الجمهوريّة العربيّة السوريّة
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة دمشق
كليّة الزراعة
قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة

مقرر البيئة العامة

Ecology

(لطلاب السنة الثانية)

مدرسا المقرر

الدكتورة روضة الحاج خالد و الدكتور ثروات حبيب إبراهيم

القسم الأول

الإنسان والبيئة

أثر الإنسان في البيئة:

إن علاقة الإنسان بالبيئة قديمة منذ بدأ التاريخ نفسه. بدأ الإنسان حياته جامعاً للثمار وأوراق النباتات والمواد الأخرى اللازمة لملبسه أو مسكنه، ثم انتقل إلى مرحلة الصيد حيث تعلم فنونه المختلفة سواء من حيث التخطيط له أو من حيث صنع أدواته. ثم اكتشف النار قبل ١٠٠٠٠-٢٠٠٠٠ سنة مضت والذي كان له الأثر الأكبر في حياة الإنسان من خلال مقدرته في التأثير في عوامل البيئة المختلفة، فقد بدأ استخدام النار في الصيد وذلك من خلال حرق الغابات والقبض على الحيوانات المحصورة فيها، فبدأت مرحلة انحسار الغطاء النباتي. انتقل الإنسان من مرحلة الصيد إلى مرحلة تربية الماشية ورعي الحيوانات فقام بتدجين العديد من الحيوانات البرية وتربيتها في مختلف المناطق مما أدى إلى تركيزها في مناطق معينة بأعداد كبيرة فأحدث بذلك أيضاً تحويراً في البيئة الطبيعية. بحثاً عن استقراره وتحسين بقائه بدأ الإنسان بممارسة الزراعة في أحواض الأنهار بحيث نشأت حضارات مختلفة في منطقة الشرق الأوسط، ولتحسين مردودية الإنتاج الزراعي قام الإنسان بإنشاء السدود (كسد مأرب) وبذلك امتد تأثيره إلى الدورات المائية الطبيعية.

أخيراً، توج الإنسان مراحل تطوره بالثورتين الزراعية والصناعية ومن ثم الانتقال إلى مرحلة التوسع في بناء المدن والإنشاءات الهندسية الضخمة إلى أن وصل إلى مرحلة غزو الفضاء. وبذلك نقول أن الإنسان انتقل في الأحقاب الأولى لوجوده من عنصر سلبي التأثير في البيئة (تحت رحمة الطبيعة) حيث كان يقوم بدور العاشب إلى أعلى مرحلة في السلاسل الغذائية ليبدل ويحور بالبيئة وينشئ النظم

الاصطناعية المختلفة ويتوضع في أعلى مراحل هذه السلسلة. لابد أن نضيف أنه رافق هذا التطور الإنساني زيادة في عدد السكان مما أدى إلى زيادة الطلب على الغذاء وبالتالي استنزاف سريع لموارد البيئة المختلفة سواء من خلال الثورة الزراعية أو الصناعية بحيث اتسم العصر الحالي بمشكلات بيئية عديدة.

في الحقيقة، بسبب النشاط الإنساني والكوارث الطبيعية، دُمرت وتأثرت أجزاء كبيرة جداً من نُظمنا البيئية. ففي كل ثلاث ثوان، يفقد العالم من الغابات ما يساوي ملعب كرة قدم. وعلى مدار القرن الماضي، دمرنا نصف الأراضي الرطبة، وفقدنا بالفعل ما يصل إلى ٥٠ % من الشعاب المرجانية.

يتم الاحتفال بيوم البيئة العالمي منذ عام ١٩٧٤، والذب يصادف الخامس من حزيران من كل عام. يركز يوم البيئة العالمي لعام ٢٠٢١م على استعادة النظام البيئي تحت شعار " إعادة التصور – إعادة الإنشاء – الاستعادة". استعادة النظام البيئي تعني منع ذلك الضرر وتغيير عواقبه انتقالاً من استغلال الطبيعة إلى علاجها.

سيكون اليوم العالمي للبيئة لهذا العام هو بداية عقد الأمم المتحدة لاستعادة النظام البيئي (٢٠٢١ – ٢٠٣٠)، وهي مهمة عالمية لإحياء مليارات الهكتارات من الغابات والأراضي الزراعية، من أعالي الجبال إلى أعماق البحار. فقط من خلال النظم البيئية الصحية يمكننا تعزيز سبل عيش الناس ومواجهة تغير المناخ ووقف انهيار التنوع البيولوجي.

دعونا نحتفل ونحدث التغيير معاً ... "فالأرض تستطيع أن توفر ما يكفي لحاجات البشر، وليس ما يشبع جشع البشر" – المهاتما غاندي

– معاً لنحافظ على بيئتنا وطبيعتنا..

– معاً لننتج بمسؤولية..

– معاً لنستهلك بمسؤولية..

الإدارة البيئية الرشيدة للمصادر الطبيعية المتجددة:

يمكن تمييز نوعين من المصادر الطبيعية:

مصادر طبيعية متجددة: تشمل الماء والتربة والغابات والمراعي والأحياء البرية والأسماك بحيث أنه إذا أحسن استخدامها فإنها لا تنضب.

مصادر طبيعية غير متجددة: تضم الثروات المعدنية المختلفة كمنجم الفحم والحديد والنحاس والذهب والفضة بالإضافة إلى الوقود الأحفوري هذه المصادر غير قابلة للتجدد وستنضب عاجلا أم آجلاً خلال مدة حياة الإنسان

الإدارة البيئية للأراضي الزراعية:

يعد النظام البيئي الزراعي واحد من الأنظمة الاصطناعية التي أوجدها الإنسان بحيث أن استمراريتها تعتمد على وجوده. إن مكونات النظام البيئي الزراعي تشبه إلى حد ما النظام البيئي الطبيعي إلا أنها تخضع لسيطرة الإنسان الذي عمل على تبسيط هذه الأنظمة البيئية الزراعية إلى حد كبير وذلك من خلال تحديده للأنواع التي يمكن تواجدها. إن الاستعاضة عن العلاقات الطبيعية المعقدة الموجودة بين مختلف الأنواع بعوامل اصطناعية جعل هذه الأجهزة رهيفة سريعة العطب.

تستند الإدارة الرشيدة على مفهوم بساطة هذه النظم وضرورة انتقاء العمليات الزراعية المختلفة بحيث تسهم في الإبقاء على التوازن وعدم الإسهام في زيادة حساسيته، بمعنى محاكاة الطبيعة وذلك من خلال:

١. تعدد المحاصيل الزراعية من خلال القيام بدورات زراعية متوازنة وعدم إجهاد الأرض بالزراعات ذات المحصول الواحد.

٢. إضافة الأسمدة العضوية لأنها تساعد في المحافظة على التربة وتحسين بنائها مما يضمن رشح الماء فيها وعدم جريانه على السطح، علماً بأن مصادرها كثيرة ومتنوعة مثل الروث، أو بزراعة البقوليات ومن ثم فلاحتها في الأرض كأسمدة خضراء.

٣. لابد من مكافحة انجراف التربة بشتى الوسائل من خلال إقامة المدرجات في الأراضي شديدة الانحدار أو الزراعة الشريطية أو الزراعة بدون فلاحة.

٤. إتباع المكافحة المتكاملة والتي تجمع بين المكافحة الحيوية والكيميائية.

في الآونة الأخيرة ظهرت مجموعة من الأنظمة التي تجمع بين مكونات الإنتاج الزراعي المختلفة التي تسهم في الحفاظ على التربة واستمرارية الإنتاج ولقد عرف من هذه الأنظمة عدة نماذج:

- أنموذج يجمع بين المحاصيل الزراعية وأشجار الغابات.
- أنموذج يجمع بين أشجار الغابة والحيوانات المستأنسة.
- أنموذج يجمع بين أشجار الغابة والمحاصيل الزراعية والحيوانات المستأنسة. ٤نموذج يعرف بتربية الأشجار لعدة أغراض.

إن الفوائد البيئية من الزراعة المختلطة بالغابات يكمن في توفير المادة العضوية الناتجة عن تفسخ أوراق الأشجار والأغصان بعد تساقطها وتحرير المعادن الموجودة فيها وبذلك يعاد استعمال هذه العناصر من قبل المحاصيل الزراعية الموجودة. كذلك فإن أهم نقطة في هذه الأنظمة هي محاكاة الطبيعة وفي ذلك يكمن الاستقرار والاستمرار.

الإدارة البيئية للغابات والمراعي:

الغابة نظام بيئي حي شديد التعقيد يتألف من كائنات حية وغير حية منتجة ومستهلكة ومحللة، يرتبط هذا النظام ارتباطاً وثيقاً بحياة الإنسان لأنه ذات استعمالات ومنتجات متعددة.

تتم الإدارة البيئية للغابات من خلال ما يلي:

- إشراك السكان المحليين ضمن خطة الإدارة واعتبارهم جزء لا يتجزأ من هذه الخطة.
- الحفاظ على تعدد الأنواع النباتية فيها.
- عدم إجراء القطع الكلي.
- مكافحة الحرائق والآفات.
- تنظيم الرعي.
- تنظيم عمليات الاستثمار الخشبي بحيث لا يقطع من الغابة إلا كمية الخشب المتحصل عليه من النمو السنوي.

الإدارة البيئية للمراعي: تعد المراعي من الأنظمة البيئية الأقل تعقيداً من الغابات لأنها تتألف من طابق عشبي واحد بالإضافة إلى الحياة البرية التي تعيش فيها. للمحافظة على المراعي لابد من إدارتها إدارة بيئية تكفل وتضمن استمراريتها وذلك من خلال:

- حصر الموارد المتعلقة بالمراعي.
- مسح كامل للأنواع النباتية.
- حصر أعداد الحيوانات.
- دراسة الطلب على هذه المنتجات وبالنهاية لا بد من تحديد الحمولة الرعوية.



الإدارة البيئية للموارد المائية: تتم الإدارة البيئية للموارد المائية من خلال ما يلي:

- التحول إلى مبدأ إدارة الطلب وعقلنته بحيث يتم تحقيق التوازن بين العرض المحدود والطلب المرشد على المياه.
- السعي للحصول على حصتنا العادلة من نهري الفرات ودجلة.
- تطبيق مبادئ الإدارة المتكاملة للموارد المائية وتحقيق الانسجام المطلوب لقطاع المياه مع القطاعات الأخرى بحيث يتم الوصول إلى علاقات تبادلية تساعد على التنمية المستدامة للموارد المائية
- التوجه نحو الاستثمار الاقتصادي الرشيد للموارد الطبيعية والمحافظة عليها من التدهور والاستنزاف والتلوث، لضمان سلامة البيئة وتحقيق التنمية المستدامة.
- السعي للحد من هدر المياه من خلال تطبيق البرنامج الوطني للانتقال إلى الري الحديث.
- اتخاذ القرارات المبنية على دراسة الجدوى الاقتصادية والاجتماعية، وتقييم الأثر البيئي للمشاريع المائية
- اعتماد مبدأ عدم التوسع في المساحات المستصلحة الجديدة إلا في ضوء الوارد المائي المستدام لذلك سيتم التركيز في زيادة المساحات المستصلحة على حوض الفرات (سهول حلب الجنوبية) لوجود مياه غير مستثمرة فيه بالإضافة لحوض دجلة والخابور
- تقديم الخدمات التي تلبي احتياجات المواطن بالشكل الذي يضمن حق الجميع في الحصول على مياه شرب آمنة وصرف صحي مُعالج من خلال مؤسسات ذات كفاءة عالية تعمل على إدارة الموارد المائية المخصصة لأغراض الشرب والمحافظة عليها، والعمل على تخفيض الفاقد المائي الفيزيائي والإداري
- استرداد تكاليف التشغيل والصيانة لخدمات مياه الشرب والصرف الصحي

- التوجه نحو الاستقلالية المالية والإدارية في إدارة مؤسسات مياه الشرب والصرف الصحي، ونحو اللامركزية في اتخاذ القرارات التنفيذية وعلى المستوى الإداري الأدنى
- اعتماد وتفعيل النهج التشاركي والتواصل مع كافة الجهات المعنية بمشاريع مياه الشرب والصرف الصحي بما يضمن تأمين الخدمات بالشكل الأمثل لكافة شرائح المجتمع، والتعاون مع القطاع الخاص في أداء وظائف ونشاطات تزيد من كفاءة المؤسسات فنياً ومالياً وإدارياً

أخطار الإدارة السيئة للموارد الطبيعية:

إن أي تخطيط توسع زراعي يجب أن يعتمد على مبدئي الاستغلال المتكامل للثروات الطبيعية المتجددة والإدارة البيئية لمشاريع التنمية الزراعية. لقد أدت الإدارة السيئة للمصادر الطبيعية المتجددة من قطع بهدف التدفئة ورعي جائر وحرائق إلى استنزاف الموارد وتهدمها وتحويل مجتمع الغابات إلى مجتمعات بسيطة ذات فعاليات قليلة في البيئة وهو ما يعرف بالتصحر أو زحف الصحراء وهو ليس إلا نتيجة طبيعية لإهمال وتجاهل الأسس البيئية لقوانين الطبيعة. إن تملح التربة ونضوب مياه الأمطار وجفاف الآبار ليست إلا مظاهر للتصحر.

التصحر:

التصحر هو تعرض الأراضي للتدهور، ويحدث التصحر نتيجة لنشاطات الإنسان وتغيرات المناخ. والتصحر لا يشير إلى اتساع الصحارى الحالية بل انه يحدث لأن النظم الإيكولوجية في الأراضي الجافة، والتي تغطى أكثر من ثلث أراضي العالم تتعرض بصورة شديدة للاستغلال المفرط والاستخدام غير المناسب للأراضي. ويمكن أن تتقوض خصوبة الأرض نتيجة للفقر وعدم الاستقرار السياسي وإزالة الغابات والرعي الجائر وأساليب الري الرديئة. يتضرر نحو ٢٥٠ مليون نسمة من التصحر بصورة مباشرة. علاوة على ذلك، أصبح نحو ألف مليون نسمة في أكثر من مائة بلد معرضين لمخاطر

التصحر. يندرج في هذه الفئة من السكان الكثير من المواطنين الأشد فقراً والأكثر تهميشاً والضعفاء من الناحية السياسية (اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر).

ويمكن تعريف التصحر بشكل آخر، هو تعرض الأرض للتدهور في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة شبه الرطبة، مما يؤدي إلى فقدان الحياة النباتية والتنوع الحيوي بها، ويؤدي ذلك إلى فقدان التربة السطحية ثم فقدان الأرض قدرتها على الإنتاج الزراعي ودعم الحياة الحيوانية والبشرية. يؤثر التصحر تأثيراً مفجعاً على الحالة الاقتصادية للبلاد، حيث يؤدي إلى خسارة تصل إلى ٤٠ بليون دولار سنوياً في المحاصيل الزراعية وزيادة أسعارها.

في كل عام يفقد العالم حوالي ٦٩١ كيلومتر مربع من الأراضي الزراعية نتيجة لعملية التصحر، بينما حوالي ثلث أراضي الكرة الأرضية معرضة للتصحر بصفة عامة. يؤثر التصحر على القارة الإفريقية بشكل خاص، حيث تمتد الصحاري على طول شمال أفريقيا تقريباً. كما أنها أصبحت تمتد جنوباً، حيث إنها اقتربت من خط الاستواء بمقدار ٦٠ كم عمَّا كانت عليه من ٥٠ سنة، وفي أكثر من ١٠٠ بلد من بلاد العالم يتأثر ما يقارب البليون نسمة من إجمالي سكان العالم البالغ عددهم ٦ بلايين نسمة بعملية تصحر أراضيهم؛ مما يرغمهم على ترك مزارعهم والهجرة إلى المدن من أجل كسب العيش.

يخلق التصحر جواً ملائماً لتكثيف حرائق الغابات وإثارة الرياح، مما يزيد من الضغوط الواقعة على أكثر موارد الأرض أهمية ألا وهو الماء. وحسب تقرير الصندوق العالمي للطبيعة (World Wide Fund for Nature) فقدت الأرض حوالي ٣٠% من مواردها الطبيعية ما بين عامي ١٩٧٠م و١٩٩٥م. حيث تثير الرياح الأتربة في الصحاري والأرض الجافة وتدفعها حتى تصل إلى الكثير من مدن العالم، وتصل الأتربة من صحاري إفريقيا إلى أوروبا من خلال رياح الباسات حتى أنها تصل إلى أراضي الولايات المتحدة الأمريكية، ويتم استنشاق تلك الأتربة التي قد ثبت أنها تزيد من معدلات المرض والوفاة. يحتفل العالم يوم ١٧ يونيو من كل عام باليوم العالمي لمواجهة التصحر والجفاف.

من الأمثلة الحية للتصحر ما تعانيه الصين حالياً؛ حيث عانى هذا العام من أشد العواصف الترابية في تاريخه، وتتعرض أجزاء كبيرة من شمال البلاد إلى عملية التصحر حيث تهدد العواصف الترابية بابتلاع قرية لانجباوشان، حيث ستبدأ أول بيوتها في الاختفاء تحت الرمال في خلال عامين. تزحف الرمال نحو القرية بمقدار ٢٠ مترًا في العام الواحد وليس بمقدرة القرويين إلا الانتظار. وهذا هو ثمن إزالة الغابات والرعي الجائر، وتقود الحكومة الصينية الآن حملة قومية لتشجير الصحراء على أمل أن تمتد الأشجار بجذورها لتمسك بالرمال المتحركة. كما أن الحكومة قامت بمنع إزالة الغابات، ولكن الحكومة الصينية تعترف بأن هذه الإجراءات ليست كافية، إذ أصبح معدل نمو الصحراء في الصين ٢٠٠ كم في الشهر.

يعد التصحر من أخطر المشكلات التي تواجه العالم بصفة عامة، والقارة الأفريقية بصفة خاصة ؛ ولذلك خصصت الأمم المتحدة اليوم العالمي ضد التصحر والجفاف في السابع عشر من يونيو من كل عام.

ولعل استعراض بعض الأرقام والإحصائيات يكون كفيلاً بإلقاء الضوء على فداحة المشكلة:

- ⇐ فعلى الصعيد العالمي، يتعرض حوالي ٣٠% من سطح الأرض لخطر التصحر مؤثرًا على حياة بليون شخص في العالم.
- ⇐ أما ثلث الأراضي الجافة في العالم قد فقدت بالفعل أكثر من ٢٥% من قدرتها الإنتاجية.
- ⇐ كل عام يفقد العالم ١٠ ملايين هكتار من الأراضي للتصحر.
- ⇐ وفي عام ١٩٨٨ فقط كان هناك ١٠ ملايين لاجئ بيئي.
- ⇐ ويكلف التصحر العالم ٤٢ بليون دولار سنوياً.

حالات التصحر:

تختلف حالات التصحر ودرجة خطورته من منطقة لأخرى تبعاً لاختلاف نوعية العلاقة بين البيئية الطبيعية من ناحية وبين الإنسان.

هناك أربع درجات أو فئات لحالات التصحر حسب تصنيف الأمم المتحدة للتصحر:

١) **تصحر خفيف:** وهو حدوث تلف أو تدمير طفيف جداً في الغطاء النباتي والتربة ولا يؤثر على القدرة البيولوجية للبيئة.

٢) **تصحر معتدل:** وهو تلف بدرجة متوسطة للغطاء النباتي وتكوين كثبان رملية صغيرة أو أخاديد صغيرة في التربة وكذلك تملح للتربة مما يقلل الإنتاج بنسبة ١٠-١٥ %.

٣) **تصحر شديد:** وهو انتشار الحشائش والشجيرات غير المرغوبة في المرعى على حساب الأنواع المرغوبة والمستحبة وكذلك بزيادة نشاط التعرية مما يؤثر على الغطاء النباتي وتقلل من الإنتاج بنسبة ٥٠%.

٤) **تصحر شديد جداً:** وهو تكوين كثبان رملية كبيرة عارية ونشطة وتكوين العديد من الأخاديد والأودية وتملح التربة ويؤدي إلى تدهور التربة وهو الأخطر في أنواع التصحر.

أسباب التصحر:

ينتج التصحر أو زحف الصحراء عن عوامل مختلفة يمكن إجمالها بما يلي:

- عوامل طبيعية ويقصد بها العوامل المناخية، وما تحدثه من أضرار على النبت الطبيعي وعلى التربة.
- نشاطات إنسانية مختلفة كإزالة الغابات والرعي الجائر لأراضي المراعي، إضافة لسوء إدارة الموارد الطبيعية والأراضي الزراعية.

ويمكن إجمال التدهور أو التصحر حسب ظروف المنطقة المعنية بما يلي: تدهور بفعل الرياح، تدهور بفعل المياه، تدهور فيزيائي، تدهور كيميائي وتدهور حيوي.

الضغط الزراعي: يقصد به تكثيف الاستخدام الزراعي أو تحميل التربة بما يفوق قدرتها البيولوجية.

يلاحظ إن تدمير الغطاء النباتي يؤدي إلى زيادة مساحة السطوح العاكسة للإشعاع الشمسي مما يؤدي إلى حدوث ظاهرة الألبيدو، وبالتالي تؤثر على زيادة حرارة الأرض، وتناقص الأمطار، لذا فإن إزالة الغطاء النباتي يتسبب في تفكك التربة وبالتالي تعريتها وزيادة سرعة الرياح وانسياب الماء على سطح

الأرض وتقل المياه الجوفية وتقل خصوبة التربة. كذلك الأمر يعد الإفراط وسوء استغلال الموارد البيئية وخاصة الحيوية منها في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة من أهم أسباب التصحر. فكثرة الري باستمرار يؤدي إلى تملح التربة وبالتالي يتدهور إنتاجها وقد يصل الأمر إلى أن تصبح التربة ميتة، وهو أخطر مراحل التصحر، وبالتالي يصعب استصلاحها.

للحد من ظاهرة التصحر لابد من اتباع استراتيجية تهدف إلى تحقيق ما يلي:

- تطوير القدرات البشرية: وذلك باستخدام التكنولوجيا الحديثة وتدريب المختصين عليها، خاصة فيما يتعلق بمكافحة التصحر مثل نظام الاستشعار عن بعد والتصوير الجوي وتحديد تواجد المياه الجوفية في باطن الأرض.
- إيجاد جمعيات ومراكز بحوث متخصصة في مجال مكافحة التصحر وتمويل المشاريع والأبحاث ذات العلاقة.
- نشر الوعي البيئي بين المواطنين خاصة المزارعين وأصحاب المواشي والرعاة
- التخطيط السليم والعلمي الذي يبدأ بمسح شامل للموارد الطبيعية ومكوناتها.
- تنمية وصيانة الغطاء النباتي الطبيعي من خلال خطة انتاجية متكاملة.
- إنشاء أحزمة خضراء ومصدات رياح حول المدن والمزارع وفي مناطق هبوب الرياح.
- إدارة الأراضي وفق أسس علمية تستند إلى إمكانيات هذه الأراضي وقابليتها.
- تنظيم واستغلال الدورة المائية بطريقة علمية سليمة تتماشى وطبيعة البيئة عن طريق المسح الشامل والتقييم العلمي لمساقط المياه وإدارة هذه المساقط المائية بما يكفل الاستخدام المستدام.

لقد نظمت الأمم المتحدة عام ١٩٩٤م مؤتمراً دولياً لمكافحة التصحر، وأوصت بإيجاد تعاون دولي لمكافحته، كما أوصت الدول المتعرضة للتصحر والجفاف بإعداد برامج تكون أهدافها التعرف على

العوامل المساهمة في عملية التصحر واتخاذ الإجراءات المناسبة لمكافحته والوقاية منه والتخفيف من حدة آثار الجفاف. وينبغي أن تحتوي هذه البرامج على:

١) أساليب لتحسين مستوى قدرات البلاد من حيث علوم الأرصاد والطقس والمياه ومن حيث التنبؤ بجفاف قادم.

٢) برامج لتقوية استعداد البلاد لمواجهة وإدارة إصابة البلاد بالجفاف.

٣) تأسيس نظم لتأمين الغذاء بما في ذلك التخزين والتسويق.

٤) برامج الري المستدام من أجل المحاصيل والمواشي معاً.

٥) مشاريع بديلة لكسب الرزق مما قد يوفر لأصحاب الأراضي وسائل بديلة لمصادر دخولهم في حالة إصابة أراضيهم بالجفاف.

٦) برامج للإدارة المستدامة للموارد الطبيعية.

٧) برامج لتعليم الأساليب الملائمة للزراعة.

٨) تطوير مصادر مختلفة للطاقة وحسن استغلالها.

٩) تقوية إمكانات البحث العلمي والتدريب في البلاد في مجالات التصحر والجفاف.

١٠) برامج تدريب للحفاظ على الموارد الطبيعية والاستغلال المستدام لها.

١١) توفير التدريب المناسب والتكنولوجيا المناسبة لاستغلال مصادر الطاقة البديلة، خاصة المصادر المتجددة منها بهدف التقليل من استخدام الخشب كمصدر للوقود.

١٢) تنظيم حملات توعية للمجتمع العام.

١٣) تطوير مناهج الدراسة وزيادة توعية الكبار حول الحفاظ والاستغلال الملائم وحسن إدارة الموارد الطبيعية في المناطق المصابة.

