الفصل الثامن

التصحر Desertification

يعتبر التصحر من المشاكل المهمه التى تبرز الأهتمام الكبير الذى يعيره العالم لهذه الظاهرة الخطيرة وذلك لمكافحتها والحد من خطرها على الأنسان فى كل مكان ولذلك نجد أن هناك تعاون على المستويات الدولية والأقليمية والوطنية لمكافحة هذه الظاهرة ويبرز ذلك فى قرارات الأمم المتحدة الخاصه بالتعاون الدولى لمكافحة التصحر وتأثير ذلك على التنمية الأقتصادية وذلك بهدف أعداد خطة عمل متكامله التصحر فى العالم.

كذلك نجد أن المناطق المهددة بالتصحر تقدر بحوالى ١٩ ٪ من مساحة الأراضى فى العالم وذلك نتيجة لسوء استغلالها وإدارتها وهذه المساحة تقدر بحوالى ثلاثين مليون كيلومتر مربع والحقيقة أن هذه المناطق المهددة بالتصحر تصيب تقريبا سدس سكان الأرض ومعظم هذه الأراضى تقع فى المناطق الجافه وشبه الجافه وأحيانا تتعداها إلى المناطق شبه المداريه المجاورة لها: وقد قدر كذلك أن مايعادل ١٥٠ كيلومتر مربع من الأراضى فى العالم تفقد كل عام خصوبتها أو تنخفض قدرتها الأنتاجية نتيجة التصحر.

أيضا نجد أن تأثير التصحر يتعدى المناطق المتصحره نفسها ومثال على ذلك العواصف الترابيه التى تنتقل إلى مسافات بعيدة من المناطق الصحراوية وكذلك السيول الشديدة والفيضانات المائية فى المناطق الجبلية نجد أن لها أثر قوى على المناطق البعيدة عن مصدرها نظرا لسرعة جريان المياه على المنحدرات التى فقدت غطائها النباتى.

ومن الجدير بالذكر أيضا فإنه يجب أن لاينظر إلى التصحر بأنه يصيب المناطق البعيدة غير المنزرعة وغير الأهله بالسكان بل على عكس من ذلك فإن هذه الظاهرة توجد فى المناطق المزدحمه كذلك بالسكان.

وعموما فإن ظاهرة التصحر تعانى منها كثير من دول العالم ولكنها تعتبر من أهم المشاكل الحيوية التى تواجه العالم العربى لذلك يجب وضع كافة الأمكانيات وأن تتضافر الجهود بين جميع الدول للتصدى لهذا الخطر ومما يساعد على هذه الظاهره فى تلك المنطقه هى طبيعة العوامل المناخيه الجافه التى تسود تلك المنطقه.

ولقد أبدأت الدول العربية تعى خطورة ظاهرة التصحر وأبدأت تتخذ خطوات لمكافحة هذه الظاهرة التى تهدد المنطقه كلها ولكن يجب أن تكون تلك الخطوات اكثر فاعليه وأن تتلاحم كل الشعوب وذلك لدفع هذا الخطر قبل أن يستفحل حيث يتعذر فيما بعد القيام بأى أصلاح كما حدث لبعض الأجزاء فى المنطقة العربية التى تحولت إلى صحارى عديمة الأنتاج.

شكل رقم (٦٧)

كيف يحدث التصحر:

نجد أنه فى المناطق الجافه وشبه الجافه عدة أنظمه بيئية تحكمها وتحدث تداخل بين العوامل البيئية المختلفة وأيضا فى تفاعل الطاقه بينها وبين البيئه المحيطه. ألا أنه فى بعض

الأحيان يحدث أختلال فى هذا النظام نتيجة سوء استغلال هذه الأنظمة البيئيه التى تؤدى إلى تعرية التربه وتعرضها للأنحراف وينتج عن ذلك سرعه جريان مياه الأمطار على المنحدرات وقلة تسربها داخل الأرض لتغذيه المياه الجوفيه ونتيجة لذلك يحدث جفاف التربه بعد زوال المادة العضوية من الطبقه السطحيه وبذلك تصبح التربه سهله الأنتقال تحت تأثير الرياح الشديدة.

وهكذا تتولد ظروف بيئية جديدة اكثر جفافا بحيث تتحول الأنظمه البيئيه فى المناطق شبه الجافه إلى حالة جافه وفى المناطق الجافه إلى مناطق شديدة الجفاف وفى المناطق شديدة الجفاف إلى صحراء حيث يكون التدهور حدث بصورة كامله كما هو واضح فى الشكل رقم (٦٧).

ومن ذلك يمكن تعريف التصحر بأنه هو أحد أشكال التدهور الشامل الذى يصيب الأنظمه البيئيه تحت تأثير العوامل المناخيه الجافه غير الملائمه وسوء استغلال هذه الأنظمة عن طريق سوء إدارة واستغلال الغابات والمرعى الطبيعية والأراضى الزراعية والمياه.

ويظهر التصحر بصورة أوضح بإزدياد الجفاف وأنخفاض أنتاجية الأرض وتحول النباتات الطبيعية إلى نباتات جفافيه مبعثره أى أن البيئه تأخذ صفات جديدة تشبه المناطق الصحراوية ويظهر التصحر فى صورة بقع فى الأجزاء الأكثر حساسيه ثم تأخذ فى الأتساع تدريجيا حتى تعم المنطقة كلها فالمناطق المجاورة يمكن أن تتصحر بهذه الطريقة بحيث تنعدم الحدود بينها وبين المناطق المتصحره فتبدو الصحارى كأنها تزحف باتجاه المناطق غير الصحراويه وقد سميت هذه الظاهرة «بالزحف الصحراوى» للدلالة على أن الصحارى تغزو المناطق المجاورة لها ولكن نجد أن التصحر لاينتج من زحف الصحراء نفسها بل ينتج عن تدهور شامل للبيئة نتيجة سوء استغلال الموارد الطبيعية الموجودة فى المنطقة. كذلك يجب أن لا ننظر إلى التصحر بأنه هجوم الرمال الصحراوية بأتجاه الأراضى المجاورة وذلك لأن غزو الرمال الصحراوية هو حالة خاصة من حالات التصحر وينتج من تعرية الرمال بعد زوال الغطاء النباتى عنها مكونه الكثبان الرمليه التى تزحف فى أتجاه الرياح.

الأسباب التى تؤدى إلى حدوث التصحر:

أولا هناك حقيقة ثابته وهى عدم حدوث تغيرات مناخية مؤثرة فى المنطقه. خلال الأحقاب الزمنيه السابقه ولكن أثبتت جميع الدراسات بشكل مؤكد أن السبب الرئيسى

للتحصر هو سوء إدارة واستغلال الأنظمة البيئية من قبل الأنسان أو بتعبير آخر سوء استغلال الموارد الطبيعية والتى تشتمل على التربه والمياه والغطاء النباتى وأن التغيرات المناخيه وخاصة كمية الأمطار التى تسقط فى المناطق الجافه وشبه الجافه وهى كلها عوامل تساعد عل حدوث التصحر ولكنها ليست السبب الرئيسى فى حدوثه.

ويمكن حصر الأسباب التى تؤدى إلى التصحر فى النقاط الأتية:

١- أهم اسباب التصحر هو القطع الجائر للغابات سواء فى الماضى أو فى الحاضر وذلك لتلبية الأحتياجات الخشبيه سواء الصناعية أو للوقود. كذلك عمليات القطع الشاسعه للغابات بهدف تحويلها إلى أراضى زراعية دون الأخذ فى الأعتبار عمليات أنجراف التربه والمياه التى تحدث نتيجة لهذا القطع والشكل رقم (٦٨) يوضح بعض مظاهر التخريب فى صف من الأشجار لأستعمال فروعه فى عمليات الحريق.

٢- عمليات الرعى الجائر فى المناطق الرعويه أدت إلى تدهور تلك المراعى وخصوصا أنه لايوجد تجديد لتلك المراعى.

شكل رقم (٦٨)

٣- سوء استغلال المراعى الطبيعية وتحميلها بأعداد أكثر بكثير من طاقتها الطبيعية مما ساعد على سرعةتدهور تلك المراعى وحدوث التصحر.

٤- تفتيت الطبقة السطحية عن طريق أجراء عمليات الحرث العميق فى المناطق التى تقل بها نسبة الأمطار عن ٢٠٠ مم فى السنه بهدف زراعة الحبوب فيها أيضا يعتبر من اسباب تدهور تلك المناطق وحدوث التصحر.

٥- عدم أتباع أقامة المدرجات فى المناطق الجبلية المنحدرة أيضا أدى إلى حدوث عمليات الأنحراف سواء للتربة أو للمياه ويمكن أرجاع ذلك (عمليات الحرث فى أتجاه الأنحدار) إلى صغر الحيازات فى الأراضى الزراعية. والشكل رقم (٦٩) يوضح صورة من صور الأنجراف الذى يحدث للتربه بواسطة السيول.

٦- التوسع فى الزراعات المرويه فى المناطق الجافه وشبه الجافه قبل أجراء الدراسات الكافيه عن خواص المياه المستعمله فى الرى وأيضا عدم أتباع دورات زراعية مناسبه أو عدم استخدام الأساليب الصحيحه فى عمليات الرى والصرف. كل هذه العوامل ساعدت

شكل رقم (٦٩)

على زيادة ملوحة التربه فى مساحات كبيره من الأراضى.

٧- حفر الأبار بكثرة وبدون دراسة كافيه فى مناطق المراعى الطبيعيه خلال السنوات الماضيه وذلك لتلبية حاجة الزراعة ومياه الشرب أدى إلى خفض مستوى ماء تلك الأبار وأيضا جفاف بعضها.

الأسس البيئيه والعمليه لتثبيت الكثبان الرمليه فى المناطق الجافه

كما هو معروف فإن التصحر ظاهرة طبيعية عامة بيجة عوامل متعددة كثيره أهمها - سوء استخدام الأراضى الزراعية والمراعى الطبيعية خاصة فى المناطق الجافه والتى تعتمد فى الزراعة على عمليات الرى بشتى صوره كما أن زحف الرمال جزء أو ظاهره من التصحر الأساسى خاصة فى المناطق الجافه من العالم وتنتج هذه الرمال نتيجة تفتت الطبقة السطحية أو نتيجة لعمليات التعرية المختلفة التى قد تتعرض لها الطبقة السطحية بواسطة الرياح أو بواسطة المياه بعد زوال الغطاء النباتى أو لسوء استخدام الأرض فى المناطق الجافه حيث يؤدى ذلك إلى تفكك الطبقة السطحية من التربه ويجعلها سهله الأنجراف بواسطة الرياح.

