الفصل الثالث

# مقاومة وعلاج الاختلال في النظام البيئي

obeikandl.com

obeikandl.com

يتضح من خلال عرضنا السابق لجوانب الاختلال فى النظام البيئى مدى الخطورة المحتملة ما لم نواجه جوانب الاختلال تلك، وتعتمد مواجهة الاختلال فى النظام البيئى على أساسين: أحدهما يعتمد على عنصر مهم للغاية، والذى نعنى به مقاومة أسباب الاختلال فى النظام البيئى.

ترتكز عمليات المقاومة على منع حدوث مسببات الاختلال فى المنظومة البيئية، والتى تعرضنا لها سابقًا، ويعتمد نجاح طرق المقاومة على مدى تقبل المواطنين للمفهوم البيئى النظيف، لكى نستطيع أن نوظِّف البيئة ـ التى حبانا الله بها ـ التوظيف المثالى، بما يحقق صالح البشرية.

إننا لا نقصد بحماية البيئة منع إضافة ملوثات إلى البيئة، لأن ما نقصده أكبر من هذا المعنى، فتعرض الثروات الطبيعية من معادن ومحاصيل وثروات مائية... إلخ، للتلف إنما يعنى: حدوث اختلال فى المنظومة البيئية، فالتصحر والجفاف وتعرض المخزون الحياتى للانقراض يمثل مشاكل بيئية لا تقل أهمية عن ثقب الأوزون، أو التلوث الناتج عن استخدام المبيدات الكيمياوية... إلخ.

إن نجاح الخطط القومية للدول ـ وبخاصة الدول النامية ـ سيتوقف على مدى استيعابنا للمفهوم البيئى من منظور متسع وأكثر رحابة، لا بالمفهوم الضيق، الذى توارثناه، والذى يهدف إلى الوصول فقط لبيئة نظيفة، دون ربط ذلك بالثروات المتاحة.

تهدف عمليات المقاومة للحفاظ على المنظومة البيئية وعلى التفاعلات فيما بين مكوناتها فى حالة اتزان، فلا يطغى مكون بيئى على مكون آخر، ومن ثم ستظل

المنظومة البيئية محتفظة بكيانها المتزن، كما سيتضح من خلال عرضنا لطرق المقاومة التالية:

## (أ) مقاومة مسببات الاحتراق غير المثالى للوقود:

تساهم عمليات الاحتراق غير المضبوط، بنسبة كبيرة فى الإخلال بالنظام البيئى، وذلك لإنتاج غازات سامة وضارة بالبيئة كأول وثانى أكسيد الكربون، والأكاسيد الكبريتية، وأكاسيد النيتروجين، وأبخرة الرصاص.

تعتمد مقاومة مسببات الاحتراق غير المثالى إما على منع حدوث هذه المسببات، أو مقاومة تأثير المسببات على الأنسجة الحية والمنظومة البيئية.

يمكن منع حدوث مسببات الاختلال البيئى الناتجة عن الاحتراق غير التام، باستخدام سيارات ذات محركات مصممة هندسيًا بحيث تتم دورة الاحتراق تمامًا، مما لا يسمح بخروج غازات غير مرغوب فيها.

يتوقف نجاح ذلك على مدى إلزامية التشريعات فى الدول، ومدى تعاون المواطنين مع المؤسسات السياسية فى الوصول إلى تطبيق كامل للقوانين البيئية.

لقد أثبتت الدراسات البيئية التى أجريت على الوقود أن استخدام الجازولين الخالى من الرصاص لا يضيف أية ملوثات إلى النظام البيئى، ولذلك يجب سحب رخص السيارات المخالفة لاستخدام الوقود الخالى من الرصاص.

تطورت الدراسات بعد ذلك لتستخدم الغاز الطبيعى بدلاً من المركّبات البترولية، مما يحقق نسبة نقاء عالية، ويخفض معامل التلوث بدرجة كبيرة.

تساعد سيولة المرور فى شوارع المدن الكبرى على تقليل الأخطار الناتجة عن التلوث الناشئ عن الاحتراق غير الكامل للوقود، كما تساعد عمليات الصيانة الدائمة لوسائل المواصلات المختلفة فى خفض معامل التلوث.

يدرس العلماء إمكانية تركيب مرشّحات لنواتج الاحتراق غير الكامل فى السيارات، مما يمنع تسرب نواتج الاحتراق تلك إلى البيئة؛ حتى لا تلوثها.

## (ب) مقاومة مسببات الاختلال البيئى الكيمياوية:

تسبب المواد الكيمياوية نسبة كبيرة من الاختلال فى المنظومة البيئية، وتعد من أخطر أنواع الملوثات، وذلك لتأثيرها ـ السامّ، والقاتل ـ على الأنسجة البشرية، ومختلف أنسجة الكائنات الحية.

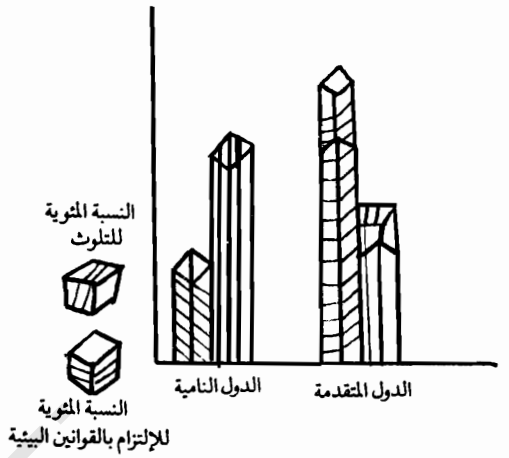
لقد أصبح النظام البيئى مكدسًا بالملوثات الكيمياوية، فالمصانع المنتجة للكيمياويات تنتشر فى كل مكان سواء فى الدول المتقدمة أو الدول النامية، وأصبحت الملوثات الكيمياوية موجودة فى كل بقاع الكرة الأرضية، وأصبحنا جميعًا معرضين لهذه الملوثات التى أضافت العديد من المسببات المرضية للنظام البيئى.

يمكن مقاومة المسببات الكيمياوية للاختلال فى النظام البيئى عن طريق:

### ١ ـ إقامة مصانع الكيمياويات بعيداً عن المناطق المأهولة بالسكان:

إن إقامة مصانع الكيمياويات داخل المناطق المزدحمة بالسكان، سيعرِّض المواطنين المقيمين فى هذه الأماكن للتلوث، مما يسبب لهم العديد من الأخطار الصحية.

لذلك تُلزم العديد من الدول الراغبين فى إقامة مصانع الكيمياويات، بإقامتها خارج الحزام السكانى تقليلاً للتأثيرات الحياتية للملوثات الكيمياوية، ويعتمد نجاح ذلك على مدى إلزامية القوانين والتشريعات الخاصة بكل دولة، ومدى اقتناع المواطنين بتنفيذ تلك القوانين. ولقد أثبتت الدراسات الإحصائية التى أجريت أن المواطنين فى الدول المتقدمة أكثر اقتناعًا بإقامة مصانع الكيمياويات بعيدًا عن المناطق المأهولة بالسكان، مما يساعد إدارات تلك الدول فى تنفيذ الخطط البيئية لها، بينما تتعرض تلك الخطط للعديد من العوائق من جانب المواطنين فى الدول النامية، فالكثير من مواطنى الدول النامية يحاولون الإفلات من القوانين البيئية بالتلاعب والتحايل على تلك القوانين، مما يقلل من نجاح الخطط القومية لتلك الدول النامية، ويتضح ذلك من خلال الشكل البيانى التالى:




يتضح من خلال الشكل البيانى وجود صلة وثيقة بين درجة الالتزام بالقوانين البيئية، ودرجة التلوث، ويمكن أن نصوغ هذه العلاقة بين المتغيرين فى الصورة التالية:

**درجة التلوث ∝ درجة الالتزام بالقوانين البيئية**

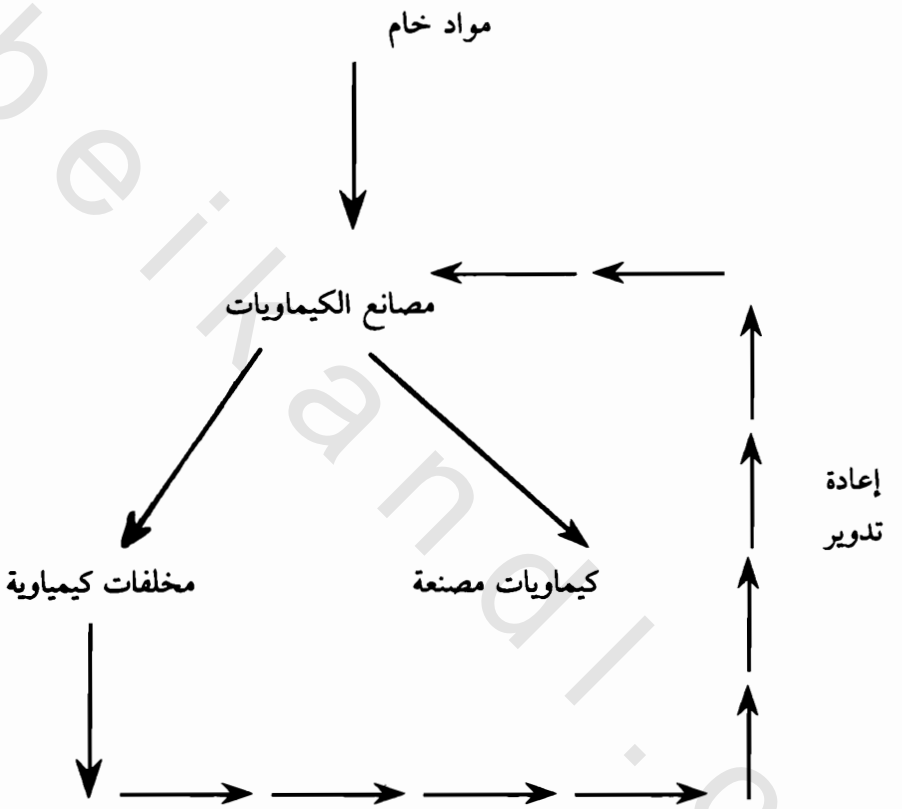
وتعنى هذه العلاقة: وجود ترابط وتناسب طردى بين درجة التلوث، ومدى التزام المواطنين بالقوانين البيئية، والتى تهدف للحفاظ على الاتزان القائم فى البيئة.

## ٢ ـ التخلص من المخلفات الكيمياوية بالوسائل الآمنة:

يتم التخلص من المخلفات الكيمياوية للمصانع ـ سواء كانت مخلفات صلبة أم مخلفات سائلة ـ فى الأنهار والبحيرات وغير ذلك من المجارى المائية، مما يشكل خطورة كبيرة على الثروة المائية المتمثلة فى الكائنات الحية المائية، مما يعرِّضها للانقراض.

يمكن وقاية النظام البيئى من هذه الملوثات عن طريق حظر صرف مخلفات المصانع فى مياه الأنهار والبحيرات وغيرها من المجارى المائية، وتوقيع أقسى العقوبات على المخالفين.

