

ادارة الموارد الطبيعية ( النباتيه )

٤٤٦ نبت

## المقدمة

أدت قدرة النباتات على التأقلم مع الظروف البيئية المتباينة إلى العيش في العديد من المواطن غير الملائمة، وتعكس أشكال الكساء الخضري الممثلة في التكوينات الحية الكبيرة (Biomes) تنوع خصائص المواطن التي تتحكم في هذه العملية التطورية. تعتبر النظم البيئية الطبيعية شديدة التغير وتتطور استجابةً للمؤثرات البيئية، ولكن هذه العملية كانت موقوفة في الماضي على الأسباب الطبيعية، بينما الآن يعتبر الإنسان وتقنياته الحديثة مسببات هامة جداً للتغير الجغرافي الحيوي. فقد ازداد العدد الكلي للسكان في العالم من ٣,٦ بليون في عام ١٩٧٠ إلى ٥,٥ بليون في عام ١٩٩٢ ومن المتوقع أن يصل إلى ١١,٦ بليون بحلول عام ٢١٥٠. وعادة ما يكون النمو العددي للسكان مصحوباً بنمو الزراعة الآلية وظهور مجتمعات حضرية - صناعية جديدة. أدت هذه العملية إلى زيادة الطلب على الموارد الطبيعية وأوجدت مشكلة النفايات غير المرغوب فيها. وبالرغم من ذلك، فإن العلاقة بين النمو السكاني وتنمية الموارد وحالة الوسط المحيط تختلف إقليمياً. فالدول النامية معنية أكثر من غيرها بالاستغلال الزائد (الجائر) لمواردها الطبيعية مما يؤدي إلى تحرك تجمعاتها السكانية النامية نحو الأراضي غير المستغلة، وبالتالي ينتج عن هذا نقص الغطاء الغابي والتصحر وأشكال أخرى من تجريد الأراضي.

يعتقد أن ما يقرب من ١٧ مليون هكتار من الغابات قد دمرت في أفريقيا وأمريكا اللاتينية وآسيا في الفترة من ١٩٨١ حتى ١٩٩٠ بمعدل ٠,٩% من المساحة الكلية كل عام. أزيلت الغابات من بعض الأراضي بغرض زراعتها أو للإمداد بخشب الوقود. وفي حين تستغل الغابات باستمرار كمصدر للخشب فإن معدل الإزالة عادة ما يكون أعلى بكثير من معدل التجديد الطبيعي، وغالباً ما يتوقف التجديد الطبيعي بسبب نشاط المزارعين المتدفقين إلى هذه المناطق الجديدة. وبالتالي فإن أقل من ١٠% من الغابات الإستوائية العالمية هي الآن تحت تنمية متواصلة فعلية.

## ١- المصادر الطبيعية ومضامينها البيئية:

تعرف المصادر الطبيعية Natural Resources على أنها المواد ذات الفائدة للإنسان التي يمكن استخلاصها من الطبيعة والتعامل معها كسلعة مهمة في التجارة المحلية والدولية.

ويتضمن هذا التعريف المعادن والصخور والفلات ومصادر الطاقة والتربة والمياه السطحية والجوفية. وفي المفهوم الجيولوجي يستثنى هذا التعريف المصادر الطبيعية الحية مثل الغابات والأسماك والمصادر الحيوانية والقوى البشرية. ومرد ذلك إلى دواعي التمييز بين المتجدد منها وغير المتجدد.

وقد لعبت المصادر المعدنية Mineral Resources خاصة دوراً مهماً في حياة البشر. فعصور تطور الحضارة الإنسانية يشار إليها بالمواد المعدنية التي كانت مستخدمة في تلك العصور مثل العصر الحجري

والعصر البرونزي . كما أن الصناعة العالمية في أيامنا الحالية تعتمد اعتماداً كلياً على المصادر المعدنية . وتسمى المعادن التي لا تمتلكها الدول معادن إستراتيجية لأنه في حالة حدوث نقص بالتزود بها فإن اقتصاد هذه الدول ومجهودها العسكري سيشل إلى درجة كبيرة.

## ٢- المصادر المتجددة وغير المتجددة :

نعني بالمصدر المتجدد Renewable Resource ذلك المصدر الذي يمكن تجده وإثراؤه وإعادة إنتاجه . فالأسماك تبيض في كل عام . والأشجار تقطع وينمو بدلاً منها والتربة تتجوى وينتج بديل لها بطرق فيزيائية وكيميائية وبيولوجية . كما أن المياه الجوفية التي تغور مياهها في الآبار ستتجدد حتماً بماء المطر . إن إعادة تجدد بعض من هذه المصادر قد يستغرق فترات زمنية طويلة . فمثلاً تتم إعادة تغذية الخزانات الجوفية التي نضبت مياهها ، فيمكن أن يتم في عشرات أو مئات السنين . لذا فقد جرى تقييد تعريف المصادر المتجددة على أنها تلك التي تتجدد خلال حياة الإنسان وفي هذا الصدد يمكن أن نميز نوعاً ثالثاً من المصادر الطبيعية غير القابلة للنفاد كطاقة الشمس والموج والرياح ما دامت الشمس تشرق على الأرض . أما المصادر غير المتجددة Nonrenewable Resources فلا تتجدد خلال حياة الإنسان ، أي تلك التي تستغرق تجدها ملايين السنين.

## ٣- استدامة المصادر الطبيعية :

يمكن تصنيف المصادر الطبيعية وبصورة عامة إلى مصادر حية مثل الثروة السمكية ومصادر صلبة مثل خامات المعادن ومعظم المصادر الحية متجدد طالما لم تتخطى معدلات الاستهلاك معدلات التجدد ، بينما معظم المصادر الصلبة غير متجدد .

والسؤال المطروح في هذا الصدد : ماذا نحن فاعلون لو نضبت المصادر الطبيعية؟

يترسخ في أيامنا الحالية في أذهان المسؤولين عن إدارة هذه المصادر ضرورة استدامتها Sustainability وتعني استدامة المصادر استغلالها بشكل حذر ومنظم لتغطي حاجتنا دون إضرار بالأنظمة البيئية الحية أو الإضرار بإمكانية توفرها أيضاً للأجيال القادمة . وهذا يتطلب وضع سياسات لا بد من ترجمتها إلى أفعال بحيث تتضمن توضيح أثر استغلال الإنسان للمصادر الطبيعية واستنزافه لها والإجراءات المناسبة التي يجب اتخاذها للتقليل من هذا الأثر.

## ٤- إستدامة المصادر المتجددة :

يهدف موضوع استدامة المصادر المتجددة إلى تحقيق توازن بين معدلات استغلالها ومعدلات تجدها . فمثلاً يجب ان لا يتخطى معدلات الحصاد المائي للمياه الجوفية ، والتي يصنفها البعض كمصادر متجددة في فترة قصيرة ، يجب ان لا يتخطى معدلات تغذيتها من جديد .

يوجد هناك حد يجب ان لا نتخطاه في استغلال المصادر الطبيعية اذ تحته يصعب تجدد هذه المصادر بصورة تلقائية مما يضطرنا إلى اللجوء إلى طرق صناعية لتجديده. كما ان هنالك عوامل بيئية طبيعية يمكن ان تؤدي إلى عدم استدامة المصادر الحية مثل الكوارث الطبيعية .

٥- إستدامة المصادر غير المتجددة :

يختلف مدار اهتمام ادارات المصادر غير المتجددة عن مدار اهتمام ادارات المصادر المتجددة ، في أن الأولى يتم استنزافها مع زيادة استغلالنا لها . وكما هو معلوم فإن كمية المادة في النظام البيئي المغلق محدودة وبالتالي فإن المصادر الطبيعية الصلبة التي تمتلكها أرضنا حالياً ، هي كل ما لدينا . والى أن يأتي ذلك اليوم الذي نستطيع فيه أن نقوم بتعدين الحديد مثلاً من أحد الكويكبات علينا أن نحافظ على ما نملكه من خامات الحديد عن طريق ترشيد الاستهلاك وإعادة تدوير المواد المصنعة منه ، أي التفكير بواقعية في محدودية مصادر الأرض هذه والإدارات الحكيمة لمثل هذه الموارد لابد وأن تفكر في الاستعاضة عنها بموارد متجددة أو موارد غير قابلة للاستنزاف . كاستبدال الوقود الأحفوري غير المتجدد بالطاقة الشمسية أو الريحية أو طاقة الأمواج أو المد والجزر او الطاقة الحيوية.

مصادر الأرض وحاجات الإنسان :

يجهل الكثيرون مدى اعتمادنا على مصادر الأرض الطبيعية ومصادرها . وعلى الرغم من جهلهم هذا فإن رفع مستوى معيشتنا والإبقاء عليه مرتفعاً يعتمد اعتماداً كلياً على هذه المصادر . فحسب ما اعتدنا عليه في أيامنا الحالية لا يمكن أن تستقيم الحياة بدون سيارات وطائرات وقطارات وجرارات زراعية وآلات لعدد من السكان يصل إلى ستة بلايين نسمة.

فالآلات تنتج لنا الغذاء وتحيك لنا الملابس ونستخدمها في النقل والإتصال . والفلزات والمعادن نستخدمها في بناء الآلات . أما مصادر الطاقة فتلزمنا لتشغيل هذه الآلات . والشئ نفسه يمكن أن يقال عن هذه المصادر والمصادر الطبيعية الأخرى.

وأيضا جلست ، وأيضا اتجهت ، فأنت محاط بالمصادر الطبيعية ، ويوماً بعد يوم يتعمق اعتمادنا على هذه المصادر أكثر من تعمق اعتمادنا على ما تنتجه لنا . ولا نبالغ إذا قلنا أن استمرار حياة حياتنا على الأرض تتوقف أصلاً على مدى توفر هذه المصادر ، كالماء للشرب والهواء للتنفس والتربة لإنتاج الغذاء .

هل شحت الموارد ؟

مهما كان الرقم الفعلي لقدرة الأرض على الإعالة فإنه على ما يبدو أننا لم نصل إلى الحد الأقصى بعد ، فعدد السكان أخذ في الزيادة ، واكتشاف مصادر جديدة وتطوير تقنيات الاستفادة من مصادر الأرض ما يزال مستمراً ، والنتيجة التي يمكن أن نخلص إليها أن مقدرة الأرض على الإعالة كبيرة ولكنها ليست إلى ما لا نهاية.

## ١- وقع التغيير المناخي

أدى التحضر والطلب المتزايد على السلع والخدمات إلى زيادة هائلة في النشاط الصناعي ، وبالتالي طلب متزايد على الموارد المعدنية والطاقة . يعتبر تأثير التعدين والاستخلاص نسبياً تأثيراً موضوعياً ، ولكن الفضلات الناتجة عن الإعداد والتصنيع ذات تأثير كبير على الوسط المحيط . يعتبر التلوث الجوي أكثر هذه التأثيرات الضارة انتشاراً . لكن الدراسات الأكثر حداثة تركز على التأثيرات العالمية للتلوث مثل المطر الحمضي ونقص طبقة الأوزون وظاهرة الدفيئة (ارتفاع درجة الحرارة).

تعتبر أكاسيد الكبريت والنيتروجين العوامل الأساسية لترسيب الأحماض . تسبب هذه الملوثات تدميراً للكساء الخضري وخاصة المخروطيات والأشجار ، كما تسبب أيضاً تدميراً واسعاً للنظم للمياه العذبة . يعود نقص طبقة الأوزون بصفة أساسية إلى التركيزات المتزايدة للكربونات الكلوروفلورية ( Chlorofluorocarbons ) في الجو .

والتأثير الأول لنقص الأوزون هو زيادة كمية الإشعاع فوق البنفسجية التي تخترق الغلاف الجوي للأرض . وقد دلت الدراسات الأولية أن بعض النباتات يمكن أن تتأقلم مع ظروف متزايدة من هذه الأشعة ولكن غالباً ما تؤثر هذه الظروف على تكشف الأولى يؤدي إلى اختزال النمو في النهاية . ولذا فإن تركيب نظام بيئي ما يمكن أن يعكس القابلية التنافسية لأنواع طبقاً لحساسيتها للأشعة فوق البنفسجية.

يرتبط نقص الأوزون أيضاً بظاهرة الارتفاع العالمي لدرجة الحرارة (ظاهرة الدفيئة) بسبب قابلية الكربونات الكلوروفلورية لامتصاص الأشعة تحت الحمراء ومن ثم تعزيز تأثير الصوبة الزجاجية (نسبة لإختزان درجة الحرارة داخل الصوبات الزجاجية المستخدمة في الزراعة) . يزداد تركيز الكربونات الكلوروفلورية في الجو بمعدل ٤% كل عام على الرغم من التغييرات المثيرة في إنتاجها واستخدامها. ومن غازات الصوبة الزجاجية الأساسية التي تتأثر بنشاطات الإنسان غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكاسيد النيتروجين . يزداد غاز ثاني أكسيد الكربون بمعدل ٥,٠% لكل عام ، معظمه ناتج عن احتراق الوقود الحفري وإزالة الغابات . أما الميثان في الجو فيزداد بمعدل ٩,٠% لكل عام . ينتج معظم الميثان الذي يدخل الجو بواسطة البكتيريا اللاهوائية في الأراضي الرطبة الطبيعية .

التأثيرات البيئية المحتملة للتغيير المناخي عديدة ومتباينة ، فمن المتوقع أن يرتفع مستوى البحر بمعدل ٢,٤ م / السنة ، ومن المنتظر أن يزداد الارتفاع من الذوبان المتسارع للثلجات والقمم الثلجية . وبالمثل من المتوقع حدوث معدل متزايد من ذوبان الطبقات تحت السطحية دائمة التجمد . على نطاق عالمي سوف يتحكم المناخ في توزيع الأنواع النباتية والحيوانية ومن المفترض أن تؤثر التغييرات في درجة الحرارة والمطر على توزيع النظم البيئية الكبيرة .

تظهر تنبؤات مشابهة على المستوى العالمي أن غطاء التندرا والصحاري سوف يقل، بينما ستتوسع أراضي الحشائش والغابات استجابة إلى التغيير المناخي المصطحب بانبعاث زائد من غاز ثاني أكسيد الكربون .

وسيكون سبب معظم الزيادة المتوقعة في الغابات على المستوى العالمي هو تحول التندار إلى غابات شمالية . سوف تحدث زيادة أراضي الحشائش جنوب الغابات الشمالية حيث من المتوقع أن ينقص الغطاء الشجري بسبب الظروف الأكثر جفافاً . وبالرغم من ذلك فمن المتوقع أن يتسبب هطول الأمطار في تحول الصحاري إلى أراضي الحشائش أو غابات وذلك في المناطق المعتدلة والمدارية . تختلف درجة التغير طبقاً لنماذج التدوير العام المختلفة . وكما يتضح من جدول (١) فإن التوقعات في الغطاء الغابي هي الأكثر تبايناً مع زيادة الغابات الجافة من ٥-٧١% من المساحة الحالية ، وتغير في الغابات الرطبة من ١٠ إلى ١١% .

جدول (١) التغيرات المتوقعة في مساحة التكوينات الحيوية الكبيرة تحت الظروف المناخية الجافة طبقاً لنماذج

التدوير العام المناخي (١٩٩٢) ( Smith et al.1992 )

التكوين الحيوي	المساحة الحالية ( $\times 1000 \text{ كم}^2$ )	التغيرات المتوقعة طبقاً لنماذج التدوير العام (GSM)				المتوسط
التندرا	٩٣٩	٣٠٢-	٥١٥-	٣١٤-	٥٧٣-	٤٢٦-
الصحاري	٣٦٩٩	٦١٩-	٦٣٠-	٩٦٢-	٩٨٠-	٧٩٨-
أراضي الحشائش	١٩٢٣	٣٨٠	٩٦٩	٦٩٤	٨١٠	٧١٣
الغابات الجافة	١٨١٦	٤	٦٠٨	٤٨٧	١٢٩٦	٥٩٩
الغابات الرطبة	٥١٧٢	٥٦١	٤٠٢-	١٢٠	٥١٩-	٦٠-

## ٢- التنوع الحيوي وانقراض الأنوع

تتكون النظم البيئية الفطرية من مجتمعات من الكائنات المتكاملة ذاتية التنظيم في اتزان مع العوامل الطبيعية والكيمائية للوسط المحيط ، وبناءً على ذلك فإن أي تغيرات في جماعات الأنواع سوف تؤثر على تباين النظام البيئي ككل . وخلال عملية الانتخاب الطبيعي ، تتأقلم الأنواع مع الظروف الموجودة في النظام البيئي بطرق متعددة كما تنظم الأنواع تذبذباتها الطبيعية في أوساطها المحيطة من خلال ميكانيكات الإيزان ، لذا فمن المعتقد أن تتعزز الإنتاجية والكفاءة بالتغذية الإسترجاعية الموجبة ( Positive feedback ) تحت ظروف الثباتية . إلى ذلك من المتوقع أن تزداد ثباتية النظم البيئية مع النضج وتصبح أكثر مرونة مع الإضطراب بسبب الكفاءة العالية في استخدام الموارد والتلطيف الأفضل لتطرفات الوسط المحيط بواسطة الأنواع للبقاء داخل المدى الطبيعي للتغير الذي يحدث داخل الوسط المحيط .

من المعتقد أن التنوع العالي يميز الأوساط ذات الظروف الملائمة والثابتة وهذه العملية ذاتية الزيادة بمعنى أن إضافة أنواع جديدة يستحث نشوء طرز حياة أخرى . ومع ذلك فإن التخصص المفرط والجماعات النوعية الصغيرة تزداد حساسيتها للضغط البيئي ويجب بالضرورة أن يتكيف تركيب وتركيب ووظيفة النظام البيئي

ككل مع هذه التغيرات يميل تنفس المجتمع للزيادة تحت ظروف الضغط مما يؤدي إلى تناقص تراكم الكتلة الحية . وبالمثل يزداد العائد من العناصر الغذائية لكنه يكون أقل كفاءة ، ولذا فإن النظام البيئي يفقد عناصر مغذية أكثر تحت الضغط ومن الناحية النموذجية يصاحب النقص في التنوع نقص في حجم ودورة حياة الأنواع المتبقية ، وتصبح نباتات المواطن المستحدثة ( weeds ) ذات الوحدات التكاثرية سريعة الانتشار أكثر وفرة كما يسود النظام البيئي عدد أقل من الأنواع لكنها أكثر تأقلاً

يزداد التنوع بصفة عامة في المناطق الدافئة الرطبة وينقص بالارتفاع عن سطح البحر والجفاف كما أن بعض الأنواع ذات توزيع متسع ولكن العديد من الأنواع ذات توزيع مقتصر على أماكن معينة ( Endemic species ) ومن المعتقد أن ٥٠,٠٠٠ نوع تقريباً (٢٠% من النباتات الزهرية تقريباً) ذات توزيع مقتصر على ١٨ موقعاً تمثل ٠,٥% من مساحة سطح الأرض . يوجد ١٤ موقع من هذه النقاط الساخنة (مساحات ذات أولية حيوية بسبب فلورتها الفريدة) في الغابات الإستوائية بينما يوجد الباقي في مناطق البحر المتوسط . وعموماً يتم اختيار منطقة ما كمركز للتنوع النباتي بناءً على الأهمية النباتية وليس على درجة تهديد النظام البيئي وعادة ما تحتوي من بين فلورتها الغنية على عدد كبير من الأنواع مقتصرة التوزيع . توجد معظم مراكز التنوع النباتي في المناطق الإستوائية الغنية بالنباتات حيث من الصعب تحديد الأنواع النباتية المهددة بشكل فردي

يعتبر تدمير وتجزؤ المواطن حالياً أكبر مسبب لإنقراض الأنواع . تدل معدلات الإنقراض المقدر على أساس الوفرة النوعية ومعدلات إزالة الغابات على احتمال فقد من ٢ إلى ٨% من الأنواع النباتية في الغابات الإستوائية ما بين عامي ١٩٩٠ و ٢٠١٥ . أما فلورات الجزر فهي ذات حساسية متساوية ومن ثم فإن ٣٠% من الأنواع المهددة بالإنقراض هي نباتات مقتصرة على الجزر هذا وقد دمرت معظم فلورات الجزر أثناء فترة الإستعمار الأوروبي عادة بسبب إدخال الماعز وغيرها من القطعان كما شارك الجلب المتعاقب للنباتات ذات القدرة الإنتشارية والتنافسية العالية في فقد العديد من النباتات المتوطنة (جدول ٢).

وعلى المستوى العالمي فإن ما يقرب من ٢٣,٠٠٠ نوع أو تحت نوع نباتي مهددة بالإنقراض وما يزيد عن ٨٠٠ نوع تعتبر منقرضة خلال الأزمنة التاريخية الماضية . بالرغم من ذلك فإن هذه المعلومات ترتبط جغرافياً بمناطق معينة ومما لا شك فيه أن العديد من النباتات غير المعروفة يمكن أن تضاف إلى هذه الأعداد

جدول (٢) . عدد وحالة الأنواع النباتية مقتصرة التوزيع على بعض الجزر المحيطية

الجزيرة	المكان	منقرض	معرض للانقراض	قابل للانقراض	نادر	الكل
كوبا	البحر الكاريبي	٢٥	٣٢٢	٢٩٤	١٤٢	٣٢٣٣
جاميكا	البحر الكاريبي (جنوب كوبا)	٠	٧٦	١٣٧	١٢٢	٨٢٧
هاواي	المحيط الهادي (شرق المكسيك)	٨٧	١٢١	٢٣	٩٢	٧٣١
الكاناري	المحيط الأطلنطي (شمال غرب أفريقيا)	١	١٢٧	١٢٠	١٢٩	٥٩٣
موريتس	المحيط الهندي (شرق مدغشقر)	٢١	٧٥	٤٥	٥٥	٢٣٦
سوقطرة	البحر العربي	١	٣٣	١٥	٥٢	٢٦٧
جلاباجوس	المحيط الهادي (غرب الإكوادور)	٢	٨	١١	٥٤	١٤٨
جوان فرنانديز	المحيط الهادي (غرب الإكوادور)	٢	٨	١١	٥٤	١٤٨
ريونيون	المحيط الهندي (شرق مدغشقر)	١	١٣	١٤	١٤	١٢٠
ماديرا	المحيط الأطلنطي (شمال غرب أفريقيا)	٠	١٧	٢٩	٣٤	١١٨
ماركياس	المحيط الهادي (بولينزيا الفرنسية)	١	١٨	١٣	٧	١٠٥
قبرص	البحر المتوسط	٠	٧	٩	٢٨	٩٠
اللورد هو	المحيط الهادي (جنوب شرق استراليا)	١	٣	١	٧٢	٨٤
البليار	البحر المتوسط (شرق أسبانيا)	١	٨	١١	٢٣	٧٠
سيشل	المحيط الهندي (شرق كينيا)	٠	١٧	٢٦	٧	٦٣



## ٣- أهمية التنوع الحيوي

على الرغم من أن الأهمية الاقتصادية للنباتات كغذاء ودواء ومواد خام عظيمة إلا أن استيعاب أهمية التنوع النباتي ككل ما زال ضعيفا . ويعتبر ما يقرب من ٣٠٠ نوع نباتي مصادر للغذاء : تم استئناس ٢٠٠ منها ، لكن من ١٥ إلى ٢٠ نوعاً منها تعتبر محاصيل ذات أهمية اقتصادية عظيمة . ( وعادة ما تؤدي عملية تنمية انتشار واسع على حساب الأقارب البرية ( Wild relatives ) التي تعتبر مورداً وراثياً هاماً وهي غالباً شائعة الاختصاص في برامج استنباط سلالات المحاصيل ذات القدرة على مقاومة الآفات والأمراض . وبالتتابع يشارك تحسين الإنتاج وزيادة الاعتماد على الكيماويات الزراعية (المخصبات والمبيدات) في فقد التنوع الوراثي لنباتات الغذاء على مستوى العالم ، مما يمكن أن يؤثر على البرامج المستقبلية لاستنباط السلالات . يمكن تقدير القيمة الاقتصادية للمنتجات الزراعية والخشبية والطبية بدقة لكن من الصعب معرفة القيمة الكلية للموارد النباتية إلا إذا قدرت فوائدها للمجتمع ككل . فعلى سبيل المثال يمكن حساب القيمة الخشبية لنوع شجري لكن قيمته في تجميع الأمطار وتدوير الأكسجين وتنظيم المناخ عادة ما تكون منسية على نطاق واسع . وبالرغم من ذلك أدى الفقد المتواصل للأوساط الطبيعية إلى إدراك متزايد للقيمة غير الاستهلاكية لهذه الموارد المتناقصة . تعتبر السياحة البيئية الطبيعية هي الجاذب الأساسي للعملة الصعبة في بعض البلاد مثل نيبال وكينيا وكوستاريكا ، ومع ذلك فمن المطلوب إدارة حريصة لتقليل تجريد البيئة نتيجة للإسراف في هذه الأنشطة ، ومن ثم إبقاء الطلب عليها . إذ غالباً ما يؤدي حرية الوصول إلى المناطق الطبيعية إلى فقد أنواع نباتية وحيوانية ، لهذا السبب نظمت مصلحة الحدائق الوطنية الكندية عملية إدارة نشاط الزوار عن طريق تقسيم الحدائق الوطنية إلى مساحات من الأرض كل مساحة منها ذات استخدام محدد لحفظ تأثير السياح عند مستويات مقبولة (جدول ٣).