كذلك نجد أن تلك الرمال الزاحفة بواسطة تأثير الرياح تهدد المزارع والقرى والمنشآت العامة مما يؤثر على الرقعة الزراعية وهجرة السكان إلى مناطق أخرى اكثر أمنا من تلك المهددة بزحف الرمال ويمكن تقسيم زحف الرمال إلى قسمين

١ - زحف الرمال القاريه

٢ - زحف الرمال الشاطئيه

نجد أن مشكلة زحف الرمال الشاطئيه محدودة نسبيا ومن السهل السيطره عليها نظرا لتوفر الظروف البيئيه المناسبه لنمو الأشجار والحشائش وغيرها من النباتات التى تساعد على تثبيت تلك الكثبان الرملية ومن أهم هذه العوامل أرتفاع نسبة الرطوبه الجويه كذلك توافر الأمطار بالأضافة إلى أن هذه المشكله تكون محدودة فى مناطق معينه أو مساحات محدوده بينما تكون مشكلة الرمال القاريه اكثر خطورة واكبر تعقيدا و يصعب فى كثير من الأحيان مكافحتها أو إيقاف خطرها وذلك لوجود ظروف بيئية غير مناسبة سواء من ناحية كمية الأمطار أو الرطوبة الجوية.

الخصائص الطبيعية للكثبان الرملية:

تعتبر الرمال Sand أحد عناصر التربه الخشنة والتى يتراوح قطر حبيباته بين ٢,٠٢ مم ويقسم إلى درجات متعددة حسب تصنيفه من رمل خشن جدا إلى رمل ناعم جدا ويشكل ٩٥ ٪ أو اكثر من الكثبان الرملية والباقى تكون عناصر ترابيه أهمها السلت Silt وقليل من الطين clay وعناصر وعضويه بنسب متفاوته.

تقسيم الكثبان الرمليه :

تقسم الكثبان الرملية حسب المنشأ إلى قسمين:

١ - الكثبان الشاطئيه أو الساحليه

وهى عبارة عن كثبان رملية تتشكل مع شواطئ البحار والمحيطات وتتكون من رمل ناتج من التآكل الطبيعى للصخور تحت تأثير الأمواج الميكانيكى وأيضا تأثير التيارات البحريه وأيضا التأثير الكيميائى لمياه البحر وتنتقل الرمال الشاطئيه تحت تأثير الرياح البحريه إلى المناطق الداخليه الملاصقه للشواطئ وتتميز الكثبان الشاطئيه بأنها وحيدة الأتجاه لوقوعها تحت تأثير الرياح البحرية السائدة لذلك فإن شكها يأخذ شكلا متوازيا نسبيا أى أن الميل فى الكثبان من طرف الرياح أو البحر يزداد بسرعة مع المسافه ويصل إلى ٧٠ ٪ أو ٨٠ ٪ أحيانا حتى القمه ثم ينخفض فى الطرف الثانى أى فى الأتجاه العكسى بشكل تدريجى وعلى مسافة كبيره حتى يصل الميل إلى حدود ٤٥ ٪ تقريبا. هذا الشكل يؤدى إلى الأنتقال البطئ نسبيا للكثبان الرملية الشاطئيه .

كذلك نجد أن رمال تلك الكثبان تتميز بأن رمالها من النوع الخشن الدقيق ذو مقطع مسطح وغير منتظم غنى بالأملاح وبقايا القواقع فقير فى نسبه السلت والطين لذلك نجده ضعيف التماسك وقليل الأحتفاظ بالمياه.

٢ - الكثبان القاريه:

وهذه عبارة عن مجموعة من الكثبان الرملية توجد فى المناطق القاريه الداخليه الواقعة تحت المناخ الصحراوى وشبه الصحراوى وتنشأ تلك الكثبان من تفتت وتأكل الصخور التى تحتوى على الكوارتز والمعادن الغير متأكله تحت التأثير الكيميائى للمياه المحتويه على ثانى اكسيد الكربون.

وتنتقل هذه الرمال بواسطة الرياح أو السيول أو الأمطار ويمكن تقسيم رمال تلك الكثبان إلى الأقسام الأتية:

١- رمال قاريه نهريه:

وهى رمال خشنه نسبيا ذات أقطار كبيره اكبر من ٢٠٠ ميكرون تحتوى على كميه قليله جدا من المواد الترابيه الناعمه مثل السلت أو الطين يغلب عليها اللون الرمادى ويصعب على الكثبان المتكونه من تلك الرمال أجزاء عمليات التثبيت وذلك لأنخفاض قدرة تلك الرمال التى تتكون منها تلك الكثبان الرملية الأحتفاظ بالمياه.

٢- رمال قاريه:

وهى عبارة عن رمال ناعمه ذات أقطار من ٢٠ - ٢٠٠ ميكرون مستديره الحبيبات بشكل عام تحتوى على نسب اكبر من السلت أو الطين لونها أصفر مائل للأحمرار حسب أصل الصخور أو التربه التى نشأت منها وتنتقل هذه الرمال إلى مسافات كبيره بفعل الرياح القويه لذا فإن خطرها يكون اكبر وشامل لمناطق بعيده. لكن تمتاز بأنها اكثر أو لها قدرة اكبر على الاحتفاظ بالماء وذلك لوجود نسبة كبيره من المواد الترابيه الناعمه وقد تصل سعة أحتفاظها بالماء إلى ١٠ ٪.

أشكال الكثبان الرملية:

تمتاز الكثبان الرملية القارية بتعدد اشكالها:

١- الكثبان الرملية البرخانيه (الهلاليه)

وهى عبارة عن كثبان هلالية الشكل يدل أتجاه الزراعين على أتجاه الرياح السائده ولايزيد أرتفاعها فى الغالب عن ٥ متر وتتميز هذه الكثبان بأنتقالها السريع الذى قد يصل الى ١٠ أو ١٥ متر فى السنه لذلك فهى تعتبر أخطر التجمعات الرمليه بالأضافه إلى أنها صعبه التثبيت ولاتحتوى على رطوبه نظرا لحركتها الدائمه ولايمكن أن تنمو عليها النباتات الطبيعية.

٢- سلاسل برخانيه و هلاليه:

وهى عبارة عن كثبان رملية من نوع البرخان ولكنها متلاحمه مع بعضها حيث تلتحم الأزرع وتحدث هذه الكثبان عادة عند أقتراب الكثبان الهلاليه من حاجز طبيعى

حيث تنخفض سرعة الكثبان وتتجمع مع بعضها كمرحلة أولى قبل تحولها إلى الجهة المقابله.

٣- كثبان سيفيه:

وهى عبارة عن كثبان طويله الشكل قد تصل إلى عدة مئات من الأمتار ويكون أنتقالها بطئ نسبيا وتتكون عادة فى الصحارى الممتدة.

٤- كثبان غرديه:

وهى عبارة عن تلال رمليه عاليه قد يصل أرتفاعها إلى عشرات الأمتار ويمكن أن تصل إلى أكثر من ١٠٠٠ متر وشكلها يكون هرمى وتتشكل هذه الكثبان تحت تأثير اكثر من أتجاهين أو ثلاثة على حسب الرياح السائده. لذلك فإن هذه الكثبان تكون ثابته تقريبا ولاتتحرك ولكن شكلها العام يتغير بأستمرار مع تغير أتجاه وحركة الرياح ويتمثل الخطر من مثل هذه الكثبان فى أنها يمكن أن تكون مصدر للرمال المتحركه التى تزحف على المزارع أو القرى وغيرها من المنشأت.

٥- جبهة رمليه:

وهى عبارة عن تجمعات رملية ضخمه تتشكل نتيجة تجمع الرمال والكثبان مع الزمن خلف حواجز طبيعية مثل المزارع والقرى وهى تأخذ أشكال مختلفة أقرب إلى الكثبان الفردية ويصل أرتفاع هذه التجمعات إلى ارتفاعات عالية تصل إلى عشرات الأمتار.

وتشكل مثل هذه التجمعات خطرا شديدا ومباشرا على الأماكن التى توجد خلفها لكنها تمتاز عادة بارتفاع المخزون المائى فى جوف الرمال نتيجة أستقرارها وتجمعها منذ زمن بعيد وخاصه إذا كانت تتألف من رمال قاريه.

الخصائص البيئيه للرمال:

يتميز الوسط البيئى للكثبان الرمليه بعدم استقراره وأنه حساس جدا فهو يتقدم تارة ويتراجع تارة ثانية تغزوه أحياننا النباتات التى تنمو على الكثبان فتره ثم تعود الظروف السيئة إلى السيطرة ثانية فتموت تلك النباتات فتتحرك الكثبان إلى أماكن أخرى لتسبب تدمير تلك الأماكن. ويعتبر عامل الرطوبه من أهم العوامل البيئيه الذى يحدد وجود الغطاء

النباتى الذى يساعد على تثبيت الرمال لأن عامل الحرارة ليس له دور اساسى فى المناطق الصحراويه والشبه صحراويه فى أغلب الحالات.

وتمتاز الرمال بقدرتها على أمتصاص الماء وتسريه بسرعه إلى الأعماق دون أنجراف أو تسرب لذلك فإنها تسمح بتشرب كل كمية الأمطار بالرغم من أنخفاض كمية الأمطار فى مناطق تجمع الرمال بشكل عام إلا أن الرمال المتجمعه خاصه الفرديةأو الجبهه الرمليه تحتفظ بالرطوبه فى الأعماق وتمنع من تبخرها نظرا لأنخفاض الخاصيه الشعريه فى الرمال وتكون الرطوبه قليله جدا أو معدومه حتى عمق ٥٠ سم وإلى حد الرطوبه الهيجروسكوبيه من ٧٠ – ٨٠سم وهذا يتوقف على درجة خشونه الرمال بعدها ترتفع الرطوبه مع العمق حتى تصل إلى السعه العظمى للاحتفاظ بالماء (السعة الحقليه) والتى تتراوح مابين ٤ – ١٠ ٪ حسب نوع الرمال ونسبة السلت والطين. ويمكن أن تحتفظ الكثبان بالرطوبه إلى أعماق كبيره إذا كانت الكثبان مثبته أو غير متحركه منذ سنوات طويله وكانت الأمطار منتظمه وغزيره اثناء فصل المطر حتى لو كانت على فترات متباعده حيث أن سقوط كمية كبيره من المطر دفعه واحده يكون أفضل من سقوط الأمطار بكميات قليله على دفعات وذلك لأنه فى الحاله الثانيه يفقد جزء كبير من تلك الأمطار عن طريق البخر.

