

المحاضرة الثالثة

مقرر التصحر و طرق التحكم به

- الانجراف بالرياح
- الأراضي الصحراوية والتحكم بزحف الكثبان الرملية

الانجراف بالرياح

مقدمة

يقصد به تهديم الترب و نقلها بالرياح ، و هو يحدث في تلك الحالة عندما تصل سرعة الرياح الى قيمة تكون فيها القوة المهدمة للرياح تفوق ثبات التربة أمام الرياح . و انجراف الأراضي بالرياح مشكلة هامة في أراضي المناطق الجافة وشبه الجافة حيث الرياح شديدة غالباً في هذه المناطق ، و التربة سهلة التفكك و النقل ، و الغطاء النباتي قليل لا يوفر تغطية إلا لنسبة ضئيلة من سطح الأرض . تنشأ حركة أجزاء التربة بالرياح تحت تأثير تفاعل القوى الديناميكية و الستاتيكية (الساكنة) ناتجة عن دفع الرياح و احتكاكها بسطح الحبيبة . تؤثر عدة قوى في الحبيبة المفردة المتوضعة بشكل حر عند حركة التيار الهوائي على سطح التربة : الثقل ، ضغط الهواء الجبهي ، الضغط الجوي ، قوة الاحتكاك الناتجة من تماس الرياح بسطح الحبيبة ، قوة الحمل بالرياح . ان الاختلاف بين سرعة الرياح عند سطح التربة و السرعة عند سطح الحبيبة العلوي يؤدي الى إحداث فرق بالضغط الجوي المحيط بالحبيبة و يحدث خلخلة بالضغط الجوي حول الحبيبة مما يؤدي الى انتقالها من حالة السكون الى حالة الحركة و اندفاعها في الهواء الى الأعلى و تكون قيمة قوة الحمل أو الدفع الى أعلى موجبة عندما تكون قيمة القوى الميكانيكية أكبر من القوى الستاتيكية . تعد التعرية الريحية من السمات الرئيسة للمناطق الجافة و شبه الجافة خاصة مناطق وجود الزراعات البعلية ، نظراً للظروف التالية :

A. طبيعة التربة في المناطق الجافة من حيث القوام الخفيف و ارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم في التربة و هذا يساعد على تكوين بناء هش غير مقاوم للفعل الميكانيكي الهدام .

B. تفكيك و تحطيم بناء التربة الهش بفعل الحراثة و زيادة قابلية التربة للتعرية .

C. سيطرة نظام ريحي غير مستقر يتصف بالإعصارية العالية .

D. طبيعة الطوبوغرافيا المفتوحة و المنبسطة لسهول البوادي .

E. ضعف التغطية النباتية أو انعدامها .

السرعة الحرجة

هي أقل سرعة للرياح و التي عندها يبدأ نقل أجزاء التربة في التيار الهوائي ، و تختلف السرعة الحرجة باختلاف أنواع الترب و بالتركيب الميكانيكي (الحبيبي) للتربة ، صلابة الأجزاء المعدنية ، قوى التماسك مع الأجزاء الأخرى ، درجة حماية سطح التربة ، النشاط الزراعي للإنسان . يؤثر التركيب الميكانيكي للتربة على السرعة الحرجة حيث تقل قيمة السرعة الحرجة كلما زاد قطر حبيبة التربة و عند الاجزاء التي يبلغ قطرها 0.1 مم تكون عند أقل قيمة للسرعة الحرجة ، لتزداد من جديد مع زيادة قطر حبيبة التربة ، وهذا يفسر بازدياد قوى التماسك بين الأجزاء الصغيرة التي يقل قطرها عن 0.1 مم . ولثقل الاجزاء الكبيرة التي يزيد قطرها عن 0.1 مم . و اختلاف السرعة الحرجة للجزيئات ذات الأقطار المختلفة يفسر فرز الاجزاء المعدنية حسب قطرها في المناطق الجافة ، يؤدي هذا الفرز الى تشكيل الصحارى الرملية و الطينية كذلك رواسب ترابية طميية على الحدود المحيطة بالصحارى . ان فرز الرواسب حسب تركيبها الحبيبي الى رمال و طين يفسر ان السرعة السائدة للرياح من 2-5 م /ثا حيث تبقى في المكان الاجزاء التي قطرها اقل من 0.01 مم و اكبر من 1 مم ، بينما الأجزاء التي أقطارها بين 0.01-0.05 مم فتحمل من أراضيها الى مسافات كبيرة قد تصل الى مئات و ألوف الكيلومترات و تترسب تراباً طميبه صفراء ، بهذا النوع من الفرز تتكون الرواسب الطميبه على حواف الصحراء . أما عند نشوب الرياح القوية فإن الاجزاء التي قطرها أكبر من 0.5 مم تتحرك لمسافات ليست كبيرة مشكلة تلالاً رملية ، أما الاجزاء الطينية فبسبب قوى التماسك الكبيرة تشكل قشور كثيفة و تبقى في مكانها بين التلال ، و هذه القشور يمكن أن تتحرك فقط بفعل سيل مائي الى اماكن أقل ارتفاعاً من مكانها بهذه الطريقة تتشكل رواسب طينية ذات سطح مستو في أماكن فيضانات السيول .