يمكن الحد من زحف الكثبان الرملية بعدة طرائق منها:

١) **الطرائق الميكانيكية:** وذلك بإنشاء حواجز عمودية على اتجاه الرياح ومن هذه الطرائق:

- الحواجز النباتية: فهناك العديد من النباتات التي لها القدرة على تثبيت الرمال. فالتشجير هو الأفضل في عملية التثبيت، ولكن لابد من اختيار الأنواع النباتية المناسبة من حيث الطول والتفرع وقوة الجذور ومقاومة الظروف البيئية القاسية.
- الحواجز الصلبة: وذلك باستخدام الحواجز الساترة من الجدران أو جذوع الأشجار القوية والمتشابكة مع بعضها البعض.

٢) **الطرق الكيميائية:** مثل مشتقات النفط وتكون على شكل رذاذ يلتصق بالتربة السطحية ولكن لهذه الطريقة لها أخطار، مثل تلوث التربة والمياه والتأثير في النباتات.

التنوع الحيوي

مقدمة :

أدت الزيادة السكانية الهائلة في عدد سكان العالم إلى زيادة معدلات التنمية الاقتصادية التي ضاعف منها المحاولات المستميتة لرفع مستوى معيشة الإنسان وتحقيق رفاهيته في جميع مجالات الحياة. وحتى يومنا هذا يمكن القول بأن التنمية الاقتصادية تتم دون أن تأخذ في حسبانها الاعتبارات البيئية الضرورية للمحافظة على الموارد الطبيعية المتجددة ونظمها البيئية الداعمة للحياة. وكانت النتيجة أن سجل التاريخ أسوء مستويات تدهور البيئة واستنزاف الموارد الطبيعية خلال عقد التسعينات من القرن المنصرم، كما سجل التاريخ خلال نفس الوقت ذروة اهتمام العالم بقضايا تدهور البيئة ومشاكلها.

هناك حقيقتان هامتان مرتبطتان يجب الاعتراف بهما والعمل بمقتضاهما:

- أن التنمية الاقتصادية لا يمكن أن تستمر في أداء وظيفتها لرفع مستوى معيشة الإنسان وتحقيق رفاهيته إلا إذا بنيت على أسس ايكولوجية سليمة، أي إلا إذا أخذت بالحسبان اعتبارات البيئة ومحدودية الموارد الطبيعية المتجددة، وبهذه الطريقة وحدها يمكن أن تصبح التنمية مستدامة.
- أن جهود المحافظة على البيئة ومواردها الطبيعية المتجددة لا يمكن أن تنجح إلا إذا أدت التنمية الاقتصادية إلى ضمان مستوى معيشي مناسب للإنسان لا يتوقف عند حد الكفاف.

على ضوء هاتين الحقيقتين يمكن اعتبار أن المحافظة على الموارد هي شكل من أشكال التنمية الاقتصادية الأساسية، إذ أن المحافظة تعني إدارة الاستخدام البشري للنظم البيئية في المحيط الحيوي بحيث تحقق أقصى قدر من المنافع الصافية المستدامة للأجيال الحالية بدون أن يؤثر ذلك على قدرة

الأجيال المستقبلية على استخدام هذه الموارد بنفس الكفاءة أو بكفاءة أعلى .يتضح من ذلك أن المحافظة تشمل كل أو بعض العمليات التالية:

١- حماية الموارد الطبيعية ومنع استخدامها لفترة زمنية محدودة ريثما تستعيد عافيتها.

٢- إعادة تأهيل المناطق البيئية المتدهورة.

٣- صيانة النظم البيئية، الاستخدام المستدام للموارد الطبيعية المتجددة.

٤- تحسين إنتاجية النظم البيئية المنتجة للموارد الطبيعية.

حتى يمكن الحصول على مساندة المواطنين لجهود المحافظة، واستصدار القرارات السياسية الداعمة لها لابد من إثبات وجود قيمة اقتصادية واجتماعية يمكن أن يجنيها المجتمع من المحافظة على الموارد الطبيعية المتجددة، معبراً عنها بوحدات اقتصادية، أي تقديرها بثمن معين. يعني ذلك إظهار قيمة الموارد الطبيعية المستخدمة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في الدولة معبراً عنها بوحدات نقدية مما يربطها بشكل مباشر برخاء الإنسان واستيفاءه لمتطلبات معيشته العصرية.

التنوع الحيوي Biological Diversity:

تعريفه : إن التنوع الحيوي (التنوع البيولوجي، التنوع الإحيائي) هو مصطلح جامع يشمل التباين الموجود بين كافة الكائنات الحية من نباتات وحيوانات وكائنات دقيقة وكافة النظم البيئية المكونة للمحيط الحيوي (الغلاف الحي) Biosphere على الكرة الأرضية. وينطبق هذا التعريف على كافة البيئات الأرضية والبحرية والمائية العذبة.

ماهية التنوع الحيوي: إضافة إلى النباتات والحيوانات البرية فإن هذا المصطلح يشمل أيضاً كافة النباتات المزروعة والحيوانات المدجنة، وبشكل عام كل أشكال الحياة على الأرض. أي أن التنوع الحيوي يشمل ما يلي :

- الأنواع النباتية البرية بما فيها تحت الأنواع والضروب والأنماط (الطرز) البيئية والعروق الفيزيولوجية
- الأنواع الحيوانية البرية وتحت أنواعها وعروقها.
- الكائنات الحية الدقيقة.
- النباتات المزروعة بما فيها الأصناف البلدية التقليدية للمحاصيل الزراعية والأشجار المثمرة.
- الحيوانات المد جنة بما فيها العروق التقليدية البلدية.
- المجتمعات النباتية الطبيعية.
- النظم البيئية الطبيعية والأرضية والبحرية والمائية العذبة.
- النظم المحورة من قبل الإنسان.

إن الجينات (المورثات) والأنواع والنظم البيئية هي نتيجة ثلاثة آلاف مليون سنة من التطور على الكرة الأرضية (UNEP 1992)، وهي الأساس في استمرار الجنس البشري. إن الملاحظات العديدة في شتى أنحاء العالم تدل على أن النشاطات البشرية الجائرة واللاواعية سببت ولا تزال تسبب تدهوراً في التنوع الحيوي قد يصل إلى زوال العديد من النظم البيئية والكائنات الحية المكونة لها، وما ينتج عن ذلك من نتائج سلبية على التوازن البيئي المحلي والإقليمي والعالمي، من جهة وعلى الحياة الاقتصادية والاجتماعية والثقافية للمجتمعات البشرية، من جهة أخرى.

يرافق التنوع الحيوي تنوع وراثي Genetic Diversity وهنا لابد من التمييز بين هذين المصطلحين. فبينما يشمل التنوع الحيوي التباين بين كافة الكائنات الحية والنظم البيئية، فإن التنوع الوراثي يشمل تنوع المورثات عند الأنواع النباتية والحيوانية والكائنات الدقيقة، أو بتعبير آخر يشمل التباين الوراثي ضمن كل نوع من الأنواع الحية.

إن العلاقة بين هذين المصطلحين كبيرة، إذ أن تقلص رقعة نوع نباتي معين وزواله من بعض البيئات ينعكس سلبا على التباين الوراثي عند هذا النوع ويساهم في تبسيطه وراثيا، وهذا ما يعرف بانجراف المورثات Gene Erosion مما يخفف من قدرته على التكيف مع التغيرات التي يمكن أن تطرأ على البيئة، كما يسبب خسارة كبيرة من حيث إمكانية الاستفادة منه عمليا في عملية التحسين الوراثي للأنواع الزراعية والرعوية والحراجية.

تتألف الأنواع من أفراد ورثت مجموعة متنوعة من الصفات تسمح لها بالتكيف مع البيئة واستمرار البقاء في حال حدوث تغيرات في البيئة. ويظهر ذلك عمليا عند النباتات والأنماط (الطرز) البيئية Ecotypes والعروق الفيزيولوجية التابعة لنوع معين. ومن المعروف أن الأنواع الواسعة الانتشار في بيئات متنوعة تكون عالية التعقيد وراثيا ، ويتجلى ذلك باحتوائها على أنماط بيئية وعروق فيزيولوجية عديدة مثال على ذلك نبات الصنوبر البروتي الذي ينتشر طبيعيا على مساحات كبيرة يتميز بتنوع بيئي من النواحي المناخية والأرضية والارتفاع عن سطح البحر في منطقة توزعه الطبيعي شرقي المتوسط. كذلك السنديان العادي *Quercus Calliprinos* الذي تمتد غاباته في شرقي المتوسط على مساحات واسعة وتشمل تربا متنوعة وبيئات مناخية عديدة (شبه جافة وشبه رطبة ورطبة)، بمتغيراتها الحرارية العذبة والمعتدلة والباردة.

يتضح مما تقدم أن التنوع الحيوي يتضمن إذا:

١) التباين في الأنواع النباتية والحيوانية والكائنات الدقيقة المكونة للنظم البيئية.

٢) التباين في النظم البيئية الأرضية والبحرية والمائية العذبة المكونة للمحيط الحيوي.

٣) التباين في المورثات ضمن النوع الواحد (التنوع الوراثي).

أهمية التنوع الحيوي

في عام ٢٠٢٠، تم الاحتفال بيوم البيئة العالمي تحت شعار "التنوع البيولوجي" الذي يُعد شاغلاً وجودياَ ملحاَ. وأظهرت المُجريات الأخيرة سواء أكانت الحرائق في البرازيل أو في الولايات المتحدة أو أستراليا، أو كانت أسراب الجراد في شرق أفريقيا، أو الأوبئة المرضية التي عصفت بالعالم مؤخراً، الترابط والاعتماد المتبادل بين الإنسان وشبكات الحياة المحيطة به ويظل السؤال هو: هل نعرف حقاً أهمية التنوع البيولوجي؟

للتنوع الحيوي أهمية بالغة إذ أنه يسهم في توفير الغذاء ومواد البناء الخام للصناعة والمواد الطبية والعطرية، وتوفير القاعدة لتحسين المحاصيل الزراعية والنباتات التزينية والنباتات العلفية والأشجار المثمرة والحراجية والحيوانات المدجنة. في الحقيقة، إن الأطعمة التي نتناولها والهواء الذي نتنفسه والمياه التي نشربها والمناخ الذي يجعل من الأرض بيئة صالحة للعيش هي كلها من منافع الطبيعة. فعلى سبيل المثال، تنتج النباتات البحرية سنوياً أكثر من نصف الأكسجين في غلافنا الجوي، في حين تنقي الأشجار الناضجة الهواء وتمتص كل شجرة ما يقرب من ٢٢ كيلوغرام من ثاني أكسيد الكربون وتطلق الأكسجين في الوقت نفسه. وبالرغم من كل المنافع المتحصل عليها من الطبيعة لم يزل الإنسان يسيء إليها ولذا يلزم تغيير ذلك السلوك.

يوجد اتفاق تام بين العلماء على التأكيد بأن العديد من الأنواع النباتية والحيوانية البرية في العالم تتقلص رقعة انتشارها الطبيعي، كما أن بعضها يختفي بمعدل لم يسبق له مثيل من قبل على الكرة الأرضية، وذلك نتيجة التغيرات الشديدة التي طرأت على البيئة الطبيعية في القرن المنصرم بسبب إزالة الغابات الطبيعية أو القطع الجائر لها، وكذلك بسبب الحرائق والتلوث والتوسع في الزراعة في المناطق الجافة

وشبه الجافة الهشة، والتوسع الحضري في بناء الطرقات والمطارات .... الخ وغير ذلك من التعامل غير الرشيد مع الموارد الطبيعية المتجددة .

لقد غيّرت الأنشطة البشرية بشكل كبير ثلاثة أرباع سطح الأرض وثلثي مساحة المحيط، فخلال الفترة بين عامي ٢٠١٠ و٢٠١٥ وحدها، اختفى ٣٢ مليون هكتار من الغابات؛ وفي الـ ١٥٠ سنة الماضية، تم تخفيض غطاء الشعاب المرجانية الحية بمقدار النصف، ويذوب الثلج الجليدي بمعدلات مدهشة، بينما يزداد تحمض المحيطات، مما يهدد إنتاجية المحيط. وتختفي أنواع الحياة البرية الآن عشرات إلى مئات المرات أسرع مما كانت عليه في الـ ١٠ ملايين سنة الماضية. نحن على وشك الانقراض الجماعي، وإذا ما واصلنا السير على هذا المسار، سيكون لفقدان التنوع البيولوجي آثار خطيرة على البشرية، بما في ذلك انهيار أنظمة الغذاء والصحة.

لقد أكد ظهور جائحة كوفيد -١٩ حقيقة أننا عندما ندمر التنوع البيولوجي، فإننا ندمر النظام الذي يدعم حياة الإنسان. واليوم، يقدر أن حوالي مليار حالة إصابة بالمرض وملايين الوفيات تحدث كل عام بسبب الأمراض التي تسببها الفيروسات التاجية؛ وأن ٧٥% من جميع الأمراض المعدية الناشئة في البشر هي أمراض حيوانية .... **إن الطبيعة ترسل لنا رسالة.**

إن ما يحدث في العالم يحدث في الوطن العربي في الوقت الحاضر، وبشكل أكثر خطورة، نظراً للتدهور البيئي والتصحر اللذين حصلا خلال القرون الماضية ولا سيما في منتصف القرن الماضي. من الجدير بالذكر أن الخسارة لا تكون عن طريق اختفاء الأنواع النباتية والحيوانية، فقط بل إن بعض الأنواع ولو أنه لا يختفي، فإنه يتبسط وراثياً عن طريق زوال العديد من عرقه Races وأنماطه (طرزه) البيئية Ecotype وضروبه Varieties ، وذلك بسبب تقلص رقعة انتشارها الطبيعي وتدهور البيئات الطبيعية التي كانت تعيش فيها هذه العروق أو الطرز البيئية أو الضروب وهذا يشكل أيضاً خسارة كبيرة من الناحية الوراثية، إذ أنه يخفض من التنوع الوراثي عند الأنواع الباقية والذي يمكن أن يستفاد منه مثلاً في

تحسين المحاصيل الزراعية من أجل إيجاد أصناف مقاومة لظروف بيئية معينة أو ذات خصائص غذائية معينة. كما أن زوال هذه العروق والطرز البيئية والضروب يؤثر سلباً في إمكانية تكيف الأنواع الباقية مع التغيرات المناخية الدورية ومع المشاكل البيئية الطارئة، فمثلاً إن زوال بعض العروق والطرز البيئية والضروب عند الأصول البرية للقمح المزروع أو الشعير المزروع يقلل من الإمكانات المتوفرة في استنباط أصناف من القمح تتلاءم مع هذه أو تلك من الظروف البيئية الحرجة (برودة، جفاف، حرارة، ملوحة في التربة)، وهذا يتطلب منا حماية العروق والطرز البيئية والضروب التابعة لنوع معين في بيئاتها الأصلية. وهذا ما يتوجب علينا عمله من أجل صيانة الأصول البرية للمحاصيل الزراعية الهامة مثل القمح والشعير والشوفان والزيتون وغيرها من الأنواع البقولية العلفية والأنواع أليفة الجفاف والملوحة التي يمكن الاستفادة منها في تشجير البيئات الجافة والتي تنمو طبيعياً في الدول العربية، مساهمة منا في حفظ الأصول الوراثية لهذه الأنواع البرية، إذا أردنا المحافظة على ديمومتها من جهة والاستفادة منها لصالح الإنسانية من جهة أخرى .

إن بعض الأنواع النباتية والحيوانية لا يختفي إذاً **بل يتبسط وراثياً**، وهذا يعني عملياً ضياع العديد من المورثات التي هي جزء من المدخرات الوراثية للأنواع النباتية والحيوانية، وذلك نتيجة زوال بعض العروق والطرز البيئية من الطبيعة، لذا يجب التمييز بين فقدان الأنواع وفقدان المدخرات الوراثية. لهذا التمييز أهمية كبرى من الناحيتين النظرية والعملية معاً، لاسيما بالنسبة للأنواع البرية كنسبة المحاصيل المزروعة التي يحتاج تحسينها إلى تنويع في المورثات تبعاً للصفات المرغوبة في الأصناف المحسنة. كلما كان التنويع الوراثي كبيراً في الأصول البرية للمحاصيل المزروعة، كانت الصفات التي يمكن الحصول عليها في الأصناف الجديدة نتيجة التهجين أوسع وأشد تنوعاً.

من الضروري التنبيه أنه لابد من أن يحصل زوال طبيعي في العروق والطرز البيئية والضروب للأنواع النباتية والحيوانية بسبب العمليات التطورية التي تحدث في الطبيعة، لذلك فإنه من المستحيل حماية كل المدخرات الوراثية لنوع ما. إلا أنه يجب المحافظة على أكبر ما يمكن من التنوع الوراثي في الطبيعة الذي يمكن الحصول عليه اقتصادياً وتقنياً، ولاسيما بالنسبة للأصول البرية للمحاصيل الحقلية والأشجار المثمرة والنباتات الرعوية والحراجية وللأنواع النباتية والحيوانية التي تبدو لها فائدة خاصة. علماً أنه من المفضل حماية كل الأنواع، كلما كان ممكنا وذلك لأننا لا زلنا نجهل الفوائد التي سنجنيها من العدد الكبير من النباتات والحيوانات التي لا نعرف فوائدها في الوقت الحاضر.

يمكن تلخيص أهمية التنوع الحيوي بالنسبة للمجتمع الإنساني والتي استندت إليها الاتفاقية الدولية للتنوع الحيوي بالمبررات التالية:

١- أنه لا غنى عنه للحفاظ على وظائف النظم البيئية الحيوية لأنها هي التي تجعل كوكب الأرض قابل للسكن (مثل تبادل الكربون بين الهواء والنبات والحيوان والإنسان) التي ذكرناها في البداية بدورة الكربون، وجريان الأنهار واستعواض المياه الجوفية، وخصوبة التربة وتنظيم حرارة الأرض، والمناخات الموضعية..... إلخ.

٢- أنه يتيح للإنسان قيما جمالية وعلمية وثقافية من التي لا غنى عنها، بالرغم من عدم مقدرتنا على قياسها أو تنميتها، لكنها محسوسة ومعترف بها مع ذلك.

٣- أنه مصدر للكثير من المنتجات المستخدمة عالمياً من غذاء وكساء ودواء ومواد بناء، وما زال عطاؤها مستمراً والكثير منه مجهول وينتظر الكشف عنه، وخاصة في المجالات الصيدلانية والكيميائية وهي رصيد لا ينضب من المواد الخام لصناعات التكنولوجية الإحيائية والهندسة الوراثية.

٤- أنه هو القاعدة التي استقى منها الإنسان جميع محاصيله وحيواناته المستأنسة والمستخدمة حالياً لتحسين سلالاتها ولتطوير الجديد منها، وهو أيضاً حالياً المعين الذي لا ينضب لأي اختراعات جديدة في تقنيات التكنولوجيا الإحيائية.

٥- لأن جمال التشكيلات البيئية وما بها من تنوع بيولوجي يمثل قيمة اقتصادية هامة لعدد كبير من الأنشطة الترويجية للسياحة البيئية.

ومن فوائد التنوع الحيوي أيضاً، إلى جانب قيمته الاقتصادية والمعنوية والجمالية، أنه مؤشر لنوعية الحياة على كوكب الأرض في البر والبحر، فإذا تدهور التنوع الحيوي ستتدهور معه الخدمات البيئية المجانية التي يؤديها وعندما تنقرض الأنواع فإن الأمر يتعدى مسألة الحسرة على ضياعها أو المحافظة على القيم الجمالية، أو دافع الاحتفاظ بأنواع لها قيمة اقتصادية. إلا أن انقراض الأنواع مؤشر على أن هناك ما يتهدد حياتنا ذاتها ويهدد مستقبلها على هذا الكوكب، وذلك لأن مجرد وجود كل تلك الأنواع في نظمنا البيئية يتيح لها القيام بالوظائف التي تحفظ حياتنا، كما أن انقراض الأنواع لن يكون له سبب سوى وجود أخطار بيئية هامة، وإنذارنا بأن ثمة خطأ أو أخطاء في هذا الكوكب وفي بيئاته تستدعي الانتباه والتشخيص والمعالجة حتى لا يؤثر فينا هذا الخطر، أو بالأحرى هذه الأخطار مجتمعة إن كانت متعددة وتنال منا كبشر وتؤدي إلى انقراضنا نحن أيضاً أو إلى حدوث كوارث بيئية لا نستطيع حيالها شيئاً مثل الفيضانات الجارفة والتسمم البيئي والتصحر والأمراض الفيروسية وغير ذلك الكثير. لذا فإن الحفاظ على الأنواع وعلى النظم البيئية هو الحفاظ على الإنسان نفسه .

يجب ألا ننسى أن الله تعالى جعل الأمة العربية وسطاً بين القارات الثلاث آسيا وأوروبا وأفريقيا، وأن الوطن العربي يضم تقريباً كل معابر الطيور المهاجرة من غرب آسيا وأوروبا عند طيرانها في الخريف من الشمال إلى الجنوب، في اتجاهها إلى أفريقيا جنوب الصحراء وفي العودة العكسية في الربيع، وأهم هذه المعابر هي بلاد الشام ومصر وتونس والمغرب، وبدرجة أقل الجزيرة العربية والجزائر. ومن هذا فإن

الآلاف من السياح القادمين من أوروبا يأتون خصيصاً إلى البلاد العربية لمشاهدة هذه الطيور التي يهتمون بها كثيراً في بلادهم. لذلك سنبين لاحقا أنه لابد أن تشمل استراتيجيات صون التنوع الحيوي أيضاً كل أشكال التدخل اللازمة لضمان استمرار وجود تلك الأنواع من النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة عبر كل ما تضمه من تراكيب وراثية لكل تلك الأنواع، وكذلك في موائلها. ولعل أول تلك الإجراءات هو إنشاء المحميات الطبيعية والمحافظة عليها وكذلك حماية الأنواع الحية وإنشاء البنوك الوراثية بمختلف أنواعها من حفظ البذور أو الخلايا أو الأنسجة التكاثرية.

الأمن الغذائي والتنوع الحيوي:

معظم ما نتناوله في غذائنا من خضراوات وفواكه وحبوب ومن لحوم أيضاً، تأتي من سلالات وأصناف نباتية وحيوانية قام الإنسان بتدجينها وتربيتها عبر العصور، وذلك عندما انتقى من الأنواع البرية أفرادا طورها لتلاءم أجواء معينة أو ظروفاً إيكولوجية معينة في مختلف البيئات التي عاش فيها الإنسان . ولكن تعمل قوى السوق حالياً على تضييق التنوع في هذه السلالات المستأنسة والمدجنة للحصول على سلالات نمطية جذابة شكلاً (غالبا فقط) ولكنها أقل مقاومة للظروف البيئية لذلك تحتاج إلى حمايتها حماية كاملة في صوبات زجاجية (البيوت الزجاجية)، وهي غالباً ذات نكهة أضعف وقيمتها الغذائية أقل، وإذا فقدت الأصول التي أنتجت منها السلالات المنمطة، والتي سيلزم أن نعود إليها حتى نستعيد النكهة، فإننا سنفقد إمكانية الطعم والرائحة، فضلاً عن القيمة الغذائية الأساسية، التي هي خلاصة جهود الثقافات البشرية المتنوعة التي أنتجت تلك السلالات المحلية من الأصول البرية الأصلية .

تعد أهم مراكز هذه الأصول في حوض البحر الأبيض المتوسط، وخاصة في شرق المتوسط وكذلك في مناطق تجمع الأنواع المنفردة والنادرة في المناطق الجبلية بالوطن العربي مثل الجبل الأخضر في عمان وسميه في ليبيا وفي جبال الأطلس، كل سلالة من تلك السلالات هي بنك وراثي في حد ذاته لذلك فهي

ذات قيمة اقتصادية وثقافية كبرى. ومن المهم التعرف على هذه المنتجات التقليدية على مستوى المجتمعات المحلية، وعلى العادات الغذائية والزراعية المرتبطة بها لذلك من الضروري لصون ذلك المستوى من التنوع الحيوي اتخاذ الإجراءات التالية:

1- الاهتمام بأنماط الطهي المختلفة.

2- تشجيع الزراعة المتواصلة للسلالات المحلية من نبات وحيوان مدجن وإنشاء مزارع خاصة بها سواء كانت محاصيل حولية أو معمرة.

3- تطوير تقنيات لتربية الحيوانات البرية للاستهلاك الآدمي (مزارع سمكية – مناحل .... إلخ).

4- التعرف على المزيد من الأنواع البرية والتوسع في استخدامها في الغذاء مثل الأسماك والفاكهة، حتى تكتسب أهمية اقتصادية، دون العمل على انقراضها بالطبع، ويعني هذا زيادة التنوع في العادات الغذائية حسب منتجات كل موسم.

الصناعات الدوائية :

معظم الأدوية التي نتناولها مشتقة من مواد كيميائية تفرزها النباتات، وهناك دعوة الآن تتبناها منظمة الصحة العالمية لاستعادة تقاليد الطب الشعبي وذلك بهدف تفهم المزيد من ارتباطنا بالبيئة الطبيعية وما تعج به من كائنات حية. لابد من تشجيع بحوث استخلاص الجواهر الفعالة (كما كان يقول قدماء العلماء العرب) من الأنواع البرية ومحاولة استزراعها، كما لابد من إدراك أهمية مختلف الكائنات الحية على هذا الكوكب والحرص على مناطقها الطبيعية، وذلك لأن التعويل على المنتجات الطبيعية يمكن أن يقلل إلى حد كبير من أضرار الآثار الجانبية، العديدة للأدوية الصناعية الغريبة عن الجسم ناهيك عن تكاليفها.