أن رطوبه الرمال مرتبطة ليس فقط بالتركيب الطبيعى للرمال أو بكمية وتوزيع الأمطار بل بثبات حركة الكثبان الرمليه ففى الكثبان البرخانيه لايوجد رطوبه تكفى لأمداد النباتات بسبب أنتقالها المستمر الذى يؤدى إلى تبخر تلك المياه باستمرار لأن الطبقات السفليه تصبح علوية نتيجة الحركة المستمره. لذلك فإن التثبيت الميكانيكى للكثبان المتحركه يساعدعلى تخزين مياه الأمطار داخل الرمال المثبته وبالتالى تحسن الظروف البيئيه لنمو النباتات المثبته.

كذلك نجد أن هناك مصدر مهم للماء فى حالة الكثبان الساحلية وهو ناتج عن تكثيف بخار الماء ليلا نتيجة انخفاض درجات الحرارة وهذا المصدر يمثل أهمية كبيره بالنسبه لنباتات تلك الكثبان الرمليه.

وعموما يمكن القول بأن الظروف البيئيه للكثبان الرملية الشاطئيه أفضل منها فى الكثبان الرملية القاريه بسبب توفر الرطوبه بشكل مستمر بالأضافة إلى أن اكثر مناطق

الكثبان الشاطئيه تقع تحت تأثير المناخ الرطب نسبيا لكن لايمكن أغفال الظروف الجيدة للكثبان القاريه إذ تتكون من الرمال الناعمة والغنيه بعناصر السلت أو الطين بالأضافه إلى كونها كثبان غير متحركه ويمكن تحسين الظروف البيئيه للكثبان الرمليه بواسطة عمليات التثبيت الميكانيكى ليساعد ذلك على التثبت الحيوى.

مراحل تثبيت الكثبان الرملية:

قبل البدء بأى مشروع لتثبت الكثبان الرملية لابد من أجزاء بعض الدراسات الأوليه للنقاط الأتية:

١ – دراسة جيومورفولوجيه لتحديد أصل ومصدر الكثبان الرمليه وحركتها واشكالها وهذه الدراسة لها أهميتها لمعرفه أصول الرمال وهل هى قادمه من أماكن بعيدة بواسطة الرياح أو السيول أم محليه ناتجه من ترسب الرمال فى الوديان أو نتيجة التأكل والأنجراف لعناصر التربه.

٢ – دراسة أرضيه وذلك بأجراء التحاليل الطبيعية والكيمائيه للرمال التى تكون تلك الكثبان ودراسة تركيب التربه تحت هذه الكثبان فى حالة الكثبان المنخفضه الأرتفاع.

٣ – دراسة مائيه تهدف إلى دراسة رطوبه الرمال وتغيراتها تبعا للفصول وعلى أعماق مختلفه وحتى عمق ٣ متر على الأقل ثم دراسة عن المياه الجوفيه تحت الكثبان الرملية.

٤ – دراسة مناخيه تهدف إلى جمع المعلومات المناخيه عن سرعة وأتجاه الرياح السائدة فى المنطقة وعمل وردة الرياح لموقع التثبيت كذلك درجة حرارة الرمال على أعماق مختلفة وكمية المطر السنوى وحساب كمية البخر والنتح ..

٥ – معلومات نباتيه تهدف إلى عمل حصر للنباتات الطبيعية المنتشره فى المنطقه حاليا وكذلك قبل حدوث التدهور البيئى. كذلك تحديد الأصناف النباتيه التى يمكن استخدامها فى عمليات التثبيت وجمع كافه المعلومات عنها كذلك تحديد مصدر البذور والعقل المستخدمه فى عمليات التثبيت بالزراعة.

٦ – إنشاء مشتل خاص بالأصناف الجفافيه التى سوف تستخدم فى عمليات تثبيت الكثبان الرمليه وكذلك تشجير المناطق الصحراويه.

وعموما تمر عمليات التثبيت بمرحلتين اساسيتين::

١– التثبيت الميكانيكي

٢– التثبيت الحيوي (بواسطة النباتات)

التثبيت الميكانيكي::

تهدف هذه العملية إلى منع حركة الرمال وتقدم الكثبان الرمليه بإتجاه المواقع المراد حمايتها وهي عملية مؤقته غير دائمة أو يمكن أعتبارها عملية مرحليه تتبعها عملية التثبيت الحيوي وتعتمد هذه العملية اساسا على كسر سرعة الرياح فوق اسطح الرمال إلى الحد الذي يعمل على خلق بيئه جديدة في منطقة التثبيت Microclimate تشجع على تكاثر ونمو الأعشاب الطبيعية وكذلك تساعد على نمو النباتات المستخدمه في عمليات التثبيت عن طريق تقليل عمليات البخر – نتح ومنع الأثر الضار للرياح في تكشف الجذور التي تحدث غالبا للنباتات التي تنمو في تلك المناطق..

وتختلف طرق التثبيت الميكانيكي حسب عوامل متعددة منها::

– شكل الكثبان الرمليه وطرق وطبيعه حركتها..

– الهدف المراد حمايته من خطر زحف الرمال..

– سرعة الرياح السائدة في المنطقة وإتجاهها..

– الخواص الطبيعية والبيئه للكثبان الرملية الموجودة في المنطقة..

أهم الطرق المستخدمة في عمليات التثبيت هي::

١– إقامة حواجز للحد الرياح وكسر حدتها::

وهي عبارة عن حواجز تعمل عمل مصدات الرياح وتكون قليله الأرتفاع لايزيد أرتفاعها عن متر واحد توضع بشكل عمودي أو متعامد مع إتجاه الرياح السائدة وهذه الطريقة تستخدم غالبا عندما تكون حركة الرمال من ناحية واحده تحت تأثير إتجاه واحد للرياح..

تصنع الحواجز من مواد مختلفه حسب توفرها في المنطقة ونذكر منها على سبيل المثال الأنواع الآتية::

١ – ألواح من الألياف الأسمنتيه وهى تشبه الألواح المستخدمه فى أسقف المنازل والمخازن لكنها مثقبه لمنع استخدامها لأغراض خاصه من قبل السكان أى لمنع السرقة والتخريب كذلك تفيد هذه الثقوب فى رفع الألواح عند تراكم الرمال خلف الحواجز بأرتفاع ٦٠ – ٧٠سم. ولقد استخدمت هذه الألواح فى كثير من البلدان ولكن ثبت عدم جدواها للأسباب الأتية:

أ– قابله للكسر

ب– قابله للوقوع تحت تأثير الرياح الشديده كما أنها تساعد على رفع درجة حرارة المناطق المحميه خلفها إذا كانت تلك المساحات صغيره مما يؤثر على نمو النباتات فى هذه المساحات.

٢ – الحواجز النباتيه

تستخدم فى هذه الحواجز نباتات محليه يمكن أن تشكل حواجز قليله الأرتفاع ٨٠ – ١٠٠ سم نتيجة تشابك أغصانها مع بعض أو الأجزاء النباتيه الطويله ومن أمثلة تلك المواد النباتيه سعف النخيل وهو يعتبر من أفضل المواد النباتيه لهذا الغرض كذلك يمكن استخدام أغصان بعض الأشجار والشجيرات المتوافره فى المنطقه.

٣– حواجز البراميل

مستهلكه وهى عبارة عن براميل تصف بجانب بعضها بأرتفاع مقبول كما أن الفراغات بين البراميل يمكن أن تسمح ببعض النفاذيه.

وعموما تستخدم طريقه حواجز الأيقاف لوقف حركه الرمال بأتجاه المنطقه المراد حمايتها حيث تحجز الرمال أمامها أى عكس أتجاه الرياح وتمنع من وصول الرمال إلى المنطقة المراد حمايتها أى لايمكن استخدامها فى تثبيت الكثبان الرمليه بل تستخدم فقط فى وقف زحف الرمال السطحيه التى تتحرك تحت تأثير الرياح وتمنع من تراكمها فى المواقع المراد حمايتها.

كذلك نجد أن مثل هذه الحواجز رغم أنها تحمى من تراكم الرمال إلا أنها تكون تلال رمليه خلف وأمام الحواجز تزداد أرتفاعا مع الأيام أى تكون كثبان رملية صناعيه وهذه قد تشكل خطرا فى المستقبل على المواقع المحميه لأن تخريب تلك الحواجز نتيجة

الكسر أو الحريق يؤدى إلى زحف الرمال من جديد وبكميات أكبر من ذى قبل وبالتالى تشكل خطرا جديدا.

لذلك تستخدم طرق أخرى غير حواجز الأيقاف خاصه فى حماية الطريق العامة والمنشآت أمام زحف الرمال كما فى الحواجز الشرائطيه.

٤- الحواجز الشرائطيه:

وهى طريقة محورة أو محسنه لحواجز الإيقاف وهى عبارة عن شريط من مجموعة حواجز متعامدة تسمى تربيعات ويفضل أن تكون من مواد نباتيه محليه ومن مميزات هذه الطريقة:

أ- منع زحف الرمال من أتجاهات متعددة أى يمكن تطبيق هذه الطريقه عند وجود عدة أتجاهات للرياح السائده.

ب- تنحصر الرمال بين هذه الحواجز وتنمعها من الحركة ومن ثم تزيد من أمكانيه زراعتها فى المستقبل بعد خزنها للأمطار ومنعها من التبخر وتحسن الظروف المائيه للتربه لوجود طبقه رمليه تكونت بعد عملية الأيقاف وهذه الطبقه تلعب دورا هام فى تحسين الظروف المحليه لنمو الأشجار المستخدمه فى عمليات التشجير والتثبيت الحيوى.

جـ- أن تعامد الحواجز فى هذه الطريقة يفيد فى تدعيمها ومنع وقوعها وتخريبها تحت تأثير العواصف كما يحدث للحواجز ذات الصف الواحد وتختلف المسافات بين الحواجز المتعامدة حسب سرعة الرياح وميل الأرض وأرتفاع الحواجز.

كما يجب أن تكون المسافات مدروسة جيدات وأن أفضل مسافه هى ١٠ متر فى أرض مستويه ورياح متوسطة الشدة وأرتفاع الحاجز متر واحد. أما عرض الشريط فهو يختلف أيضا حسب نفس العوامل وعادة يمكن استخدام شريط واحد بعرض ٥٠ متر أى بعرض ست حواجز متعامدة بما يعادل ٥ صفوف من التربيعات يكون عرض كل مربع ١٠ متر.

ومن مميزات هذه الطريقه هى المرونه فى التطبيق حيث يمكن زيادة عدد الحواجز ضمن الشريط بأتجاه معاكس للرياح عند زيادة تراكم الرمال ضمن الحواجز مع تقدم

الزمن وهذه الميزة تعتبر أهم خصائص هذه الطريقة لأنه يمكن البدء بأقل تكاليف ممكنه لأعطاء أحسن فاعلية ثم بعد ذلك يمكن زيادة عرض الشريط مع نسبية زيادة التراكم فى المستقبل أو أنخفاض فاعلية الحواجز لقله عددها.