جدول (٣) . تقسيم مناطق استخدام الأرض في الحدائق الوطنية الكندية

( Tolba & El-Kholy 1992 )

المنطقة	الإستعمال
I	حفظ الأنواع : تحتوي هذه المساحات على المواطن النادرة والمهددة بالإنقراض وتكون محمية بشدة مع منع أو تنظيم إقتراب الزوار منها.
II	الفقر : هي المساحة الأفضل تمثيلاً للإقليم الطبيعي للحديقة (٦٠-٩٠% من المساحة الكلية للحديقة) ، وتهدف إلى حفظ الموارد ، مع استخدام خفيف وتسهيلات محدودة فقط.
I	الوسط المحيط الطبيعي : يسمح في هذه المساحة بحرية التنقل بدون السيارات ، وهي تعمل بطريقة نموذجية كم منطقة حاجزة أو انتقالية.
IV	الترفيه : توجد تسهيلات ليلية كبيرة في هذه المساحة مثل المخيمات
v	خدمات الحديقة : تتميز هذه المساحة بمشاهد أرضية شديدة التحور ، وعادة ما تمثل ١% من المساحة الكلية للحديقة

## ٤- حفظ الموارد الطبيعية

تُعرّف عملية حفظ الموارد الطبيعية وصون الحياة الفطرية على مدار عشرات السنين القليلة الماضية على أنها شكل من أشكال استخدام الأرض يتنافس مع الزراعة وتنمية الغابات والترفيه والتنمية الحضرية والبنية التحتية المصاحبة لها على المدد القليل من الأراضي الصالحة لذلك . وقد تأكد هذا عن طريق إنشاء العديد من الهيئات الشعبية المعنية بالحصول على الأرض وإدارتها بغرض صون ما تحويه من حياة فطرية والسعي إلى دمج هذا النشاط ضمن برامج التخطيط المحلية والقومية . وعادة ما يحتكم التأييد المبكر للاهتمام بصون الحياة الفطرية إلى قيم مثالية مثل الجمال والإنسانية والتي تعتبر المرتكزات الأساسية لأخلاقيات الصون . ومع ذلك فإن برامج التخطيط لصون الحياة الفطرية تستجيب في كثير من الأحيان إلى مجموعات الضغط المختلفة وإلى الاعتبارات السياسية أكثر من الإستجابة للمثاليات العلمية والثقافية . ومن ثم فطن علماء صون الطبيعة إلى ضرورة تحديد الأولويات بطريقة تقديرية قياسية وذلك لتحقيق التوافق مع الإستخدامات المتنافسة للأرض .

يمكن تقسيم المبررات الداعية للإهتمام بصون الحياة الفطرية إلى قسمين من المبررات . الأول يفترض وجود فوائد فعلية أو مدخرة يمكن الحصول عليها من خلال عملية الصون مثل : أهمية التنوع الوراثي في تنمية مصادر الغذاء ، نقص التنوع الوراثي يؤدي مع الزمن إلى اختزال التعدد الشكلي ( Polymorphism ) والذي يمكن أن يؤدي إلى الإختزال المتواصل لقدرة الأنواع على التأقلم مع الوسط ، والمنافع الإقتصادية المختلفة وخاصة في الصناعات التقليدية . أما المبرر الثاني فهو مبني على الجزم بأن الأنواع لها حق الوجود مثل الإنسان تماماً ، حيث أنها تباشر هذا الحق منذ زمن طويل ووجودها ذو فائدة غير محدودة ولكنها واقعية .

أدخلت خطة حفظ الموارد الطبيعية في التنظيم القانوني للحكومات القائمة . وبالرغم من اختلاف السياسات من بلد إلى آخر . فقد شرعت القوانين لحماية الأنواع النباتية من خلال تقييد عمليتي الجمع والتجارة وحظر تدمير مواطنها والتحكم في جلب الأنواع الدخيلة ، كما توجد تشريعات مماثلة لحفظ الأنواع الحيوانية الفطرية .

استكملت هذه السياسة بتأسيس المناطق المحمية والتي كان الغرض الأساسي منها حفظ المشاهد الجمالية وإتاحة مناطق ترفيه .

## المحميات الطبيعية Nature Reserve

تعرف المحميات الطبيعية بأنها مناطق محددة الأبعاد الجغرافية تفرض عليها الحماية بموجب قوانين خاصة بهدف حماية محتواها من حيوانات وطيور ونباتات وكافة أشكال الحياة فيها وذلك من تعديات الإنسان أو التغيرات البيئية الضارة .

وقد زاد عدد المناطق المحمية على المستوى العالمي زيادة كبيرة من نحو ١٤١٧ منطقة في عام ١٩٧٠ إلى ما يقرب من ١٠٠٠٠ منطقة حالياً وتغطي هذه المحميات ما يقرب من ٦% من مساحة الأرض .

أما المحميات الطبيعية النباتية ( Plant Natural Reserves ) فهي نفس المحميات الطبيعية العامة ولكنها متخصصة في حماية الأنواع والأصناف النباتية من أشجار ونباتات باختلاف أنواعها وأحجامها .

لكن في السنوات الأخيرة شملت هذه النظرية المواطن ذات الأنواع المهددة بالإنقراض والنظم البيئية ذات التنوع العالي وقد حدد الاتحاد الدولي لصون الطبيعة عشرة مراتب للمحميات الطبيعية كل واحدة منها لها أهداف إنمائية مختلفة كما يتضح من العرض التالي:

- ١- **المحمية ذات الطابع المحض ( Strict Nature Reserve )** . هي مساحة من الأرض ذات أغراض علمية محضة غايتها المحافظة على النظم البيئية ومكوناتها من مجتمعات وأنواع وضمن استمرار العمليات البيئية دون تدخل من خارج هذه الأنظمة البيئية (وذلك من بين أغراض أخرى قد تحدد مسبقاً) والحصول على قراءات وتسجيلات علمية مستمرة لهذه العمليات .  
وتكون هذه المحميات في العادة مغلقة بالنسبة للجمهور العادي أو للسائحين ، وتتم إدارتها بالاتفاق مع الجهات التي تقوم على تسجيل الأرصاد البيئية المطلوبة.
- ٢- **الحديقة الوطنية الطبيعية ( National Park )** . وهي أكثر أنواع المحميات شيوعاً في الولايات المتحدة وفي بعض الدول الأفريقية وتضم في العادة مساحات أرضية كبيرة أو مناطق مائية تحوي نماذج متنوعة من المواطن الطبيعية والمناظر ذات القيمة الجمالية بالإضافة إلى مجتمعات نباتية وحيوانية وتكوينات جيولوجية متباينة . تخدم هذه الحدائق عدة أغراض علمية وتعليمية وسياحية وترفيهية . يمكن التدخل من قبل الإدارة تدخلاً هيناً أو عميقاً بصفة مستمرة إن لزم الأمر لتحقيق التوازن والتنوع واستمرار الحياة الطبيعية بمستواها العادي أو ما يقرب منه ، ويسمح فيها بالزيادة التي تتم تحت المراقبة ، وبالصيد في حدود معينة وبتصاريح خاصة مدفوعة الأجر . وقد تتحدد مناطق وممرات خاصة في الحديقة لكل غرض من أغراضها على حدة . ويمكن أن تشترك دولتان في إدارة المحمية الواحدة إذا كانت تقع على حدودهما المشتركة .
- ٣- **الأثر القومي الطبيعي ( Natural Monument )** . وهو تكوين جيولوجي أو تجمع حيواني أو نباتي ذو أهمية ثقافية أو علمية أو تعليمية معينة ، تقوم الدولة بحمايته خوفاً من التعدي عليه أو تدهوره . ومن الأمثلة على ذلك الشلالات والعيون الكهوف الطبيعية والتلال والوديان والوحدات ومناطق معيشة أنواع معينة من الحيوان أو النبات.
- ٤- **محمية المعزل الطبيعي ( Managed Nature Reserve )** . وهي تدار لكي تكفل حماية أنواع معينة من النباتات أو الحيوانات النادرة المهددة بالإنقراض لضمان استمرار بقائها أو لإتاحة الفرصة لهجرات الطيور بصورة ملائمة وذلك بتخصيص بقعة كافية من الأرض أو المياه تعيش وتنشط فيها تلك الأنواع طبيعياً ، مع العمل على حمايتها من التلوث الناجم عن الأنشطة البشرية خارج المحمية . وقد يسمح في أضيق الحدود ببعض الاستخدام الاقتصادي ، إذا لم يكن في هذا ما يهدد الأغراض الأساسية للمحمية . وهذه المحميات صغيرة الحجم ولا تستلزم إدارتها تكاليف كبيرة.
- ٥- **محمية المشاهد الأرضية ( Protected Landscape )** . وهي تلك التي تضم مناظر طبيعية ذات أهمية ثقافية أو فنية خاصة ، مثل نماذج من الأراضي أو المياه وما تضمه من أحياء وتراكيب جيولوجية جذيرة

بالحفظ . وقد تكون تلك المناظر ناتجة عن توالي استخدام الإنسان للأراضي بأسلوب معين على مدى أزمنة طويلة ، أو أن الإنسان احتفظ بهذه الأراضي على أوضاعها الطبيعية كي تستخدم مكاناً للنزهة والترفيه خاصة إذا كانت قريبة من تجمع سكاني كبير.

فالغرض الأساسي لهذا النوع من المحميات تروحي وسياسي ولكنها يمكن أن تخدم في نفس الوقت أغراضاً علمية وتعليمية ، فقد تحوي بيئات متباينة تفتح مجالاً للدراسات البيئية وخاصة ما يتعلق بتأثير الإنسان والضغوط الناتجة عن الاستخدامات الترويحية والسياحية الأخرى على البيئة الطبيعية.

**٦- محمية الموارد الطبيعية ( Resources Reserve )** . وهي منطقة تحتوي على موارد طبيعية غير مستغلة أو مكتشفة حديثاً ويمكن استغلالها اقتصادياً ، ولكن لم يصل المسؤولون إلى قرار محدد بهذا الشأن ولذا فإنها تحمي مؤقتاً ، خشية أن تتدهور هذه الموارد حتى تتاح الفرصة لإجراء الدراسات وجمع البيانات التي تعطي المؤشرات للاستغلال الأمثل لتلك الموارد . وعادة ما تكون هذه المناطق بعيدة عن العمران وتضم تراثاً لم يحظ مسبقاً بالدراسات الكافية ، كما قد تكون مواردها الطبيعية غير معروفة بعمق كاف ، مما يستلزم عمل دراسة مستفيضة لتحديد ذلك بعيداً عن الاستخدام غير الرشيد لها.

**٧- محمية الحياة التقليدية ( Anthropological Reserve )** . هي محمية يستخدم السكان المحليون مواردها بطريقة تقليدية دون تغيير جذري في نمط الحياة ودون خطر كبير من تدهور الموارد . ولمثل هذه المحميات أهمية ثقافية وعلمية وسياحية وجمالية في آن واحد ، ومنها يمكن أن نتعلم الكثير عن الأساليب التقليدية لإدارة الموارد دون تدميرها ، ويمكن أيضاً تشجيع الصناعات اليدوية بها وبيعها للسياح.

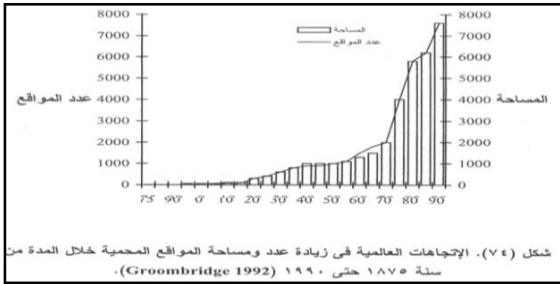
**٨- محمية الموارد متعددة الأغراض ( Multiple-Use Management Reserve )** . تهدف هذه المحمية إلى حماية الثروات الطبيعية المتواجدة مع ثروات أخرى جوهرية يستخدمها الإنسان كثروة قومية أساسية لأغراض التنمية الاقتصادية والاجتماعية . ويؤدي الاستخدام الأمثل متعدد الأغراض إلى حماية تلك الموارد الجوهرية التي يخشى إهدارها أو تبديدها ويساعد على تنميتها واستغلالها بأسلوب مستمر بدلاً من أن تتبدد نتيجة طغيان الاستخدامات الأكثر ربحية . ومثال ذلك التحكم في موارد المياه والحياة البرية والمراعي الطبيعية والموارد الشجرية والمساحات الواسعة الصالحة للأغراض الرياضية والترفيهية مع إعطاء الفرصة كاملة لإستمرار إنتاجية تلك الموارد والخدمات التي تقدم للمجتمع من خلالها . ويتطلب هذا الأمر التعرف على نوعيات المواطن الموجودة في هذه الأماكن وتقسيمها إلى مناطق طبقاً لأسلوب الاستخدام الأمثل لها ، مما يتيح إضفاء الحماية الأكثر للموارد الموجودة بها وبما يتوافق مع الاحتياجات القومية والإقليمية.

**٩- محمية المحيط الحيوي ( Biosphere Reserve )** . اقترح برنامج الإنسان والمحيط الحيوي التابع لمنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة ( ماب - اليونسكو ) هذا النوع المستحدث من المحميات عام ١٩٧١ . وتهدف هذه المحمية إلى المحافظة على عناصر المجتمعات الأحيائية من نبات وحيوان وتراكيب جيولوجية في إطار النظام البيئي الطبيعي ، مع الإهتمام كذلك بالمحافظة على التنوع البيئي والوراثي المتميز

دون المساس بالإستخدامات التقليدية للأراضي ( رعي ، زراعة خفيفة ، احتطاب) وهي بذلك تجمع بين أغراض المحمية الطبيعية ذات الطابع العلمي المحض ومحمية المعزل الطبيعي لصون الأنواع ولتحقيق ذلك فإنها عادة ما تنقسم إلى ثلاث مناطق هي منطقة القلب ، المنطقة الحاجزة والمنطقة الانتقالية . تقدم هذه المحميات فرصاً أكبر للبحوث والدراسات البيئية الأساسية (الرصد البيئي طويل الأمد) ، لمعرفة التغيرات الطبيعية الناتجة عن الأنشطة التقليدية للإنسان القاطن فيها أو حولها. ومن شأن هذه المحميات أيضاً أن تقدم فرصاً للتدريب والتعليم.

١٠- **محمية التراث العالمي (World Heritage Site)** . يتصل هذا النوع من المحميات بتطبيق الاتفاقية الدولية لحماية التراث الثقافي والطبيعي وتمثل هذه المحميات بتطبيق الاتفاقية الدولية لحماية التراث الثقافي والطبيعي وتمثل هذه المحميات مواقع لها أهمية عالمية وليس فقط أهمية إقليمية أو قومية ، كتراث دولي طبيعي أو ثقافي أو كليهما معاً جدير بالإهتمام والحماية.

يوجد ٩٦ موقع لحماية التراث العالمي ، اختيرت بسبب القيمة الجمالية أو العلمية ، و ٣٠٠ محمية محيط حيوي أسست من خلال برنامج الإنسان والمحيط الحيوي التابع لليونسكو أساساً لغرض البحث والرصد البيئي ، هذا وقد ازداد العدد الكلي للمناطق المحمية زيادة مضطردة منذ ١٩٧٢ (شكل ٧٤)



### تصميم المحميات الطبيعية :

تعتبر المحميات الطبيعية ضرورية لصون الكائنات الحية ، إذ بدونها سوف لا يكون هناك صون على الإطلاق . تمثل علاقات الأنواع بالمساحة ونظرية الجغرافيا الحيوية للجزر مشاركات علمية هامة لإختيار مساحات للصون ، تمثل علاقات الأنواع بالمساحة ونظرية الجغرافيا الحيوية للجزر مشاركات علمية هامة لإختيار مساحات للصون ، إلا أنها تشارك كواحدة من الخصائص العديدة وتختلف مشاركتها باختلاف الأماكن والوحدات التصنيفية مع الأخذ في الاعتبار أن الدراسات النظرية والتجريبية مستمرة ومن الممكن أن تتغير مقاصد هذه الخصائص فيما يتعلق بإختيار المحميات . ومع ذلك فمن الممكن وضع بعض الاستنتاجات المؤقتة لتشكيلات من محميات صون الأنواع ذات أشكال ومساحات متباينة ومن هذه الاستنتاجات ما يلي :

- ١- من المرجح إن المحميات المفردة الكبيرة تصون عدد أكبر من الأنواع بالمقارنة بمجموعة من المحميات الصغيرة وذلك في حالة الأوساط المحيطة المتجانسة نسبياً.

٢- وفي المقابل فمن المرجح أن المحميات العديدة صغيرة الحجم تحتوي على عدد أكبر من الأنواع مقارنة بالمحميات الفردية كبيرة الحجم ( في المدى القصير على الأقل ) وذلك في حالة المناطق غير المتجانسة والمجزأة.

٣- مجموعة المحميات الصغيرة المتجاورة مع بعضها أفضل من مجموعة مماثلة من المحميات المتباعدة.

٤- مجموعة المحميات ذات التوزيع المتكثف أفضل من مثيلاتها المرتبة على خط واحد وإذا كان من اللازم أن تكون على خط واحد فمن المفضل أن تكون متصلة مع بعضها بطريقة أو بأخرى.

٥- ينبغي أن تكون حافة المحميات أقل ما يمكن ( كأن تكون دائرية مثلاً).

#### فوائد وأهمية المحافظة على التنوع الحيوي النباتي في المحميات الطبيعية :

إن التنوع الحيوي النباتي هو مجموعة من الكنوز التي لا تنضب والتي تقدم لنا حرية تطور محاصيلنا الزراعية وبكافة أنواعها فمنها ما ينتج لنا الغذاء ومنها ما ينتج لنا الدواء ومنها ما ينتج لنا المواد الأولية لصناعاتنا النسيجية والكيميائية صديقة البيئة ، فكلما زادت الموارد الوراثية زادت الفرص المتاحة للنمو والإبتكار في مجال الزراعة.

١- يعتبر التنوع الحيوي النباتي قاعدة الهرم في السلسلة الغذائية التي تؤمن الغذاء لكافة أنواع وأشكال الحياة والتي تسهم بشكل مباشر في تحقيق الأمن الغذائي Plant biodiversity for food security.

٢- يعتبر التنوع الحيوي النباتي في غاية الأهمية في استدامة العمل الزراعي وتطوره عالمياً.

٣- إن التنوع الوراثي النباتي يوفر سمات عالية القيمة تلزم لمواجهة تحديات المستقبل من قبيل تكيف المحاصيل لتتعايش مع الشروط المناخية المتغيرة أو لتحمل نفشي الأمراض.

٤- تشكل المراعي البرية الداعم الكبير للنتاج القومي الإجمالي في العديد من دول العالم.

٥- أدت التحسينات الجينية والتي أخذت من أصناف نباتية برية إلى زيادة إنتاج (القمح والأرز والذرة) والتي تعتبر من أهم المحاصيل الإقتصادية الغذائية.

٦- تعتبر الأصناف النباتية البرية مصدراً رئيسياً للعقاقير والأدوية الطبية البشرية

٧- تعتبر الأصناف النباتية البرية مصدراً رئيسياً للعديد من المواد الفعالة من النباتات البرية والتي تستخدم حالياً في صناعة المبيدات العضوية لمكافحة الحشرات والآفات الزراعية وليس لها أي أثر سام على صحة الإنسان والبيئة.

٨- تعتبر الأصناف النباتية البرية مصدراً رئيسياً للعديد من المواد المنكهة والملونة والتي تستخدم حالياً في الصناعات الغذائية بديلاً عن المنكهات والملونات الكيميائية المصنعة والضارة بصحة الإنسان.

٩- تعتبر الأصناف النباتية البرية من أكثر الأصناف الوراثية قوة ومقاومة وتشكل بنوك حقيقية من الجينات والتي تستخدم كذخائر وراثية تستخدم في التقانة الحيوية وكأصول يتم التطعيم عليها بأصناف أخرى.

١٠- تعتبر النباتات البرية من أكثر العوامل أهمية في حماية الأراضي من التعري والتصحّر وملجأ وسكن للعديد من الطيور والحيوانات والكائنات الحية.

### تصنيف الأنواع النباتية في المحميات الطبيعية Classification of plant species in nature reserves

- ١- الأنواع النباتية التي تعتبر كمحاصيل غذائية يعتمد عليها الإنسان
- ٢- الأنواع النباتية التي تعتبر كمحاصيل علفية للحيوانات والطيور الداجنة.
- ٣- الأنواع النباتية التي تعتبر عائلاً للعديد من الكائنات الحية من (حيوانات أو طيور أو حشرات نافعة).
- ٤- الأنواع النباتية والتي تعتبر مصدراً للمواد الفعالة التي تدخل في صناعة الأدوية والعقاقير الطبية.
- ٥- الأنواع النباتية التي تلعب دوراً في تحسين خصائص التربة
- ٦- الأنواع النباتية التي تلعب دوراً في تحسين الظروف البيئية.
- ٧- الأنواع النباتية التي تنمو في الظروف البيئية الصعبة مثل :  
(الملوحة أو الحرارة أو الجفاف) وهي تشمل عدة أنواع من المجموعات النباتية مثل:  
(الأيكات الشاطئية للبحار ، الأنواع النباتية الصحراوية ، الأنواع النباتية للمناطق الجافة وشبه الجافة وغيرها).

### المحافظة على الأرض من عناصر سوء الإستغلال

إن أسلوب الإنسان للأرض ( كمورد من الموارد الطبيعية) يعتبر الأساس في طريقة المحافظة على الأرض من أخطار التدهور المختلفة . ولذلك تعتبر طرق المحافظة على الأرض من عناصر سوء الاستغلال من الطرق الميسرة.

وتشمل طرق المحافظة على الأرض من عناصر سوء الإستغلال :

- ١- المحافظة على المراعي الطبيعية.
- ٢- التحكم في مشاكل التملح في الأراضي المروية.
- ٣- المحافظة على الأرض من التلوث.

### أولاً : المحافظة على المراعي الطبيعية وتحسينها :

سبق وذكرنا أن المراعي الطبيعية من أهم الأغذية النباتية في مقاومة التعرية بصورها المختلفة وذلك لكونها ذات طبيعة خاصة من حيث انها عميقة الجذور وتوفر غطاء جيد للتربة وتهدف الإدارة البيئية للمراعي إلى أخذ الإحتياطات اللازمة لمنع تدهور إنتاجها وبالتالي الحفاظ على البيئة.

ويتم تحسين المراعي عن طريق :

- أ- التجديد الطبيعي للمراعي بتنظيم عملية الرعي وذلك عن طريق منع الرعي لفترة أو خلال فصل معين حتى يمكن للمراعي أن تستعيد إمكاناتها الرعوية . وكذلك تخفيض عدد الحيوانات الراعية ومنع رعي حيوانات معينة.



ب- التجديد الصناعي والتشجير : ونلجأ لذلك في حالة صعوبة التجديد الطبيعي ويتم ذلك عن طريق بذر أنواع جيدة من النباتات مناسبة للتربة والمناخ وذات قيمة غذائية.

### ثانياً : الطرق العملية للتحكم في تملح التربة :

هناك ثلاثة مبادئ أساسية للتحكم في تملح التربة بسبب سوء استخدام المياه في الأراضي المروية هي :

- أ- تحسين أو إصلاح الأراضي المتأثرة بالأملاح تحت الظروف العادية أو من سوء الخدمة.
  - ب- خدمة الأرض لمنع الزيادة في تركيز الأملاح أو الكيماويات.
  - ج- العمل على التقليل أو منع تلوث الماء الأرضي أو إنخفاض المحصول.
- وعموماً يمكن إصلاح الأراضي الملحية عن طريق تحسين الصرف وغسل الأملاح وإضافة المحسنات (الجبس الزراعي) لزيادة معدل النفاذية.

### ثالثاً : طرق المحافظة على الأرض من التلوث :

تأتي أهميتها من كونها تؤثر تأثير مباشر أو غير مباشر على الحياة اليومية للإنسان مثل تدهور صحة الإنسان نتيجة التلوث الهوائي أو تلوث النبات الذي يعتمد عليه الإنسان والحيوان .

الاسس العامه لمكافحة التلوث الزراعي والحد منه :

أ- المبادئ العامة والتي تشمل التشريعات – الدراسات والبحوث لتحديد المستويات المقبولة أو المرفوضة – الإرشاد مثل عمل النشرات الدورية والتوعية وشرح أضرار التلوث – التعليم لزيادة تركيز المفهوم الحسي والوعي البيئي لدى كافة الأعمار لتلافي مسببات التلوث.

ب- الحد من تلوث المياه : تعتبر مياه الصرف الصحي والصناعي أهم مصادر تلوث المجاري المائية وللحد من الأضرار الناتجة عن الاستخدام المباشر لهذه المياه (المخلفات) خاصة مياه الصرف الصحي لجأت كثير من الدول إلى إعادة استخدام هذه المياه بعد إجراء عمليات التنقية المناسبة للغرض من الاستخدام وتشمل درجات التقنية لمياه الصرف الصحي مراحل متعددة هي :

- ١- المعاملات الأولية : وهي عبارة عن التخلص من المواد الصلبة بالوسائل الميكانيكية .
- ٢- المعاملات الثانوية : وهي إزالة ميكروبيولوجية للمواد الذاتية (العضوية)
- ٣- المعاملات الثلاثية : وتشمل الإزالة البيولوجية والكيميائية عن طريق عمليات الأكسدة.
- ٤- المعاملات الرباعية : وتشمل إزالة مادية أو كيميائية للمواد العضوية الغير مرغوب فيها.
- ٥- المعاملة الخامسة : وتشمل الإزالة المعدنية.

وعموماً يمكن استخدام المياه (الصرف الصحي) في أغراض الري بعد المرحلة الثانوية والتحقق من تركيزات العناصر الثقيلة ودرجة تركيز الأملاح واختيار النباتات الملائمة (الأشجار) وفي الدرجات الأعلى من التنقية يمكن استخدام هذه المياه لأغراض أخرى قد تصل إلى مياه الشرب (تكلفة مرتفعة).



## وسائل الحد من تلوث التربة :

- ١- عدم المغالاة في إضافة الأسمدة (عضوية ومخلفات حيوانية ، أو معدنية).
- ٢- عمل إختبارات للتربة لتقدير حاجة الأرض للتسميد.
- ٣- الإقلال من رش المبيدات بقدر الإمكان.
- ٤- عدم السماح بإستخدام المبيدات المرفوضة عالمياً والتي تحتوي على عناصر ثقيلة.
- ٥- التوسع في نظام مكافحة الحيوية.
- ٦- عدم إضافة مخلفات الصناعة أو الصرف الصحي مباشرة إلا بعد معالجتها.

## طرق المحافظة على المياه

التخطيط للحفاظ على المياه متعدد الجوانب ويبدأ بالحد من حدوث الجريان السطحي وحتى طرق رفع كفاءة استخدام المياه.

ويبدأ فقد الماء من خلال إنتقاله (بخر ونتح) ومن خلال الصرف العميق في حين تحسين كفاءة استخدام المياه أو إعادة استخدام المياه المختلفة يزيد من المصادر المائية أي أن الحد من الفواقد يعتبر إضافة مصادر مائية جديدة. كذلك فإن وسائل حصاد المياه تعتبر أحد السبل الأساسية لزيادة المصادر المائية.