توجد اقتراحات تقنوية عديدة للتخـلص الآمن من المخلفات الكيمياوية، حيث يرى بعض الباحثين ضـرورة دراسة المخلفات الكيمياوية، لمعرفة إمـكانية الاستفادة من تلك المخلفـات من عدمه، ويُعرف ذلك «بتدوير المخلفـات»، والذى نعنى به: إعادة إدخال المخـلفات الكـيمياويـة فى دورة استخـدام جديدة، لتـحقيق أقـصى استفادة ممكنة من هذه المخلفات، كما يتضح من الشكل التخطيطى التالى:




يتم التخلص من المواد الكيمياويـة الدوائية الفاسدة بحرص شديد، وحذر تام، حيث تمثـل تلك المواد خطورة مباشـرة على النظام البـيئى القائم، ولاسيمـا النظام الحياتى، مما يعرِّضه للعديد من الأمراض الفـتاكة، ولذلك ينبغى التخلص من هذه الكيمياويات بسرعة، وبمجرد انتهاء تاريخ صلاحيتها.

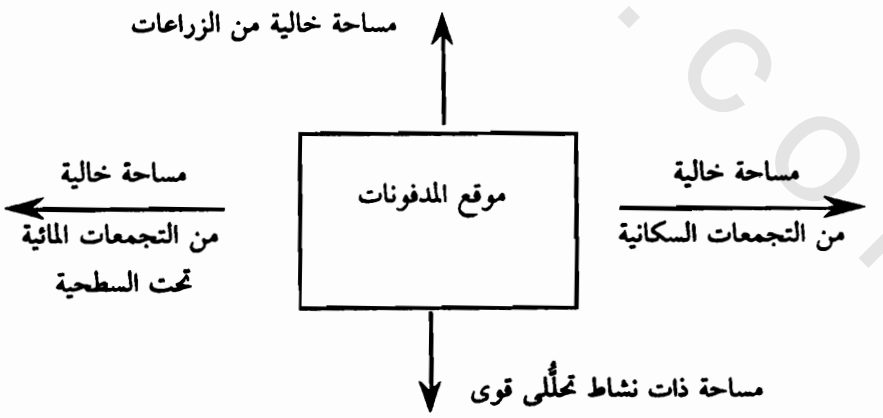
يمكن التخلص من المخلفات الكيمياوية الدوائية ومخلفات المستشفيات بوجه عام

عن طريق دفنها فى أماكن بعيدة جدًا عن المناطق المأهولة بالسكان، وفى أعماق بعيدة عن سطح الأرض، ولابد من وجود خرائط محددة للأماكن المخصصة لدفن المخلفات الكيمياوية، حتى لا يؤدى تراكم المدفونات الدوائية إلى كارثة مستقبلية، تبيد العديد من الكائنات الحية فى المنظومة البيئية.

تتم عمليات الدفن للمخلفات الدوائية بنظام خاص، وليس بطريقة عشوائية، حيث تضاف مع المدفونات الدوائية مواد معينة لزيادة نشاط الكائنات الدقيقة المحلِّلة، لتخليص النظام البيئى من تلك المدفونات، كما تضاف مواد أخرى للارتباط الكيميائى بالمركّبات الخطرة المحتمل أن تنتج عن عمليات التحلل.

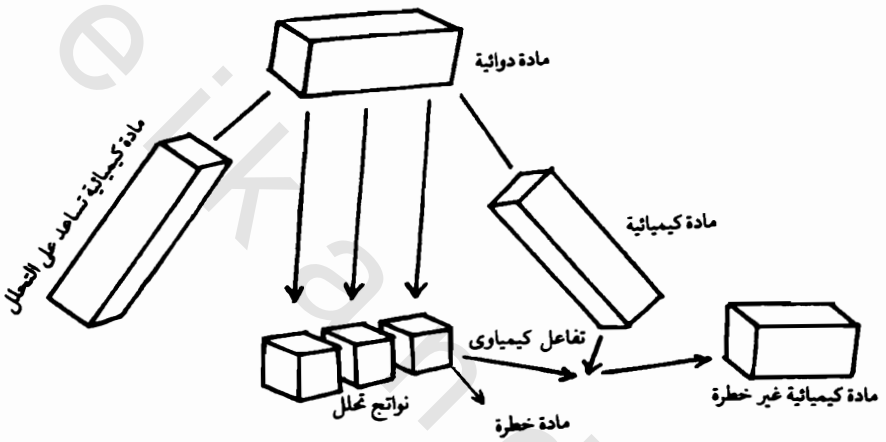
يتم اختيار مناطق المدفونات الدوائية وفقًا لشروط خاصة ومحددة، حيث يجب أن تكون تلك المدفونات بعيدة عن أماكن التجمع السكانى، والمناطق الزراعية، كما يجب أن تكون بعيدة عن أماكن التجمع المائى تحت السطحى والممثلة فى المياه الجوفية لمنع تلويث تلك المياه، حتى لا يؤثر فى الكائنات الحية التى تستخدمها بعد ذلك.

إن العديد من الدول المتقدمة تستخدم أجهزة المسح الفضائى فى تحديد مناطق المدفونات الدوائية، وكذلك رسم الخرائط المحددة لتلك المناطق، وتحميلها فى أجهزة الحاسوب «الكمبيوتر»، وذلك لتوفير الكثير والكثير من الوقت والجهد اللازم لاتخاذ القرار اللازم والصائب، ويمكننا تصميم موقع المدفونات الدوائية طبقًا للمعايير الدولية لحماية البيئة كما يلى:



تمثل الشروط المكتوبة على الأسهم الخارجة من موقع المدفونات ضروريات بيئية لابد من توافرها مجتمعة بموقع المدفونات والمناطق المحيطة به.

تساعد المواد الكيمياوية المضافة مع المدفونات الدوائية فى تنشيط عمليات التحلل، ومنع نواتج التحلل الخطرة من الإضرار بالنظام البيئى من خلال الأرتباط وتكوين مركبات جديدة غير خطرة، ويمكن إيضاح ذلك فى الشكل التالى:




## ٣ ـ عدم تناول مواد دوائية دون استشارة الطبيب:

يؤدى الإسراف فى تناول المواد الكيمياوية الدوائية لإجهاد الكبد والكلية، مما يؤثر على العمليات الحيوية التى تتم داخل الجسم بعد ذلك.

قد تؤدى الزيادة المفرطة فى تناول بعض المواد الكيمياوية الدوائية إلى سرطنة بعض الخلايا، فالإفراط فى تناول الأدوية المعالجة لمرض هودجكين يؤدى للإصابة بسرطان ابيضاض الدم، وتناول أدوية المناعة لفترات طويلة ـ دون الرجوع للطبيب ـ يؤدى للإصابة بسرطان الخلايا اللمفية، مما يدمر الجهاز المناعى، ويترك الجسم فريسة للغزو الميكروبى.

أثبتت الدراسات الكيمو خلوية لتأثيرات الإفراط فى تناول أدوية الإخصاب أن الاستخدام ـ غير المرشَّد طبيًا لأدوية الإخصاب ـ يؤدى إلى الإصابة بسرطان المبيض، كما يؤدى الاستمرار لفترة طويلة فى تناول الأدوية الخافضة للكوليسترول إلى الإصابة بسرطان القولون والمستقيم.

لذلك لابد من الحذر التام عند استخدام المواد الدوائية، بحيث لا يتم إلا تحت إشراف طبيب متخصص، وبعد إجراء تشخيص دقيق للمرض، وللحالة الصحية العامة للمريض.

تتم عمليات الفحص الدقيق فى الدول المتقدمة بعناية فائقة، إذ لابد من معرفة قيمتى الضغط السالب والضغط الموجب، ومدى قدرة الكبد على تخليص السموم، والقدرة الترشيحية للكلية، وكفاءة الجهاز المناعى للمريض... إلخ.

لا تجرى عمليات التشخيص تلك فى الدول النامية، إذ يكتفى الطبيب فقط بالتشخيص المبنى على معلوماته هو والمعلومات التى يسأل المريض عنها، وينتج عن ذلك إعطاء المريض العديد من المواد الدوائية، أملاً فى أن تفيد إحدى المواد الدوائية فى قتل الميكروب المرضى.

رغم أن إحدى المواد الدوائية تنجح فى المعالجة، إلا أن باقى المواد الدوائية تتفاعل مع المكونات الكيمو حيوية محدثة العديد من الأضرار بالخلايا الحية، والتى قد تصل إلى درجة إحداث الطفور بالمادة الوراثية للخلايا، حيث يمكن لبعض المواد الكيمياوية الدخول فى التركيب الكيميائى للدنا الوراثى، مما يحدث خللاً فى البنية الكيميائية له، ويغير هذا من التعبير الوراثى بعد ذلك.

## ٤ ـ الوقاية من الكيماويات المهنية:

المقصود بالكيماويات المهنية: المواد الكيمياوية التى يتعرض لها العاملون فى مصانع الكيماويات، والتى ارتفعت درجة خطورتها بنسبة كبيرة فى الدول النامية، حيث لا توجد أنظمة أمان حيوى تقى العاملين من خطورة تلك المواد.

يتم فى معظم مصانع الكيماويات ـ فى الدول المتقدمة ـ ارتداء العاملين فى تلك

المصانع للأقنعة الواقية من المواد الكيماوية، مما يقلل من خطورة تلك المواد عليهم.

تُصمَّم الأقنعة الواقية بمرشِّحات متخصِّصة لكل مادة كيميائية، ومن ثم فالقناع الواقى المستخدم فى مصانع التبغ يختلف عن القناع الواقى المستخدم فى مصانع حلج القطن، وغيرها من المصانع، كما يتضح من الجدول التالى:

| نوع المصنع | المواد الملوثة | القناع المستخدم |
|---|---|---|
| * مصانع الحديد | - دقائق الحديد | - قناع ذو مرشحات لدقائق الحديد. |
| * مصانع حلج القطن | - غبار القطن | - قناع ذو مرشحات لغبار القطن. |
| * مصانع التبغ | - غبار التبغ | - قناع ذو مرشحات لغبار التبغ. |
| * مصانع المبيدات الحشرية | - أبخرة الزرنيخ | - قناع ذو مرشحات لأبخرة الزرنيخ. |
| * مصانع البطاريات والسبائك | - أبخرة الكادميوم | - قناع ذو مرشحات لأبخرة الكادميوم. |
| * مصانع الأسمنت | - غبار الأسمنت | - قناع ذو مرشحات لغبار الأسمنت. |
| * مصانع البلاستيك | كلوريد الفينيل | - قناع ذو مرشحات لكلوريد الفينيل. |
| * مصانع الأخشاب | - غبار الخشب | - قناع ذو مرشحات لغبار الخشب. |
| * مصانع الطوب اللبن | - غبار المركّبات الهيدروكربونية | - قناع ذو مرشحات للمركّبات الهيدروكربونية. |

## ٥ ـ الوقاية من أخطار المبيدات الكيمياوية:

تستخدم المبيدات الكيمياوية لمقاومة الآفات والحشرات التى تصيب النباتات، وتسبب خسارة كبيرة للمحاصيل، كما تستخدم بعض المبيدات الكيمياوية فى مقاومة الحشرات المنزلية.

رغم أن استخدام المبيدات الحشرية يخلِّصنا من العديد من الحشرات الضارة، إلا أنه يسبب أضرارًا للمنظومة الحياتية لا تقل خطورة عن الأضرار التى تسببها المبيدات للحشرات، ويشمل ذلك الإضرار بالنبات والحيوان والإنسان كمركّب الـ(D.D.T) الذى يسبب مرض السرطان، وغير ذلك من المبيدات الكيمياوية التى تؤثر على معدل النمو الخلوى، وعلى كفاءة سير العمليات الحيوية داخل الجسم، مما قد يؤدى فى النهاية إلى تدمير البنية الحيوية للعديد من الكائنات الحية.

تتجه العديد من الدول المتقدمة إلى تقليل استخدام المبيدات الكيمياوية، منعًا لحدوث الأخطار المترتبة عليها. ولمنع انتشار الآفات والحشرات التى تهاجم العديد من النباتات يتم استخدام بدائل للمبيدات الكيمياوية.

