# مقرر التصحر و طرق التحكم فيه

## المحاضرة السادسة

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

# 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 غالبا 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 بالريح 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 واندفاعها في الهواء الى الاعلى و تكون قيمة قوة الحمل أو الدفع الى أعلى موجبة عندما تكون قيمة القوى الميكانيكية أكبر من القوى الستاتيكية .

## السرعة الحرجة

هي أقل سرعة للرياح و التي عندها يبدأ نقل أجزاء التربة في التيار الهوائي , و تختلف السرعة الحرجة باختلاف انواع 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 نكون عند اقل 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 طمية على الحدود المحيطه بالصحارى .

ان فرز الرواسب حسب تركيبها الحبيبي الى رمال و طين يفسر ان السرعة السائدة للريح من 2 -5 م /ثا حيث تبقى في المكان الاجزاء التي قطرها اقل من 0.01 مم و اكبر من 1 مم , بينما أجزاء الرمل 0.01 -0.05 مم فتحمل من أراضيها الى مسافات كبيرة قد تصل الى مئات و ألوف الكيلومترات و تترسب تربا طمييه صفراء , بهذا النوع من الفرز تتكون الرواسب الطمييه على حواف الصحراء .

أما عند نشوب الرياح القوية فإن الاجزاء التي قطرها أكبر من 0.5 مم تتحرك لمسافات ليست كبيرة مشكلة تلالا رملية , أما الاجزاء الطينية فبسبب قوى التماسك الكبيرة تشكل قشور كتيمة crust و تبقى في مكانها بين التلال , و هذه القشور يمكن أن تتحرك فقط بفعل سيل مائي الى اماكن أقل ارتفاعا 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 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 .

**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 سلوكا 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 بعيدا عن سطح الأرض . و يعتبر وثب الحبيبات اهم ميكانيكية في الانجراف بالرياح .

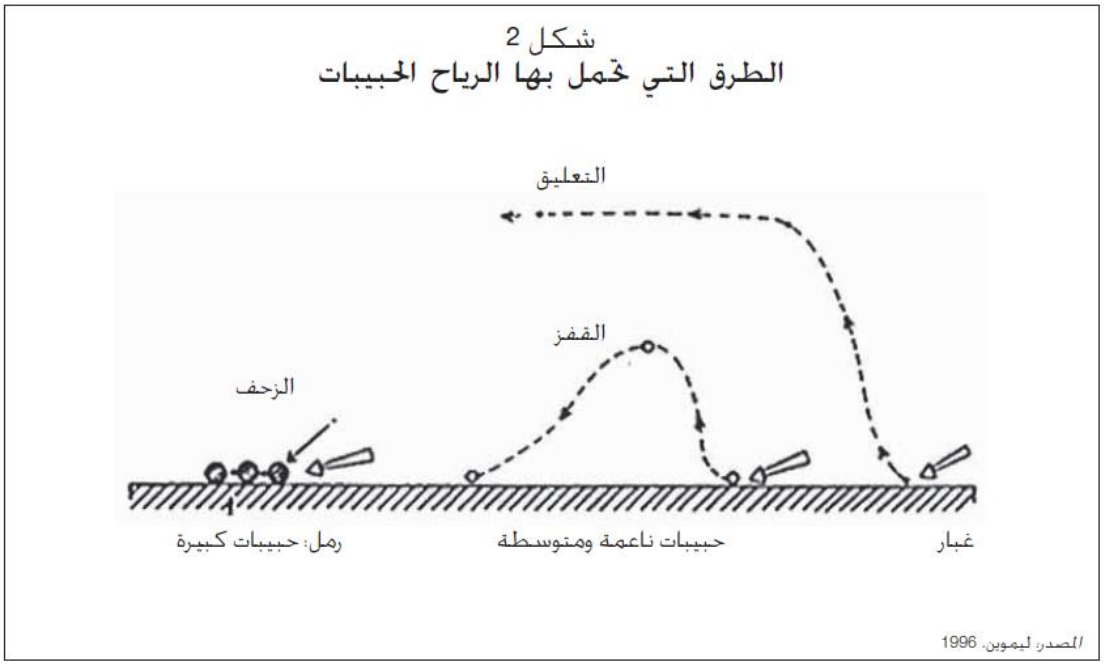
2. الزحف

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 اخرى تدفعها امامها . و لقد وجد ان الرياح تعجز عن حمل الحبيبات إذا قلت سرعتها عن 13 كم في الساعة في الطبقة الملامسة 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