## التصحّر DESERTIFICATION

يمكن تعريف التصحر بأنه تغير في ظروف البيئة الطبيعية لرقعة من الأرض يؤدي إلى نتائج سيئة تجعلها أقل ملاءمة للحياة . وفي المناطق الجافة يقصد بالتصحّر ما يحدث من تدهور في ظروفها البيئية يؤدي إلى إجداها والحد من مقومات الحياة فيها . ومن شأنه إفقار النظم البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة ، وبعض المناطق شبه الرطبة أيضاً ، بسبب التأثير المشترك للجفاف وبعض ممارسات الإنسان وسلوكياته في تلك المناطق . تؤدي هذه التأثيرات إلى نقص إنتاج النباتات الأقتصادية ونقص الكتلة الحية ( biomass ) لمجموعات النباتات والحيوانات الدقيقة منها الكبيرة على السواء كما تؤدي إلى تعجيل تدهور التربة وزيادة المتاعب التي تعرض حياة الجنس البشري.

وفي نفس الوقت الذي تحدث فيه تغيرات مناخية من شأنها أن تؤدي إلى تعجيل الجفاف يشترك الجنس البشري بدور رئيسي في إحداث نفس التأثير.

ويتمثل دور الجنس البشري في إحداث التصحر في العاملين الآتيين :

- ١- زيادة عدد السكان.
  - ٢- ضعف تنظيم الموارد الطبيعية وسوء إدارة استغلالها وهناك صورتان لسوء إدارة الموارد الطبيعية أولاهما الاستنفاد الجائر المتعمد وغير المكثرت لتلك الموارد، والثانية تحميل الموارد أكثر من طاقتها تحت ضغط الحاجة إلى إعاشة الزيادة السكانية من البشر والحيوان في أوقات الجفاف.
- العوامل التي تؤدي إلى التصحر :

يعتبر الجفاف في طبيعة العوامل المؤدية إلى التصحر . وفي فترات الجفاف ، التي يضعف فيها نمو الكساء الخضري ويستهلك الغطاء النباتي للتربة ، تصبح زراعة الأرض أو استعمالها كمراعي أمرا غير مأمون العاقبة ولكن من المحتمل مع ذلك أن البيئة لو سلمت من تدخل الإنسان غير الرشيد ومن ممارسته الضارة أن تقل كثيرا الأضرار التي تصيبها حتى ولو اشتدت فيها وطأة الجفاف.

ويصحب ازدياد عدد السكان الادميين عادة زيادة في عدد رؤوس الماشية في أراضي الرعي وقصر فترات الشراقي في الأراضي المنزرعة وفقد الأراضي القريبة من الآبار كساءها الخضري الطبيعي تحت تأثير تركيز الرعي فيها ، كما يؤدي إشعال الحرائق وتقطيع الأخشاب ورعي الماعز بالذات إلى تعجيل التصحر.

#### مقاومة التصحر :

يعتبر الكفاح من أجل إيقاف التصحر ثم تحويله إلى عكس اتجاهه الضار ، أمرا بالغ الصعوبة إذا حدث في دولة فقيرة محدودة الموارد ، يسود الجفاف معظم أرجائها.

أما الدول التي توجد بها وفرة من المساحات الرطبة ، وتستند إلى قاعدة صناعية قوية أو تمتلك ثروات طبيعية كالبترول فتعتبر دولا محظوظة . ذلك لأن الدول الغنية تستطيع الاعتماد على التكنولوجيا باهظة التكاليف أو البرامج عالية النفقات في مقاومة التصحر ، بينما لا تستطيع ذلك الدول الفقيرة والإصلاحات التي يمكن إجراؤها في الدول الفقيرة تكون بالضرورة بطيئة ولذلك تستغرق زمنا طويلاً.

ويأتي ترتيب الخطوات التي تتبع في مقاومة التصحر على النحو التالي:

تتمثل الخطوة الأولى في التزام الحكومة المسؤولة بإجراء المقاومة والتكفل بها ، وتلك هي أكثر الخطوات إلحاحاً ، يتبع ذلك بدء عمليات المقاومة الفعلية في مساحات صغيرة مختارة . وفي الخطوة الثالثة يأتي دور تطوير التقنية على ضوء الدروس المستفادة من الممارسة الفعلية ونشر تعليم المقاومة ووضع برامج بحثية تطبيقية لها .

#### درجات التصحر :

هناك خرائط توضح الأجزاء المتصحرة في مختلف المناطق الجافة بالعالم ، ويعبر عن درجات التصحر المتفاوتة بأوصاف : طفيف – معتدل – حاد – حاد جدا . ويمكن تعريف التصحر " الحاد جدا " بأنه ذلك الذي لا يمكن تحويله إلى عكس اتجاهه ، أي من ضار إلى نافع أو غير ضار اخذا في الاعتبار أن أية حالة من حالات التصحر يمكن عكس مسارها إذا توفرت الاعتمادات المالية اللازمة لذلك.

وعلى تلك الخرائط يعبر عن التصحر الطفيف بتدهور ضئيل في الغطاء النباتي أو في حالة التربة بسبب الممارسات السيئة للإنسان . أما " التصحر المعتدل " فيحمل معنى من المعاني الآتية :

١- تدهور في حالة الغطاء النباتي يصبح معه المرعى في مرتبة متوسطة الجودة.

٢- ظهور بواذل تدل على ازدياد نشاط التعرية بالرياح أو بالماء ، وتتمثل في تكوين مرتفعات أو كثبان صغيرة أو في نحر مجار مائية صغيرة بسطح التربة أو في زيادة ملوحة التربة لدرجة يترتب عليها بعض النقص في غلة الأرض.

أما التصحر الحاد فعلاماته هي الآتية:

- ١- أن تحل الشجيرات والنباتات غير المرغوبة محل الحشائش المرغوبة أو تصبح هي السائدة في الفلورا.
  - ٢- أن تؤدي التعرية السطحية سواء المائية منها والهوائية إلى تعرية الأرض من غطائها النباتي.
  - ٣- أن تزداد ملوحة التربة كثيرا إلى الحد الذي يحول دون نمو نباتات المحاصيل.
- أما " التصحر الحاد جداً" الذي لا يمكن تحويله إلى عكس اتجاهه فيشمل تغطية الأرض بطبقة كثيفة من الرمال المنقولة بالرياح وبالكثبان الرملية ، أو تكوين العديد من الفجوات والأخاديد بالتربة بفعل السيول . أو ترسب طبقات كثيفة من الأملاح على سطح تربة غير منفذة للماء.

الأساس الفسيولوجي للمحصول ( تابع صون الموارد الطبيعية )

### تقدير انتاجية المحصول

إن الإنتاج المحصولي – لأي نبات – يعتمد على أربعة عوامل أساسية هي :

١- معدل البناء الضوئي Photosynthesis .

٢- معدل التنفس Respiration .

٣- معدل انتقال الغذاء المجهز من أماكن تصنيعه في الأوراق إلى حيث يستفيد منه النبات في نموه أو إلى حيث يخزن في أعضاء التصنيع ( Translocation ) .

٤- نسبة الغذاء المجهز التي تنتقل إلى الأجزاء الاقتصادية من النبات – وهي الأجزاء التي يزرع من أجلها المحصول – من الغذاء المصنع الكلي الذي يحتفظ به النبات بع استقطاع الجزء المفقود منه بالتنفس. ويتفرع من هذه العوامل الأربعة أمور أخرى كثيرة تتفاعل معها حيث تؤثر فيها وتتأثر بها وسوف نحاول من محصلة ذلك كله – دون الدخول في تفاصيل التحولات لعمليتي البناء الضوئي والتنفس – الخروج بمفهوم واضح عن الأساس الفسيولوجي للمحصول في النباتات .

إن من بين أهم الصفات المؤثرة في الاختلافات بين الأصناف من حيث كفاءتها الإنتاجية ما يلي :

- ١- حجم المجموع الجذري ومدى تشعبه حيث توجد علاقة موجبة بين النمو الجذري والكفاءة الإنتاجية.
- ٢- معدل البناء الضوئي في وحدة المساحة من الأوراق.
- ٣- طريقة حمل الأوراق فالأوراق القائمة تسمح بوصول الضوء إلى الأوراق السفلى بدرجة أكثر من الأوراق الأفقية ومن ثم تزيد القدرة على البناء الضوئي في الحالة الأولى.
- ٤- مدة بقاء الأوراق على درجة عالية من الكفاءة في عملية البناء الضوئي.
- ٥- معدل انتقال المواد الغذائية المجهزة – خلال عملية البناء الضوئي – إلى الأعضاء النباتية التي يزرع من أجلها المحصول.

٦- مساحة الأوراق في وحدة المساحة من أرض الحقل.

٧- المساحة الكلية لأوراق النبات والمساحة الورقية المعرضة للضوء.

٨- سمك الورقة حيث يزيد البناء الضوئي كلما ازداد سمك الورقة.

٩- معدل تبادل غاز ثاني أكسيد الكربون.

١٠- حجم الثغور وأعدادها ومدى مقاومتها لتبادل الغازات من خلالها ومدة بقائها مفتوحة.

١١- مدى مقاومة النسيج الوسطي للورقة (الميزوفيل) لتبادل الغازات

١٢- مدى توفر الإنزيمات اللازمة لعملية البناء الضوئي

١٣- معدل التنفس

١٤- الاختلافات الوراثية في الاستجابة للفترة الضوئية والحرارة والارتباع Vernaliza والتسميد .... إلخ.

وباختصار ... فإن المحصول الاقتصادي يعد محصلة لثلاثة أمور هي:

- ١- مدى تأقلم أو توافق النبات على العوامل البيئية السائدة.
- ٢- قدرة النبات على " حصاد " الضوء من خلال عملية البناء الضوئي.
- ٣- قدرة النبات على تخصيص ونقل جزء كبير من الغذاء المجهز في عملية البناء الضوئي إلى الأعضاء الاقتصادية التي يزرع من أجلها النبات.

### البناء الضوئي

إن معدل البناء الضوئي ليس صفة بسيطة يمكن أن تؤخذ نتائج قياساتها كدليل مباشر على وجود اختلافات وراثية بين النباتات فيها فمع فرض توفر العناصر الغذائية وغاز ثاني أكسيد الكربون ودرجة الحرارة المناسبة لاستمرار عملية البناء الضوئي دون عوائق ... فإن معدل تلك العملية يتأثر بعدد من العوامل الأخرى منها ما يلي :

- ١- مساحة الورقة.
- ٢- زاوية الورقة.
- ٣- الضوء المنعكس.
- ٤- الضوء النافذ خلال الأوراق.
- ٥- العلاقة الفسيولوجية بين شدة الإضاءة ومعدل البناء الضوئي وهو ما يعرف باسم منحنى الاستجابة للضوء.
- ٦- مستوى الشمس فوق خط الأفق.
- ٧- شدة الإضاءة الشمسية .

إن الانتخاب المباشر لزيادة المحصول الاقتصادي في محاصيل البقوليات التي تزرع لأجل بذورها – مثل الفاصوليا – لم يحقق نتائج على مستوى التوقعات كما أن محاولات تحسين المحصول – من خلال الانتخاب غير المباشر لصفات فسيولوجية أو بيوكيميائية ترتبط بعملية البناء الضوئي – كان كذلك مخيباً لآمال الكثيرين من مربى النباتات ولا يعني ذلك أن البناء الضوئي والمحصول الاقتصادي صفتان غير مرتبطتين فذلك أمر غير منطقي ولكن ما تعنيه نتائج تلك المحاولات أنها لم تجر في الاتجاه الصحيح حيث لم تكن القياسات التي استخدمت كأساس لعملية الانتخاب دلالة مناسبة للمحصول . فعلى سبيل المثال ... أوضح بعض الباحثين أن القياسات اللحظية لمعدل البناء الضوئي لا يمكن أن تعد دليلاً على المحصول أو على صافي عملية تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون خلال كل موسم النمو.

كذلك فإن معدل البناء الضوئي المقدر في ورقة واحدة من النمو الخضري للنبات لا يقوم دليلاً على معدل البناء الضوئي في كل النمو الخضري نظراً لاختلاف الأوراق كثيراً في تلك الخاصية. وربما لا يرتبط المحصول الاقتصادي بمعدل البناء الضوئي بسبب اختلاف المساحة الورقية بين مختلف الأصناف .

**التنفس:**

يعد التنفس أهم العمليات الحيوية التي تستنفذ طاقة النبات ، حيث يؤدي إلى استهلاك الغذاء – المجهز في عملية البناء الضوئي – بدلا من الاستفادة منه في مزيد من النمو الخضري الذي تزرع لأجله بعض النباتات كالخضر الورقية ومحاصيل المراعي أو بالتخزين في الأعضاء النباتية التي يزرع من أجلها المحصول ، مثل : الجذر والدرنات والثمار والبذور ...الخ.

وبذا .. فإن خفض معدلات التنفس يعد أمراً حيوياً لزيادة المحصول ويمكن تحقيق ذلك وراثياً – بإحدى وسيلتين هما :

١- تقليل الفاقد في الكربون الناتج من التنفس الضوئي Photorespiration – في النباتات ذات مسار البناء الضوئي C3 – بالانتخاب .

٢- زيادة كفاءة استفادة النبات من الطاقة بخفض نسبة الطاقة المستنفذة أثناء التنفس الظلامي Dark Respiration في غير عمليات النمو.

**التنفس الضوئي:**

هناك طرازان من النباتات : C3 و C4 يختلفان في المسارات البنائية التي يتم من خلالها تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون في عملية البناء الضوئي . وتعرف فئة النباتات التي تكون بأول المركبات الكربونية – التي تكونها في عملية البناء الضوئي – ثلاث ذرات كربون باسم C3 ومن أمثلتها فول الصويا والحبوب ومعظم محاصيل المراعي . وتكون الكفاءة التمثيلية منخفضة في غالبية هذه النباتات ( الـ C3 ) بسبب ارتفاع معدل التنفس الضوئي – في المحاصيل ذات الكفاءة التمثيلية المنخفضة مثل الفاصوليا وفول الصويا والقمح الربيعي . أما النباتات التي تكون بأول المركبات الكربونية – التي تكونها في عملية البناء الضوئي – أربع ذرات كربون .. فإنها تعرف باسم C3 وهي تتضمن عدداً من محاصيل الجو الدافي. مثل : الذرة والسورجم وبعض النجيليات الاستوائية وتتميز تلك النباتات بارتفاع كفاءتها التمثيلية بسبب انخفاض معدل التنفس الضوئي فيها إلى درجة يصعب معها اكتشافه وتقديره.

**التنفس الظلامي:**

إن للتنفس الظلامي دورين أحدهما بنائي حيوي (أيضي) biosynthetic والآخر يتعلق بعمليات " الصيانة Maintenance " العامة للنبات ، ولذا .. فإن النباتات ربما تختلف في تلك الصفة ونجد في المراحل المبكرة للنمو النباتي أن قدراً كبيراً من الطاقة يستنفذ في عمليتي انقسام الخلايا وزيادتها في الحجم بينما يحتاج النبات بعد ذلك إلى قدر ضئيل من الطاقة لمجرد عمليات الإدامة والصيانة.

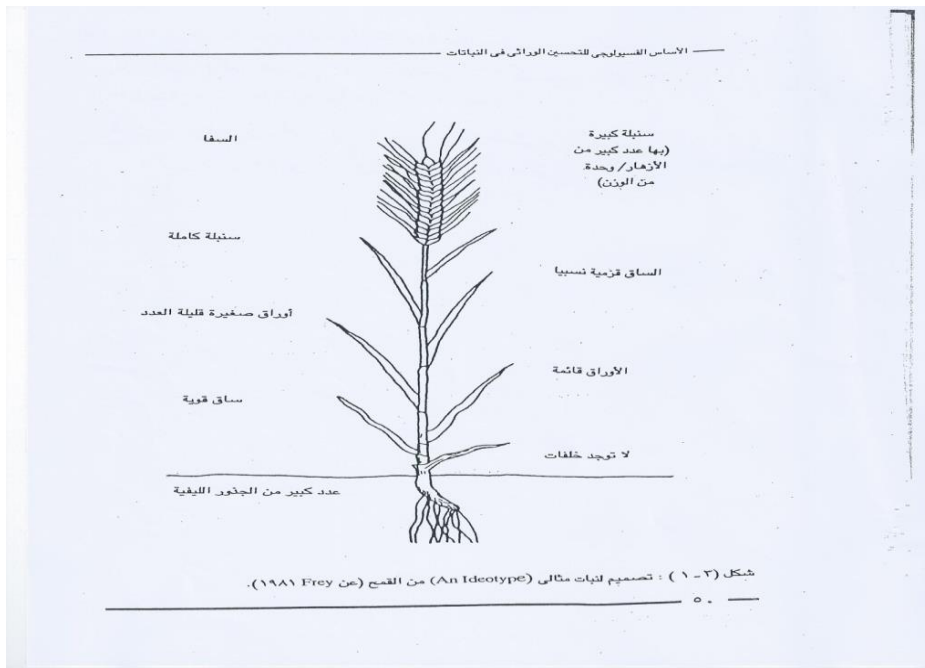
وبناء على ما تقدم بيانه فقد توصل الباحثون إلى أن فرصة تحسين المحصول تبدو ضعيفة عند التربية لخفض معدل التنفس الضوئي بينما تبدو مشجعة وممكنة عند التربية بهدف خفض معدل التنفس الظلامي.

## تشكيل النباتات

## مفهوم النبات المثالي

حاول بعض مربى النبات عمل قائمة بالصفات الفسيولوجية والمورفولوجية التي تشكل – في مجموعها – النبات المثالي ( Ideotype ) الذي ينبغي أن يكون هدفاً للمربى في برامج التربية ومن أمثلة ذلك الـ ideotype الذي تم تخيله لنبات القمح (شكل ٣-١) ولكن .. نظراً لاختلاف المحاصيل الزراعية كثيراً في صفاتها الفسيولوجية والمورفولوجية ولأن هذه الاختلافات تمثل – في جوهرها – وسائل تأقلم تلك المحاصيل على الظروف البيئية السائدة في شتى المناطق التي تتواجد فيها ، لذا .. يمكن القول بأنه لا يوجد شيء اسمه نبات مثالي (ideotype) في تربية النباتات وإنما توجد عدة طرز أو نماذج بيولوجية Biological Types.

هذا ويعطي Kallo (١٩٨٨) قائمة بالجينات التي تتحكم في صفات النمو الهامة في عدد من محاصيل الخضر والتي يمكن الاستعانة بها في تصور الطرز البيولوجية – المناسبة لكل منها – في شتى الظروف البيئية .



## أهمية طبيعة نمو الغطاء النباتي:

إن الغطاء هو الذي يؤثر – في نهاية المطاف – في كمية الغذاء التي يتم تصنيعها لكل وحدة من مساحة الأرض التي يشغلها النبات . ونجد أن الصفات المورفولوجية التي تتحكم في بناء أو طبيعة نمو هذا الغطاء النباتي الأخضر هي – في غالبيتها – صفات يسهل تقديرها وتتميز بدرجات توريث عالية.

وترجع أهمية النمو النباتي إلى تأثيرها البالغ في مقدار الطاقة الشمسية التي يمكن للنبات اكتسابها من خلال عملية البناء الضوئي ، فالأوراق القائمة Erect تسمح بنفاذ قدر أكبر من الأشعة الشمسية إلى الأوراق السفلي وبذا فإن فائدتها تكون كبيرة في المناطق التي تتميز بارتفاع شدة الإضاءة.

وتعد صفة الأوراق القائمة من الصفات التي تظهر بوضوح في طور الباردة بحيث يمكن انتخاب النباتات الحاملة لها في طور مبكر من النمو.

وفي المقابل .. فإن صفة الأوراق القائمة ربما لا تكون لها فائدة كبيرة في محاصيل الحبوب التي يعتمد فيها امتلاء الحبوب على الأوراق العليا للنبات مثل القمح والشعير اللذين يعتمد فيها امتلاء الحبوب على الورقة العليا والسفا حيث يتم فيها قدر كبير من عملية البناء الضوئي التي يخزن ناتجها – مباشرة – في الحبوب إلا أن السفا الكثيف قد يؤدي – أحياناً – إلى تظليل الأوراق.

ويعتقد البعض أن صفة الأوراق القائمة لا تظهر أهميتها إلا عندما يكون دليل مساحة الورقة ( LAI ) حوالي ٤,٠ – ٥,٠ ، وتزداد أهمية ذلك كلما ازداد النبات طولاً.



### التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية

إن الغاية من التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية هي تحقيق ما يلي :

- ١- تأمين استمرار وانتظام الإنتاج المحصولي من شتى الأنواع النباتية التي يحتاج إليها الإنسان بزراعة أصناف تتحمل التقلبات البيئية غير العادية والانحرافات الحادة في العوامل البيئية التي تحدث أحياناً في مناطق إنتاج تلك المحاصيل وهي التي تسودها أصلاً - ظروف بيئية مناسبة للأنواع النباتية التي تزرع فيها.
- ٢- زيادة الإنتاج المحصولي من مختلف النباتات بامتداد زراعة تلك المحاصيل إلى مناطق تسودها ظروف بيئية غير مناسبة لها ( سواء أكانت العوامل البيئية المحددة للإنتاج جوية ، أم أرضية) ولا يتحقق ذلك إلا بزراعة أصناف قادرة على تحمل الظروف البيئية المتوقعة في تلك المناطق.
- ٣- تجنب التقلبات الموسمية في أسعار الحاصلات الزراعية (وخاصة من محاصيل الخضر) بزراعة أصناف في غير مواسمها التقليدية تكون أكثر تحملاً للعوامل الجوية المتوقعة في المواعيد الزراعية الجديدة.
- ٤- الاستفادة من الأنواع النباتية التي تنمو برياً في الطبيعة في مناطق تسودها ظروف بيئية (جوية أو أرضية) قاسية باستئناسها لصالح الإنسان.

### مقدمات لتربية النباتات لتحمل الظروف البيئية القاسية

#### تعريف بالمصطلحات الهامة :

يتطلب الفهم الصحيح لموضوعات هذا القسم الإلمام ببعض المصطلحات التي يشيع استخدامها في مجال التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية ، نذكر - فيما يلي - بعضها.

التحمل أو القدرة على التحمل Toleracne : هي قدرة النبات على البقاء والنمو بشكل مقبول في وجود العامل البيئي القاسي أو العوامل البيئية القاسية المعنية كما قد يتأثر النمو النباتي بالعامل البيئي ولكن يبقى الإنتاج المحصولي ( الجزء النباتي الذي يزرع من أجله المحصول) " مقبول" واقتصادياً وترجع تلك الخاصية إلى تمتع النبات بصفات وراثية معينة.

أما الحساسية Sensitivity. فهي شدة تأثر النبات بالعامل البيئي القاسي أو العوامل البيئية القاسية إلى درجة أنه قد يتوقف تماماً عن النمو ، أو يموت ، أو لا يكون العضو النباتي الاقتصادي الذي يزرع من أجله المحصول ( مثل عدم عقد الثمار في الجو البارد ، أو الجو الحار) أو يضار هذا العضو النباتي بشدة لدى تعرضه للعامل البيئي غير المناسب ويشار إلى النبات الحساس أحياناً بأنه Intolerant ولكن يفضل وصفه بأنه Sensitive .

هذا .. وتقاس الحساسية والقدرة على التحمل على مقياس واحد يمتد من شدة الحساسية إلى شدة القدرة على التحمل.

والتأقلم Adaptation مصطلح ليس له مكان في مجال التربية لتحمل العوامل البيئية القاسية ذلك لأنه يعزني أحد أمرين : إما تأقلم فسيولوجي وإما تأقلم وراثي طبيعي .

فأما التأقلم الفسيولوجي Physiological Adaptation فهو حدوث تغيرات فسيولوجية معينة في النبات – لدى تعرضه لظروف بيئية معينة – تجعله أكثر قدرة على تحمل مزيد من الانحراف في هذا العمل البيئي أو غيره ومن أمثلة ذلك التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على النباتات لدى تعرضها لعملية التقسية أو الأقلمة Hardening والتي تجعلها أكثر قدرة على تحمل الظروف البيئية غير المناسبة لها بعد الشتل ومنها أيضاً زيادة قدرة ثمار محاصيل الجو الدافئ (مثل الطماطم والباذنجان والقرعيات) على تحمل التخزين في الحرارة المنخفضة دون أن تصاب بأضرار البرودة Chilling Injury إذا ما عرضت – فترة وجيزة – لحرارة مرتفعة قبل تخزينها في الجو البارد

وبرغم أن هذا التأقلم الفسيولوجي هو – في حقيقته – وراثي لأنه عن طريق إنزيمات معينة يتحكم في إنتاجها جينات معينة إلا أنه لا يصنف على أنه تأقلم وراثي إلا بقدر كون جميع صفات النبات المورفولوجية والتشريحية والفسيولوجية هي – في الأساس – صفات وراثية كما أن التأقلم الفسيولوجي ليس بطفرة وراثية تميز صنفاً أو سلالة معينة عن غيرها من أصناف أو سلالات نفس النوع النباتي وإنما هو خاصية شائعة في عدد كبير من الأنواع النباتية.

أما التأقلم الوراثي Genetic Adaptation فهو – في حقيقته – تطور وراثي داخل النوع الواحد يجعله أكثر تأقلاً مع الظروف البيئية السائدة في المناطق التي ينمو فيها ويحدث هذا التأقلم – أو التطور – بفعل الانتخاب الطبيعي Natural Selection الذي يبقى على الطفرات الأكثر تحملاً لتلك الظروف البيئية وما يهمنها من التأقلم الوراثي هو مصلحته النهائية لا وهي صفة القدرة على تحمل العامل البيئي المعني . أما عملية التأقلم ذاتها فهي جزئية من تطور النوع وتتم – تلقائياً – في الطبيعة ولا دخل لتربية النبات بها.

