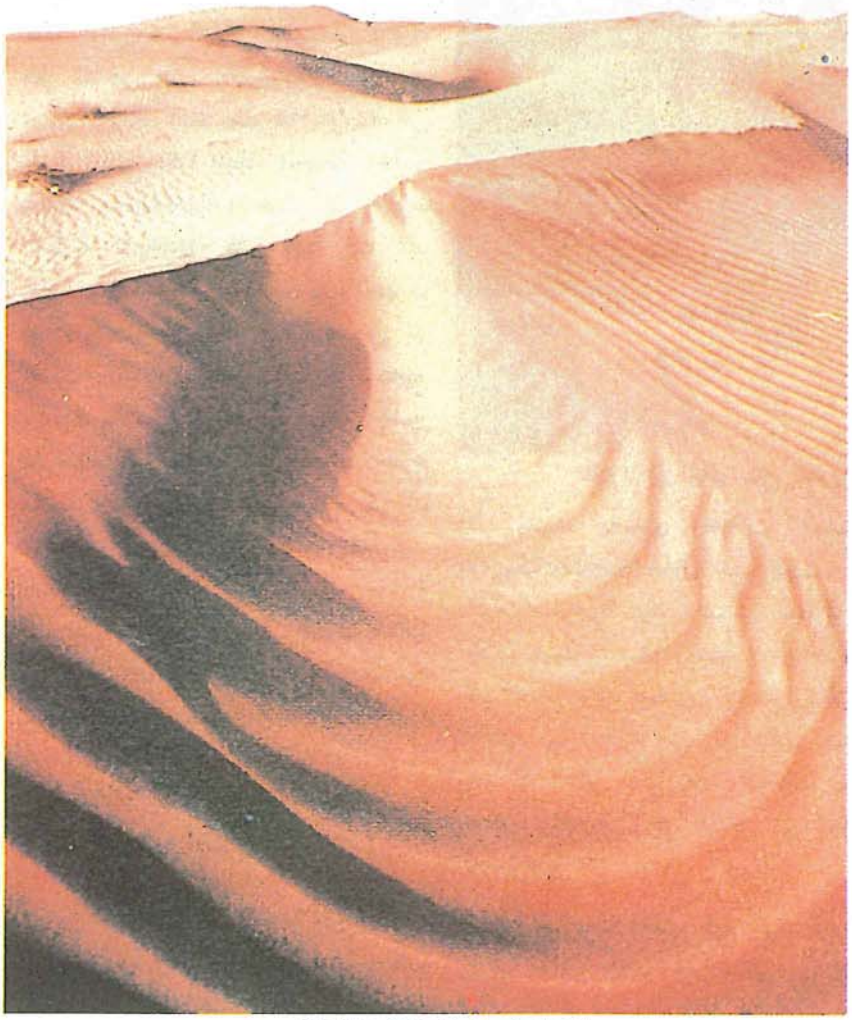
زحف الرمال

آثاره السلبية وطرق مكافحته

د. عبدالحكيم بدران
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

تمثل الأراضي الصحراوية بيئة خاصة ، ففي ظروف الجفاف وفي وطأة الحرارة المرتفعة تأخذ هذه البيئة لوناً فريداً ، يبدو قاسياً ولكنه في الحقيقة نظام معين من الأنظمة البيئية المختلفة التي أوجدها الله في هذا الكون .

ويتميز هذا النظام بمشكلاته التي تنشأ عن الجفاف وشدة الحرارة ، وهي عوامل تؤثر في مكونات القشرة الأرضية فتفتتها إلى حبيبات صغيرة من الرمال والحصى مختلفة الأحجام تكون في مجموعها مسطحات رملية تختلف طبقاً لمكوناتها ، ولكنها تشترك جميعها في خاصية التفكك ، وهي بتفككها هذا تصبح عرضة للرياح التي تحملها إلى مسافات بعيدة فوق سطح الأرض ، فالحبيبات الناعمة تعلو مع الهواء أثناء العواصف الترابية وقد تصل إلى ارتفاع كيل واحد (كيلومتر) أو أكثر ، وتكون سحابة ترابية ، أما حبيبات الرمل الأثقل فالرياح يمكن أن ترفعها عن سطح الأرض إلى حوالي متر أو أكثر قليلاً ، وينتج عن ذلك السحب الرملية الكثيفة القريبة من سطح الأرض التي نلاحظها أثناء العواصف .