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 الاصطياد 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 اخاديد عميقة نوعاً 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 .

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 سريعة الحركة بحبيبات التربة المجمعة الى تفكيكها و تحريكها . و لقد وجد أن الحبيبات المنقولة تتحرك و تنتقل بأحدى الطرق التالية :

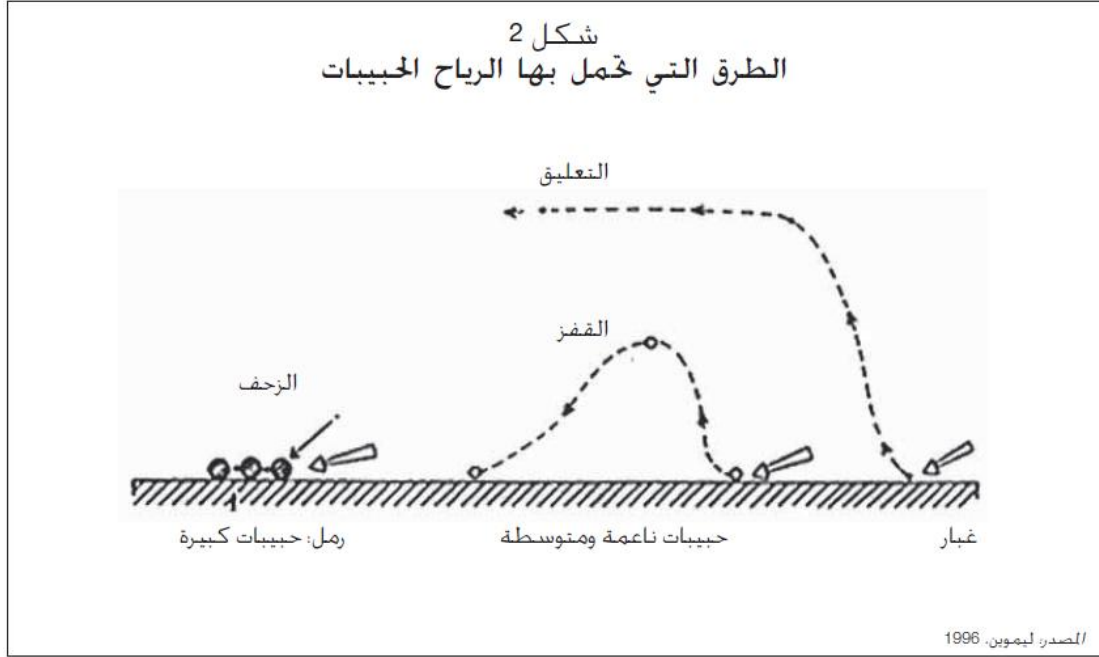
1. الوثب

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 أثناء 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 . و سقوط 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 بعيدا عن سطح الأرض . و يعتبر وثب الحبيبات اهم ميكانيكية في الانجراف بالرياح .

2. الزحف
يعجز تيار الهواء عن رفع حبيبات التربة أحيانا إما لضعف الرياح أو لكبر حجم الحبيبة فتزحف الحبيبات على سطح الأرض متحركة للأمام ، وقد تصطدم حبيبات أخرى تدفعها امامها . و لقد وجد ان الرياح تعجز عن حمل الحبيبات إذا قلت سرعتها عن 13 كم في الساعة في الطبقة الملاصقة لسطح التربة .

3. 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 متنقلة و لا تعود الى الأرض إلا بعد سكون الرياح أو هطول الأمطار .
الشكل التالي يوضح الطرق التي تحمل بها الرياح الحبيبات .



الطرق التي تحمل بها الرياح الحبيبات

تشبع التيار الهوائي بالغبار (درجة التشبع الأعظمي بالغبار) :

هو أقصى كمية من الغبار يمكن أن يحملها التيار الريحي و تبلغ 3.62 كغ/سم/ ساعة ، عند سرعة رياح 10.5 م/ثا على ارتفاع 50 سم من الأرض أو 18.5 م/ثا على ارتفاع 2 م و يعادل 36.2 طن/هكتار/سا ، و هذه القيمة ثابتة لجميع الأراضي و لكنها تختلف باختلاف سرعة الرياح . و يعرف مدى التشبع الأعظمي بأنه المسافة اللازمة بالمتري اعتباراً من بداية الانجراف لتصل كمية الغبار في التيار الريحي الى درجة التشبع الأعظمي ، و يختلف باختلاف نوع التربة .