**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 الهاطلة p الى مقدار البخر E .

$$k_y = P/E$$

فحسب مؤشر الرطوبة تميز النطاقات التالية لاحتمال حدوث الحت الريحي .
$K_y > 1$ نطاق غياب الحت الريحي .
1- $K_y = 0.3$ 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 الرئيسة التي تؤثر في الحت الريحي (الحرارة - الرطوبة – سرعة الرياح ) يعبر عنه بالعلاقة التالية (chepil, 1956) :

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

حيث $\vartheta$ : سرعة الريح م /ثا أو كم /سا .
(P-E) : رطوبة الأرض و هي تساوي الفرق بين الهطول والبخر .

**سرعة الرياح**
واحد من اهم العوامل التي تؤثر في الحت بفعل الرياح حيث ان الطاقة الحركية للرياح تتناسب طردا مع مربع سرعتها . فالأثر الحتي للرياح عند سرعة 4 م /ثا يفوق الاثر الحتي للريح عند السرعة 2 م/ثا ب 8 مرات . و هكذا فبازدياد سرعة الرياح بعد وصولها الى السرعة الحدية (الحرجة) 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 الترب الطينية 2000 م , الترب الطميية الثقيلة 1500 م الترب الطمييه المتوسطة 1000 م , الطمييه الخفيفة 500 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 .
<u>التكوينات الأرضية الكبيرة Maro Relief ( السلاسل الجبلية و الهضاب ) :</u>
و هي تحمي الترب 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 المجتمعة** 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 سلتي | 195 |
| 5 | لوم ولومي طيني رملي و طيني رملي | 125 |
| 6 | لومي سلتي طيني | 105 |
| 7 | لومي طيني سلتي | 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 الاراضي ناعمة القوام التي تحتوي نسبة عالية من الطين المتمدد مثل المونتمورنيت , و مع أن حبيبات هذه الاراضي 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 هشة .

رطوبة التربة :
إن حبيبات التربة المشبعة بالرطوبة لا تزاح 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 الارض 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 الأتي :
- 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 الواقي 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 اساليب صيانة التربة من الانجراف او الحت الريحي حول الأتي :

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 الحراثات غير القلابة و المحافظة على مخلفات المحصول .
- رش التربة بالمستحلبات الكيميائية المساعدة على التحبب مثل البوليميرات 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 الحراثة 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 القلابة .
- تكنولوجيا الحراثة الصفرية .

العمليات الزراعية الحافظة للتربة :
- الدورات الزراعية .
- الزراعة الشرائطية .

تكنولوجيا النظم الزراعية الحافظة للتربة :
تعتمد هذه التكنولوجيا على الاقلاع عن الحراثات التقليدية باستخدام المحراث القرصي و المطرحي و الاعتماد على المحاريث الحديثة دون العبث بالتربة :
- تكنولوجيا الحراثة غير القلابة Non plow tillage : ويتم تنفيذ الحراثات غير القلابة للتربة بواسطة مجموعة من المحاريث سلاحه سكين على شكل سهم و أفقي على سطح الأرض .
- تكنولوجيا الحراثة الصفرية 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 عامودي على 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 .
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 .