### طرق التقييم لتحمل الظروف البيئية القاسية

يتطلب نجاح برامج تربية النباتات أن تكون طرق التقييم المتبعة فيها – لأية صفة كانت – سهلة وسريعة ، بحيث يمكن إنجازها في أقصر وقت ممكن وبأقل جهد وأقل تكلفة ذلك لأن المربي يتعين عليه – غالباً – تقييم مئات – أو آلاف – من النباتات في كل جيل من أجيال التربية – ويختلف المربي – في هذا الشأن – عن غيره من الباحثين الذين تكون أعداد معاملاتهم – غالباً – محدودة ، بما يسمح بأن تكون طرق التقييم التي يستخدمونها أكثر استنزافاً للوقت ، والجهد ، والمال ، وربما كانت أكثر دقة.

ويمكن إيجاز الطرق المتبعة في التقييم لتحمل الظروف البيئية القاسية فيما يلي :

١- طرق غير مباشرة:

ومن أمثلتها ما يلي :

أ- تقييم المحصول في الحقل مباشرة تحت الظروف البيئية القاسية المطلوب التربية لتحملها:

تتميز هذه الطريقة بكونها عملية وواقعية لأن المنتج النهائي المرغوب فيه – وهو المحصول – يؤخذ في الحسبان منذ البداية ولكن يعيبها ما يلي :

- ١- استتزازها لكثير من الوقت والجهد لضرورة بقاء النباتات في الأرض لحين حصادها.
- ٢- ليست دقيقة وقد تعطي نتائج خاطئة لأن ارتفاع المحصول قد يرجع إلى عوامل وراثية خاصة بتلك الصفة ولا علاقة لها بتحمل العوامل البيئية القاسية السائدة.
- ٣- لا تفيد في تمييز التراكيب الوراثية التي تتحمل العوامل البيئية القاسية لأسباب (صفات) مختلفة بينما يكون ذلك مطلوباً ليتسنى تجميع تلك الصفات في تركيب وراثي واحد ربما يكون أكثر تحملاً للعوامل البيئية القاسية.
- ٤- تكون الاختبارات الحلقية دائماً عرضة للتقلبات في العوامل البيئية الأمر الذي لا يتحقق معه سيادة العامل أو العوامل البيئية المرغوب في التربية لتحملها.
- ب - التقييم بمعاملات خاصة للدلالة على مدى تحمل الانحراف في عوامل بيئية معينة . يجري التقييم لتحمل العامل البيئي المعني – في هذه الحالة – بتعرض النباتات لمعاملات خاصة يكون تأثيرها مرتبطاً بمدى حساسية أو تحمل النباتات للانحراف في هذا العامل البيئي ولعل تأثير المعاملة بالإثيفون يعد من أبرز الأمثلة في هذا المجال.
- ٢- طرق مباشرة :  
ومن أمثلتها ما يلي :
- أ- إجراء التقييم في حقول تتوفر فيها العوامل البيئية المرغوب في التقييم لتحملها خاصة ما يتعلق منها بالعوامل الأرضية مثل : ملوحة التربة أو انخفاض أو ارتفاع الـ PH أو مستوى العناصر إلخ وقد يجري التقييم في مناطق صناعية تسودها ملوثات معينة للهواء أو في مناطق تتعرض – دائماً – لانحراف حاد في درجة الحرارة سواء أكانت بالارتفاع أم بالانخفاض.
- يفضل في هذه الحالات إجراء التقييم للصفة المرغوب فيها مباشرة منفردة أو مع المحصول إن أمكن ولكن لا يفضل التقييم للمحصول منفرداً لأن ذلك قد يعني احتمال انتخاب تراكيب وراثية لا لشيء إلا لكونها ذات كفاءة إنتاجية عالية.
- ب- إجراء التقييم في الصوبات (البيوت المحمية):  
تتشابه هذه الطريقة في مميزاتها مع طريقة التقييم الحقلية السابقة وتزيد عليها في إمكانية السيطرة التامة على العوامل البيئية واستمرار برنامج التربية في غير المواسم العادية لنمو النباتات.
- ج- إجراء التقييم في المختبرات تحت ظروف متحكم فيها:  
تسمح هذه الطريقة بالتقييم لصفات معينة ترتبط بالأساس الفسيولوجي للصفة الظاهرة للمربي أي بصفة تحمل الظروف البيئية القاسية كما تسمح بتمييز التراكيب الوراثية – التي تتحمل تلك الظروف – لأسباب مختلفة.
- ٣- التقييم من خلال مزارع الأنسجة:

يجري التقييم لتحمل الظروف القاسية عن طريق مزارع الأنشطة حيث يتم عزل سلالات خلايا Cell Lines قادرة على تحمل تلك الظروف وقد اتبعت هذه الطريقة بنجاح في مجالات التربية لتحمل الملوحة ونقص العناصر والتركيزات العالية من الألومنيوم ( الذي يتوفر بتركيزات سامة في الأراضي التي ينخفض فيها الـ PH ) وكذلك في الانتخاب لتحمل مبيدات الحشائش وسموم المسببات المرضية.

ويتعين – بعد عزل سلالات الخلايا المرغوب فيها – تهيئة الظروف المناسبة لتمييز نباتات كاملة منها ليتمكن إكثارها جنسياً أو خضرياً واختبارها لتحمل الانحراف في العامل البيئي المعني تحت الظروف الطبيعية.

#### ومن أهم مزايا التقييم عن طريق مزارع الأنسجة ما يلي :

أ- إمكانية التحكم في العوامل البيئية ، بما في ذلك مستوى الانحراف في العوامل البيئية التي يرغب في التربية لتحملها.

ب- تقييم عدد كبير من الخلايا في ظروف تامة التجانس.

ج- غياب التباينات في الصفات المعنية – التي ترجع إلى اختلافات مورفولوجية أو إلى اختلافات في مرحلة النمو النباتي لأن التقييم يتم على المستوى الخلوي.

#### ولكن التقييم عن طريق مزارع الأنسجة يعيبه ما يلي :

أ- ضرورة توفر التقنيات المناسبة لتمييز النباتات بشكل جيد من سلالات الخلايا المنتخبة ، الأمر الذي لا يتوفر في جميع الحالات كما أن قدرة سلالات الخلايا على التميز تنخفض بشدة مع مرور الوقت.

ب- ربما لا تظهر الصفة المعنية في النباتات الكاملة التي تتميز من سلالات الخلايا المنتخبة.

ج- ربما لا تحتفظ النباتات الكاملة التي تتميز من سلالات الخلايا المنتخبة – بصفات الصنف الأصلي الذي أنتجت منه بسبب ظهور طفرات – غير مرغوبة – فيها.

د- لا تفيد هذه الطريقة في الانتخاب للصفات التي تعتمد على وظيفة مركبة لعضو نباتي أو مجموعة من الأعضاء أو الأنسجة النباتية ، مثل انتقال العناصر في الجهاز الوعائي عن .

#### أهداف التربية في مجال تحمل الظروف البيئية القاسية:

سنتناول بعض الأهداف التي يضعها المربي نصب عينيه عن التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية ، وهي :

- ١- تحمل الانحرافات الحادة في درجات الحرارة انخفاضاً ، أو ارتفاعاً.
- ٢- الاستجابة للفترة الضوئية السائدة.
- ٣- تحمل المستويات العالية من الأملاح في التربة ومياه الري.
- ٤- تحمل الجفاف.
- ٥- القدرة على النمو في الأراضي الغدقة وهي التي تبقى مشبعة بالرطوبة لفترات طويلة.
- ٦- تحمل الانحرافات الحادة في PH التربة انخفاضاً أو ارتفاعاً وتحمل نقص العناصر أو تيسرها إلى درجة السمية المترتبة على تلك الانحرافات.

- ٧- القدرة على النمو الجيد في وجود مستويات منخفضة من العناصر الغذائية بصورة عامة مع الاستجابة الجيدة للتسميد.
  - ٨- زيادة كفاءة العلاقة بين النباتات وبكتيريا تثبيت أزوت الهواء الجوي.
  - ٩- تحمل مبيدات الحشائش.
  - ١٠- تحمل المركبات التي تلوث الهواء الجوي Air Pollutants.
- وسيكون محور الدراسة عند تناولنا لتلك الأهداف هو العامل البيئي المعني وما يتصل به من أمور مثل : مصادر صفة القدرة على تحمل العامل البيئي ووراثتها وأساسها الفسيولوجي • طبيعتها ( وطرق التقييم التي اتبعت لإظهارها وجهود التربية التي بذلت لإدخالها في الأصناف التجارية.

### تحسين نوعية البذور

بالإضافة إلى الأهداف التي سبق بيانها فإن المربي يهتم – كذلك – بتحسين نوعية البذور (من حيث كونها أعضاء تكاثر) لتكون أكثر قدرة على تحمل الظروف البيئية القاسية أثناء إنباتها كما يهتم بالتربية لإسراع إنبات البذور لزيادة فرصة إفلاتها من الظروف البيئية غير المناسب وقد تجري التربية لتحسين نوعية البذور بهدف محدد مثل زيادة قدرتها على الإنبات في الحرارة المنخفضة أو المرتفعة ولكن الهدف من التربية لتحسين نوعية البذور قد يكون – كذلك – زيادة فرصة تحملها للظروف البيئية القاسية.

### إسراع إنبات البذور:

يعد إسراع إنبات البذور وسيلة فعالة لتجنب احتمالات تعرضها لظروف بيئية غير مناسبة ولتقصير الفترة التي تظل البذور معرضة خلالها لهذه الظروف إن وجدت .

لقد لوحظت اختلافات واضحة بين أصناف الطماطم في سرعة إنبات بذورها ووجد أن سرعة الإنبات صفة وراثية تتميز بما يلي:

١- أغلب التأثير الجيني فيها إضافي.

٢- تتأثر بالتركيب الوراثي للنبات الأم.

٣- ترتبط إيجابياً بوزن البذرة.

كما تبين من دراسات وجود اختلافات وراثية بين أصناف الطماطم في حجم بذورها حيث ظهرت صفة البذور الكبيرة في هجين الطماطم إكستيز Extase ويستدل من دراستها على أن هذه الصفة يتحكم فيها عوامل سيتوبلازمية وقد أكدت الدراسة أن البذور الكبيرة تنبت بسرعة أكبر من الصغيرة وتنتج بادرات ذات أوراق فلفية أكبر حجماً ونباتات أقوى نمواً إلا أن تأثير حجم البذرة يختفي – غالباً – في النباتات الكبيرة.

### التخلص من غطاء البذرة شبه الصلد

تعرف البذور شبه الصلدة في الفاصوليا بأنها البذور الجافة التي لا تمتص الماء خلال الأربع والعشرين ساعة الأولى من النقع في الماء ولكنها تكتسب الرطوبة – بسرعة – خلال ١٤ يوماً من وضعها في جو ذي رطوبة

نسبية مرتفعة ويمكنها الإنبات بعد ذلك بصورة طبيعية ويتأخر إنبات البذور شبه الصلدة نحو ٢-٣ أيام مما يؤدي إلى زيادة احتمالات تعرضها للظروف البيئية غير المناسبة وإلى عدم تجانس النضج ولذلك أهمية كبيرة عند إنتاج الفاصوليا للتصنيع وقد وجدت اختلافات وراثية بين أصناف الفاصوليا في تلك الصفة .

ويفضل دائماً أن تكون البذور نصف صلدة Semihard لأن البذور التي تمتص الماء بسرعة شديدة تكون أكثر عرضة للإصابة بتشققات البذور مما يؤدي إلى إنتاج بادرات غير طبيعية وتميز البذور المرغوبة بنفع البذور بعد تجفيفها سلفاً إلى ٦% رطوبة) في الماء لمدة ١٢-٢٤ ساعة مع ملاحظتها للتخلص من السلالات التي تنتشر بذورها بالماء قبل مرور ١٢ ساعة ، وتلك التي تبقى بذورها غير متشربة بالماء لمدة تزيد على ٢٤ ساعة وهي التي تكون بذورها صلدة بينما تكون السلالات التي تنتشر بذورها بالماء خلال ١٢-٢٤ ساعة ونصف صلدة .

#### مقاومة تمزق قشرة البذرة

تعرف حالة تمزق البذرة في الفاصوليا باسم وهي تحدث عند نمو الفلقتين بسرعة أكبر من سرعة نمو قصرة البذرة تتعرض مثل هذه البذور للإصابة بالعفن في التربة بدرجة أكبر من البذور السليمة كما يكون مظهرها غير مقبول ويتم التخلص منها – غالباً – عند تنظيف البذور.

#### مقاومة الأضرار الميكانيكية:

تلعب الأضرار الميكانيكية – التي تحدث بالبذور – دوراً كبيراً في مدى تحملها للظروف البيئية القاسية أثناء إنباتها وكذلك تحمل البادرات الناتجة منها لتلك الظروف.

وقد وجد إن إزالة غطاء البذرة ثم تشبع البذور بالماء يترتب عليه حدوث تشققات عرضية بالفلقات مما يعني إمكان الحد من هذه الظاهرة لتربية أصناف ذات غطاء بذري لا يسمح بالتمدد السريع للفلقات أثناء تشربها بالماء إلا أنه لم توجد علاقة بين سمك الغطاء ومقاومة البذور للأضرار الميكانيكية هذا وتقيم البذور لمقاومة الإصابة بالأضرار الميكانيكية عندما تتراوح نسبة الرطوبة بها من ٥ - ٨ % .

### تحمل الحرارة المرتفعة

تقسم النباتات الراقية – من حيث تحملها للحرارة العالية إلى فئتين ، هما :

#### ١- نباتات محبة للحرارة المعتدلة (وسطية) Mesophiles :

يتراوح الحد الأقصى لدرجة الحرارة التي يمكنها تحملها من ٣٥-٤٥م.

#### ٢- نباتات محبة للحرارة العالية Thermophiles

يتراوح الحد الأقصى لدرجة الحرارة التي يمكنها تحملها من ٤٥-٦٠م

هذا .. وتموت غالبية النباتات العشبية لدى تعرضها لحرارة قريبة من ٥٠م بينما يمكن للأنواع الخشبية حمل حرارة تصل إلى ٦٠م لفترات قصيرة.

ويتحدد مدى الضرر الذي يحدث للنباتات بمدة التعرض للحرارة العالية وبمدى توفر الرطوبة الأرضية ، لتأمين معدلات نتج عالية ، يمكن أن تعمل على خفض درجة حرارة الأوراق.

ونجد – بصورة عامة – أن أعضاء التخزين المتشحمة ترتفع درجة حرارتها عن حرارة الهواء المحيط بها ، بسبب الحرارة الناتجة من النشاط الأيضي والتي لا تتسرب منها – إلى الجو المحيط بها – بسرعة كافية . هذا ... بينما تكون حرارة الأوراق التي تكون مواجهة تماماً للأشعة الشمسية ، حيث قد ترتفع حرارتها بضع درجات عن حرارة الهواء المحيط بها.

### طبيعة الأضرار التي تحدثها الحرارة العالية

تقسم الأضرار التي تنشأ عن تعرض النباتات للحرارة العالية إلى ثلاث فئات ، كما يلي :

#### ١- أضرار بسيطة نسبياً :

وهي الأضرار التي تترتب على رفع الحرارة العالية لمعدلات كل من النتج والتنفس، حيث تؤدي زيادة النتج عن قدرة الجذور على امتصاص الماء من التربة إلى ظهور أضرار الجفاف Drought Injury بينما تؤدي زيادة معدل التنفس عن معدل البناء الضوئي إلى ظهور أضرار نقص الغذاء Starvation Injury.

وترجع الزيادة الحادة التي تحدث في معدل النتج – عند ارتفاع درجة الحرارة – إلى عاملين هما :

- أ- التأثير المباشر للحرارة على انتشار الماء Diffusion Constant of Water الذي يزيد بارتفاع الحرارة.
- ب- زيادة الفارق في ضغط بخار الماء بين المسافات البيئية لأنسجة الورقة والهواء المحيط بها ، فنجد – مثلاً – أن ارتفاع حرارة الورقة بمقدار ٥ مئوية عن حرارة الهواء المحيط بها يعادل حدوث انخفاض في الرطوبة النسبية للهواء المحيط بها بمقدار ٣٠% .

ونجد تحت ظروف الحقل أن أضرار الجفاف تكون مصاحبة للحرارة العالية إلى درجة يصعب معها فصل تأثير العاملين في المحصول حتى مع توفير الرطوبة الأرضية أحياناً.

ومن الطبيعي أن يتوقف النمو النباتي عند ارتفاع الحرارة إلى مستوى يقل عن الحرارة التي تقتله في الحال . وكلما ازدادت فترة تعرض النباتات لدرجة الحرارة التي يتوقف عندها نموه احتاج إلى فترة أطول ليستعيد نموه

الطبيعي بعد عودة الحرارة إلى الاعتدال . ويمكن إظهار الضرر التدريجي الذي يحدث إبان تعرض النباتات للحرارة العالية بقياس معدل التنفس تدريجياً إلى أن يتوقف تماماً مع انتهاء مخزن الغذاء في النبات ، لأن الحرارة المثلى للتنفس تزيد على تلك التي تناسب البناء الضوئي.

## ٢- أضرار متوسطة الشدة :

ترجع الأضرار المتوسطة الشدة للحرارة العالية إلى تأثيراتها المباشرة على المراحل الأيضية الحساسة للحرارة والتي يترتب عليها نقص في أحد المركبات الهامة للنبات ، أو تراكم مركبات معينة إلى درجة السمية ، مثل تراكم الأمونيا في الحرارة العالية.

كما يدخل ضمن الأضرار المتوسطة الشدة للحرارة العالية كل من : دنتر البروتينات وسيولة الدهون ( وما يترتب عليها من حدوث أضرار بالأغشية الخلوية ) ، وفقد الأحماض النووية وخاصة حامض الـ RNA

## ٣- أضرار شديدة :

تحدث الأضرار الشديدة نتيجة لحدوث تفاعلات كيميائية معينة في درجات الحرارة الشديدة الارتفاع ، يترتب عليها موت الأعضاء النباتية حتى المنخفضة الرطوبة منها ، مثل البذور ومن أمثلة .. هذه التفاعلات زيادة معدل فقد البروتينات عن معدل تمثيلها الأمر الذي يترتب عليه حدوث فقد في الإنزيمات وأضرار بالأغشية الخلوية وقد يحدث الضرر نتيجة زيادة معدل هدم المركبات الهامة أو نقص معدل تمثيلها أو لكلا السببين. وتتميز الأضرار المباشرة للحرارة العالية عن الأضرار غير المباشرة في أن ظهورها يمكن أن يحدث بعد فترة قصيرة من التعرض للحرارة العالية .

## وسائل حماية النباتات لنفسها من أضرار الحرارة العالية:

تقوم النباتات بحماية نفسها من أضرار الحرارة العالية بإحدى وسيلتين هما :

### ١- تفادي أضرار الحرارة Heat Avoidance:

لا يعني تفادي النبات لأضرار الحرارة العالية أن تكون درجة حرارته أقل من درجة حرارة الهواء المحيط به وإنما يكون النبات قادراً على البقاء في درجات حرارة لا تتحملها نباتات أخرى ، وهو ما يحدث بالوسائل التالية :

#### أ- العزل الحراري Insulation:

وهو ما يحدث في جذوع الأشجار الكبيرة بفعل طبقة القلف السمكية التي توجد فيها.

#### ب- انخفاض معدل التنفس:

ربما لا يكون هذا العامل مهماً في الأوراق ( حيث يكون تأثيره قليلاً جداً مقارنة بالحرارة التي تكتسبها الأوراق من جراء تعرضها للأشعة الشمسية ) ، ولكنه يكتسب أهمية كبيرة في أعضاء التخزين الشحمية.

ج - عدم اكتساب الأوراق الطاقة الضوئية الساقطة عليها :



يتحقق ذلك من خلال ظاهرة الانعكاس Reflectance والنفاذية Transmissivity علماً بأن وجود الشعيرات وغيرها من الزوائد الورقية يزيد من ظاهرة انعكاس الضوء . وتتأثر النفاذية بلون الأوراق وسمكها ، حيث تزيد في الأوراق ذات اللون الأخضر الفاتح والقليلة السمك.

د- التبريد بالنتح Tradnpirational Cooling :

يعتقد أن النتح بزيل نحو ٢٣% من الحرارة التي يكتسبها النبات خلال فترة منتصف النهار وتتوقف مدى فاعليته على سرعة الرياح ، ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية.

## ٢- تحمل الحرارة Heat Tolerance:

يتحمل النبات الحرارة العالية لأسباب قد يكون منها : زيادة معدل البناء الضوئي ، ونقص معدل التنفس ، وعدم تراكم السموم أو إبطال مفعولها ووجود بعض المركبات الهامة بتركيزات عالية فلا يترتب على نقصها قليلاً – بفعل الحرارة العالية – تأثيرات ضارة على النبات . كما قد يحدث التحمل للحرارة العالية نتيجة زيادة ثبات البروتينات تحت هذه الظروف أو سرعة عودتها إلى حالتها الطبيعية إذا ما حدثت لها دنثرة جزئية.

### طريق التقييم لتحمل الحرارة العالية:

يصعب كثيراً التحكم في درجة الحرارة تحت ظروف الحقل كما لا يمكن – غالباً – فصل تأثير الحرارة العالية عن تأثير الجفاف في تلك الظروف الطبيعية ولذا .. فإن محاولة إجراء التقييم لتحمل الحرارة العالية تحت ظروف الحقل لا تكون مجدية في معظم الحالات ويتعين – غالباً – إما إجراء اختبار التقييم تحت ظروف متحكم فيها في البيوت المحمية وإما الاعتماد على الاختبارات المعملية غير المباشرة مثل :

١- قياس درجة التسرب الأيوني ( بقياس الزيادة في درجة التوصيل الكهربائي) بعد تعريض أجزاء من ورقة النبات تؤخذ بثاقبة الفلين ( leaf discs ) للمعاملة الحرارية العالية :

يعد هذا الاختبار سهلاً وسريعاً وهو يرتبط باستجابة عمليات حيوية نباتية أخرى للحرارة العالية ( مثل : مقاومة البروتينات الذائبة والإنزيمات للدنثرة وثبات البناء الضوئي في الأوراق الكاملة) وكذلك باستجابة النباتات الكاملة لدرجات الحرارة العالية تحت ظروف الحقل.

وقد استخدم هذا الاختبار – بنجاح – في تقييم أصناف وسلالات فول الصويا والسورج للحرارة العالية ، حيث أفاد في التمييز بينها ولكنه لا يفيد كثيراً عند الرغبة في إجراء الانتخاب في الأجيال الانعزالية لأنه – أي الاختبار – يجري على عدة من عدة نباتات تمثل العشيرة التي يراد اختبارها الأمر الذي لا يمكن تحقيقه في الأجيال الانعزالية التي تمثلها نباتات مفردة.

٢- قياس مدى تأثر الحركة الدورانية للسيتوبلازم بالحرارة العالية.

٣- قياس مدى تأثر معدل البناء الضوئي بمعاملة التعريض للحرارة ، ويتم تقدير ذلك على الأوراق المفردة – غير المفصولة عن النبات – باستعمال أجهزة خاصة يسهل نقلها واستعمالها في الحقل .

### جهود التربية لتحمل الحرارة العالية:

لقد وجدت اختلافات وراثية في القدرة على تحمل الحرارة العالية بين أصناف عديد من المحاصيل منها :السورجم ، الذرة وفول الصويا ، والشوفان ، وغيرها . وكان التقييم في معظم الحالات يرتبط بالقدرة الإنتاجية العالية تحت ظروف الحرارة العالية وهو الهدف النهائي من التربية في هذا المجال ولكن تحقيق تقدم مستمر في هذا الأمر يتطلب دراسة الأساس الفسيولوجي لتحمل الحرارة العالية ليتمكن الجمع بين مصادر الصفة – التي تختلف في أساسها الفسيولوجي – في تركيب وراثي واحد.

### التربية لتحمل ملوحة التربة ومياه الري

تعرف الأراضي غير الصالحة للزراعة باسم " الأراضي ذات المشاكل " وهي الأراضي التي يوجد فيها انحراف حاد – عن المجال المناسب للنمو النباتي الطبيعي – في واحد أو أكثر من العوامل البيئية الأرضية مثل : الملوحة الأرضية والرطوبة الأرضية ، والعناصر الغذائية و الـ ph وتوجد ثلاثة بدائل للاستفادة من تلك الأراضي ذات المشاكل وهي :

١- إصلاح التربة .. وهي طريقة تتبع بنجاح عندما يكون الانحراف في العامل البيئي قليلاً ولكنها لا تكون اقتصادية إذا كان الانحراف كبيراً.

٢- استخدام التربة ذات المشاكل في زراعة أنواع برية من النباتات يمكنها النمو فيها على أن يتم استئناسها لصالح الإنسان بهدف استخلاص مركبات غذائية أو دوائية منها أو الاستفادة منها مباشرة كغذاء للإنسان أو كعلف للماشية أو لإنتاج الزيوت أو المركبات الأخرى التي تدخل في الصناعة . لأن استئناس النبات Plant Domestication لصالح الإنسان يعد أحد أهداف المربي.

٣- تربية نباتات تتحمل الانحراف في العوامل البيئية الأرضية ليتمكن زراعتها بنجاح في هذه الأراضي .

### الأراضي الملحية ، ومشكلاتها ، وكيفية استغلالها في الزراعة

أهمية استخدام النباتات التي تتحمل الملوحة في الزراعة

تؤدي قلة الأمطار في المناطق الجافة وشبه الجافة إلى الاعتماد على الري في الزراعة الذي يؤدي – مع مرور الوقت – إلى تراكم الأملاح في التربة فتصبح بذلك ملحية ، وتقل صلاحيتها للزراعة ويرجع ذلك إلى ما تحتويه مياه الري من أملاح لا يتم التخلص منها . كما توجد في مختلف أنحاء العالم أراض عالية الملوحة غير صالحة للزراعة وفي حالات كهذه .. لا يفيد إصلاح التربة بالوسائل الهندسية في التخلص التام من مشكلة الملوحة وإنما في تحجيمها فقط، بالرغم من التكلفة العالية لتلك الوسائل . ولا يتحقق الاستغلال الأمثل لتلك الأراضي إلا بزراعتها بالأنواع والأصناف التي تتحمل الملوحة .

وتفيد – كذلك – زراعة تلك النباتات التي تتحمل الملوحة في توفير في كل من مياه الري (لعدم الحاجة إلى غسيل الأملاح في كل رية) وتكاليف الإصلاح الدوري للتربة ( بزيادة فتراتهما) كما يمكن ري تلك النباتات بالمياه الأقل جوده وتوفير المياه ذات النوعية الجيدة ( المنخفضة الملوحة) لري الأنواع والأصناف الأكثر حساسية للملوحة.

