

مقرر التصحر و طرق التحكم فيه

المحاضرة الثالثة

الانجراف بالرياح .
الكثبان الرملية (زحف الصحراء) و طرق الحماية منها .

الانجراف بالرياح

مقدمة

انجراف الأراضي بالرياح مشكلة هامة في أراضي المناطق الجافة حيث الرياح شديدة غالباً في هذه المناطق ، و التربة سهلة التفكك و النقل ، و الغطاء النباتي قليل لا يوفر تغطية غير نسبة ضئيلة من سطح الأرض و هو عامل هام في توفير الحماية للأرض ضد الانجراف بالرياح .

آلية الانجراف بالرياح

يحدث الانجراف بالرياح عادة بتأثير عمليتين : تفكيك الحبيبات ثم نقلها . و تزداد قابلية حبيبات التربة للتفكيك كلما كانت الرياح محملة بكمية كبيرة من حبيبات التربة . إذ يؤدي اصطدام الحبيبات المحمولة بسرعة الحركة بحبيبات التربة المجمعة الى تفكيكها و تحريكها . و لقد وجد أن الحبيبات المنقولة تتحرك و تنتقل بأحدى الطرق التالية :

١. الوثب

تتحرك الرياح الى الامام بشكل مغزلي مشابه لحد كبير شكل القمع ، و عادة تكون الحركة على صورة هبات قوية مفاجئة و متتالية . و تسلك الحبيبة المنقولة بالرياح مغزلية الحركة سلوكاً أشبه ما يكون بالوثب اثناء انتقالها ، حيث ترتفع الحبيبة الى اعلى ثم تسقط على الأرض لترتفع ثانية بعمود هواء جديد مغزلي الشكل ناتج عن هبة رياح جديدة تهب ثانية ، و هكذا تتكرر هذه الظاهرة باستمرار . وسقوط الحبيبة مغزلية الحركة يؤدي تأثيرها في التربة الى انتزاع حبيبات مفردة و تفكيك حبيبات التربة المجمعة ، و الحركة الدورانية التي تسير بها الرياح أحيانا تؤدي الى نزع هذه الحبيبات من التربة و نقلها بعيداً عن سطح الأرض . و يعتبر وثب الحبيبات اهم ميكانيكية في الانجراف بالرياح .

٢. الزحف

يعجز تيار الهواء عن رفع حبيبات التربة أحيانا إما لضعف الرياح أو لكبر حجم الحبيبة فتزحف الحبيبات على سطح الأرض متحركة للأمام ، وقد تصطم حبيبات أخرى تدفعها امامها . و لقد وجد ان الرياح تعجز عن حمل الحبيبات إذا قلت سرعتها عن ١٣ كم في الساعة في الطبقة الملاصقة لسطح التربة .

٣. النقل على شكل معلق

حيث تتحرك الحبيبات الدقيقة من حجم الرمل الناعم أو أقل صاعدة في الهواء على شكل معلق فيه ، و تبقى معلقة في الهواء منتقلة و لا تعود الى الأرض إلا بعد سكون الرياح أو هطول الأمطار .

عوامل الانجراف بالرياح

عامل المناخ

تتوقف العلاقة بين المناخ و الانجراف بالرياح على شدة و تكرار هبوب الرياح و أثر سقوط الامطار و البحر على حالة الرطوبة في سطح الأرض خلال فترات هبوب الرياح إذ تكون الأرض أقل قابلية للانجراف بالرياح عندما تكون رطبة ، و عندما تنخفض رطوبة التربة الى مادون نقطة الذبول الدائم يبدأ تأثير الرياح في سفي التربة . و كلما زادت سرعة الرياح زادت قابليتها لالتقاط الحبيبات من التربة و حملها بعيداً . و قد قدر تأثير المناخ في الانجراف بالرياح تحت ظروف تجريبية مختلفة ، و القيم المتحصل عليها التي تمثل تأثير عامل المناخ في الانجراف بالرياح و هي قيم نسبية ، فهي تعبر عن دور المناخ في جهد الانجراف المصاحب للمناخ في منطقة ما كنسبة مئوية من جهد الانجراف عند مدينة Garden city بولاية كنساس الأمريكية ، حيث أجريت هناك دراسات مكثفة على الانجراف بالرياح و قد اعتبر أن قيمة عامل المناخ عند هذه المدينة ١٠٠ ٪ . فيزيد جهد الانجراف للتربة في مكان ما عن جهد الانجراف عند جاردن سيتي عندما تزيد قيمة عامل المناخ عن ١٠٠ ٪ و يقل إذا قل عامل المناخ عن ١٠٠ ٪ .

قيمة عامل المناخ =

$$\text{Climatic factor} = C/2.9 \times 100$$

حيث أن ٢,٩ هي قيمة جهد الانجراف الهوائي عند مدينة جاردن سيتي بولاية كنساس .
جهد الانجراف C يحسب من معادلة ثور نثويت Thornthwaite P.E. index .

قابلية الأرض للانجراف بالرياح

ترتبط قابلية التربة للانجراف بالرياح بسهولة نزع الحبيبات المفردة أو المجمعة من جسم التربة و أيضاً بحجم هذه الحبيبات . فالحبيبات الأصغر حجماً يكون تحريكها بالرياح أسهل . و عملية نزع الحبيبات ليست العامل المحدد الوحيد بل حجم الحبيبات هو الذي يؤثر على سهولة النقل . فالحبيبات الكبيرة من الرمل لا تتحرك بالرياح

لثقل وزنها . و بنقص حجم الحبيبات حتى ٠,١ مم تزيد القابلية للانجراف . و بزيادة نقص الحجم عن ٠,١ مم فإن خاصية التجاذب أو التلاحم بين الحبيبات و بعضها تزيد مما يجعلها مقاومة للحركة و تصبح عملية نزع الحبيبات أكثر صعوبة و يقل الانجراف .
يوضح الجدول التالي العلاقة بين قوام التربة وقيم قابلية الارض للانجراف بالرياح . وقيم القابلية للانجراف في الجدول محسوبة على اساس أن عامل المناخ قيمته ١٠٠ % .