إن المسافة التي تقطعها الرياح محملة بأجزاء التربة حتى تصل الى درجة الإشباع ويحدث التفريغ تختلف من تربة الى أخرى حسب تركيبها الميكانيكي . ففي الترب الطينية 2000 م ، الترب الطميية الثقيلة 1500 م ، الترب الطميية المتوسطة 1000 م ، الطميية الخفيفة 500 م و الرملية 250 م .

العوامل المؤثرة في مدى التشبع الأعظمي :

- سرعة الرياح السطحية و درجة اعصاريتها .
- خشونة سطح التربة حيث تقل قدرة الرياح على حمل التربة على السطوح الخشنة و تزداد على السطوح الناعمة .
- قوام التربة يزداد تشبع الغبار كلما كان القوام خفيفاً .
- درجة تحبيب الطبقة السطحية للتربة .
- مساحة السطح القابل للانجراف .
- رطوبة التربة السطحية .

العوامل المساعدة لحدوث الانجراف بالرياح

A. عامل المناخ

تتوقف العلاقة بين المناخ و الانجراف بالرياح على شدة و تكرار هبوب الرياح و أثر سقوط الامطار و البخر 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 بعيدا . 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 100 % . فيزيد جهد الانجراف للتربة في مكان ما عن جهد الانجراف عند جاردن سيتي عندما تزيد قيمة عامل المناخ عن 100 % و يقل إذا قل عامل المناخ عن 100 % .

قيمة عامل المناخ =

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

حيث أن 2.9 هي قيمة جهد الانجراف الهوائي عند مدينة جاردن سيتي بولاية كنساس .
جهد الانجراف C يحسب من معادلة ثور نثويت Thornthwaite P.E. index .

دليل الرطوبة :

يمكن التعبير عن تأثير المناخ على الحت الريحي من خلال دليل الرطوبة k_y و هو دليل على رطوبة الارض وهو دليل عن النسبة بين كمية الامطار الهائلة p الى مقدار البحر E .

$$k_y = P/E$$

فحسب مؤشر الرطوبة تميز النطاقات التالية لاحتمال حدوث الحت الريحي .

$K_y > 1$ نطاق غياب الحت الريحي .

$K_y = 0.3 - 1$ نطاق يتوقع فيه حدوث الحت الريحي .

$K_y < 0.3$ نطاق يظهر فيه الحت الريحي القوي .

لسرعة الرياح دورا كبيرا في التأثير على الحت الريحي ، فالعامل المناخي K_{op} والذي يضم بشكل عام العوامل المناخية الرئيسية التي تؤثر في الحت الريحي (الحرارة - الرطوبة - سرعة الرياح) يعبر عنه بالعلاقة التالية (chepil, 1956) :

$$K_{op} = 34.483x^3 (P-E)^2$$

حيث x : سرعة الريح م /ثا أو كم /سا .

(P-E) : رطوبة الأرض و هي تساوي الفرق بين الهطول والبحر .

سرعة الرياح

واحد من اهم العوامل التي تؤثر في الحت بفعل الرياح حيث ان الطاقة الحركية للرياح تتناسب طرذا مع مربع سرعتها . فالأثر الحتي للرياح عند سرعة 4 م /ثا يفوق الاثر الحتي للرياح عند السرعة 2 م/ثا ب 4 مرات . و هكذا فبازدياد سرعة الرياح بعد وصولها الى السرعة الحدية (الحرارة) تزداد قدرتها التخريبية بسرعة كبيرة .

إن قدرة العاصفة الرملية (الرياح) على الحمل تقدر بكمية الاجزاء المعدنية المحمولة فيها . حيث أن للرياح قدرة محددة على الحمل و هي تبلغ 36.2 طن / هكتار في الساعة ، وبعد الوصول الى درجة التشبع المشار إليها فإن المواد المحمولة تتساقط ، ثم من جديد تحمل مواد أخرى من المناطق الواقعة على امتدادها و يتم تساقطها مره أخرى بعد الوصول الى حد الإشباع و هكذا دواليك يحدث الحمل و الترسيب .
إن المسافة التي تقطعها الرياح محملة بأجزاء التربة حتى تصل الى درجة الإشباع ويحدث التفريغ تختلف من تربة الى أخرى حسب تركيبها الميكانيكي . ففي التربة الطينية 2000 م ، التربة الطميية الثقيلة 1500 م التربة الطميية المتوسطة 1000 م ، الطميية الخفيفة 500 م و الرملية 250 م .

B. التضاريس

عند دراسة تأثير التضاريس على الحت الريحي و تحليله لابد من التمييز بينها تبعا الى الحجم الى التكوينات الأرضية الصغيرة و المتوسطة و الكبرى .