ويمكن – كذلك – زراعة النباتات التي تتحمل الملوحة بالاعتماد على المياه الجوفية التي ترتفع فيها نسبة الأملاح وفي المناطق الساحلية التي تؤدي كثرة سحب المياه الجوفية منها إلى زيادة ملوحتها بسبب اختلاطها بمياه البحر وفي الصحاري الساحلية التي يمكن ريها بمياه البحر مباشرة.

تقديرات مساحة الأراضي الملحية والرملية

تقدر مساحة الأراضي الملحية – على مستوى العالم – بنحو ٤٠٠ - ٩٥٠ مليون هكتار (الهكتار = ١٠٠٠٠ م<sup>٢</sup> = ٣,٣٨ فدان). أما الأراضي المروية فتقدر بنحو ٢٣٠ مليون هكتار، وتقدر المساحة المتأثرة منها بالملوحة بنحو الثلث ، أي حوالي ٧٥ مليون هكتار منها ملحية أو رديئة الصرف إلى درجة دخول آلاف الهكتارات سنوياً ضمن الأراضي غير الصالحة للزراعة. وتقدر مساحة الصحاري الساحلية بنحو ٣٠ ألف كيلو متراً مربعاً ، بينما تقدر مساحة الكثبان الرملية – على مستوى العالم – بنحو ١,٣ بليون هكتار ، وتشكل كلتا المساحتين نحو ٩% من مساحة اليابسة في الكرة الأرضية ولا يعرف – على وجه التحديد – نسبة الجزء الذي يمكن زراعته من تلك المساحات الشاسعة بالنباتات المحبة للملوحة أو بالأصناف التي تتحمل الملوحة من المحاصيل الزراعية.

### أضرار الملوحة العالية

تظهر الآثار السلبية للملوحة في ثلاث جوانب كما يلي :

#### ١- بناء التربة Soil Structure :

تؤثر التركيزات العالية للأملاح – وخاصة عند زيادة نسبة ادمصاص الصوديوم إلى الكاتيونات الأخرى على سطح غرويات الطين – تأثيراً سيئاً على الصفات الفيزيائية للتربة. حيث تنتشت الحبيبات الصغيرة (المكونة للتجمعات الكبيرة) وتصبح مفردة الأمر الذي يقلل كثيراً من حجم مساس التربة ويضعف نفاذيتها للماء.

#### ٢- التفاعل بين التربة والجذور Soil / Root Interactions :

تجعل التركيزات العالية للأملاح في المحلول الأرضي امتصاص النبات للماء والعناصر أمراً صعباً بسبب زيادة الضغط الأسموزي للمحلول الأرضي والتنافس الكيميائي بين أيونات الأملاح وأيونات العناصر المغذية على الامتصاص.

#### ٣- داخل النبات :

تؤدي زيادة امتصاص النبات للأملاح إلى تواجدها بتركيزات عالية في أنسجة النبات بصورة عامة ، وفي السيتوبلازم والفجوات العصارية بصورة خاصة ، الأمر الذي يترتب عليه ما يلي :

أ- تثبيط النشاط الأيضي .

ب- التضارب مع تمثيل البروتين

ج- فقد الخلايا للماء

د- انغلاق الثغور

هـ - شيخوخة الأوراق مبكراً

ويؤدي عدم التوازن بين تركيز الأملاح في كل من السيتوبلازم والفجوات العصارية إلى زيادة التأثير الضار للأملاح الزائدة فتصبح سامة للنبات بالرغم من أن تركيزها العام في النسيج النباتي قد يكون معتدلاً .

## النباتات المحبة للملوحة وأوجه الاستفادة منها

### تعريف بالنباتات المحبة للملوحة

يقدر عدد النباتات المغطاة البذور المحبة للملوحة halophytes بما لا يقل عن ٨٠٠ نوع نباتي تتوزع على أكثر من ٢٥٠ جنساً ويمثل هذا العدد من الأجناس نحو ٦% من جميع أجناس مغطاة البذور . ومن الأمثلة البارزة للنباتات الزهرية المحبة للملوحة ما يلي :

١- أنواع المانجروف Mangrove ؛ مثل Avicennia و Ageilitis و Rhizophora

٢- "حشائش" البحر المغمورة بالماء مثل : Halophila و Posidonia و Zostera

٣- بعض أنواع عدد من العائلات الهامة مثل العائلة الرمرامية .

تنمو النباتات المحبة للملوحة – سواء أكانت تلك التي تعيش في مياه البحر ، أم على اليابسة – في أوساط لا يقل تركيز الأملاح فيها عن ٤٠ ألف جزء في المليون وهو تركيز أعلى بكثير مما يمكن أن تتحملة المحاصيل الزراعية كما يتبين من جدول (٨-١) .

جدول (٨-١) مدى تحمل الملوحة في مختلف فئات المحاصيل الزراعية

الفئة المحصولية	المحصول	تركيز الأملاح (EC) الذي يؤدي إلى نقص المحصول بنسبة ٥٠%
الحبوب	الذرة	٥,٨
	الأرز	٧,٠
	القمح	١٣,٠
	الشعير	١٨,٠
الخضر	الفاصوليا	٣,٧
	السبانخ	٨,٥
نجليات العلف	الشليم البري	١٠,٨
	حشيشة القمح الطويل	١٩,٥
محاصيل أخرى	فول الصويا	٧,٥
	بنجر السكر	١٥,٥
	القطن	١٧,٥

### أوجه الاستفادة من النباتات المحبة للملوحة:

إن تربية واستنباط أصناف قادرة على تحمل الملوحة من المحاصيل الزراعية المعروفة لزراعتها في الأراضي المتأثرة بالملوحة ليس أكثر من تأخير لعملية استصلاح الأرض التي يجب أن تجري بعد حين للتخلص من ملوحتها الزائدة فمع مرور الوقت – أثناء زراعة تلك الأصناف – مع إهمال التربة يزداد تراكم الأملاح فيها إلى أن تصل إلى مستوى أعلى مما يمكن أن تتحملة هذه الأصناف .

أما النباتات المحبة للملوحة فإنها تنمو بصورة طبيعية في الأراضي الشديدة الملوحة، بل إن نمو بعضها يتأثر سلباً لو أنها زرعت في أوساط قليلة الملوحة.

ولعل أكثر ما يجذب الباحثين إلى دراسة هذه النباتات هو استئناسها وتطوير التقنيات الزراعية المناسبة لها للاستفادة منها مباشرة كغذاء للإنسان أو كعلف للماشية ولكن تحقيق ذلك يتطلب خلو تلك النباتات من التركيزات العالية من أيوني الصوديوم والكلور أو إيجاد الوسائل المناسبة لتخليصها منها.

### الأساس الفسيولوجي لتحمل الملوحة في النباتات:

#### طبيعة تحمل الملوحة في النباتات المحبة للملوحة

تنمو النباتات المحبة للملوحة – غالباً – في بيئات تحتوي على كلوريد الصوديوم بتركيز ١٠٠-٢٥٠ مول/م<sup>٢</sup> (يحتوي ماء البحر على نحو ٥٠٠ مول كلوريد الصوديوم/م<sup>٢</sup>) مع تواجد بعض الأيونات السامة الأخرى أحياناً فإذا أخذنا كلوريد الصوديوم فقط في الحسبان وافترضنا أن نسبة النتج إلى البناء الضوئي (وزن الماء المفقود بالنتج إلى الوزن الجاف للمادة العضوية التي يقوم النبات بتمثيلها) هي ٣٠٠ (وهي نسبة واقعية) وأن تركيز الأملاح في بيئة نمو النبات بتمثيلها فإن عليه أن يتعامل مع ٣,٥ جم من كلوريد الجافة العضوية إما بالتخلص منها أو بمنع تأثيرها السام.

ويمكن بيان خطوط دفاع النباتات ضد الكميات الهائلة التي يمتصها من كلوريد الصوديوم – مرتبة حسب أهميتها فيما يلي :

- ١- تمييز النباتات ضد أيوني الصوديوم والكلور عند امتصاصها للماء الأرضي الملحي.
- ٢- حجز الأملاح في الفجوات العصارية ويظهر ذلك – مورفولوجياً – على صورة أعضاء نباتية عصيرية succulent توجد فيها نسبة عالية من الماء إلى المواد العضوية الجافة وقد يحدث هذا الحجز للأملاح في الأوراق المسنة ولا يعتقد أن تلك الوسيلة يمكن أن يكون لها أهمية كبيرة في تجنب أضرار الأملاح الزائدة في المحاصيل الاقتصادية.
- ٣- يوجد في بعض النباتات تراكيب متخصصة لفرز وطرح الأملاح منها ، كما في النجليات المحبة للملوحة وهي نباتات لاهي بالعصيرية ولا يوجد فيها فجوات عصارية.
- ونجد في أوراق بعض النباتات ( مثل الجنس Atriplex ) تراكيب متخصصة تعرف باسم الغدد الملحية Salt Glands أو المثانات الملحية Salt Bladders تتجمع فيها الأملاح من الأنسجة المحيطة بها ثم تفرز منها بتركيزات عالية إلى سطح الأوراق حيث تغسل من عليها بواسطة الندى أو ماء المطر.
- ٤- تسقط بعض النباتات الصحراوية المحبة للملوحة أوراقها عند زيادة محتواها من الأملاح عن مستوى معين الأمر الذي يمنع تراكم الأملاح في باقي أجزاء النبات وبالرغم من أن هذا الأسلوب في التخلص من الأملاح ذو كفاءة عالية إلا أن قيمته الزراعية – في المحاصيل الاقتصادية – مشكوك فيها.

٥- يمكن للنباتات أن تؤمن لنفسها توازناً أسموزياً Osmoregulation داخلياً عن طريق خاصية النفاذية الاختيارية للأغشية الخلوية التي قد تسمح بمرور أيون معين إلى داخل الخلية وتمنع أيوناً آخر وقد تعمل على نقل أيون ثالث خارج الخلية ويكون اختيار الأغشية الخلوية للأيونات التي تسمح بنفاذها حسب أهميتها للنبات ومدى حاجته إليها ويكون للأغشية الخلوية المعرضة للبيئة الخارجية ( في الشعيرات الجذرية) دورها في تحديد الأيونات التي يسمح بمرورها إلى داخل النبات عندما يكون تركيز الأملاح منخفضاً أو متوسطاً أما عند زيادة تركيز الأملاح فإن الكميات الممتصة من الأيونات غير المرغوب فيها يزداد بصورة غير مناسبة الأمر الذي يستتبع قيام الأغشية الخلوية الداخلية بعملية التنظيم الأسموزي في الفجوات العصارية .

٦- يعرف كثير من الأنواع النباتية – التي يرتبط تحملها للتركيزات العالية من كلوريد الصوديوم – بقدرتها على استبعاد أيون الكلور أو أيون الصوديوم أو كليهما من الوصول إلى النموات الخضرية من خلال أنظمة فيزيائية كيميائية خاصة والتي منها إفراز الصوديوم من الجذور إلى التربة مرة أخرى وقيام خلايا متخصصة من برانشيمية الخشب .

ومن أمثلة تلك النباتات ما يلي

النوع النباتي	الأيون المستبعد
الشعير	الكلورو الصوديوم
القمح	الكلورو الصوديوم
فول الصويا	الكلور
الأفوكادو	الكلور
العنب	الكلور
الحمضيات	الكلورو الصوديوم

علاقة صفة تحمل الملوحة بالنمو النباتي في النباتات المحبة للملوحة:

ينبغي أن تكون الإنزيمات أو الأغشية الخلوية ومكونات تلك الأغشية في السيتوبلازم – في النبات المحبة للملوحة – قادرة على تحمل التركيزات العالية للأيونات غير العضوية والمواد العضوية الذائبة التي توجد في خلاياها أو تكون النباتات مزودة بخصائص لفصل تلك المواد عن الأجزاء النباتية الحساسة في حجيرات خاصة فيما يعرف بال compartmentation

ويتطلب تراكم المواد العضوية الذائبة في تلك النباتات والحاجة إلى أن تكون إنزيماتها قادرة على تحمل الملوحة ( الأمر الذي قد يجعلها أقل كفاءة من نظيراتها في النباتات العادية) وتخصيص حجيرات للأملاح فيها والتميز ضد أيوني الصوديوم والكلور عند امتصاص النبات للماء الملحي من التربة كل ذلك يتطلب بذل طاقة تكون دائماً على حساب نمو النبات وقدرته الإنتاجية ولذا .. نجد أن النباتات الملحية تكون – دائماً – أقل

نمواً وإنتاجية من النباتات العادية كما أنها تعطي أعلى نمو ممكن لها عندما تنمو في بيئات يقل فيها تركيز الأملاح عما تكون عليه الحال في البيئات التي تنمو فيها بصورة طبيعية .

يجب الانتباه الى تلك الحقيقة عند محاولة الاستفادة من صفة تحمل الملوحة (التي توجد في النباتات البرية المحبة للملوحة ) بمحاولة إدخالها في النباتات المزروعة ، ذلك لأن النباتات البرية تصل إلى مرحلة الإزهار والإثمار في وقت قصير على حساب نموها الخضري (بهدف زيادة قدرتها على البقاء) بينما يكون الهدف من زراعة المحاصيل الزراعية هو المحصول الاقتصادي الذي يعتمد – غالباً – على النمو النباتي الجيد .

### علاقة الأساس الفسيولوجي لتحمل الملوحة بالاتجاه الذي يسلكه المربي في تربية المحصول:

يتوقف الاتجاه الذي يسلكه المربي لتحسين تحمل نباتاته للملوحة (أو الأساس الفسيولوجي المناسب لصفة تحمل الملوحة) على تركيز الأملاح في الوسط أو البيئة التي يراد زراعة تلك النباتات فيها ، كما يلي :

- ١- عندما تتوفر الأملاح في البيئة بصورة غير عادية ولكن بتركيزات منخفضة نسبياً :  
يكون تحقيق التوازن الأسموزي مع الأملاح الخارجية – في هذه الحالة – مقبولاً أيضاً ذلك لأن ضرر الملح – عندما يوجد بتركيزات منخفضة في البيئة الخارجية – يرجع أساساً إلى امتصاص الملح – في هذه الحالة – إلى زيادة تحمل النبات للملوحة ويعد الأرز والذرة من المحاصيل التي تستجيب لهذا الاتجاه في التربية.
- ٢- عندما تتواجد الأملاح بتركيزات متوسطة :

لا يكفي مجرد التمييز ضد أيوني الصوديوم والكلور في الامتصاص عندما يتواجدان في المحلول الأرضي بتركيزات عالية بل ينبغي أن يكون النبات قادراً على تحقيق توازن أسموزي مع الكميات التي تمتص منها والتي يتعين فصلها في الفجوات العصارية مع الصوديوم وكبريتات الصوديوم وقد استخدمت تلك الأملاح إما منفردة وإما في توافق مختلفة مع كلوريد الصوديوم وإما مع بعضها البعض.

كذلك درست استجابة النباتات للأملاح بزراعتها في أراض ملحية وبالري بمياه ملحية تحتوي على تركيزات مختلفة من مختلف الأملاح وتظهر النباتات – عادة – قدراً أكبر من الحساسية للملح المنفرد عما تظهره لمجموعة من الأملاح التي تستخدم معاً وربما كان ذلك استخدام ملح واحد منفرد في التقييم لتحمل الملوحة .

### مقاييس تحمل الملوحة في النباتات:

من أهم المقاييس التي استخدمت في تقييم النباتات لتحمل الملوحة ما يلي :

- ١- معدل تشرب البذور بالماء معبراً عنه بالزيادة في ومزن البذور أو حجمها.
- ٢- نسبة الإنبات.
- ٣- سرعة الإنبات علماً بأن الملوحة تؤثر في سرعة الإنبات بدرجة أكبر من تأثيرها في نسبة الإنبات النهائية.
- ٤- بقاء البادرات حية تحت ظروف الملوحة.
- ٥- معدل نمو البادرات



- ٦- الوزن الطازج للبادرات
  - ٧- النمو الجذري والقمي
  - ٨- ارتفاع النبات
  - ٩- القدرة على تكوين الخلفات
  - ١٠- مساحة الاوراق.
  - ١١- وزن المحصول الاقتصادي ومختلف مكوناته
  - ١٢- القدرة على امتصاص عنصر البوتاسيوم تحت ظروف الملوحة
  - ١٣- الحركة الدورانية للسيتوبلازم
  - ١٤- بلزمة الخلايا
  - ١٥- معدل التنفس
  - ١٦- القدرة على البقاء في الظروف الملحية .
- ويجب أن يكون التقييم في مرحلة معينة من النمو النباتي وباستخدام مستوى معين من الأملاح لا يكون تركيز الكالسيوم منخفضاً فيها وبرغم أن النباتات التي تنتخب لتحمل الملوحة في طور مبكر من النمو ربما لا تكون مقاومة في مراحل أخرى متأخرة إلا أن التقييم في مراحل النمو يستلزم وقتاً وجهداً أكبر ويكون أكثر تكلفة ويتطلب طرقاً للتقييم أكثر تعقيداً.

## الهرمونات النباتية والتطبيقات الزراعية

### الوظائف الفسيولوجية والتطبيقات الزراعية:

السيتوكينينات الطبيعية الموجودة في النباتات داخلياً والمستعملة عليها خارجياً تؤدي إلى ظهور بعض التغيرات والتحورات المورفولوجية وإحداث بعض التفاعلات الكيميائية في الأعضاء النباتية المختلفة والتي يمكن تلخيصها كما يلي :

#### ١- كسر الكمون والسكون :

ينحصر دور الكمون في بعض البذور وكذلك سكون الدرنات والبراعم لبعض النباتات المختلفة عائلياً ، ويمكن كسر هذه الظواهر لإستئناف نشاط العضو النباتي سريعاً بإستعمال السيتوكينينات رشاً ، والتي يمكن تلخيص كل ظاهرة على إنفراد تبعاً للآتي :

أ- البذور :

بعض الأنواع من النباتات لا تنبت بذورها بصورة سريعة بل تبقى فترة معينة حتى ينشط جنينها وتظهر أعضاءه المختلفة مكوناً المجموع الخضري والجذري عندما تتوفر الظروف الملائمة للإنبات ويرجع تأخير إنبات البذور إلى وجود الكمون في الجنين أو القصرة أو أغلفة البذور نتيجة تركيز المواد المانعة للنمو كما في جنين بذور عباد الشمس ، أو في اندوسبرم بذور الإبريس ، أو في قصرة بذور الخس والكرنب أو في أغلفة بذور الحوليات البرية . كما توجد بعض المواد الأخرى مانعة لنمو البذور في الثمار الطرية لكل من التفاح والكمثرى والثمار العسرية لكل من الطماطم والموالح ، وبعد نضج وتسوية ثمار هذه الأجناس والأنواع لا تنبت بذورها إلا بعد إنقضاء فترة زمنية معينة لوجود سكون ثانوي بداخلها أي بعد تحلل المواد المانعة لإنباتها ونموها ويمكن التخلص من هذا الكمون نتيجة توفير وتركيز المواد المانعة في البذور بإستعمال محاليل مختلفة التركيز تتراوح بين ٠,٠٥-٠,١ % من السيتوكينينات الصناعية أو الطبيعية .

#### ب- الدرنات :

كثيراً من السوق المتحورة للتخزين مثل : الدرنات لنبات البطاطس لا تنبت براعمها الخضرية الموجودة داخل عيون درناتها عقب إقتلاع الأخيرة مباشرة من التربة الزراعية . نتيجة كمون البراعم لإرتفاع معدل حامض الأبسيسيك ، في خلاياها وإنخفاض معدل الهرمونات النباتية الأخرى . وعند غمس هذه الدرنات ذات البراعم الساكنة في محلول السيتوكينين لفترة قصيرة قد يؤدي ذلك إلى كسر طور سكونها وسرعة إنباتها وتكشفها إلى نموات خضرية نتيجة خفض مستوى حامض الأبسيسيك في البراعم الخضرية الساكنة مما يتسبب ذلك في سرعة الإنقسام الخلوي والإستطالة للخلايا الجديدة وظهور النموات الممثلة للمجموع الخضري والجذري خلال فترة قصيرة.

#### ج- البراعم الجانبية:

جميع البراعم الجانبية للنباتات متساقطة الأوراق تدخل طور راحتها بعد سقوط جميع الأوراق خلال نهاية الخريف وتصبح الفروع عارية تماماً أثناء فصل الشتاء نتيجة المستوى المرتفع لحامض الإبسيسيك وإنخفاض معدل

الجبريلينات والأوكسينات كما في أشجار الحلويات والنواة الحجرية ، وتبدأ البراعم في الخروج من هذا السكون بعد تعرضها لدرجات الحرارة المنخفضة لموسم الشتاء البارد وتتكشف إلى الأوراق أو الأزهار أو الفروع الخضرية أو كلاهما معاً تبعاً للنوع والجنس النباتي لأشجار الفاكهة خلال فصل الربيع نتيجة النقص المفاجيء في معدل حامض الأبسيسك والإرتفاع التدريجي لك من الجبريلينات والأوكسينات الطبيعية . ويمكن سرعة خروج البراعم الساكنة وإنهاء فترة راحتها خارجياً باستعمال مركبات السيتوكينين مثل بنزاييل أمينو البيورين 6-Benzylaminopurine . سرعة خروج البراعم من كمونها وتكشفها بصورة معنوية إلى الأزهار والأوراق والنموات الخضرية خاصة عند استعمال مركب البرومالين Promalin المتكون من الجبريلينات والسيتوكينين GA3, 7, AB .

## ٢- إلغاء السيادة القمية :

من المعروف أن الأوكسينات يرجع إليها الفضل في المحافظة على السيادة القمية للبراعم الطرفية وكمون البراعم الجانبية مما يترتب على ذلك إستطالة السوق الرئيسية في النباتات وقلة العدد للفروع الجانبية . بعكس ذلك السيتوكينيات قد تعمل على تقليل أو منع هذه السيادة القمية وبالتالي يقل إرتفاع النباتات وتزداد الفروع الجانبية عدداً نتيجة كسر طور السكون العميق للبراعم الجانبية وتكشفها إلى الفروع الخضرية عندما تضاف هذه المركبات السيتوكينية مثل الكينيتين وبنزاييل الأدينين أو البيورين . بجانب ذلك من الأفضل إضافة السيتوكينيات إلى البراعم الجانبية نفسها خارجياً لعدم سرعة حركتها ولإنتقالها ببطء لكي تعمل بدورها على تكشف وإتساع الأوعية الناقلة لكل من الخشب واللحاء داخلها وإتصالها بنفس مثلتها في السوق لسهولة وتدفق الغذاء والماء إليها ، نتيجة ذلك سرعة التكشف والتحول إلى الفروع أو الأزهار أو الأوراق.

## ٣- النمو والتطور :

تختلف الإستجابة النباتية لفعالية ونشاط السيتوكينيات بيولوجياً تبعاً لإختلاف النوع والصنف والسلالة لجميع النباتات الراقية ، وكذلك تتوقف هذه الإستجابة أيضاً على فترة النمو الخضري أو الزهري أو الثمري لكل نبات . ويمكن تلخيص ذلك تبعاً للأطوار النباتية كما يلي :

### أ- مرحلة النمو الخضري :

جميع النباتات بلا إستثناء تحتاج إلى السيتوكينيات الطبيعية بكميات ضئيلة جداً وتكون في صورة نشطة حيوياً خلال فترة النمو الخضري إذا قورنت بمثلتها من الهرمونات الأخرى مثل : الجبريلينات أو الأوكسينات وغيرها أن السيتوكينيات ذات تأثير مثبط للنمو الطولي ومنشط للنمو العرضي أو القطري والنمو السريع قطرياً ، وفي النهاية تعطي جذوراً متضخمة شكلها كروي ذات خلايا سميكة الجدر قصيرة الطول عريضة القطر نتيجة تنشيط السيتوكينيات للخلايا البارنشيمية في نموها العرضي وتثبيط لنموها الطولي.

### ب- مرحلة النمو الزهري :

تعتبر السيتوكينيات من العوامل الداخلية أهمية في النباتات المزهرة لدفع مرحلة نموها خضرياً إلى مرحلة النمو زهرياً ، مع المحافظة على عدم سقوط الأعضاء الزهرية خلال عمليتي التلقيح والإخصاب ويعزى ذلك إلى تراكم هذه الهرمونات في أجزاء الزهرة نتيجة سرعة الإمداد من الأوراق إلى الأزهار خلال فترة التزهير . وعموماً فالسيتوكينيات لم تسبب سرعة الإزهار لمعظم النباتات الراقية ، إلا أنه توجد بعض الأمثلة القليلة التي توضح سرعة مرحلة التزهير في النباتات التي تعامل رشاً بمحاليل هذه الهرمونات . وعلى سبيل المثال ، عندما ترش نباتات النهار القصير مثل نباتات *Lumna, Chenpodium, Pirilla* بمركب السيتوكينين وتنمو تحت ظروف النهار القصير قد يتم تزهيرها مبكراً ، وبالمثل لنباتات النهار الطويل مثل نباتات *Arabidopsis, Thliana* وتنموها تحت ظروف النهار القصير . بينما النباتات المحايدة التي لم يتأثر إنتاجها الزهري والثمري للظروف الجوية السائدة خلال فصلي الصيف والخريف عدا فصل الشتاء ذون الحرارة المنخفضة والفترة الضوئية القصيرة . وجدير بالذكر ، أن السيتوكينيات تعمل هي الأخرى على تحديد الجنس Sex expression في النباتات بتغيير الجنس زهرياً . على سبيل المثال ، عند معاملة شجيرات العنب يأخذ مركبات السيتوكينين قد يؤدي ذلك إلى تحويل الأزهار المذكورة في العنقود الزهري إلى الأزهار الخنثى نتيجة تكوين ونمو المبيض فيها الذي يتحول بدوره إلى ثمرة (حبة العنب).