الكثبان الرملية البرخانية (الهلالية)

والآثار المترتبة على العواصف الرملية والترابية كثيرة ، فهي قد تعرى التربة الزراعية أو تتسبب في نحت الأسطح المعرضة لها ، كما تعمل على تذرية الرواسب السطحية الحديثة ، وتنقل الرياح الرواسب التي تفتت إلى مسافة بعيدة حيث تترسب ثانية نتيجة تغيرات في قوى الدفع الناتجة عن التغير في سرعة الرياح ، وفي هذه الحالة تتجمع في أكوام كبيرة حول المباني والطرق والمزارع والمنشآت الأخرى ، وعادة ما تلحق بها الكثير من الأضرار ، وبالتالي تتولد الأخطار العديدة التي تصيب الأفراد والمنشآت والآلات ، ويواجه الأفراد في شتى المواقع مشكلات صيانة هذه المعدات ضد التآكل والتثقيب الناتج عن الاحتكاك بحبيبات التراب والرمل .

وتعد الآثار الضارة الناتجة عن انتقال الرمال والتراب بوساطة الرياح والمشكلات المصاحبة أموراً في غاية الأهمية يجب أخذها في الاعتبار أثناء مراحل تخطيط وتصميم مشروعات التنمية وصيانتها في المناطق الصحراوية ، ويؤدي عدم العناية بدراسة هذه التأثيرات إلى معاناة هذه المشروعات من التكلفة الباهظة والقصور في أدائها .

ويصدر الضرر عن تدخل الإنسان السافر في الاتزان البيئي الطبعي القائم ، حين تتدخل مشروعات التنمية الجديدة سواء أكان ذلك في إقامة تجمعات سكنية أم منشآت صناعية مع فعل حواجز الرمل الطبعية التي أوجدها الله تعالى والتي تعمل على حماية التربة من عوامل التعرية في الموقع ، ويؤثر تدمير مثل هذه الحماية الطبعية

بوضوح في الاتزان البيئي الهش في المنطقة ، وينتج عن ذلك زيادة التعرض لأضرار زحف الرمال ومشكلات التعرية ، وعلى سبيل المثال فان الاختزال الكبير للغطاء الخضري الطبعي عن طريق المبالغة في اجتزازه هو إحدى المشكلات الهامة في المناطق الصحراوية ، وتظهر خطورة المشكلة عند مقارنة الغطاء الخضري الكثيف الذي يثبت طبعياً داخل الحدود المحمية من جهة بالغطاء الخضري الفقير في المناطق المحيطة غير المحمية من جهة أخرى ، ويتضح أن عدم وجود الحماية يقلل من دور الغطاء الخضري كحاجز له كفاءته في صد زحف الرمال المتحركة .

وتؤدي العواصف الترابية بالإضافة إلى المشكلات البيئية التي ذكرت إلى اضمحلال الرؤية الذي يهدد بطبيعة الحال أمن عمليات النقل ويقلل من نشاطها ، فهي تحد من عمليات إقلاع وهبوط الطائرات ورسو السفن في الموانيء هذا بالإضافة إلى ما ينتج عنها من حوادث في الطرقات أثناء عملية النقل البري ، ناهيك عن المشكلات الصحية التي تنجم عن استنشاق الهواء المحمل بالذرات الترابية المعلقة . وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن هذه الأتربة تساعد على انتشار العديد من الملوثات الكيماوية والحيوية ، كما تشكل هذه الظاهرة عقبة أمام بعض الأنشطة التنموية مثل انشاء خطوط السكك الحديدية ومجمعات الطاقة الشمسية ، وتكمن الخطورة الكبرى لهذه العواصف في تأثيرها على تدهور وتخريب النظام البيئي المتمثل في التربة والماء والهواء والنباتات ، فعندما تبدأ هذه الرمال في التحرك والانتقال فإنها تتقدم لتسيطر على الأراضي الزراعية وتشل حركة الاستثمار فيها وتردم الطرقات ان وجدت ، وتهاجم مراعي الحيوانات ، ويضطر أهالي الصحراء أن يقوموا باستمرار بازالة المتراكم من الرمال حول هذه الأماكن ، وهذه مشكلة كبيرة يعاني منها بدو الصحراء .