القيمة الحقيقية للتنوع الحيوي:

يعتقد الكثيرون في الوطن العربي خطأً أن صون التنوع الحيوي ما هو إلا حركة ساذجة لحماية الفراشات أو السلاحف أو ما إلى ذلك، ويتخذون من هذه المحاولات مادة للسخرية في بعض الأحيان، وفي هذا

خطأ كبير لأنهم لا يعلمون أن اختفاء أي نبات أو أي حيوان ما هو إلا دليل على عدم صلاحية تلك البيئة، وإن تآكل التنوع الحيوي ما هو إلا مقدمة لأضرار تحيق بالإنسان إن عاجلاً أو آجلاً، وأن علينا صون التنوع الحيوي من أجل الحصول على بيئة سليمة نظيفة آمنة، وهي بيئة تهمنا لصحتنا وصحة أطفالنا وأحفادنا قبل كل شيء، وأن توفير بيئة آمنة ونظيفة هو الغرض الأساسي من صون التنوع الحيوي المؤثر على صحة البيئة وأمانها.

طبقاً للنظرية الاقتصادية الحديثة، فإن القيمة الاقتصادية للخيرات تتوقف على منفعتها أو الرفاهية التي تحققها للإنسان، لكن قيمة التنوع الحيوي تتعدى ذلك بكثير، إلى منفعته للبشرية جمعاء، حاضراً ومستقبلاً وهذه المنفعة على أنواع:

١) قيمة الاستخدام المباشر: وهي أوضحها وتأتي من إنتاج الغذاء والكساء والدواء والوقود والمواد المستخدمة في أغراض أخرى مثل الراتنجيات وغيرها التي تستخدم في الصناعة. والتنوع الحيوي هو المستودع المعين الذي لا ينضب (إذا لم يبدد بالطبع) للصناعات القائمة على الموارد الوراثية (التنوع الجيني)، وهو أيضا مستودع وحدات المناظر الطبيعية ومناطق الترويج والاستجمام ولممارسة مختلف الأنشطة الترويحية والرياضات، والجولات السياحية ومخيمات الكشافة والجوالة وغيرها من وسائل الترويح والرياضة.

٢) قيمة الاستخدام غير المباشر: وهي أيضا متنوعة ومستمدة من الوظائف الإيكولوجية التي يؤديها التنوع الحيوي. ومنها التمثيل الضوئي لتركيب وبناء المواد العضوية (كربوهيدرات، ودهون، وبروتينات، وفيتامينات) وتحليل النفايات حتى لا تتراكم في الطبيعة وتحدث الأمراض، وحماية منابع الأنهار، ومنع انجراف التربة ومنع الفيضانات، والخصوبة الإحيائية للتربة والمكافحة الحيوية للآفات والزراعة العضوية، وأخيرا وليس آخراً الحفاظ على التوازن في المحيط الحيوي للكرة الأرضية من

حيث امتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون الزائد. فكم يتكلف إصلاح الأضرار التي تنتج في غياب هذه الخدمات.

٣) سعر الفرصة المتاحة: وهو صون الشيء على أساس ارتفاع قيمته في المستقبل (مثل نبات معروف يستخرج منه دواء، ويمكن تحديده ولو بالتقريب طبقاً لما يستعد الشخص أو الدولة أن يدفعه مقابل إبقائه دون استخدام، أملاً في الحصول على سعر أعلى في المستقبل).

٤) سعر الفرصة التقريبية: وهو شكل من أشكال الفرصة المتاحة، وقد ثبت أن الموارد البيولوجية لها قيمة عالية، وخاصة في مجال الاستطباب، ولكن هناك الآلاف من الأنواع التي لم تكتشف بعد، ومنها ما لم تعرف قيمته الطبية حتى الآن لأنها لم تخضع بعد للبحث العلمي. ومع تطور تقنيات الاستكشاف والفحص تظهر تقنيات جديدة تساعد على التيقن من هذا الأمر، أو توجد استخدامات جديدة بالإضافة لما هو معروف فعلاً، لذلك يوصى بصون النباتات، بما فيها المعروفة وغير المعروفة لأنه يمكن أن تكون لها استخدامات غير معروفة ويختلف هذا عن الفرصة المتاحة في أن الأخيرة تستهدف صون نباتات معروفة لأغراض معروفة.

٥) قيمة عدم الاستخدام (أو القيمة الذاتية): وتنبع من استمتاع الشخص (أو عموم الشعب، أو جمعية هواة الطيور) من مجرد معرفة أن النبات أو الحيوان الذي يحبه موجود وعلى قيد الحياة ويتمتع بهذه الحياة بصورة طبيعية. وهذه القيمة خارج نطاق القيمة الاقتصادية، لكنها تشبع رغبات حسية ووجدانية لها أهميتها، مثله في ذلك مثل رضا الإنسان عند معرفته أن العدالة ستأخذ مجراها في قضية معينة، أو أن الأجيال القادمة ستأخذ حقوقها حتى ولو كانت غير موجودة الآن.

ومن ذلك أيضاً الشعور باحترام الطبيعة وبأن ما خلقه الله سبحانه وتعالى لخدمة الإنسان لا يفسده الإنسان. وهذه القيمة قد تكون لها الأولوية في بعض حالات إعلان المحميات الطبيعية والمنتزهات الوطنية، قبل أي قيمة أخرى، ثم تأتي القيم أخرى لمزيد من الانتفاع بتلك المحميات. وقد تكون هذه

القيمة أيضاً المبرر وراء إعلان حماية نوع معين نباتي كان أم حيواني، إذا كان يمثل رمزاً وطنياً مثل شجرة الأرز في لبنان إذ تكون حمايتها بمثابة حماية لعلم لبنان، وينبع أيضاً من هذه القيمة الشعور بالرضا من معرفة أن الجيل الحالي سيسلم إلى الجيل التالي تراثاً ثقافياً وطبيعياً سليماً، حتى ولو لم يكن استخدام نفعي والشعور بالنجاح في صون هذا التراث سواء كان له استخدام أو لم يكن هو في حد ذاته شعور طيب.

يكاد يتفق جميع الاقتصاديين الذين درسوا التنوع الحيوي في نهاية المطاف على أن الفرصة الضائعة من انقراض الأنواع واختفاء الموائل واختفاء مزاياه المجانية والخفية بسبب تحويل أراضيها لاستخدامات أخرى، تتضمن تكلفة ناتجة عن ضياع الخدمات البيئية التي تقدمها موارد التنوع الحيوي، وأن هناك احتمالاً أن تتحول تلك التكلفة إلى كارثة.

الهندسة الوراثية والتنوع الحيوي :

تعرف الهندسة الوراثية بأنها نقل قطعة من الدنا أو أكثر من متعضية إلى أخرى أو من نوع إلى آخر باستخدام تقنيات دقيقة على المستوى الجزيئي إلى تحديد الدنا المناسب للموروثات المطلوبة ثم قطعه ونقله إلى العضوية الجديدة لتهيئة عضويات مهندسة وراثيا بقصد استنباط أصناف وسلالات وراثيا تؤدي تحسينات جوهرية في المحاصيل والمنتجات الزراعية والعقاقير ومنتجات الرعاية الصحية والأمصال والأعلاف والكيماويات والمنتجات الصناعية، والهندسة الوراثية تعتبر ثورة علمية في القرن العشرين.

لكن السيل المتدفق من الاكتشافات العلمية في عالم الهندسة الوراثية، والتي أظهرت قدرتها على التلاعب في مورثاتنا ومورثات المتعضيات كافة في عصر المعلوماتية واستخدام الحاسوب، أصبح يشكل خطرا على التنوع الحيوي يوازي خطر القنبلة النووية على البيئة ومن عليها، فقد تبين أن الذرة الصفراء المصنعة وراثيا كانت عاملا مدمرا للنباتات البرية المجاورة لها بفعل انتقال الجينات المحورة وإخلالها بتوازن المورثات في النباتات المتكيفة منذ ملايين السنين، ويظن أن فيروس الإيدز ما هو إلا مصنع

بفعل الهندسة الوراثية، كما تعتبر التكنولوجيا الحيوية المبنية على استثمار الثروة الجينية المحورة والموارد البيولوجية عاملا آخر في تلوث البيئة وتدمير الموائل الحيوية فيها ولهذا، لا بد من السيطرة والتحكم في الهندسة الوراثية لاستخدامها بصورة واضحة حتى لا تدمر التوازن والتناغم الجيني، الذي هو حصيلة ملايين السنين من التطور والتكيف والاصطفاء للتنوع الحيوي وموارده البيولوجية. تعتبر الكائنات الدقيقة التي تشمل أعداد لا حصر لها من كائنات متناهية الصغر كالفيروسات والجراثيم والفطريات بمثابة الركيزة الأساسية للهندسة الوراثية والتقانة الحيوية الحديثة، التي أدت إلى اكتشاف وتصنيع ما يقارب من ٣٥٠ أنزيما قاطعا تستخدم في هندسة الدنا وإعادة تركيبه. ويعد هذا العمل حجر الزاوية في كل التقدم الحاصل الذي يحصل في الهندسة الوراثية، وجدير بالذكر أنه تم التأكد من أكثر من ٨٠% من الأنزيمات المصنعة من الكائنات الدقيقة والمحولة بفعل الهندسة الوراثية وثبت فعلا أنها لا تلوث ولا تشكل خطورة على الحيوان والإنسان.

ملاحظة :الدنا والرنا هي مصطلح عربي للـ DNA RNA وهي أحماض أمينية موجودة في خلايا المتعضيات.

الانفجار السكاني والتنوع الحيوي :

يتعرض سكان العالم حالياً إلى تزايد سكاني يصل إلى حد الانفجار فبينما كان عدد سكان العالم في القرن الثامن عشر حوالي ٨٥٠ مليون نسمة وصل الآن إلى أكثر من سبع مليارات ويتوقع أن يصل في عام ٢٠٢٥ إلى ٨ مليارات ونصف، ويفترض أن تقع ٩٠ % من هذه الزيادة في البلدان النامية أو في بلدان الجنوب، لذلك لابد أن تتناسب القوة الاقتصادية والتنموية مع هذه النسبة، والسؤال هنا هل تستطيع الثورة التكنولوجية بكل أبعادها أن تجابه وتوازي هذا العدد المتزايد صحة ورخاءً وسلاماً.

يرى لوتسنير غرام (عام ١٩٩٠) أن معظم تدمير الغلاف الأخضر في التنوع الحيوي يعزى إلى الضغط البشري وإلى أناس لا يملكون أرضاً للسكن ويبحثون بحثاً بائساً عن الغذاء، وأن الفقر هو العامل الرئيس في قطع الغابات إضافة إلى ازدياد عدد الجياع وارتفاع نسبة البطالة، وازدياد حجم التضخم المالي وتدهور الاستقرار السياسي والاجتماعي، وازدياد الممارسات الزراعية والبيئية الرديئة، كما أن ازدياد العمران المترافق مع الانفجار السكاني الذي يحاصر المناطق البرية ويمزق الأراضي الزراعية ويطوقها ويجعل النباتات عاجزة عن النمو والانتشار وبذلك تفشل الحيوانات في إيجاد الموائل المتكيفة مما يدفعها للهجرة أو الموت .

ويتطلب الانفجار السكاني مضاعفة الفعاليات الاقتصادية من تصنيع وطاقة وتكنولوجيا وزراعة إلى عشرات الأضعاف باستمرار، إلا أن البيئة المجهدة والتربة المتآكلة والشروط المناخية والحيوية المتغيرة تحول دون تحقيق ذلك، وتؤدي إلى عدم توازن بين الحاجيات البشرية المتزايدة وطاقة الثروة البيولوجية وثروتها الجينية المتناقصة، مما يعتبر مؤشر كبير على ما يهدد التنوع الحيوي وسلامة الإنسان وقدرته على الاستمرار.

التصحر والتنوع الحيوي :

يعد التصحر من العوامل المدمرة للبيئة وللحياة بفرعيها النباتي والحيواني كما يحدث تغيرات مناخية وايكولوجية بالإضافة لما يسببه من تدهور وتآكل في طبيعة الأرض وقدرتها الحيوية ويخلق ظروفا صحراوية أو شبه صحراوية في المناطق القاحلة حتى شبه الرطبة مما يؤدي إلى عدم توازن بيئي وإلى تدهور في الموارد الطبيعية من تربة وماء وغطاء نباتي وتنوع حيوي وتدمير للمادة العضوية في التربة بالإضافة إلى اختفاء الحياة البرية والتنوع الحيوي المألوف .وإذا ما أضفنا إلى العوامل العديدة المسببة للتصحر عوامل النشاط البشري والانفجار السكاني والزحف العمراني وتحول الأراضي الزراعية إلى أراض غير زراعية وتدهور الغابات والمراعي والتملح، لرأينا أن التصحر بما يسببه من تدهور في التنوع الحيوي

يخلف الكثير من المشاكل الاقتصادية والاجتماعية والسياسية والثقافية والإنتاجية وعدم استقرار للجماعات البشرية .

التغير المناخي والتنوع الحيوي :

يؤدي الإشعاع الشمسي إلى ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض، إلا أن جزءا من تلك الأشعة يعود إلى الفضاء بفعل السحاب والمساحات القاحلة من سطح الأرض مثل الصحاري، وتظل درجة حرارة الأرض ثابتة نظرا لتوازن الطاقة الناتجة عن الإشعاع الشمسي بفعل ذلك الانبعاث، وتعود نسبة ٣٠% من الإشعاع الشمسي إلى الفضاء بما يترك نسبة ٧٠% لتمتص بواسطة الأراضي والمحيطات .

إلا أن عملية الامتصاص هذه ليست دائمة إذ تنبعث تلك الأشعة مرة أخرى إلى الفضاء، ومع ذلك يمتص جزء من تلك الأشعة المنبعثة عن طريق بخار الماء وغازات الدفيئة الموجودة في الغلاف الجوي. ويمثل CO_2 ثاني أكسيد الكربون أهم غازات الدفيئة ولكن بخار الماء هو أهم العوامل الممتصة للطاقة، بحيث ينتج عن هذا الامتصاص للطاقة المعاد إشعاعها دورة أخرى من الإشعاع ولكن نحو سطح الأرض هذه المرة حيث يعاد امتصاصها مرة أخرى وهو ما يعرف بظاهرة الدفيئة وهي عملية الامتصاص الطبيعي التي تحفظ درجة حرارة الأرض عند ١٥ درجة مئوية.

لا يكمن مصدر القلق في ظاهرة الدفيئة الطبيعية نفسها ولكن في التزايد الكبير الذي حدث في انبعاثات الغازات وخصوصا غاز ثاني أكسيد الكربون والميتان، منذ الثورة الصناعية والذي يواصل التركيزات الموجودة بالفعل في الغلاف الجوي بحيث يؤدي تراكم تلك الغازات وبقاءها لعقود طويلة قادمة في الغلاف الجوي إلى ارتفاع درجة حرارة الأرض إلى مستويات تفوق معدلها الطبيعي .

لذلك فقد غير النشاط البشري منذ الثورة الصناعية دورة الكربون بدرجة كبيرة بما زاد من كمية ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الغلاف الجوي بحوالي الثلث من حوالي ٦٠٠ إلى ٨٠٠ مليار طن متري من الكربون وهي أعلى كمية منذ ٤٠٠ ألف عام على الأقل (بشكل عام تقاس تراكيز ثاني أكسيد الكربون في

الغلاف الجوي عادة بالجزء بالمليون، وعلى هذا الأساس، فقد زادت كميته من حوالي ٢٨٠ إلى ٣٧٠ جزء في المليون). إلى جانب الانبعاثات المباشرة تتبع نسبة ٣٠ % من الزيادة من تقطيع الأشجار وتهيئة الأرض للزراعة. أما الجزء المتبقي فهو ينشأ عن استخراج الفحم والنفط والغاز الطبيعي من مكامنه الأحفوري وإعادة حرقها.

نتيجة للزيادة المتسارعة في النشاطات الزراعية والصناعية المختلفة فقد شهدت التركيزات الجوية لغازات أخرى من غازات الدفيئة مثل الميتان وأكسيد النتروز وزيادة ملحوظة على مدى القرنين الماضيين بنسبة حوالي ١٥و١٦ % غلى التوالي. وقد تمثل التأثير المجمع لتلك الإضافات في الغلاف الجوي إلى زيادة تأثير الدفيئة على الإحترار العالمي من خلال زيادة كمية الإشعاع عند سطح الأرض بنسبة حوالي ٥،٠ % وذلك (حسب مكتب الميزانية بالكونغرس ٢٠٠٣).

برزت ظاهرة الإحترار بصورة ملحوظة وعلى ارتفاعات أكبر خلال العقد الفائت، كما ارتفعت حرارة المحيطات بما زاد من حجم الماء، وبإضافة المياه النابعة من الأنهار الجليدية فقد ارتفع المستوى العالمي لسطح البحر بواقع حوالي ١٠-٢٠ سم عما كان عليه في القرن الماضي. ومن المتوقع أن تؤدي انبعاثات غازات الدفيئة إلى تغيرات مناخية خلال القرن الحادي والعشرين وما بعده وستكون لتلك التغيرات تأثيرات واسعة النطاق على البيئة الطبيعية وعلى المجتمعات . ويشغل هذا الهاجس بالطبع علماء التنوع الحيوي جديا لأن من شأنه أن تتغير محتويات النظم البيئية من نباتات وحيوانات حسب مدى تحملها لارتفاع درجات الحرارة، كما أن النظم البيئية ذاتها قد تتحرك –في نصف الكرة الشمالي – شمالاً من المناطق الاستوائية والمدارية الحارة إلى المناطق المعتدلة ومن هذه إلى المناطق الباردة حاليا . وأهمية ذلك يمكن أن تكون واضحة بالنسبة للآفات الزراعية والطبية، فأغلب هذه الآفات موجود في المناطق الحارة من العالم وسيسهل انتقالها إلى الحقول الزراعية والمساكن في المناطق المعتدلة والباردة، كل هذا سوف يؤدي إلى خلل كبير في التوازنات البيئية على مستوى العالم أجمع. وهناك فعلاً عدة حالات

لانتقال بعض النباتات والحيوانات من المناطق الدافئة في البحار والمحيطات – حيث الانتقال أيسر – إلى مناطق كانت تعرف بأنها باردة بعدما كان الظن أنه لا يمكن لهذه النباتات والحيوانات الوافدة أن تعيش فيها، لكن لم تعش فيها فقط بل انتشرت وتوغلت وقضت على النباتات والحيوانات الأصلية في المنطقة .

من هنا يوجه علماء التنوع الحيوي اهتمامهم إلى مراقبة انتقال النباتات والحيوانات الذي يحدث حالياً، من المناطق الدافئة إلى المناطق الباردة، فنحن مهددون بأن نرى آفات المناطق الاستوائية موجودة بيننا في أي لحظة وعلينا لذلك إقامة نظم مراقبة دقيقة والتعرف على الحيوانات والنباتات الموجودة كآفات في المناطق الحارة والاستوائية وإجراء التجارب عليها لمعرفة مدى إمكان انتقالها إلى وطننا العربي والاستعداد لمنع دخولها (إجراءات الحجر الزراعي والبيطري والصحي) والاستعداد لمكافحتها لو استقرت عندنا، وكما هو معروف أن استقرار هذه الآفات لن يتم بين ليلة وأخرى بل سيسبقه تسلل بعض الأفراد خلال فترات الصيف ثم بقائها ساكنة خلال فصل الشتاء وسنة بعد أخرى ستتكيف تدريجياً لدرجات الحرارة المنخفضة في الشتاء، وحينئذ سوف تستطيع أن تمارس حياتها وتتكاثر وتظهر كآفة حقيقية ، لذلك فإن برامج رصد التنوع الحيوي يجب أن لا تقتصر على منع دخولها فقط عن طريق الحجر بل يتعدى ذلك إلى الحقول الزراعية ، حتى لو لم تكتشف عند المنفذ الصحية .

التنوع الحيوي ودوره في صون التوازن البيئي

من المعروف في العلوم البيئية أن الكائنات الحية يمكن أن تغير من خصائص البيئة بحيث تجعلها مهيأة لكائنات حية أخرى، أو لمجموعات وظيفية أخرى فوجود النباتات في موقع ما يجذب إليه آكلات العشب، ووجود آكلات العشب يجذب إليها آكلات الكائنات اللاحمة (المفترسات) ووجود هذه المجموعات الثلاث يجذب إليها الكائنات المحللة أو المفككة حسب مبدأ السلاسل الغذائية .

أي أن كل مجموعة من هذه المجموعات تنشئ ظروفاً جديدة بحيث تتوفر موارد جديدة تعيش عليها مجموعات أخرى، وبذلك تتنوع الكائنات الحية وتتنوع كذلك المجموعات الوظيفية في تلك البيئة، وتؤدي إلى تكامل تلك المجموعات وإلى التوازن البيئي في نهاية الأمر، وكذلك استقرار البيئة . ولعل أبرز مثال على ذلك التكامل والاستقرار دور الكائنات الحية مجتمعة في توازن المحيط الحيوي فعلى سبيل المثال، تغير الغلاف الجوي للكرة الأرضية وتزود بغاز الأوكسجين عندما بدأت الطحالب الزرقاء المخضرة في إفراز هذا الغاز منذ مئات ملايين السنين من عمر الكرة الأرضية ، وعندما تراكم الأوكسجين بالدرجة الكافية، أمكن للمزيد من الكائنات الحيوانية أن تعيش وتتنفس وتنوعت الحياة على الأرض بما نشاهده اليوم من روائع المخلوقات، وأمكن للتربة أن تصلح للزراعة وأن تعيش بها مجموعات لا حصر لها من الحيوانات والبكتريا والفطريات. وعلى نطاق التربة المحدود نسبياً تتفاعل تلك الكائنات معاً، فتقوم الكائنات الهوائية باستخدام الأوكسجين في تنفسها وتتيح بذلك الفرصة لنمو الكائنات التي تحتاج إلى القليل منه، أو التي لا تحتاجه (الكائنات اللاهوائية) ويتصاعد غاز النشادر الذي تمتصه النجيليات والذي تؤكسده بكتريا الآزوت (النتروجين) وتحوله إلى نترات يمتصها النبات، ويؤدي تحلل الخشب بواسطة الكائنات الحية الدقيقة إلى تكاثر الحيوانات الدقيقة التي تكمل عملية التحلل. كما يؤدي حفر ديدان الأرض للأنفاق إلى تسهيل مرور الهواء والماء ونمو الجذور ومنع الانجراف.

ويعمل الإنسان على مساعدة الكائنات الحية في تأدية وظائفها الحيوية في التربة ببعض الممارسات الإيجابية، مثل زراعة الغابات أو التزويد بمحسنات التربة أو التزود بالبكتريا العقدية أو بزراعة البقوليات، وهذه كلها تزيد من كفاءة التنوع الحيوي في التربة ومن إمكانية تحسين خصوبتها .

وبالمقابل هناك ممارسات سلبية قام بها الإنسان كانت ضارة بالتنوع الحيوي مثل قطع الغابات ورفع ملوحة التربة والرعي الجائر وتجريف التربة وغيرها من الأعمال الضارة التي تؤدي بالنهاية إلى فقدان

الكثير من التنوع الحيوي في التربة، وإلى فقدان نهائي لبعض عناصره مثل الفطريات الجذرية وديدان الأرض، وبالتالي ضياع ما تقوم به من وظائف .

التنوع الحيوي والقرن الحادي والعشرين :

إذا أخذنا العوامل المذكورة سابقاً معاً من تفجر سكاني وتدهور بيئي وتلوث وهندسة وراثية، لوجدنا أن هذا الكوكب بتنوعه الجميل معرض برمته إلى الخطر، إذ تؤدي هذه العوامل مجتمعة إلى إبادة الملايين من المتعضيات، والأنواع الحية وإلى تحطيم التوازن البيولوجي، مما يهدد بانقراض حيوي يوازي في عنفه ما شهده الزمن الكريتاسي في الحقب الثاني، فالثروة الحيوانية تتآكل بسرعة توازي وتضاهي سرعة تآكل الديناصورات منذ خمس وستون مليون سنة خلت.

يرى العلماء أن كل انقراض لكائن حي واحد يؤدي إلى ضياع عشرات الملايين من الرموز الوراثية، فكيف بانقراض مجموعة من المتعضيات أو ضياع نوع واحد من الأنواع الحية، إذ أن حجم الخسارة الحيوية في مثل هذه الحالات لا يعطى إلا بمصطلح الانهيارات البيولوجية التي يستحيل فيها إعادة التراكيب الوراثية المنقرضة مهما أبدعت الهندسة الوراثية. فالديناصورات تستحيل إعادتها ثانية إلى الحياة لأن الرموز الوراثية وتناغمها ضمن معجم الحياة DNA ما هي إلا محصلة ملايين السنين من التطور والتكيف وإن أي ضياع للثروة الجينية هو ضياع للثروة البيولوجية وخسارة مستقبلية للتنوع الحيوي وثرواته المتعددة.

والآن ماذا نريد لهذا الكوكب وماذا نريد لصيانة الحياة والتنوع الحيوي بوصفه ميراثاً للإنسانية بما يملك من مليارات المعلومات الوراثية الموزعة في مختلف أنماط الكائنات الحية من أدناها في سلم التنوع الحيوي إلى أعلاها. إننا نريد لهذا الكوكب أن يستعيد توازنه الحيوي وأن تعيش الكائنات حياتها كما هي وضمن قوانينها وتكيفها الدقيق المتوازن، وعلينا أن نسير في القرن الواحد والعشرين بقلوب مليئة

بالاستقرار والثقة والطمأنينة وبعقول واعية مليئة بالعلم والمعرفة، فالحياة مرتبطة بالبيئة وكلاهما هام وله نفس المقدار من الأهمية.

