح لابد أنها ساهمت كلها متضافرة حفر هذه المنخفضات.

الرواسب الهوائية

الرياح في نفس الوقت عامل من العوامل المؤدية إلى الإرساب، فهي بمجرد أن تصادف في طريقها عقبة من أي نوع تعمل على إيقاف اندفاعها وتحركها، وعلى التقليل من سرعتها سرعان ما تلقي بحمولتها من الرمال والأتربة، وهذه تتراكم على سطح الأرض على شكل كثبان، أو سطوح من الرواسب. على أنه يجب ألا يغيب عن بالنا أن الرواسب

الهوائية لا يقتصر وجودها على المناطق الصحراوية وحدها بل تنتشر في معظم أقاليم العالم الطبيعية إذ توجد في الجهات الآتية:

(أ) على طول خطوط السواحل في كثير من جهات العالم.

(ب) على طول مجاري الأنهار التي تشق أوديتها في أقاليم جافة أو شبه جافة.

(ج) في المناطق التي تتألف من صخور رملية كثيراً ما تتعرض لأن يتفكك لحامها بفعل عوامل التجوية المتخلفة فتنفرط إلى مكوناتها من حبيبات الرمال.

النقل بفعل الرياح

قبل الخوض في تفاصيل هذا الموضوع يجب علينا أن نفرق بين الغبار والرمال، فعندما تهب الرياح على منطقة جافة تنتشر على سطح الأرض فيها بقايا الصخور وبعض المواد العضوية، فلابد أن تلتقط الرياح من هذه البقايا الذرات الدقيقة الناعمة التي تستطيع أن تحملها إلى أعلى ارتفاع قد يصل في بعض الأحيان إلى بضعة آلاف من الأقدام. وتتكون في هذه الحالة سحب قاتمة هي التي تسمى دون أدنى تفرقة بعواصف الرمال. وفي الوقت الذي تتكون فيه هذه السحب "الترابية"، تتحرك بعض الذرات الرملية الثقيلة نسبياً والتي لم تقو الرياح على حملها بالقرب من سطح الأرض، وتتجمع على هذا السطح في ظل الرياح، خلف الصخور الناتئة، أو الشجيرات أو غيرها من النباتات الصحراوية. فكأن النقل بطريقة التعلق لا يحدث في الواقع إلا لذرات الغبار الناعمة أما الرمال فلا تستطيع الرياح أن ترتفع بها كثيراً عن سطح الأرض.

تتم عملية نقل حبات الرمال من مكان إلى آخر عن طريق عملية القفز، إذ يؤدي ضغط الهواء على حبات الرمال إلى دفعها إلى الأمام واصطدامها برواسب الحصى أو الزلط التي تنتشر على سطح الأرض، ثم ارتدادها إلى الوراء. على أننا يجب أن نلاحظ أن ضغط الرياح على حبات الرمال يتوقف أولاً وقبل كل شيء على حجم الجسم الذي يتعرض لضغط الرياح، كما يتوقف كذلك ولكن بدرجة أقل على حالة الهواء ذاته: درجة حرارته، درجة رطوبته، سرعته. وتتم عملية نقل ذرات الرمال في الواقع بعملية القفز وحدها، ولذا يستغرق نقل ذرات الرمال من مكان إلى آخر وقتاً طويلاً.

أنواع الرواسب الرملية

ولعل أحسن التقسيمات التي قسمت إليها الرواسب الرملية تلك التي قام بها "باجنولد" هذا على الرغم من أن دراسته للرواسب الرملية كانت في مناطق تتحرك فيها هذه الرواسب وتنتقل طليقة من أي قيد. وهذا يعني أن تقسيماته لا تصلح في المناطق التي لعبت فيها النباتات الطبيعية دوراً كبيراً في تحديد اتجاهات هذه الرواسب وبنائها، وكذلك في تقييد انتقالها. ولكننا يمكن أن نعتمد على تقسيمات "باجنولد" رغم هذا الاعتراض وذلك لأنها خير التقسيمات التي لدينا حاليا. ويرى "باجنولد" أن هنالك نوعين من الرواسب الرملية:

أولاً: رواسب ذات أهمية محدودة وتنتشر على نطاق ضيق وتتمثل في بعض التموجات الصغيرة، أو الحافات التي تظهر بين حين وآخر على سطوح الرواسب الرملية التي تنبسط على الأرض. ومثل هذه الرواسب، ليس لها أية دلالة جيومروفية.