من البدائل الجيدة والمقترحة للاستخدام على نطاق واسع: استخدام الأعداء الحيوية للآفات والحشرات، والتى تتمثل فى استخدام ميكروبات مدمرة للآفات والحشرات الضارة، ومن الممكن استخدام كائنات حية غير الميكروبات (الفيروسات، والبكتيريا، والأوليات الحيوانية)، ومن أمثلة ذلك: الحشرات، والقواقع، والطيور، والنيماتودا (لمهاجمة بعض أفراد النيماتودا).

تمثل الميكروبات أحد أهم أسلحة تقنية استخدام الأعداء الحيوية لمكافحة انتشار الآفات الضارة. ومن أحدث الوسائل للاستعاضة عن استخدام المبيدات الكيمياوية استخدام وسائل التحوير الجينى للأطقم الوراثية، حيث تكمن قدرة الخلايا الحية على مقاومة الآفات التى تغزوها ـ بهدف تدمير الأنسجة والخلايا ـ فى وجود جينات معينة فى جينوم الخلايا يؤدى تعبيرها الوراثى لتكوين مواد معينة تدمر خلايا وأنسجة الآفات.

تجرى دراسات عديدة فى مشروع الجينوم، والذى كان يركز فى البداية على خرطنة الجينوم البشرى فقط، لكن اتساع المساحة البحثية والمعلوماتية للتعبير الجينى أدى إلى الدخول فى عمليات خرطنة لجينوم كائنات حية أخرى غير الإنسان، مما سيجعلنا نضع أيدينا على ما نريده من الجينات.

إن خرطنة جينوم النباتات المعرضة للغزو المدمر من العديد من الآفات، وجينوم النباتات المقاومة للآفات، تتيح لنا معرفة الجينات التى تشفِّر لتكوين المواد المناعية المقاومة للإصابة بالآفات.

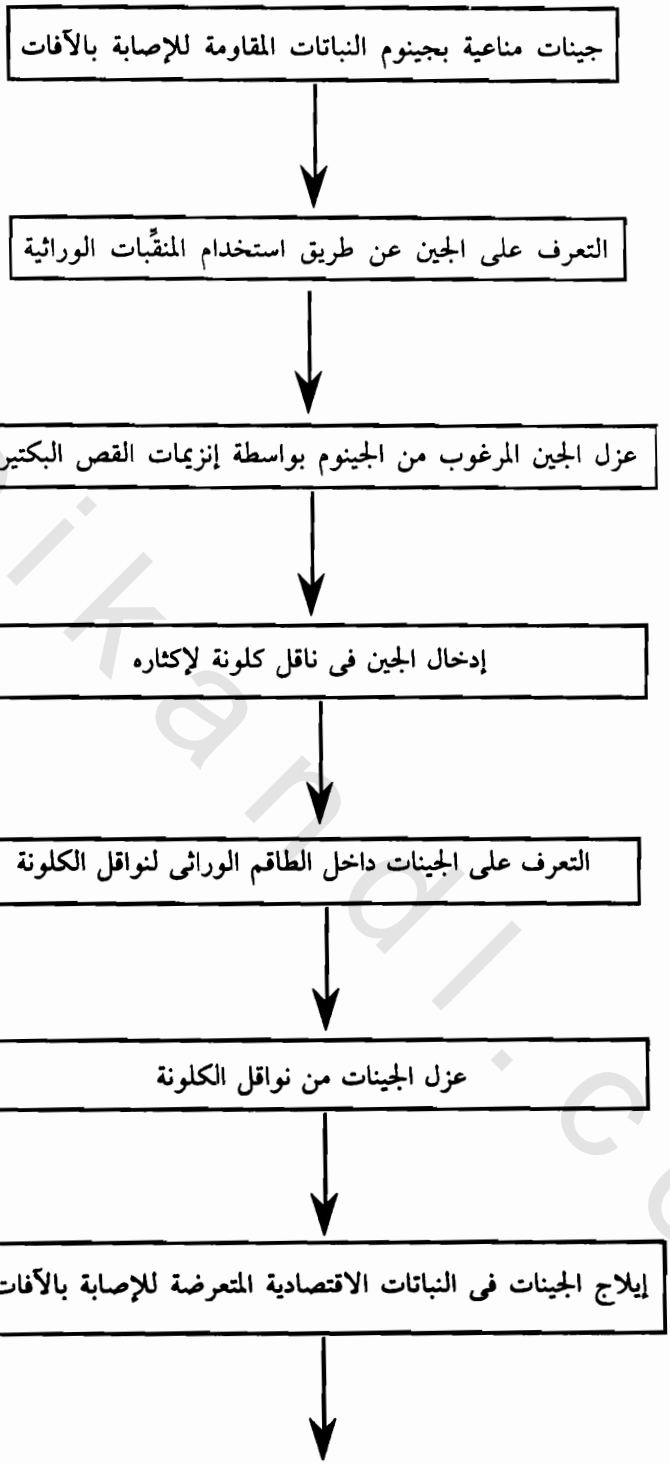
يتم عزل تلك الجينات، وإكثارها عن طريق إدخالها فى إحدى نواقل «الكلونة»، والتى تشمل الفاجات (مدمرات البكتيريا)، والبلازميدات والتى تمثل عناصر وراثية مستقلة فى السيتوبلازم، وتتميز بالاستقلالية فى تعبيرها الوراثى عن النواة، لكنها لا تنفصل عنها، بل يوجد تفاعل مشترك بين الاثنتين، قد يأخذ الصورة التنشيطية، وقد يأخذ الصورة التثبيطية.

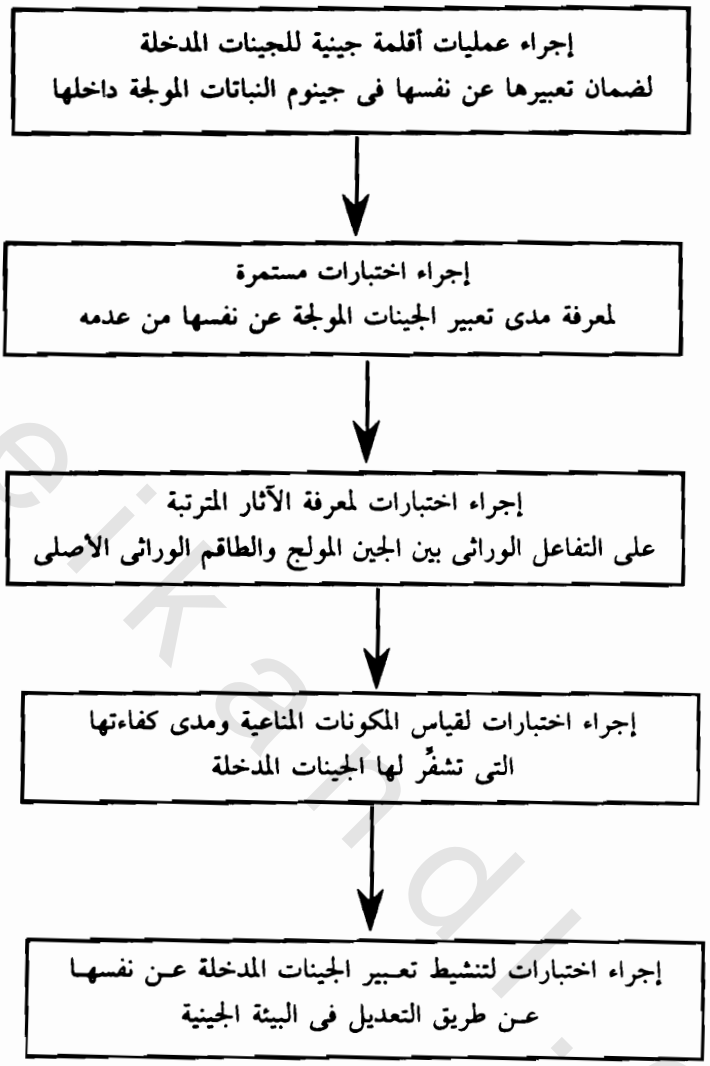
وقد تُستخدم «الكوسميدات» كنواقل كلونة مصنَّعة فى المعمل..

يتميز «البلازميد» بقدرته على الإكثار السريع، حيث يمكن ـ من خلال إدخال جين ما داخل بلازميد بواسطة أحد إنزيمات القص البكتيرى، والتى تم بها معاملة الجين وفصله من الجينوم الخاص بالكائن الحى ـ الحصول على ملايين النسخ من نفس الجين فى معدل زمنى قصير.

قد يتم حفظ تلك الجينات فى المكتبات الجينية وبنوك الجينات، أو يتم نقلها مباشرة للخلايا والأنسجة النباتية المراد تحوير أطقمها الوراثية لكى تصبح تلك النباتات ممانعة للإصابة بالآفات.

تتم عمليات النقل والإيلاج الجينى بواسطة تقنيات وراثية معقدة، يمكن أن نجملها فى الشكل التخطيطى التالى:


جينات مناعية بجينوم النباتات المقاومة للإصابة بالآفات
التعرف على الجين عن طريق استخدام المنقِّبات الوراثية
عزل الجين المرغوب من الجينوم بواسطة إنزيمات القص البكتيرى
إدخال الجين فى ناقل كلونة لإكثاره
التعرف على الجينات داخل الطاقم الوراثى لنواقل الكلونة
عزل الجينات من نواقل الكلونة
إيلاج الجينات فى النباتات الاقتصادية المتعرضة للإصابة بالآفات




## (ج) مقاومة المسببات الكيميائية لتآكل طبقة الأوزون:

أحدثت المواد الكيمياوية المتصاعدة من العديد من مصانع الكيماويات، والغازات المنطلقة من الطائرات النفاثة، والصواريخ الحاملة للأقمار الصناعية، ثقوبًا فى طبقة الأوزون، والتى تحمى سطح الأرض من اختراق الأشعة فوق البنفسجية.

تؤدى الأشعة فوق البنفسجية إلى الإصابة بسرطان الجلد، وبخاصة لدى المتعرِّضين دومًا لجرعات عالية من الأشعة فوق البنفسجية.

تتميز الأشعة فوق البنفسجية بالطاقة العالية، مما يرفع من كمية الحرارة فى جو الأرض، وهذا قد يؤدى إلى انصهار الجليد فى القطبين الشمالى والجنوبى، وطغيان الماء على اليابسة، وتعرض سطح الأرض للغرق.

لقد ازدادت خطورة مشكلة الأوزون فى الآونة الأخيرة، ولذلك اهتم الباحثون بدراسة الحلول الممكنة لحماية طبقة الأوزون من أخطار التآكل بواسطة المسببات الكيميائية.

ومن الطرق المقترحة للوقاية ما يلى:

**ـ استخدام مرشحات كيمياوية:**

يمكن ـ من خلال استخدام مرشحات من مواد فائقة المستوى ـ امتصاص الغازات الكيمياوية الصادرة عن وسائل الاتصال الحديثة كالطائرات النفاثة والصواريخ... إلخ، وتقليل نسبة الملوثات الناتجة عن انطلاق تلك الكيماويات.

يتم تصميم تلك المرشحات بطرق خاصة، ويراعى فى عمليات التصميم أن تتوافق المرشحات البكتيرية تلك مع الظروف المحيطة بها، كالارتفاع الشديد فى درجة الحرارة، أو التعرض لظروف ضغط شديد... إلخ.