التكوينات الأرضية الكبيرة Maro Relief (السلاسل الجبلية و الهضاب) :

و هي تحمي التربة من تأثير الرياح ذات الاتجاه الواحد بينما تزيد من شدة الحت الريحي فيما إذا كانت الرياح تهب من اتجاهات مختلفة ، اذا تواجدت السلاسل الجبلية في منطقة تمتد فيها من الغرب الى الشرق فهي يمكنها أن تحمي الأراضي التي تقع في الجهة المقابلة لهبوب الرياح بمعنى تحمي الاجزاء الشمالية من الرياح الجنوبية و العكس بالعكس ، لكنها لا تستطيع ان تحميها من الرياح الغربية و الشرقية . بينما اذا امتدت السلسلة الجبلية من الشمال الى الجنوب فهي تحمي الاجزاء الشرقية من الرياح الغربية و العكس بالعكس . لكنها لا تستطيع ان تحميها من الرياح الشمالية او الجنوبية .

التكوينات الأرضية الوسطى (3 - 30 م) Meso Relief :

تمثل الهضاب و السهول و المنخفضات البسيطة حيث تزداد سرعة الرياح كلما ارتفعنا عن السطح و تكون سرعة الرياح على قمم المرتفعات التي تزيد عن 2-3 متر اكبر 1.5 مرة من سرعتها على الأراضي المنبسطة ، و غالبا ما تبلغ السرعة الحرجة للرياح في المناطق العلوية من الهضاب و تظهر التعرية بصورة أشد بالمقارنة مع المناطق المنخفضة أو القريبة من مستوى الأرض .

التكوينات الأرضية الصغيرة Micro Relief :

ان التضاريس الصغيرة والتجاعيد الناجمة عن عمليات الحراثة تعمل على زيادة خشونة السطح مما يسبب نقص سرعة الرياح الملامسة لسطح التربة وقلت قدرتها على الجرف .

C. قابلية الأرض للانجراف بالرياح (عامل خصائص التربة)

يرتبط ثبات الترب امام الحت الريحي بالتركيب المعدني و الميكانيكي للتربة قوام التربة و بناء التربة و محتواها من الكربونات و تركيز الاملاح و المحتوى الرطوبي .

التركيب الميكانيكي للتربة وبناء التربة :

ترتبط قابلية التربة للانجراف بالرياح بسهولة نزع الحبيبات المفردة أو المجمعة من جسم التربة و أيضا بحجم هذه الحبيبات . فالحبيبات الأصغر حجما 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 0.1 مم تزيد القابلية للانجراف . و بزيادة نقص الحجم عن 0.1 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 100 % .

العلاقة بين قوام التربة و قيم قابلية الأراضي للانجراف بالرياح

مجموعة الأراضي القابلة للانجراف	القوام السائد	قيمة القابلية للانجراف طن / هكتار / في السنة
1	رمل ناعم جدا الى رمل متوسط	490
2	رمل ناعم جدا الى متوسط لومي	300
3	لومي رملي ناعم جدا الى خشن	195
4	طيني و طيني سلتني	195
5	لوم ولومي طيني رملي و طيني رملي	125
6	لومي سلتني طيني	105
7	لومي طيني سلتني	85

ويتضح من الجدول أن الأراضي التي تحتوي حبيبات صغيرة الحجم من الرمل تكون أكثر قابلية للانجراف بالرياح . و المجموعة القابلة للانجراف رقم 4 تشمل الأراضي ناعمة القوام التي تحتوي نسبة عالية من الطين المتمد مثل المونتمورنيت ، و مع أن حبيبات هذه الأراضي ملتصقة ، فتكرار الترطيب و التجفيف يسبب انفصالها طبيعيا الى حبيبات صغيرة تكون سهلة الانجراف بالرياح . و على العكس أرض المجموعة 5 الى 7 و هي ذات قوام ناعم تميل الى تكوين حبيبات متجمعة كبيرة (أكبر من 1 مم) 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 .

نسبة كربونات الكالسيوم :

فإذا زادت عن 4 % فإنها تؤدي الى اضعاف درجة تماسك بناء التربة و تدني مقاومة التربة للانجراف من خلال تأثيرها على ثباتية البناء .

نسبة الدبال الى كربونات الكالسيوم :

تتعلق شدة الانجراف الريحي بمقدار النسبة ما بين الدبال و نسبة كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ حيث أن لهذه النسبة أثرا كبيرا في تكوين التجمعات الترابية و قد وجد بأنه كلما زادت هذه النسبة في طبقة التربة السطحية زادت مقاومة التربة للانجراف . و إن انخفاض نسبة الدبال الى الكربونات تساعد على زيادة كمية التجمعات الترابية الصغيرة (أقل من 0.25 مم) و القابلة للانجراف .

ملوحة التربة :

إن توافر الاملاح سهلة الانحلال في التربة يقلل من ثباتها امام الرياح . لان هذه الاملاح تتبلور و تساعد على تفريق اجزاء التربة و جعلها أكثر هشّة .

رطوبة التربة :

إن حبيبات التربة المشبعة بالرطوبة لا تزاخ بالرياح لأن تلك الذرات تتمسك بالأرض جيدا بواسطة قوى الجذب السطحي للغشاء المائي الذي يحيط بها .