٥- التثبيت بالمواد الكيماويه:

وتستخدم فى هذه الطريقة مواد كيماوية أو مشتقات البترول وترش بها اسطح الرمال وهذه المواد لها خاصية ربط حبيبات الرمال بعضها ببعض فى القشره السطحيه التى تتراوح مابين ٢ – ٥ سم حسب غزارة الرش وهذه الطريقة تمنع حركة المال وتسمح فى كثير من الأحيان نمو بذور الأعشاب المختلفه.

هناك مواد تجاريه كثيره ظهرت مؤخرا لهذا الغرض ولأغراض تثبيت التربه ومنع الأنجراف ولكن مازالت هذه الطريقة محل نقد وتحتاج إلى دراسات وأبحاث عديدة ولقد أنتشرت هذه الطريقة فى البلاد الغنية بالبترول وأعطت بعض النتائج ولاكنها ليست بنفس فاعلية الطرق السابقة فى التثبيت الميكانيكى للأسباب الأتية :

١ – تعتبر طريقه مكلفه جدا خاصه بالنسبه للبلاد الناميه الغير منتجه للبترول لأنها تحتاج إلى أجهزة وآلات خاصة باجراء عمليات الرش.

٢ – طريقة غير مستديمه لوجوب أعادة الرش كل عامين أو ثلاثه.

٣ – تؤثر هذه الطريقة على توازن النظام البيئى كما يمكن أن تمنع من رشح مياه الأمطار ولو جزئيا لتساعد على أمداد النباتات والأشجار المستخدمه فى عملية التثبت بالمياه ويمكن أن تؤدى إلى حدوث مايسمى بالسيول فوق الكثبان المثبته إذا لم ترشح المياه بسرعه.

٤ – عند حدوث كسر أو حُفر صغيره نتيجة لتكسر الطبقه الرمليه المتماسكه لسبب ما مثل مرور حيوانات أو أى كائن بشرى آخر فإن الرمال تعود للحركه من جديد مرة أخرى.

٥ – يمكن استخدام هذه الطريقة فى حالات خاصة جدا وفى البلاد التى تتوفر بها أمكانيات استخدام هذه الطريقة.

وهناك طرق أخرى لتثبيت الكثبان الرمليه وهى تتبع أيضا التثبيت الميكانيكى مثل

تغطية الكثبان بالبقايا النباتيه أو بواسطة الطين مع القش أو بواسطة صفائح أو شباك من البلاستيك تمنع حركة الرمال وتسمح بنمو النباتات مثل مادة الـTaxade ولكن لم تعطى حتى الأن نتائج عملية فى المناطق الصحراويه والجافه.

٦- التثبيت الحيوى:

وهى مرحله دائمه من تثبيت حركة الرمال والكثبان الرمليه تتبع مرحلة التثبيت الميكانيكى ولايمكن بأى حال من الأحوال الأستغناء عنها ومن أهم اسباب فشل كثير من مشاريع تشجير الكثبان الرمليه هو عدم تنفيذ التثبيت الميكانيكى مسبقا

وتقوم عملية التثبيت الحيوى على النقاط الأتية:

١- تشجيع نمو الغطاء النباتى الطبيعى والذى ينتشر بسهوله بعد وقف حركه زحف الرمال بواسطة التثبيت الميكانيكى.

٢- التشجير بالأشجار والشجيرات الخشبيه التى تنمو فى الرمال وتثبت الكثبان الرمليه أو بواسطة الأصناف النباتيه العشبيه التى تنمو فى التربه الرمليه والشكل رقم (٧٠) يوضح طريقة المربعات العشبيه والتى تزرع فى وسطها أحدى الأشجار (أكاسيا).

كذلك نجد أن أغلب عمليات التثبت الحيوى تعتمد على العمليتين معاً:

أولا: الأسس العملية الواجب أتباعها فى عملية التثبيت الحيوى:

١- القيام بالتثبيت الميكانيكى والتأكد من فاعليته.

٢- تحديد موقع التثبيت ووضع مخطط للموقع توضح فيه كافه المعلومات الطبوغرافيه.

٣- دراسة الصور الجويه إن وجدت لتحديد حجم الكثبان وأتجاه حركتها والمواقع المراد حمايتها.

٤- تحليل الرمال وتقدير الرطوبه المتوفره وأرتفاع مستوى الماء الأرضى ونوعيته.

٥- أنتخاب وتحديد الأصناف الشجريه التى ستستخدم فى عمليات التثبيت ويفضل فى كل الأحوال الأصناف المحليه فعلى سبيل المثال هناك أصناف تنمو على طبقه رقيقه من الرمال ولاتفضل الرمال العميقه وعلى العكس من ذلك هناك أصناف تحب الرمال العميقه وليست السطحيه إذا يمكن استخدام الصنفين ويكون الأول فى

قاعدة الكثيب والثانى فى القمة أى هناك نوع من التخصص يجب الأنتباه إليه.

٦- القيام بأنتخاب الأشجار والشجيرات والنباتات التى تتميز بسرعة نموها وذلك للحصول منها على العقل والبذور وذلك لاستخدامها فى عمليات التثبيت الحيوى.

٧- الأوليه فى عمليات الثبيت تكون للمواقع الأقتصاديه أو السكانيه والتى تهددها حركة الكثبان وذلك نظرا لكثرة التكاليف التى تتطلبها تلك العمليات.

ثانيا: تنفيذ عملية التثبيت الحيوى:

أ- فيما يتعلق بتشجيع الغطاء النباتى:

١- منع الرعى من الدرجة الأولى وهى أهم خطوه على الأطلاق وذلك لأن منطقة التثبيت هى منطقة حماية المفروض عدم دخولها من قبل الحيوانات أو السكان.

٢- نثر بذور الأعشاب المنتشره طبيعيا بعد أجراء عملية أنتخاب لها وذلك بعد أبتداء سقوط الأمطار.

٣- زراعة شتلات الأشجار المختارة وكذلك الشجيرات أو أى نباتات عشبيه فى الأماكن المناسبه لكل صنف مع مراعاة توفير مصدر أضافى لرى تلك الشتلات وذلك لمدة عامين على الأقل حتى تكون مجموع جذرى قوى يمكنها من الحصول على أحتياجاتها المائيه فى المستقبل من الطبيعة الرطبة.

ويفضل دائما زراعة الشتلات على السفوح الشماليه وفى المنخفضات أى فى الأماكن التى تكون محمية بعض الشيء وذلك لتهيئة ظروف مناخية أفضل تساعدها على النمو ويفضل كذلك بعد زراعة الشتلات تغطية المكان حول الشتله ببعض البقايا النباتيه التى تعمل على خفض الحرارة حول الشتله وخاصه فى أماكن تلامس ساق الشتلات مع الرمال كذلك هذه العمليه تساعد على تقليل تبخر الماء بعد أجراء عملية الرى للشتلات.

ب- فيما يتعلق بالتشجير:

بالنسبة للأصناف التى تتكاثر بالعقل يراعى دائما القواعد السابقه فى أختيار الموقع المناسب وتحفر حفرة خاصة بواسطة آلة حفر خاصة بالرمال حتى عمق ٢٠٠ - ٢٥٠سم أو أكثر أحيانا ثم تزرع عقل طولها من ١٥٠ - ٢٠٠سم وقطرها

مابين ٣ – ٥سم ويفضل أن توخذ تلك العقل من اشجار منتقاة وتتميز بسرعة نموها ثم يردم على تلك العقل بالرمل الرطب وتروى بعد ذلك أما إذا توفرت الرطوبة فى أعماق الكثبان فلا داعى للرى.

ويفضل زراعة العقل فى وقت مبكر فى فصل الخريف حتى لايتأثر نمو تلك العقل بالرمال الساخنه ويجب تغطيه العقله بأى وسيله حتى لاتتأثر بالرمال الساخنه فى فصل الصيف ولمدة شهرين أو ثلاثة على الأكثر .

ويختلف عدد العقل المزروعة فى الهكتار حسب رطوبة الرمال ولكن عادة مايكون حوالى ٥٠٠ – ٧٠٠ عقله / هكتار ويمكن أجراء عمليات الرى بعد ذلك وهذا يتوقف على المخزون المائى أو توفر ماء الرى.

فى حالة تثبيت الكثبان الشاطئيه يمكن استخدام أصناف سريعة النمو فى بداية الأمر لتساعد على التثبيت الميكانيكى أو تحل محله إذا كانت حركة الكثبان بطيئة ثم تزرع الأصناف البطيئة نسبيا كمرحلة من التثبيت الدائم.

شكل رقم (٧٠)

مصدات الرياح Windbreaks

مصدات الرياح Shelterbelts عادة يطلق عليها Windbteaks وهى عباره عن أحزمه شجريه مكونه من اشجار وشجيرات تزرع بغرض أو هدف كسر حدة الرياح وتقليل عمليات البخر – عمليات أنحراف التربه وتثبيت الكثبان الرملية. أيضا نجد أن زراعة مصدات الرياح تعتبر مهمه وذلك لحماية المنشآت الزراعيه سواء منازل الفلاحين أو حظائر الماشية. وعموما يظهر التأثير المفيد لمصدات الرياح خصوصا فى المناطق الحاره الجافه قليله الأمطار وأيضا المناطق التى تتعرض للبرد الشديد فى فصل الشتاء وعادة تزرع مصدات الرياح حول الحقول والمنشأت الزراعيه.

وأول فكره لأنشاء مصدات الرياح ظهرت سنة ١٧٨٩ حينما هاجر بعض الألمان إلى روسيا وقاموا بزراعة الأشجار فى صفوف مستقيمة أمتدت إلى عدة ألاف من الأميال. أيضا حدث نفس الشيئ تقريبا فى أمريكا سنة ١٨٤٥ ومنذ ذلك التاريخ بدأت تظهر فوائد تلك المصدات وبدأت تنتشر فكرة زراعتها فى بلاد عديده فى أوربا وغيرها بغرض الحمايه أو الوقايه من التأثيرات الضاره للرياح سواء كانت باردة أو حارة.

وعموما تعتبر مصدات الرياح أحدى الدعامات الأساسية فى المناطق المستصلحه حديثا والصحراويه وذلك لحماية النباتات من التأثيرات الضاره التى تحدث فى مثل هذه المناطق.