العلاقة بين قوام التربة و قيم قابلية الأراضي للانجراف بالرياح

مجموعة الأراضي القابلة للانجراف	القوام السائد	قيمة القابلية للانجراف طن / هكتار / في السنة
١	رمل ناعم جدا الى رمل متوسط	٤٩٠
٢	رمل ناعم جدا الى متوسط لومي	٣٠٠
٣	لومي رملي ناعم جدا الى خشن	١٩٥
٤	طيني و طيني سلتني	١٩٥
٥	لوم ولومي طيني رملي و طيني رملي	١٢٥
٦	لومي سلتني طيني	١٠٥
٧	لومي طيني سلتني	٨٥

ويتضح من الجدول أن الأراضي التي تحتوي حبيبات صغيرة الحجم من الرمل تكون أكثر قابلية للانجراف بالرياح . و المجموعة القابلة للانجراف رقم ٤ تشمل الأراضي ناعمة القوام التي تحتوي نسبة عالية من الطين المتمدن مثل المونتمورنيت ، و مع أن حبيبات هذه الأراضي ملتصقة ، فتكرار الترتيب و التجفيف يسبب انفصالها طبيعيا الى حبيبات صغيرة تكون سهلة الانجراف بالرياح . و على العكس أرض المجموعة ٥ الى ٧ و هي ذات قوام ناعم تميل الى تكوين حبيبات متجمعة كبيرة تقاوم الحركة بالرياح . ويمكن القول أن حبيبات الرمل الخشنة و حبيبات التربة المتجمعة الثابتة لها قابلية منخفضة للانجراف بالرياح ، بينما الحبيبات الناعمة الى المتوسطة من الرمل لها قابلية عالية للانجراف .

عامل خشونة السطح

يقصد بخشونة سطح الأرض التموج الذي ينشأ عن حرث الأراضي ناعمة القوام أو عمل خطوط أو أخاديد في الأراضي ذات القوام الخشن و السائب بآلات الزراعة .

و يساعد سطح التربة الخشن على مقاومة الانجراف بالرياح "يصيد" الحبيبات المعلقة في الرياح . و تحدث عملية الاصطياذ خلف الحواف حيث تنخفض سرعة الرياح و بذلك تصبح غير قادرة على حمل الحبيبات المعلقة . و تصطاد التموجات الحبيبات بصرف النظر عن اتجاه الرياح ، بينما تقوم الخطوط بذلك إذا كانت تقع بزاوية ملائمة بالنسبة لمسار الرياح .

واهم الأوقات التي يحدث فيها الانجراف بالرياح هي الفترة التي تتبع زراعة المحصول مباشرة . فالعمليات الزراعية العادية لتجهيز مرقد البذرة و الزراعة تترك عادة الأرض ناعمة و مسحوقة الى حد ما و بالتالي تكون في حالة سهلة الانجراف . ويمكن أن تكون الزراعة في أخاديد عميقة نوعا ما حيث تترك الأرض على شكل خطوط . فإذا كانت الزراعة في الأخاديد بزاوية ملائمة بالنسبة للرياح ، فإن الخطوط المتكونة أثناء الزراعة توفر حماية من انجراف التربة .

الغطاء النباتي

تعمل النباتات القائمة أو بقاياها في الحقل على تقليل فقد التربة بالانجراف بالرياح ، إذ تقلل من سرعة الرياح عند سطح الأرض و توفر الحماية للمواقع ذات الحبيبات السائبة . و في المناطق ذات الرياح الشديدة يجب أن تكون التغطية كاملة بقدر الإمكان حتى تكفل مقاومة الانجراف بالرياح بدرجة كافية .
و تزيد الحماية بزيادة التغطية سواء بالنباتات القائمة أو بقاياها . و عموما توفر النباتات القائمة حماية أفضل بمقدار ٢ الى ٢,٥ مره عن بقايا النباتات المنثورة على سطح الأرض .

عرض الحقل

بزيادة عدد المرات التي تتحرك فيها الحبيبات و تصطدم بسطح الأرض ، تزيد قوة نزع الحبيبات و انجرافها بالرياح . و لهذا السبب فالكمية الكلية من التربة التي تتحرك بالرياح تعتمد على المسافة التي تتحركها الحبيبات عبر الحقل . و تزيد قدرة الرياح على أحداث الانجراف بزيادة عرض الحقل . و لكل منطقة - حسب المناخ و التربة - حد أعلى لعرض الحقل فلا تحدث زيادة محسوسة في الانجراف بزيادة عرض الحقل عن هذا الحد . و

في الأراضي ذات القابلية العالية للانجراف بالرياح تصل كمية المواد التي تتحرك الى اقصاها بعد مسافة قصيرة نسبياً . فالمساحات غير المحمية سهلة الانجراف ، يجب أن تكون ضيقة بقدر الامكان .
وتعتبر الزراعة في شرائح من اكثر الطرق ملائمة لتحديد عرض الحقل الذي يعترض الرياح ، و تنظم الشرائح عبر الاتجاه الذي تهب منه الرياح . و غالبا ما يستخدم نظام الشرائح في زراعة الأراضي الجافة ، حيث تتبادل شرائح تزرع بمحاصيل الحبوب الصغيرة (القمح مثلا) مع اخرى غير مزروعة . و ترك شرائح الأرض غير مزروعة يعتبر طريقة لتخزين الماء للحصول على محصول حبوب ناجح عند زراعتها .

مظاهر حدوث الانجراف بالرياح

تلاحظ الظواهر الآتية :

- العواصف الرملية .
- تغطية سطح الأرض بالرمل .
- تجمعات سطحية من الحصى و الصخور .
- تموجات على سطح الأراضي الرملية .
- تكون تلال رملية .
- عدم انتظام النباتات .
- نحر بعض الصخور خصوصا الصخر الرملي .
- كشف و تعرية جذور النباتات .