ثانياً: رواسب تظهر على نطاق واسع في المناطق الصحراوية وتتمثل في:
١- الرمال التي ترتاكم في ظل الرياح، خلف الصخور أو النباتات الصحراوية.
٢- الكثبان الرملية نوعان:
(أ) الكثبان الهلالية التي تعرف بالبرخان .
(ب) الكثبان الطولية التي تعرف بالسيوف، كما تعرف في مصر بالغرود.
٣- الجسور الرملية أو ظهور الحيتان .
٤- بحار الرمال المنبسطة.

أما الرواسب التي تتراكم في ظل الرياح: فيتم تجمعها وتراكمها في المناطق التي تقع بمنأى عن الرياح، فقد تتراكم خلف حائط صخري، أو شجيرة صحراوية، أو أي جلمود صخر. فإذا اصطدمت الرياح بمثل هذه العقبات تتوقف سرعتها وترسب ما تدفعه من رمال على جانب العقبة المظاهر للرياح. ويستمر تراكمها حتى تصل درجة انحدارها إلى ٣٤ درجة، وحينئذ تتزحلق الرواسب الرملية على الجانب الآخر من العقبة. والكثيب الرملي (مفرد كثبان) عبارة عن تل من الرمال يتفاوت ارتفاعه من بضعة أقدام إلى عشرات من الأمتار، ويتكون من رمال مستديرة الحبيبات، وقد كان يظن خطأ من قبل، بأن السبب في تكون الكثبان الرملية هو وجود حواجز أو موانع تعترض طريق الرياح. ولكنه ثبت بعد ذلك أن الكثبان الرملية تصل إلى اوج تكونها أو اكتمالها في المناطق ذات السطح المستوي القليل التضرس. وتتكون الكثبان الرملية بصفة خاصة في المناطق الصحراوية، وذلك لأن عامل الرطوبة والنبات الطبيعي كثيراً ما يحدد نموها يعوق تكونها في المناطق الساحلية أو على ضفاف الأنهار في المناطق الجافة. وتكون الكثبان الرملية إما هلالية التي تعرف بالبرخان أو طويلة وهي التي تعرف بالغرود.

الكثبان الهلالية: ويبدو كل كثيب منها قوس يتجه جانبه المحدب إلى الجهة التي تأتي منها الرياح، كما يتجه طرفاه إلى الجهة التي تسير نحوها الرياح. وتنتظم كثبان البرخان في سلاسل تمتد في اتجاه الرياح السائدة، وكثيراً ما يتغير الشكل الهلالي الذي يميز مثل هذه الكثبان، وذلك إذا ما حدث أي تغير في اتجاه الرياح، أو كانت المياه الباطنية قريبة من سطح الأرض عند أطراف الكثيب الهلالي مما يساعد على نمو نباتات تعمل على تثبيت طرفيه، إذ لا تقوى الرياح على دفع هذه الأطراف فتركز قوتها على الجزء الأوسط من الكثيب مما يؤدي في النهاية إلى ظهور الجانب المقعر في مواجهة الرياح. وقد يتمزق الكثيب من وسطه وينقسم إلى قسمين مستقلين يتحول كل منهما إلى تل شبه مخروطي من الرمال.

الكثبان الطولية: وهي أهم صور الإرساب الهوائي في المناطق الصحراوية، وتتمثل خير تمثيل في الصحراء الغربية المصرية حيث تعرف بالغرود، وهي عبارة عن كثبان طولية متوازية يتألف كل غرد من سلسلة من التلال الرملية. ويبلغ طول غرد من هذه الغرود عشرات الكيلومترات، أما عرضه فلا يزيد على بضع عشرات من الأمتار. ومن أشهر هذه الغرود أبي محرق الذي يزيد طوله على ٣٥٠ كيلومترات. ويرى "جون بول" أن

هذا الغرد يتقدم بمعدل عشرة أمتار كل عام. وعلى أساس هذا التقدير، لابد أن يكون قد استغرق في تكونه حوالي ٣٥ ألف سنة. ورمال هذه الغرود هي عبارة عن الحطام الذي تخلف عن حفر منخفض القطارة، وقد دفعته بعد ذلك الرياح الشمالية الغربية السائدة ووزعته فوق سطح الصحراء الغربية على شكل خطوط متوازية تكاد تتبع نفس اتجاه هذه الرياح إذ تمتد من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي.

الجسور الصحراوية أو ظهور الحيتان: وهي عبارة عن حافات فقرية من التكوينات الرملية، وتتميز بتسطح قممها. وتمتد هي الأخرى موازية لاتجاه الرياح السائدة، والاختلاف الرئيسي بينها وبين الغرود هو أن سطح سلسلة التلال الرملية التي يتألف منها أي غرد يبدو مدبباً حاداً ولا يتميز بتسطحه على الإطلاق.