الاتفاقية الدولية للتنوع الحيوي

خلفية عن اتفاقية التنوع البيولوجي (الحيوي):

نظراً لتزايد المشاكل البيئية وبتواتر مستمر خاصة خلال النصف الثاني من القرن العشرين فقد دعت الحاجة لعقد مؤتمر قمة الأرض عام ١٩٩٢ في ريو دي جانيرو بالبرازيل. وقد انبثق عن هذه القمة العديد من الاتفاقيات ومنها اتفاقية التنوع الحيوي. وتهدف هذه الاتفاقية وفقاً للمادة //١// بشكل عام إلى صيانة التنوع الحيوي واستخدام عناصره على نحو قابل للاستمرار.

وقد أدرك وأجمع جميع الأطراف الموقعة على الاتفاقية على:

- الأهمية العالمية والقيم الجوهرية للتنوع الحيوي كالقيم البيئية والوراثية والاجتماعية والاقتصادية والثقافية والترفيهية والجمالية.
- أهمية سلامة التنوع الحيوي للأجيال القادمة وسلامة الجنس البشري .
- الخطورة الناجمة عن تدمير النظم البيئية وذلك بانقراض واحد أو أكثر من عناصرها الحيوية والناجم عن النشاطات البشرية المكثفة.

كما أكدت الاتفاقية على ثلاثة مبادئ هي:

١) إبراز أهمية التنوع الحيوي وضرورة صيانته واستخدامه استخداماً مستديماً.

٢) سيادة الدول على مواردها الحيوية.

٣) الاقتسام العادل للموارد الحيوية.

تتضمن اتفاقية التنوع الحيوي مواداً تدعو إلى استخدام التكنولوجيا الحيوية ونقلها وإلى الاستخدام الآمن لها بحيث يضمن الاستمرارية للتنوع الحيوي وفي نفس الوقت سلامة استخدامها على البيئة والإنسان.

صادقت أغلب الدول العربية على اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية للتنوع الحيوي، علما انه انضمت في عام ٢٠١٠ دولة العراق والصومال وتتابع الدول العربية كل النشاطات المتعلقة بهذه الاتفاقية من خلال إعداد الدراسات حول الوضع الراهن للتنوع الحيوي ووضع استراتيجيات وخطط عمل وطنية لحماية وصيانة التنوع الحيوي بشكل قابل للاستدامة وربط هذه الاستراتيجيات وخطط العمل مع خطط وسياسات التنمية.

إن الانضمام إلى هذه الاتفاقية جاء من وعي الدول العربية بالقيمة الجوهرية للتنوع البيولوجي وإدراكاً منها لأهميته من أجل التطور ولصيانة النظم الكفيلة باستمرار الحياة في المحيط الحيوي، ويعتبر من الخطوات الهامة التي أقدمت عليها الحكومات وخاصة في بناء الكوادر الوطنية وزيادة الوعي العام لمفهوم التنوع الحيوي .

إلا أنه مازال في الأفق الكثير من التحديات كالكائنات المعدلة وراثياً والأنواع الغازية الحية التي تعد من أهم المشاكل الناشئة التي تهدد فقدان التنوع الحيوي في العديد من الدول العربية ومنها سورية والتي تحتاج إلى اهتمام أكثر من جانب الحكومات وليس في المختبرات.

في عام ٢٠٠٢ أقر مؤتمر الأطراف في اتفاقية التنوع الحيوي خطة استراتيجية تهدف بحلول ٢٠١٠ إلى تحقيق خفض كبير في المعدل الحالي لخسارة التنوع البيولوجي على المستوى العالمي والإقليمي والوطني، كإسهام في تخفيض وطأة الفقر وبما يعود بالنفع على جميع أشكال الحياة على الأرض .

لكن للأسف بعد خمسة عشر عاما لابد من الاعتراف بأن الأهداف المنشودة لم تتحقق إلا بشكل جزئي في بعض المجالات وبعض المناطق الجغرافية لذلك يجب إعادة النظر في مبدأ الاستدامة الذي اعتمد

في مؤتمر الأمم المتحدة عن البيئة والتنمية في ري ودي جانيرو ١٩٩٢ والسعي لدمجها فعلياً في المناقشات القادمة حول المحافظة على التنوع الحيوي والاستخدام المستدام لها وتقاسم المنافع .

يؤكد المتابعون للاتفاقية على أن مستهدف عام ٢٠١٠ لم يتحقق، على الأقل على الصعيد العالمي فتنوع الأجناس والأنواع والنظم البيئية لا يزال آخذاً بالتراجع، بحيث تظل الضغوط على التنوع الحيوي ثابتة على معدلاتها أو تتزايد كثافتها نتيجة الأعمال التي يقوم بها الإنسان .

كما أن الإجراءات التي اتخذت لتنفيذ الاتفاقية غير كافية للتصدي للضغوط الواقعة على التنوع الحيوي، علاوة على ذلك لم يكن إدماج قضايا التنوع الحيوي في السياسات والاستراتيجيات والبرامج كافيا وعليه طرحت مجموعة من الإجراءات تهدف إلى إدماج التنوع الحيوي في الحكومة والمجتمع على حد سواء عن طريق (الاتصالات – التعليم – الوعي– تدابير الحوافز اللازمة) وإشراك قطاعات المياه أو الغابات والسياحة والطاقة والقطاعات الأخرى إضافة إلى إجراءات طويلة الأجل تساعد في إعلان المحميات واستعادة الموائل وإنعاش الأنواع ، لأنه بشكل عام تبين أن صون النظم البيئية واستعادتها تعتبر ذات مردود اقتصادي للتصدي لتغيرات المناخ.

في عام ٢٠١٠ انعقد المؤتمر العاشر للاتفاقية الدولية في ناغويا باليابان خلال الفترة ١٨–٢٩ /١٠ /٢٠١٠ وتم إقرار نظام دولي لتبادل المنفعة بين الجهة المالكة للمادة الوراثية والجهة المستخدمة لهذه المادة الوراثية، علما بأن الجهات المالكة للمادة الوراثية هي من الدول النامية وأغلبها من الدول العربية وأمريكا اللاتينية أما الدول المستخدمة فهي الدول المتطورة مالكة التكنولوجيا من حيث الهندسة الوراثية والتقانات الحيوية الأخرى. كما تم إقرار الاستراتيجية الجديدة للتنوع الحيوي حتى عام ٢٠٢٠ والتي تتضمن مجموعة من الأهداف:

الهدف الاستراتيجي الأول :

الشروع بالقيام بأعمال استراتيجية للتصدي للدوافع غير المباشرة لخسارة التنوع الحيوي عن طريق الاتصال والتثقيف والوعي العام وإعادة تجميع الحوافز الاقتصادية وإعادة تجميع الحوافز الاقتصادية. ينبثق عن هذا الهدف المستهدفات التالية:

١. بحلول عام ٢٠٢٠ الكل يجب أن يعي أهمية وقيمة التنوع الحيوي ويعرف الخطوات اللازمة لحمايته من خلال مجموعة من الآليات مثل إقامة المتاحف والمنتزهات والأفلام والتلفزيون والأدب والتعلم الرسمي في المدارس أي خلق الإرادة السياسية لدى الحكومات لتحفيز العمل.

٢. بحلول عام ٢٠٢٠ اعتراف كافة الدول بقيمة التنوع الحيوي والفرص النابعة من المحافظة عليه واستعماله على نحو مستدام وتقاسم المنافع الناشئة عن استخدام الموارد الجينية فيه بشكل منصف وعادل داخل استراتيجياتها وسياساتها الوطنية للتنمية والحد من الفقر.

٣. بحلول عام ٢٠٢٠ يجب أن يتم القضاء على كافة الفعاليات الضارة بالتنوع الحيوي.

٤. بحلول عام ٢٠٢٠ يجب على الحكومات وضع خطط للاستدامة والبدء في تنفيذها لزيادة الكفاءة وإدارة النفايات والإبقاء غلى استخدام الموارد في حدودها الإيكولوجية .

الهدف الاستراتيجي الثاني :

التصدي للدوافع المباشرة لخسارة التنوع الحيوي وتقليل الضغوط على التنوع الحيوي من حيث تغيير الموائل والاستغلال الجائر والتلوث والأنواع الغازية وتغير المناخ، ولهذا الهدف أيضا عدد من المستهدفات:

١. بحلول عام ٢٠٢٠ خفض معدل إزالة الغابات وتدهورها وخسارة الموارد الطبيعية الأخرى إلى النصف.

٢. بحلول عام ٢٠٢٠ خفض الضغط على النظم البحرية بمعدل النصف، إضافة إلى القضاء على كل ممارسات الصيد المدمرة.

٣. إدارة كافة المناطق الواقعة تحت الأراضي الزراعية أو تربية المائيات أو الغابات وفقا لمعايير الاستدامة.

٤. بحلول عام ٢٠٢٠ خفض التلوث من المغذيات الذائدة (نتروجين وفوسفور) لأقل من الأحمال الحرجة على النظم البيئية.

٥. بحلول عام ٢٠٢٠ منع إدخال النباتات الغازية وتثبيتها في الدول.

٦. بحلول عام ٢٠٢٠ خفض تأثيرات تغيرات المناخ على النظم البيئية وزيادة الأحماض في المحيطات، والاتفاق على أشكال الاستجابة لتغير المناخ غير الضارة بالتنوع الحيوي.

الهدف الاستراتيجي الثالث :

تعزيز العمل المباشر لصون التنوع الحيوي وخدمات النظام البيئي المرتبطة به واستعادته، مما يسهم في تخفيف حدة تغير المناخ والتكيف معه، وذلك من خلال المستهدفات التالية:

١. بحلول عام ٢٠٢٠ حماية ١٥% على الأقل من المناطق الأرضية والبحرية بما في ذلك الموائل الأرضية والبحرية وموائل المياه العذبة الأكثر حرجا وذلك عن طريق المناطق المحمية المدارة بفعالية أو عن طريق وسائل أخرى.

٢. الحيلولة دون انقراض الأنواع المهددة بالانقراض (الفقاريات والمملكة النباتية العليا).

٣. بحلول عام ٢٠٢٠ تحسين حالة التنوع الجيني للمحاصيل الزراعية وأنواع الماشية في النظم البيئية الزراعية والأقارب من الحياة البرية.

٤. بحلول عام ٢٠٢٠ تعزيز إسهام التنوع الحيوي والنظم البيئية الأرضية والساحلية ونظم المياه العذبة في حجز غازات الدفيئة.

٥. ضمان استعادة النظم البيئية الأرضية والبحرية ونظم المياه العذبة التي تسهم في تحسين سبل العيش المحلية والتكيف مع تغيرات المناخ وضمان حصول الجميع على خدمات النظام البيئي على نحو عادل ومنصف.

الهدف الاستراتيجي الرابع :

تعزيز تنفيذ الأهداف من خلال التخطيط وإدارة المعرفة وتطوير القدرات، وتقاسم المنافع الناشئة عن استخدام الموارد الجينية بالعدل والتساوي. له عدة مستهدفات:

١. بحلول عام ٢٠٢٠ يكون لدى كل طرف استراتيجية وطنية عن التنوع الحيوي مناسبة ومحدثة وناجعة ومتفقة مع الخطة الاستراتيجية وقائمة على تقييم كاف للتنوع الحيوي وعن خسارته وقيمته والتهديدات التي تواجهه، ووجود آليات تنسيق لضمان تنفيذ الأعمال اللازمة.

٢. بحلول عام ٢٠٢٠ تعزيز الوصول إلى الموارد الجينية وتقاسم المنافع بالتنسيق مع النظام الدولي بشأن الحصول على المنافع وتقاسمها.

٣. حماية الممارسات والابتكارات والمعرفة التقليدية وحماية حقوق مجتمعات السكان المحليين الأصليين.

٤. تحسين المعرفة والتقنيات ذات الصلة بالتنوع الحيوي وقيمته ووظيفته وحالته واتجاهاته والعواقب المترتبة عن خسارته.

٥. بحلول عام ٢٠٢٠ زيادة القدرات (موارد بشرية وتمويل) من أجل تنفيذ الاتفاقية بعشرة أضعاف.

التنفيذ والرصد والتقييم :

تبين أن تحقيق ذلك يقتضي إدخال تحسينات جوهرية على أعمال الاتفاقية كي تساهم بخلق بيئة مناسبة محسنة ومواتية على الصعيدين العالمي والوطني وذلك من خلال تعزيز التعاون بين الاتفاقية والاتفاقيات الأخرى والمنظمات الدولية وبين الاتفاقية والسلطات الوطنية والمجتمع المدني والقطاع الخاص .

وفي سبيل ذلك اقترحت مجموعة من المبادرات مثل تعاون دول (جنوب- جنوب) وجاري حاليا إعداد خطة عمل متعددة السنوات فيما بين بلدان الجنوب بشأن التنوع الحيوي من أجل التنمية. كما يمكن تعزيز إشراك المدن والسلطات المحلية لأعداد خطة عمل حول المدن والتنوع الحيوي .

وبشكل عام يمكن أن تتمثل الرؤية والاستراتيجية في عام ٢٠٥٠ بالعبارة التالية :

(العيش في تناغم مع الطبيعة من خلال المحافظة على التنوع الحيوي واستعادته واستخدامه بحكمة، والإبقاء على كوكب صحي، وتوفير المنافع الجوهرية للناس أجمعين).

الإجراءات الواجب اتخاذها لحماية التنوع الحيوي

تبدو المشاكل البيئية أحياناً مستعصية على الحل، لكن بعملنا معا وتضافر الجهود يمكننا التغلب على الكثير منها، فمثلا ينبغي عند بناء البيوت والتوسع السكني أو شق الطرقات أو إنشاء مصانع جديدة أن نفكر بالآثار الناجمة والعواقب التي يمكن أن تتركها كل هذه الأعمال في البيئة وهذا ما يسمى تقييم الأثر البيئي .

مفهوم الاستدامة :

ويقصد بها التنمية التي تصون البيئة للأجيال الحالية وللأجيال القادمة والأمثلة على ذلك كثيرة:

١- يمكن تصميم وبناء البيوت بحيث تتطلب طاقة أقل.

٢- وسائط النقل العام المنظمة تشجع السكان على التقليل من استخدام سياراتهم الخاصة وبذلك ينخفض التلوث.

٣- عندما تقتضي الضرورة إنشاء طرق جديدة ينبغي تجنب الإضرار بالمَواطن البيئية النادرة.

٤- يمكن إنتاج الطاقة باستخدام الطاقات المتجددة مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية أو بمخلفات المحاصيل. يمكن بتقنيات الإنتاج الأنظف الحديثة التخفيف من التلوث المنبعث من المصانع.

٥- إعادة استخدام المياه العادمة، والإدارة المتكاملة والرشيدة للموارد المائية.

٦- التربية والتثقيف البيئي بأهمية استخدام الموارد الطبيعية وإشراك السكان المحليين.

توصيات عامة:

درء الأخطار على الغابات ومناطق التحريج الاصطناعي:

- الحرائق: دعم حملات التأهيل والتدريب للعاملين في مكافحة الحرائق وتزويدهم بالتجهيزات الحديثة، إضافة إلى حملات التوعية والترويج للسياحة البيئية.
- توسع العمران والزراعة: إعادة النظر في تخطيط استعمالات الأراضي عن طريق الوزارات المعنية.
- الرعي العشوائي: التحكم في إعداد الحيوانات في الغابات ومناطق التحريج وتطبيق مبدأ الحمولة الرعوية (التناسب بين عدد الأغنام المدخلة والطاقة الكامنة للغطاء الرعوي) وتأمين مصادر دخل بديلة للسكان.
- قطع الأخشاب العشوائي: دعم وتشجيع الطاقات البديلة وعدم قطع الغابات إلا بما يتناسب مع النمو السنوي للأشجار في الغابة.
- التفحيم: دعم مشاريع مولدة للدخل حول الغابات ومناطق التحريج للتخفيف من التفحيم.
- عدم تجزئة الغابات: وقف التعديات على أراضي الغابات وزيادة مساحات المناطق المحمية من الغابات.
- القوانين والتشريعات: تحديث وتطبيق قوانين حماية الموارد الطبيعية لتتناسب مع التنمية المستدامة مع التأكيد على استدامة موارد الغابات.
- الخدمات الإرشادية: زيادة موازنة الغابات والمراعي وتدريب الوحدات الإرشادية.

- الأنواع المدخلة: وقف استخدام الأنواع المدخلة والغريبة من الأشجار والشجيرات في أعمال التحريج والتجميل واستخدام النباتات المحلية حصراً.

درء الأخطار عن البادية والمناطق الهامشية:

- تدهور الغطاء النباتي: تحديد مناطق الرعي لكل جمعية رعوية وتوسيع المناطق المحمية، واستزراع المناطق المتدهورة، والالتزام بالحمولات الرعوية والتشارك مع السكان في التنمية وتأمين بدائل علفية للحيوانات.
- نقص الوعي العام: تأمين الخدمات الأساسية مثل التعليم والصحة والكهرباء والهاتف والصحة الحيوانية ودعم الخدمات الإرشادية، وتوعية المرأة وتشجيع الصناعات التقليدية الريفية وجمع الألبان وتصنيعها ورأس مال احتياطي عند الحاجة.
- جمع الوقود: تأمين مصادر طاقات بديلة كبديل عن الخشب كمصدر للوقود.
- التجوال العشوائي للآليات: تحديد طرق خدمية في البادية وتخصيص غرامة على استخدام الآليات الثقيلة أو الخروج عن الطرق المقررة.
- استنفاذ موارد المياه: التقليل من حفر الآبار غير المرخص واستخدام حصاد مياه الأمطار.

درء الأخطار عن التنوع الحيوي المائي:

- صيد الأسماك العشوائي: نشر تعليمات الصيد السمكي التي تؤدي إلى استدامة هذا المورد ووقف الصيد غير المشروع وتحريك وسائل الإعلام نحو أهمية حماية هذا المورد الطبيعي.
- التلوث: الحد من استخدام الأسمدة الكيماوية والمبيدات والاعتماد على الزراعة العضوية وإنشاء محطات تنقية للمياه العادمة وتطبيق معيار الأثر البيئي على المشاريع الصناعية وإنشاء مواقع للتدوير ومكبات.

- تدمير الموائل: منع استجرار الرمال من الشاطئ وحواف الأنهار ووقف التوسع العمراني ووقف الصرف في المناطق الرطبة .
- استنفاذ الموارد المائية: تطبيق القوانين والتعليمات المتعلقة بحفر الآبار.
- التلوث البحري: معالجة مياه المجاري ومياه السفن ومنع إلقاء النفايات النفطية وغيرها وتحديث الأسطول البحري.

الأخطار المهددة للحياة البرية:

- الصيد: نشر تعليمات حول أخلاق الصيد وقواعده وموئل الطرائد ومواسم الصيد لكل منها والحدود المسموحة للصيد وزيادة التنسيق بين السلطات المعنية بتطبيق القوانين وزيادة تربية الأنواع المهددة وإطلاقها في موئلها الطبيعية ويمكن أن يساعد على ذلك تأسيس نوادي للصيد.
- الرعي العشوائي: تطبيق إدارة المراعي في البادية وتحديد مواسم الرعي وتوزيعها بما يتناسب مع الحمولة الرعوية واستخدام مياه السيول في تحسين المراعي والحد من اقتلاع الشجيرات وتأمين بديل للطبخ والتدفئة.
- التلوث: استخدام المكافحة المتكاملة في معالجة الآفات الزراعية والتسميد، ووقف الزحف العمراني على الغابات والأراضي الزراعية ووقف توسع الصناعة والتخفيف من الضجيج قرب الغابات والمحميات.
- السياحة العشوائية: تشجيع السياحة البيئية والحد من تأثير رحلات الصيد غير المنظمة وتجنب مسابقات السيارات في المناطق الهشة.

التهديدات ذات المنشأ الاجتماعي والاقتصادي:

- الفقر: تأمين فرص عمل للشباب وزيادة فرص التدريب وتوزيع رأس مال بسيط لبدء مشاريع صغيرة ومحاورة السكان حول إمكانية الاستفادة بصورة أفضل من الموارد المتاحة وتأمين مصادر دخل بديلة، تنشيط تسويق المنتجات الريفية لدفع مستوى المعيشة.
- الأمية: تأسيس مدارس في المناطق النائية وتطبيق التعليم الإلزامي ودعم حملات محو الأمية.
- الهجرة من الريف إلى المدينة: تأمين مصادر دخل عن طريق قروض لبدء مشاريع صغيرة تستثمر الموارد المتاحة.
- تنظيم الأسرة: تطبيق تعليم البنات.
- الرعي الجائر في البادية والغابات: استثمار المخلفات الزراعية في إنتاج الأعلاف وزراعة الأعلاف المطرية والمروية وتقاسم المنافع مع السكان المحليين وزيادة الوعي حول استنفاذ الموارد الطبيعية.
- الصيد العشوائي: تأسيس نوادي صيد وضبط مواسم الصيد والأنواع التي يمكن اعتبارها طرائد وتطبيق قوانين الصيد بحزم. الإلزامي، ودعم محو الأمية للمرأة وتشجيع الأعمال المولدة للدخل.
- استخدام الحطب والفحم: تأمين بدائل طاقة من أجل الطبخ والتدفئة كجرات الغاز والطاقة الشمسية، وزرع أشجار وشجيرات للوقود.
- السياحة العشوائية: تطوير البنية التحتية والتسهيلات اللازمة للسياحة البيئية في مواقع مخصصة من الغابة وزيادة الوعي العام نحو أهمية نظافة البيئة وحماية الأحياء.

الأخطار الناجمة عن نقص القوانين:

- الإسراع بإصدار القانون اللازم لحماية وتبادل المصادر الوراثية الوطنية النباتية والحيوانية.
- تفعيل تنفيذ قوانين حماية البيئة.
- غياب القوانين اللازمة للسلامة الإحيائية

- الصيد البري والمائي: التشدد في تطبيق القوانين المتوفرة وتحديثها وفقاً للتطورات العلمية العالمية .
- الاستثمار العشوائي لمنتجات الغابة: تطوير مشاريع التحريج الاصطناعي بما يتناسب مع إدارة الغابات ومناطق التحريج وحاجات السكان.
- علاقة المحاكم بمخالفات الغابات: إيجاد آلية فعالة في معالجة قضايا مخالفات الغابات حسب القوانين النافذة وبما يخدم حماية الأحياء.
- الرعي العشوائي: تطوير قوانين رعي الحيوانات والتشارك مع المنظمات الشعبية وبصورة تضمن مراقبة تأثير الرعي على الغابات.
- التلوث البحري: تفعيل الإجراءات المناسبة للسيطرة على تلوث البحار بما يتفق مع القوانين الدولية للمياه الإقليمية.
- تخطيط المدن والقرى الفوضوي: تحديث وتفعيل التشريعات المتعلقة بالتخطيط العمراني وتخطيط المدن والقرى بحيث يتم القضاء على البناء العشوائي في جميع مناطق سورية

التنمية المستدامة

Sustainable Development

مفهوم التنمية المستدامة لغة واصطلاحاً:

التنمية بشكل عام هي وضع الخطط اللازمة للتطوير في الدول في كافة المجالات، فهناك التنمية الاجتماعية والتنمية الاقتصادية والتنمية الصحية، ولكن مع محاولة استغلال الموارد الطبيعية وخوفاً من نقص الموارد بشكل عام تم إطلاق مفهوم التنمية المستدامة، وهي التي تسعى إلى الحفاظ على حقوق الأجيال القادمة من الأطفال والذين لم يولدوا بعد.

لقد تم تطبيق التنمية المستدامة بمفهومها المتعارف عليه بالفعل خلال فترة السبعينات، وذلك عندما رأى الخبراء أن هناك استهلاك كبير في الموارد الطبيعية الموجودة في الدول، فحاولوا أن يحافظوا على تلك الموارد حيث أن الأجيال القادمة جميعًا لهم أحقية في هذه الموارد، ولذلك كان ينبغي أن يُطبق هذا المبدأ، فعبر التنمية المستدامة أيضاً ينشب التوازن المفروض بين البيئة المحيطة بالإنسان وبين مكوناتها بشكل عام، وهذا أيضاً يحقق العدالة في استخدام موارد البيئة المختلفة وذلك في جميع المجالات.

التنمية لغة: هي الزيادة، والنماء، والكثرة، والوفرة، والمضاعفة.

التنمية اصطلاحاً: اختلفت مفاهيم التنمية اصطلاحاً من شخص لآخر تبعاً للمضمون الذي يركّز عليه، لكن يمكن إجمال التعاريف للتنمية بأنّها عبارة عن التغيير الإرادي الذي يحدث في المجتمع سواءً اجتماعياً، أم اقتصادياً، أم سياسياً، بحيث ينتقل من خلاله من الوضع الحالي الذي هو عليه إلى الوضع الذي ينبغي أن يكون عليه، بهدف تطوير وتحسين أحوال الناس من خلال استغلال جميع الموارد والطاقات المتاحة حتى تستغّل في مكانها الصحيح، ويعتمد هذا التغيير بشكل أساسي على مشاركة أفراد

المجتمع نفسه. فالتنمية هي التي تمكن من إشباع حاجيات الأجيال الحالية وتحقيق رفاهيتهم (بما في ذلك الفقراء منهم) دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على إشباع حاجياتهم، آخذة بعين الاعتبار تحديات الحفاظ على الأنظمة البيئية ومحدودية الموارد الطبيعية القابلة للتجدد.