#### ج- مرحلة النمو الثمري :

من المعروف بعد عملية التلقيح والإخصاب في الأزهار ، ينمو مبيض الأزهار المخصبة متحولاً إلى ثمار نتيجة سرعة ونشاط الإنقسام الخلوي لخلايا المبيض أولاً ، ثم كبر حجم الخلايا الجديدة ثانياً ، ويرجع ذلك إلى فعالية السيتوكينيات الداخلية كما في ثمار التفاح والموز والخوخ وغيرها من الثمار النباتية وأكثر من ذلك عند زراعة الأنسجة النباتية المأخوذة من الثمار والنامية في البيئة الصناعية والخالية من السيتوكينين قد يوقف أو يمنع الإنقسام الخلوي لخلايا هذا النسيج الثمري ، وعند إضافة هذا الهرمون تستأنف عملية الإنقسام الخلوي أولاً ثم كبر حجم خلاياها ثانياً.

حتى تكوين البذور داخل الثمار ، يبدو أن السيتوكينيات تتحكم في نمو الجنين وأعضاءه المختلفة خلال مراحل النمو الأولى لتكوين البذور من البويضة الملحقة داخل المبيض . وعند إزالة الجنين من البويضة وزراعته في بيئة صناعية خالية من السيتوكينين لا يكبر حجمه ولا تنقسم خلاياه إلا في وجود هذا الهرمون السابق . مما نستنتج من ذلك أن السيتوكينيات تلعب دوراً رئيسياً وهاماً في تكوين كل من المبيض المكون للثمار والجنين المكون للبذور . مع ملاحظة ليس من الضروري إنتقال السيتوكينيات من الجذور (مركز الإنتاج) إلى الثمار عبر السوق لأن نباتات كل من الطماطم والدخان تتحول أزهارها إلى الثمار عندما تزال جذورها ، ويعزى تكوين الثمار والبذور على النباتات خالية الجذور نتيجة قدرة كل منهما على تخليق السيتوكينين ذاتياً في كل خلايا وأنسجة المبيض والجنين.

#### ٤- زراعة الأنسجة النباتية صناعياً :

ثبت علمياً أن السيتوكينينات الطبيعية والصناعية تعمل على سرعة الإنقسام الخلوي للخلايا المرستيمية والبارانشيمية مما تؤدي إلى زيادة حجم الأنسجة المختلفة للأعضاء النباتية سواء أكانت متصلة بالنباتات الأم أو منعزلة وزراعتها في بيئات صناعية معقمة والتي تسمى بزراعة الأنسجة النباتية. ونجاح زراعة الأنسجة النباتية صناعياً تحتاج إلى عدة شروط تتلخص كالآتي :

أ- عناصر البيئة الصناعية و محاليلها يجب أن تكون معقمة تعقيماً سليماً لمنع نمو الفطر والطحالب والبكتيريا ، كما أن تحتوي على معظم المواد الغذائية من مواد معدنية وأخرى عضوية منها السكريات الذائبة والأحماض الأمينية والفيتامينات والهرمونات النباتية خاصة الاوكسينات والسيتوكينينات والجبريلينات وجميعها ذائبة ومختلطة مع الوسط البيئي المتكون من الأجار شبه السائلي.

ب- الأنسجة النباتية المراد تنميتها وتكشفها مأخوذة من القمم النامية للجذور أو على هيئة أقراص من الأوراق أو مكعبات من أعضاء السوق ونخاعه والسوق المتحورة مثل الدرنات والريزومات والكورمات والأبصال.

ج- الأواني الزجاجية المستعملة في زراعة الأنسجة ، يجب أن تكون من نوع الزجاج النقي والمعروف باسم بيركس وليس الصوديوم ، وأن تكون معقمة جيداً بمحاليل التطهير وبخار الماء الساخن تحت ضغط ، وتغطي هذه الأواني بالقطن المعقم لمنع التلوث وسهولة التبادل الغازي بين الوسط الداخلي والخارجي.

د- حجرة التسمية تكون نظيفة الهواء وجردة حرارتها ثابتة مع توفر الضوء اللازم بها صناعياً.

وعلى العموم ، يتحور شكل أي نسيج نباتي يزرع في البيئة الصناعية من حيث الشكل والحجم ، ويعزى ذلك إلى سرعة الإنقسام وزيادة عدد الخلايا الجديدة ، وتصير نسبة عدد الخلايا للنسيج النامي في الوسط البيئي المحتوى على السيتوكينين إلى مثيلتها للنسيج النامي في الوسط البيئي والخالي من السيتوكينين تصل إلى ٣٠:١ على التوالي بعد عدة أيام أو أسبوع.

مع العلم بأن السيتوكينين لا يؤدي دوره الفعال في إنقسام الخلايا عند غياب الأوكسين أو مشتقاته .

### حفظ الأصول الوراثية النباتية

باستغلال الألفية الجديدة، وما سوف يواكبها من تقنية جديدة ومع القلق المتزايد بسبب زيادة تعداد السكان والأخطار المحدقة بالبيئة، بدأ العالم يعي حالة المصادر الوراثية للنباتات خاصة ما يتعلق بمصادر الغذاء والمراعي والغابات ومدى احتياج ذلك لاتخاذ إجراءات تنظيمية وتوعوية فورية وعاجلة. ومع تنامي الوعي المتعلق بمملكة النبات (لكونها تمثل نظام الدعم الحياتي)، فقد تزايد عدد أولئك الناس الذين يتسائلون عن التهديدات التي تحق بمصادر النبات وما يترتب عليها من تناقص في المصادر النباتية وما يجب عمله لحماية مواطن النباتات، وكيف يتحقق للأفراد وأعضاء الجمعيات ومؤسسات صنع القرار أن يساهموا في المحافظة على النبات. وقد كان لانعقاد اجتماع التنوع الأحيائي (عام ١٩٩٢م بريودي جانيرو) الأثر الكبير في بيان الحاجة للمحافظة على التنوع الأحيائي بشكل عام والنباتي بشكل خاص، وإيجاد الدعم المنتظم لمقوماته، وتسهيل الوصول إلى المصادر الوراثية، والنقل والتمويل الملائمين للتقنيات المتعلقة بهذا الأمر. يعتمد وجود العنصر البشري دائماً على استخدام مصادر الأرض. ففي العقود القليلة الماضية أدى تزايد السكان إلى تدمير مواطن النبات، حيث تواجه أنواع عديدة منها خطر الانقراض. لذلك فإنه من الضروري -ولحد كبير- الاعتراف بأن المسؤولية عن ذلك تقع على عاتق الذين قاموا باستغلال وتدمير المصادر الوراثية النباتية لمصالحهم، والسعي سوياً لتأمين وحماية المصادر المتوفرة لأجيالنا المستقبلية.

### مواجهة الأخطار:

قام الاتحاد الدولي للمحافظة على الطبيعة والمصادر الطبيعية (IUCN) بتقييم الوضع الإقليمي والعالمي لمصادر النبات الوراثية وتحديد وضع الأنواع والأجناس التي تعتمد على توزيعها ووفرته والمخاطر التي تهددها.

وقد إتضح للاتحاد المذكور أن استنزاف المصادر من قبل السكان، واستمرار الزحف السكاني على مناطق النبات، وعدد أفراد النبات المتوفر، ووسائل التهديد المختلفة كلها تمثل معاً معياراً أساسياً للتصنيف المكاني للمصادر النباتية المختلفة، كما تستخدم في تحديد مراتب هذه الأنواع.

وللمحافظة على تلك الأنواع النباتية المهددة فقد تم تطوير استراتيجيات متعددة منها:-

أولاً: المحافظة على الأنواع في مواسمها الأصلية، وهو الأسلوب الأفضل والأكثر ملائمة لهذا الغرض. ولكن هذا يتطلب مزيداً من الإجراءات القانونية، وهي:-

١- تحديد المنطقة أو ما يسمى علمياً بالنقطة الساخنة، والتي يوجد بها أكثر الأنواع من النباتات التي سيتم المحافظة عليها.

٢- المحافظة على الأنواع النباتية خارج موقعها الأصلي عندما تكون عملية المحافظة عليها في الموقع نفسه مستحيلة أو صعبة، ويتم ذلك بإنقاذ النباتات (الأنواع) المستهدفة من موطنها المهدد وتقديم الحماية لها في مستودعات أو مخازن، وقد يكون هذا المستودع منتزهاً وطنياً، أو محمية للحياة البرية، أو حديقة نباتية، أو

بنك للمورث الحقلي، أو بنك للبذور، أو مركز حفظ بالتبريد. ولا يحتاج مثل هذا الموقع إلى مساحة كبيرة، حيث يمكن وضع عدد كبير من النباتات للمحافظة عليها ضمن منطقة صغيرة. ومن أهم الأعمال الرئيسية التي يجب القيام بها في المناطق الخاصة بالمحافظة على المصادر داخل وخارج موقعها مايلي:-

- حماية المنطقة .
- مراقبة الأنواع وفصائلها القريبة منها والأنواع الأخرى التي تشترك معها.
- الاختيار الدقيق لأنواع أخرى من مصادر برية معروفة .
- ثانياً : قام مربو النبات بتطوير منتجات وافرة من خلال الزراعة المكثفة باستخدام تقنيات حديثة وتوظيف التقنية الحيوية التوظيف المناسب، وذلك لمواكبة الطلب على الغذاء من قبل العدد المتزايد لنمو البشر، كما أدت التطورات الأخيرة في مجال التقنية الحيوية إلى تمكن مربو النبات من المحافظة على الأنواع المهددة والمعرضة للأخطار على شكل حبوب لقاح وأجنة.

### بنوك الأصول الوراثية:

مع تقدم الزراعة وزيادة عدد السكان برزت الحاجة الماسة والملحة للمحافظة على الأصول الوراثية النباتية عن طريق تخزين البذور وحبوب اللقاح والأنسجة المرستيمية الحية خارج مواقعها الطبيعية (Ex situ conservation) لفترات طويلة، وقد لجأ الإنسان لهذا النوع من التخزين منذ بداية الزراعة بغرض التوسع فيها وتنويعها، وقد استمرت الزيادة في التنوع الوراثي في المحاصيل لقرون طويلة إلى أن ظهر تأثير الوسائل والنظريات العلمية على تطور الزراعة في بداية القرن العشرين باستخدام قوانين مندل. الجدير بالذكر أن حفظ الأصول الوراثية النباتية للنباتات البرية والزراعية، مثل البذور، وحبوب اللقاح، والأنسجة المرستيمية النباتية الحية (البراعم الجانبية والقمية) في بنوك الأصول الوراثية النباتية خارج مواقعها الطبيعية سوف يلعب دوراً فعالاً وحيوياً للمحافظة على الأنواع النباتية البرية، وبشكل خاص النباتات النادرة والمهددة بالانقراض، وكذلك الحال بالنسبة للعديد من المحاصيل الزراعية الهامة، والتي قد تكون عرضة للإصابة بالعديد من الأمراض الحشرية والفطرية والفيروسية وغيرها من الأمراض المعدية، مما يندرج باختفاء هذه المحاصيل الزراعية.

### نشأة بنوك الأصول الوراثية:

من المعلوم أن النباتات انتقلت من مكان إلى آخر مع هجرة الإنسان وعلى الطرق القديمة للقوافل. وقد أدى تحرك النباتات من بلد إلى آخر ومن شعب إلى آخر إلى استخدام المورثات النباتية (Germplasm) كمصدر للغذاء وتحسين الإنتاجية الزراعية كماً ونوعاً، وزيادة التنوع فيها. وفي حقبة العشرينات والثلاثينات من القرن المنصرم لاحظ العالمان هارلان وفافيلوف أن بعض الأصناف المعروفة من المحاصيل بدأت تندثر وتختفي من المزروعات حول العالم. ومنذ ذلك الوقت ركزت الجهود العلمية الموجهة إلى صيانة التنوع

الأحيائي النباتي على جمع عينات نباتية و تخزينها في مواقع خارج موطن انتشارها الطبيعية. وقد بذلت جهود كبيرة في ذلك وفق مايلي:

- المحافظة على المورثات النباتية في المحاصيل قبل عام ١٩٦٧م.

- تطوير الأصول الوراثية النباتية منذ عام ١٩٦٧.

- الحفظ خارج المواقع الطبيعية وبنوك الأصول الوراثية النباتية.

- صيانة الأصول الوراثية واستخدامها وتنظيمها.

### تصنيف بنوك الأصول الوراثية:

بنوك الأصول الوراثية النباتية (Plant gene banks) عبارة عن مراكز للأصول الوراثية النباتية مثل المورثات النباتية (Germplasm) للبذور، وحبوب اللقاح، والأنسجة المرستيمية الحية كالبراعم النامية القمية والطرفية.

و تصنف بنوك الأصول الوراثية النباتية إلى أربع فئات هي كالتالي:

● بنوك الأصول الوراثية البحثية، وهي التي تحفظ فيها الأصول الوراثية النباتية بغرض البرامج البحثية الزراعية.

● بنوك الأصول الوراثية الوطنية، وهي التي تحفظ فيها المصادر الوراثية النباتية المختلفة التي تهم العاملين في المراكز البحثية الوطنية فقط.

● بنوك الأصول الوراثية الإقليمية، وتتكون نتيجة للتعاون المشترك بين عدد من البلدان التي تحمل إقليمية مشتركة، وذلك للمحافظة على الأصول الوراثية النباتية في تلك المواقع، وأيضا تقوم بدعم الأبحاث العلمية بعلم النبات.

● بنوك الأصول الوراثية العالمية، ويوجد أغلبها في مراكز البحوث الزراعية العالمية (IARCS) التي يختص نشاطها في جمع الأصول الوراثية النباتية للمحاصيل الزراعية من كافة أنحاء العالم، وذلك بالتعاون مع مراكز بنوك الأصول الوراثية النباتية الأخرى في العالم.

### المحافظة على الأصول الوراثية:

تنهج العديد من الدول سياسات للمحافظة على الأصول الوراثية النباتية، من أهمها مايلي:

١. المحافظة على الأصول الوراثية النباتية خارج موطنها البيئية الطبيعية (Ex situ Conservation)

وتعني المحافظة على الأصول الوراثية النباتية (البذور وحبوب اللقاح والأنسجة النباتية المرستيمية الحية) في خارج مواقعها الطبيعية، وتعد هذه الطريقة الأكثر شيوعاً في بنوك الأصول الوراثية العالمية.

٢. المحافظة على الأصول الوراثية النباتية في موطنها البيئية الطبيعية (In situ Conservation)،

ويوضح الجدول (١)، الاختلافات الجوهرية بين هاتين الطريقتين.



المفاهيم	حفظ خارج الموطن	حفظ داخل الموطن
التعريف	المحافظة على الأصول الوراثية النباتية (البذور وحبوب اللقاح والأنسجة النباتية والمرستيمية) في خارج موطنها الطبيعية.	المحافظة على الأصول الوراثية النباتية في موطنها الطبيعية.
الطرق العلمية للمحافظة	جمع العينات النباتية - نقلها - حفظها	المحميات الطبيعية
الطرق الفنية (التقنية) للمحافظة	تخزين البذور، وال (DNA)، وحبوب اللقاح، وحقل بنك الأصول الوراثية، والحديقة النباتية.	تخطيط المواقع وإدارتها.
المميزات وحفظها	١- سهولة الحصول على العينات البذرية في درجات حرارة منخفضة جدا. ٢- سرعة وسهولة توزيع البذور على المزارعين والباحثين. ٣- قلة خطورة نقل الأمراض المعدية مقارنة بالأجزاء النباتية الأخرى. ٤- أي استخدامات أخرى	بعض الأنواع النباتية الهامة إقتصاديا غير قادرة على إنتاج البذور (كالموز)، لذا لابد من ضرورة تكاثرها خضريا احتواء بذور بعض الأنواع النباتية على كميات كبيرة من الزيوت، يعوق حفظها بتلك الطريقة.

### أهداف وآلية بنوك الأصول الوراثية:

يمكن تفصيل أهداف وآلية عمل بنوك الأصول الوراثية فيما يلي :

### الأهداف:

يتمثل الهدف الأساسي (الرئيسي) من إنشاء بنوك الأصول الوراثية النباتية في المحافظة على الأصول الوراثية النباتية، بينما تتمثل الأهداف الفرعية فيما يلي:

- تأمين وتزويد المراكز العلمية البحثية والتعليمية ومحطات التجارب والمزارعين بكميات كبيرة و كافية من البذور بدلا من استيرادها من الخارج.
- إكثار البذور في محطات التجارب الخاصة والتابعة للبنوك الوراثية النباتية.
- تبادل توزيع الأصول الوراثية النباتية والمعلومات مع مراكز بنوك الأصول الوراثية النباتية العالمية.

- التدريب والتعليم وعقد ورش عمل وحلقات دراسية لإعداد كوادر وطنية مؤهلة للعمل بمراكز بنوك الأصول الوراثية النباتية.

### آلية العمل :

تقسم آلية عمل بنوك الأصول الوراثية النباتية إلى مجموعتين:-

- ❖ المجموعة الأولى، ويتعلق عملها في متابعة سير العمل علمياً للمحافظة علي جمع الأصول الوراثية النباتية بدءاً من جمع الأصول الوراثية النباتية إلى تخزينها بصورتها النهائية.
- ❖ المجموعة الثانية، ويتعلق عملها في القيام بالنشاطات البحثية العلمية، وذلك بإجراء التجارب العلمية، مثل الدراسات الفسيولوجية للبذور، والتهجين، وزراعة الأنسجة، والدراسات السيتولوجية لتحديد العدد الصبغي (chromosome)، ودراسة الحامض النووي منقوص الأكسجين (DNA).

### مراحل العمل:

تشتمل مراحل العمل في بنوك الأصول الوراثية على عدة مراحل وفقاً لما يلي:

- ❖ جمع العينات، ويتم حسب الخطوات التالية:
- ١- جمع العينات النباتية (Seed Collection) المعشبية لكل نوع نباتي تجمع منه العينة النباتية البذرية (البذور) تمهيداً لتعريفها علمياً.
- ٢- جمع البذور من خمسين نبات علي الأقل لكل نوع نباتي من كل موقع بيئي (one population).
- ٣- جمع البذور لنفس النوع النباتي (Species) من مواقع بيئية جغرافية مختلفة (Different populations).
- ٤- كتابة الملاحظات الحقلية العلمية الضرورية التالية:-

- ❖ التنظيف والتجفيف: وذلك بواسطة أجهزة معينة تعمل على استبعاد العينات المصابة - والعينات البذرية الفارغة (عدم احتوائها علي جنين). ومن ثم تسجيل بعض المعلومات، مثل كتابة تاريخ استلام العينات وإعطاء رقم معين لها ثم نقلها إلى غرف تبريد - لتخزين مؤقت - عند درجة حرارة (ورطوبة نسبية لا تتجاوز ٢٣%)، وذلك لأجراء العمليات التالية:

- ١- اختبار حيوية البذور (Seed viability testing) وتتم بطريقة ٢,٣,٥ triphenyl (tetrazolium chloride -TTC)
- ٢- تحديد نسبة الإنبات للبذور المجمعة في درجات حرارية متبادلة ومستمرة (يجب أن تكون نسبة الإنبات بين ٨٠% - ٨٥%)، وعندما تكون النسبة أقل من ذلك فإنه لابد من معرفة الأسباب). أما إذا كانت البذور ميتة فيجب إعادة جمع بذور جديدة مرة أخرى، أما إذا كانت تعاني من السكون (الكمون) فلا بد من كسره بالطرق العلمية المختلفة.

- ٣- قياس محتوى الرطوبة في البذور والتأكد من أنه منخفض جداً (٥-٨%)، ولا يتجاوز (١٢%).

❖ وضع العينات في حاويات، وذلك حسب الشروط التالية:

- ١- أن تكون مانعة لامتصاص الرطوبة الجوية، وواقية من الإصابة بالحشرات والتلوث .
- ٢- أن تكون معدة خصيصا لحفظ البذور (عادة تكون من الألمنيوم الورقي أو علب معدنية أيضا معدة خصيصا لهذا الغرض).

٣- وضع كافة المعلومات - المسجلة سابقا - على مظروف خاص أو في العلب المعدنية.

٤- كتابة كمية البذور الموجودة في الحاوية ومعرفة مواقعها في غرف التخزين أيضا.

❖ حفظ البذور: وذلك بعد التأكد من أن درجة حيوية البذور عالية، وأن محتوى الرطوبة في البذور منخفض لدرجة كبيرة جدا، كما يجب التأكد من نوعية وهدف التخزين، وذلك على النحو التالي:-

١- تخزين لأقل من خمس سنوات (Short term storage) ، ويتم عند درجة حرارة (٥ م) عند محتوى رطوبة منخفضة جدا.

٢- تخزين أقل من عشر سنوات (Medium term storage)، ويتم عند درجة حرارة (١٠ م) عند محتوى رطوبة لا يتجاوز (١٥ %).

٣- تخزين أكثر من عشر سنوات تخزين دائم (Long-term storage)، ويتم عند درجة حرارة ما بين (١٨ م) إلى (٢٠ م) ومحتوي رطوبة لا يتجاوز (٤ - ٦ %).

٤- تخزين لأكثر من خمسة وعشرين سنة، ويهدف إلى تخزين البذور الصغيرة الحجم، وحبوب اللقاح، و الأنسجة المرستيمية الحية بطريقة (Cryopreservation) ويتم عند درجة حرارة منخفضة تتراوح ما بين (١٧٠ م) إلى (١٩٦ م) - في نيتروجين سائل - عند مستوى رطوبة منخفضة جداً.

### مراكز بنوك الأصول الوراثية

بالإضافة إلى بنوك الأصول الوراثية النباتية المنتشرة في العديد من دول العالم مثل كندا، وأستراليا، والهند والباكستان، والمكسيك، ونيجيريا، وكولومبيا، وسوريا، ومصر هنالك العديد من بنوك الأصول الوراثية النباتية المنتشرة في العديد من بلدان العالم ومن أهمها مايلي:

١- المركز الوطني الأمريكي لحفظ البذور (National Seed Storage laboratory - NSSL)

٢- معهد فافيلوف للأبحاث العلمية الروسية في النباتات (VIR)

٣- المركز الوطني الياباني للأصول البيولوجية الزراعية (NIAR)

٤- المركز الهولندي للأصول الوراثية (CGN)

٥- المركز الوطني البرازيلي للمصادر الوراثية وأبحاث التقنية الحيوية (CENARGEN)

### تقنيات حفظ الأصول الوراثية النباتية:

هناك بعض التقنيات التي تدرج تحت أساليب حفظ الأصول الوراثية وتطبق آليات التقنية الحيوية، ومن هذه التقنيات مايلي :

#### جمع العينات في الأنابيب:

يدخل ضمن عملية جمع العينات ، تنظيف العينة من الحشرات ووضع النسيج الحي المزروع للنبات في وسط معقم خاص بالاستنبات، وذلك قبل نقله لمختبر الاستنبات النسيجي تمهيداً لمزيد من الإجراءات لحفظه في الأنبوب الزجاجي. ويعد ذلك مهماً بشكل خاص لبعض أنواع النبات التي يتم تضاعفها بالتكاثر اللاتزاوجي، ولبعض البذور والأجنة الحساسة التي تنهار سريعاً. ولهذه التقنية إمكانية كبيرة في تسهيل جمع المورثات لأنواع الفواكه المدارية وما يقع تحتها، مثل نبات الكاسافا ، وجوز الهند . وحديثاً تم جمع ٣٠٠ عينة من أصول الموز من جوانا الجديدة باستخدام هذه التقنية قبل عملية نقلها لجمعها في أستراليا. ولهذه التقنية ميزة أن النباتات المنقولة تخضع بسهولة لأنظمة الحجر الصحي مما يوقف أمراض كثيرة مثل مرض الفيوزاريوم وأمراض أخرى سهلة الانتشار.

#### الاستنبات (الزراعة) في الأنابيب:

تقدم هذه التقنية بعض الإيجابيات الرئيسية للمحافظة على المصادر الوراثية للنبات واستخدامها. ففيها يمكن الاستنبات من أب خالٍ من الأمراض والمحافظة عليها بنفس الحالة. وبشكل آخر، فإن تربية واستنبات العينات البرعمية وما يدخل ضمن ذلك من معاملات تعقيم كيميائي أو حراري تعد تقنية تم إثبات مقدرتها على التخلص من أمراض فيروسية محددة أو غيرها من الأمراض البكتيرية والفطرية ، وبالتالي فإن المورثات الخالية من الأمراض يمكن نقلها بسلام وبسرعة بين البلدان. ولكن يبقى افتراض أن الاستنبات بهذه التقنية ليس دائماً آمناً، إذ أن البادرات النسيجية ليست دائماً خالية تماماً من بعض الفيروسات ، إلا إذا كانت

مادة الأب الابتدائية (الأصل) مفحوصة بشكل دقيق للتأكد من خلوها من الأمراض، ولا بد من أخذ الحيطة والحذر عند التعامل مع أنسجة النبات المزروعة المعدة للتصدير أو الاستيراد.

### تخزين المورثات في الأنابيب:

معظم المورثات النباتية تجمع على هيئة بذور إلا أن آلية تخزين البذور هذه لها بعض السلبات التي تحد منها - كما أوردتها - وهي كما يلي :-

- ١- بعض الأنواع ليس لها بذور مثل أنواع الموز وفاكهة الخبز. (Artocarpus)
  - ٢- بذور بعض الأنواع غير ذاتية التلقيح (heterozygous) مثل نبات البابايا، يفضل فيها المحافظة على المادة اللاتزاوجية (الخضرية).
  - ٣- لا يمكن حفظ بذور الأنواع الحساسة للتجفيف والتبريد، حيث أن بعض الأنواع المدارية الحساسة لعمليات الحفظ (مثل المانجو، وجوز الهند) ينقصها - غالباً - آلية السبات الطبيعية.
- أدت الأسباب السالفة الذكر إلى أن تكون عملية التخزين في الأنابيب بديلاً متوفراً لجمع عينات الحقل للأنواع التي تقع ضمن المجموعات الثلاث المذكورة أو للأنواع النادرة والمعرضة للخطر.
- تتطلب عينات المصادر النباتية المأخوذة من الحقل بالجمع التقليدي إلى صيانة منتظمة، وهي معرضة للتلف بسبب المرض وهجوم الحشرات والعوامل الجوية القاسية والكوارث الطبيعية، وبالمقارنة مع العينات المجموعة بالأنابيب فإن الأخيرة آمنة من هذه المشاكل بالرغم من خطر فشل السيطرة البيئية في غرف النمو أحياناً مما يؤدي إلى فقد كامل لنباتات الزراعة النسيجية، شكل (١). وهكذا فإنه يوصى باستخدام مجموعات مطابقة لها في أكثر من موقع.
- ومن مزايا التخزين في الأنبوب - يتفوق على مجموعات العينات الحقلية - العدد الكبير من عينات الاستنبات التي يمكن تخزينها. في محتوى صغير في غرف النمو، شكل (٢).
- يتم الحفاظ على المجموعات النباتية داخل أنابيب الزراعة بشكل عام، إما بتخزين النمو البطيء أو عن طريق الحفظ بالبرودة الشديدة (Cryopreservation).