ولمعالجة مشكلات زحف الرمال يهمنا في المقام الأول أن نحسب كميات الرمل التي تنتقل سنوياً تحت تأثير الرياح السائدة في المنطقة ، كما أنه من الأهمية بمكان أن نقرر كيف يتوزع تدفق الرمال في المنطقة ، ونحاول أن تكون أسئلتنا محددة فنجيب على أسئلة مثل : ما الزيادة أو المفقود سنوياً في الرمال في الأماكن المختلفة ؟ وما طبيعة تجمعات مسطحات الرمال المتحركة الكثيفة ؟ ما كمية الرمال التي من المحتمل أن تعبر الخط الساحلي وتنضاف إلى الرواسب القاعية البعيدة عن الشاطىء ؟ ومن الواضح أن هذه الأمور ذات أهمية حيوية عندما نريد أن نتخذ قرارات تتصل بتخطيط استغلال الأرض واختيار مواقع المشروعات وتنمية بعض المناطق .

أما بالنسبة لمناطق الكثبان فتكون البداية بدراسة وعمل نموذج لكثبان الرمال ، ثم نقدر معدل هجرة هذه الكثبان تحت تأثير الرياح المحلية ، وسوف يساعد ذلك على معرفة المشكلات التي تنتج عن زحف الرمال المارة بهذه الأحزمة الرملية .

تأثير الرياح المحلية على زحف الرمال

تتعرض معظم الصحارى لعدة أنظمة للرياح لها اتجاهات متغيرة بدرجة كبيرة ، ولا يختلف عن هذه القاعدة نظام الرياح في المملكة العربية السعودية ، وعلى الرغم من أن الرياح الشمالية الغربية تعرف بأنها الرياح السائدة فان هناك رياحاً تأتي من اتجاهات أخرى ، ومن المؤكد أن التغير في اتجاه الرياح له تأثيره على نمط زحف الرمال وتجمعها فوق سطح الصحراء .

ولقد عرف باجنولد منذ سنة (١٩٤١م) أن الريح التي تبقى فعلاً في اتجاه ثابت لايمكن أن تسبب تجمع الرمال ، وأن تجمع الرمال لا يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالاتجاه النسبي للرياح في الصحراء ، ولكنه ينشأ عن الرياح المتعارضة مع الرياح السائدة .

ويمكن أن ينظر إلى حركة الرمال تحت تأثير الرياح ذات الاتجاهات المتعددة وكأنها حركة من مكونتين الأولى : هي متوسط اندفاع الرمال الذي سوف يكون بطبيعة الحال بطول الرياح السائدة . والمكونة الأخرى : هي حركة مترددة عمودية على اتجاه الرياح السائدة ، ومن تعريف هذه الحركة فان قيمة محصلتها تساوي صفراً ـ ويعني ذلك أن كمية الحركة إلى يمين الاتجاه السائد تعادل كمية حركة مساوية إلى يسار الاتجاه ، ويمكننا أن نفترض من البداية إمكان إهمال هذه الحركة المترددة ، ونأخذ في الحسبان فقط المكونة ذات الاتجاه الواحد ناحية الرياح السائدة ، ولكن إذا نظرنا بعناية أكثر سوف نرى أن ذلك لا يحدث في الواقع وخاصة حينما يكون سطح الصحراء غير مغطى بطريقة منتظمة بمسطحات الرمال كما هو حادث فعلاً .