السهول الرملية المنبسطة: وهي التي سماها "باجنولد" "بفرشات" الرمال وتتميز هذه السهول باستوائها وبعدم تضرسها على الإطلاق إلا إذ استثنينا بعض التجعدات والتموجات التي تظهر فوق رواسب الرمال، ومن أشهر هذه السهول سهل سليمة بالصحراء الليبية الذي تبلغ مساحته أكثر من ثلاثة آلاف ميل مربع، وهو عبارة عن سهل مستو يمتد لمدى البصر دون أي ظاهرة تضاريسية موجبة إلا بعض الكثبان المنخفضة. وتراوح سمك الرمال المتراكمة فوق هذا السهل ما بين ٧، ١٥ قدماً، وهي ترتكز فوق الصخور الأصلية مباشرة.

رواسب اللويس

وهي عبارة عن رواسب غير متماسكة من الطين والتراب يميل لونها إلى اللون الرمادي أو الأصفر، وترتفع بها نسبة مركبات الجير، كما تتميز بسهولة إنفاذها للمياه. وتتألف هذه الرواسب من جزيئات حادة الزوايا من الكوارتز، والفلسبار، والكلسيات والدولومايت وبعض المعادن الأخرى. وقد كثر نزاع العلماء وجدلهم فيما مضى بصدد نشأة هذه الرواسب، فمن قائل بأنها ذات أصل فيضي، إلى قائل بأنها رواسب بحرية، إلى محبذ لفكرة نشأة محلية حيث توجد . . . إلخ. ولكننا نجد الآن أراء العلماء قد تجمعت وتلاقت حول رأي واحد وهو أنها رواسب هوائية.

وتتمثل رواسب اللويس خير تمثيل في بلاد الصين إذ يتراوح سمكها بين ١٠٠، ٣٠٠ متر، وهي لا تنتظم في طبقات، وقد توجد خلالها بعض الحشائش التي لابد أنها أسهمت في تراكمها. كما تظهر رواسب اللويس في وسط أوروبا على هيئة نطاق يمتد من فرنس إلى شرق روسيا. ومن المحتمل أن تكون رواسب اللويس هذه، قد اشتقت من "الريش الجليدي" الذي تخلف عن الغطاءات الجليدية البلايستوسينية، وينطبق هذا القول بصورة خاصة على الرواسب اللويس الأوروبية، وخصوصاً تلك التي تتراكم في سهول اليوكرين في شرق دول الاتحاد السوفيتي سابقاً. على الرغم من أن هذا لا يعني أن كل رواسب اللويس في شتى جهات توزيعها، ذات أصل جليدي، فهناك أنواع من اللويس يمكن أن تسمى بالصحراوية، كرواسب الهائلة في حوض الصين العظيم التي يبدو أنها تنتمي إلى هذا النوع، وأنها اشتقت أصلاً من الرواسب الصحراوية التي توجد بصحراء جوبي أو

منغوليا. ولعل رواسب اللويس التي توجد بإقليم الإسبتس التركستاني (إلى الشرق من بحر قزوين) تنتمي هي الأخرى إلى نوع اللويس الصحراوية. والذي يهمنا في الواقع في هذا المجال هو أن عملية التذرية هي التي أدت إلى تجمع هذه الرواسب في المناطق التي توجد بها في الوقت الحالي.

دورة التعرية الصحراوية

سبق أن ذكرنا أن ظاهرة "البديمنت" تلعب دوراً كبيراً في تطور سطح الأرض في الأقاليم الصحراوية. إذ إن تراجع سفوح الجبال الجبلية الحوضية هو المسئول في النهاية عن تحول سطح هذه المناطق إلى أرض في أنواع الصحاري منبسطة تختفي منها المنخفضات وما يحيط بها من حواجز جبلية مرتفعة. أما في المناطق الصحراوية التي تنتمي إلى سهول "الرق" التي هي عبارة عن أرض منبسطة مستوية السطح فمن المحتمل أن تظل مثل هذه المناطق أرضاً مستوية في سطحها طوال معظم مراحل تطورها وكل ما يمكن للرياح أن تعمله في سطحها هو إزالة الرواسب الرملية والحصوية التي تنتشر فوقها، وبهذا تظهر الصخور الأصلية الصلبة فتتحول الصحراء بهذه الطريقة إلى أرض صخرية صلبة تظل على هذا النحو إذا لم تتعرض لحركات باطنية تحدث بها نوعاً من التضرس وعدم الاستواء.