الكثبان الرملية

مقدمة :

تغطي الكثبان الرملية مساحات شاسعة من العالم وهي تشكل خطرا كبيرا في منطقة شمال افريقيا لانتشارها حول المدن والقرى وشبكات الطرق والمزارع ومصادر المياه والرى و المراعى. ورغم الجهود التي تبذل للحد من تحركها إلا أن الدراسات تشير إلى أن التحرك العشوائى للكثبان أخذ في الاستمرار.
تواجه معظم الدول العربية مشاكل حادة ناتجة عن زحف الكثبان الرملية التي تعتبر آخر مراحل التصحر ويهدد نقلها الأراضي الزراعية والمراعى الطبيعية والمنشآت الاقتصادية والاجتماعية في الوطن العربي. وقد ساعدت عوامل المناخ القاسية بالإضافة إلى اعتداء الإنسان على الغطاء النباتي إما بالرعى الجائر وإما بقطع الأشجار طلبا للوقود إلى تكوين مساحات واسعة من الأراضي الجرداء .
وأمام زيادة ظاهرة التصحر حاول الإنسان بشتى الطرق منذ زمن بعيد مقاومة زحف الرمال إلا أن إمكانياته كانت محدودة مما أدى به في أغلب الأحيان إلى هجرة أراضيه مرغما وتركها للرمل. وتعتبر العوامل المناخية أهم العوامل البيئية التي تؤثر على النظام البيئي وتجعل منه نظام بيئي حساس غير مستقر وأن معظم الكثبان الرملية تقع في مناطق يسود فيها مناخ صحراوي يمتاز بطول مدة الجفاف وندرة الأمطار أو انعدامها وارتفاع درجات الحرارة صيفا وشدة الرياح و استمراريتها على مدار السنة. وتشير جميع الدراسات التي تمت أن الجزء الأكبر من الكثبان الرملية في العالم يوجد في المناطق الشبه جافة و الجافة والشديدة الجفاف وتقدر مساحة هذه المناطق بحوالي ٤٧,٧ مليون كم^٢ منه ٢٢,٤ مليون كم^٢ تقع في المناطق الجافة ، ٦,٦٤ مليون كم^٢ بالمناطق شديدة الجفاف والباقي في مناطق شبه جافة .

وبالنظر إلى المساحات الشاسعة التي تغطيها الكثبان الرملية في العالم يتضح لنا أبعاد مشكلة تثبيت الكثبان الرملية وبالأخص إذا أخذنا في الاعتبار أن مناطق الكثبان الرملية الكبيرة وخاصة في منطقة صحارى شمال أفريقيا قريبة من أماكن الموارد الطبيعية ونشاط الإنسان. لذا يجب العمل على وقف زحف الكثبان الرملية على الأراضي الزراعية وعلى المنشآت والمدن الواقعة في هذه المناطق وتوضح من هنا أهميه تثبيت الكثبان الرملية من حيث وقف زحفها بالإضافة إلى تأثيرها على الأراضي وحفظ التربة والمياه وتحسين المناخ. ويجدر بنا هنا الإشارة إلى بعض المدن العربية القديمة التي غطتها الرمال على سبيل المثال مدينة "جوابه" عاصمة الإحساء أيام الرسول صلى الله عليه وسلم ومدينة "شنقطة" في موريتانيا كما دفنت الرمال أيضا كثيرا من العيون المائية مثل "كوكب" وأم سعيد بالملكة العربية السعودية. وكذلك إرم ذات العماد التي انطمرت تحت الرمال نتيجة العاصفة الرملية الغير العادية .

تعريف الكثبان الرملية

أن الرياح تحمل ما تجده في طريقها من الرمال و الأتربة التي يتراوح قطر حبيباتها بين ٠,١ – ٠,٥ مم خصوصا في المناطق الجافة الصحراوية فإذا صادفت في طريقها عقبة تؤدي إلى إيقافها أو تقليل سرعتها فسرعان ما تلقي بحملها من الرمال و الأتربة و هذه تتراكم على شكل كثبان أو في سطوح منبسطة .
الكثبان جمع كثيب وهو عبارة عن تجمع من الرمال السائبة مستديرة الحبيبات على سطح الأرض في شكل كومة أو تل ذو قمة، و يختلف ارتفاعه من بضعة أقدام إلى عشرات الأمتار ، وقد يكون السبب في تكوين التل وجود حاجز أو مانع في طريق الرياح كجبل أو تل أو شجرة أو بناء .

منشأ الكثبان الرملية

يوجد نوعان أساسيان من الكثبان الرملية ، كثبان ساحلية و أخرى قارية ، و تتكون الكثبان الساحلية عادة من رمل خشن ذي لون أبيض يحتوي الكربونات و الكلوريد و الكبريتات ، وهي عادة فقيرة في العناصر المغذية و فقيرة في الطين و تمتد بطول سواحل البحار و المحيطات و يرجع تجمعها للمد و الجزر .
أما الكثبان القارية فتتكون عادة من من حبيبات الكوارتز ذات اللون المحمر مختلطة بالفلسبارات و الكربونات . و تتكون الكثبان القارية نتيجة عوامل التعرية وهي تفاعل الصخور الصحراوية مع درجات الحرارة القصوى و هبوب الرياح المتواصلة مما يؤدي إلى تفكك الصخور و تفتيتها إلى حبيبات رملية مختلفة الحجم والشكل . كما تنشأ الكثبان القارية من إساءة استخدام الأرض و من كل العمليات التي تؤدي إلى إتلاف الغطاء النباتي للأرض و تعرية سطحها مما يعرض هذا السطح للانجراف بواسطة الرياح و ترسيبها على مدى ازمان طويلة في بعض المواقع ، فتكون منها تلال يصل ارتفاعها إلى ١٠ م في بعض الحالات و من أهم الوسائل التي تكشف سطح الأرض زيادة الرعي ، فالراعي غير المستقر في موقع معين لا يضره أن تأتي الحيوانات على النباتات القائمة دون أن تترك نسبة منها – نحو الثلث – لتنتج بذورا تضمن غطاء نباتيا مناسباً في العام التالي ، و هكذا تؤدي تعرية سطح الأرض إلى سهولة حمل حبيباتها بواسطة الرياح .