**مظاهر حدوث الانجراف بالرياح**

تلاحظ الظواهر الاتية :

- 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 :

تغطى الكثبان الرملية مساحات شاسعة من العالم وهى تشكل خطرا كبيرا فى منطقة شمال افريقيا لانتشارها حول المدن والقرى وشبكات الطرق والمزارع ومصادر المياه والرى و المراعى. ورغم الجهود التى تبذل للحد من تحركها إلا أن الدراسات تشير إلى أن التحرك العشوائى للكثبان آخذ فى الاستمرار.
تواجه معظم الدول العربية مشاكل حادة ناتجة عن زحف الكثبان الرملية التى تعتبر آخر مراحل التصحر ويهدد نقلها الأراضى الزراعية والمراعى الطبيعية ْ والمنشآت الاقتصادية والاجتماعية فى الوطن العربى. 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 الأراضى الجرداء .
وأمام زيادة ظاهرة التصحر حاول الإنسان بشتى الطرق منذ زمن بعيد مقاومة زحف الرمال إلا أن إمكانياته كانت محدودة مما أدى به فى أغلب الأحيان إلى هجرة أراضيه مرغما 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 فى 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 فى العالم يوجد فى المناطق الشبه جافة و الجافة والشديدة الجفاف وتقدر مساحة هذه المناطق بحوالي 47.7 مليون كم2 منه 22.4 مليون كم 2 تقع فى المناطق الجافة ، 6.64مليون كم2 بالمناطق شديدة الجفاف والباقي فى مناطق شبه جافة .
وبالنظر إلى المساحات الشاسعة التي تغطيها الكثبان الرملية فى العالم يتضح لنا أبعاد مشكلة تثبيت الكثبان الرملية وبالأخص إذا أخذنا فى الاعتبار أن مناطق الكثبان الرملية الكبيرة وخاصة فى 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 فى هذه المناطق وتتضح 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 التى غطتها الرمال على سبيل المثال مدينة "جوابه" عاصمة الإحساء أيام الرسول صلى الله عليه وسلم ومدينة "شنقطى" فى موريتانيا كما دفنت الرمال أيضا كثيرا من العيون المائية مثل "كوكب" وأم سعيد بالمملكة العربية السعودية. وكذلك إرم ذات العماد التى انطمرت تحت الرمال نتيجة العاصفة الرملية الغير العادية .

## تعريف الكثبان الرملية

أن الرياح تحمل ما تجده في طريقها من الرمال و الاتربة التي يتراوح قطر حبيباتها بين 0.1 – 0.5 مم خصوصا في المناطق الجافة الصحراوية فإذا صادفت في طريقها عقبة تؤدي الى ايقافها او تقليل سرعتها فسرعان ما تلقي بحملها من الرمال و الأتربة و هذه تتراكم على شكل كثبان او في سطوح منبسطة .
الكثبان جمع كثيب وهو عبارة عن تجمع من الرمال السائبه مستديرة الحبيبات على سطح الأرض فى 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 اساسيان 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 يؤدى 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 تاتي الحيوانات على النباتات القائمة دون أن تترك نسبة منها – نحو الثلث – لتنتج بذورا تضمن غطاء نباتيا مناسبا 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 $CaSO_4.2H_2O$ .
- عدم تماسك سطحها يؤدي الى سهولة جرفها بواسطة الرياح او بجريان 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 التى تعمل علي ترسيب الرمال وخاصة سرعة و اتجاه الريح ، القرب أو البعد من مصدر الرمال ، حالة الغطاء النباتى ووجود الحواجز الطبيعية من صخور وبقايا النباتات تحدد الشكل الهندسى العام للكثبان الرملية .

**1- أشكال ناتجة عن فعل اتجاه واحد للرياح وتتمثل فى:**

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 (المموجة) :