وعموما نجد أن الـ Windbreaks عباره عن اشجار تزرع حول الحقول أو لحماية محاصيل الفاكهه وتزرع عادة فى أتجاه عمودى لهبوب الرياح وعادة تتكون من صنف واحد أو أثنين من الأشجار والشجيرات وتختلف المسافه بين الصفوف داخل الصف الواحد بين الأشجار على حسب الأصناف التى تزرع وهذا يتوقف على نوع الأرض فى المنطقه وكذلك الظروف الجويه المحيطة وخاصة كمية الأمطار أو مدى توفر ماء الرى.

أما الـShelterbelts فعادة تتكون من اكثر من صفين وقد تصل إلى ٢٠ صف سواء من صنف واحد أو أصناف مختلفه وقد تتكون من اشجار فقط أو اشجار وشجيرات والشكل رقم (٧١) يوضح ذلك.

كذلك نجد أن مصدات الرياح خصوصا فى المناطق الجافه لايقتصر فائدتها على

تحسين المناخ فقط للمحاصيل الحقليه أو حيوانات الرعى ولكن تعتبر المصدر الأساسى لسد الأحتياجات الخشبيه سواء الأخشاب المنشورة أو أخشاب الأسوار أو أخشاب الحريق.

ويمكن تقسيم مصدات الرياح إلى أربع أنواع حسب الغرض من زراعتها:

1- Fielwindbreaks

2- Farmsted windbreaks

3- Pasture and range windbreaks

4- Public facility windbreaks

وعموما نجد أن تأثير مصدات الرياح على مايطلق عليه بالمناخ الدقيق للمنطقة Microclimate يمكن تلخيصه فى الأتى:

١- تقليل أو كسر شدة الرياح السائدة فى المنطقة كذلك عمليات أنجراف التربه.

٢- تلطيف أو خفض درجة حرارة الهواء والأرض للمناطق المحميه.

٣- تقليل عمليات البخر والنتح فى المناطق المحميه.

٤- العمل على تحسين ظروف المنطقه من ناحية المحتوى المائى لها.

٥- العمل على حسن توزيع مياه الرى خصوصا إذا كان النظام المتبع هو الرى بالرش.

٦- تقليل تعرض المحاصيل للأصابه بلفحه الهواء أو التعرض للذبول.

٧- العمل على حماية محاصيل الحبوب من الرقاد.

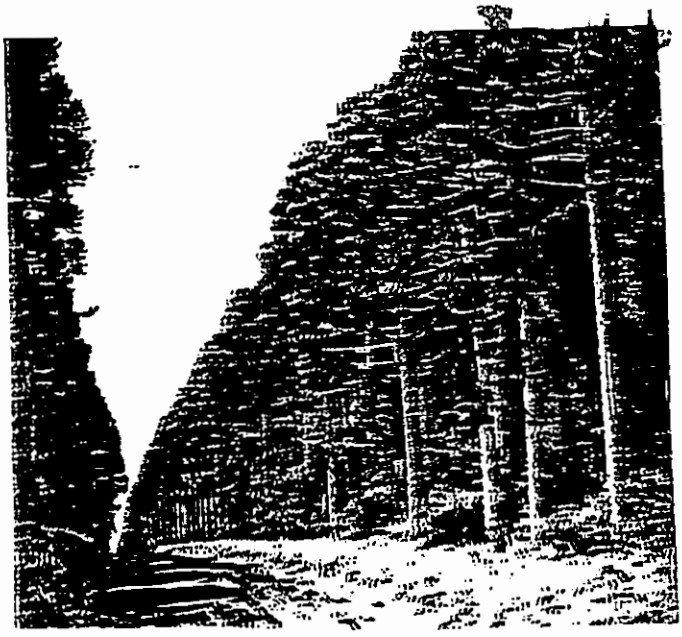
أما بالنسبة للمنشآت الزراعية فبالأضافه إلى الناحيه الجماليه نجد أن للمصدات فوائد تنحصر فى الآتى:

١- تقليل كميات الوقود التى تستخدم فى التدفئه.

٢- تقليل فى تكاليف صيانة المنشآت نتيجة لحمايتها من العوامل الجويه.

٣- العمل على حماية عمال المزرعه وتوفير مناخ جيد أثناء قيامهم بالعمليات الزراعية المختلفة.

٤- حماية مناطق العمل وكذلك الطرق العامه



شكل رقم (٢٣١)

٥- حماية حظائر الدواجن.

٦- حماية المشاتل التى تتواجد بها نباتات حساسه للصقيع وكذلك مزارع الفاكهة.

٧- حماية المناطق السكنيه من تأثير الضوضاء الناشئه عن الطرق السريعه.

أما بالنسبه لحيوانات الرعى وكذلك مناطق تغذية الحيوانات وأيضا مناطق رعى الحيوانات فنجد أن للمصدات تأثير ينحصر فى الآتى:

١- تقليل موت الحيوانات خلال فترة هبوب العواصف والرياح الشديده.

٢- تقليل الاحتياجات الغذائيه للحيوانات خلال فصل الشتاء.

٣- تحسين جودة ونوعية محاصيل العلف.

٤- توفير بعض الظلل للحيوانات أثناء فترة الرعى.

أما بالنسبة لفوائد مصدات الرياح فى المناطق الترويحيه والطرق السريعه والسكك الحديديه فيمكن أن تنحصر فى الأتى:

١- حماية الطرق العامه من عمليات سفى الرمال التى تؤدى إلى تغطيتها أثناء هبوب العواصف الرمليه الشديده والتى تسبب فى حدوث كثير من الحوادث.

٢- أيضا حماية السيارات ووسائل النقل المختلفه من تأثير العواصف. التى تتسبب فى أحداث تلفيات لها.

٣- حماية المناطق التى تستخدم كمخيمات للرحلات وكذلك المناطق السياحيه من العواصف الرمليه أو الترابيه التى تهب على تلك المناطق.

بالأضافة إلى ذلك فإننا نجد أن مصدات الرياح يمكن أن تكون أحدى الوسائل الجماليه فى تلك المناطق وكذلك عمليات تنسيق الحدائق. أيضا ممكن أن تكون أحدى المصادر الهامه لحمايه وتغذية الحيوانات البريه الموجودة فى المنطقة والتى يجب الحفاظ عليها من الأنقراض.

كذلك تعتبر المصدات مصدر اساسى لتوفير الأحتياجات الخشبيه لسكان تلك المناطق المستصلحه حديثا من حيث أخشاب الوقود التى تستخدم فى عمليات طهى الطعام والتدفئه وكذلك الأخشاب التى تستخدم فى عمل اسوار الحدائق ودعامات اشجار العنب وغيرها من الأحتياجات الخشبيه.

تأثير الرياح على النباتات:

١- تأثير الرياح على شكل النباتات:

نجد أن تأثير الرياح على شكل النباتات بعمل تحوير للشكل الطبيعى وأنحراف مظهرها ويظهر هذا بشكل واضح فى حالة الأشجار المجاورة للبحر وأيضا الموجودة فى قمم الجبال فنجد تلك الأشجار قد فقدت نصفها المعرض للرياح وأصبحت تعيش بنصف واحد فقط وتأخذ شكل الرايه والشكل رقم (٧٢) يوضح ذلك على أحدى اشجار الكازوارينا الناميه فى مهب الرياح.

شكل رقم (٧٢)

تأثير الرياح على البخر نتح: Evotranspiration

تعتبر الرياح كما هو الحال للأمطار عنصر هام ترتكز عليه حياة النباتات وأنتاجها وعموما تقوم الرياح بعملية أمتصاص الماء الموجود فوق الأسطح المكشوفه مثل البحيرات وغيرها مما يؤدى إلى فقدان كمية كبيره من ماء تلك الأسطح وهذه العملية تسمى Evotranspiratio Potential نفس هذه العملية تحدث فى اسطح أوراق النباتات لأنها تعتبر اسطح مبخرة للماء غير أنها ليست اسطح حرة وبالتالى فيجب على النبات أن يعوض هذا الفقد من ماء التربه وينتقل إلى أعلى النبات حتى يصل إلى الأوراق الأمر الذى يحتم وجود كميه كافيه من الماء متاحه فى متناول النبات لتعويض هذا القدر وإلا تعرض للذبول ولكن كل هذا يتوقف على مدى أنتشار الجذور فى الأرض وأيضا الخواص الطبيعية للموقع وفى حالة وجود رياح شديده تلجأ النباتات إلى عدة تحويرات لتقليل النتح منها قفل الثغور وبالتالى يقف تبادل الغازات داخل وخارج النبات الأمر الذى يقلل تكوين المادة الجافه وبالتالى يتأثر النمو.

عملية كسر الرياح بواسطة المصدات:

١- فعل الحاجز على الرياح:

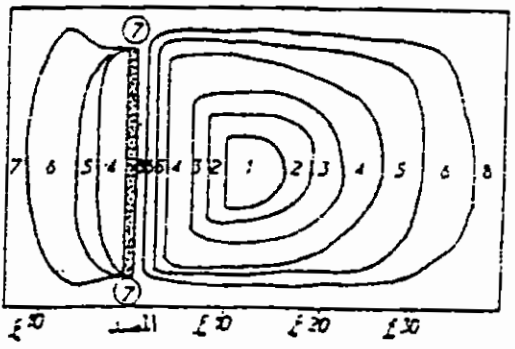
فى حاله وجود حاجز مستقيم وغير سميك بالنسبه لأرتفاعه عن سطح الأرض وفى حاله رياح تهب عموديه فى أتجاهه نستطيع أن نتبين منطقتين: منطقة قبل المصد وأخرى بعد المصد.

ففى المنطقة قبل المصد نجد أن هناك جانب من مد الرياح الساقطه على المصد تستمر فى سيرها دون أى أنحراف أو أنخفاض فى سرعتها الأوليه. أما المنطقه بعد المصد فهناك جانب أخر من المد بعد أن يكون قد أخترق المصد وبالتالى تقل سرعة الرياح عن سرعتها الأوليه أما المنطقه التى تقع فوق المصد فهناك منطقه تحتوى على ممال مرتفع لسرعة الرياح يحدث من جراء أرتفاع الضغط على المصد ويشتمل تخفيض سرعة الرياح بعد المصد لمسافه تتوقف على أرتفاع المصد إلى أن تصل إلى المنطقة التى تستعيد فيها الرياح سرعتها بصفه تدريجيه إلى أن تصل إلى سرعتها الأوليه.