يمكن القول أيضاً بأن التنمية المستدامة هو مصطلح اقتصادي اجتماعي أممي، رسمت به هيئة الأمم المتحدة خارطة للتنمية البيئية والاجتماعية والاقتصادية على مستوى العالم، هدفها الأول هو تحسين ظروف المعيشية لكل فرد في المجتمع، وتطوير وسائل الإنتاج وأساليبه، وإدارتها بطرق لا تؤدي إلى استنزاف موارد كوكب الأرض الطبيعية، حتى لا نحمل الكوكب فوق طاقته، ولا نحرم الأجيال القادمة من هذه الموارد، (تلبية احتياجات الجيل الحالي دون إهدار حقوق الأجيال القادمة)، ودون الإفراط في استخدام الموارد الطبيعية المتبقية على كوكبنا.

إن كثيراً من المصادر الطبيعية التي نسخرها في خدمة التنمية الشاملة في بلادنا تتناقص مصادرها باستمرار، فهي (غير متجددة)، وخاصة مصادر الطاقة والمياه والمواد الأولية التي يتضاعف استهلاك العالم لها بشكل مضطرد منذ الثورة الصناعية، بينما ظل الاعتقاد الخاطئ السائد بأن الأرض هي مصدر لا ينضب للثروات، ومورِّد لطاقة لامحدودة. لكن جرس الإنذار دق بالخطر، وذلك عندما أكدت تقارير الخبراء في اللجنة الدوليّة لتغير المناخ، أن أنشطة الإنسان هي المسؤولة عما وصلت إليه الأخطار على مستقبل البشرية برمّتها، من تلوث للهواء والانبعاثات الغازية في الغلاف الجوي وارتفاع حرارة الكرة الأرضية، ومظاهر ذوبان الجليد في القطبين، والذي يصاحبه ارتفاع منسوب مياه البحار مما يهدد بكوارث طبيعية بالغة الخطورة. ذلك يعني أن المسؤولية في كل تلك المخاطر تقع على عاتق أنماط التنمية السائدة التي نستخدمها، لذا فقد استنفرت جهود الأمم المتحدة وعدد كبير من المنظّمات الإقليمية والوكالات الدوليّة المتخصصة والمنظّمات غير الحكومية، والدول لمواجهة مهمة التصدي لهذا الواقع، وتبني تطبيق أهداف التنمية المستدامة نحو إقامة مجتمع عالمي إنساني متضامن لمواجهة كل التحدّيات

العالمية، والقضاء على الفقر، تغيير أنماط الانتاج والاستهلاك في المصادر غير المستدامة، حماية الموارد الطبيعية وحسن إدارتها ، منع تدهور البيئة العالمية، تراجع التنوع البيولوجي والتصحر، ومعالجة تلوث المياه والهواء والبحار.

التنمية المستدامة من وجهة نظر منظمة الفاو:

ترى منظمة الأغذية والزراعة العالمية (الفاو) أنّ التنمية المستدامة هي عبارة عن عمليّة إدارة قواعد الموارد الطبيعية، والعمل على توجيهها نحو التغير التقني والمؤسسي بصورة تضمن تحقيق واستمرار إشباع الحاجات البشرية للأجيال الحالية وكذلك المستقبلية، كما ترى أن تلك التنمية وخاصة في مجال الزراعة والغابات والمصادر السمكية تحمي الثروة الطبيعيّة بما فيها الأرض والمياه والمصادر الوراثيّة النباتية، وكذلك الحيوانية من أي أضرار قد تلحق بها، ولا تضر بالبيئة، كما وتتسم بأنها ملائمة من الناحية الفنية والتقنية، ومن الناحية الاقتصادية ولا يرفضها المجتمع.

يقصد بالتنمية المستدامة أنها عملية تطوير في شتى المجالات، والقطاعات الموجودة في الدولة فهذا المفهوم يشمل القطاع العام والخاص، وكافة القطاعات الأخرى من تعليم، وزراعة، وصناعة، وتجارة، وسياحة، وصحة وغير ذلك من القطاعات. تسعى التنمية المستدامة إلى تحقيق ذلك دون التعرض لحق الأجيال القادمة بل تضمن لهم الحق في إشباع حاجاتهم مستقبلاً من هذه الموارد كغيرهم. وتعمل التنمية المستدامة على دراسة الماضي، وذلك من أجل الاستفادة من تجارب السابقين في شتى المجالات، وكذلك حتى تتجنب الوقوع في الأخطاء مرة أخرى، بجانب ذلك تستغل التنمية المستدامة الموارد المتاحة أحسن استغلال بالشكل الذي يحميها من الاستنزاف.

النشأة والتطور التاريخي لمصطلح التنمية المستدامة:

سبق ظهور مفهوم التنمية المستدامة انعقاد العديد من المؤتمرات والملتقيات الدولية وإصدار تقارير دولية مهدت لظهور مفهوم التنمية المستدامة ومن أهم هذه المحطات نجد:

- ١٩٥٠: نشر الاتحاد العالمي للحفاظ على الطبيعة l'Union internationale pour la conservation de la nature، أول تقرير حول حالة البيئة العالمية، وهدف هذا التقرير إلى دراسة حالة ووضعية البيئة في العالم، وقد اعتبر هذا التقرير رائداً خلال تلك الفترة في مجال المقاربات المتعلقة بالمصالحة والموازنة بين الاقتصاد والبيئة في ذلك الوقت.
- ١٩٧٢: انعقاد مؤتمر استوكهولم، وقد تم التطرق إلى البيئة والمشكلات التي باتت تهددها خاصة استنزاف الثروات الطبيعية.
- ١٩٨٠: الاتحاد الدولي للحفاظ على البيئة (IUCN) أصدر تقريراً تحت عنوان "الاستراتيجية الدولية للبقاء" ظهر فيه لأول مرة مفهوم التنمية المستدامة.
- ١٩٨٧: إصدار اللجنة العالمية للبيئة والتنمية تقريراً بعنوان "مستقبلنا المشترك" Our Common Future برئاسة رئيسة الوزراء النرويجية HARLEM BRUNDTLAN حيث تم طرح مقترب التنمية المستدامة كنموذج بديل يراعي شروط تحقيق التنمية الاقتصادية بمراعاة الجانب البيئي، وأنه لا يمكن مواصلة التنمية ما لم تكن قابلة للاستمرار من دون أضرار بيئية وفي هذا الاجتماع ظهرت فكرة التنمية المستدامة كمقترب يهتم بالتوازن البيئي.
- ١٩٩٢: انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية أو ما يسمى بقمة الأرض في ريو دي جانيرو بالبرازيل ومن أهم النتائج المنبثقة عن القمة هو جدول أعمال القرن (٢١).

- ٢٠٠٢: انعقاد مؤتمر القمة العالمية للتنمية المستدامة في جوهانسبورغ جنوب إفريقيا الذي سلط الضوء على ضرورة تغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك وضرورة الحفاظ على التنوع البيولوجي وعلى الموارد الطبيعية.

كل هذه المحطات تبلور من خلالها مفهوم التنمية المستدامة حتى أصبح مبدأ من المبادئ الرئيسية التي يقوم عليها قانون البيئة. ظهر مصطلح "التنمية المستدامة" لأول مرة في منشور أصدره الاتحاد الدولي من أجل حماية البيئة سنة ١٩٨٠، لكن تداوله على نطاق واسع لم يحصل إلا بعد أن أُعِيد استخدامه في تقرير "مستقبلنا المشترك" المعروف باسم "تقرير برونتلاند"، والذي صدر ١٩٨٧ عن اللجنة العالمية للبيئة والتنمية التابعة لمنظمة الأمم المتحدة، تحت إشراف رئيسة وزراء النرويج آنذاك غرو هارلم برونتلاند. عرّف التقرير التنمية المستدامة بأنها "التنمية التي تستجيب لحاجيات الحاضر دون أن تُعرِّض للخطر قدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها". يركز هذا التعريف ضمنياً على فكرتين محوريتين هما: فكرة الحاجيات، وخصوصاً الحاجيات الأساسية للفئات الاجتماعية الأكثر فقراً التي تستحق أن تُولَى أهمية كبرى؛ وفكرة محدودية قدرة البيئة على الاستجابة للحاجيات الحالية والمستقبلية للبشرية، في ظل أنماط الإنتاج والاستهلاك السائدة والتقنيات المتوفرة.

النمو / الاستدامة مقابل التنمية المستدامة:

يعد كلاً من النمو والتنمية المستدامة من المصطلحات المرتبطة مع بعضها البعض، وعادة ما يتم استخدامهم بجانب بعضهم، ولكن في الوقت نفسه نلاحظ أن مفهوم النمو يختلف بصورة واضحة عن التنمية المستدامة ولكن يعتمد كل منهما على الآخر، فهم على صلة وثيقة مع بعضهم البعض، كما يعتبر النمو والتنمية المستدامة من الدراسات المهمة والضرورية بالعصر الحديث، ويمثل كل منهما جانب أساسي وهام في جميع أمور حياتنا المختلفة.

المقصود بالنمو :

يقصد به تغير في جميع الجوانب المادية المختلفة، وهو يعد عملية خلوية تتوقف خلال مرحلة الاكتفاء منه، ويمثل جانب مهم من التنمية وهناك نوعان من النمو: النمو الكمي والنمو النوعي وينبغي أن يتم قياسه بصورة دقيقة، ومن الملاحظ أن هناك أيضاً ما يسمى بالنمو البشري والنمو الاقتصادي وغيرها من أنواع النمو الأخرى، التي تقوم على فكرة النمو نفسه.

من الجدير ذكره أن النمو البشري يعتمد بصورة أساسية على كافة الأحداث البيولوجية المختلفة التي يترتب عليها نمو الجسم بصورة طبيعية خلال المراحل الأولى من حياتنا، بينما النمو الاقتصادي فهو عبارة عن مصطلح يستخدم من أجل التعبير عن مستوى الزيادة بالبلاد، وعلى وجه التحديد يشير للتقدم الاقتصادي بدرجة كبيرة وزيادة كبيرة في مستوى الناتج القومي، كما يقصد به أيضاً الزيادة في نوعية وكمية الموارد المتاحة وكذلك التطورات التكنولوجية المختلفة، كما يقصد بالنمو الاقتصادي أيضاً زيادة كبيرة وملحوظة بقيمة كل من السلع والخدمات المختلفة التي تقوم جميع القطاعات المختلفة بإنتاجها. يسهل قياس النمو الاقتصادي عن طريق الزيادة بالناتج المحلي الإجمالي لدولة ما، وفي حالة زيادة هذا الناتج فهذا يشير بالتأكيد إلى التقدم الاقتصادي لهذه الدولة ويدل ذلك أيضاً على انتعاش المعدلات الاقتصادية لها، بينما في حالة إذا كان هذا الناتج صغير فهذا يدل على أن هذه الدولة تعد واحدة من الدول النامية.

إن النمو الاقتصادي لا يعني بالضرورة تحسناً في رفاهية جميع الناس بالمعنى الواسع الذي تُحيل عليه كلمة الرفاهية. حيث إن ثمار النمو قد تصيب جزءاً من أفراد المجتمع دون آخرين بسبب التوزيع غير العادل للثروة وغلبة الفساد على بعض الاقتصادات، وهو ما من شأنه أن يعمق حجم التفاوت داخل المجتمع الواحد وإحساس جزء منه بالإقصاء والتهميش مقابل استئثار قلة قليلة بالثروة، إضافة إلى تعايش مؤذن بالانفجار بين مظاهر الغنى الفاحش ومظاهر البؤس والفقر المدقع في بعض المناطق.

على مستوى آخر، فإن النمو يمكن أن يتم في أحيان كثيرة على حساب البيئة (الهواء والماء والمناخ والتربة والتنوع الحيوي) بسبب ما ينتج عن بعض الأنشطة الصناعية من انبعاثات للغازات الملوثة والمتسببة في ظاهرة الانحباس الحراري، واستغلال مفرط للتربة وتلويث لمياه البحيرات والوديان والمحيطات وللمياه الجوفية كذلك. تؤدي هذه الأنشطة إلى إلحاق أضرار بالغة بجودة البيئة (تلوث الهواء والماء، التغيرات المناخية، فقر التربة، انقراض بعض الأنواع... إلخ) التي ستضطر الأجيال الحالية والقادمة أن تتعايش معها ومع العواقب المترتبة عن هذه الأضرار من تَفَشٍّ للأمراض وضعف للمحاصيل كَمًّا وجودة، وتكاليف اقتصادية وإفراز لظواهر بيئية ضارة مثل الجفاف والتصحر وانجرافات التربة. كما يؤدي استنزاف الثروات الطبيعية غير القابلة للتجدد إلى الحد من حجم الرأسمال الطبيعي الذي ترثه الأجيال القادمة، مما يعرض للخطر قدرتها على إشباع حاجياتها الأساسية وكذلك صحتها.

ما هي الاستدامة؟

الاستدامة هي حالة معيشية قادرة على الاستمرار لفترة طويلة. وهو ينطبق على النظم الإيكولوجية ومملكة الحيوان أيضاً. ظلت البشرية تعيش على الأرض منذ آلاف السنين، ولكن في السنوات القليلة الماضية، حدثت تغيرات في البيئة والنظم الإيكولوجية ناتجة عن الطريقة التي استغل بها البشر الموارد الطبيعية. فقد استغل البشر الزراعة لتلبية احتياجاتهم وهذا أدى إلى تغييرات هائلة في الاقتصاد والمجتمع والبيئة، ولكن أيضاً ترك آثار الكربون التي لا تمحى على النظم الإيكولوجية، وقدرة أمنا الأرض على تجديد نفسها.

أصبحت اليوم كلمة "الاستدامة" شائعة جداً وتستخدم في الحياة اليومية من قبل معظمنا، فنحن نميل إلى الحديث عن الطاقة المستدامة، والنظم الإيكولوجية المستدامة، والتنمية المستدامة، وهلم جرا، الأمر الذي يعكس القلق على البيئة وكوكب الأرض بشكل عام.

أوجه الاختلاف بين النمو والتنمية المستدامة:

- على الرغم من أن مصطلح النمو والتنمية المستدامة على صلة وثيقة مع بعضهم البعض ولكن هناك بعض الاختلافات التي تميز كل منهما عن الآخر:
- يعتبر النمو تغيير في مختلف الجوانب المادية للفرد وتغيير أيضاً بالجوانب المادية للمجتمع كله، في حين نلاحظ أن التنمية عبارة عن تغييرات كثيرة وبشكل تدريجي لكل من الفرد والمجتمع.
- يعتبر النمو تغيير خلوي يتبعه تغير بالشكل، بينما التنمية هي تغيير هيكلي،
- يتوقف النمو في وقت ومرحلة معينة بينما تظل التنمية مستمرة طوال الوقت كله،
- يعتبر النمو جزء واضح من التنمية، في حين نلاحظ أن العكس ليس صحيح على الإطلاق.
- يوجد أنواع كمية وكذلك نوعية للنمو، بينما نلاحظ أن التنمية لا يوجد منها أي أنواع على الإطلاق،
- من السهل أن نحصل على قياسات دقيقة وبسيطة للنمو في حين لا يمكن أن نحصل على قياس للتنمية بصورة دقيقة على الإطلاق،
- على الرغم من أن كلاً من النمو والتنمية المستدامة عمليتان مرتبطتان ببعضها البعض حيث يؤثر كل منهما بالآخر، ولكن يلاحظ أن النمو يحدث بالتأكيد حتى في حالة عدم وجود التنمية، ومن السهل أن تحدث التنمية بدون أن يوجد نمو ولكن قد يتطلب النمو التنمية في بعض الأوقات حتى يتمكن من الوصول لجميع أهدافه بكل سهولة ويسر.

ما هو الفرق بين الاستدامة والتنمية المستدامة؟

يمكن تلخيص الفرق بين الاستدامة والتنمية المستدامة بالنقاط التالية:

- الاستدامة هي القدرة على تحمل أو الاستمرار في حين أن التنمية المستدامة هي استراتيجية لتحقيق التنمية دون المساس بقدرة أجيالنا المستقبلية على تلبية احتياجاتهم.
- إن الاستدامة تنظر إلى توفير البيئة كهدف أساسي، في حين تركز التنمية المستدامة على تطوير البنية التحتية والحفاظ على البيئة نظيفة لتحقيق النمو.
- وبما أن العالم ليس بالإجماع على تحديد احتياجات البشر (غالباً ما يكون مربكاً بين الاحتياجات والرغبات)، فإنه من الصعب التمييز بشكل صحيح بين الاستدامة والتنمية المستدامة.

أبعاد أو مجالات التنمية المستدامة:

من المفروض أن تسعى التنمية المستدامة إلى التوفيق بين أبعاد ثلاثة هي: الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

أولاً – البعد الاقتصادي: ويتعلق بإنتاج ما يغطي جميع حاجيات الإنسان الأساسية ويحسن رفاهيته ومستوى عيشه، وهذا يستدعي تطوير القدرات الإنتاجية والتقنيات المتاحة عبر دعم البحث العلمي وتحفيز المقاولات على الاستثمار، وتبني أساليب الإنتاج والإدارة الحديثة من أجل مضاعفة الإنتاجية.

ثانياً – البعد الاجتماعي: ويكون بضمان نمو مُدمِج عبر توزيع عادل للثروة وللموارد ومنظومة ضريبية عادلة، وإرساء نظام حماية اجتماعية يوفر الحق لجميع أفراد المجتمع بدون تمييز في الحصول على الخدمات الصحية وتأمينهم ضد أخطار الحياة.

ثالثاً – البعد البيئي: وذلك بالعمل على الحد من الآثار الضارة للأنشطة الإنتاجية على البيئة والاستهلاك الرشيد للموارد غير المتجددة، والسعي إلى تطوير استعمال مصادر الطاقة المتجددة وإعادة تدوير المخلفات.

خصائص التنمية المستدامة:

حتى نستطيع أن نقول بأن التنمية المستدامة تخدم البشرية بالفعل، ينبغي أن تتوفر فيها بعض الشروط والخصائص المختلفة، وذلك حسب المؤتمرات التي تم عقدها، والتي تتلخص فيما يلي:

- التنمية المستدامة هي تنمية طويلة الأمد، حيث تأخذ بعين الاعتبار حقوق الأجيال القادمة في موارد الأرض وتسعى إلى حمايتها.
- تلبّي احتياجات الفرد الأساسيّة والضروريّة من الغذاء، والكساء، والحاجات الصحيّة والتعليمية التي تؤدّي إلى تحسين الأوضاع الماديّة والاجتماعيّة للبشر دون الإضرار بالتنوّع الحيويّ، وهذا من أولويّاتها فعناصر البيئة منظومةٌ متكاملةٌ والحفاظ على التوازن ما بين هذه العناصر يوّفر بيئةً صحيةً للإنسان.
- تحافظ على عناصر المحيط الحيوي ومركباته الأساسيّة، مثل: الهواء والماء؛ حيث تشترط الخطط عدم استنزاف الموارد الطبيعيّة في المحيط الحيويّ، وذلك برسم الخطط والاستراتيجيات التي تحدّد طرق استخدام هذه الموارد مع المحافظة على قدرتها على العطاء.
- تعتمد على التنسيق بين سلبيّات استخدام الموارد واتجاهات الاستثمارات؛ حيث تعمل جميعها بانسجامٍ داخل منظومة البيئة، بما يحقّق التنمية المتواصلة المنشودة.

أهداف التنمية المستدامة:

تم الإعلان عن أهداف التنمية المستدامة في العالم من خلال قرار رقم ١/٧٠ للجمعية العامة للأمم المتحدة، في أيلول ٢٠١٥، تحت عنوان "تحويل عالمنا: أجندة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠"، والتي تمثل خطة عمل للأفراد والكوكب نحو الازدهار. وفقاً لما ورد بالميثاق بدأ التنفيذ الفعلي لهذه الأهداف في كانون ثاني لعام ٢٠١٦. وقد صُممت الأهداف بشكل يجعلها تتضمن التحديات الاقتصادية

والاجتماعية والبيئية على نطاق واسع، مع ترابطها في نفس الوقت، والتي تشتمل على ١٧ هدفاً عالمياً و١٦٩ غاية، قصد منها أن تصبح حزمة من الالتزامات للدول والمجتمعات وحتى الأفراد، لمعالجة القضايا الحاسمة للجنس البشري. من المتوقع أن تتحقق الأهداف وغاياتها بحلول عام ٢٠٣٠، لذا فهناك جهود عالمية متضافرة وحيوية وعمل دؤوب من أجل تحقيق هذه الأهداف. لتيسير تحقيق هذه الأهداف تلقى إجراءات التطويع المحلي وترتيب الأولويات ترحيباً وتشجيعاً من قبل الدول والمؤسسات والمجتمعات.

تغطي هذه الأهداف العديد من القضايا من قبيل: القضاء على الفقر ومكافحة عدم المساواة في حماية كوكب الأرض، وذلك لضمان حصول الجميع على العيش في أمن وكرامة. هذه الأهداف هي جزء من برنامج التنمية لمساعدة الفئات الأكثر ضعفاً في الأولوية. وتتلخص خارطة الطريق للأمم المتحدة، السبعة عشر هدفاً، وفق الآتي:

١) القضاء على الفقر وبكل أشكاله وفي كل مكان. يبدو أن هذا الهدف صعب التحقيق حتى في البلدان المتقدمة للغاية، ولكن قد تكون صياغتها في بلدنا لهدف التخفيض في معدل الفقر.

٢) القضاء على الجوع وتحقيق الأمن الغذائي: من خلال تحسين التغذية وتعزيز الزراعة المستدامة.

٣) الصحة الجيدة والرفاهية: تمكين الجميع من العيش بصحة جيدة.

٤) التعليم الجيد: ضمان جودة التعليم والتعلم للجميع.

٥) المساواة بين الجنسين: تحقيق المساواة بين الجنسين وتمكين النساء والفتيات من حرياتهم.

٦) المياه النظيفة والصرف الصحي: ضمان الحصول على مياه الشرب المأمونة للجميع والصرف الصحي.

٧) ضمان حصول الجميع على الطاقة وبأسعار معقولة: يكون النجاح في هذا المجال من خلال تطوير الطاقات البديلة.

٨) العمل اللائق والنمو الاقتصادي: إنّ العمل اللائق يؤكد للإنسان كرامته.

من الممكن تحقيق ذلك مع استمرار النمو الاقتصادي، فالسياسة التي تشجع على إقامة المشاريع الصغرى والمتوسطة وتشجيع العمل الزراعي أمر ضروري فبلادنا غنية لذا ينبغي على الأقل ضمان الاكتفاء الذاتي الغذائي للسكان.

٩) الصناعة: بناء بنية تحتية مرنة، وتشجيع التصنيع المستدام وتشجيع الابتكار. هذا الهدف يعتمد على سياسة التعليم القوية التي تشجع على التمكن من التكنولوجيا والأدوات الجديدة.

١٠) الحد من أوجه عدم المساواة: تقليص الفوارق بين المناطق والأقاليم.

١١) مدن ومجتمعات محلية مستدامة: لا يزال سكان الريف يلتحقون بالمدن حتّى شارف الريف على الفراغ نتيجة بحث الشباب عن فرص للعمل والعزم على الفرار من الريف. والهدف من ذلك هو الإدارة الصحيحة للمساحات الحضرية وإنشاء مدن تتميّز بالانضباط والنظافة وإعادة تأهيل الأحياء الفقيرة ووضع سياسة الإسكان بأسعار معقولة.

١٢) الإنتاج والاستهلاك المسؤولان: وجب ترشيد استهلاك الطاقة والموارد المائية والتشجيع على إعادة تدوير الفضلات الصناعية والمنزلية.

١٣) تغير المناخ: اتخاذ التدابير اللازمة لمكافحة آثار تغير المناخ والكوارث الطبيعية.

١٤) الحياة المائية: وخاصّة في حفظ والاستغلال المستدام للبحر والموارد البحرية (الصيد) ومقاومة تلوث البحر.

١٥) الحياة البرية: من المهم حماية الحياة البرية وإعادة استخدام النظم الإيكولوجية الأرضية، وإعادة تشجير المناطق المتدهورة ومكافحة حرائق الغابات ومحاولة الحد من التصحر.

١٦) السلام والعدالة.

١٧) عقد الشراكات لتحقيق الأهداف.



أهمية التنمية المستدامة:

يمكن إيجازها بالنقاط التالية:

١) تسريع الجهود للحفاظ على الجنس البشري ورفاهية الأجيال المستقبلية

٢) المحافظة على التقدم الإنساني والحضاري الذي تم تحقيقه حتى الآن

٣) الحد من التدهور البيئي

٤) التقليل من تأثير تغير المناخ

٥) المحافظة على التنوع البيولوجي

٦) تعزيز إعادة توليد الموارد الطبيعية

٧) الحد من جميع أنواع التلوث

٨) التصدي للتحديات الاجتماعية مثل الفقر والأمية

٩) تسخير الابتكار والإبداع لخدمة الإنسان والطبيعة

فوائد التنمية المستدامة:

تتلخص فوائد التنمية المستدامة بما يلي:

١- تخفيض التكلفة المالية والاقتصادية طويلة الأجل للتدهور البيئي.

٢- إجبار خبراء السوق وصانعي السياسات على تضمين الأولويات الاجتماعية عند الترويج للقطاع الخاص والشركات.

٣- تغيير دور الشركات إلى أعضاء ملتزمين بيئياً بالمجتمع.