الوسط البيئي للكثبان الرملية

يتكون الوسط البيئي للكثبان الرملية من :

١- العوامل الأرضية (الرمال - الرطوبة الأرضية - التضاريس) .

يمكن تلخيص أهم سمات الأراضي الصحراوية في :

- نقص القوام الناعم و البناء المتناسك .
- عدم استواء السطح ، و الذي عادة ما يحتاج إلى إعادة تسوية .
- نقص المادة العضوية و النشاط الميكروبي بوجه عام .
- نقص خصوبة التربة و محدوديتها .
- عدم تجانس قطاعها الأرضي .
- عدم تماسك الجذور مع التربة بشكل قوي مما يؤدي إلى سهولة اقتلاعها بواسطة الرياح .
- عادة ما تحتوي على نسب محسوسة من الأملاح الذائبة .
- عادة ما تحتوي على نسب محسوسة من الجير CaCO_3 و الجبس $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- عدم تماسك سطحها يؤدي إلى سهولة جرفها بواسطة الرياح أو بجريان الماء .
- يمكن أن تحتوي على بعض العناصر السامة خاصة البورون و السيليونيوم .
- نقص حاد لقوة احتفاظها بالماء و الأسمدة .

٢- العوامل المناخية (أمطار - حرارة - رياح - ضوء - رطوبة نسبية) .

تتميز البيئة الصحراوية بالخواص الآتية :

- مناخ جاف و معدوم الأمطار .
- حرارة مرتفعة و لساعات طويلة من النهار .
- تغيرات يومية حادة في الطقس .
- فرق كبير بين درجة حرارة النهار و درجة حرارة الليل قد تصل إلى ٢٥ درجة مئوية .
- نشاط كبير للرياح .
- كثافة ضوئية عالية .
- نقص في كميات السحب و مناطق الظل .
- انعكاس قوي للضوء و الألوان على سطحها .

الاشكال المورفولوجية للكثبان الرملية

إن العوامل البيئية التي تعمل علي ترسيب الرمال وخاصة سرعة و اتجاه الرياح ، القرب أو البعد من مصدر الرمال ، حالة الغطاء النباتي ووجود الحواجز الطبيعية من صخور وبقايا النباتات تحدد الشكل الهندسي العام للكثبان الرملية .

١- أشكال ناتجة عن فعل اتجاه واحد للرياح وتتمثل في:

أ - الكثبان الهلالية (البرخان) :

و هو كثيب على هيئة هلال يتكون إذا كان اتجاه الرياح ثابتا لا يتغير كثيرا و تأتي الرياح من الناحية المحدبة للكثيب .

ب - الكثبان العرضية (الموجة) :

تنشأ عند وجود وفرة في الرمال . وهي عبارة عن كثافة متجمعة من الكثبان الرملية المتراكمة كل منها خلف ظهر الأخرى وهذه الموجات الرملية تتكون من جانبيين في اتجاهين متضادين . سميت بالكثبان العرضية لأنها تعترض حركة الرياح السائدة وكثيرا ما تنشأ نتيجة لتلاحم الكثبان الهلالية .

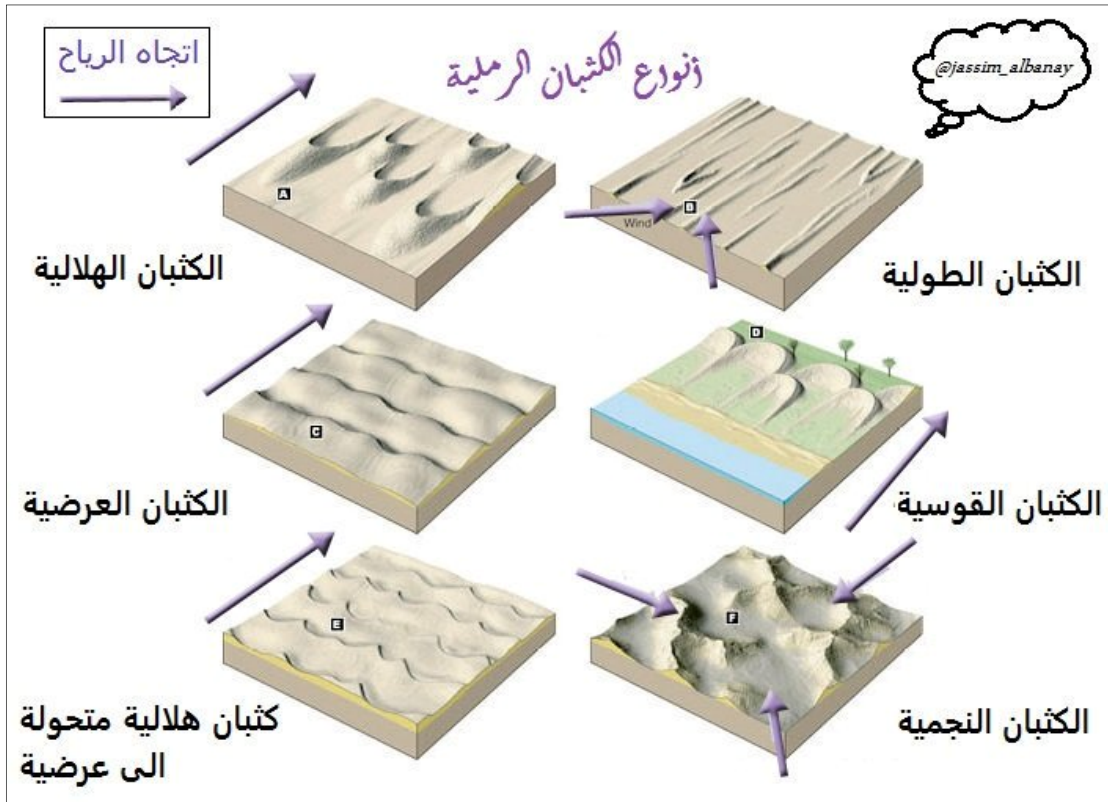
٢- أشكال ناتجة بفعل عدة اتجاهات للرياح. وتتمثل في :

أ - كثبان طولية (سيفية) :

و يطلق عليها السيف أو الكثبان الطولية و هي تتكون من خطوط متوازية و موازية لاتجاه الرياح و تمتد مسافات شاسعة .