تتطلب طريقة تخزين النمو البطيء وسائل عديدة ومتنوعة لتقليل إعادة الاستزراع المتكرر (Subculturing)، وبالتالي تقليل جهد العمل وتكاليف استهلاك الأوساط الغذائية. وقد تم تصنيف الحفظ بالحرارة المنخفضة إلى خمس طرق وهي:-

- ١- درجة حرارة منخفضة (٢-٨م) مع ضوء ضعيف.
- ٢- طبقة علوية من الزيت المعدني.
- ٣- ضغط جوي منخفض مع كمية قليلة من الأكسجين.
- ٤- التجفيف (الأجنة).

٥- وسط غذائي منخفض المغذيات مع مثبطات نمو.

وقد أشار باجاج إلى أنه أمكن تخزين نباتات الأراولا والبيتونيا لمدة ست سنوات بدون إعادة استزراع باستخدام التخزين بالحرارة المنخفضة.

تعد طريقة الحفظ بالتجميد والبرودة الشديدة (cryopreservation) هي طريقة حفظ طويل الأجل لمعلق خلايا النبات المحفوظ في النيتروجين السائل، ثم تحقيق الحفظ بالبرودة الشديدة باستخدام واقيات البرودة الشديدة والتحكم بالتبريد. وقد تم تطبيق هذه التقنية بشكل ناجح لمعلق الخلية النباتية وعينات الزراعة النسيجية (callus).

ومن الأساليب الحديثة لطريقة التجميد والبرودة الشديدة إزالة الماء من العينات الزراعية (عينات الاستنبات) قبل التجميد السريع بغمرها في نيتروجين سائل. حيث ينجح هذا الأسلوب مع نسيج منظم وعضو كامل مثل الجنين والبراعم المرستيمية. ويوجد عدد من إجراءات التجميد وإزالة الماء مثل التزجيج، والتعليق في كبسولات خاصة، وإزالة الماء - التجفيف - والتجميد الذي يسبق النمو، والتجميد بالتقطير .

#### الإكثار الدقيق :

للتكاثر الدقيق (Micropropagation) سلبيات وإيجابيات فيما يتعلق بالمحافظة على المورثات النباتية واستخدامها. ومن السلبيات أنه بالرغم من أن الإكثار الاستنساخي للأنواع المنتخبة قد ينتج عنه محاصيل جيدة كما ونوعاً فإن مصطلح استنساخ - مطابقة الأمهات - هو عكس مفهوم التنوع الوراثي أو التطير والذي يعني الانتحاء عن صفات الأبوين لانتاج أنواع تختلف وراثياً عنهما .

كذلك قد ينجم عن الإكثار الدقيق المستمر نباتات هشة سهلة الإصابة والضعف ونقص المناعة .

أما الجانب الإيجابي للإكثار الدقيق فيتمثل في أنه يمكن أن يسهل إعادة توالد الأجيال وتكاثرها بأعداد لا محدودة لكونه يوفر عمليات التضاعف اللاتزاوجي أو اللاجنسي، من مصادر لابذريه مثل خلايا أو أعضاء المصدر النباتي المرغوب إكثاره ومثل هذه العمليات يمكن أن تساهم في نشر و توزيع المورثات المفيدة بين الدول في حالة خلوها من الأمراض.

كذلك تظهر بعض الأنواع مستويات عالية من عدم الاستقرار الوراثي في الاستنبات بالأنابيب بينما تبدو الأنواع الأخرى أكثر استقراراً من الناحية التوارثية مما يجعل من عملية الإكثار الدقيق وسيلة حيوية لمقارنة النباتات من هذا المنظور .

ويعد عدم الاستقرار الوراثي غير مرغوب فيه أحيانا إذا كان غرض مربّي النبات إنتاج طفرات وراثية، ولكنه في المقابل مرغوب فيه جدا إذا كان الغرض هو المحافظة على المورثات أو الأصول المنتخبة. ويعتبر النسيج المأخوذ من خلايا مرستيمية وبراعم قمية وراثيا أكثر الأنسجة استقراراً في النبتة ، عليه ينصح باستخدامه كمصدر وراثي لأغراض حفظ الأصول الوراثية بالأنابيب .

#### الإنسال في الأنابيب:

يقصد بهذه التقنية إعادة تنشئة النباتات المتدهورة أو صعبة الإكثار تقليدياً باستخدام الأنظمة (البروتوكولات) المبنية على أساس تجديد أجيال النباتات عن طريق النشوء العضوي (organogenesis) أو النشوء الجنيني (embryogenesis)، مما يساعد على توفير معدلات نمو وتكاثر عالية ولكنه أيضاً يميل إلى عدم الاستقرار الوراثي أو التغير الجسدي. ففي الأنواع النباتية الشمسية تم تحقيق التجديد في الأجيال عن طريق استنبات أجنة غير مكتملة النمو لأنها تمثل أغلب النسيج التجديدي في النبتة. ففي نبتة الليتشي (Lychee) مثلاً أنتجت الأجنة غير مكتملة النمو عينات استنبات أجنة جنينية ونباتات ، إلا أنه حتى عام ١٩٩٣م لم يذكر عن أي إنتاج لهذه النباتات من براعم أو سيقان بالأنابيب.

ولأغراض الحفظ وفي الحالات التي تكون فيها أنظمة التجديد هذه هي البديل الوحيد فإنه من المفضل جمع وحفظ الأصول حتى في حالة إنتاج أنواع تختلف وراثياً بدلاً من فقدان الأنواع كلياً. وقد تطورت بذور صناعية من أجنة نسيج جسدي وأظهرت إمكانية عالية لتخزين المورثة، خصوصاً إذا ما اشترك ذلك مع الحفظ بالبرودة الشديدة. وبالرغم من ذلك فإن معظم التطبيقات الحالية على الأنواع التي من السهل استنبات نسيج لها مازالت تميل لإنتاج أنواع وراثية تختلف بعض الشيء عن الأمهات .

#### الزراعة النسيجية لوحيدة الصبغات الكروموسومية :

يعد إنتاج العينات وحيدة الصبغات (Haploid) من النباتات من حبوب لقاحها وسيلة ناجحة للغاية للمحافظة على المصادر الوراثية للنباتات وتكاثرها، كما يعتبر التطبيق الرئيسي للزراعة النسيجية للمنبّر (Anther) المعروف بحامل حبوب اللقاح، ومن الممكن المحافظة على المورثات أيضاً على هيئة أبواغ أو حبوب لقاح كوسيلة لإنتاج مزدوج لوحيدة الصبغات ولتفعيل برامج تربية تلك النباتات حيث أن مثل هذه الميزات لا تتوفر في برامج حفظ الأصول الوراثية التقليدية.

#### زراعة (استنبات) الأجنة:

تعد عملية انتشال الأجنة واستنباتها عملية بسيطة نسبياً في تقنيات الزراعة النسيجية، كما أنها مفيدة أيضاً عندما تكون الأجنة بطيئة النمو لتكوين الثمار في حالة سبات البذرة، أو عدم نضج الجنين أو بلوغه، أو عندما تبقى البذرة غير مكتملة النمو. ومثال رائع على ذلك يتمثل في إنتاج نباتات جوز الهند من نوع فاكابونو في جامعة الفلبين في لوسي بانوسي ، حيث تبقى أجنة جوز الهند غير مكتملة النمو (غير مثمرة)، مع كون الأساليب التقليدية للإنبات غير ممكنة الحدوث ، كذلك الحال في بذور النبات البري المحلي ( الغضا ) حيث أن لطبيعة كمون أو موت الأجنة البذرية دور في خفض نسبة الإنبات إلى ما لا يتجاوز ٥% بينما تؤدي عملية انتشال الأجنة الغضة شكل (٣) وشكل (٤)، إلى رفع نسبة الإنبات إلى أكثر من ٩٥%.

وبالرغم من كمون وسكون الأجنة في البذور إلا أنه تم تحقيق توليد وتكاثر على نطاق واسع باستخدام إنتشال الأجنة من قصرة البذرة، وبالتالي نمو البادرات من هذه الأجنة المعراة بالزراعة النسيجية .

وقد أشار تاو وأنيشتي عام ١٩٩٥م إلي الأثر الكبير لانتشال الأجنة والزراعة النسيجية لها كاجراء فعال في حفظ الأصول الوراثية للنباتات التي تحتاج أجنحتها للانتشال وازالة أسباب الكمون وعدم الانبات تقليدياً.

#### الواسمات الجزيئية:

توفر الواسمات الجزيئية تقنية مفيدة للغاية للمحافظة على المصادر الوراثية للنبات واستخدامها، كما تسهل تحليل ومراقبة التنوع الحيوي، وتقييم وتحديد ميزات وخصائص المورثات التي تم جمعها، وكذلك تقييم التنوع في المجموعات النباتية المتوفرة، ومن المزايا الأخرى لهذه التقنية أنها :-

١- تمثل فرصة لا مثيل لها لتوفير المعلومات حول التنوع الذي يوجد لبعض الأنواع الخاصة ضمن الأقاليم المحلية وبين البلدان، وكذلك حدود الثبات الوراثي للأجيال المنتجة من الجنس أو النوع الواحد.

٢- توفر دقة متناهية وطريقة موضوعية. في تحديد ماهية تنوع الأصول الوراثية ، ويعد هذا مفيداً على الأخص في نشر المعلومات الدقيقة بين الشبكات الإقليمية والعالمية.

وبشكل تقليدي فإن الواسمات الجزيئية المتعلقة بشكل النبات والإيزوزيمات تم استخدامهما لهذه التقييمات، إلا أن كليهما محدود ، لذا تأتي أهمية تقنيات الفصل الجزيئي للمورثات مثل (RFLP,RAPD,AFLP,VNTR)، والتي تعد بمثابة ثورة في الوصول إلى الهدف المتضمن مراقبة التنوع الحيوي والوراثي النباتي.

ويوضح شكل (٥) تطبيق تقنية (RAPD) على أنواع النخيل بالمملكة للتعرف على مدى التنوع الوراثي ومدى الحاجة الى حفظ بعض الأصول المهمة منها (Al-Khalifah & Askari, 2003).

وبداية فإن الواسمات الجزيئية ستكون ذات قيمة عالية في تقدير وتقييم التنوع والاستقرار الوراثي، وبالرغم من هذه الإمكانيات، فإن التحديدات الحالية لتقنية الواسمات الجزيئية تتطلب معدات غالية الثمن، وتدريب الأفراد العاملين عليها، وبذل جهد كبير في البحث لتوفير إمكانيات تطبيقات واسعة لمدى معين من الأنواع.

#### نقل المورث :

يقصد بتقنية نقل المورث (Gene Transfer) نقل خلايا أو نسيج يحتوي على المادة الوراثية (DNA) بين أجناس الكائن الحي باستخدام وسيط غالباً ما يكون حامل بكتيري أو فيروسي أو بطريقة ميكانيكية عن طريق الإدخال المباشر (الحقن) للمادة الوراثية في خلايا النبات المراد تحسينه في ظروف أو بيئة الأنابيب، أو عن طريق قوة الدفع العالية للمادة الوراثية لغرض دمج الخلايا الحاملة والمستقبلية للمادة الوراثية .

تشمل تقنية نقل المورث مدى متزايداً من التقنيات الجزيئية المستخدمة لتحديد موقع المورثات الدخيلة وعزلها واستنساخها ونقلها إلى نبات يراد تطويره، وحيث أن كافة الأشكال الحيوية الآن هي مصدر ممكن للمورثات



المفيدة لتحسين النبات فإن لهذه التقنية تضمين عميق للمحافظة على المصادر الوراثية واستخدامها (FAO-).  
(1)

تعد هذه التقنية حديثة إلى حد ما حيث طبقت خلال العقد الأخير ، إلا أنها وسيلة فعالة تم فيها تطوير مواصفات الكثير من المحاصيل إما لتحسين صفاتها الوراثية النوعية مثل صفة الصلابة بالطماطم لزيادة مدة تخزينها، أو صفة المقاومة للأمراض مثل مقاومة مرض دودة القطن في باكستان، أو تحسين صفات وكميات الحبوب في محصول الارز.

#### التوصيات العامة:

يتضح بالدليل العلمي القاطع الحاجة الماسة والعاجلة للإسراع في أعداد برنامج علمي يهتم بموضوع المحافظة على الأصول الوراثية النباتية بالمملكة العربية السعودية، تساهم فيه العديد من الجهات الحكومية مثل مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، وزارة الزراعة والهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها. ولربما من المناسب أن يكون هنالك مركز إقليمي للأصول الوراثية النباتية نظراً لكون العديد من النباتات يتمركز منشأوها بالجزيرة العربية.

## الانظمة والتشريعات المتعلقة بحماية الحياة البرية

### اتفاقية التنوع الحيوي:

تتناول اتفاقية التنوع الحيوي الاختلافات الجينية لكافة أنواع النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة ، وترمي الاتفاقية إلى ضمان التوازن البيئي بدرجة أولى من خلال حفظ تنوعه الحيوي وتعد بذلك بوليصة تأمين الحياة على كوكب الأرض، لذلك وإدراكاً لأهمية التنوع الحيوي تم خلال مؤتمر قمة الأرض في ريودي جانيرو عام ١٩٩٢م فتح باب التوقيع على الاتفاقية وخلال عام من تاريخه بلغ عدد الدول الموقعة على الاتفاقية مائة وثمانية وستون دولة مما جعلها أكثر الاتفاقيات انتشاراً في العالم، وبموجب هذه الاتفاقية تتعهد الدول الموقعة عليها بتحقيق أهداف الاتفاقية الثلاثة وهي:

- ١- صون التنوع الحيوي.
  - ٢- الاستخدام المستدام للتنوع الحيوي.
  - ٣- الشراكة العادلة لمنافع استغلال الموارد الجينية.
- كما تتعهد الأطراف الموقعة على الاتفاقية على إعداد استراتيجية وخطة عمل وطنية للتنوع الحيوي تترجم أهداف الاتفاقية إلى إجراءات عمل تنفيذية وذلك بموجب نصوص موادها (٦) و (٢٦) فضلاً عن تنفيذ كافة بنود الاتفاقية.

## الانظمة والتشريعات المتعلقة بحماية الحياة البرية في المملكة العربية السعودية

### حماية البيئة إحدى مواد نظام الحكم وأساس استراتيجي في خطط التنمية:

صدر النظام الأساسي للحكم الصادر بالأمر الملكي رقم أ/٩٠ وتاريخ ١٤١٢/٨/٢٧ هـ مشتملاً على ثلاث وثمانين مادة. وقد نصت المادة الحادية والثلاثون منه على: "أن تعنى الدولة بالصحة العامة وتوفير الرعاية الصحية لكل مواطن"، كما نصت المادة الثانية والثلاثون من النظام نفسه على أن: "تعمل الدولة على المحافظة على البيئة وحمايتها وتطويرها ومنع التلوث عنها".

وقد سنت القوانين الهادفة إلى تنفيذ هاتين المادتين ومنها: نظام المراعي والغابات ونظام المناطق المحمية، ونظام صيد الحيوانات والطيور البرية، ونظام صيد الثروات المائية الحية من المياه الإقليمية واستثمارها وغيرها من النظم الخاصة بصحة البيئة.

وقد بدأت خطط التنمية في معالجة مشكلات البيئة التي بدأت في الظهور بسبب التنمية الشاملة في جميع المجالات خلال العقود الماضية. فابتداءً من خطة التنمية الخامسة (١٤١٠-١٤١٥ هـ-١٩٩٠-١٩٩٥ م) وأصبح علاج المشكلات البيئية هاجساً للمخططين بالمملكة، حيث ورد فيها نص صريح بهذا الموضوع هو: "لقد صاحب التوسع الاقتصادي السريع في المملكة، وتحقيق معدلات في التنمية العمرانية لم يسبق لها مثيل

خلال العقدين الماضيين، حدوث بعض الأضرار بالموارد الطبيعية والبيئية مثل: التلوث والأخطار الصحية الناجمة عن المعالجة غير الملائمة لنفايات النشاطات الصناعية والزراعية والحضرية، وتلوث الهواء في المدن الكبيرة والمناطق الصناعية، وتلوث البحار، ولا سيما في الموانئ وبالقرب من المجمعات الصناعية الكبرى ومحطات التحلية، وارتفاع مستوى المياه الأرضية في المدن، وتراكم المياه بالقرب من سطح الأرض، وارتفاع ملوحة التربة، والأخطار التي تواجه الحياة الفطرية، وانقراض بعض أنواع الحيوانات والسلاسل، والحد من التباين الوراثي، علاوة على نقص احتياطي المياه الجوفية وتدني مستوى جودتها. كما أكدت خطة التنمية هذه على أنه - انسجاماً مع طبيعة أعمال البيئة التي ترتبط بمختلف القطاعات - سوف تتعاون الجهات الحكومية جميعها على تحقيق الأهداف الآتية خلال خطة التنمية الخامسة:

- ١- حماية البيئة وأنظمتها والمحافظة على خصائصها الطبيعية، علاوة على صيانة المواد الطبيعية.
- ٢- حماية مختلف أنماط الحياة الفطرية في المملكة وتطويرها، مع الحفاظ على التوازن البيئي، وتباين المصادر الوراثية الحيوانية والنباتية.
- ٣- تحقيق توازن مستمر بين التوزيع السكاني والطاقات الاستيعابية للبيئة مع الأخذ في الحسبان آثار النمو السكاني والأنماط الاستهلاكية على قاعدة الموارد الطبيعية.
- ٤- توفير الطاقة الكافية بتكلفة ملائمة، وبالطرق التي تحد من مخاطر تدهور البيئة، مع المحافظة على موارد الطاقة غير المتجددة، والاستفادة من إمكانات موارد الطاقة النقية المتجددة مثل الشمس والرياح.
- ٥- تحقيق أعلى قدر ممكن من التنمية الصناعية التي تأخذ بأحدث أساليب التقنية المتاحة الملزمة بالاعتبارات البيئية لتلافي التلوث في مراحل التصميم كلها، والإنشاء، والتشغيل لهذه الصناعات.
- ٦- تحقيق الأمن الغذائي دون استنزاف للموارد، أو أضرار بالبيئة، إضافة إلى إصلاح قاعدة موارد المياه والأرض في المواقع التي تصاب بالتدهور البيئي (وزارة التخطيط، ١٤١٠ هـ).

### تأسيس الأجهزة الحكومية الراعية للبيئة:

كان ثمرة اهتمام قادة هذه البلاد بحماية البيئة تأسيس أجهزة حكومية تعنى بالبيئة وشؤونها، فأنشئ جهاز لحماية البيئة بمصلحة الأرصاد وحماية البيئة، للاهتمام بالبيئة المحيطة بالإنسان، فهي تهتم بالمشروعات التي تؤثر سلباً في البيئة كالتلوث وإحداث الضجيج، أو ينتج عنها مخلفات سامة، وتراقب تصميم المشروعات لضمان تطبيق المعايير البيئية. وأقامت وزارة الزراعة والمياه متنزه عسير الوطني عام ١٩٨١م كأول منطقة محمية للنباتات والحيوانات البرية في المملكة العربية السعودية، وتبع ذلك تأسيس متنزهات أخرى، وتبنت وزارة الزراعة والمياه أساليب متطورة للعناية بالمصادر الطبيعية، وجهاز لصحة البيئة في وزارة الشؤون البلدية والقروية، كما تأسست الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بتاريخ ١٢/٩/١٤٠٦ هـ. فالمملكة العربية السعودية يوجد بها أنظمة بيئية برية وبحرية متنوعة، بالإضافة إلى وحدات بيئية متباينة، تحتوي على أصناف متنوعة من النباتات والحيوانات. وقد سعت الهيئة منذ إنشائها إلى احتضان أعداد مختلفة وإنمائها من

أنواع الحيوانات والطيور البرية التي كانت توجد بكثافة كبيرة في صحاري المملكة وجبالها وأصبحت مهددة بالانقراض. كما عملت على إجراء الدراسات والبحوث الأساسية والتطبيقية لطرائق معيشة مختلف الحيوانات الفطرية، وأساليب تكاثرها، بغية إكثار أعدادها، تمهيداً لإطلاقها في محميات تؤسس لهذا الغرض، أو في مواطنها الطبيعية السابقة في البرية. وتسعى الهيئة أيضاً في برامج موازية إلى حماية الغطاء النباتي الفطري - الذي يشكل القاعدة الأساسية في سلاسل الغذاء وإنمائها، حيث يعاني هو الآخر من تدهور واضمحلال . وتقوم الهيئة أيضاً بإجراء البحوث والدراسات الهادفة إلى حماية الأحياء البحرية النادرة وإنمائها.

### التنسيق بين الأجهزة الحكومية ذات العلاقة بالبيئة:

نتيجة لوجود عدد من الأجهزة الحكومية التي تهتم بالبيئة أو أحد جوانبها فقد ظهرت الحاجة الملحة للتنسيق بين هذه الجهات لتنفيذ ما يخصها. فأنشئت لجنتان للتنسيق بين هذه الأجهزة هما: لجنة تنسيق حماية البيئة واللجنة الوزارية للبيئة.

#### أ- لجنة تنسيق حماية البيئة:

وحددت مهامها بما يلي:

- ١- دراسة ما ترفعه مصلحة الأرصاد وحماية البيئة من أنظمة تتعلق بشؤون حماية البيئة وإقرارها ثم رفعها لمجلس الوزراء.
- ٢- اعتماد الدراسات والتقارير المقدمة من مصلحة الأرصاد وحماية البيئة.
- ٣- إقرار اللوائح والتعليمات الواجب اعتمادها وتطبيقها من قبل جميع الأجهزة الحكومية في مختلف مناطق المملكة، ورفعها إلى مجلس الوزراء للتصديق عليها.
- ٤- إقرار الإجراءات والتعليمات التي يقتصر تطبيقها على جهات حكومية معينة.
- ٥- اعتماد خطط مصلحة الأرصاد وحماية البيئة وبرامجها ومشاريعها.
- ٦- توجيه مصلحة الأرصاد وحماية البيئة حول مجال الدراسات والمعلومات الواجب توافرها في الأمور ذات العلاقة بحماية البيئة.
- ٧- تنسيق النشاطات ذات الطابع البيئي بين الأجهزة ذات العلاقة في المملكة.

#### ب- اللجنة الوزارية للبيئة:

وحددت مهامها بما يلي:

- ١- إعداد وجهة نظر المملكة وموقفها من القضايا البيئية على المستوى الدولي والإقليمي.
  - ٢- تحديد موقف المملكة ووجهة نظرها في المؤتمر العالمي للمناخ.
  - ٣- وضع الاستراتيجيات والسياسات البيئية على المستوى الوطني .
  - ٤- تنسيق النشاطات البيئية في المملكة العربية السعودية ومتابعتها.
- ويقوم رئيس مصلحة الأرصاد وحماية البيئة بمهمة الأمين العام لهذه اللجنة.

**سن القوانين والنظم البيئية:**

على الرغم من أن بعض النظم والقوانين قد اختصت ببعض مظاهر البيئة الطبيعية منذ القدم، إلا أن قوانين المحافظة على البيئة في شكلها الحالي لم تظهر إلا قريباً، كرد فعل على التطور الهائل الذي أصاب مختلف نواحي الحياة في العالم، وأدى إلى استغلال مكثف غير مرشد لمصادر العالم خاصة ماله علاقة بالحياة الفطرية. وأصبحت الدعوة للحفاظ على الحياة الفطرية والبيئة الطبيعية تجد القبول في العالم ككل إما بدوافع دينية، أو دوافع جمالية، أو دوافع نفعية استثمارية سواء سياحية بيئية أم تجارية في منتجات الحياة الفطرية نفسها.

ولكن المحافظة على الحياة الفطرية ليست الشيء الوحيد الذي تهتم به الدول كما أنها ليس لها الأولوية المطلقة، فهي تتنافس مع التنمية الاقتصادية بجميع أشكالها وحفظ حقوق المجتمع ومصالحه. ولذلك يجري إيجاد توازن بين اهتمام الدولة بالمحافظة على البيئة وبين المتطلبات الأخرى للدولة. وعندما ينظر المرء إلى عدد الأنظمة الصادرة بالمملكة ينشرح صدره لهذا التقدم في هذا المجال، والحقيقة أن الأنظمة دون تطبيق حازم لها تصبح "أنظمة ورقية" لا تسمن ولا تغني من جوع. ومن هذه الأنظمة:

- ١- نظام الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها.
- ٢- نظام المناطق المحمية.
- ٣- نظام الغابات والمراعي.
- ٤- نظام صيد الحيوانات والطيور البرية.
- ٥- نظام صيد واستثمار وحماية الثروات المائية الحية في المياه الإقليمية للمملكة العربية السعودية.
- ٦- لائحة الحجر الزراعي.

**أ- نظام الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها:**

تأسست بموجب هذا النظام هيئة وطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها باسم "الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها" وذلك بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/٢٢ وتاريخ ١٤٠٦/٩/١٢ هـ من خمس عشرة مادة. وللهيئة شخصية اعتبارية مستقلة وترتبط برئيس مجلس الوزراء، وقد أوضحت المادة الثالثة من هذا المرسوم المسؤوليات المنوطة بالهيئة:

المادة الثالثة:

الغرض الأساس للهيئة هو العناية بالحياة الفطرية البرية والبحرية في المملكة والمحافظة عليها، وحمايتها، وإنمائها وإجراء بحوث علوم الأحياء، وتجميعها وتطبيقها بما يكفل التوازن البيئي ويشمل ذلك، دون تحديد لاختصاصاتها، القيام بما يلي:

- ١- تشجيع البحوث العلمية وإجرائها في مختلف حقول علوم الحياة وخاصة ما يتعلق منها بالكائنات الحية التي تعيش في البيئات الفطرية.