٢- تحديد المنطقه المحميه:

نجد أن المسافه المحميه مرتبطه أرتباطا تاما بأرتفاع المصد وتقاس دائما بأضعاف طول المصد وتبلغ هذه المسافه ١٥ مره من طول المصد فى حالة عدم استقرار للدرجات الحراريه فوق تربه عاريه ومعرضه لأشعة الشمس و ٢٥ مرة من طول المصد فى حالة وجود ممال حرارى ضعيف وقد تمكن Bates 1948 من وضع الشكل التالى لتحديد الحمايه خلف مصد ذو كثافه تبلغ ٥٠٪ وذالك على أرتفاع ٤٠سم فوق سطح الأرض وقد تبين فيه أن سرعة الرياح فى المنطقة رقم ١ قد أنخفض إلى ٥٠ ٪ وفى المنطقه رقم ٢ من ٥٠ – ٦٠٪ وفى المنطقة رقم ٣ من ٦٠ – ٧٠٪ وفى المنطقه رقم ٤ من ٧٠ – ٨٠٪ وفى المنطقه رقم ٥ من ٨٠ – ٩٠٪ وفى المنطقه رقم ٦ من ٩٠ – ١٠٠٪ بينما فى المنطقه رقم ٧ فقد زادت سرعة الرياح من ١٠٠ – ١١٠٪ وبقيت المنطقه رقم ٨ خارج تأثير المصد وسرعة الرياح فيها ١٠٠٪.

والشكل رقم (٧٣) يوضح سرعة الرياح قبل وبعد المصد على أرتفاع ٤٠سم فوق سطح الأرض وتظهر عليه المناطق السابقه.



شكل رقم (٧٣)

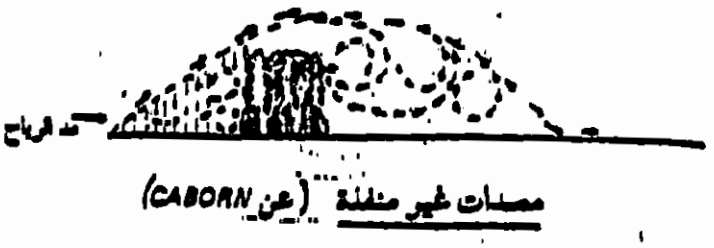
كثافه المصدات ونفاذيتها:

تنقسم سرعة الرياح الساقطه على حاجز منفذ إلى قسمين حسب تقسيم Nageli 1953 قسم يستمر فى مساره فوق المصد وقسم يخترق المصد والكثافه أو النفاذيه للمصد تقاس أو تقدر بنسبه الفراغ الموجود بين الأشجار داخل المصد وهى الميزه الأساسيه لفاعلية المصدات وبصفه عامه يعتبر المصد الشبه منفذ من أفضل المصدات فهو يقوم بالحماية ولايدع الرياح تنفذ منه إلا بنسبه معقوله وينبغى أن تكون هذه النسبه ٥٠ ٪ شكل رقم (٧٤).

ويجدر بالملاحظة أن المصد الغير منفذ يكون سيئ جدا ويؤدى إلى نقص فى الأنتاج إذ يؤدى إلى وجود دوامات هوائيه بعد المصد تسقط على المحاصيل خلف المصد وبالتالى توثر عليها شكل رقم (٧٥).

مصدات شبه منفذة (عن CABORN)

شكل رقم (٧٤)



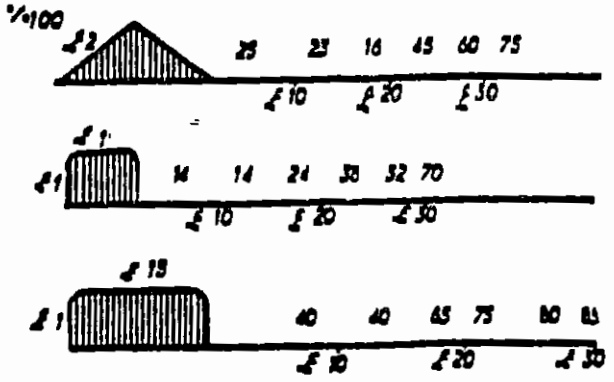
شكل رقم (٧٥)

شكل مقطع المصد وسمكه:

المقطع عباره عن قطاع رأسى عرضى وقد وجد من أبحاث Cabron 1957 أن المقطع الثلاثى يسهل أنزلاق الهواء فوق المصد بحيث تتكون جهه ذات ضغط خفيف جدا خلف المصد تنتج عنها تقلبات تنقص من طول المسافه المحميه وتعتبر المقاطع المربعه والمستطيله أفضل المقاطع التى تقوم باكبر نسبه حماية من أضرار الرياح.

أما عن سمك المصدات فقد بين Nagell 1953 أنه ليس من الضرورى أن تكون المصدات عريضه وأن أهم عنصر للحمايه هو النفاذيه وذلك لأنه كلما زاد سمك المصد قلت النفاذية.

وشكل رقم (٧٦) يوضح شكل مقطع المصدات (معين الزغت ١٩٧٤) سرعة الرياح بالمائه.



شكل رقم (٧٦)

التأثيرات المختلفه لمصدات الرياح:

١- التأثير عى العوامل المناخيه Environamental factors

نجد أن الظروف الجويه فى المناطق المحميه بواسطة اشجار مصدات الرياح بمعنى آخر المناطق الموجوده خلف المصد تختلف تماما عن الأحوال الجوية الموجودة فى المناطق الغير محميه بواسطة مصدات الرياح والتى يطلق عليها اسم المناطق المفتوحه Open أو Uunsheltered والتى تتعرض لفعل أو تأثير الرياح المباشره.

فنجد أنه فى المناطق المحمية تقل سرعة الرياح عن المناطق الغير محمية وينشأ عن ذلك تغيرات فى درجات حرارة الهواء والرطوبة الجوية والرطوبة الأرضيه والبخر وأيضا عمليات النتح فى المحاصيل المنزرعة.

أ- تأثير مصدات الرياح على سرعة الرياح Eflect on wind velocity

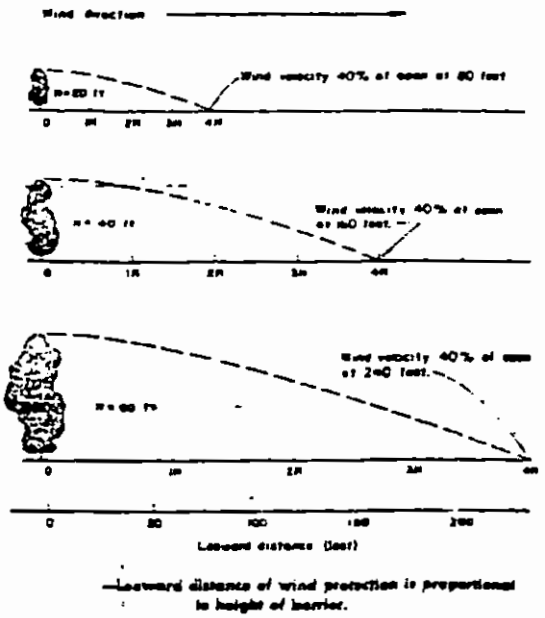
نجد أن درجة الحمايه وكذلك المسافه المحميه خلف المصدات تتوقف على خواص مصدات الرياح وهذه تشمل طول المصد، كثافة المصد، شكل المقطع العرضى للمصد، كذلك استمرارية المصد من حيث عدم وجود مناطق خاليه من الأشجار (وجود فتحات فى المصد) وكل هذه العوامل السابقة يتوقف عليها درجة الحماية الناتجه من تلك المصدات.

ب- تأثير الأرتفاع أو طول المصد Effect of height

يعتبر طول المصد من أهم العوامل التى تؤثر على درجة الحماية أو المسافه المحميه وذلك لأن أقص حماية تحدث بفعل المصد = 4 H والشكل رقم (٧٧) يوضح الأختلافات فى طول المسافه المحميه وهذا يرجع أولا وأخيرا إلى أطوال اشجار مصدات الرياح.

جـ- تأثير كثافة وعرض المصد Effect of density and width

نجد أن المصدات الكثيفه تصل فيها درجات الحماية إلى مسافات اكبر من المصدات الغير كثيفه ولكن درجات الحماية تكون أقل فى المسافات القريبه من سطح الأرض وأيضا القريبه من المصد نظرا لحدوث الدومات الهوائية التى تنشأ عن وجود فروق فى الضغط بعد المصد مباشره. كذلك نلاحظ أن المصد الذى يتكون من صف واحد يعطى درجة حماية قليله جدا وخصوصا إذا حدث موت لبعض اشجاره فنجد أن تأثيره ينعدم.



شكل رقم (٧٧)

د- التأثير على درجة حرارة الهواء والرطوبه الجويه

Effect on air temperature and humidity

وجد فى حالة المصدات الكثيفه أن درجات حرارة الهواء خلف المصد فى وسط النهار وعلى أرتفاع ١ – ٤ قدم من سطح الأرض وأيضا على بعد من صفر – 4H كانت أعلى بمقدار ٦ درجات عن المناطق الغير محميه open ولكن على بعد من ٦ – ٢٤ H كانت درجة حرارة الهواء أقل بمقدار تراوح من ٢ – ٥ درجات عن المناطق المحميه. أما فى فتره الليل فوجد أن درجة حرارة الهواء بالقرب من سطح الأرض وعلى بعد من صفر – ٣٠ H من المصدر كانت أعلى بمقدار ١ – ٢ درجة عن للمناطق الغير محمية.

أما بالنسبه للرطوبه الجويه فوجد أنها تكون أعلى فى المناطق المحميه عن المناطق الغير محميه وتتراوح هذه الزيادة بمقدار ٢ – ٤ ٪.

هـ- التأثير على البخر Effect on evaporation

نجد أن الحمايه الناتجه عن المصد تقلل من عمليات البخر وهذا يكون متوقع نتيجه قله حركة الهواء وأيضا أنخفاض درجة الحراة وبالتالى أرتفاع الرطوبه النسبيه فى الهواء وهذا التأثير يظهر تأثيره بدرجة واضحة ومفيده فى حالة المناطق التى تروى بالرش وهذا يساعد على التوزيع الجيد لمياه الرى وأيضا توفير كميات كبيره من مياه الرى كذلك نجد أن المناطق المحميه تحتفظ التربه فيها بكميات اكبر من الرطوبه الأرضيه تكون متاحه فى متناول النباتات عن المناطق الغير محمية.