D. 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 2 الى 2.5 مره عن بقايا النباتات المنثورة على سطح الأرض .

و يظهر تأثير الغطاء النباتي على حماية التربة من الرياح من خلال الآتي :

- إضعاف سرعة الرياح في الطبقة السطحية .
 - امتصاص و تنقية الرياح من الغبار .
 - تثبيت التربة و زيادة مقاومة سطح التربة لفعل الرياح بواسطة المجموع الجذري .
- و تختلف قدرة النباتات على حفظ التربة من الانجراف حسب النوع و الكثافة النباتية و التغطية و تختلف الأنواع المختلفة للغطاء النباتي من حيث دورها الوافي للتربة حسب التسلسل التنازلي التالي :
- غابات طبيعية < أحراج < مراعي طبيعية < أعشاب معمرة < محاصيل حولية نجيلية < محاصيل حقلية صناعية .

أساليب صيانة التربة من التعرية الريحية

تتركز أساليب صيانة التربة من الانجراف او الحت الريحي حول الآتي :

1- العمل على خفض سرعة الرياح بالقرب من سطح التربة الى ما دون العتبة الحرجة للرياح بإتباع ما يلي :

- الزراعة الشرائطية .
- الاسيجة النباتية الضيقة .
- الأحزمة الحراجية .

2- رفع درجة مقاومة التربة للتعرية الريحية عن طريق .

- زيادة خشونة سطح التربة .
- اتباع الحراثة غير القلابية و المحافظة على مخلفات المحصول .
- رش التربة بالمستحلبات الكيميائية المساعدة على التحبب مثل البولييميرات و المعلقات الغروية الغضارية .

الزراعة الحافظة :

الزراعة الحافظة هي عبارة عن عدد من العمليات الزراعية التي تطبق على التربة الزراعية و التي تؤدي الى تبديل و تحسين مكوناتها و تنوعها الحيوي الطبيعي بقدر الإمكان و حمايتها من عمليات التدهور و تعد الزراعة بدون حرث أو تقليل الحراثة الى الحد الأدنى دون قلب التربة من اهم و أولى العمليات الزراعية في نظام الزراعة الحافظة . إن حماية الترب من الحت الريحي يتم من خلال النظم الزراعية الحافظة للتربة و العمليات الزراعية الحافظة للتربة و التي يمكن تقسيمها كما يلي :

النظم الزراعية الحافظة للتربة :

- تكنولوجيا الحراثة غير القلابية .
- تكنولوجيا الحراثة الصفيرية .

العمليات الزراعية الحافظة للتربة :

- الدورات الزراعية .
- الزراعة الشرائطية .

تكنولوجيا النظم الزراعية الحافظة للتربة :

تعتمد هذه التكنولوجيا على الإقلاع عن الحراثة التقليدية باستخدام المحراث القرصي و المطرحي و الاعتماد على المحارث الحديثة دون العبث بالتربة :

- تكنولوجيا الحراثة غير القلابية Non plow tillage : ويتم تنفيذ الحراثة غير القلابية للتربة بواسطة مجموعة من المحارث سلاحه سكين على شكل سهم و أفقي على سطح الأرض .
- تكنولوجيا الحراثة الصفيرية No – Till (الزراعة بدون حرث) : و هي أول مرحلة من مراحل تنفيذ نظام الزراعة الحافظة و تبدأ باستخدام بذارات خاصة تنفذ عملية البذور و السماد دون حراثة التربة بإحداث شق في التربة و طمره بعد البذر و تدعى هذه البذارات Zero tillage .

تكنولوجيا العمليات الزراعية الحافظة للتربة :

- الزراعة الشرائطية

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 احداث 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 نسبيا . 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 عمودي على الاتجاه الذي تهب منه الرياح . و غالبا ما يستخدم نظام الشرائح في زراعة الأراضي الجافة ، حيث تتبادل شرائح تزرع بمحاصيل الحبوب الصغيرة (القمح مثلاً) مع اخرى غير مزروعة . و ترك شرائح الأرض غير مزروعة يعتبر طريقة لتخزين الماء للحصول على محصول حبوب ناجح عند زراعتها . ويمكن تلخيص كيفية تنفيذ الزراعة الشرائطية Strip Farming على الشكل التالي :

- تنظم الحقول البور أو المشغولة بالمحاصيل الحساسة للانجراف الريحي (قطن ، ذرة صفراء) بالتناوب مع شرائح مزروعة بالحبوب ويكون اتجاه الحقول عموديا على اتجاه الرياح السائدة .
- تتناوب شرائط الحقول المشغولة بالمحاصيل الحولية أو البور مع شرائط الحقول المزروعة بالأعشاب المعمرة على الأراضي خفيفة القوام .

يعتمد المبدأ العلمي لهذا التطبيق اساسا على طبيعة عملية تشبع التيار الغباري و العوامل المؤثرة على درجة التشبع الأعظمي و مدى هذا التشبع مثل :

- مساحة الأراضي المعرضة للانجراف .
- سرعة الرياح و إعصاريته .
- القوام وبناء التربة .
- طبيعة المناخ .