- ٢- إثارة الاهتمام بالقضايا البيئية المتعلقة بالحياة الفطرية، ومحاولة إيجاد الحلول المناسبة لها عن طريق عقد اللقاءات والندوات والمؤتمرات.
- ٣- إجراء مسح شامل للبحوث، والدراسات المتعلقة بالحياة الفطرية، والبيئية الطبيعية في المملكة المنشورة في مختلف مصادر المعلومات المحلية أو العالمية والعمل على تحديثها.
- ٤- تطوير خطط ومشاريع تهدف إلى المحافظة على الحياة الفطرية في بيئتها الطبيعية وتنفيذها، واقتراح إقامة مناطق محمية، وملاذات للحياة الفطرية في المملكة وإدارتها، وتطبيق الأنظمة والتعليمات الخاصة بتلك المناطق.
- ٥- التنسيق مع مصلحة الأرصاد وحماية البيئة والأجهزة الحكومية، والمؤسسات العلمية ومراكز البحوث في المملكة لتحقيق أهدافها ومنع الازدواج في مجهوداتها.

#### ب- نظام المناطق المحمية:

بعد تأسيس عدد من المحميات في أنحاء متفرقة من المملكة استجابة للفقرة (٤) من المادة الثالثة من "نظام الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها" السابق ظهرت الحاجة إلى نظام صريح لهذه المناطق المحمية يحدد إجراءات إعلان المناطق المحمية، مع إيجاد مستويات متدرجة من الحماية تتناسب مع ظروف كل منطقة محمية والأهداف التي تقام من أجلها هذه المنطقة، وكذلك تأكيد اختصاص الهيئة بإدارة المنطقة المحمية وما يستتبع ذلك من إيجاد خطط إدارة وتشكيل قوى حراسة، وبيان مالها وما عليها وتحديد جميع الأعمال المحظورة التي تعد مخالفة عند القيام بها في المناطق المحمية. وقد صدر هذا النظام بموجب المرسوم الملكي الكريم رقم م/١٢ وتاريخ ٢٦/١٠/١٤١٥ هـ ويتكون من ثماني عشرة مادة. وتنص مادته الثالثة عشرة على ما يلي:

#### المادة الثالثة عشرة:

مع عدم الإخلال بما تقضي به الأنظمة الأخرى يعد مخالفة لأحكام هذا النظام القيام في المناطق المحمية بأي عمل من الأعمال الآتية:

- أ- الصيد في جميع أشكاله ووسائله، ما لم يتم وفقاً للقواعد التي يصدرها مجلس الإدارة.
- ب- التعرض لمسيجات المناطق المحمية.
- ج- الاحتطاب أو الرعي أو الزراعة أو التبعل داخل المناطق المحمية ما لم يتم وفقاً للقواعد التي يصدرها مجلس الإدارة.
- د- حصاد المواد النباتية أو جمعها أو تحطيم فصائلها أو قطعها أو تشويهها أو استئصالها أو قطعها أو أخذها من المناطق المحمية بأي طريقة كانت أو إتلاف الأشجار الحية.
- هـ- رمي النفايات والمخلفات بجميع أشكالها.
- و- إحداث أي عمل له أثر سلبي على الأحياء الفطرية داخل المناطق المحمية لم ينص عليه آنفاً.

**ج- نظام الغابات والمراعي:**

صدر نظام الغابات والمراعي بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/٢٢ وتاريخ ١٣٩٨/٥/٣ هـ (١٩٧٨م) الذي أكد على أن تقوم وزارة الزراعة والمياه بالمحافظة على الغابات والمراعي وتنظيم أمر استغلالها في خمس وعشرين مادة.

وتأسيساً على هذا النظام فإن قطع الأشجار والشجيرات سواء لغرض خاص أو غرض تجاري أمر محظور، ويسمح بالرعي فقط في أماكن محددة، كما يمنع إقامة المباني في المناطق الزراعية. وتوضح المادتان (١٢) و (١٣) المحظورات في هذا النظام.

**المادة الثانية عشرة:**

أ- لا يجوز دون الحصول على الترخيص المنصوص عليه قطع أو اقتلاع أو الإضرار بأي شجرة أو شجيرة أو أعشاب من الغابات العامة أو القروية أو حرقها أو نقلها أو تجريدتها من قشورها أو أوراقها أو أي جزء منها.

ب- لا يجوز إقامة المنشآت الثابتة في مناطق الغابات العامة والغابات القروية إلا بتصريح من الوزارة كما لا يجوز إشعال النار أو استعمالها في هذه المناطق إلا لأغراض الطبخ والتدفئة مع اتخاذ جميع الاحتياطات والترتيبات اللازمة لمنع نشوب الحرائق.

ج- لا يجوز حرق بقايا المحاصيل الزراعية أو الأعشاب في الأراضي الزراعية الموجودة داخل الغابات أو القرية منها منعاً لنشوب الحرائق.

**المادة الثالثة عشرة:**

لا يجوز الرعي في مناطق الغابات الآتية:

- أ- في أراضي الغابات المشجرة التي لم يمض على تشجيرها عشر سنوات.
- ب- في الغابات التي جرى فيها حريق ولم يمض عليها عشر سنوات من تاريخ نشوب الحريق.
- ج- في أراضي الغابات المستثمرة بالقطع الكلي ولم يمض على قطعها خمس عشرة سنة.
- د- في الأماكن الأخرى التي ترى الوزارة ضرورة منع الرعي فيها لصيانة الغابات أو إجراء دراسات على الغطاء النباتي.

**د- نظام صيد الحيوانات والطيور البرية:**

صدر نظام صيد الحيوانات والطيور البرية بموجب المرسوم الملكي الكريم رقم م/٢٦ وتاريخ ١٣٩٨/٥/٢٥ هـ من تسع مواد، وتتولى وزارة الداخلية تطبيق النظام. وقد جاء في تقديم قرار مجلس الوزراء رقم ٤٢ وتاريخ ١٣٩٨/٥/١٠ هـ "أن المصلحة العامة تقتضي وضع نظام متكامل لصيد الحيوانات والطيور البرية يكفل الحفاظ على الثروة الحيوانية للبلاد بإتاحة الفرصة للحيوانات والطيور البرية للتكاثر، ويحقق في الوقت نفسه لهواة الصيد ممارسة رياضتهم في مواقيت معينة وفي الأماكن التي لا يترتب على ممارسة الصيد فيها مخالفة

لقواعد الشرع الحنيف أو الإخلال بالمصلحة العامة".

وقد جاء في مواده الأربع الأولى ما يلي:

مادة (١): لا يجوز لأحد مباشرة الصيد بغير الحصول على ترخيص.

مادة (٢): ترخيص الصيد شخصي لا يجوز التنازل عنه للغير، ويجب حمل رخصة الصيد وإبرازها عند كل طلب من مندوبي الحكومة.

مادة (٣): لا يجوز الصيد داخل حدود المدن والقرى، ولا في الأماكن والأوقات التي يحظر الصيد فيها، ولا بالوسائل المحظور الصيد بها، وذلك وفقاً لما تحدده اللائحة التنفيذية لهذا النظام.

مادة (٤): يجوز حظر صيد أنواع معينة من الحيوانات والطيور التي يخشى انقراضها.

وقد ورد في اللائحة التنفيذية لهذا النظام الصادرة بقرار وزير الداخلية رقم ٤٥٧ وتاريخ ١٣/٣/١٣٩٩ هـ التي تتكون من خمس عشرة مادة تفصيلات عن ضوابط الصيد منها:

مادة (٦): يحظر صيد الغزلان والوعول حظراً تاماً كما يحظر صيد أي حيوانات أو طيور يجري الإعلان عن منع صيدها، وفيما عدا ذلك يجوز صيده وفقاً لما تقضي به هذه اللائحة.

مادة (٧): يحظر الصيد داخل حدود الحرمين الشريفين كما يحظر داخل حدود المدن والقرى وفي الجهات التي يجري الإعلان عن منع الصيد فيها كما لا يجوز الصيد في جزيرة أم القماري الواقعة قرب مدينة القنفذة إلا بتصريح خاص يحدد وسيلة الصيد والمدة المسموح بها على ألا يكون ذلك في فترة تفريخ الطيور.

مادة (٨): يحظر الصيد ليلاً كما يحظر في غير فصل الشتاء وهو الفترة الواقعة بين العاشر من ديسمبر والعاشر من شهر مارس من الأشهر الشمسية.

مادة (٩): يحظر استعمال بنادق الرش (الشوزن) وأي أسلحة أو وسائل تؤدي إلى اصطياد أكثر من حيوان أو طير دفعة واحدة ويجوز الصيد بما عدا ذلك مثل الصقور والكلاب.

**هـ- نظام صيد الثروات المائية الحية واستثمارها وحمايتها في المياه الإقليمية للمملكة العربية السعودية:**

صدر نظام صيد الثروات المائية الحية واستثمارها وحمايتها في المياه الإقليمية للمملكة العربية السعودية بموجب المرسوم الملكي الكريم رقم م/٩ وتاريخ ٢٧/٣/١٤٠٨ هـ من ثلاث عشرة مادة. وتتولى وزارة الزراعة والمياه بموجب هذا النظام التنسيق مع الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها في الإشراف على جميع أعمال الصيد والغوص وتنظيمها واتخاذ كل ما من شأنه تنمية وتطوير واستثمار وحماية الثروات المائية الحية في المياه الإقليمية للمملكة. وقد جاء في المادة الخامسة والمادة السادسة ما يحظر فعله.

المادة الخامسة:

لا يجوز لسفن الصيد أو الغوص الأجنبية استخراج الثروات المائية الحية من المياه الإقليمية للمملكة إلا بترخيص من وزير الزراعة والمياه بعد موافقة رئيس مجلس الوزراء ويحدد بالترخيص أنواع الثروات المائية الحية المسموح باستخراجها والأوقات والأماكن التي يجوز فيها ذلك، فإن كانت السفن الأجنبية



المشار إليها تعمل لحساب شركات أو مؤسسات وطنية تمارس مهنة الصيد فيكتفى بالترخيص لها من وزير الزراعة والمياه فقط.

المادة السادسة:

لا يجوز قطع الأشجار أو الأعشاب النامية على سواحل المملكة، أو في الجزر التابعة لها، أو نقل الأتربة أو بيض الطيور والسلاحف أو أي مواد عضوية منها، أو القيام بردميات ساحلية إلا بعد موافقة وزارة الزراعة والمياه على ذلك بالتنسيق مع الهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها.

**و- لائحة الحجر الزراعي:**

صدرت هذه اللائحة بناء على قرار مجلس الوزراء رقم ٢٠٧ وتاريخ ١٣٩٦/١/٢٦ هـ من سبع عشرة مادة. وقد ورد في موادها الأربع الأولى ما يلي:

١- لا يسمح باستيراد مواد زراعية أو مواد تعبئة يشتبه في أنها ملوثة بالآفات والأمراض المبينة بالملحق رقم (١)، ولوزارة الزراعة اشتراط إجراء ما تراه من معالجة للبضاعة قبل شحنها للمملكة. ولا يمنع ذلك من إعدام الإرسالية كلياً أو جزئياً أو إعادة تطهيرها على حساب المستورد إذا اقتضت الضرورة ذلك.

٢- لا يسمح بدخول أي مادة زراعية إلى المملكة ما لم تكن مصحوبة بشهادة صحية زراعية صادرة من الهيئة الرسمية للحجر الزراعي في البلد المصدر وفق النموذج رقم (٢) أو صادرة من الهيئات الرسمية المختصة إذا لم يكن في البلد المصدر هيئة للحجر الزراعي.

٣- لا يسمح لأي جهة باستيراد الحشرات النافعة أو المواد الزراعية المصابة بالآفات الزراعية أو المشتبه في إصابتها لغرض البحث العلمي والتجارب، إلا بإذن سابق من وزارة الزراعة والمياه.

٤- يحظر دخول الرمل أو التربة مع الإرساليات الزراعية، وإذا كانت هذه الإرساليات من نوع الشتلات أو الفسائل أو العقيل أو الدرنات، فيمكن السماح بدخولها إذا كانت مغسولة من التربة قبل تصديرها وموضوعة داخل مادة حزم معقمة بموجب شهادة مصدقة من حكومة البلد المصدر.

### الاتفاقيات الإقليمية التي للمملكة عضوية بها

- ١- الاتفاقية الإقليمية لحماية البيئة البحرية (Ropme) عام ١٩٧٨ م. وتختص هذه الاتفاقية بالخليج العربي وتشترك بها جميع الدول المطلة على الخليج.
- ٢- الاتفاقية الإقليمية لحماية البيئة البحرية للبحر الأحمر وخليج عدن عام ١٩٨٢ م.
- ٣- مشروع النظام الموحد لحماية الحياة الفطرية وإنمائها بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية. وما زالت المفاوضات بشأن هذا المشروع قائمة، ومن المتوقع أن تختتم قريباً. وهو يحوي ٤٣ مادة في ستة فصول عن المناطق المحمية، والصيد، والاتجار بالكائنات الفطرية وبمنتجاتها، وأحكام عامة، وعقوبات.

### الاتفاقيات الدولية التي انضمت المملكة إليها

- ١- اتفاقية حماية التراث الثقافي والطبيعي العالمية عام ١٩٧٢ م، وقد انضمت المملكة إلى هذه المعاهدة عام ١٣٩٨ هـ (١٩٧٨ م).
- ٢- اتفاقية حفظ الأنواع المتنقلة من الحيوانات المتوحشة (اتفاقية بون) عام ١٩٧٩ م وقد انضمت المملكة لهذه الاتفاقية عام ١٤١٠ هـ (١٩٩٠ م).
- ٣- اتفاقية التجارة الدولية في الأنواع المهددة بالانقراض من مجموعات الحيوان والنبات البرية (اتفاقية سايتس CITES) (١٩٧٣ م) وقد أصبحت المملكة عضواً كاملاً بالاتفاقية عام ١٤١٦ هـ (١٩٩٦ م).

### مشاركة المملكة في المؤتمرات العالمية لحماية البيئة

تشارك المملكة العربية السعودية في المؤتمرات والفعاليات العالمية التي تنعقد لمعالجة شؤون البيئة، وقد كانت من ضمن الدول التي حضرت مؤتمر "قمة الأرض" في ريو دي جانيرو الذي صدرت عنه عدة اتفاقيات تختص بالتنوع البيولوجي والتغير المناخي ومكافحة التصحر. كما تحرص على المشاركة الفعالة في الندوات والمؤتمرات اللاحقة الهادفة لتنفيذ توصيات ذلك المؤتمر.

### محاربة التصحر عن طريق إقامة مشروعات منها

#### أ- تأسيس منظومة المناطق المحمية بالمملكة العربية السعودية:

تقوم منظومة المناطق المحمية للموارد الفطرية المتجددة بالمملكة على تأكيد مفهوم الحمى التقليدي والتوسع فيه ، خاصة أنه يبدو حالياً في طريقه للاندثار، مع الاستفادة من خبرات الدول المختلفة التي سبقتنا في هذا المضمار. على أن يتوافر فيها الأساسان التاليان:

١- التمثيل الكافي لجميع البيئات الطبيعية في المملكة من أجل المحافظة على كل صور التنوع الأحيائي فيها وكذلك على مواطنها الطبيعية.

٢- تشغيل المناطق المحمية واستغلال الموارد فيها بما يحقق تطورها، ويتيح فرص اختيار إجراءات تنفيذية مبنية على أسس اجتماعية-اقتصادية أفضل وتطبيق تقنية سليمة لتعزيز التنمية المستدامة sustainable development لنظم الموارد الطبيعية فيها.

**ب- إنشاء المتنزهات وتطويرها:**

- بدأت وزارة الزراعة والمياه منذ عام ١٣٩٤هـ (١٩٧٤م) في إنشاء متنزهات وطنية تحفظ ما فيها من حياة فطرية، وتكون مفتوحة للتنزه لعامة الناس، وقد تم تأسيس المتنزهات التالية:
- ١- متنزه عسير الوطني: يقع على مرتفعات جبال الحجاز (السروات) حيث طورت مواقع للتنزه (دلغان، القرعة، السوداء، الهضبة، الجرة) حيث وفرت فيها جميع المستلزمات وتبلغ مساحته الإجمالية ٤٥٠,٠٠٠ هكتار.
  - ٢- متنزه سعد (خريص): يقع على بعد ١١٠ كم في الشرق من مدينة الرياض على الطريق السريع الموصل إلى المنطقة الشرقية وتبلغ مساحته ١٤٠ كم<sup>٢</sup> زرع في هذا المتنزه حوالي ٤٠,٠٠٠ شجرة من الأنواع الحراجية ووفرت فيه جميع الاحتياجات اللازمة للمتنزهين.
  - ٣- متنزه السكران ببلجرشي: يقع على بعد ١٤ كم من بلجرشي أنشئت به بعض التسهيلات للزوار تمهيداً لتحويله إلى متنزه وطني.
  - ٤- متنزه رعدان بالباحة: يقع على بعد ١ كم من مدينة الباحة تم عمل بعض التسهيلات فيه تمهيداً لتحويله لمتنزه وطني.
  - ٥- متنزه العيون بالأحساء: يقع على بعد ٢٠ كم من الهفوف وتبلغ مساحته ٣٠٠ دونم زرع به قرابة ٣٠٠,٠٠٠ شجرة، وعملت به بعض التسهيلات للمتنزهين (سلم للبلدية بناء على موافقة معالي وزير الزراعة والمياه).
  - ٦- مشروع حجز الرمال بالأحساء (متنزه الأحساء الوطني): قامت وزارة الزراعة والمياه بدراسة زحف الرمال على واحة الأحساء، واستقر الأمر على تنفيذ مشروع لحجز الرمال المتحركة وذلك عن طريق زراعة الكثبان الرملية وتشجيرها ومن ثم استغلالها كمتنزهات .
- ج- مشروع صد الرمال الزاحفة:**
- أنشئ برنامج ناجح لإيقاف حركة الرمال بغرس الأشجار والشجيرات بمنطقة الأحساء بالمنطقة الشرقية بالبلاد. فقد أنشأت وزارة الزراعة والمياه مشروعاً لحجز الرمال وتثبيت الكثبان الرملية عام ١٣٨٢هـ، شمال شرق واحة الأحساء لإنقاذها من زحف الرمال وانسياقها عبر إقامة مصد رئيس طوله ٢٠ كم وعرضه يتراوح ما بين ٢٥٠-١٠٠٠م. كما أقيمت خطوط دفاع شمال مشروع تثبيت الرمال الأساس في شمال العمران بالأحساء، حيث زرعت تلك الخطوط بالأشجار على شكل أربعة مصدات (الثاني، الثالث، الرابع، والخامس) على بعد ١-٢,٥ كم مما مكن من احتواء حقول كثبان الرمال الزاحفة، ووقف تدمير وتصحير الأراضي الزراعية شمال شرق واحة الأحساء.
- وهناك طرق أخرى مستخدمة لوقف زحف الرمال هي النقل، وحفر الخنادق، والرصف، واستخدام الألواح، والتسوير، واستخدام زيت البترول. وكثبان الرمال النشطة المعرضة التي تذروها الرياح تجاه الواحات

والكتبان المستقرة معرضة لأن تعود إلى سابق نشاطها لذا يجب حمايتها من أي نشاط بشري، وينبغي منع اقتراب الناس من هذه المناطق تماماً، لأن السيارات والتطعيس ووطء الحيوانات وإزالة الغطاء النباتي كلها أمور تؤدي إلى عدم استقرار الكتبان الرملية.

#### د- منع تدهور المراعي:

بما أن للرعي الجائر أثراً مدمراً على الغطاء النباتي تؤدي إلى تعرية التربة وانهيار الأنظمة البيئية نتيجة لزيادة أعداد الحيوانات بما يفوق الحمولة الرعوية لتلك المواقع فقد اتجهت وزارة الزراعة والمياه إلى مكافحة تدهور المراعي بالمملكة عبر الآتي:

١- إنشاء مسيجات من أجل حماية المواقع المتدهورة؛ لدراسة التعاقب النباتي وإجراء بعض التجارب على إدخال بعض الأنواع العلفية، غير أن مواقع المسيجات تتعرض للتعديت المستمرة من الرعاة بسبب عدم توافر إمكانات حراستها بشكل دائم.

٢- بما أن الغطاء النباتي في المناطق الجافة يستجيب لأي زيادة في رطوبة التربة إذا كانت هذه الزيادة في حدود التحمل البيئي للأنواع النباتية، فقد قامت وزارة الزراعة والمياه باستخدام طريقة نشر وتوزيع المياه من خلال إنشاء العقود الترابية الكنتورية بارتفاعات تتراوح بين ٧٠-١٢٠ سم مما أدى إلى تحسن فعلي في الغطاء النباتي.

٣- ونتيجة لتضافر عدة عوامل كالرعي الجائر والاحتطاب والجفاف، فقد فقدت بعض المناطق الرعوية غطاءها النباتي. ولذلك لجأت وزارة الزراعة والمياه إلى زراعة المواقع المتدهورة ببذور بعض النباتات الرعوية والتي تم تأمينها من مناطق مشابهة بيئياً لبعض مناطق المملكة مثل أستراليا وأمريكا وسوريا وتونس والأردن ومصر والباكستان .

#### هـ- بحوث المياه وإقامة السدود:

لا يوجد في المملكة العربية السعودية أنهار دائمة الجريان، غير أن الله حباها بموارد كبيرة للمياه موجودة في الطبقات الجوفية العميقة، وقد كانت موارد المياه السطحية في المملكة هي العنصر الذي كان يحدد نشوء المدن والقرى والزراعة. وقد أدى النمو الاقتصادي والاجتماعي السريع إلى تزايد الحاجة إلى مصادر أخرى للمياه وإلى معرفة المعلومات الدقيقة لأوضاع المياه للاسترشاد بها في استخدام المياه العذبة الثمينة والحفاظ عليها، وقد أولت وزارة الزراعة والمياه جل اهتمامها لدراسة مصادر المياه منذ عام ١٣٨٦ هـ، بوضع برنامج لإجراء الدراسات المائية، وقسمت المملكة إلى ثماني مناطق مسح هيدرولوجية وزراعية من أجل الحصول على معلومات كافية عن المياه والتربة والغطاء النباتي الطبيعي في المملكة. وقد كلفت هيئات وشركات استشارية عالمية بإجراء عمليات المسح الهيدرولوجي والزراعي، وتم إعداد تقارير شاملة للوزارة في الفترة من عام ١٣٨٣ - ١٤٠٠ هـ، تم خلالها تحديد الطبقات الحاملة للمياه الجوفية وتقدير مخزونها من

المياه.

١- حفر آبار المراقبة والدراسات الجوفية للمياه:

٢- سدود تخزين مياه الأمطار:

٣- تحلية المياه المالحة:

٤- الدراسات المناخية:

٥- تنقية مياه الصرف الصحي:

### دور المواطن في حماية البيئة:

إن دور المواطن في حماية البيئة دور عظيم فلن تنجح البرامج الوطنية لحماية البيئة بدون دعم كامل واقتناع تام من المواطن بأهمية ذلك.

وفي دول العالم الثالث حيث تتركز أغلب التنمية على المراكز المدنية يجد المرء أن الناس يهاجرون من الريف إلى المدن بحثاً عن حياة أفضل مما يجعل الريف محروماً من القوى العاملة وبالتحديد الشباب، وتترك الموارد الطبيعية والزراعية في رعاية الشيوخ والأطفال، ولذلك نجد هذه الموارد تتدهور تدريجياً. وقد أدركت المملكة العربية السعودية هذه المشكلة من واقع التجربة، ففي بداية التنمية انتقلت أعداد كبيرة من الناس إلى المدن، وسببوا مشكلات كثيرة، وفي الآونة الأخيرة أدت تنمية المناطق الريفية إلى التخفيف من هذه الهجرة، وينبغي أن تعطي تنمية المناطق الريفية أولوية قصوى في الخطط الوطنية في المستقبل، حتى يظل الريفيون في حقولهم، ولتتفادى حدوث هجرة عكسية مرة أخرى.

وإدراك المواطن لأهمية المحافظة على البيئة هي الركيزة الأساسية في هذا المضمار:

أ - فالمواطن العادي ينبغي عليه الحرص على عدم تلويث الصحراء (بقايا أكياس الشعير، بقايا الرحلات القصيرة)، وعدم تلويث الشواطئ، وعدم تلويث الحدائق والمتنزهات العامة. كما ينبغي عليه الحرص على النسبة المحددة من عادم السيارة للحرص على صحته أولاً وصحة أبنائه وصحة غيره من المواطنين من تركيز الرصاص المهلك الذي أثبتت بعض الدراسات ارتفاع نسبة تركيزه في دماء أطفال مدارس مدينة الرياض.

ب - وينبغي على المواطن صاحب المصنع أن يحرص على عدم تلويث الهواء بأي أدخنة ضارة قد تكون لها تأثيرات سلبية على المجتمع، وأن يتخذ الإجراءات المناسبة لنقل المواد وتخزينها للحد من تأثيراتها السلبية على البيئة.

ج - وينبغي على المواطن المزارع أن يهتم بالمستهلك فلا يستخدم من المبيدات إلا المسموح بها وبالنسب الضرورية فقط، كما يجب عليه عدم تلويث التربة والماء بمخلفات المبيدات والمواد السامة، وألا يسوق منتجاته بعد رشها بالمبيدات إلا بعد فترة طويلة تسمح لها بالتخلص من بقايا السموم التي تضر بصحة المواطن.

د - وينبغي على المواطن المستورد أن يتقي الله فيما يستورد فلا يجلب حيوانات مريضة ولا نباتات ذات آفات قد يحلو لها الجو فتهلك الحرث والنسل لأن حيوانات ونباتات المملكة ربما لا تكون لديها مناعة من هذا المرض والآفة التي جلبت.

هـ - وينبغي على المواطن المستثمر أن يبتعد عن تدمير الأراضي الزراعية، وأن يحافظ على جميع المناطق الأحيائية (البيولوجية) المهمة، مثل مناطق المياه العذبة والأراضي الرطبة وغابات العرعر، والمرتفعات الرئيسية، ومهاد الأعشاب البحرية، ومناطق الشعاب المرجانية التي تتعدى أهميتها الأحيائية حدود هذه المناطق، وأن يكف عن تجريفها وتدميرها.