ب - كثبان هرمية (نجمية) :

هي كثبان لها عدد من الأوجه المنحرفة نتيجة تعرضها إلى العديد من الرياح ذات الاتجاهات المختلفة وعادة لها قمة عالية في الوسط .



أنواع الكثبان الرملية و علاقتها باتجاه الرياح

النظم المتبعة لمقاومة زحف الكثبان الرملية

حتى يمكن وضع تصور واضح لأسلوب المقاومة بالإضافة إلى معرفة سرعة الرياح وقوتها يجب توافر معلومات كافية ودقيقة عن المنطقة وتشمل ثلاث نطاقات :

١- مصدر الرمال : قد تكون جبال - هضاب - سهول - شواطئ البحار تتعرض بصفة مستمرة إلى عوامل التعرية وعمليات المد والجذر وغيرها من العوامل الطبيعية فتعمل هذه العناصر على قذف أو حمل ذرات

الرمال إلى منطقة الارتحال (منطقة الانتقال) ويعتبر معرفة مصدر الرمال هو الخطوة الأولى لوضع برنامج للمقاومة وهو يختلف من موقع لآخر.

- ٢- منطقة الارتحال : وهى المنطقة التى تلى منطقة المصدر التى تنتقل إليها الرمال . ولذا يجب تحديدها ووضع الأسلوب الملائم لوقف حركة الرمال أو تحويلها عن مسارها حيث تستخدم العوائق الميكانيكية أو النباتية فى موقع من تلك المنطقة لإحداث تغيير لاتجاه الرياح أو لتقليل سرعتها .
- ٣- منطقة الترسيب : وهى منطقة نهاية حركة الرمال واستقرارها وهى ممكن الخطر .

مقاومة الانجراف بالرياح و زحف الكثبان الرملية يتم باستخدام أحد الطرق الآتية :

- ١- تجميع حبيبات التربة الدقيقة و لصقها ببعض لتكون جزيئات أثقل و اكبر حجما من الحبيبات المفرقة .
 - ٢- تحسين مظهر سطح الأرض لخفض سرعة الرياح .
 - ٣- تغطية سطح التربة دائما بزراعة النباتات و البقايا النباتية .
 - ٤- عمل العوائق أو أحزمة الوقاية على مسافات لتقليل سرعة الرياح .
- واختيار الطريقة المناسبة يتوقف على الظروف المحلية للحقل (المناخ ، استغلال التربة) ، و عموما يمكن استخدام أكثر من أسلوب من اساليب المقاومة للحصول على أفضل النتائج . و تعتمد كل طرائق التحكم بالانجراف الريحي و زحف الكثبان الرملية على آليتين أساسيتين :
- الأولى هي محاولة تثبيت التربة ، و الثانية هي محاولة خفض سرعة الريح بالقرب من سطح التربة .

تثبيت الكثبان الرملية

نظرا للمشاكل الكبيرة التى تنجم عن حركة الكثبان الرملية وذلك بتهديدها المستمر للمنشآت الصناعية والسكنية والطرق والمزارع فقد كان من الضرورى العمل على تثبيت الكثبان الرملية والتخلص من أضرارها ثم تحويلها إلى منتزهات وأراضى منتجة وتعتبر الطرق المتبعة فى الوطن العربى والخاصة بتثبيت الكثبان الرملية متشابهة من حيث المبدأ والأهداف ولا تختلف إلا على مستوى التنفيذ الذى يخضع بدوره إلى مدى توفر أو عدم توفر المواد الأولية المستعملة والإمكانيات الفنية المتوفرة لدى كل دولة ويخضع بذلك تثبيت الكثبان الرملية إلى عمليتين رئيسيتين :

- ١- التثبيت الميكانيكى و الكيمايى أو المؤقت .
 - ٢- التثبيت البيولوجى أو الدائم .
- إن الهدف من تثبيت الكثبان الرملية تثبيتا أوليا سواء ميكانيكى أو كيماويا هو إنشاء غطاء شجرى أو شجيرى لتثبيتها تثبيتا نهائيا إذ أن التثبيت الأولي الميكانيكى أو الكيماوى هو عبارة عن وسيلة لتثبيت سطح الكثبان الرملية لمدة زمنية معينة (٢ - ٤ سنوات) وهى فترة كافية لنمو الأشجار أو الشجيرات التى تغرس على الكثبان الرملية المثبتة بهذه الوسيلة حيث يتكون مجموع جذرى يساعد على تماسك حبيبات الرمال وكذلك مجموعا خضرىا فوق سطح الرمال يساعد على كسر قوة الرياح وحماية سطح الرمال من الانجراف الهوائى . ويهدف التثبيت الميكانيكى إلى :
- تخفيف سرعة الرياح وإفقادها القدرة الانجرافية وطاقة النقل وبالتالي ترسيب ما تحمله من رمال .
 - منع وإعاقة وصول الرياح إلى حبيبات الرمل على سطح الكثبان الرملية للمحافظة على استقرارها وذلك بإقامة الحواجز المختلفة . وتشمل عملية التثبيت الميكانيكى الإجراءات التالية :
 - إقامة الحواجز الأمامية والدفاعية .
 - إقامة مصدات رياح صغيرة .
 - تغطية الكثبان الرملية بالمواد النباتية أو النفطية أو الكيماوية .