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

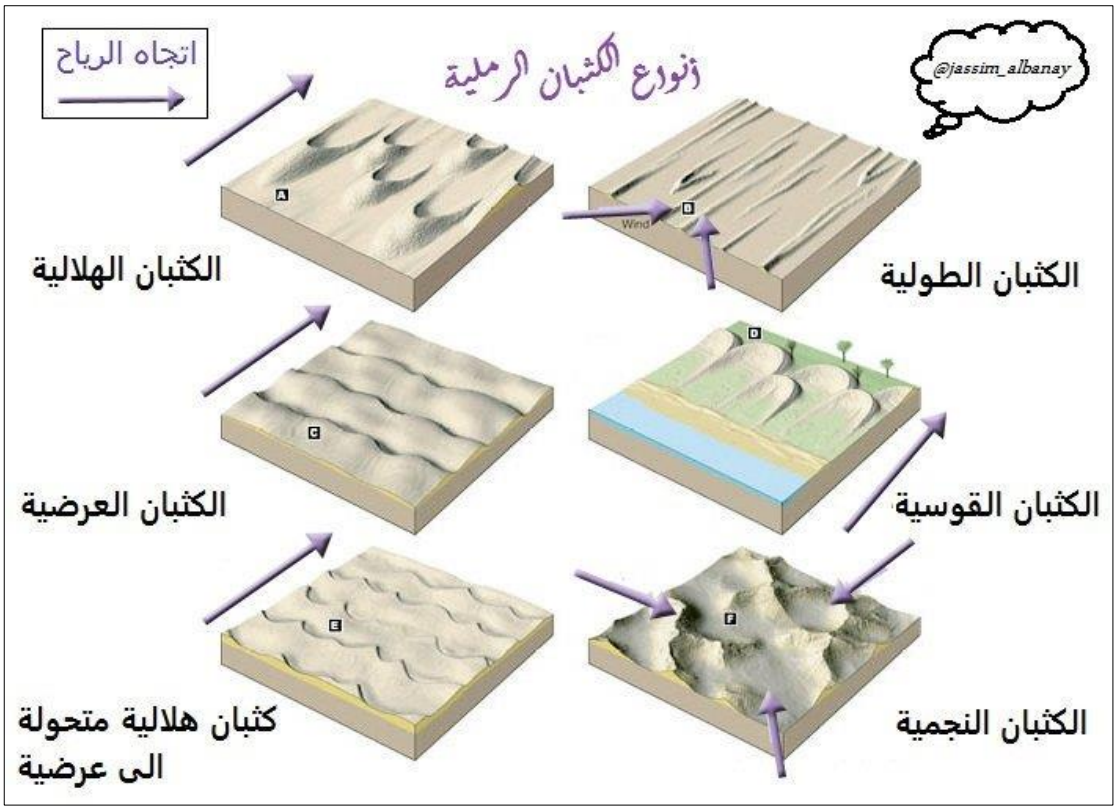
**2- أشكال ناتجة بفعل عدة اتجاهات للرياح. وتتمثل فى :**

أ - كثبان طولية (سيفية) :

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

ب - كثبان هرمية (نجمية ):

هى كثبان لها عديد من الأوجه المنحرفة نتيجة تعرضها إلى العديد من الرياح ذات الاتجاهات المختلفة وعادة لها قمة عالية فى 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 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.

2- منطقة الارتحال : وهى المنطقة التى تلى منطقة المصدر والتى 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 مكمن الخطر.

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

1- تجميع حبيبات التربة الدقيقة و لصقها ببعض لتكون جزيئات اثقل و اكبر حجما من الحبيبات المفرقة .
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 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 :

1- التثبيت الميكانيكى و الكيميائي أو المؤقت .
2- التثبيت البيولوجى أو الدائم .

إن الهدف من تثبيت الكثبان الرملية تثبيتا أوليا سواء ميكانيكيا أو كيماويا هو إنشاء غطاء شجرى أو شجيرى لتثبيتها تثبيتا نهائيا 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 مجموعا خضريا 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 وبالتالى 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 :
- اقامة الحواجز الأمامية والدفاعية .
- اقامة 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 اتجاه 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 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

**اقامة الحواجز الأمامية ( الاسيجة)**

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

**تصميم الحواجز الأمامية :**

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

**اختيار المكان المناسب لإقامة الحواجز الدفاعية .**

تقام هذه الحواجز فى المنطقة الانتقالية للكثبان الرملية على مسافة 200 - 300 متر من المنطقة المراد حمايتها فتكون سدا لها تتراكم عليه الرمال . **ويمكن أن نعرف السياج بأنه مصد للرياح السائدة للحد من سرعتها و لدفع الرمال المتحركة إلى التراكم أمامه ويؤدى هذا التراكم إلى تكوين أول كثيب صناعى يمثل أول مراحل مقاومة التجمع الرملى (التراكم الرملى) . وتبعا لموقع السياج بالنسبة الاتجاه الرياح السائدة يتكون نوعان من الكثبان الصناعية :**