تستخدم المرشحات الكيمياوية العادية المتخصصة ـ والتى تحدثنا عنها سابقًا عند كلامنا عن استخدام المرشحات الكيمياوية فى مصانع الكيماويات ـ وذلك بهدف منع وصول المسببات الكيمياوية من الوصول إلى طبقة الأوزون، ومنع إحداثها للتآكل وتكوين الثقوب الأوزونية.

**ـ استخدام مواد فى الغلاف الجوى مانعة لتصاعد الكيماويات:**

يدرس العلماء إمكانية إضافة مواد كيميائية للغلاف الجوى تمنع نفاذ المسببات الكيميائية لتآكل طبقة الأوزون، حيث يتم إضافة تلك المركبات بطرق كيميائية، أو من خلال طرق حيوية، حيث يتم هندسة بعض البكتيريا لإضافة المكونات المانعة لنفاذ مسببات التآكل الكيميائية دون غيرها من المركبات، ومن ثم فالمركبات المانعة

تتميز بقدرتها الاختيارية العالية، فهى تسمح بتصاعد مركبات معينة، وتمنع نفاذ المركبات التى تسبب تآكل طبقة الأوزون.

إن استخدام تقنية المركبات المانعة لحماية طبقة الأوزون، سيوفر حماية مثالية لهذه الطبقة، بما يضمن لنا بيئة متزنة موجيًا وحراريًا.

## (د) مقاومة الاختلال فى النظام البيئى الناشئ عن الإشعاع:

يؤثر الإشعاع تأثيرًا كبيرًا على المنظومة الحياتية الموجودة فى النظام البيئى، وقد يصل هذا التأثير لدرجة التدمير الكلى للكائنات الحية.

من الإشعاعات الضارة بالخلايا الحية: «الأشعة فوق البنفسجية» والتى تسبب حدوث سرطان الجلد، كما تؤثر على العين، وتأخذ الأعراض فى هذه الحالة شكل احمرار حاد فى العين.

و«الإشعاعات المؤينة» وهى تؤثر على التفاعلات الكيميائية داخل الخلايا الحية، مما يؤثر على سير العمليات الحيوية بعد ذلك.

تؤثر «الأشعة السينية» (أشعة X) ـ والتى تصدر عن أجهزة الاتصالات المرئية كالتلفاز، عند التعرض لها لفترة زمنية طويلة ـ على الكفاءة الوظيفية لعضلة القلب، والشبكية، كما قد تؤدى ـ فى بعض الأحيان ـ إلى الإصابة ببعض أنواع السرطان.

لقد أضافت التقنيات الحديثة أجهزة عديدة فى مجال الاتصالات تتيح للإنسان أن يعيش الأحداث الكاملة على كوكب الأرض فى لحظة حدوثها، كما تتيح الاتصالات السريعة لمختلف القطاعات وفى مختلف المجالات..

وبالرغم من ذلك فقد أضافت تلك التقنيات مزيدًا من جوانب الاختلال فى المنظومة الخلوية للكائنات الحية، والتى تتمثل فى الموجات والإشعاعات الكهرومغناطيسية التى تصدر عن تلك الأجهزة، وبخاصة التليفون المحمول، والتليفون الناقل للصورة «الفونفوزيون»... إلخ.

تؤثر«الموجات الكهرومغناطيسية» على العديد من العمليات الحيوية داخل الخلايا، والتى تصل إلى درجة استحداث الطفور فى المادة الوراثية نتيجة التأثير على التركيب الكيميائى للدنا الوراثى، والذى يأخذ صورة الاختلال فى عمليات الترابط الكيميائى بين القواعد الآزوتية على طول شريط الدنا الوراثى، مما يغير من تسلسل (ترتيب) القواعد على طول شريط الدنا، مما يؤدى إلى حدوث الطفرات الوراثية، وتغير نظام التعبير الوراثى.

من أخطر أنواع الإشعاع التى يتعرض لها النظام البيئى: «الإشعاع النووى» والذى يتميز بالقدرة التدميرية الفائقة التصور للمنظومة الحياتية، وإحداث العديد من الطفرات الجينية، والتى تنتقل من خلال المورِّثات عبر الأجيال، والذين يمثلون ضحايا الإشعاع النووى.

توجد وسائل عديدة لمقاومة جوانب الاختلال فى النظام البيئى الناتج عن الإشعاع، ومن تلك الوسائل ما يلى:

### * حماية طبقة الأوزون الواقية من الأشعة فوق البنفسجية:

وقد تحدثنا عن ذلك فيما سبق.

### * استخدام وسائل امتصاص إشعاعى للأشعة الخطرة:

توجد بعض المواد لها القدرة على امتصاص الأشعة، وعدم السماح بنفاذها، وتعتبر تلك المواد ذات أهمية كبيرة للوقاية من الأشعة التى يتعرض لها الإنسان بصورة مستمرة، كالأشعة السينية الصادرة عن أجهزة التلفزة وأجهزة الحاسوب «الكمبيوتر» وغيرها، حيث يتم تصميم ماصات الأشعة فى صورة حائل يوضع على شاشة التلفاز أو الحاسوب، مما يمنع نفاذ الأشعة من خلالها، ويحمينا من التأثير المدمر لها.

### ـ عدم التعرض لفترات طويلة للأشعة الخطرة:

تتناسب درجة الخطورة الناشئة عن التعرض لبعض الأشعة مع الفترة الزمنية

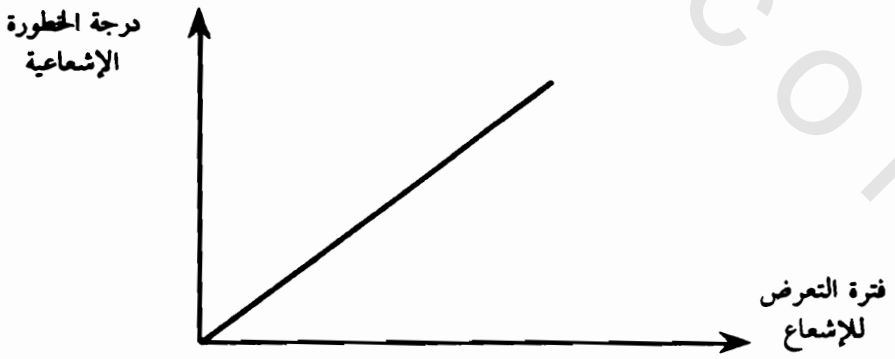
للتعرض لتلك الأشعة.. ويمكن صياغة هذه العلاقة فى الصورة التالية:

**درجة الخطورة الإشعاعية ∝ الفترة الزمنية للتعرض الإشعاعى**

لذلك فإن تقليل الفترة الزمنية للتعرض الإشعاعى، يساعد بدرجة كبيرة على الوقاية من أخطار الإشعاع.

لقد قيست درجة الخطورة الإشعاعية على بعض حيوانات التجارب «الفئران» عن طريق تعريضها للإشعاع لفترات زمنية مختلفة، كما يتضح من الشكل البيانى التالى:

كما يمكن صياغة العلاقة فى صورة خط مستقيم:



## (هـ) مقاومة مسببات الاختلال البيئية الناتجة عن التدخين:

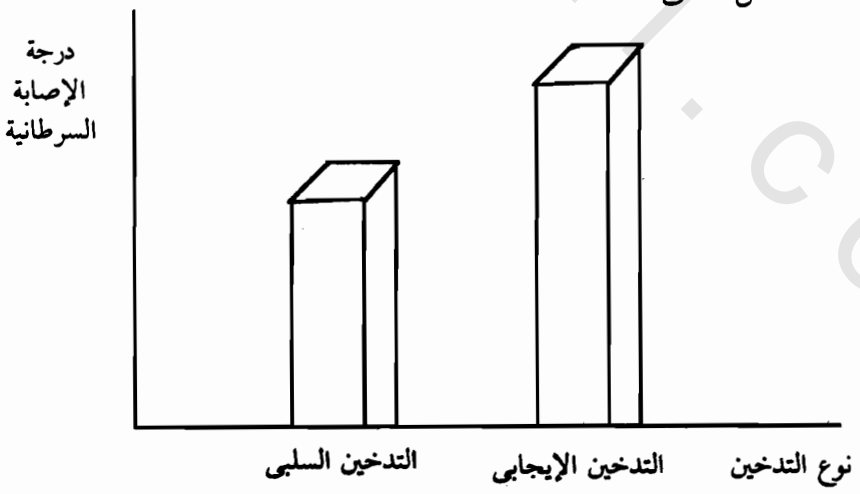
هناك عدة وسائل يمكن اللجوء إليها لتفادى الآثار الناتجة عن التدخين، التى قد تصل لدرجة سرطنة الخلايا، بسبب الإصابة بالعديد من أنواع السرطان، كسرطان الرئة، والمسالك التنفسية، والمثانة، والكلية، والقصبة الهوائية..

ويؤدى التدخين إلى الإصابة بالعديد من الالتهابات المزمنة بالرئة، والقصبة الهوائية، كما يسبب حدوث التجمعات الدموية داخل الأوعية الدموية، مما يؤدى إلى السكتات المخية، والجلطات الدموية، وقد تعرضنا فيما سبق للآثار المترتبة على ذلك.

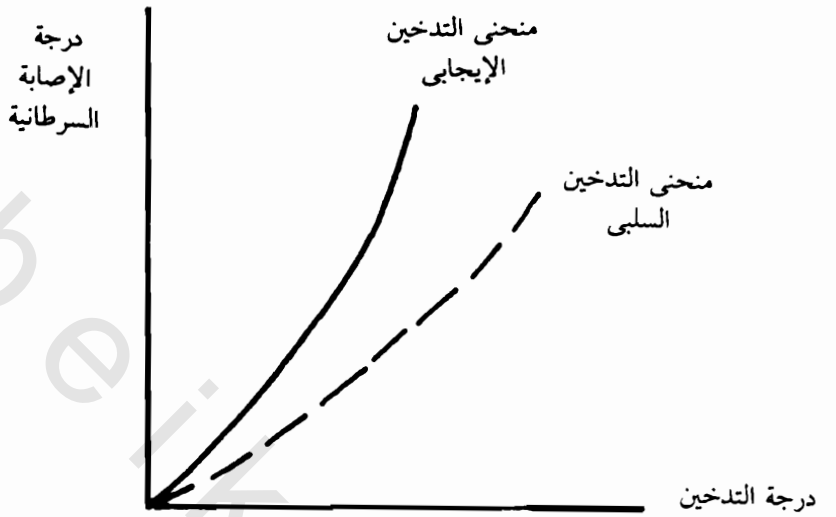
تكمن الوسيلة الأساسية لتفادى حدوث الآثار الناتجة عن التدخين فى الامتناع عن ممارسة التدخين بكل أنواعه.

لا تقتصر وسائل مكافحة التدخين على الامتناع عن التدخين الحقيقى (التناول الفعلى للسجائر وصنوف التدخين الأخرى)، بل يجب أيضًا الامتناع عن التدخين السلبى، والذى يحدث عن طريق التعرض للتدخين عند الجلوس بجوار المدخنين.