i. التثبيت المؤقت

مصدات الرياح و الأحزمة الخضراء

من المفهوم أننا اذا وضعنا أي عائق قائم في طريق الرياح فإن ذلك يقلل من سرعة الرياح كما أنه يبعثر تيار الهواء مثل وضع عائق امام تيار من الماء . و تقليل سرعة الرياح بالعائق يتوقف على سرعة الرياح و اتجاهه العائق بالنسبة لها و كثافة العائق و سمكه و امتلاؤه و شكله و ارتفاعه . و يعطي عادة أكبر حماية للأراضي القريبة المجاورة حيث تقل السرعة الى درجة كبيرة في هذا المواقع . و تقل السرعة في طبقة الهواء السفلى الى أكبر درجة و كذلك في الطبقات العليا و لكن بدرجة أقل .

و قد وجد نتيجة لتجارب متعددة في أراضى جافة أن الانجراف يبدأ عند سرعة رياح تتراوح بين ١٦ - ٢٤ كيلو متر في الساعة . فإذا فرضنا أن سرعة الرياح ٣٢ كيلو متر في الساعة فيجب خفض سرعتها الى ١٦ كيلو متر لكي لا يحدث أي انجراف . و يحدث ذلك على بعد ١٥٠ متر بفرض أن ارتفاع العائق ١٠ متر و تصبح الحماية

كاملة حتى تلك المسافة (١٥٠ متر) . و كلما كانت الرياح سريعة فأن ذلك يتطلب تقارب الصفوف المصدات و زيادة ارتفاعها لضمان الحماية الكاملة .
و يؤثر اتجاه المصد على مدى حماية الحقل ، كما يتناسب مدى الحماية مع طول العائق حيث ان المنطقة المحمية يصير شكلها كالمثلث و لذلك يجب أن تستمر المصدات أطول مسافة ممكنة في الحقل في اتجاه متعامد مع الرياح .
و ترتبط المسافة المحمية من الرياح بارتفاع المصد حيث أنها تصل الى عشرة أمثال ارتفاع المصد ، و بفرض أن ارتفاع المصد ٦ متر فإن مدى الحماية لن يزيد عن ٦٠ متر خلف المصد . و معنى ذلك أنه يجب وضع صفوف من المصدات كل ٦٠ متر .



زراعة مصدات الرياح والاحزمة الخضراء بالطريقة الميكانيكية والتسبيج الشجري

إقامة الحواجز الأمامية (الاسيجة)

وهي عبارة عن حواجز أولية تقام في الأماكن التي تهب منها الرياح والرمال وتعمل على التخفيف من سرعة الرياح وإفقادها القدرة الأنجرافية وكذلك الحد من زحف الرمال التي تتراكم على هذه الخطوط مكونة بذلك حاجزا طبيعيا الهدف منه حماية كل ما يوجد وراء هذه الخطوط من منشآت اقتصادية .

تصميم الحواجز الأمامية :

إن إقامة وتصميم هذه الحواجز الأمامية له أهمية كبيرة في تثبيت الكثبان الرملية المتحركة لذا يجب أن تؤخذ في الاعتبار:

اختيار المكان المناسب لإقامة الحواجز الدفاعية .

تقام هذه الحواجز في المنطقة الانتقالية للكثبان الرملية على مسافة ٢٠٠ - ٣٠٠ متر من المنطقة المراد حمايتها فتكون سدا لها لتتراكم عليه الرمال . ويمكن أن نعرف السياج بأنه مصد للرياح السائدة للحد من سرعتها و لدفع الرمال المتحركة إلى التراكم أمامه ويؤدي هذا التراكم إلى تكوين أول كثيب صناعي يمثل أول مراحل مقاومة التجمع الرمل (التراكم الرمل) . وتبعاً لموقع السياج بالنسبة لاتجاه الرياح السائدة يتكون نوعان من الكثبان الصناعية :

كثيب (التوقيف) : ويهدف إلى إيقاف تقدم الرمل قدر الامكان . ويتكون أمام السياج في وضع عمودي بالنسبة لأشد اتجاهات الرياح خطورة .

كثيب (التحويل أو الاستتار) : يستخدم لتحويل الرمل في اتجاه مختلف عن اتجاه الرياح ويتكون أمام سياج باتجاه يمثل زاوية تتراوح بين ١٢٠ - ١٤٠ درجة .

إقامة السياج : لا يجوز إقامة أى جزء من أجزاء السياج على مسافة تقل عن ٢٠٠ متر من المنطقة المطلوب حمايتها فإذا ما وصلت هذه المسافة ينبغي إقامة سياج ثان يتراوح بين ٤٠-٥٠ متراً في اتجاه الأول ولكي يؤدي السياج دوره بفعالية يجب أن يكون له الموصفات التالية :

- يسمح بنفاذ الرياح لكي يحد من سرعتها ويسمح بتجمع الرمل . ونفاذ الرياح من السياج يتيح تراكم الرمال على جانبي السياج .
- يتراوح ارتفاعه بين متر ، ١,٢٠ متر ولا مبرر إلى ارتفاع يزيد عن ذلك .
- بعد تحديد اتجاه السياج يتم تخطيط و وضع عدد من الأوتاد . والمواد التي يجوز استخدامها لإعداد أسياج متعددة:

١ . استخدام سعف النخيل :

عندما تكون المنطقة ذات تربة هشة يحفر بعمق ٤٠ سم وبعرض ٣٠ سم لدفن أطراف السعف أما إذا كانت التربة صلبة فمن الأفضل إقامة تل بارتفاع ٨٠ سم لدعم السياج ودفن السعف بعمق ٣٠ سم في الخندق أو التل ويراعى تكثيف تشابك السعف عندما يكون مقطوعاً حديثاً . وطريقه سعف النخيل يتم اللجوء إلى استعمالها كلما

توافرت الكميات المطلوبة خاصة في الواحات وتعتمد الطريقة على استخدام أعمدة خشبية بطول ١,٥ متر يثبت منها في الرمال حوالي ٥٠ سم وتنشأ على أبعاد تتراوح بين ٣ و ٥ متر من الجهة المراد حمايتها ثم يوضع فيما بينها سعف النخيل وتربط ببعضها بواسطة حبال الليف أو الاسلاك المعدنية لكي لا تتأثر بفعل الرياح وهكذا كلما غطت الرمال الأحزمة الأولية تضاف فوقها أحزمة أخرى ثانية وثالثة إلى نهاية الحصول على كثيب منيع لصد الرمال .