٤- التأكيد على استدامة النمو الاقتصادي.

٥- تعزيز المساواة بين الجنسين، وحقوق العمال وخلق فرص العمل.

٦- تشجيع أنماط صحية للمعيشة والتغذية.

٧- دعم ظهور اقتصاد دائري يعتمد على إعادة التدوير وإعادة الاستخدام.

٨- استهداف ممارسات أفضل للسلوك البشري من خلال الاستهلاك الواعي.

٩- إيجاد فرص عمل وأسواق جديدة كإعادة التدوير والطاقة النظيفة.

١٠- تقديم ممارسات مسئولة للاستثمار والأعمال التجارية.

استحداث منتجات وخدمات جديدة واعية بالبيئية.

دور تقنية المعلومات في تحقيق التنمية المستدامة

في هذا العصر الذي تحدد فيه التكنولوجيات القدرات التنافسية، تستطيع تقنية المعلومات أن تلعب دوراً مهماً في التنمية المستدامة، إذ يمكن تسخير الإمكانات اللامتناهية التي توفرها تقنية المعلومات من أجل إحلال تنمية مستدامة اقتصادية واجتماعية وبيئية، وذلك من خلال تعزيز التكنولوجيا من أجل التنمية المستدامة كما يلي:

١) تعزيز أنشطة البحث والتطوير لتعزيز تكنولوجيا المواد الجديدة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والتكنولوجيات الحيوية، واعتماد الآليات القابلة للاستدامة.

٢) تحسين أداء المؤسسات الخاصة من خلال مدخلات معينة مستندة إلى التكنولوجيات الحديثة، فضلاً عن استحداث أنماط مؤسسية جديدة تشمل مدن وحاضنات التكنولوجيا.

٣) تعزيز بناء القدرات في العلوم والتكنولوجيا والابتكار، بهدف تحقيق أهداف التنمية المستدامة في الاقتصاد القائم على المعرفة، ولاسيّما أن بناء القدرات هو الوسيلة الوحيدة لتعزيز التنافسية وزيادة النمو الاقتصادي وتوليد فرص عمل جديدة وتقليص الفقر.

٤) وضع الخطط والبرامج التي تهدف إلى تحويل المجتمع إلى مجتمع معلوماتي.. بحيث يتم إدماج التكنولوجيات الجديدة في خطط واستراتيجيات التنمية الاجتماعية والاقتصادية، مع العمل على تحقيق أهداف عالمية كالأهداف الإنمائية للألفية.

٥) إعداد سياسات وطنية للابتكار واستراتيجيات جديدة للتكنولوجيا مع التركيز على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.

دور الاتصالات في تحقيق التنمية المستدامة

تعد المعارف والمعلومات عنصراً أساسياً لنجاح التنمية المستدامة، حيث تساعد على التغييرات الاجتماعية والاقتصادية والتكنولوجية، وتساعد على تحسين الإنتاجية الزراعية والأمن الغذائي وسبل المعيشة في الريف.. غير أنه لا بد من نقل هذه المعارف والمعلومات بصورة فعالة إلى الناس لكي تحقق الفائدة منها، ويكون ذلك من خلال الاتصالات، حيث تشمل الاتصالات من أجل التنمية الكثير من الوسائط مثل الإذاعة الريفية الموجهة للتنمية المجتمعية، والطرق المتعددة الوسائط لتدريب المزارعين وشبكة الإنترنت للربط بين الباحثين ورجال التعليم والمرشدين ومجموعات المنتجين ببعضها البعض وبمصادر المعلومات العالمية.

معوقات التنمية المستدامة:

تعتبر أكبر مشكلة تتعلق بمفهوم التنمية المستدامة هي الكم الهائل من التعريفات المتاحة ، وعلى الرغم من كل هذه التعريفات لم يتم بعد وضع تعريف واضح للتنمية المستدامة ، حيث لا تقدم التعريفات أي نوع من الإطار الزمني ، ويتم تفسير " الأجيال " بشكل غامض ، وهناك طرق مثيرة للاهتمام عند النظر إلى المشاكل التي تتعلق بالتنمية المستدامة ، وتواجه البلدان التي بذلت جهودًا واعية لكي تستوعب معنى التنمية المستدامة مشكلة في تنفيذ السياسات الموجهة نحو التنمية المستدامة ، وتوافق هذه الدول على إجراء تغييرات على سياساتها هذه .

التلوث البيئي

نبذة عن ظاهرة التلوث البيئي:

يتشارك الإنسان كوكب الأرض مع الحيوانات والنباتات، ويعتبر الكائن الوحيد الذي منحه الله تعالى نعمة العقل، وعلى الرغم من ذلك فهو مسبب الفساد الأعظم لها. أصبح كوكب الأرض مرتعاً للعابثين الذين يثيرون فضولهم العلمي ورغبتهم في تطبيق مخترعاتهم مهما كانت ضارة على حساب البيئة، حتى صار الإنسان يشكل الخطر الأكبر على مكان عيشه الوحيد، وجَعله غير صالح للعيش بسبب التلوث الناجم عن بعض أنشطته.

التلوث البيئي هو أخطر كارثة يواجهها الإنسان، فالتلوث يعني تدهور البيئة نتيجة لحدوث خلل في توافق العناصر المكونة لها بحيث تفقد قدرتها على أداء دورها الطبيعي وخاصة في التخلص الذاتي من الملوثات بالعمليات الطبيعية وذلك في بيئة الهواء والماء واليابسة.

ما هو تعريف التلوث البيئي؟ يصنف التلوث البيئي على أنه ظاهرة غير طبيعية، وضرر يحدث للبيئة وينجم عن عناصر ملوثة تعمل على إحداث العديد من التغيرات السلبية على الطبيعة، ما يتسبب في إحداث نتائج كارثية قد تؤدي إلى تدمير البيئة.

يشير مصطلح التلوث إلى إضافة مواد ملوثة إلى البيئة الطبيعية مما يؤدي إلى التأثير عليها بشكل سلبي. التلوث كان دائماً نتيجة صنع الإنسان، وقد زاد مستوى التلوث البيئي مع ارتفاع عدد السكان والتطورات التي أحدثتها الحضارة الإنسانية. يمكن أن تختلف أنواع التلوث حسب جزء البيئة المُلوَّث أو نوع الملوثات. مع ذلك، نظراً للمجموعة الواسعة من الطرق التي تمكن جنسنا البشري من خلالها من تلويث البيئة، لدينا أيضاً التلوث الناتج عن الضوضاء والضوء والإشعاع والحرارة والتلوث البلاستيكي.

يعتبر التلوث عدواناً عالمياً، حيث تنتقل الملوثات من أقصى الشمال إلى أقصى الجنوب، فهو لا يعرف حدوداً إقليمية له، فهناك العديد من الدول التي لا تمارس نشاط صناعي أو تعديني لكنها تعاني من التلوث بالمثل. تساهم الرياح والسحب والتيارات المائية في نقل الملوثات من بلد لآخر، مثال على ذلك: التلوث البترولي الناتج من احتراق آبار الكويت، حيث اتفق العلماء على أن آثار سحب الدخان الأسود لا تقتصر على دولة الكويت بل أنها عبرت البحر الأسود وأخذت تهدد رومانيا وبلغاريا أيضاً.

يُعرَّف التلوث (Pollution): بأنّه ارتفاع كميّة المواد بأشكالها الغازيّة، أو السائلة، أو الصلبة، أو إضافة أحد أشكال الطاقة، مثل: الطاقة الصوتيّة، والحراريّة، والنشاطات الإشعاعيّة، وغيرها داخل البيئة مما يجعلها غير قادرة على تحليل هذه المواد والطاقة، أو تبديدها، أو تخفيفها، أو إعادة تدويرها، كما تصبح غير قادرة على تخزين المواد وأشكال الطاقة المختلفة بأشكال غير ضارّة، ويُعرَف هذا التلوث باسم التلوث البيئيّ (Environmental Pollution)، ويشمل هذا التلوث جميع المواد ذات التأثير السلبي على البيئة، أو الكائنات الحيّة التي تعيش فيها.

مستويات التلوث:

أ- التلوث غير الخطر: وهو المنتشر فوق سطح الكرة الأرضية ولا يخلو أي مكان فيها منه كلية، ويمكن أن نطلق عليه التلوث المقبول الذي يستطيع أن يتعايش معه الشخص بدون أن يتعرض للضرر أو المخاطر كما أنه لا يخل بالتوازن البيئي وفي الحركة التوافقية بين عناصر هذا التوازن.

ب- التلوث الخطر: وهو التلوث الذي يظهر له آثار سلبية تؤثر على الإنسان وعلى البيئة التي يعيش فيها ويمكن أن نطلق عليه "التلوث الحرج"، وخاصة فيما يرتبط بالنشاط الصناعي بكافة أشكاله. تكمن خطورته في ضرورة اتخاذ الإجراءات الوقائية السريعة التي تحمي الإنسان من وجود خطر حقيقي يهدد

حياته ولا يصح تجاهله، فالإنسان هنا من غير المسموح له التعايش مع هذا التلوث مثل النوع السابق من التلوث غير الخطر.

ج- التلوث المدمر: وهو التلوث الذي يحدث فيه انهيار للبيئة وللإنسان معاً ويقضي على كافة أشكال التوازن البيئي، أي أنه يدمر بدون إعطاء أي فرصة للإنسان حتى مجرد التفكير في تقديم حلول للتدخل، ونجده أيضاً متصل بالتطور التكنولوجي الذي يظن الإنسان أنه يبدع فيه يوماً بعد يوم من النشاطات الإشعاعية والنووية، وخير مثال حادثة المفاعل النووي "تشرنوبل". يحتاج الإصلاح مع هذا النمط من التلوث سنوات طويلة وتكاليف باهظة، ولا يقف الأمر عند هذا الحد وإنما تتأثر أجيال من البشر على المدى الطويل منه.

أنواع التلوث:

يُمكن تقسيم أنواع التلوث الرئيسيّة إلى ما يلي:

١) تلوث الهواء (Air Pollution):

يُعرّف تلوث الهواء أنّه إضافة بعض الملوِّثات، مثل المواد البيولوجيّة، أو المواد الكيميائيّة، أو الجسيمات المعلقة ((Particulatesذات التأثير السلبي على حياة الكائنات الحية إلى الغلاف الجوّي. توجد هذه الملوِّثات في الحالة السائلة، أو الغازيّة، أو الصلبة، وقد تنبعث من مصادر طبيعيّة، أو مصادر ناتجة عن بعض الأنشطة البشريّة، وتسبب العديد من الأضرار للمحاصيل الزراعيّة، بالإضافة إلى التَّسبب بالعديد من الآثار السلبيّة التي قد تصيب البيئة الحضريّة، والبيئة الطبيعيّة، كما أنّها قد تسبب الإزعاج، أو بعض الأمراض للكائنات الحية، وقد تؤدّي إلى الوفاة في بعض الأحيان.

٢) تلوث الماء (Water Pollution):

يحدث تلوث الماء عند إضافة المواد الكيميائيّة وأيّ مواد غريبة لها تأثيرات سلبيّة على حياة الكائنات الحية بما فيهم الإنسان داخل المياه، ومن الجدير بالذكر أنّ هذه المياه قد تصل إلى حوالي ٢ مليار نسمة حول العالم عن طريق مياه الشرب.

تشتمل ملوّثات المياه على:

- المعادن الثقيلة، كالزئبق، والرصاص، وغيرها.
- المبيدات والأسمدة الزراعيّة التي تنتقل عن طريق الجريان السطحي للمياه.
- المخلفات الكيميائيّة الصناعيّة.
- الملوّثات الكيميائيّة التي تتسرّب من المواقع التي يتمّ فيها التخلص من النفايات الخطرة.
- المخلّفات الناتجة عن معالجة وإنتاج الأغذية.
- المخلّفات الناتجة عن معالجة الصرف الصحي

٣) تلوث التربة (Soil Pollution):

يُمكن تعريف تلوث التربة بأنّه ارتفاع نسبة المواد الكيميائيّة في التربة، أو وجود مواد غريبة لا تنتمي إليها، أو زيادة تركيز بعض مكوّنات التربة عن نسبتها الطبيعيّة مما يؤدي إلى التسبب بالعديد من الأضرار التي قد تصيب الكائنات غير المُستهدَفة. تتدرج مصادر تلوث التربة تحت قسمين، يضمّ أحدهما جميع الملوّثات البشريّة، في حين يشتمل القسم الآخر على المصادر الطبيعيّة، مثل: زيادة تركيز بعض المكوّنات المعدنيّة مما يجعل التربة تصبح سامّة وغير صالحة للاستخدام. يُعدّ تلوث التربة واحداً من الأخطار الخفيّة على البيئة؛ بسبب عدم القدرة على ملاحظته بالعين المجردة، وعدم القدرة على تقييم التلوث.

٤) التلوث الضوضائي أو التلوث السمعي (Noise Pollution):

يشتمل التلوث الضوضائي أو التلوث السمعي على جميع مصادر الأصوات المرتفعة غير المرغوب بها التي يُمكن أن تدخل إلى الأذنين، وتسبب العديد من الأضرار للجهاز السمعي للإنسان والكائنات الحية الأخرى. يتفاوت مدى تأثير هذه الملوِّثات على السمع بشكل كبير؛ حيث يتسبب بعضها بالتلف المباشر للجهاز السمعي، مثل الأصوات المرتفعة الناتجة عن الانفجارات، بينما يتسبب بعضها بتأثيرات سلبيّة على الجهاز السمعي على المدى البعيد، مثل الاستماع للأصوات الصاخبة بشكل مستمر.

هناك العديد من مصادر التلوث الضوضائي، نذكر منها: المعدات الموسيقية، مثل مكبرّات الصوت، الآلات المختلفة، مثل المكانس الكهربائيّة وجزازات العشب، والآلات والمعدات الصناعية، وسائل النقل المختلفة، مثل الشاحنات، والطائرات، والحافلات، وغيرها.

يتسبب التلوث الضوضائي بالعديد من الأضرار الصحيّة على البشر، وليس فقط على الجهاز السمعي، حسب البيانات الصادرة عن وكالة حماية البيئة الأمريكية U.S. Environmental Protection Agency)، ومنظمة الصحة العالمية (World Health Organization)، كما أنّه يُعدّ واحداً من المشاكل الصحيّة العامة ذات الوتيرة المتزايدة حسب بيانات مراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها (Centers for Disease Control and Prevention)، حيث يؤدي إلى ضعف السمع، وارتفاع ضغط الدم، والصّداع، وتداخل الكلام عند الحديث، واضطرابات النوم، والإجهاد، بالإضافة إلى التأثيرات السلبيّة على الإنتاجيّة، والصحة النفسيّة، وعلى نوعيّة الحياة بشكل عام.

٥) التلوث الضوئي (Light Pollution):

يضمّ التلوث الضوئي جميع مصادر الإضاءة الاصطناعيّة الضارّة، بالإضافة إلى مصادر الإضاءة الشديدة، ومصادر الإضاءة غير الموجَّهة (المُضلِّلَة). ينتج عن هذا التلوث عدّة آثار سلبيّة ؛ حيث يتسبب ببعض المشاكل الصحيّة للبشر، وإهدار كميّات كبيرة من الطاقة، بالإضافة إلى الإخلال بالنظام البيئي، وإخفاء إضاءة النجوم ليلاً، كما يتسبب بالعديد من الآثار السلبيّة على الأبحاث الفلكية.

ينقسم التلوث الضوئي إلى أربعة أنواع مختلفة، هي:

- الوهج (Glare): وهو الإضاءة التي تتسبب بإزعاج العين عند الرؤية نتيجة سطوعها المرتفع.
- الوهج السماوي (Skyglow): وهو سطوع السماء بالأضواء أثناء الليل فوق المناطق المأهولة بالسكان.
- التشتيت الضوئيّ (Clutter): تجمُّع العديد من مصادر الضوء الكثيرة المربِكة ذات السطوع المرتفع في مكان واحد.
- التعدّي الضوئي (Light Trespass): هو دخول الضوء إلى الأماكن التي لا تحتاج إلى الإضاءة فيها.

٦) التلوث الإشعاعي:

عندما توجد المواد الإشعاعية في مناطق حيث يكون وجودها غير مرغوب فيه أو غير مقصود، تؤدي إلى نوع من التلوث يسمى التلوث الإشعاعي. مثل هذه المواد تكون شديدة السمية على جميع أشكال الحياة على الأرض. وتؤدي المواد المشعة إلى حدوث طفرات في المادة الوراثية للكائنات الحية، مما يتسبب في أنواع مختلفة من السرطانات. ويمكن أن يؤثر التعرض إلى مثل هذه المواد السمية تأثيراً ضاراً على أنظمة الجسم المختلفة. إذ إن الموت أو التشوه يعدان من الآثار الشائعة للتعرض للنفايات

الإشعاعية. ومن الأسباب الشائعة للتلوث الإشعاعي الإدارة غير المسؤولة لمثل هذه النفايات أو الكوارث الإشعاعية.

٧) التلوث الحراري:

يؤدي التغير المستحث في حرارة المساحات الكبيرة من المياه في حدوث تلوث حراري. ويؤدي هذا النوع من التلوث إلى تدهور نوعية المياه؛ إذ إن المياه الدافئة لا توفر ظروفاً معيشية مثالية للنباتات والحيوانات المائية. على سبيل المثال، عند إطلاق المياه المستخدمة كمبرد في محطات الطاقة أو تلك المستخدمة في الصناعات في مسطح مائي طبيعي، يختلط الماء الدافئ أو الساخن مع باقي المياه، مما يؤدي لرفع درجة حرارة النظام البيئي المائي بشكل عام. تؤدي درجات الحرارة المرتفعة أيضاً إلى تغيير تكوين العناصر الذائبة في المياه. يمكن أن تموت الحيوانات والنباتات التي تعيش في منطقة تكيفت سابقاً على نطاق حرارة معينة بسبب هذا التغيير المفاجئ في درجة الحرارة. وبالتالي، تتعرض الحياة المائية إلى صدمة حرارية بسبب التلوث الحراري.

٨) التلوث البصري:

يحب الجميع رؤية المساحات الخضراء النظيفة والمناظر الخلابة. عندما يضع النشاط البشري حواجز قبيحة تحولُ دون مشاهدة هذه المناظر المفتوحة الصافية، يطلق على هذا التلوث البصري. يمثل تركيب اللوحات الإعلانية والتخزين المفتوح للقمامة وشبكات الأسلاك الكهربائية التي تتقاطع مع بعضها البعض في الأعلى في الشوارع وما إلى ذلك تلوثاً بصرياً. يؤدي هذا النوع من التلوث إلى التشتت وإرهاق العين وغيرها من المشكلات النفسية الأخرى.

٩) تراكم القمامة:

عندما لا يجري التخلص من إنتاج النفايات التي يولدها الإنسان بالطريقة الصحيحة، يؤدي ذلك إلى تراكم القمامة. في هذا الصدد، يمكن أن تشمل النفايات أي شيء يتخلص منه البشر بعد استخدامه مثل الزجاجات ومواد التعبئة والتغليف والنفايات الإلكترونية والنفايات المعدنية وما إلى ذلك. تشكل بعض تلك الملوثات خطورة على صحة البيئة. عندما تتسرب المواد الكيميائية من مثل هذه النفايات إلى التربة أو تدخل في المسطحات المائية، فإنها تسبب تلوث التربة وتلوث المياه. وفي النهاية، تدخل هذه النفايات في أجسام الكائنات الحية لتصيبها بالأمراض أو تسبب الوفاة.

١٠) التلوث البلاستيكي:

مثلما يوحي الاسم، ينتج التلوث البلاستيكي عن تراكم البلاستيك في البيئة. يشكل البلاستيك، وهو مادة غير قابلة للتحلل، ضرراً بالغاً على كل أشكال الحياة على الأرض. في كل عام، تفقد آلاف الحيوانات حياتها بسبب التلوث البلاستيكي. إذ يؤدي ابتلاع هذه البلاستيكات أو التعثر في الأشياء البلاستيكية إلى قتل هذه الحيوانات. ينتهي المطاف بمعظم النفايات البلاستيكية المتولدة في العالم في المحيطات، حيث تسبب ضرراً بالغاً على النظام البيئي البحري.

نورد فيما يلي (١٠) حقائق كارثية عن البلاستيك:

١) يتم شراء نحو مليون قنينة مياه بلاستيكية كل دقيقة حول العالم.

٢) ٥,٢ تريليون هو عدد الأكياس البلاستيكية التي تستعمل مرة واحدة كل عام.

٣) من المتوقع أن تتخطى نسبة المخلفات البلاستيكية في البحار والمحيطات نسبة الأسماك بحلول عام ٢٠٥٠.

٤) ٨ ملايين طن من الملوثات البلاستيكية تدخل محيطات العالم كل عام.

٥) تصب الأنهار حول العالم نحو ٨ ملايين طن من البلاستيك في المحيطات والبحار حول العالم سنوياً.

٦) تشكل شباك الصيد المتروكة العائمة ١٠ % من جميع النفايات البحرية.

٧) ويؤثر التلوث البلاستيكي على ٨٠٠ نوعاً على الأقل من الحيوانات البحرية في جميع أنحاء العالم تتراوح بين وفيات، ابتلاع واختناق.

٨) تدخل آلاف الأطنان من مختلف البلاستيكية في بطون الكائنات المائية وتقتل ما يصل إلى مليون طائر بحري و١٠٠ ألف من ثدييات البحر ومختلف السلاحف والأسماك والحيتان في السنة، ويقدر العلماء أن ٦٠% من جميع أنواع الطيور البحرية قد أكلت قطعاً بلاستيكية ويعتقد أن يرتفع إلى ٩٩ % بحلول عام ٢٠٥٠.

٩) كميّة النفايات البلاستيكية الموجودة في البحار والمحيطات أكبر من التي توجد على اليابسة، وأن البقايا البلاستيكية الظاهرة على السطح ليست سوى جزء صغير فقط فالأدهى والأمر ما يوجد في قاع تلك المياه.

١٠) في آخر المطاف تتحوّل هذه الكارثة البيئية إلى تحدّ كبير جداً يواجه بيئة وصحة الإنسان ورفاهيته.

علاج التلوث:

١- الوعي الذاتي لدى الشخص بأن التلوث يشكل كارثة تحتاج إلى جهد إيجابي منه لأنها تُنذر بفنائه.

٢ – وقف تراخيص مزاولة النشاط الصناعي الذي يدمر البيئة.

٣- تهجير الصناعات الملوثة للبيئة بعيداً عن أماكن تمركز البشر بخطة زمنية محددة، لوقف تبوير الأراضي الزراعية وعدم الإضرار بصحة الإنسان.

٤- تطوير أساليب مكافحة تلوث الهواء، فالحل لا يكمن في مزيد من الارتفاع في أطوال المداخن لأنه لا يمنع التلوث بل يرحله إلى أماكن أبعد.

٥- تطوير وسائل التخلص من القمامة والنفايات، وخاصة تلك العمليات التي تتضمن الحرق في الهواء الطلق والتي تزيد من التلوث.

٦- القيام بعمليات التشجير على نطاق واسع للتخلص من ملوثات الهواء وامتصاصها.

٧- الكشف الدوري للسيارات، لأن عوادمها من إحدى العوامل الرئيسة المسببة للتلوث.

٨- اللجوء إلى الغاز الطبيعي كإحدى مصادر الطاقة البديلة والذي لا يخرج معه كميات كبيرة من الرصاص والكبريت.

٩- معالجة التلوث النفطي، بإضافة بعض المذيبات الكيميائية التي تعمل على ترسيب النفط في قاع المحيطات أو البحار في حالة تسربه. بالإضافة إلى وضع قواعد صارمة عند إلقاء السفن لأية مخلفات نفطية أو كيميائية في مياه البحار.

١٠- إقامة المحميات البحرية، تشتق كلمة المحمية من الحماية الطبيعية التي تفرض حظراً على بعض البقاع والتي تشتمل على كائنات بحرية نادرة، تلك المهددة بالانقراض، أو مجموعات من الأنواع التي ينحصر تواجدها في بيئات معينة.

١١- اللجوء إلى استخدام المبيدات العضوية والابتعاد عن المبيدات الكيميائية بأنواعها المختلفة من مبيدات الأعشاب والحشرات والفطريات.

إعادة تدوير النفايات

أركان عملية إدارة المخلفات:

يعد إعادة تدوير المخلفات أحد الأركان الأربعة التي تقوم عليها عملية إدارة المخلفات والتي يجب زيادة الوعي بها، وهي:

١ – **التقليل (Reduction)**: والمقصود هنا هو تقليل المواد الخام المستخدمة، وبالتالي تقليل المخلفات، ويتم ذلك: إما باستخدام مواد خام أقل، أو باستخدام مواد خام تنتج مخلفات أقل، أو عن طريق الحدّ من المواد المستخدمة في عمليات التعبئة والتغليف، مثل: البلاستيك والورق والمعادن، وهذا يستدعي وعياً بيئياً من كل من المستثمر والمنتج؛ فمثلاً في الولايات المتحدة الأمريكية التزم الكثير من منتجي الصابون السائل بتركيزه؛ حتى يتم تعبئته في عبوّات أصغر، أو إنتاج معجون أسنان بدون عبوته الكرتونية الخارجية، وهذا ما يطلق عليه (Wast minimization)

٢ – **إعادة استخدام المخلفات (Reuse)**: وهذا يعني مثلاً إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه المعدنية مثلاً بعد تعقيمها، وإعادة ملء الزجاجات والبرطمانات بعد استخدامها، هذا الأسلوب يؤدي إلى تقليل حجم المخلفات، ولكنه يستدعي وعياً بيئياً لدى عامة الناس في كيفية التخلص من مخلفاتهم، والقيام بعملية فرز بسيطة لكل من المخلفات البلاستيكية والورقية والزجاجية والمعدنية قبل التخلص منها، فنجد في كل من اليابان والولايات المتحدة الأمريكية صناديق قمامة ملونة في كل منطقة وشارع ؛ بحيث يتم إلقاء المخلفات الورقية في الصناديق الخضراء، والمخلفات البلاستيكية والزجاجية والمعدنية في الصناديق الزرقاء، ومخلفات الأطعمة أو ما يطلق عليه المخلفات الحيوية في الصناديق السوداء.