تختلف درجة الإصابة السرطانية الناتجة عن التدخين، والتى تصل إلى نسبة (٣٠٪) من التعرض للتدخين الإيجابى، أو التعرض للتدخين السلبى، كما يتضح من خلال الشكل التالى:

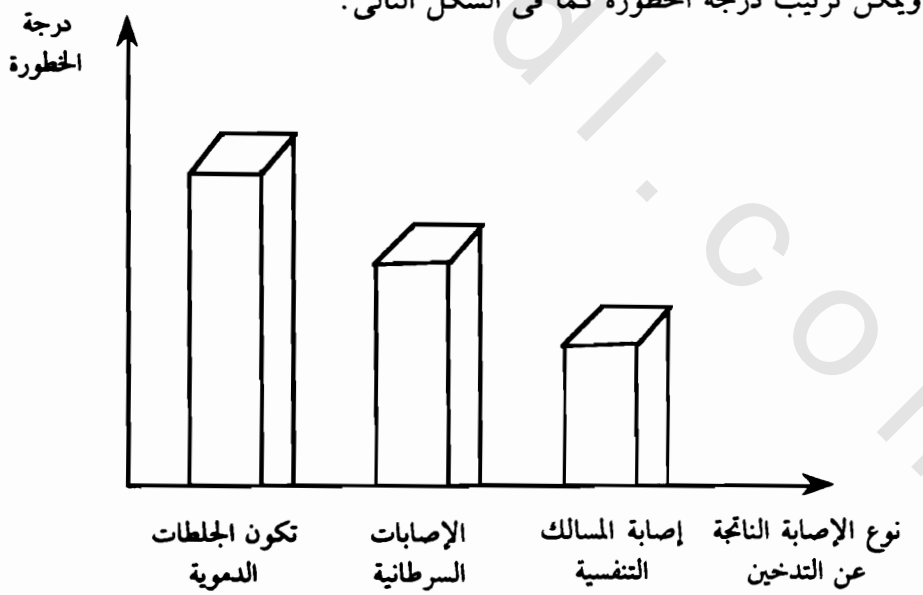


كما يمكن التعبير عن درجة الإصابة من خلال المنحنى البيانى التالى:




يتضح من المنحنى أن درجة الإصابة السرطانية الناتجة عن التدخين الإيجابى تفوق ـ باستمرار ـ درجة الإصابة الناتجة عن التدخين السلبى.

تختلف درجة الخطورة الناتجة عن الإصابات العديدة الناتجة عن التدخين، ويمكن ترتيب درجة الخطورة كما فى الشكل التالى:



## (و) مقاومة المسببات الفيزيقية للاختلال فى النظام البيئى:

تتمثل المسببات الفيزيقية للاختلال فى النظام البيئى فى العديد من الموجات الكهرومغناطيسية المنتشرة فى جو الأرض، والتى تؤثر على سير العمليات الحيوية داخل الكائن الحى، كما تؤثر الموجات الصوتية عالية الشدة على كفاءة الجهاز السمعى، وعلى انتظام التكوين الجنينى فى مراحله المختلفة، وغير ذلك العديد من المسببات الفيزيقية.

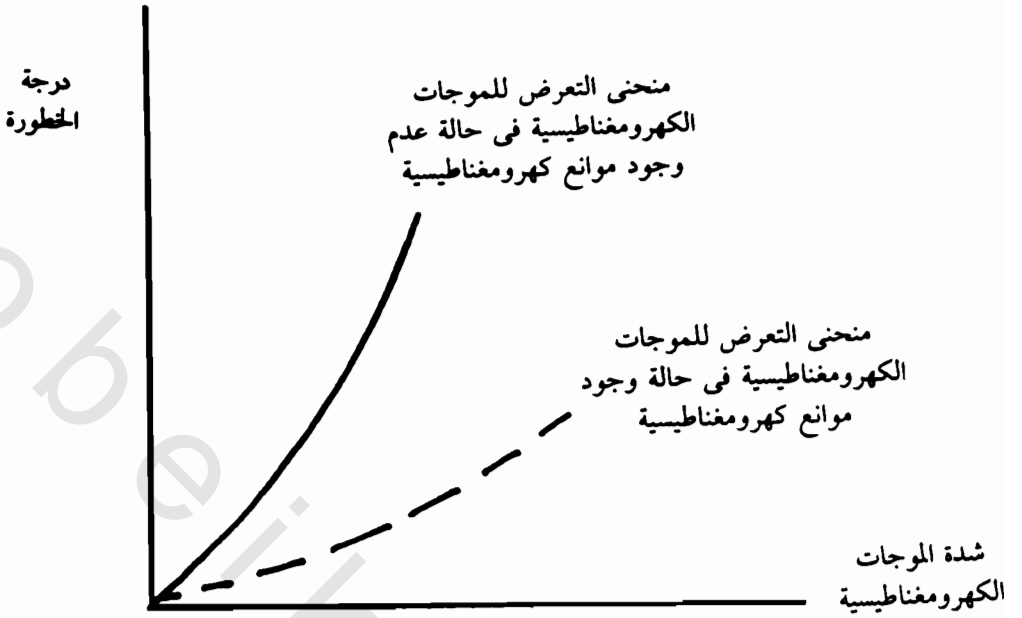
توجد وسائل عديدة لمقاومة حدوث الاختلال فى النظام البيئى الناتج عن المسببات الفيزيقية، والتى نجملها فيما يلى:

### ـ استخدام الموانع الكهرومغناطيسية:

يمكن ـ عن طريق تغليف الأجهزة التى يصدر عنها «موجات كهرومغناطيسية» بأغلفة من مواد مانعة لنفاذ الموجات الكهرومغناطيسية ـ منع وصول الموجات الكهرومغناطيسية إلى الجسم، مما يمنع الآثار المترتبة على وصولها.

لقد أثبتت الدراسات التى أجريت لمعرفة تأثير الموجات الكهرومغناطيسية على بعض حيوانات التجارب عند استخدام الموانع الكهرومغناطيسية، وعند عدم استخدامها، وقد أدت هذه التجارب إلى إثبات كفاءة الموانع الكهرومغناطيسية فى تقليل الآثار السلبية للموجات الكهرومغناطيسية على الخلايا والأنسجة.

يمكن إيضاح الفارق بين التأثير الكهرومغناطيسى على الخلايا فى حالة عدم استخدام موانع كهرومغناطيسية، وفى حالة استخدام الموجات الكهرومغناطيسية من خلال استخدام تقنيات خاصة، ويتم ترجمة هذه القياسات فى صورة منحنيات موجية توضح العلاقة بين الحالتين، ودرجة الخطورة الناتجة فى الحالتين كما فى المنحنى التالى:




## ـ دراسة إنتاج أجهزة لا يصدر عنها موجات كهرومغناطيسية:

يصدر عن معظم الأجهزة المستخدمة فى الاتصالات ـ كالتليفون المنزلى، والتليفون المحمول، والفونفوزيون، والتلفاز... إلخ ـ العديد من الموجات الكهرومغناطيسية، مما يشكل خطورة كبيرة على الصحة العامة.

لذلك يدرس العلماء إمكانية إنتاج أجهزة خالية من الموجات الكهرومغناطيسية، مما سيمنع الآثار السلبية الناتجة عن هذه الموجات، وما زالت الدراسات العلمية والتقنوية تجرى لاختيار الوسائل المختلفة لإنتاج مثل هذه الأجهزة، رغم أن ذلك سيستغرق وقتًا طويلاً وجهدًا كبيرًا، إلا أن الأمل فى غد خالٍ من التأثير السلبى المدمر للموجات الكهرومغناطيسية هو الذى يمثل الحافز للعلماء للاستمرار فى التجارب البحثية.. رغم تكاليفها العالية.

## ـ إصدار التشريعات التى تحدّ من التلوث الضوضائى:

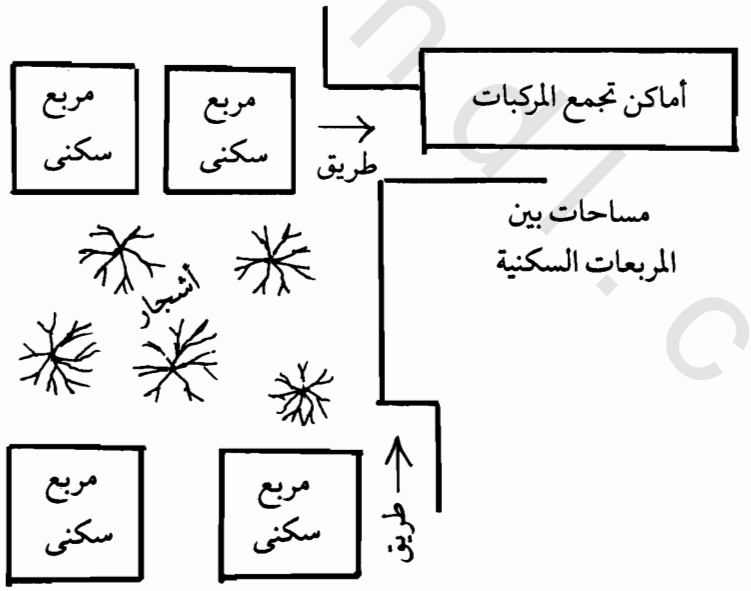
توجد أماكن عديدة تسبب مستوى ضوضائيًا عاليًا مما يؤثر على القدرة السمعية للإنسان، وغيره من الكائنات الحية، ولذلك لابد من وجود تشريعات حازمة لمنع التلوث الضوضائى؛ حتى لا يؤثر ذلك على الكفاءة الحيوية للكائنات الحية.

لابد أن تتسم التشريعات بالإلزامية، والعقوبة الشديدة للمخالفين لهذه التشريعات، رغم أن الالتزام بهذه التشريعات يختلف من مواطن لآخر، ويختلف عند المواطنين فى الدول النامية عن المواطنين فى الدول المتقدمة، ويتوقف ذلك على ثقافة المواطن، ومدى إحساسه بالمسئولية الوطنية.

## ـ التخطيط السليم للمدن الجديدة:

يراعى فى تخطيط المدن الجديدة أن تكون أماكن تجمعات المركبات بعيدة عن المناطق السكنية، مما يقلل من التأثيرات الضوضائية على الأجهزة السمعية للكائنات الحية.

وتشترط النماذج التصميمية ذات الأبعاد البيئية للمدن الجديدة ضرورة ترك مسافات محددة حول المربعات السكنية تكون متخلَّلة بالأشجار ومكسوَّة بالغطاء الأخضر، والذى يساعد على امتصاص الملوثات بمختلف أنواعها، وبخاصة الموجات الصوتية ذات الشدة العالية، ويمكننا إبراز ذلك فى النموذج التالى:




موقع سكنى نموذجى

يساهم التخطيط الحديث فى تقليل معدل التلوث الضوضائى، وتأثيراته المختلفة على الأنسجة الحية، مما يحتم على الدول النامية الاتجاه إليه، ويعتبر ذلك ضرورة ملحة للخلاص من التلوث الضوضائى الذى أصبح يمثل عبئًا ثقيلاً على المنظومة الحيوية الموجودة فى النظام البيئى.

## (ز) مقاومة مسببات الاختلال البيئى فى التربة:

تتعرض التربة للعديد من جوانب الاختلال فى نظامها البيئى مما يعرِّضها للبوار، ويؤثر ذلك على المردود الاقتصادى للأرض.

توجد صور عديدة للاختلال البيئى فى التربة، وتعتمد تلك الصور على نوع التغير فى التركيب الطبيعى والكيميائى للتربة، ونوع الحبيبات التى تتكون منها التربة، وقوام التربة... إلخ.

من صور الاختلال فى النظام البيئى للتربة: التصحر، وزيادة نسبة الملوحة فى الأرض، وزيادة نسبة القلوية، وتعرض الأرض للجفاف..

ويمكن مقاومة ذلك عن طريق:

### ١ ـ مقاومة القطع الجائر للأشجار:

يكثر هذا النوع من الجور على النباتات فى الدولة النامية، حيث يحدث قطع جائر على أخشاب الأشجار ونقلها وتصديرها بعد ذلك إلى الدول المتقدمة لاستخدامها فى صناعة السفن والأثاث وسائر الصناعات الخشبية، ثم تصدَّر هذه المصنوعات إلى الدول النامية بأسعار مضاعفة قياسًا إلى أسعار المواد الخام التى صنعت منها.