٢. استعمال الصفائح الأسمنتية المموجة .

٣. استعمال النسيج البلاستيكي .

٤. استعمال حواجز من البراميل المستهلكة .



مصدات الرياح و الحواجز الأمامية (الأسيجة)

إقامة مصدات الرياح الصغيرة (طريقة المربعات)

تختلف المواد المستعملة في إقامة مصدات الرياح الصغيرة من بلد إلى آخر وذلك حسب نوعيات المواد الأولية ومدى توفرها والغرض من اقامتها هو تثبيت الرمال في امكانها والحد من سرعة الرياح ومن ثم تثبيت الرمال ومنعها من الانتقال والسماح للنباتات بالنمو عليها وتقام هذه المصدات الصغيرة من المواد الجافة والنباتات الحية أو الميتة وأي مواد متوفرة يمكن استخدامها في اقامه هذه المصدات .

طريقة الاستعمال تخضع للأسس الفنية التالية :

تقسيم سطح الرمال إلى أشكال مربعة أو مثلثة أو مستطيلة و ذلك حسب طبوغرافية المنطقة وديناميكية الرياح السائدة وتتناسب أبعادها عكسيا مع ارتفاع الرمال وذلك نظرا لأن سرعة الرياح تزداد على القمم والمنحدرات بالمقارنة على السطح المنبسط ويستحسن استعمال ابعاد ٢*٢ متر على قمم الكثبان ، ٣*٣ متر على المنحدرات وما بين ٤*٤ متر ، ٦*٦ متر على المنخفضات والرمل المنبسطة بين الكثبان .

- حفر خنادق يدويا بعمق يتراوح بين ١٠ ، ١٥ سم وباتساع يكفي لوضع المادة ثم إعادة التراب المستخرج من الخنادق المفتوحة إلى مكانة فوق الجزء المدفون من المادة .
- الضغط بالأرجل على النبات المدفون ضغطا جيدا من الجانبين .
- استخدام مربعات البوص مع النباتات : تعمل مربعات البوص أو أي مادة نباتية متوفرة في المنطقة مثل سعف النخيل لكي تعطى حماية في الفترة الأولى (٢-٣ سنوات) حتى تنمو الأشجار فتقوم بعملية الحماية وعادة تدفن بعمق حوالي ٣٠ - ٥٠ سم بالرمل ويترك حوالي ٥٠ سم فوق السطح .



مصدات الرياح الصغيرة بطريقة المربعات

التثبيت بواسطة النباتات فقط : حيث تزرع البادرات أو العقل على مسافة ١ متر بين النباتات وبعضها لتلافي الفقد الذي يحدث نتيجة موت النباتات في الفترة الأولى . يجب الزراعة بالجانب المتحرك من الكثيب وهو الجانب الأقل انحدارا وتبدأ الزراعة من قمة الكثيب وتمتد أسفله . ويجب أن تكون الجور التي تزرع بها النباتات ذات عمق كافى لمنع الجذور من الجفاف . أما بالنسبة للعقل (عقل العبل) فيفضل أن تكون بطول لا يقل عن ٨٠ سم وأن يدفن منها حوالي ٥٠ سم على الأقل داخل الجورة .

التغطية بالمشتقات النفطية : إن طريقة التغطية بالمشتقات النفطية تعتبر من أهم الأساليب التي اتبعت و لا تزال تتبع في بعض الأقطار العربية خصوصا الدول التي تتوفر فيها المشتقات النفطية بكميات كبيرة ويرجع ذلك لعدم توفر المواد النباتية الجافة . وتهدف هذه الطريقة إلى ري سطح الكثبان الرملية المتحركة بمشتقات نفطية تعمل على تماسك هذا السطح إما بتكوين طبقة رقيقة من المادة المرشوشة وذرات الرمال أو تفاعل تلك المادة كيميائيا مع سطح الرمال وتكوين قشرة وبقائها لمدة كافية حتى نمو الأشجار المغروسة وتكوينها غطاء نباتيا . استخدام المواد الكيماوية مع النباتات : مستحلب البتومين يرش في صورة شرائط بعرض ٤٠ سم في الاتجاه العمودي على الرياح . يعطى حماية ١,٥ سنة لتكون قشرة صلبة على السطح تمنع حركة الرمال وبذلك تزداد نسبة نجاح البادرات .