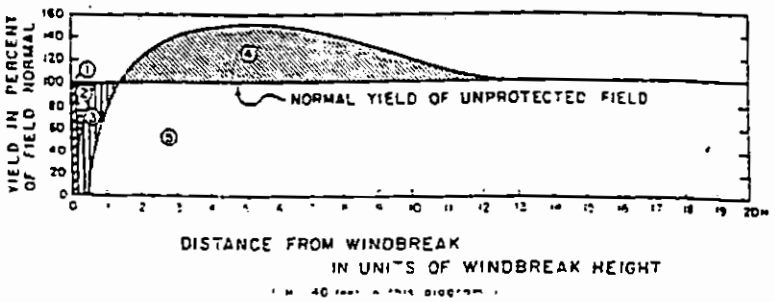
و- التأثير على خواص الأرض Effect on Soil Properties

وجد أن المناطق المحمية بالمصدات ولمسافه من ٥ – H ٧ حدث بها تغير ملحوظ من حيث الخواص الطبيعية والكيمائية وهذه اشتملت على زيادة نسبة المادة العضويه وزيادة النفاذيه وزيادة التهوية وأيضا زيادة عمق قطاع الأرض.

تأثير مصدات الرياح على المحاصيل الحقلية وحيوانات الرعى:

من المعروف أن المناطق المحمية بمصدات الرياح تكون أفضل من المناطق الغير محمية وذلك لأن المصدات تعمل على تقليل سرعة وحركة الرياح، فتقليل درجة حرارة الهواء، أو قلة عمليات البخر، وزيادة نسبة الرطوبة الجوية فى هواء المنطقه المحميه وهذه التحويرات التى تحدث فى المناخ تقلل من عمليات النتح من المحاصيل الحقليه وأيضا تحافظ على محتوى رطوبى أرضى مرتفع كل هذه العوامل مجتمعه تعمل على توفير بيئه جيدة تعمل على زيادة نمو المحاصيل وبالتالى يحدث الزيادة فى الأنتاج وعموما كل التجارب التى أجريت على تأثير مصدات الرياح على أنتاج المحاصيل الحقليه والبستانيه أظهرت أن هناك زيادة فى محاصيل تلك المناطق المحميه نتيجة توفير حماية وخلق مناخ ملائم لنموها.

والشكل رقم (٧٨) التالى يوضح التأثير المفيد لمصدات الرياح فى زيادة كمية المحصول وكيفية حسابها.



شكل رقم (٧٨)

Effect on open field:

1- Unplanted field borders

2- Normal crop loss at field borders

5- Normal crop yield of field

Additional effects on windbreak protected fields:

3- Crop loss in sapped strip near trees.

4- Crop gain due to windbteak effect

4-3 Net windbreak effect.

وقد وجد (Abdel wahab B. 1969) فى دراسة على أنتاج محاصيل الحقل (القمح – الذرة – البرسيم) وكذلك الحضر (الخرشوف) والفاكهه (البرتقال – العنب البناتى) فى ماطق شمال غرب الدلتا أن الحمايه بواسطة مصدات الرياح تسببت فى زيادة كمية المحصول وذلك عند حماية من ٣ – ٥ H قدر طول المصد كذلك أظهرت تلك الدراسة أن الحمايه بمصدات الرياح قللت من تساقط الثمار وساعدت على التبكير فى نضجها وكذلك زدات جودة تلك الثمار حيث زاد حجم الثمره وقل سمك القشره فى

البرتقال وزادت أيضا نسبة V.C كذلك أظهرت نفس الدراسة زيادة متوسط عدد العناقيد فى كرمه العنب مع زيادة حجم حبات العنقود وكذلك تحسنت صفات المحصول حيث أنخفضت كمية الحامض وزادت نسبة المواد الصلبة الذائبه فى العصير مما ساعد على سرعة النضج كذلك أوصت تلك الدراسة بعمل خندق خلف المصدات عند أرتفاع صفر وذلك لمنع التنافس بين جذور أشجار المصدات والمحاصيل المحمية خلفها.

وفى دراسة أخرى أجراها أيضا (Abdel Wahab, et-al, 1980) على تأثير مصدات الرياح على خفض سرعة الرياح فى منطقة شمال غرب النوباريه أظهرت تلك الدراسة أن سرعة الرياح قلت فى الجهه خلف المصدات وذلك بمقارنتها بالأماكن المفتوحه أو الغير محمّيه بالمصدات وأن هذا التأثير أمتد لاكثر من (H 15) قدر طول المصد، كذلك أظهرت تلك الدراسة أن أتجاه المصد له تأثير أيضا فى خفض سرعة الرياح وأن المصدات الشمالية الشرقية والشماليه الغربيه كانتا أكثر فاعلية فى خفض سرعة الرياح عن المصدات الجنوبية الشرقية والجنوبية الغربية.

وفى دراسة أخرى أجريت بواسطة (Abdel Waheb, et-al 1979,81) على تأثير الحماية بمصدات الرياح على الزيادة فى كمية المحصول بالنسبة لمحاصيل القمح – الشعير – الذرة فى منطقه غرب النوباريه أظهرت نتائج تلك الدراسة أن المحصول تأثير بشدة بأتجاه المصدات المنزرعه وأن درجة الحمايه كانت تعتمد على أرتفاع اشجار مصدات الرياح المنزرعه. كذلك لوحظ أن هناك زياده فى كمية المحاصيل نتيجة الحماية بمصدات الرياح أما المنطقة التى كانت خلف المصد مباشره فقد أظهرت النتائج أن هناك تأثر بالمصدات وهذا مايسمى بالفعل الضار للمصدات حيث أنخفضت فيها كمية المحصول وذلك لمسافه تراوحت من ٢ / ١ – ١ H قدر طول المصد ثم تبع ذلك زيادة فى كمية المحصول إلى أن وصلت إلى أقصاها عند مسافة من ٦ – ١٠ H قدر طول المصد إلا أن أقصى حماية أمكن الحصول عليها كانت عند ١٥ H قدر طول المصد ثم أنعدم بعد ذلك تأثير الحماية بالمصدات.

وفى دراسة رابعة أجرها (Abdel Waheb, et-al 1979,81) فى منطقة غرب النوبارية على تأثير مصدات الرياح على الرطوبة الأرضية ودرجة حراة الأرض ودرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبيه للمناطق المحميه بمصدات الرياح أظهرت تلك الدراسة الأتى:

بالرغم من عدم وجود فروق جوهرية فى رطوبة الأرض بين المناطق المحمية والغير محمية فإن النسبه المئويه لرطوبة الأرض بالمناطق الملاصقه تماما للمصد كانت أقل. وقد وجد أن هذا التأثير لايتعدى مسافة تقدر بنصف أرتفاع المصد (1/2 H) ثم زادت الرطوبه الأرضيه بعد هذه المسافه. كذلك وجد أن درجة حرارة الأرض بالمناطق المحمية كانت أقل عن المناطق الغير محمية وقد وجد أن هذا التأثير كان معنويا فى بعض شهور السنه وغير معنوى فى البعض الآخر وأن هذا يعتمد على أتجاه المصد. كذلك لم تختلف درجة حرارة الهواء معنويا بين المناطق المحميه والغير محميه على الرغم من أنها كانت أعلى قليلا فى المناطق المحاطة بمصدات الرياح عنها فى المناطق الغير محمية بالمصدات. كذلك أختلفت الرطوبه النسبيه للهواء بالمناطق المحميه بمصدات الرياح عنها فى المناطق الغير محميه وقد وجد أن هناك تباين من محصول لأخر كما وجدت أختلافات بالزيادة أو النقصان عن المناطق الغير محميه لنفس المحصول. كما لم توجد فروق معنويه بين المناطق المحميه والغير محميه فى معظم أوقات فصول السنه.

تأثير مصدات الرياح على حيوانات الرعى:

من التجارب التى أجريت فى الولايات المتحدة ظهر أن تخفيض سرعة الرياح فى المراعى يؤدى إلى زيادة محسوسه فى معدل وزن الماشيه سواء المنتجه للحم أو اللبن وذلك لأن الحيوانات المحميه من الرياح تحتفظ بوحداتها الحراريه كامله دون فقد منها لأستغلالها فى حماية نفسها من تقلبات الجو ولقد أوضح Williams 1949 أن هذه الزيادة بلغت ١٥,٨ كجم فى الوزن بالمقارنه بالحيوانات الغير محميه.

فوائد مصدات الرياح:

يمكن تلخيص فوائد مصدات الرياح فى النقاط الأتية:

١- الزيادة فى أنتاجية المحاصيل الحقلية والبستانيه وأيضا الأسراع من نضج الثمار ومن التجارب العديده التى أجريت فى أنحاء كثيره من العالم أثبتت فى كل الحالات أن مصدات الرياح تزيد من أنتاجية المحاصيل الحقلية والبستانيه وأيضا تساعد على نضج الثمار فى وقت مبكر وأيضا تحسن من جودة تلك الثمار.

٢- زيادة أنتاجية ماشية الرعى.

٣- أنتاج المادة الخشبيه.

ولقد وجد أن مصـدات الرياح أفضل من أنتـاج أى غايـه نظرا للظروف الجيده التى تنمو فيها المصدات فهـى تركـز على حدود المزارع فى صفوف وبالتالى تتمتع بالأضاءه الكامله وأيضا تخضع لعمليات العنايه المكثفه من رى وتستميد وخلافه وكل هذا يزيد من سرعة النمو وبالتالى فى حجم أنتاجها ويقدر أنتاج الهكتار الواحد منها بحوالى من ٥ – ١٠م^{٣} بالنسبه لأشجار السرو ومن ١٠ – ٢٠ م^{٣} بالنسبه لأشجار الكافور ومن ٢٠ – ٤٠ م^{٣} بالنسبه لأشجار الحور.

٤ – أنتاج البذور والثمار والعلف والعسل

فى بعض الأحيان تعتبر مصدات الرياح مصدرا لأنتاج الثمار مثل الجوز والصنوبر وأيضا قد تستخدم فى تربية دودة الحرير مثل أشجار التوت أو اشجار يفضلها نحل العسل مثل اشجار الكافور الذى تزهر منه أنواع عديده عدة مرات فى السنه أو قد تستخدم كعلف للحيوانات مثل الأكاسيات.

مضار مصدات الرياح:

يقتصر الفعل الضار لمصدات الرياح فى الجزء الضائع الغير منتج المجاور للمصد مباشره وهذا ناتج من تأثير الظل للمصـدات أو التنافس بين جذور المحاصيل وجذور المصدات سواء على الماء أو على المواد الغذائيه وبالنسبه للمشكلة الأولى وهى التظليل فهذه يمكن تقليلها إذا كان أتجاه المصدات من الجنوب إلى الشمال والشكل رقم (٧٩) يوضح ذلك أما بالنسبه لمشكله الجذور فيمكن التغلب عليها بعمل خندق على بعد مترين من المصدات وهذا يمنع أمتداد الجذور ويقلل المنافسه بدرجه كبيره.