وحقيقة ينحرف تيار الرمال عن اتجاهه الرئيس تحت تأثير الرياح المتعددة الاتجاهات ، والسؤال الهام الذي يطرح نفسه هوكيف ندرس الصلة بين هذه الانحرافات والتيار الرئيس ؟ ومن الأساليب المتبعة في هذه الدراسات والتي أثبتت نجاحاً في هذا المجال هو مايعرف بأسلوب التحليل بطريقة التناظر الوظيفي ، وفيها تجرى الاستفادة من التقدم العلمي في مجالات بحث مشابهة ، وتطبيق الخبرة المكتسبة منها في مجال حركة وديناميكية تراكمات الرمال بالصحراء ، ففي مجال علم المحيطات وعلوم الأرصاد الجوية هناك الاكتشافات والأبحاث الدقيقة على دور دوامات لانجمير (Langmuir circulation) الهام في تكوين كثير من الظواهر الجوية المناخية ، وأشكال السحب الطولية . وكذلك في توازن الطبقات العليا في البحار ـ إن فكرة فصل حركة الرمال إلى تيار رئيس والتردد الفوقي نتيجة الرياح المتعددة الاتجاهات تشبه المعالجة التقليدية لحركة المياه المضطربة (الدوامة) ، ونظراً لتشابه هذه الظواهر التي ذكرناها بشكل عام مع ظاهرة تكون الكثبان الرملية في الصحراء التي تتواجد في

نمط مشابه وموازٍ أيضاً للرياح السائدة ، فقد جرت عدة محاولات لربط هذا النوع من الدوامات الهوائية كعامل رئيس في تكوين الكثبان الرملية الطولية في الصحراء .

ولا يقتصر مفهوم التشتت الذي ناقشناه على الاتجاه العمودي على اتجاه الرياح السائدة ، فالتغير في نظام الريح في الاتجاه السائد يمكن أيضاً أن يثير تغيراً في معدل تدفق الرمال عادة (ما يعرف بالتشتت الطولي) . وقد ينتج جزء هام من طاقة الرياح من الاتجاه المضاد للرياح السائدة ، وتختلط الرياح وتتشتت على طول محور هذه الرياح نتيجة تأثير الرياح المتغيرة بين الاتجاه السائد والاتجاه المعاكس على مدى فترة زمنية طويلة نسبياً ، تعمل هذه الآلية في المواقف التي يوجد فيها تدرج واضح أو تغير في كثافة الرمال على طول اتجاه الرياح السائدة ، ويمتد حزام الرمال على طول اتجاه الرياح السائدة ، وإذا فرض واعترض هذا الحزام سلسلة من الضلوع المرتفعة المكونة من الحصى ، فإن هذه الضلوع المرتفعة تمثل عوائق ضد تدفق الرمال المتحركة في الحزام ، ونتيجة لذلك تعمل على الحفاظ على كميات كبيرة من الرمال المتحركة في جوار الضلوع أكبر مما يحتفظ بها في المناطق المسطحة بينها وهكذا يعطي وجود الضلوع نوعاً من عدم التجانس في كثافة الرمال المتحركة على طول الحزام ــ وسوف يؤثر وجود الضلوع في سرعة تدفق الرمال ويعمل على تخفيضها وينتج عن ذلك زيادة في عرض الحزام .

تأثير عناصر السطح

تنتشر بدرجات مختلفة عبر الصحراء وفوق سطوحها المعرضة للتعرية مجموعة من عناصر السطح غير القابلة للتعرية مثل حبات الحصى الكبيرة ، وتجمعات التربة ، والمواد الخضرية ، وتتوزع القوى الكلية التي تحملها رياح الصحراء إلى هذه الأراضي بين عناصر السطح القابلة للتعرية والعناصر غير القابلة للتعرية ــ ومن الواضح أن التأثير الرئيس لمثل هذه العناصر غير القابلة للتعرية هو حماية التربة ، فهي تستحوذ على بعض قوى الرياح المثيرة للاضطراب التي لولا ذلك لاتجهت إلى تحريك رواسب السطح القابلة للتعرية ، مما يؤدي إلى إضعاف قابلية التربة للتعرية بفعل الرياح التي تهب على الصحراء . ويبدو واضحاً أن خفض شدة التعرية نتيجة الزيادة في درجة الحماية يتوقف لحد كبير على التوزيع الفعلي لقوى الرياح الكلية بين عناصر السطح القابلة للتعرية أو غير القابلة لها .

ويمثل نموذج تأثير الرياح على العناصر المختلفة بتيار من الهواء يتدفق فوق مسطح سهل ويؤثر فيه مجموعة من عوامل الخشونة وهي عناصر الأرض غير القابلة للتعرية بدرجات مختلفة وبتوزيع غير ثابت ــ وتهدف الدراسات لمعرفة تأثير عناصر الخشونة على تيار الهواء وخاصة على توزيع القوى بين هذه العناصر والسطح الذي يتعرض للرياح ، وعندما تعرف القوى عند السطح فانه يمكن حساب حركة الرواسب القابلة للتعرية وتعتمد هذه الحسابات على شكل تدفق الرياح حينما يوجد في طريقها عناصر مختلفة غير قابلة للتعرية .