تهدف الزراعة الشرائطية الى :

- تقليل مساحة السطح المعرض للانجراف و بالتالي تخفيض درجة تشبع التيار الريحي و طاقته الانجرافية .
- زيادة خشونة سطح التربة بإقامة الحقول الشرائطية التي تساهم بتقليل قدرة الرياح الانجرافية و حجز الغبار .

تحقق الزراعة الشرائطية خفض درجة التشبع الأعظمي الى ما دون 10/1 من قيمة درجة التشبع الأعظمي و هو يعادل الحد المسموح به لفقد التربة و هو الحد الذي لا يلحق أضرارا ملموسة بالتربة و لا يؤدي الى حدوث انجراف .

إن مقدار عرض الشرائح المتعامدة على اتجاه الرياح تتعلق بالقوام الميكانيكي و درجة التحبب . عرض الحقل الشرائطي يبلغ 150 م في الترب الخفيفة و 100 م في الترب الطميية و 50 م في الترب الرملية . و كلما انتقلنا من المنطقة الرطبة الى المنطقة الجافة يقل عرض الشريحة .

الكثبان الرملية

مقدمة :

تغطي الكثبان الرملية مساحات شاسعة من العالم وهي تشكل خطراً كبيراً في منطقة شمال إفريقيا لانتشارها حول المدن والقرى وشبكات الطرق والمزارع ومصادر المياه والري والمراعى. ورغم الجهود التي تبذل للحد من تحركها إلا أن الدراسات تشير إلى أن التحرك العشوائي 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 طلباً 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 مرغماً وتركها للرمال. 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 وندرت الأمطار أو انعدامها وارتفاع درجات الحرارة صيفاً وشدة الرياح واستمراريتها على مدار السنة. وتشير جميع الدراسات التي تمت أن الجزء الأكبر من الكثبان الرملية في العالم يوجد في المناطق شبه جافة والجافة والشديدة الجفاف وتقدر مساحة هذه المناطق بحوالي 47.7 مليون كم² منه 22.4 مليون كم² تقع في المناطق الجافة ، 6.64 مليون كم² 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 وتتضح من هنا أهميته 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 "شنقطي" في موريتانيا كما دفنت الرمال أيضاً كثيراً من العيون المائية مثل "كوكب" وأم سعيد بالمملكة 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 الاثرية التي يتراوح قطر حبيباتها بين 0.1 – 0.5 مم خصوصاً في المناطق الجافة الصحراوية فإذا صادفت في طريقها عقبة تؤدي الى ايقافها او تقليل سرعتها فسرعان ما تلقي بحملها من الرمال و الأثرية و هذه تتراكم على شكل كثبان او 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 الى 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 وهبوب الرياح المتواصلة مما يؤدي إلى تفكيك الصخور وتفتيتها إلى حبيبات رملية مختلفة الحجم والشكل. كما تنشأ الكثبان القارية من إساءة استخدام الأرض ومن كل العمليات التي تؤدي الى اتلاف 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 الى 10 م في بعض الحالات ومن اهم الوسائل التي تكشف سطح الأرض زيادة الرعي ، فالراعي غير المستقر في موقع معين لا يضيره أن تأتي الحيوانات على النباتات القائمة دون أن تترك نسبة منها – نحو الثلث – لتنتج بذوراً تضمن غطاءً نباتياً مناسباً في العام التالي ، و هكذا تؤدي تعرية سطح الأرض الى سهولة حمل حبيباتها بواسطة الرياح .

الوسط البيئي للكثبان الرملية

يتكون الوسط البيئي للكثبان الرملية من :

- 1- العوامل الأرضية (الرمال - الرطوبة الأرضية – التضاريس) .
- يمكن تلخيص اهم سمات الأراضي الصحراوية في :
- نقص القوام الناعم و البناء المتماسك .
- عدم استواء السطح ، و الذي عادة ما يحتاج الى 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 الى 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 الى سهولة جرفها بواسطة الرياح او بجران الماء .
- يمكن أن تحتوي على بعض العناصر السامة خاصة البورون و السيلينيوم .
- نقص حاد لقوة احتفاظها بالماء و الأسمدة .

2- 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 الى 25 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 على 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 .

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

أ - الكثبان الهلالية (البرخان) :

و هو كتيب على هيئة هلال يتكون إذا كان اتجاه الرياح ثابتاً لا يتغير كثيراً و تأتي الرياح من الناحية المحدبة للكتيب .

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 وكثيراً ما تنشأ نتيجة لتلاحم الكثبان الهلالية .