اتجهت الدول النامية مؤخرًا إلى الحفاظ على ثروتها الخشبية لحين استخدامها بنظام معين ومقنن، بدلاً من إهدارها.

ولتحقيق ذلك ألزمت العديد من الدول المواطنين والشركات العاملة فى تصدير وقطع الأخشاب، بالعديد من التشريعات التى تحد من القطع الجائر للأخشاب، من

أجل الحفاظ على المخزون القومى من الأشجار العملاقة، والتى تؤدى إزالتها إلى تعريض التربة للتعرية، مما يعرض الأرض للتصحر.

## ٢ ـ مقاومة مسببات التصحر:

تنشأ مشكلة التصحر لوجود أسباب عديدة تؤدى إلى تصحر الأرض، وخلوها من النبات، ومن أخطر هذه الأسباب الرعى الجائر.

يكثر الرعى الجائر فى مناطق الرعى من الكرة الأرضية حيث يقوم به الرعاة المتنقلون والذين لا يؤمنون بوجود خطة لعملية الرعى للمحافظة على الكساء الأخضر من الانقراض.

لابد من وجود تشريعات حازمة للحد من الرعى الجائر، وبخاصة فى الدول النامية، حيث يكثر هذا النوع من الرعى.

لقد نجحت بعض الدول النامية فى إلزام الرعاة بنظام مقنن للرعى يضمن بقاء الكساء الأخضر وعدم تعرضه للانقراض، وذلك من خلال فرض عقوبات شديدة على الرعاة المخالفين لهذه التشريعات.

## ٣ ـ مقاومة مسببات الجفاف:

تتعرض الطبقة السطحية من التربة (والتى تمثل الوسط الذى يعيش فيه النبات ويستمد منه حاجته من الغذاء والماء) أحيانًا إلى الخلل فى المحتوى المائى لها، والذى يلزم وجوده لتنمو النباتات بمعدل جيد.

يؤدى انخفاض المحتوى المائى للطبقة السطحية من التربة إلى تعريض النباتات النامية فى تلك الطبقة إلى الجفاف، حيث تقل كمية الماء الضرورية لاستمرار العمليات الحيوية داخل النبات من إنبات ونمو وإزهار وإثمار ونضج.

يكون النبات المتعرض للجفاف قصيرًا قزمًا قليل التفرع ضعيف الإزهار والإثمار، كما يتسم بعدم جودة الثمار المتكونة، وتصلُّب قشرتها، وزيادة تركيز المحتوى الكربوهيدراتى فى النباتات السكرية.

تتعرض الطبقة السطحية من التربة للجفاف لأسباب عديدة، منها تعرض المحتوى المائى داخل التربة لقوة شد أكبر بكثير من قوة شد النبات للماء، مما يعرض النباتات للجفاف رغم وجود الماء فى التربة، ويُعرف ذلك« بالذبول الدائم»، والذى نعنى به تعرض النباتات للذبول نتيجة لنقص المحتوى المائى فى التربة، أو تعرُّض المحتوى المائى لقوة شد من حبيبات التربة تفوق قوة شده هو للمحتوى المائى.

يوجد نوع آخر من الذبول يتعرض له النبات يُعرف «بالذبول المؤقت»، والذى ترجع أسبابه إلى التأثير البيئى، حيث يؤدى تعرض النبات إلى بعض المؤثرات البيئية كارتفاع الضغط الأسموزى فى التربة عن الضغط الأسموزى داخل النبات ـ إلى عدم تمكن النبات من امتصاص الماء من التربة رغم توافره بها.

قد يتعرض النبات للجفاف نتيجة وجود طبقات صماء تمنع نفاذ الماء من أماكن التجمعات المائية لينتشر فى مختلف المستويات الحبيبية للتربة، كما تمنع وصوله إلى مستوى انتشار الشعيرات الجذرية مما يعرض النباتات للجفاف.

تعتمد مقاومة مسببات الجفاف ـ والذى يمثل أحد جوانب الاختلال فى النظام البيئى ـ على دراسة الأرض دراسة مكثفة ومستفيضة، وتشمل تلك الدراسة: دراسة كيميائية الأرض وقياس نسبة الملوحة بها، والضغوط الأسموزية، ومقارنتها بقيم الضغوط الأسموزية داخل النبات، ودراسة جيولوجية الأرض ومعرفة تكوينها الصخرى والمعدنى، ودراسة وجود طبقات صماء من عدمه، ودراسة التكوين الكيميائى والفيزيائى للطبقة الصماء فى حالة وجودها.

يراعى فى الدراسة الشاملة للأرض دراسة الجوانب الفيزيائية، والتى تشمل نظام توزيع القوى، وبخاصة قوى الشد للسائل المائى داخل التربة، ومقارنة قيم الشد تلك بقيم الشد للمحتوى المائى داخل النباتات، ودراسة قوام التربة، والذى نعنى به التوزيع الحجمى لحبيبات التربة طبقًا لأقطار تلك الحبيبات، وكيفية تجمع تلك الحبيبات، ودراسة القوى التى تؤدى إلى هذا التجمع.

تفيد تلك الدراسة فى تحديد المسببات المؤدية لحدوث الجفاف، ومن ثم يسهل اختيار وسيلة المقاومة المناسبة.. ومن هذه الوسائل ما يلى:

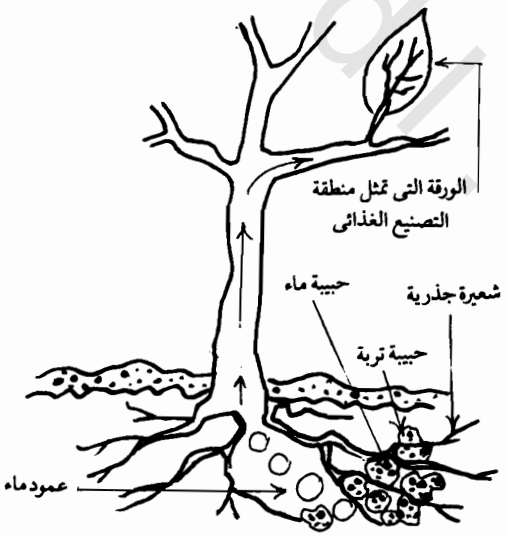
## * اختيار مناطق الزراعة المناسبة:

يراعى فى اختيار المناطق الزراعية أن تكون خالية من مسببات الجفاف السابقة، مما يتيح النمو الجيد للنباتات المزروعة، واكتمال نضجها، ويؤدى ذلك إلى رفع درجة الاستفادة من المحصول.

يراعى فى المكان المناسب للزراعة أن يكون خاليًا من الزيادات الملحية التى تؤدى إلى رفع الضغوط الأسموزية للتربة، وأن يكون خاليًا من الطبقات الصماء أسفل سطح التربة، والتى تمنع وصول الماء لمستوى انتشار الشعيرات الجذرية، وأن يوجد اتزان بين قوى الشد التى يتعرض لها المحتوى المائى أسفل سطح التربة، وقوة شد النبات له، ويمكننا التعبير عن ذلك رياضيًا بالصورة التالية:

$$ش١ > ش٢$$

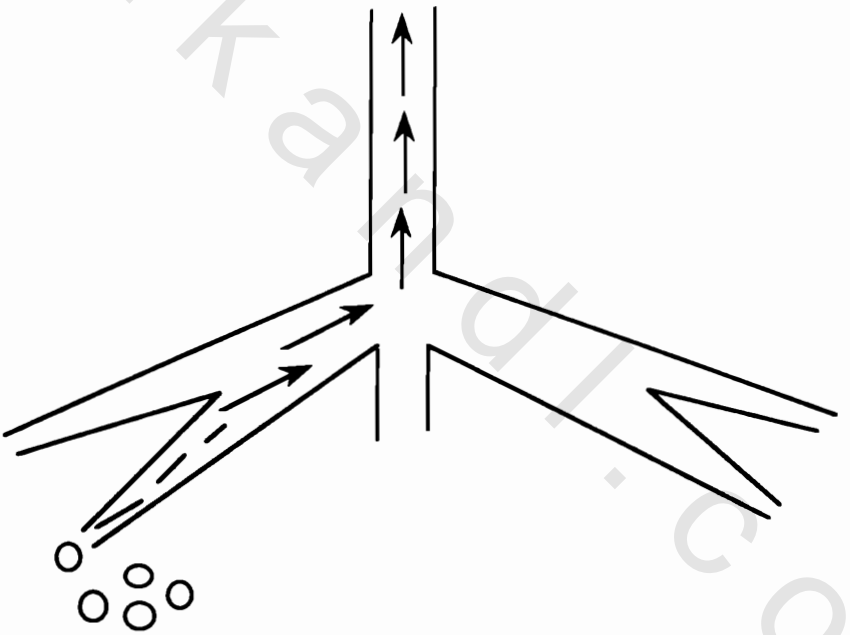
حيث تعنى (ش١) قوة الشد التى يتعرض لها الماء من حبيبات التربة، و(ش٢) قوة الشد التى يتعرض لها الماء من النبات، ويلزم لاستمرار تدفق الماء من التربة إلى النبات أن تكون قوة شد النبات لعمود الماء أكبر من قوة شد حبيبات التربة للماء مما يجعل عمود الماء يسير فى اتجاه واحد من التربة إلى النبات، حيث يصل إلى الورقة لتتم عملية البناء الضوئى وتكوين الغذاء، كما يتضح من الشكل التخطيطى التالى:



## * تكسير الطبقات الصماء:

عند وجود طبقات صماء بالتربة تمنع نفاذ الماء من خلالها، فإن ذلك يؤثر على حيوية النباتات النامية فى المنطقة، ويتم التغلب على ذلك بتكسير تلك الطبقات عن طريق أجهزة تستطيع النفاذ إلى أسفل سطح التربة بمستوى محدد يعادل مستوى انتشار الطبقات الصماء، مما ييسر وصول الماء إلى مستوى الشعيرات الجذرية والتى تمثل مستوى الامتصاص الحيوى للنبات. .