وهناك بعض الأضرار الأخرى التى تنتج من المصدات وهى قد تكون ملجأ للطيور الضاره بالمزروعات ولكنها فى الوقت نفسه قد تكون ملجأ للطيور أو الحيوانات النافعه مثل الحيوانات الكاسره وعموما يمكن التغلب على مشكلة الطيور الضارة بواسطة الطرق الكيماويه أو تخطيم أعشاشها أو عن طريق الصيد.

تصميم مصدات الرياح:

يوجد تصميمات عديده لمصدات الرياح ولكن قبل البدء فى أنشائها يجب أن نضع فى الأعتبار الغرض من زراعة المصدات والمساحة المراد حمايتها والمسافه بين المصد والأخر

ونفـاذية المصـد وأتجـاه الرياح السـائدة فى المنطقة ودرجة أختلافهـا من جهـة إلى أخرى.

Purpose	Number of rows
Farmstead	5 to 8
Feedlot	5 to 8
Field (main belt)	1 or 2
Field (Supplemental belt)	1
Garden ar orchard	1 or 2

Allow these Spacings:

Between rows:	**Feet**
Two-row belts	12
More thean two rows	15 to 18

Between trees and shrubs in the row

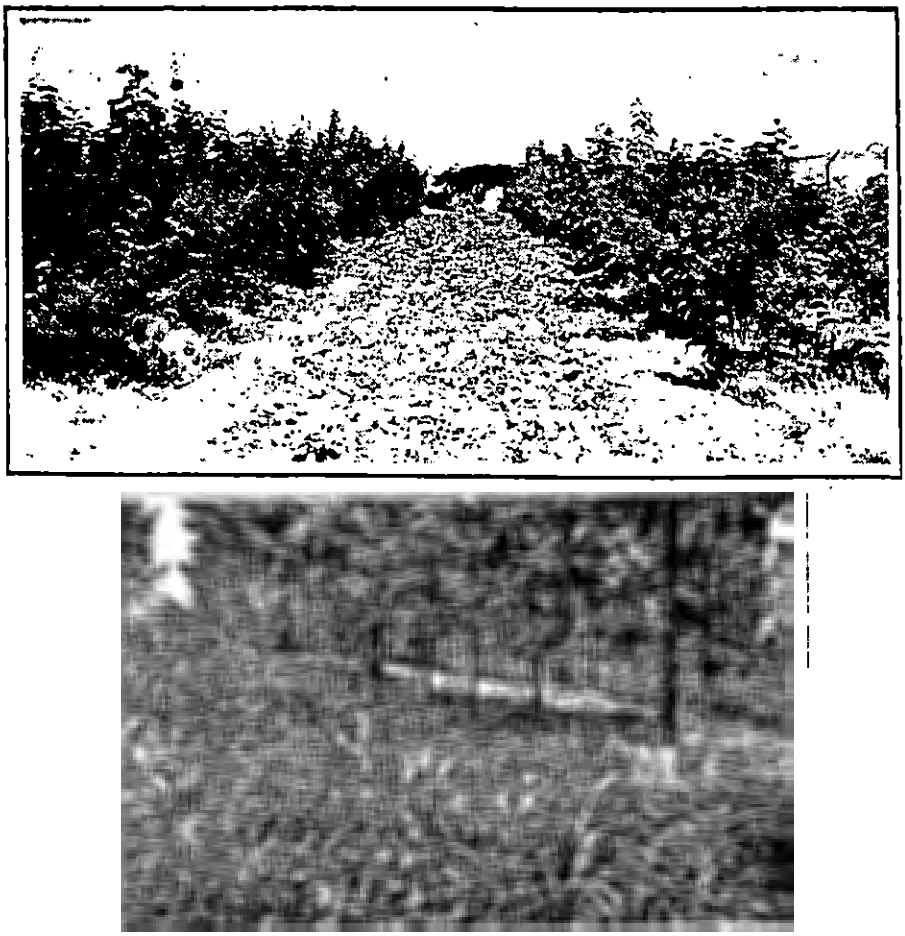
Rows	4 to 6 Feet
Trees in single rows	6 Feet
Trees in multiple-row belts	8 Feet

الأصناف والأنواع الشجريه المستخدمه فى زراعة مصدات الرياح:

أن أهم الصفات الواجب توافرها فى الأصناف الشجريه التى تستخدم فى زراعة المصدات هى:

١ – أن تكون مناسبه للنمو بشكل جيد فى المناخ والتربه المراد زراعتها فيها.

٢ – أن تكون محتمله للأضاءه الكامله وأضرار الرياح وأن تعطى حمايه كامله ومعتدله على أمتداد المصد.



شكل رقم (٧٩)

٣- أن يكون لها مجموع جذرى عميق وغير سطحى لمقاومه ضغط الرياح ولعدم منافسه المحاصيل المجاوره.

٤- أن تكون سريعه النمو وتعطى مادة خشبيه جيده.

٥- أن لاتكون ضاره بالحيوانات وأيضا تكون مقاومه لأضرارها وأيضا تكون مقاومه للأصابه بالحشرات والفطريات.

وعموما يجب أن نضع فى الأعتبار أن المصدات التى تستخدم لصد الرياح وأنتاج أخشاب ذات صفات جيدة نجد أن هاتين الوظيفتين متنافيتان إذ ينبغى لأنتاج خشب جيد أجراء تقليم للفروع السفلى من المصدات وهذا يؤدى إلى عدم حماية المنطقه السفلى ولهذا فى مثل هذه الحالات يقتضى الأمر زراعة صف واحد من المصدات من الأشجار العاليه لكى تقوم بوظيفتين الحمايه وأنتاج الخشب وهذه تسمى عناصر الحمايه العليا وزراعة صف آخر من الأشجار القصيره تقوم بالحمايه فى المنطقه السفلى وهذه تسمى عناصر الحماية السفلى.

الأصناف والأنواع الشجريه التى تنجح فى المناخ الجاف:

١- الكافور

يعتبر من الأصناف الجيدة التى يجود زراعتها فى مناطق عديده تختلف فى نوع التربه والمناخ ويمتاز بسرعة نموه وتحمله لأضرار العوامل الطبيعيه وأيضا نظرا لأنه مستديم الخضره ولقد أثبتت التجارب أنه يشكل مصد شبه منفذ يمكنه تخفيض سرعة الرياح ومن الأنواع التى يجود زراعتها فى المناطق الجافه:

1- Eucalyptus occidentalis	يتحمل درجات عاليه من الملوحه
2- Eucalyptus camaldulensis	لايتحمل الزراعة فى الأراضى الجيريه
3- Eucalyptus borckwayi	تجود زراعتهما فى أى
4- Eucalyptus salmonophloia	نوع من الأراضى

٢- الأكاسيات:

وهذه تستخدم للحمايه السفلى ومن مميزاتها أنها سريعة النمو وتتحمل الرياح

الشديده وأيضا تستخدم كعلف للحيوانات ومن أنواعها:

1- Acacia cynophylla

2- Acacia salicina

3- Acacia horrida

٣- الصنوبريات:

1- Pinus halepensis

2- Pinus brutia

٤- أنواع أخرى

1- Tamairx sp.

2- Prosopis Sp.

3- Atriplex Sp.

أما فى حالة توفر مياه الرى فى المناطق المراد حمايتها فيمكن استخدام الأنواع الأتية من الحور:

1- Populus euramericana

2- Populus nigra

3- Populus alba

ومن عيوب هذه الأنواع أنها لاتتحمل درجات الملوحة العاليه ماعدا الحور الأبيض كذلك هناك بعض الأنواع الأخرى مثل السرو والكازوارينا.

1- Cupressus sempervirens

2- Cusvarina glauca

زراعة مصدات الرياح:

عمليات تجهيز الأرض تتبع فيها العمليات العاديه أما بالنسبة لاختيار النباتات للزراعة فإذا لم يتوفر مصدر مضمون لأنتاج الشتلات الجيده فيمكن شراء تلك الشتلات من

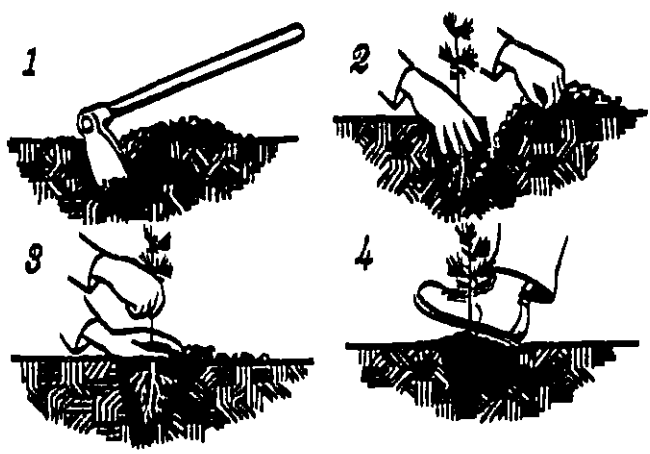
المشاتل التجاريه مع أختيار الشتلالت القويه الخاليه من الأمراض وفى حالة شتلات الأشجار المتساقطه الأوراق تنتقى الشتلات ذات الأقطار من ١/٤ – ٣/٨ بوصه فى القطر عند المنطقه الفاصله بين الجذر والساق وهذه يجب أن يكون طولها من ١٨ – ٣٦ بوصه فى الطول . أيضا يجب أنتخاب الشتلالت ذات المجموع الجذرى الجيد أما بالنسبه لشتلات المخروطيات فيجب أن يتراوح طولها من ٦ – ١٢ بوصه فى الطول وأن يكون عمرها من ٣ – ٥ سنوات. ويجب أن يوضع فى الأعتبار بأن يكون هناك كمية اكثر من المطلوب بحوالى ٢٠٪ وذلك حتى يكون هناك فرصه لأختيار الشتلات الجيده.

أما بالنسبة لميعاد الزراعة فأفضل ميعاد هو الربيع وقبل بدأ النمو وبالنسبه لعمليات الزراعة فهذه أما أن تجرى بواسطة الآلات أو الزراعة اليدويه وفى كلا الحالتين يجب المسافه بين الصفوف وأيضا المسافه بين الاشجار داخل الصف الواحد وعند زراعة الشتلات يجب ملاحظة النقاط الأتية:

١ – أن تظل الجذور رطبه طوال مدة الزراعة وذلك حتى لاتتعرض للجفاف.

٢ – يجب أن يكون عرض الخندق المعد للزراعة مناسب حتى يمكن أن توضع الجذور فى وضع صحيح وبدون ألتفاف.

٣ – تزرع الشتلات على عمق أكثر مما كانت عليه فى المشتل والشكل رقم (٨٠) يوضح خطوات زراعة شتلات الأشجار الخشبيه فى الأرض المستديمه.



شكل رقم (٨٠)