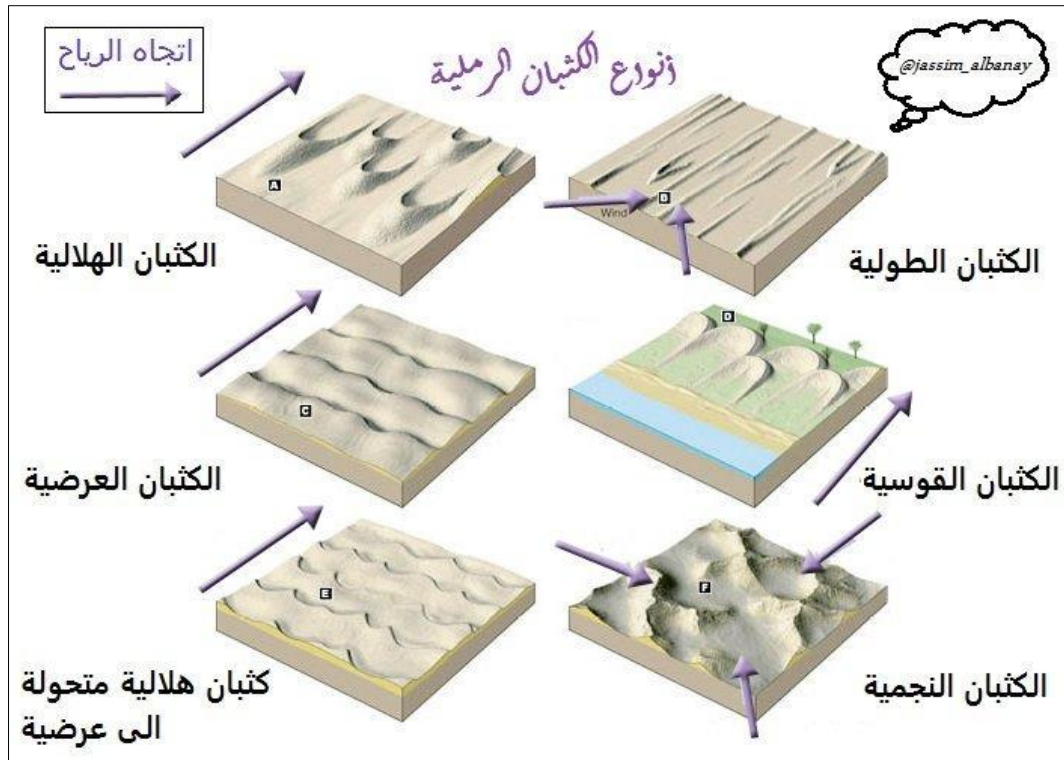
2- أشكال ناتجة بفعل عدة اتجاهات للرياح. وتتمثل في :

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 عديد 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 :

- 1- مصدر الرمال : قد تكون جبال - هضاب - سهول - شواطئ البحار تتعرض بصفة مستمرة إلى عوامل التعرية وعمليات المد والجزر 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.
- 2- منطقة الارتحال : وهى المنطقة التى تلى منطقة المصدر والتي 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 .
- 3- منطقة الترسيب : وهى منطقة نهاية حركة الرمال واستقرارها وهى ممكن الخطر.

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

- 1- تجميع حبيبات التربة الدقيقة و لصقها ببعض لتكون جزيئات أثقل و اكبر حجما من الحبيبات المفردة .
 - 2- تحسين مظهر سطح الأرض لخفض سرعة الرياح .
 - 3- تغطية سطح التربة دائما بزراعة النباتات و البقايا النباتية .
 - 4- 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 الضروري 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 والإمكانات الفنية المتوفرة لدى كل دولة ويخضع بذلك تثبيت الكثبان الرملية إلى عمليتين رئيسيتين :

- 1- التثبيت الميكانيكى و الكيميائى أو المؤقت .
 - 2- التثبيت البيولوجى أو الدائم .
- إن الهدف من تثبيت الكثبان الرملية تثبيتاً أولياً سواء ميكانيكياً أو كيمياوياً هو إنشاء غطاء شجرى أو شجيرى لتثبيتها تثبيتاً نهائياً إذ أن التثبيت الأولى الميكانيكى أو الكيماوى هو عبارة عن وسيلة لتثبيت سطح الكثبان الرملية لمدة زمنية معينة (2 - 4 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 مجموعاً خضرياً 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 والأحزمة 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 تقلل سرعة الرياح بالعائق يتوقف على سرعة الرياح و اتجاه العائق بالنسبة لها و كثافة العائق و سمكه و امتلاؤه و شكله و ارتفاعه . و يعطى 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 أراضي جافة أن الانجراف يبدأ عند سرعة رياح تتراوح بين 16 – 24 كيلو متر في الساعة . فإذا فرضنا أن سرعة الرياح 32 كيلو متر في الساعة فيجب خفض سرعتها الى 16 كيلو متر لكي لا يحدث أي انجراف . و يحدث ذلك على بعد 150 متر بفرض أن ارتفاع العائق 10 متر و تصبح الحماية كاملة حتى تلك المسافة (150 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 6 متر فإن مدى الحماية لن يزيد عن 60 متر خلف المصد . و معنى ذلك أنه يجب وضع صفوف من المصدات كل 60 متر .