٣ – **إعادة التدوير Recycling:** والمقصود بإعادة التدوير هو إعادة استخدام المخلفات؛ لإنتاج منتجات أخرى

أقل جودة من المنتج الأصلي.

٤ – **الاسترجاع الحراري Recovery:** وتستخدم تكنولوجيا الاسترجاع الحراري في الكثير من الدول، خاصة اليابان؛ للتخلص الآمن من المخلفات الصلبة، والمخلفات الخطرة الصلبة والسائلة، ومخلفات المستشفيات، والحمأة الناتجة من الصرف الصحي والصناعي، وذلك عن طريق حرق هذه المخلفات تحت ظروف تشغيل معينة مثل درجة الحرارة ومدة الاحتراق، وذلك للتحكم في الانبعاثات ومدى مطابقتها لقوانين البيئة. تتميز هذه الطريقة بالتخلص من ٩٠% من المواد الصلبة، وتحويلها إلى طاقة حرارية يمكن استغلالها في العمليات الصناعية أو توليد البخار أو الطاقة الكهربائية.

دور التدوير واستخدام منتجات صديقة للبيئة في حماية البيئة:

لتجنب أو تقليل أكبر قدر ممكن من التلوث البيئي يجب إتباع وتطبيق تسلسل استراتيجيات إدارة المخلفات (وما يتضمنه من رفع لكفاءة وإنتاجية المواد والطاقة)، والتي ترتكز على مبادئ: استخدام تقنيات إنتاج نظيفة، تكوين الدوائر المغلقة (إعادة التدوير)، التخلص الملائم بيئياً من المخلفات والنفايات.

تساهم إعادة التدوير في المحافظة على البيئة والتقليل من التلوث من خلال دورها في الآتي:

- المحافظة على موارد المواد والطاقة.
- تقليل الاستهلاك من خلال إطالة عمر المنتج.
- توفير الطاقة من خلال تقليل العمليات الإنتاجية.

- حماية الأراضي المستخدمة كمكبات لرمي القمامة من خلال التقليل من المخلفات.
- حماية البيئة من المواد الضارة والسامة الناتجة عن الصناعات الاستخراجية والتحويلية.

نسرد مثالاً لاستخدام منتجات صديقة للبيئة البلاستيك المستديم المستوحاة من "شجر المطاط":

حتى هذه اللحظة ما زلنا نبحث في مجال البلاستيك الحيوي، وبالفعل وجدت أبحاث عالمية متقدمة جداً عن نوع من "البلاستيك الحيوي الذاتي الشفاء " وهذا لأن بعض أنواع البلاستيك تعاني من الشروخ أو التآكل أو تكسير الحواف وهنا نتحدث عن قطع البلاستيك مثلاً التي يتم احتياجها في تصنيع الطائرات أو غيره. هذه القطع البلاستيكية عندما يحدث فيها شرخ أو تآكل يتم تغيرها بمبالغ باهظة وبالتالي اتجهت بعض الأبحاث إلى تطوير نوع من البوليمرات الحيوية المعتمدة أساساً على المادة اللدنة أو اللدائن المطاطية المستخرجة من شجر المطاط. هذه البوليمرات مصنوعة من الزيوت النباتية وهي بديل ممتاز وصديق للبيئة بالمقارنة بالبوليمر المعتمد على البترول. هذه البوليمرات الحيوية القائمة على اللدائن المطاطية تستخدم أيضاً في صنع الخرسانات الضخمة وترميمها بشكل ممتاز. وهناك أبحاث أيضاً لاستخدامها لترميم المباني الأثرية القديمة. ومن مميزاتها إذا ما استخدمت في الأجهزة والآلات الغالية أو السيارات والمركبات الفضائية والمائية وغيره أنها ستطيل عمر المنتج. وبالتالي ارتفاع الثمن سيتم تعويضه في العمر الطويل للمنتج من ناحية. ومن ناحية أخرى يقلل النفايات وتكدسها السريع بسبب حياه المنتج القصيرة. و كان مصدر الإلهام لهذه الأبحاث هو شجرة المطاط *Hevea brasiliensis* . يحتوي لاتكس شجره المطاط على كبسولات من البروتينات تنفتح عند تلف اللحاء ويخرج اللاتكس من هذه الكبسولة ليسد الشروخ. تم تطوير هذه الكبسولات بالفعل وهي تسمى "بولي ايزوبوتيلين" Polyisobutylene وبالفعل إذا نجحت كل التجارب سيكون بمثابة مادة مستدامة وصديقه للبيئة وتفتح لنا باب جديد يمكن تسميته " البلاستيك الأخضر المستديم".

تنتج الزهور بدلاً من القمامة... أقنعة وجه تتحول إلى ورود عند التخلص منها:

تتزايد المخاوف بشأن معدات الحماية الشخصية المتعلقة بفيروس كورونا المستجد، والتي أصبحت تتناثر في الشوارع، والممرات المائية، وذلك بسبب احتوائها على مواد بلاستيكية دقيقة يمكنها أن تستغرق مئات الأعوام لتتحلل. ولفهم حجم هذا التحدي بشكل أكبر، قدّرت دراسة من عام ٢٠٢٠ في مجلة البيئة، والعلوم، والتكنولوجيا استخدام ١٢٩ بليون كمامة، و٦٥ بليون من القفازات كل شهر في ظل الجائحة. وألهم التلوث البيئي الذي تسببه هذه المعدات المصممة ماريان دي غروت–بونز إلى ابتكار كمامات قابلة للتحلل بنسبة ١٠٠ في المئة. وهذه الكمامات ليست قابلة للتحلل فقط، بل هي تتحول إلى زهور أيضاً. فهي تحتوي على مزيج من الزهور التي تنبت في المروج، وليس عليك سوى زراعة الكمامة، وتوفير الماء لها. ووفقاً للموقع الرسمي لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة عبر الإنترنت، جلب فيروس "كوفيد–١٩" تحديات إضافية مع زيادة استخدام المنتجات الطبية، والكمامات، والقفازات المصنوعة من البلاستيك، والأنسجة، وغيرها من المنتجات ذات الاستخدام الواحد التي يتم التخلص منها في البيئة المفتوحة، أو في أنظمة الصرف الموجودة. ويساهم ذلك في زيادة الكميات المقلقة بالفعل من تلوث البلاستيك، والمواد البلاستيكية الدقيقة، والألياف الدقيقة في مياه الصرف الصحي، وفقاً للموقع.

وتمتد مضار هذه المواد أيضاً إلى الحياة البرية، إذ أشار باحثون إلى أن الحيوانات تتغذى على القفازات المهملة المصنوعة من مادة "اللاتكس"، والكمامات التي تستخدم لمرة واحدة، أو تشتبك بها، بينما بدأت حيوانات أخرى في بناء منازلها بهذه المواد. ويزيد ذلك من أهمية اللجوء لمواد أكثر مراعاة للبيئة في حياتنا اليومية. وتُعدّ الكمامات التي صممتها دي غروت–بونز صديقة للبيئة بشكل أكبر مقارنةً بالكمامات ذات الاستخدام الواحد، التي يلجأ إليها الكثير من الأشخاص في ظل الجائحة لحماية أنفسهم من فيروس "كوفيد–١٩". وإذا راودك الفضول بشأن المواد التي تشكل منها هذا المنتج، فهي تتكون من

ورق الأرز المليء ببذور الزهور، وتتكون خيوطها التي توضع حول الأذن من الصوف، وأما الزهور الصغيرة التي تُستخدم لتعديل ضيق الخيوط، وجعلها تناسب وجه المرء بشكل أكبر، فهي مصنوعة من الصناديق الكرتونية المخصصة للبيض. تتميز هذه الكمامات بكونها قابلة للتحلل في "فترة زمنية قصيرة"، وفقاً للمصممة. وفي ظل الظروف المناسبة، تختفي الكمامات تماماً في غضون أسابيع قليلة، وتنبت بذورها. أكدت المصممة أن فكرتها تلقت الكثير من ردود الفعل الإيجابية، وحتى الآن، تُشحن هذه الكمامات إلى جميع دول الاتحاد الأوروبي، إضافةً إلى المملكة المتحدة. وتأمل المصممة أن تتمكن من شحن الكمامات إلى بقية أنحاء العالم أيضاً قريباً.

أطول مقعد صديق للبيئة... مصنوع من نفايات ٥ ملايين علبة حليب

لفت "مقعد صندوق الحليب" بطول ١٥٦ متراً انتباه الجميع في معرض الصين العاشر للزهور الذي عقد مؤخراً في شنغهاي، حيث تمت صناعته من إعادة تدوير ما مجموع نفايات ٥,٠٢٧ مليون علبة حليب، وتحطيمها وجعلها تحت ضغط عالٍ باستخدام تقنية خاصة، مما يجعلها أطول مقعد صديق للبيئة في شنغهاي. ومن المعلوم أن علبة الحليب تحتوي على ألياف ورقية وبلاستيكية، ويمكن استخدامها لإنتاج الأثاث بشكل مباشر بالإضافة الى استخدامها بمرافق البستنة الخارجية وغيرها من المنتجات. وفي هذا الإطار، يأمل فريق التصميم في استخدام المناظر الطبيعية الخضراء المستدامة والقابلة لإعادة التدوير والتي تجمع بين التكنولوجيا والفن، من أجل تعزيز التنمية المنسقة للصناعة والثقافة والبيئة.



الصين تدشّن طريقاً من النفايات المعاد تدويرها

شهد حرم جامعة للعلوم والتكنولوجيا تقع في مدينة شنغهاي الصينية، افتتاح أول طريق من النفايات البلاستيكية المعاد تدويرها. وتم تعبيد الطريق من خلال إعادة تدوير أكثر من ٢٠٠ كيلوغرام من رضاعات الأطفال البلاستيكية، حيث تم جمع هذه الرضاعات وإرسالها إلى مصنع إعادة التدوير للفرز والعجن والصهر، قبل أن يتم إرسالها إلى مصنع إنتاج الأسفلت لإنتاج نفايات الإسفلت البلاستيكي المُعدّل بمساعدة تقنية محددة. وقال المهندسون المُشرفون على المشروع إن هذا الأمر يُقلّل توليد النفايات البيئية مقارنةً برصيف الأسفلت النقي التقليدي.

طمر /دفن/ النفايات:

استثمار المطمر الصحي:

عند تسوية وتغطية النفايات بالتربة ضمن المطمر الصحي يجب مراعاة الآتي:

١) لا يجب السماح لسائقي شاحنات نقل النفايات إلى المطمر بانتقاء موضع التخلص من النفايات بل يجب أن يتم التوجيه من قبل موظفي الاستلام إلى موقع التصريف الحالي وعلى السائق تفريغ النفايات في المكان المحدد ويجب تسوية النفايات ورصها بواسطة البلدوزر كما يجب تغطية النفايات بالتربة بصورة دورية لتحاشي الآتي:

- الحشرات والروائح الكريهة
- خطر الحرائق التلقائية
- المخاطر الصحية
- تناثر النفايات
- تُخَّفض عملية النبش بإزالة النفايات عن أعين النباشين.
- إن الطبقة النهائية المغطية تقلل من دخول الماء إلى المطمر وبالتالي تُخفض تدفق الرشاحة والهجرة البطيئة للغازات.
- يقوم الغطاء النهائي أيضاً بالعمل كحاجز بين النفايات والبيئة ويتيح الفرصة لنمو النبات ونشوء المنظر الطبيعي.

٢) مع مراعاة الجوانب الإيجابية المذكورة أعلاه يجب ملاحظة أن طمر النفايات بالتربة ينقص حجم المطمر الصحي وبالتالي يؤدي إلى خفض العمر الافتراضي للموقع ويرفع التكلفة النوعية للطن الواحد من النفايات.

٣) أنواع تغطية النفايات في المطامر:

- الغطاء اليومي: تغطى النفايات في نهاية كل يوم بطبقة خفيفة من التربة (١٠ سنتيمتر) مرة واحدة على الأقل وبشكل متكرر تعمل كغطاء (عادة تربة أو تربة خشنة) ومن ثم تضغط.

– الغطاء الاسبوعي: تغطى النفايات بطبقة خفيفة من التربة (١٠ سنتيمتر على الاقل) مرة واحدة في الأسبوع على الأقل.

– الغطاء النهائي للمطمر: بعد الانتهاء من امتلاء كل خلية من خلايا المطمر يتم تنفيذ الغطاء النهائي بالتغطية الترابية بسماكة لا تقل عن ٥٠سم بعد الرص.

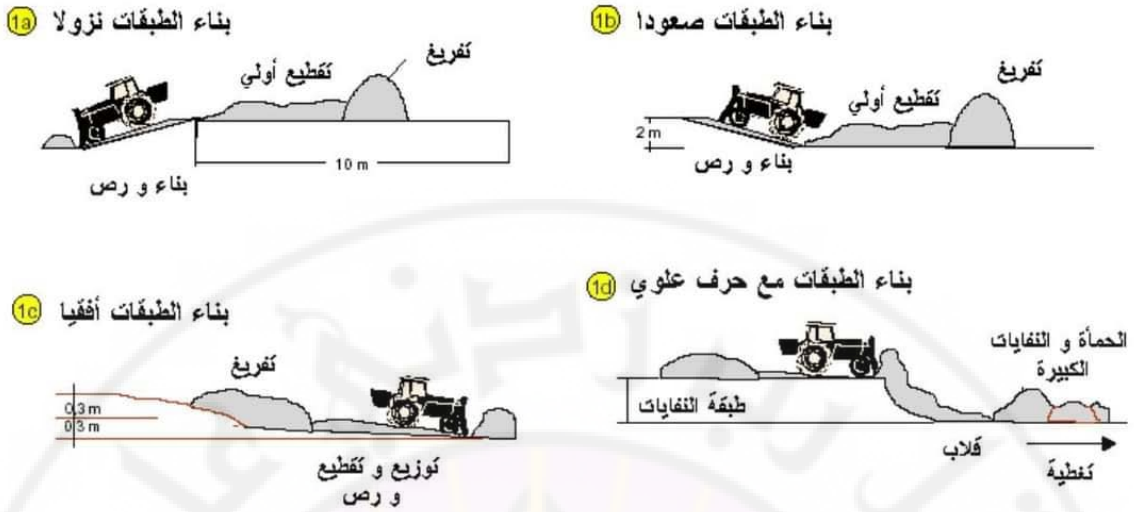
٤) يجب ألا تزيد المساحة المطمورة بنفايات مكشوفة على هكتار واحد (١٠٠٠٠ متر مربع) في أي وقت من الأوقات.

٥) يجب ألا تكون التربة المستخدمة للطمر الوسطي (بين طبقات النفايات) طينية قليلة النفاذية كونها ستحد من تسرب الرطوبة بين طبقات النفايات وستحد من التحلل البيولوجي لها وقد تؤثر في استقرار المنحدرات ونتيجة لمشاكل التعرية يجب عدم تغطية المنحدرات بالتربة الرملية ويجب زراعتها في أسرع وقت ممكن.

٦) يجب عدم تصريف النفايات خارج حدود المطمر الصحي كما يجب نشر وطمر كل النفايات المتراكمة وبالإمكان نقل هذه النفايات إلى جزء آخر من المطمر (غير الجزء المستخدم حالياً) إذا كان هذا سيساعد في عمل الشكل النهائي المطلوب للموقع.

٧) يجب تغطية كل النفايات الظاهرة وإن كانت خارج الجزء المستخدم حالياً لنشر النفايات بطبقة طمر وسيطة من التربة تبلغ ١٠ سنتيمترات او بطبقة نهائية من التربة تبلغ ٥٠ سنتيمتر.

٨) يجب تسوية الميل النهائي لأي جزء من المطمر بحيث يسمح بتصريف المياه بعيداً عن الأجزاء المفتوحة لتصريف النفايات وإلى المساحات الخارجية باتجاه مجرى المياه الطبيعية للمطمر الصحي.



تغطية المطامر:

كيف يمكن أن تساعد تغطية مطامر النفايات في تحسين العمليات مع التخطيط السليم، يمكن تصميم الأغطية المؤقتة واليومية لتحسين العمليات وتوفير المال.

تلعب الأغطية النهائية دوراً حيوياً في الفصل الأخير من حياة المطمر. من ناحية أخرى، فإن الأغطية اليومية والمرحلة المؤقتة هي إجراءات ثانوية في العملية. ومع ذلك، يعمل كلاهما وظائف أساسية في إدارة مطامر النفايات حيث يعملان على إبقاء النفايات معزولة ومنع الانبعاثات. مع التخطيط السليم، يمكن تحسين الأغطية اليومية والمرحلة المؤقتة لتحسين عمليات طمر النفايات وتوفير المال في هذه العملية. يتم بناء مطامر النفايات على مدى سنوات وسنوات، خلية بخلية. وتحتاج في نهاية المطاف إلى غطاء نهائي، ولكن قبل الوصول إلى هناك، يتم تغطية مطامر النفايات بالعديد من الأغطية الأخرى. ويعمل النظام على فصل النفايات مادياً عن البيئة وعن المحيط وعن الهواء.

أساسيات التغطية:

عادة، تواجه كل خلية من خلايا المطمر ثلاثة أنواع مختلفة من التغطية في حياتها: غطاء يومي، غطاء مؤقت، وغطاء نهائي. تستخدم الأغطية اليومية لعزل النفايات بأسرع وقت بعد فردها ورصها، وتستخدم الأغطية المؤقتة أثناء التعبئة المتوسطة. ويتم وضع غطاء دائم بمجرد وصول المطمر إلى طاقته.

بالنسبة للأغطية اليومية، يجب على مشغلي مطامر النفايات البلدية تغطية جميع النفايات في نهاية كل يوم للسيطرة على الروائح والنواقل والحرائق والنفايات والنباشين. تتطلب اللوائح المحلية من مشغلي مطامر النفايات استخدام ما لا يقل عن ٣٠ سم من المواد الترابية كغطاء يومي. وتتألف الأغطية المؤقتة من ٣٠ سم على الأقل من المواد الترابية المضغوطة، مثل التربة، فوق الأسطح التي لن تتجمع فيها نفايات صلبة إضافية في غضون ١٨٠ يوماً. ولا تزال بعض هذه الأغطية قائمة لسنوات. بعد تسوية الموقع وإعطائه الشكل المناسب للمنطقة، تأتي مرحلة التغطية والتي تهدف إلى:

- تغطية النفايات من الناحية الجمالية ومنع تطاير الورق والغبار
- يمنع غازات المدفن من الهرب في غير الأماكن المطلوبة
- يقلل من تسرب مياه الأمطار في جسم المطمر
- تخفيف الروائح التي يمكن أن تنتج من المطمر
- تقليل الخطر البيئي على المياه والتربة والهواء
- يقاوم الرياح والتعرية المائية
- يؤمن الاستقرار
- إعطاء الشكل الطبوغرافي المناسب للمنطقة
- إنشاء طبقة سطحية قابلة للزراعة

على الرغم من أن الاعتبارات المناخية والبيئية قد تجعل بعض هذه الوظائف أو الأهداف أكثر أهمية من غيرها، يجب أن يتم تصميم الغطاء بحيث يأخذ كل وظيفة ومهمة في الاعتبار. ومع ذلك، لا يمكن لمادة واحدة أن تؤمن ما يكفي لجميع الوظائف المطلوبة للتغطية النهائية. لذلك، فقد تطور مفهوم نظام الغطاء النهائي متعدد الطبقات، والذي يسمح للمصمم بتحديد ودمج مختلف أنواع التربة والمواد الاصطناعية في نظام التغطية النهائية.

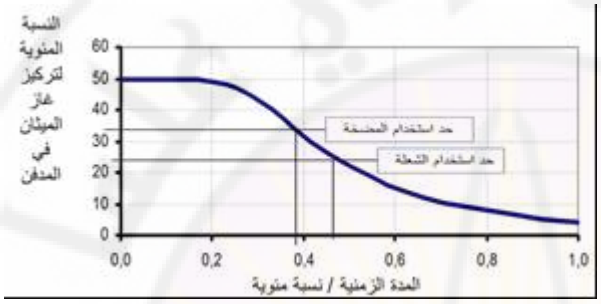
إدارة غاز المطامر:

التخلص من غازات المطمر بالحرق: عندما تكون كميات الغازات الناتجة غير اقتصادية في انتاج الطاقة، يعمد للتخلص الآمن من النفايات عن طريق حرق الغازات الناتجة في محرقة خاصة.

الجدوى التقنية لاستعادة كميات اقتصادية من غاز الميثان: تعتمد جدوى استعادة غاز الميثان من المطمر على عدة عوامل، ولعل العامل الأكثر أهمية هو تكوين إدارة النفايات الصلبة. يعتمد إنتاج غاز الميثان على نسبة عالية نسبياً من النفايات الصلبة العضوية وكذلك المواد المغذية الصحيحة، والبكتيريا، ودرجة الحموضة، ونسبة عالية من الرطوبة. يجب أن يكون حجم المطمر كبيراً بما يكفي، ويحتوي على كمية كافية من النفايات الصلبة لإنتاج كميات قابلة للاسترداد اقتصادياً من غاز الميثان. عموماً، يجب أن تكون لدى مطامر النفايات ما لا يقل عن مليون طن لتنتج ما يكفي من غاز الميثان لدعم العملية الاقتصادية. عمر المطمر هو أيضاً مهم لأنه يمكن، في أي مكان، أن يحتاج من عدة أشهر إلى بضع سنوات بعد التخلص من النفايات الصلبة قبل أن يتم إنتاج كمية كافية من غاز الميثان. يمكن تعزيز إنتاج غاز الميثان في وقت مبكر باستخدام نفايات غير مضغوطة في الطبقة الأولى من موقع الطمر، الأمر الذي يتيح لها التخمر بسرعة أكبر.

التطور التخطيطي لإنتاج غاز الميثان في المطمر:

تنقص مدة تحرير الغاز في المدفن تبعاً لنوعية الغاز في المطمر (تركيز الميثان)، وكمية الغاز في المطمر (حجم تدفق الغاز في المطمر). إذا أصبح تركيز غاز الميتان في المدفن أقل من الحد المطلوب فإن تحرير الغاز يتم إما بالسحب بواسطة المضخات أو بالحرق بواسطة شعلة الغاز.





ماهية إعادة التدوير:

كثيرة هي المخلفات الناجمة عن الاستخدامات المنزلية والمعملية والتي لو فكرنا في حجمها وكميتها لأصبنا بالدهشة، ولهذا فان العديد من المؤسسات، قد باتت تسعى لإعادة التدوير والاستفادة من تلك المخلفات والنفايات بأشكال عديدة وذلك لتقليل تأثير هذه المخلفات وتراكمها على البيئة. تتم هذه العملية عن طريق تصنيف وفصل المخلفات على أساس المواد الخام الموجودة بها ثم إعادة تصنيع كل مادة على حدة.

بدأت فكرة إعادة التدوير أثناء الحرب العالمية الأولى والثانية، حيث كانت الدول تعاني من النقص الشديد في بعض المواد الأساسية مثل المطاط، مما دفعها إلى تجميع تلك المواد من المخلفات لإعادة استخدامها. بعد سنوات أصبحت عملية إعادة التدوير من أهم أساليب إدارة التخلص من المخلفات؛ وذلك للفوائد البيئية العديدة لهذه العملية.

لسنوات عديدة كان إعادة التدوير المباشر عن طريق منتجي مواد المخلفات «الخردة» هو الشكل الأساسي لإعادة التدوير، ولكن مع بداية التسعينيات بدأ التركيز على إعادة التدوير غير المباشر أي تصنيع مواد المخلفات لإنتاج منتجات أخرى تعتمد على المادة الخام نفسها مثل: إعادة تدوير الزجاج والورق والبلاستيك والألمنيوم وغيرها من المواد التي يتم الآن إعادة تدويرها. لقد وجد رجال الصناعة أنه إذا تم أخذ برامج إعادة التدوير بمأخذ الجد من الممكن أن تساعد في تخفيض تكلفة المواد الخام وتكلفة التشغيل، كما تحسن صورتهم كمتهمين دائمين بتلويث البيئة.

متطلبات التصميم المساعد لإعادة التدوير:

لضمان نجاح أي منتج في تحقيق المتطلبات البيئية والتقنية والاقتصادية لإعادة التدوير وحماية البيئة والمتطلبات الفنية والاقتصادية الأخرى يجب مراعاة كل هذه المتطلبات، والتي تتعارض مع بعضها في بعض الأحيان، أثناء عملية التصميم وذلك بشكل متواز ومتزامن.