ولهذا يمكن القول بأن دورة التعرية الصحراوية تتمثل بصفة خاصة في الصحاري الجبلية الحوضية، فإذا افترضنا وجود حوض من أحواض "البلسون" الصحراوية تحيط بها حواجز جبلية مرتفعة، كما هي الحال في حوض تاريم في وسط آسيا أو في الحوض العظيم بغرب أمريكا الشمالية، فأول ما يتكون في هذه المنطقة عقب سقوط الأمطار، بعض الجداول والمسيلات المائية القصيرة التي تنحدر على سفوح الحواجز المرتفعة للحوض صوب قاعه الذي يمثل في هذه الحالة مستوى القاعدة بالنسبة لهذه المسيلات المائية. تعمل المجاري المائية على نحت جوانب المنحدرات التي تطل على أرض المنخفض فيتكون نطاق من بال وذلك بفعل عملية النحت المائي وحدها، وتعمل المجاري المائية في نفس الوقت على إلقاء الرواسب المتخلفة عن عملية النحت هذه، في أرض "البلسون" مما يؤدي إلى ارتفاع قاعه ارتفاعا تدريجياً، أو يؤدي بمعنى آخر إلى ارتفاع مستوى القاعدة بالنسبة للمجاري المائية المنحدرة صوب الحوض. وتحدث هذه العمليات في طور الشباب.

أما في طور النضج، فيقل ارتفاع الحواجز المرتفعة التي تفصل بين الأحواض المتجاورة، وتتراجع ال تراجعاً مطرداً بفعل عمليات التسوية الجانبية، الفيضانات الغطائية، وتتلاحم سفوح البيدمنت المتجاورة بشكلها المقعر المعروف، وسرعان ما ترق وتتكون فيها بعض الثغورات والممرات الفتي كثيراً ما ترعف بممرات البيدمنت تخترقها مياه المجاري المائية التي تنحدر صوب أحد حوضين المتجاورين. وتستطيع بعد ذلك هذه المجاري ان تأسر الأنهار التي تنحدر صوب الحوض الآخر، ويتم في هذه المرحلة جرف الرواسب التي كانت قد تراكمت في احد الحوضين بدرجة أسرع، وإرسابها في الحوض الآخر الأكثر عمقاً، ويتقارب إزاء هذا مستوى سطح الأرض في الحوضين المتجاورين.

وتأخذ الأرض المرتفعة التي تفصلهما عن بعضها البعض في الاختفاء، ولا تتخلف عنها إلا بعض التلال الصغيرة التي كثيراً ما تسمى الجزر الجبلية، ولو أن هذه التسمية شاع استخدامها وأصبحت تطلق على أية كتلة جبلية ناتئة وتبرز وتعلو عما يحيط بها من أرض منخفضة. ولذا اقترح الجيومورفولوجي الأمريكي "ويليس " أن تسمى التلال التي تتخلف عن عملية تراجع "البديمنت" "بالبورنهارت " وذلك نسبة إلى الجيومورفولوجي الألماني "بونهارت" اذلي كان من أحسن العلماء الذين درسوا المناطق الصحراوية.
وفي مرحلة الشيخوخة يكمل عامل الرياح العمل الذي بدأته وواصلته المياه الجارية، إذ تعمل على إزالة الرواسب النهرية التي تراكمت على سطح الأرض في المنطقة الحوضية مما يؤدي إلى تحولها إلى شبه سهل يختفي كل ما عليه من تضرس.

ولعل هذه الدورة قد تتابعت مراحلها فعلاً على كل مناطق سهول الرق الصحراوية حتى تحولت إلى الشكل السهلي الذي تظهر عليه. ويتجلى أثرها في الصحراء الغربية التي تتألف من سطوح صخرية تقف كدليل رائع على تتابع مراحل دورة البديمنت الصحراوية.

المراجع :

الكتاب المعتمد لهذه المحاضرة: كتاب جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، المؤلف: محمد صبري محسوب.

الكتب المساعدة :

١- كتاب أصول الجيومورفولوجيا، المؤلف: حسن رمضان سلامة .

٢- كتاب الجيومورفولوجيا التطبيقية - علم شكل الأرض التطبيقي، المؤلف : خلف حسين علي الدليمي.

٣- التضاريس الأرضية دراسة جيومورفولوجية عملية تطبيقية، المؤلف : خلف حسين علي الدليمي.