زراعة مصدات الرياح والاحزمة الخضراء بالطريقة الميكانيكية والتسييج 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 200 - 300 متر من المنطقة المراد حمايتها فتكون سدا لها تتراكم عليه الرمال . ويمكن أن نعرف السياج بأنه مصدر 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 120 - 140 درجة .

إقامة السياج : لا يجوز إقامة أى جزء من أجزاء السياج على مسافة تقل عن 200 متر من المنطقة المطلوب حمايتها فإذا ما وصلت هذه المسافة ينبغي إقامة سياج ثان يتراوح بين 40-50 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 ، 1.20 متر ولا مبرر إلى ارتفاع يزيد عن ذلك .

بعد تحديد اتجاه السياج يتم تخطيط وضع عدد من الأوتاد . والمواد التي يجوز استخدامها لإعداد أسياج متعددة:

1. استخدام سعف النخيل :

عندما تكون المنطقة ذات تربة هشة يحفر بعمق 40 سم وبعرض 30 سم لدفن أطراف السعف أما إذا كانت التربة صلبة فمن الأفضل إقامة تل بارتفاع 80 سم لدعم السياج ويدفن السعف بعمق 30 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 1.5 متر يثبت منها في الرمال حوالي 50 سم وتنشأ على أبعاد تتراوح بين 3 و 5 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 .

2. استعمال الصفائح الأسمنتية الموجهة .

3. استعمال النسيج البلاستيكي .

4. 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 إقامتها هو تثبيت الرمال في أماكنها 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 إقامتها هذه المصدات .

طريقة الاستعمال تخضع للأسس الفنية التالية :

تقسيم سطح الرمال إلى أشكال مربعة أو مثلثة أو مستطيلة وذلك 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 أبعاد 2*2 متر على قمم الكثبان ، 3*3 متر على المنحدرات وما بين 4*4 متر ، 6*6 متر على المنخفضات والرمل المنبسطة بين الكثبان .

- حفر خنادق يدويا بعمق يتراوح بين 10 ، 15 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 (2-3 سنوات) حتى تنمو الأشجار فتقوم بعملية الحماية وعادة تدفن بعمق حوالي 30 - 50 سم بالرمل ويترك حوالي 50 سم فوق السطح .



مصدات الرياح الصغيرة بطريقة المربعات

التثبيت بواسطة النباتات فقط : حيث تزرع البادرات أو العقل على مسافة 1 متر بين النباتات وبعضها لتلافى الفقد الذي يحدث نتيجة موت النباتات في الفترة الأولى . يجب الزراعة بالجانب المتحرك من الكثيب وهو الجانب الأقل انحداراً 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 80 سم وأن يدفن منها حوالي 50 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 خصوصاً 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 كيميائياً مع سطح الرمال وتكوين قشرة وبقيتها لمدة كافية حتى نمو الأشجار المغروسة وتكوينها غطاءً نباتياً .

استخدام المواد الكيماوية مع النباتات : مستحلب البتومين يرش في صورة شرائط بعرض 40 سم في الاتجاه العمودي على الرياح . يعطى حماية 1.5 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 15 - 20 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 4 / 4 متر، كذلك يتم عمل جور إلى عمق يتراوح بين 40 - 50 سم .

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

- 1- القدرة على النمو في الرمال و الذي يتميز بنقص محتواه من العناصر الغذائية و الرطوبة .
- 2- القدرة على تحمل الرياح .
- 3- القدرة على تحمل الأضرار الناتجة من سفي الرمال و ضرب حبيبات الرمل لأنسجة النبات .
- 4- تحمل التغير الكبير في درجات حرارة الطبقة السطحية للكثبان الرملية .
- 5- تحمل للملوحة عند استخدامها في المناطق التي تتميز بارتفاع الملوحة .
- 6- 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 الامطار 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 ولبعض 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 أكاسيا ساليجنا والتل كانتا من أفضل الأنواع تأثيراً في تحسين

خواص تربه الكتبان الرملية . ويصبح المكان ملجأ ومأوى للحيوانات البرية الذى تجد فيه مناخاً لحمايتها وتكاثرها ووسيلة هامة لمكافحة التصحر .

ثانياً: الأهمية الاقتصادية :

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

1. توفير مناطق رعوية أو مصادر أعلاف تكميلية .
2. إنتاج الأخشاب (للوقود والصناعات) ذات القيمة الاقتصادية .
3. المساهمة فى رفع المعدلات الإنتاجية للمناطق الزراعية التى تتم حمايتها من الرياح و الرمال .
4. الحد من تدهور مناطق إنتاجية جديدة من أثر حركة الرمال الزاحفة ويجب التركيز على ضرورة بناء سياسة مستديمة فى تشجير الكتبان الرملية واختيار الأنواع المتعددة الأغراض.