تأثير تموجات السطح وطبوغرافيته

ينتج تأثيران رئيسان عن حيود السطح الذي تتحرك فوقه الرمال عن المستوى الأفقي نتيجة وجود عوائق مرتفعة :

الأول : هو التغير في معدل تدفق الهواء عندما يبرز السطح رأسياً في طريق تيار الهواء والذي يؤثر بالتالي في ضغط الهواء على السطح مما يؤدي إلى تغير في شكل حركة الرمال فوق وحول السطح ، والثاني : هو تحرك حبة الرمل على طول السطح المنحدر تحت تأثير الجاذبية الأرضية سواء اتجهنا إلى أعلى أم أسفل الانحدار .

لقد طورت عدة دراسات من حسابات تدفق الهواء فوق سطوح أرضية تتموج تموجاً طفيفاً ولها أشكال مختلفة ــ ويتضمن النموذج النهائي شكل تل منفرد ومعزول له بعدان ــ ولقد حسب التغير في ضغط الرياح على سطح التل بعد قياس إجهاد القص للرياح على الأرض المسطحة بعيداً عن التل ، ويتضح أنه حتى في حالة التلال التي تنحدر بلطف توجد تغيرات كبيرة في الضغوط التي تسببها الرياح وإجهادات القص فوق التل عن تلك الإجهادات التي فوق الأرض المسطحة بعيداً عن التل ،

النباتات ودورها في ايقاف زحف الرمال

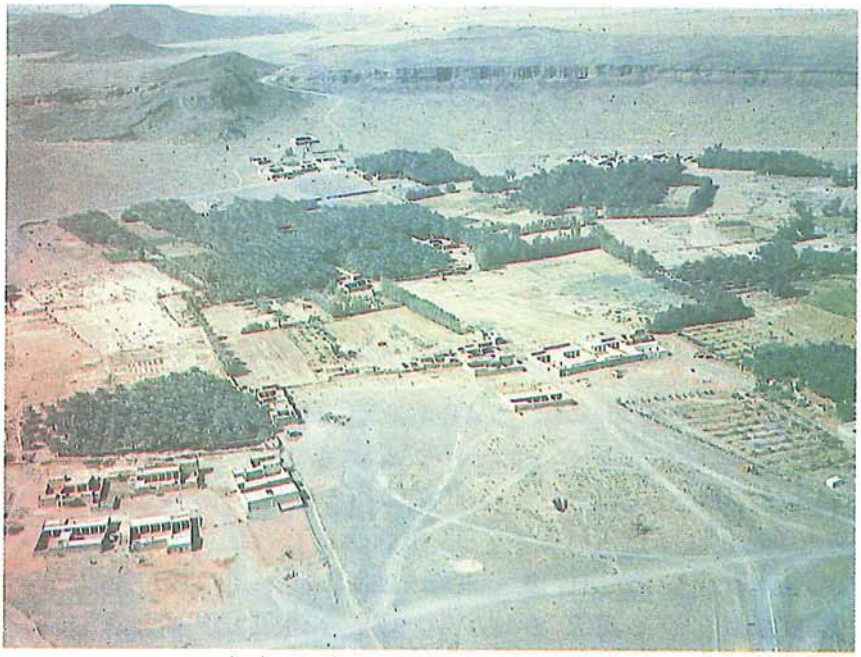
وتحدث أقصى التغيرات قرب القمة وتعتمد بدرجة كبيرة على أقصى ميل للتل ، ويؤثر ذلك في حركة الرمال الناعمة فوق سطح التل . ويوضح التغير في إجهاد القص أن هناك بناءاً متصاعداً لمعدل انتقال الرمال مع اتجاهنا إلى أعلى التل ذي الميل الضعيف أو الكثيب ، بسبب الزيادة في جهد القص الدافع للرمال ، ومن ثم فإن سطح التل المعرض للرياح سوف يصبح منطقة تعرية حيث يوجد نقص في كمية الرمال عند قاعدة التل عنها عند القمة ، وبنفس الطريقة فإن وجه التل الآخر (المقابل) سوف يكون منطقة تجمع للرمال حيث أن كمية الرمال عند القمة أكثر منها عند القاعدة . وهكذا تتحرك الكثبان ببطء في اتجاه الريح .