**كثيب (التوقيف) : ويهدف إلى ايقاف تقدم الرمل قدر الامكان . ويتكون أمام السياج فى وضع عمودى بالنسبة لأشد اتجاهات الريح خطورة .**

**كثيب ( التحويل أو الاستتار ) : يستخدم لتحويل الرمل فى اتجاه مختلف عن اتجاه الريح ويتكون أمام سياج باتجاه يمثل زاوية تتراوح بين 120 -140 درجة .**

**إقامة السياج :** لا يجوز اقامة أى جزء من أجزاء السياج على مسافة تقل عن 200 متر من المنطقة المطلوب حمايتها فإذا ما وصلت هذه المسافة ينبغى اقامة سياج ثان يتراوح بين 40-50 مترا فى اتجاه الأول ولكى يؤدى السياج دوره بفعالية يجب أن يكون له الموصفات التالية :

- يسمح بنفاذ الريح لكى يحد من سرعتها ويسمح بتجمع الرمل . ونفاذ الريح من السياج يتيح تراكم الرمال على جانبى السياج .
- يتراوح ارتفاعه بين متر ، 1.20 متر ولا مبرر إلى ارتفاع يزيد عن ذلك .

بعد تحديد اتجاه السياج يتم تخطيط و وضع عدد من الأوتاد . والمواد التى 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 اقامة تل بارتفاع 80 سم لدعم السياج ويدفن السعف بعمق 30 سم فى الخندق أو التل ويراعى تكثيف تشابك السعف عندما يكون مقطوعا حديثا .وطريقه سعف النخيل يتم اللجوء إلى استعمالها كلما توافرت الكميات المطلوبة خاصة فى الواحات وتعتمد الطريقة على استخدام أعمدة خشبية بطول 1.5 متر يثبت منها فى الرمال حوالى 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 لكى لا تتأثر بفعل الرياح وهكذا كلما غطت الرمال الأحزمة الأولية تضاف فوقها أحزمه أخرى ثانية وثالثة إلى نهاية الحصول على كثيب منيع لصد الرمال .

2. استعمال الصفائح الأسمنتية المموجة .
3. استعمال النسيج البلاستيكى .
4. استعمال حواجز من البراميل المستهلكة .

**مصدات الرياح و الحواجز الأمامية (الأسيجة)**

**إقامة مصدات الرياح الصغيرة (طريقة المربعات)**

تختلف المواد المستعملة فى اقامة مصدات الرياح الصغيرة من بلد إلى آخر وذلك حسب نوعيات المواد الأولية ومدى توفراها والغرض من اقامتها هو تثبيت الرمال في اماكنها 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 وأى مواد متوفرة يمكن استخدامها فى 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 2*2 متر على قمم الكثبان ، 3*3 متر على المنحدرات وما بين 4*4 متر ، 6*6 متر على المنخفضات والرمال المنبسطة بين الكثبان .

- حفر خنادق يدويا بعمق يتراوح بين 10 ، 15 سم وباتساع يكفى 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 فى المنطقة مثل سعف النخيل لكي تعطى حماية فى الفترة الأولى ( 3-2 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 الذى يحدث نتيجة موت النباتات فى 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 كافي 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 التى اتبعت و لا تزال تتبع فى بعض الأقطار العربية خصوصا الدول التى 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 كيمائيا مع سطح الرمال وتكوين قشرة وبقائها لمدة كافية حتى نمو الأشجار المغروسة وتكوينها غطاء نباتنا .

استخدام المواد الكيماوية مع النباتات : مستحلب البتومين يرش في صورة شرائط بعرض 40 سم فى الاتجاه العمودى على الرياح . يعطى حماية 1.5سنه لتكون قشرة صلبة على السطح تمنع حركة الرمال وبذلك تزداد نسبة نجاح البادرات .