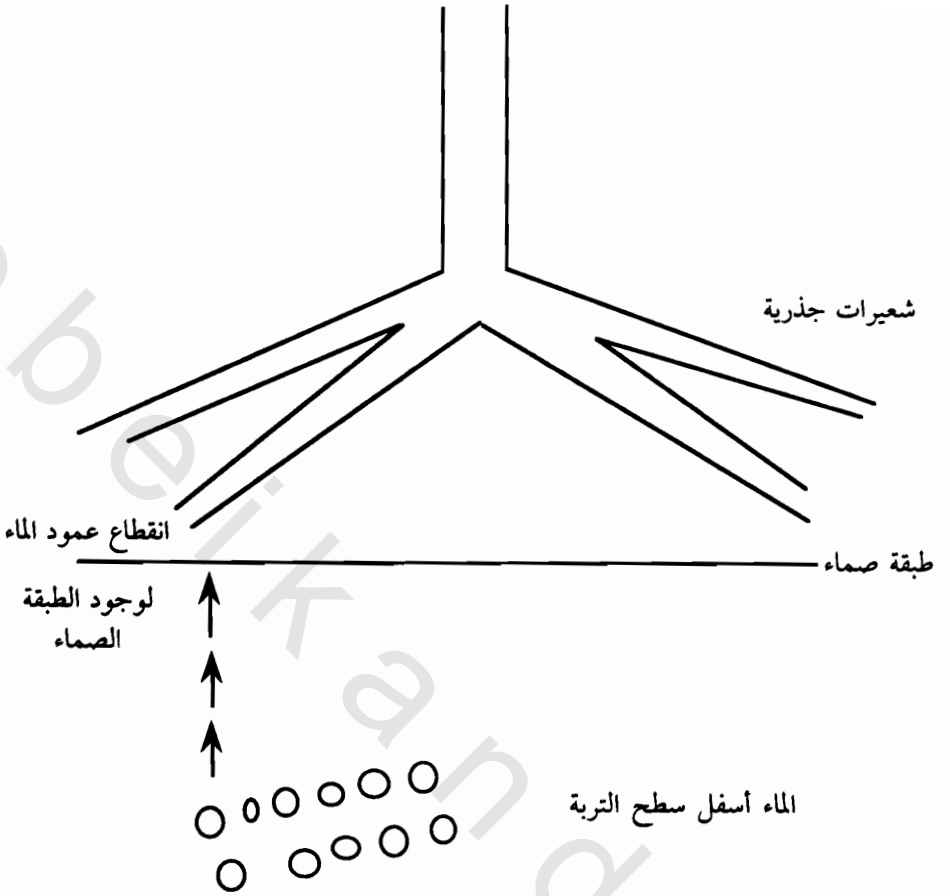
ويتضح ذلك من خلال مقارنة الشكلين التوضيحيين الآتيين:



**امتصاص الماء فى حالة عدم وجود طبقات صماء**



obeikandl.com




**تؤثر الطبقة الصماء على امتصاص الماء**
**من خلال الشعيرات الجذرية**

## * اختيار نباتات مقاومة للجفاف:

للتغلب على مشكلة تعرض النباتات للجفاف؛ يتم إجراء العديد من التجارب لاختيار النباتات المناسبة للبيئة الجافة، وتتميز نباتات الجفاف بقدرتها على تحمل العطش الشديد عن طريق العديد من التحورات التى توجد بها، والتى ترفع من قدرتها على تحمل العطش.



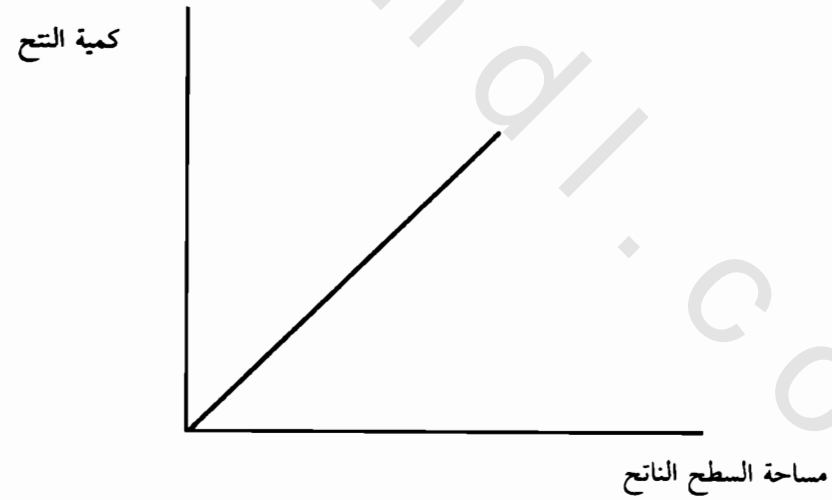
obeikandl.com

من تلك التحورات: وجود الأوراق العصارية التى تختزن بداخلها المياه، ويشابهها فى ذلك تحوُّل بعض أنواع السوق إلى سوق عصيرية كما فى نبات التين الشوكى.

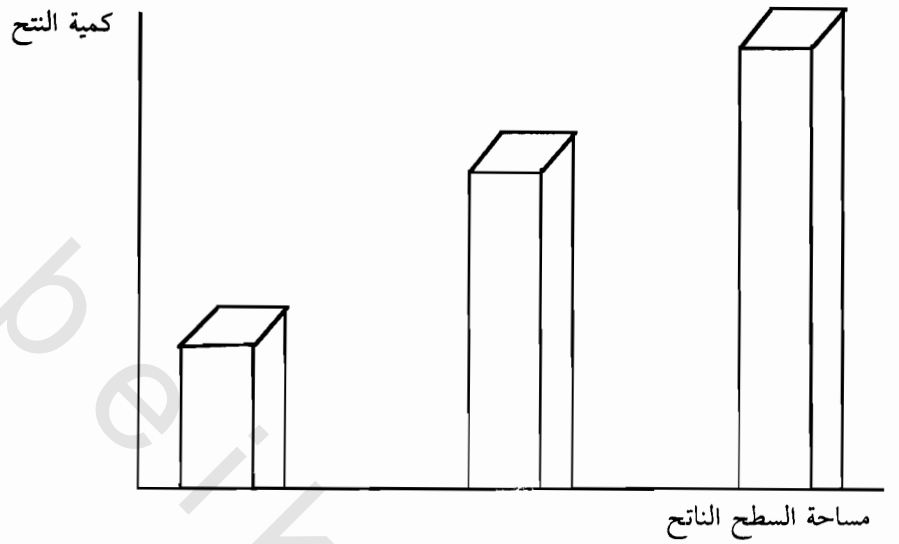
يحدث أحيانًا اختزال فى المجموع الخضرى مع زيادة تعمق الجذور وانتشارها فى الأرض، وتأخذ عملية الاختزال الخضرى تلك صورًا عديدة منها تحول الأوراق العريضة إلى أوراق إبرية، وحدوث تقزم فى الساق، وتقليل التفريع، وذلك بهدف تقليل مساحة سطح النتح الموجودة فى النبات، مما يزيد من قدرة النبات على تحمل الجفاف، حيث تتناسب كمية النتح تناسبًا طرديًا مع مساحة السطح الناتح للنبات، ويمكن صياغة ذلك فى الصورة التالية:

**كمية النتح ∝ مساحة السطح الناتح**

حيث تعنى هذه العلاقة: تناقص كمية النتح بنقص المساحة الناتحة فى النبات، والتى تتمثل أساسًا فى مساحة الورقة، وباقى المجموع الخضرى، ويمكن التعبير عن ذلك بيانيًا كما يلى:




يمكننا ترجمة الشكل البيانى بصورة أكثر وضوحًا فى الشكل التخطيطى التالى:




## ٤ ـ مقاومة مسببات الملوحة والقلوية:

تؤدى الملوحة الزائدة فى الأرض إلى خفض قيمتها الحيوية والاقتصادية، حيث يقل معدل امتصاص الماء بواسطة الشعيرات الجذرية بسبب زيادة الضغط الأسموزى داخل التربة عن الضغط الأسموزى داخل النبات.

تقاس درجات الملوحة للتربة بـ «المللى موز»، وتعتبر الأرض مالحة إذا زادت درجة الملوحة عن «٤ مللى موز».

لا تعتبر زيادة الملوحة المشكلة الوحيدة للأراضى، بل تضاهيها فى ذلك زيادة نسبة القلوية فى الأرض مما يؤثر على نمو النباتات فى التربة.

تقاس نسبة القلوية فى الأرض بنسبة وجود عنصر الصوديوم فى الأرض، وتعتبر الأرض قلوية إذا زادت نسبة الصوديوم فى الأرض عن (١٥٪).

من الأسباب التى تؤدى إلى تملح الأرض: الاعتماد على مصدر مياه ذى ملوحة زائدة، مما يؤثر على طبيعة الأرض، ويحولها إلى أرض ملحية مع تراكم الأملاح فيها.

تتعرض بعض الأراضى أحيانًا لرفع درجة ملوحتها بسبب تعرضها لمياه الصرف الزراعى من أراضٍ ملحية مجاورة، حيث تنتقل الأملاح مع مياه الصَرف، مما يؤدى لرفع نسبة الملوحة بالأرض، وتحويلها إلى أرض ملحية.

قد تؤدى الأمطار ذات الملوحة العالية، والتى تسقط بتركيزات ملحية مناسبة، لكن سقوطها على أراضٍ ملحية، أو سلوكها مجارى مائية مالحة بعد ذلك لتحويلها إلى أراضٍ ملحية، مما يؤدى لرفع نسبة الملوحة بالأراضى التى يتم ريها بهذه المياه بعد ذلك.

تعتبر المجارى المائية من أخطر عوامل النقل الملحى من الأراضى الملحية إلى الأراضى غير الملحية، مما يحولها إلى أراضٍ ملحية، وتكمن خطورة المجارى المائية كعوامل نقل ملحى فى امتدادها الكبير، ومرورها فى مناطق مختلفة فى تركيبها الكيميائى، وفى كونها المصدر الأساسى للرى فى معظم المناطق الزراعية فى العالم.

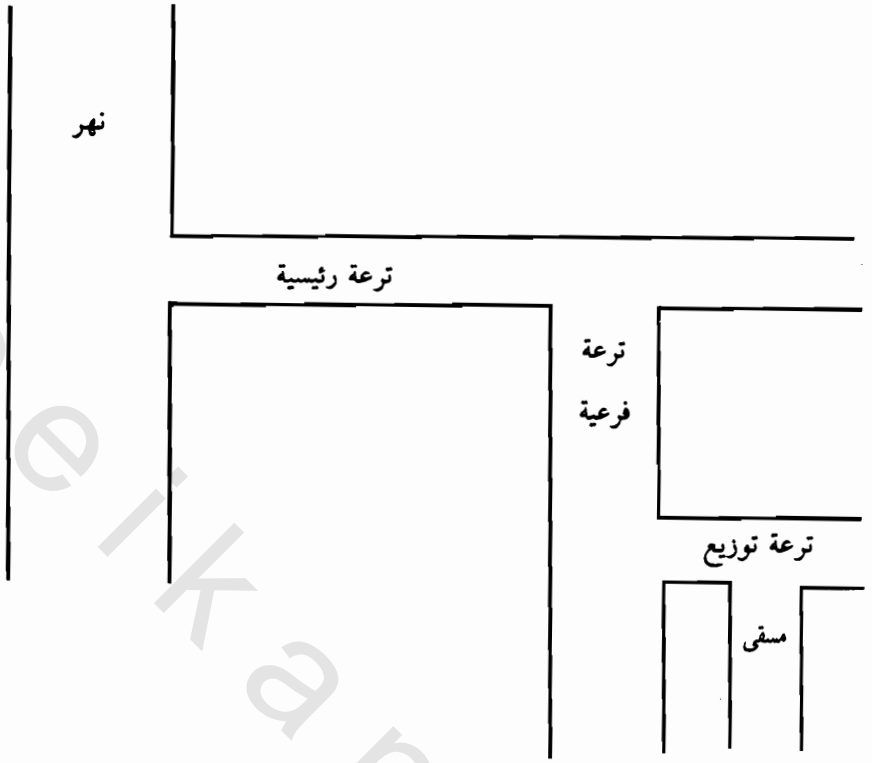
يمكن مقاومة مسببات الملوحة عن طريق وسائل عديدة منها:

*** إقامة مرشحات ملحية فى قنوات الرى:**

تتميز شبكة الرى فى جميع الدول بتكونها من مجموعة من المجارى المائية، التى تنقل المياه، وتتدرج تلك المجارى فى الحجم، والامتداد، ومقدار سعتها المائية.

تبدأ شبكة مياه الرى بالمجرى المائى الرئيسى المتمثل فى الأنهار ثم يتفرع عنه مجارٍ مائية فرعية تُعرف «بالترع الرئيسية»، وتعتبر هذه الترع وسائل نقل وليست وسائل رى، ثم تتفرع الترع الرئيسية إلى «ترع فرعية» لنقل المياه إلى ترع أقل حجمًا وسعة وامتدادًا تُعرف «بترع التوزيع»، والتى تتفرع منها مجارٍ مائية صغيرة تُعرف «بالمساقى»، حيث تعتبر المساقى مجارى مائية للرى.