معالجة مشكلة زحف الرمال

وبعد تحديد أشكال ومعدلات كميات الرمل المنقولة ــ وبالإضافة إلى دراسة قابلية التربة ورواسب الرمال الزاحفة للتعرية ، تقوم العلاقة بين العوامل الفيزيائية والحيوية التي تؤدي إلى حدوث ظاهرة الرمال الزاحفة ، ثم تقويم التقنية المناسبة والتجارب المتبعة في البلدان الأخرى في مجال تثبيت الرمال الصحراوية بكل أشكالها .

مشكلة زحف الرمال في المملكة ومعالجتها

لقد تعرض مشروع حجز الرمال ــ الذي تطالعه عزيزي القاريء في هذا العدد ــ لظاهرة زحف الرمال بالأحساء ، وهي ظاهرة ينتج عنها الكثير من المشكلات ، فبالإضافة إلى انجراف التربة وزحف الرمال على المزارع والمناطق الآهلة بالسكان والتي أدت إلى حالة عدم الاستقرار ــ فإن مناطق كثيرة قد طمرت ، وقدرت المدة التي تقضي فيها الرمال على الواحة إذا لم يتم وقف زحفها عليها بستمائة عام ، كما تقلصت الرقعة الزراعية إلى ٨٠٠ هكتار فقط مزروعة غالباً بأشجار النخيل وتعرضت مدينة الدمام وهي المدينة الصناعية الثانية على طريق أبقيق/ الدمام السريع إلى زحف الرمال بسبب وجود الكثبان الرملية في الشمال ، والشمال الغربي منها ضمن صحراء الجافورة .



منشآت وتجمعات سكنية معرضة لزحف الرمال

ويعد طريق الهفوف/ سلوى من الطرق الرئيسة التي تربط المملكة ببعض دول مجلس التعاون الخليجي (دولة قطر ، دولة الامارات العربية ، وسلطنة عُمان) ، ويخترق هذا الطريق صحراء الجافورة من الشرق إلى الغرب ، وعند هبوب الرياح السائدة بالمنطقة وهي في الغالب الشمالية ، تتراكم الرمال على هذا الطريق مما يسبب وقوع حوادث مرورية تذهب بسببها ضحايا ، ويحتاج الأمر إلى إزالة هذه الرمال من الطريق مما يستدعي وجود فرق صيانة دائمة بالموقع لإزالتها باستمرار .

تجربة تثبيت الكثبان بالمملكة

بعد جمع البيانات اللازمة عن الكثبان الرملية وتحركاتها بمنطقة الأحساء تم تجربة وسائل وطرق كثيرة لإيقاف زحف هذه الكثبان هي :

أولا ــ طرق ميكانيكية منها :

١ ــ نقل الرمل بوساطة السيارات والآليات ، إلا أن هذه الطريقة لم تستخدم إلا عند الضرورة القصوى كحماية مرفق هام : عين ماء أو مصنع أو منازل . ولا تستخدم هذه الطريقة في مساحات واسعة لأن من شأنها إثارة الرمال مما يتسبب في سرعة زحفها .

٢ ــ حفر الخنادق بأعماق مختلفة لكسر حدة تدفق الرمال .

٣ ــ إنشاء حواجز (كاسرات رياح) بعيداً عن المناطق المراد حمايتها ، وهذا إجراء غير فعال لأكثر من سنة أو سنتين .

ثانياً ــ وسائل التغطية وهي :

١ ــ التغطية بالزيت الخام .

٢ ــ تغطية الكثبان بخليط الأسمنت والرمل بنسب ١ : ٥ .

٣ ــ رش الكثبان بمواد كيماوية مثبتة .

ثالثاً ــ الوسائل الزراعية :

ولقد تم اعتماد طريقتين للزراعة نجد شرحهما في أماكن أخرى من هذا العدد .