**التغطية الترابية :** وهى تعتمد على طرح طبقة من الأتربة يتراوح سمكها بين 15 - 20 سم بعد القيام بتسوية الكثبان الرملية وهذه الطريقة تساعد فى تحسين خصائص الطبقات السطحية من خلال تسرب جزء من الأتربة إلى الفجوات بين حبيبات الرمل فى موسم الأمطار وبالتالى تزيد من قدرة الرمال على الاحتفاظ بالرطوبة وكذلك تقلل من البخر خلال الجفاف او التغطية الصخرية .

### ii. التثبيت البيولوجى (التثبيت الدائم)

يعتبر التثبيت الميكانيكى مرحلة ضرورية لنجاح عملية الزراعة والتشجير فوق سطح الرمال المتحركة أو أنها **تمهد لمرحلة التثبيت البيولوجى وهى تثبيت دائم يعتمد على اقامة غطاء شجرى أو شجيرى فوق الكثبان الرملية حيث تعمل الجذور على تماسك حبيبات الرمال وتساعد على بناء قوام التربة الرملية** .ويعتبر التشجير من انجح الطرق فى تثبيت الكثبان الرملية وذلك للخصائص التالية :

- لها صفة الاستدامة .
- تحسين خصائص التربة وتحسين خصوبتها بزيادة المادة العضوية .
- تحسين الظروف البيئية
- توفير الانتاج (مراعى – خشب) .
- أيجاد أماكن للنزهة والترفية .

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 معينه 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 التى تحافظ على التوازن البيئى فى المناطق الجافة والشبه جافة وشديدة الجفاف وتساعد على استقرار الحياة فى هذه المناطق باعتبارها عامل من العوامل التى تحد من التصحر، وتساهم فى توفير فرص العمل للمواطنيين القاطنين بهذه المناطق وإنتاج الأخشاب للوقود ولبعض الصناعات والأوراق التى يمكن استعمالها كأعلاف للحيوانات مثل أوراق االكاسيا سيانوفيال وغيرها من الأنواع الرعوية مما يؤدى إلى النمو الاقتصادى والاجتماعى بهذه المناطق بصفه عامة .النتائج التى يمكن تحقيقها من عمليات تثبيت الكثبان الرملية :

**أولا: الأهمية البيئية :**

إن تثبيت الرمال تثبيتا ( ميكانيكيا أو كيماويا) يؤدى إلى استقرار سطح الرمال وتوفر الرطوبة الأرضية ويجعل من الرمال وسطا ملائما لنمو الأشجار التي تزرع بعد التثبيت مباشرة وكذلك لإنبات ونمو النباتات الحولية والمعمرة الأمر الذى يؤدى إلى التطور البيئى وتتحسن خواص التربة بفضل المواد العضوية الناتجة عن تراكم الأوراق والأغصان المتساقطة من الأشجار والنباتات بالإضافة إلى ذلك توفر عنصر الآزوت الذى يتم تثبيته فى التربة بواسطة بكتريا الريزوبيوم التى تكون عقدا على جذور البقوليات كلأكاسيا وغيرها وقد أشارت نتائج الدراسة التي أجريت بواحة سيوه بالصحراء الغربية بجمهورية مصر العربية أن أشجار ألاكاسيا ساليجنا واالتل كانتا من أفضل الأنواع تأثيراً فى تحسين خواص تربه الكثبان الرملية . ويصبح المكان ملجأ ومأوى للحيوانات البرية الذى تجد فيه مناخا لحمياتها وتكاثرها ووسيلة هامة لمكافحة التصحر .

**ثانيا: الأهمية الاقتصادية :**

إن الهدف من عمليات تثبيت وتشجير الكثبان 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 الكثبان الرملية واختيار الأنواع المتعددة الأغراض.

**المراجع:**


- الخوري اكرم , جيرودية أحمد , الحاج أحمد أحمد . الغطاء النباتي . مطبوعات جامعة دمشق , 1992 .
- العسكر محمود , المسبر وسيم . صيانة التربة . مطبوعات جامعة دمشق , 2017 .
- 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 .