التغطية الترابية : وهي تعتمد على طرح طبقة من الأتربة يتراوح سمكها بين ١٥ - ٢٠ سم بعد القيام بتسوية الكثبان الرملية وهذه الطريقة تساعد في تحسين خصائص الطبقات السطحية من خلال تسرب جزء من الأتربة إلى الفجوات بين حبيبات الرمل في موسم الأمطار وبالتالي تزيد من قدرة الرمال على الاحتفاظ بالرطوبة وكذلك تقلل من البخر خلال الجفاف أو التغطية الصخرية .

ii. التثبيت البيولوجي (التثبيت الدائم)

يعتبر التثبيت الميكانيكي مرحلة ضرورية لنجاح عملية الزراعة والتشجير فوق سطح الرمال المتحركة أو أنها تمهد لمرحلة التثبيت البيولوجي وهي تثبيت دائم يعتمد على إقامة غطاء شجري أو شجيري فوق الكثبان الرملية حيث تعمل الجذور على تماسك حبيبات الرمال وتساعد على بناء قوام التربة الرملية . ويعتبر التشجير من انجح الطرق في تثبيت الكثبان الرملية وذلك للخصائص التالية :

- لها صفة الاستدامة .
 - تحسين خصائص التربة وتحسين خصوبتها بزيادة المادة العضوية .
 - تحسين الظروف البيئية
 - توفير الانتاج (مراعى - خشب) .
 - إيجاد أماكن للنزهة والترفيه .
- يراعى عند زراعة الكثبان الرملية ألا تقل المسافة بين الأشجار عن ٤ / ٤ متر، كذلك يتم عمل جور إلى عمق يتراوح بين ٤٠ - ٥٠ سم .

ينبغي توافر صفات معينة في الأشجار الملائمة للزراعة على الكثبان هي :

- ١- القدرة على النمو في الرمال و الذي يتميز بنقص محتواه من العناصر الغذائية و الرطوبة .
 - ٢- القدرة على تحمل الرياح .
 - ٣- القدرة على تحمل الأضرار الناتجة من سفي الرمال و ضرب حبيبات الرمل لأنسجة النبات .
 - ٤- تحمل التغير الكبير في درجات حرارة الطبقة السطحية للكثبان الرملية .
 - ٥- تحمل للملوحة عند استخدامها في المناطق التي تتميز بارتفاع الملوحة .
 - ٦- المقاومة للجفاف ، و أن تكون ذات مجموع جذري كبير يتعمق في باطن الأرض للوصول الى الطبقة الأرضية الرطبة أو مجموع جذري منتشر انتشارا جانبيا كبيرا للحصول على أكبر قدر ممكن من مياه الأمطار و الندى المتاحة ، و ذلك عند استخدام هذه النباتات في المناطق الجافة .
- و من اهم الاشجار التي يمكن زراعتها لتثبيت الكثبان الرملية :
- الاكاسيا سيانوفلا Acacia Cyanophylla
 - العبل Tamarix Articulata
 - الصنوبر Pinus Pinea
 - الاجنس انجستيفوليا Elaeagnus Angustifolia

الأهمية البيئية والاقتصادية لتشجير الكثبان الرملية

تعتبر عمليات تثبيت وتشجير الكثبان الرملية من أهم العوامل التي تحافظ على التوازن البيئي في المناطق الجافة والشبه جافة وشديدة الجفاف وتساعد على استقرار الحياة في هذه المناطق باعتبارها عامل من العوامل التي تحد من التصحر، وتساهم في توفير فرص العمل للمواطنين القاطنين بهذه المناطق وإنتاج الأخشاب للوقود وللبعض الصناعات والأوراق التي يمكن استعمالها كاعلاف للحيوانات مثل أوراق الكاسيا سيانوفيل وغيرها من الأنواع الرعوية مما يؤدي إلى النمو الاقتصادي والاجتماعي بهذه المناطق بصفه عامة .النتائج التي يمكن تحقيقها من عمليات تثبيت الكثبان الرملية :

أولاً: الأهمية البيئية :

إن تثبيت الرمال تثبيتاً (ميكانيكياً أو كيمياوياً) يؤدي إلى استقرار سطح الرمال وتوفر الرطوبة الأرضية ويجعل من الرمال وسطاً ملائماً لنمو الأشجار التي تزرع بعد التثبيت مباشرة وكذلك لإنبات ونمو النباتات الحولية والمعمرة الأمر الذي يؤدي إلى التطور البيئي وتحسن خواص التربة بفضل المواد العضوية الناتجة عن تراكم الأوراق والأغصان المتساقطة من الأشجار والنباتات بالإضافة إلى ذلك توفر عنصر الأزوت الذي يتم تثبيته في التربة بواسطة بكتريا الريزوبيوم التي تكون عقداً على جذور البقوليات كالأكاسيا وغيرها وقد أشارت نتائج الدراسة التي أجريت بواحة سيوه بالصحراء الغربية بجمهورية مصر العربية أن أشجار الأكاسيا ساليجنا والتل كانتا من أفضل الأنواع تأثيراً في تحسين خواص تربته الكثبان الرملية . ويصبح المكان ملجأ ومأوى للحيوانات البرية الذي تجد فيه مناخاً لحياتها وتكاثرها ووسيلة هامة لمكافحة التصحر .

ثانياً: الأهمية الاقتصادية :

إن الهدف من عمليات تثبيت وتشجير الكثبان الرملية لا ينحصر في الأهداف الوقائية بل يتعدى ذلك ليشمل ما يمكن توفيره من إنتاج مباشر وغير مباشر من حيث :

١. توفير مناطق رعوية أو مصادر أعلاف تكميلية .
٢. إنتاج الأخشاب (للوقود والصناعات) ذات القيمة الاقتصادية .
٣. المساهمة في رفع المعدلات الإنتاجية للمناطق الزراعية التي تتم حمايتها من الرياح و الرمال .
٤. الحد من تدهور مناطق إنتاجية جديدة من أثر حركة الرمال الزاحفة ويجب التركيز على ضرورة بناء سياسة مستدامة في تشجير الكثبان الرملية واختيار الأنواع المتعددة الأغراض.

المراجع:

- عباس بن عيفان الحارثي - قسم الجيولوجيا الهندسية و البيئية - كلية علوم الأرض - جامعة الملك عبد العزيز .
- مقرر المخاطر الجيولوجية .
- جواد عبد الكاظم كمال - قسم علوم التربة والموارد المائية - محاضرات مادة التصحر .
- نادر نور الدين محمد - قسم علوم التربة و المياه - كلية الزراعة - جامعة القاهرة - محاضرات استصلاح الاراضي .