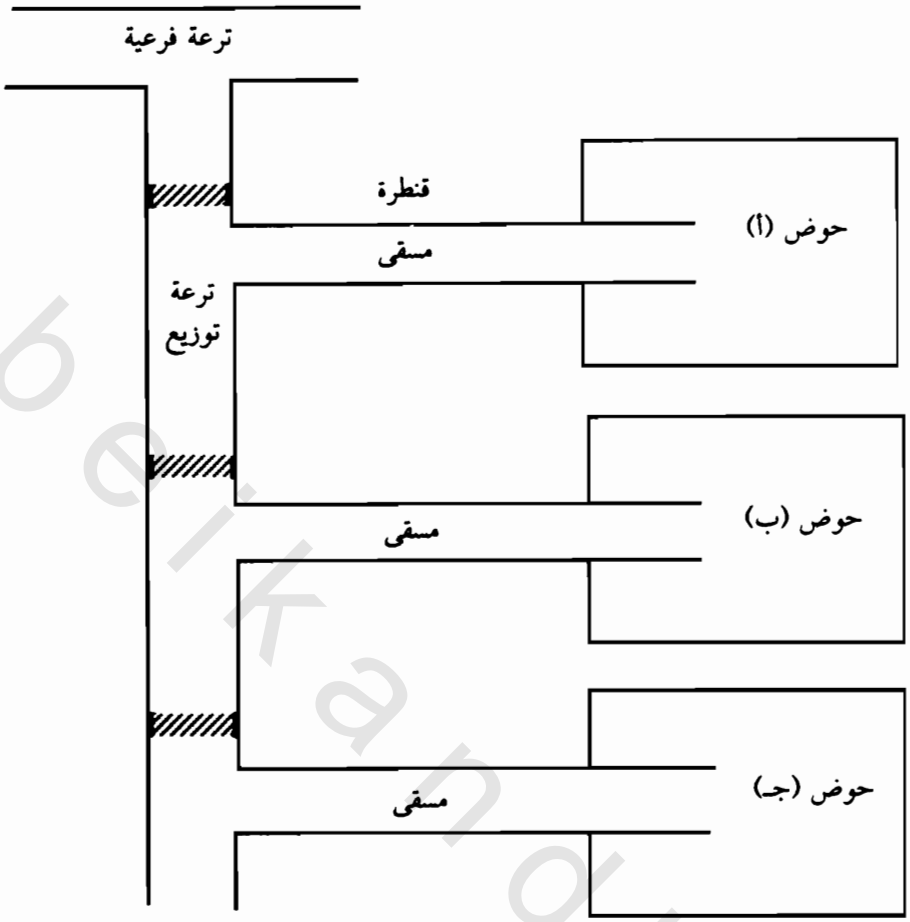
ويمكن إيضاح تصميم شبكة الرى فى الشكل التخطيطى التالى:




**نموذج تصميمى لشبكة الرى**

تقام العديد من «منظِّمات مرور المياه» على خطوط شبكة الرى، وتُعرف تلك المنظمات «بالقناطر»، حيث يتم فتح وغلق القناطر طبقًا لجداول زمنية ثابتة، يتم من خلالها تنظيم عمليات الرى على الأحواض المختلفة، والتى تتميز باتساع مساحتها، حيث يتم رى بعض الأحواض خلال فترة زمنية معينة، يتم بعدها غلق المجرى المائى الذى يغذى تلك الأحواض، والسماح بمرور الماء فى مساقٍ أخرى تغذى أحواضًا أخرى، وهكذا دواليك.

وتتم عمليات التحكم فى مرور الماء فى مساقٍ دون غيرها عن طريق القناطر، كما يتضح من خلال الشكل التالى:

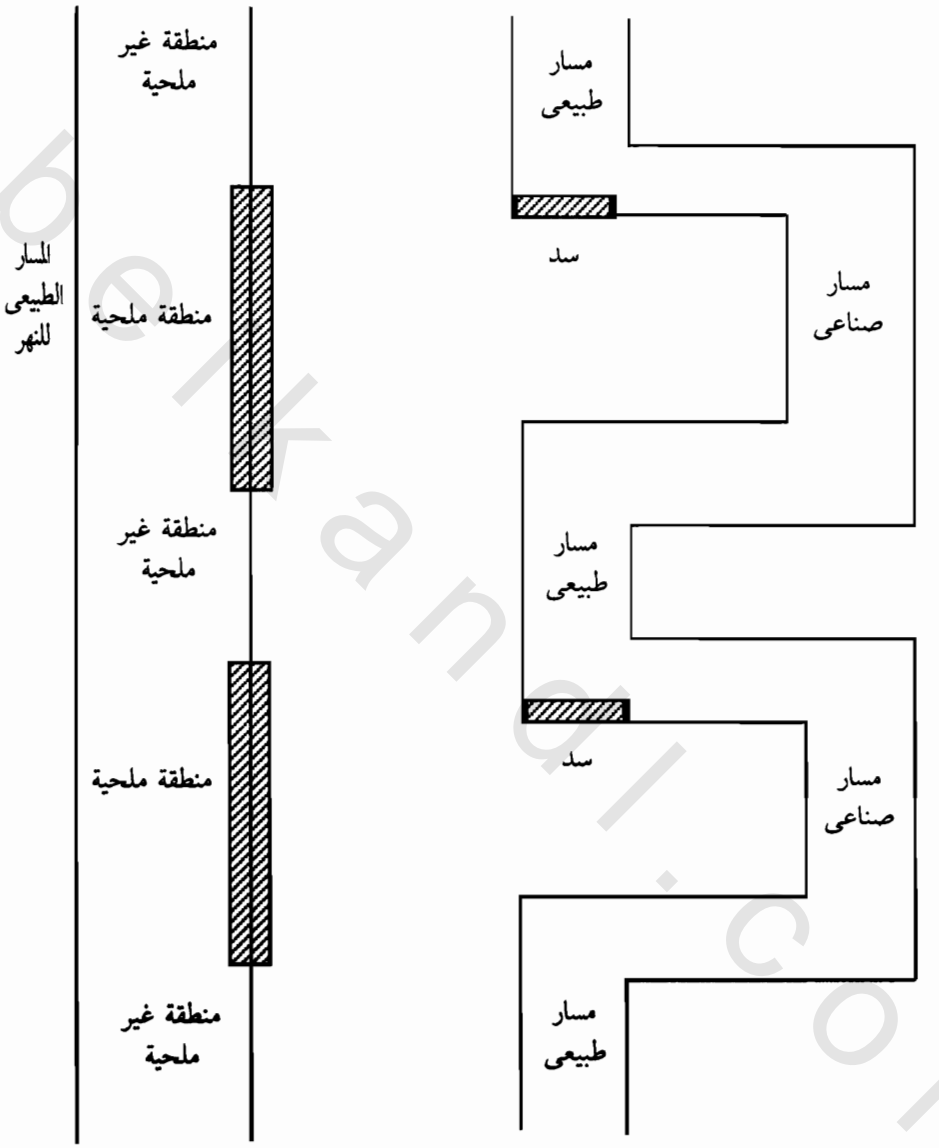



يدرس العلماء إمكانية تركيب مرشحات ملحية لا تسمح بمرور الكميات الزائدة من الأملاح، وتعمل عن طريق أجهزة تحكم حاسوبية «كمبيوتر»، حيث يساعد ذلك فى ضبط كميات المياه التى يتم توزيعها على الأحواض المختلفة.

*** استخدام مسارات مائية صناعية جديدة بدلاً من المسارات الأصلية ذات الطبيعة الملحية:**

لقد أوضحنا من قبل أن المجارى المائية ذات الطبيعة الملحية تعتبر من الأسباب المهمة للتراكم الملحى فى الأراضى، مما يرفع درجة ملوحة التربة، ويؤثر على النباتات النامية فيها.

للتغلب على هذه المشكلة يتم تحويل المسارات الطبيعية للأنهار فى المناطق الملحية، حيث تُستبدل بمسارات صناعية، كما يتضح من الشكل التالى:




**شكل يوضح المسارات الصناعية**

تستخدم المسارات الصناعية بكثرة فى المناطق شديدة الملوحة، حيث تعتبر حلولاً مُثلى للتخلص من مشكلة الملوحة.

لا تقل مشكلة زيادة القلوية فى الأرض عن مشكلة التملح، وتتم مقاومة مشكلة زيادة القلوية بالتخلص من المواد المسببة للزيادات القلوية، والتى نعنى بها: المركبات الكيميائية المحتوية على عنصر الصوديوم ككربونات الصوديوم وبيكربونات الصوديوم.

تتم عمليات المقاومة بترشيح مركبات عنصر الصوديوم من المياه التى تحملها عن طريق استخدام المرشحات الصوديومية، كما ينبغى تحويل مسارات المجارى المائية إذا ثبت مرورها على مناطق مشبعة بكربونات وبيكربونات الصوديوم، وذلك من خلال المسارات الصناعية كتحويلات جيدة للمسار الطبيعى، بما يضمن منع أية زيادات صوديومية فى التربة.

## ٥ ـ زراعة مصدَّات الرياح:

تؤدى الرياح الشديدة إلى تعرية التربة، ولمقاومة ذلك تتم زراعة أشجار ضخمة لتقليل سرعة الرياح الشديدة، وتُعرف هذه الأشجار «بمصدات الرياح»، وتساعد مصدات الرياح فى الوقاية من عوامل التعرية لسطح التربة، والتى تؤدى إلى نقل الطبقة الخصبة والتى تتميز بنشاط حياتى عالٍ للكائنات الحية الدقيقة.

من الأشجار المستخدمة كمصدات للرياح: أشجار الكافور، والكازورينا، وغيرها من الأشجار التى تتميز بما يلى:

* **الطول المفرط.**
* **النمو المتشابك الكثيف.**
* **الضخامة ومتانة التكوين النسيجى.**
* **مدى التحمل الكبير.**
* **طول فترة العمر والبقاء فى الأرض.**

## (ح) مقاومة المسببات البيولوجية للاختلال فى النظام البيئى:

تسبب العديد من الكائنات الحية جوانب اختلال عديدة فى النظام البيئى، وبخاصة فى المنظومة الحياتية، حيث تصيب الميكروبات العديد من الكائنات الحية بالكثير من الأمراض، والتى تدمر البنية الخلوية للكائنات الحية، وقد تعرضنا ـ فيما سبق ـ للعديد من الأمراض التى تسببها الميكروبات، كما تعمل بعض الميكروبات على إفساد الأطعمة والمشروبات، وفى بعض الأحيان تؤدى إلى تسممها.

تشترك «عمليات المقاومة للمسببات البيولوجية للاختلال فى النظام البيئى» فى توفير بيئة نظيفة غير مناسبة للنمو الميكروبى، مما يؤثر على النشاط الحيوى للميكروبات، وتقوية وتنشيط الجهاز المناعى للكائن المصاب؛ مما يعمل على تدعيم قدراته المناعية للتخلص من الميكروبات المسببة للأمراض.

وسوف نكتفى ـ فى كتابنا هذا ـ بالإشارة فقط إلى المسببات البيولوجية للاختلال فى النظام البيئى، وسوف نفرد لذلك كتابًا مستقلاً نظرًا لأهمية وخطورة هذه المسببات البيولوجية.

obeikandl.com