١) المتطلبات البيئية: تعتبر عملية إعادة التدوير لغرض الحصول على المواد الثانوية (مواد التشغيل) ملائمة بيئياً عندما يكون استهلاك الطاقة والمواد والانبعاثات وتلوث الماء والهواء والتربة أقل منها أثناء إنتاج مواد جديدة بنفس المواصفات

٢) المتطلبات التقنية: لمعالجة المخلفات وإعادة تدويرها يجب البحث عن التقنيات المناسبة والتي يمكن من خلالها إنتاج مواد تشغيل تتساوى مع المواد الجديدة من ناحية المواصفات، أو استخدام المخلفات لإنتاج منتجات أخرى أقل درجة نوعية في حالة تواجد إمكانية التسويق والقبول لدى المستهلك.

٣) المتطلبات الاقتصادية: تعتبر مسألة التكلفة الاقتصادية لعملية إعادة التدوير عنصراً هاما يجب أخذه في الاعتبار لأن العديد من التقنيات والإمكانيات المتاحة يتم تجنبها نظراً لارتفاع تكلفتها. وهي تعتمد

بشكل رئيسي على شكل وتركيبة المنتج والمواد الداخلة في صناعته، فكلما ازدادت درجة التفكيك والفرز للمكونات والمواد وبالتالي تكاليفها انخفض الربح الذي يمكن تحقيقه.

أنواع إعادة التدوير:

تعتبر عملية إعادة تدوير المنتج (product recycling) حلاً ضرورياً وبديلاً للإنتاج الجديد ويمكن تطبيقها على الإنتاج الكامل أو المكونات والأجزاء كالآتي:

١. إعادة تدوير المنتج مع المحافظة على شكله وبنيانه والقيمة العالية له بعد صيانته أو تطويره وإعادة استخدامه لنفس الوظائف والمهام أو غيرها.

٢. إعادة تدوير المنتج بعد تفكيكه وإدخال مكوناته وأجزائه لعملية الإنتاج والتجميع ويعتبر هذا النوع أقل قيمة من النوع السابق.

٣. إعادة تدوير المواد (material recycling) أو إعادة التصنيع: أي الاستفادة من المواد الداخلة في صناعة أي منتج في صناعات مماثلة أو مختلفة بعد فصل المواد الداخلة في صناعته عن بعضها البعض مع مراعاة شروط حماية البيئة كالآتي:

- إعادة تدوير المواد من خلال إعادة تصنيعها واستخدامها كمواد تشغيل.
- إعادة تدوير المواد من خلال معالجتها كيميائياً أو حرارياً لتصنيع مواد خام جديدة.

أنواع النفايات:

تختلف النفايات حسب مصادرها، وطالما وجد الإنسان في أي مكان فإن نشاطه وحياته تؤدي إلى تولد النفايات، وبصورة عامة يسكن الإنسان في المدينة أو القرية وينتج عن هذا النشاط النفايات التي تنقسم

إلى: نفايات المنازل، نفايات الشوارع، نفايات الأسواق، النفايات الطبية، نفايات النقل، النفايات الزراعية، النفايات الصناعية، والنفايات الخطرة.

للاستفادة المثلى من المعلومات المتعلقة بالنفايات لابد من دراستها للتخطيط للمستقبل ولاستثمارها لما فيه الصالح العام للمحافظة على سلامة البيئة والصحة العامة، والاستفادة منها اقتصادياً ومحلياً ولمواكبة متطلبات العصر على المستوى (Sustainable Resources) الدولي لاستخدام المصادر الطبيعية بمبدأ الاستمرارية للمصادر. إن الوضع المثالي المطبق في الدول المتقدمة هو تصنيف النفايات المنزلية من المصدر وفصلها ثم تجميعها في حاويات خاصة وتجمع في أوقات مجدولة حسب نوع النفايات مما يسهل عملية التدوير وما يتبقى منها يحفظ في مردم صحي تراقب فيه نوعية المياه الجوفية والانبعاثات الملونة للهواء لتطابق مقاييس ومعايير البيئة والصحة العامة. أما بالنسبة للنفايات المشعة أو الطبية أو الكيماوية فإن هنالك مراكز معالجة تستخدم فيها تقنية لتغيير صفة النفايات الخطرة إلى ما هو أقل خطورة أو منعدم الخطورة ويتم ذلك بالعزل أو التثبيت أو الخلط أو الحرق مع المحافظة على مقاييس ومعايير البيئة ولا يمكن التخلص من النفايات المشعة بالوسائل المذكورة آنفاً ولكن تعزل وتحفظ في مكان آمن بعد معالجة الخليط لتخفيف الإشعاع إذا تطلب الأمر.

١) نفايات المنازل:

أ- الأوراق من الصحف أو الأعمال المكتبية أو الكتابية أو مخلفات التغليف والحفظ: وتعتبر عملية إعادة تدوير الورق عملية اقتصادية من الدرجة الأولى؛ وذلك لأنه طبقاً لإحصائية وكالة حماية البيئة بالولايات المتحدة الأمريكية فإن إنتاج طن واحد من الورق من مخلفات ورقية سوف يوفر (٤١٠٠ كيلو وات/ ساعة) طاقة، وكذلك سيوفر ٢٨ متراً مكعباً من المياه، بالإضافة إلى نقص في التلوث الهوائي الناتج بمقدار ٢٤ كجم من الملوثات الهوائية. وبالرغم من ذلك، فإنه يتم في الولايات المتحدة

الأمريكية إعادة تدوير ٢٠,٩ طنّاً ورقياً سنوياً فقط مقابل ٥٢,٤ طنّاً من الورق يتم التخلص منها دون إعادة تدوير. أما الورق المعاد تدويره فإنه يستخدم في طباعة الجرائد اليومية.

ب- البلاستيك: وهو من اللدائن التي لا يخلو أي منزل منها بشكل حاويات متعددة الأغراض مثل أكياس المشتريات ومنها ما يبقى لسنين طويلة مثل أنابيب تسليك المياه. ينقسم البلاستيك إلى أنواع عديدة يمكن اختصارها في نوعين رئيسين هما البلاستيك الناشف Hard Plastic وأكياس البلاستيك Thin Film Plastic. ويتم قبل إعادة التدوير غسل البلاستيك بمادة الصودا الكاوية المضاف إليها الماء الساخن. وبعد ذلك يتم تكسير البلاستيك الناشف وإعادة استخدامه في صنع مشابك الغسيل، والشماعات، وخراطيم الكهرباء البلاستيكية، ولا ينصح باستخدام مخلفات البلاستيك في إنتاج منتجات تتفاعل مع المواد الغذائية. أما بلاستيك الأكياس فيتم إعادة بلورته في ماكينات البلورة.

ت- النفايات المعدنية: وأكثرها ناتجة عن تعليب المشروبات وتنقسم إلى حديدية وغير حديدية مثل الألمنيوم، الأجهزة الكهربائية التالفة. وتتمثل إعادة تدوير المخلفات المعدنية أساساً في الألمنيوم والصلب؛ حيث يمكن إعادة صهرها في مسابك الحديد ومسابك الألمنيوم. يعتبر الصلب من المخلفات التي يمكن إعادة تدويرها بنسبة ١٠٠%، ولعدد لا نهائي من المرات، وتحتاج عملية إعادة تدوير الصلب لطاقة أقل من الطاقة اللازمة لاستخراجه من السبائك، أما تكاليف إعادة تدوير الألمنيوم فإنها تمثل ٢٠% فقط من تكاليف تصنيعه، وتحتاج عملية إعادة تدوير الألمنيوم إلى ٥% فقط من الطاقة اللازمة.

ث- النفايات الزجاجية: مثل زجاج المياه الغازية، أواني وتحف الكريستال. تعتبر صناعة الزجاج من الرمال من الصناعات المستهلكة للطاقة بشكل كبير؛ حيث تحتاج عملية التصنيع إلى درجات حرارة تصل إلى ١٦٠٠ درجة مئوية، أما إعادة تدوير الزجاج فتحتاج إلى طاقة أقل بكثير.

ج- المخلفات البيولوجية: وهي من مخلفات عضوية ناتجة من طعام وشراب أو نبات داخلي أو خارجي.، ويُعاد تدوير هذه المخلفات في وحدات تصنيع السماد العضوي لإنتاج مواد ذات قيمة سمادية عالية، ويتم ذلك بعدة طرائق:

- المعالجة بالتخمر الهوائي أو طريقة الكمر (Aerobic Fermentation): وتعتمد هذه الطريقة على عوامل كثيرة، منها: الرطوبة، ونسبة الكربون إلى النيتروجين، وطريقة تكسير المخلفات، ومنها أساليب كثيرة مثل: الكمر بتيّارات الهواء الطبيعي Passive Composting، وطريقة الكمر بالهواء القصري Forced Aeration، وطريقة الكمر الطبيعي Natural Composting
- عملية التخمر اللاهوائي (البيوجاز) Anaerobic Fermentation : وتتميز هذه الطريقة بإنتاج غاز البيوجاز (الغاز الحيوي) في أثناء عملية التحلل اللاهوائي، بالإضافة إلى الماء الناتج. ولقد تطورت وحدات البيوجاز في العشرين سنة الماضية بدرجة كبيرة؛ فوصل عدد وحداتها في الصين إلى ٧ ملايين وحدة، وفي الهند ١٢٠ ألف وحدة، وفي كوريا الجنوبية ٥٠ ألف وحدة. تعتبر تكنولوجيا البيوجاز من التكنولوجيات الاقتصادية؛ حيث يولد المتر المكعب الواحد من غاز البيوجاز ١,٢٥ كيلو وات/ ساعة، وهي طاقة كافية لتشغيل موتور قوته حصان واحد لمدة ساعتين، هذا فضلاً عن الآثار البيئية الإيجابية؛ حيث يتم إبادة قدر كبير من الطفيليات والميكروبات المرضية في أثناء عملية التخمر اللاهوائي.
- عملية التخمر بالديدان Vermi composting: في هذه الطريقة تقوم الديدان بدور هام في تحويل المخلفات العضوية إلى سماد عضوي بجودة عالية تحت ظروف ملائمة من الرطوبة والحرارة والتهوية، ووجد أن سماد الديدان ذو كفاءة عالية وخالٍ من بذور الحشائش، ومفكك وخفيف الوزن، ويمكن استخدامه كتربة صناعية في المشاتل، كما أن العملية ذاتها غير ملوثة للبيئة واقتصادية وغير مستهلكة للطاقة.

ح- مخلفات الصرف الصحي وهي من المخلفات الطبيعية الناتجة من تصريف مياه المنازل العامة.

٢) نفايات الشوارع:

نظراً لأهمية الشوارع لتجميع وتصريف النفايات المنزلية عامة، ونظراً لكونها واجهة المدينة فإن عبء المحافظة عليها يتطلب التخطيط العلمي والتنفيذ الدقيق المنضبط. تعاني الشوارع من المخلفات التالية:

- المبعثرات: وتختلف مصادرها من الأفراد في السيارات إلى إهمال أصحاب المتاجر والمطاعم والبقالات وبعض أصحاب المنازل في سوء تجهيز نفاياتهم وإلقائها في المكان المخصص لذلك. تختلف المبعثرات من ورقية إلى بلاستيكية أو معدنية وتزيد في موسم الصيف بسبب تناول السكان للمرطبات واستخدامهم للمناديل الورقية.
- السيارات المهجورة: وتنقسم إلى سيارات خربة تركها أصحابها لعدم صلاحيتها أو تكون سيارات متروكة لظروف أمنية. وتتم عملية السحب والإزالة بعد التوثيق بالصور والتقارير والإجراءات الرسمية بين الجهات ذات العلاقة.
- النفايات المعدنية:
- نفايات إنشاء وترميم المباني: وهي نتيجة للنهضة العمرانية وتركزت النفايات للترميم والصيانة وكذلك مخالفات إلقاء نفايات الردم عشوائياً في الأراضي الخالية داخل المدن وعدم وجود الرقابة الكافية من الجهات ذات العلاقة وتطبيق لائحة العقوبات المعتمدة.
- النفايات السائلة: وهي ناتجة عن شبكة الصرف الصحي أو تدني تصريف مياه السيول والأمطار.

٣) نفايات الأسواق:

٤) نفايات النقل:

نفايات السيارات: من أهم نفايات السيارات زيت المحرك الذي يسبب عبئاً على المجاري ويسبب أضراراً مباشرة على المياه الجوفية، كما أن الإطارات يصعب التخلص منها بالطرق الاعتيادية وتحتل مكاناً كبيراً في المرادم وتسبب بؤراً لتكاثر البعوض بعد الأمطار ومأوى للحشرات بصورة عامة، أما قطع الغيار الأخرى سواء كانت معدنية أو بلاستيكية فيمكن استخدامها وقد يكون منها ما هو خطر مثل أقمشة الفرامل المصنوع من الاسبستوس والتي يجب معاملتها كنفايات خطرة.

نفايات الطائرات: لا تقل في نفاياتها عن السيارات بل هنالك العديد من النفايات التي تقع تحت تصنيف الخطورة بسبب الصيانة الدورية الخاصة بالطائرات ومحركاتها.

نفايات السفن والقطارات: كذلك الأمر بالنسبة للسفن والقطارات حيث ينتج من الصيانة الدورية أو التحديث مخلفات عضوية بكميات كبيرة وتبقى في أماكن محصورة مثل المحطات والموانئ مسببة خطراً كامناً.

٥) النفايات الصناعية:

ينتج عن المدن أو المناطق الصناعية نفايات يمكن الاستفادة منها أو التخلص منها بالوسائل الاعتيادية ولكن تكمن الخطورة فيما ينتج من نفايات خطرة تتطلب معرفة لإدارتها ومعالجتها في التعبئة والنقل والمعالجة والحفظ والتخلص.

٦) النفايات الخطرة:

النفايات الخطرة هي المواد المؤثرة على البيئة والصحة العامة والسلامة بصورة فورية أو على المدى البعيد. قد تكون النفايات الخطرة مواداً مشعة أو مواداً كيماوية عضوية مثل المركبات العضوية

الهالوجينية أو العطرية الحلقية المسببة للسرطان أو المعادن الثقيلة مثل الزئبق والرصاص المؤثر على الجهاز العصبي والمسبب لتلف بعض الأعضاء الداخلية، وقد تكون النفايات الخطرة ذات سمية عالية أو محترقة أو مؤكسدة أو مخرشة أو مسببة للمرض أو معدية أو متفجرة أو متعددة الصفات الخطرة مما سبق ذكره. عادة ما تنتج هذه المخلفات من الصناعات سواء كانت ثقيلة أو خفيفة ومن المعامل الموجودة في الصناعة أو في الجامعات أو المستشفيات ويكون حجمها قليل في قطاع التعليم.

٧) النفايات الطبية:

تنتج عن المستشفيات والمستوصفات والعيادات ومراكز الإسعاف وتتكون من:

- نفايات تحوي الورق والبلاستيك والمخلفات الاعتيادية من النشاط البشري.
- نفايات مشعة نتيجة علاج بعض الأمراض أو استخدام الأشعة فوق البنفسجية.
- نفايات كيميائية نتيجة التحاليل في المعامل وكذلك الطبع والتحميض.
- نفايات بيولوجية معدية من الجراحة والدم والمعامل والضمادات والحقن والإبر.
- النفايات السائلة وهي ناتجة عن شبكة الصرف الصحي أو تدني تصريف مياه السيول والأمطار.

٨) النفايات الزراعية:

نظراً لاستخدام المبيدات العشبية والحشرية لمكافحة الآفات في المزارع والمشاتل والحدائق العامة والخاصة داخل وحول المدينة وكذلك الأسمدة الكيماوية والطبيعية لتخصيب التربة فإن النفايات الزراعية تحتوي على عنصر الخطورة في مخلفاتها لأن معظم المبيدات تحتوي على مواد مسببة للسرطان. تصبح المنتجات الزراعية حاملة للخطورة بسبب الاستخدام العشوائي ويكون التأثير بصورة مباشرة إذا استهلكت المواد كجزء من الطعام أو الشراب وغير مباشرة إذا كانت بغرض الزينة أو علفاً للحيوانات، ويمكن تصنيفها إلى: نفايات الأسمدة، نفايات المبيدات، نفايات المعدات، ونفايات الزراعة.

مزايا إعادة التدوير

١) الحد من التلوث: تنبع جميع أشكال التلوث من النفايات الصناعية التي تشمل العلب المعدنية والمواد الكيميائية، وإعادة تدوير هذه المواد يتيح استخدامها مرة أخرى بدلاً من التخلص منها بطرق خاطئة.

٢) حماية البيئة: تلعب إعادة التدوير دوراً في حماية البيئة والحفاظ على توازنها، فعلى سبيل المثال يتم قطع مئات الأشجار يومياً لإنتاج الأوراق، وبالتالي فإن إعادة تدوير الورق المصنوع من أشجار معينة سوف يحد من إزالة الغابات.

٣) الحد من الاحتباس الحراري: من أجل التخلص من النفايات يتم حرق كميات هائلة من النفايات، مما ينتج عنه انبعاث كمية كبيرة من غازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون والكبريت والنيتروجين، مما يؤدي إلى الاحتباس الحراري وتغير المناخ، وعلى العكس من ذلك تنطوي عملية إعادة التدوير على انبعاث كمية ضئيلة للغاية من غازات الدفيئة.

٤) الحفاظ على الموارد الطبيعية: تستخدم عملية إعادة التدوير المواد القديمة وتحولها إلى منتجات جديدة، وبالتالي يقل الاعتماد على استخراج مواد خام من الطبيعة، مما يحافظ على الموارد الطبيعية.

٥) تقليل مكبات النفايات: إعادة تدوير المواد القديمة والمستعملة يقلل مساحات مكبات النفايات، مما يحد من تلوث المياه والأراضي، لأن هذه المكبات تساهم في تدهور البيئة بشكل كبير.

٦) الاستخدام المستدام للموارد: تضمن عملية إعادة التدوير الاستخدام المستدام للموارد الحالية، وبدأت الحكومات تشجع عملية إعادة التدوير على مستوى صغير مثل المدارس والمنظمات صغيرة الحجم إلى جانب المستويات العالمية.

٧) توفير فرص العمل: تخلق عملية إعادة التدوير العديد من فرص العمل، لأن هذه العملية تطلب إنشاء العديد من مصانع إعادة التدوير، مما يعني سلسلة طويلة من عمليات جمع النفايات وتسليمها، وتحتاج هذه العمليات إلى أيد عاملة.

٨) الحد من استهلاك الطاقة: تستخدم الكثير من الطاقة لمعالجة المواد الخام من أجل تصنيعها، وتلعب إعادة التدوير دوراً كبيراً في الحد من استهلاك الطاقة، كما تجعل عملية الإنتاج أقل تكلفة.

عيوب إعادة التدوير:

١. رأس مال كبير: إعادة التدوير لا تكون عملية منخفضة التكلفة في جميع الأحوال، فبناء وحدة لإعادة تدوير النفايات يحتاج رأس مال كبير، إضافة إلى تكاليف أخرى متعلقة بشراء مركبات، ورفع مستوى وحدة إعادة التدوير وتدريب السكان المحليين من خلال تقديم برامج وندوات مفيدة.

٢. مواقع إعادة التدوير غير صحية وغير آمنة: مواقع تدوير النفايات يكون بها كم هائل من النفايات التي تشكل أرضية لنشر الأمراض المعدية، كما يمكن أن تنطوي النفايات على مواد كيميائية خطرة أيضاً، وتشكل عملية إعادة التدوير مخاطر صحية للأفراد المسؤولين عن إعادة تدوير النفايات، وفي حالة وصول مثل هذه النفايات إلى المياه فقد تؤدي لتلوث المسطحات المائية ومياه الشرب.

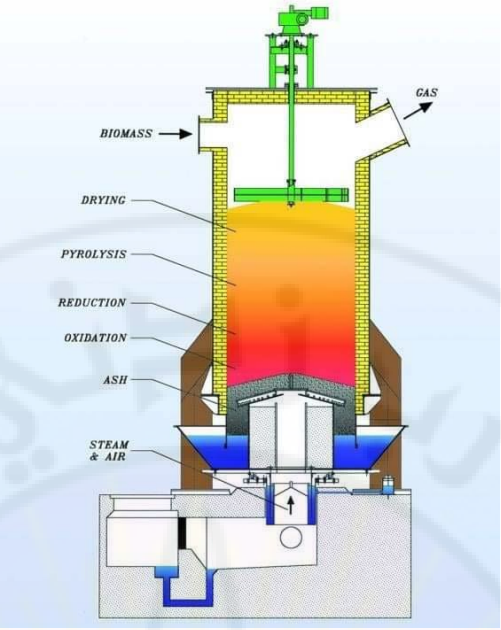
٣. بعض المنتجات المُعاد تدويرها لا تكون جيدة: لا تتساوى المنتجات المُعاد تدويرها في جودتها، فهذا النوع من المنتجات يتم تصنيعها من المواد التي تم جمعها من الجبال أو المواد التي تم استخدامها بشكل مفرط، وهذا يجعل مثل هذه المنتجات أقل جودة وبأسعار منخفضة.

معالجة النفايات بالتغويز Gasification of Solid Waste

مبدأ تغويز النفايات:

يتم في هذه الطريقة حرق النفايات بشكل غير كامل في حاويات مغلقة عند درجات حرارة عالية في بيئة محدودة الأكسجين (غير مشبعة بالهواء الجوي)، أي تقع هذه الطريقة بين الحرق والتحلل الحراري (البيروليز).

يمكن أن يعرف التغويز بأنه عملية حرق جزئي للمحتوى العضوي للنفايات بعد تقطيعها وتشكيلها على هيئة مكعبات أو كرات بوجود كمية من الهواء أقل من تلك اللازمة للاحتراق الكامل وذلك لإنتاج غاز قابل للاحتراق غني بأول أكسيد الكربون (CO)، والهيدروجين (H_2)، وبعض الهيدروكربونات المشبعة كالميثان (CH_4). تستخدم في عملية التغويز المواد الكربونية كوقود، وبما أن الأكسجين محدود الكمية، فإن أغلبية الانبعاثات تكون على شكل أول أكسيد الكربون وغاز الهيدروجين والميثان وغازات احتراق أخرى، ويمكن أن تعالج هذه الغازات في مراحل لاحقة لتحول إلى وقود سائل، وعادة تكون تفاعلات التغويز مرافقة لوجود ضغط عال. الشكل المرفق يوضح نموذج من تكنولوجيا عملية التغويز للنفايات.



مخرجات عملية تغويز النفايات:

تتحول النفايات المنزلية عند احتراقها حرقاً غير كاملاً بطريقة التغويز إلى ما يلي:

١) غازات ذات قيمة حرارية عالية وبنسب مختلفة، مثل غاز الهيدروجين (١٤%)، وأول أكسيد الكربون (١٣%)، والميثان (١٢%)، وغازات هيدروكربونية أخرى (٧%)، ولكن هذه النسب ليست ثابتة فهي تتعلق بالقيمة الحرارية، فمثلاً نذكر ما يلي:

- غازات ذات قيمة حرارية منخفضة تحتوي على ١٠% (بالحجم) ثاني أكسيد الكربون، و٢٠% أول أكسيد الكربون، و١٥% هيدروجين، و٢% ميثان، و٥٣% نتروجين وذلك عند درجة حرارة ٦٥٠-٨٢٠ درجة مئوية.
- في حال استخدام الأكسجين النقي للحرق بدلاً من الهواء ترتفع القيمة الحرارية للغازات الناتجة، وعند رفع درجة حرارة الاحتراق إلى ١٤٠٠-١٦٠٠ درجة مئوية، يصبح التركيب الكيمائي

كالتالي: ١٤% ثاني أكسيد الكربون، ٥٠% أول أكسيد الكربون، ٣٠% هيدروجين، ٤% ميثان، ١% نيتروجين.

٢) كميات بسيطة من الرماد والفحم المحتوي على الكربون ومواد خاملة. ويتميز الفحم الناتج بمساميته العالية مما يعطيه خاصية قابلية الإدمصاص.

٣) سوائل بكميات بسيطة تشبه الزيوت الناتجة من عملية التقطير الإتلافي.

ميزات تغويز النفايات وعقباتها:

نظراً لارتفاع القيمة الحرارية لغازات الاحتراق الناتجة عن تغويز النفايات فيمكن الاستفادة منها كوقود لإدارة المحركات والعنفات/التوربينات، أو يمكن حرقها بوجود الهواء لإنتاج طاقة حرارية يمكن استخدامها لإنتاج الطاقة والبخار لتوليد الكهرباء، أو استعمالها كمواد أولية لتحضير بعض المركبات الكيميائية مثل الأمونيا والكحول الميتيلي.

إن عملية التغويز هي عملية أرفع مستوى من الاحتراق لأنه ينتج تلوثاً أقل ويكون أكثر كفاءة. وعندما يأتي الأمر لحرق الوقود الناتج تكون أخطار وجود مواد سامة في انبعاثاته أقل من تلك الناتجة عن الحرق. إن الوقود الغازي يكون متجانساً أكثر من النفايات الصلبة لذلك سوف يحترق بشكل أنظف. وبما أن عملية التغويز تتم في نظام مغلق بعكس الحرق الذي يكون في اتصال مع الهواء تكون عملية جمع غازات الاحتراق أسهل وأكثر كمالاً. إن الطاقة المنتجة من هذه العملية تعطينا كفاءة/مردود أكثر من تلك الناتجة عن الحرق لتصل حتى ٦٠% مقارنة مع ٣٩% للحرق، الأمر الذي قد يجعل عملية التغويز هي الأكثر اقتصادية في تقنيات الحصول على الطاقة من النفايات.

أما العقبات لهذه التكنولوجيا فهي تتمثل بما يلي:

١) الكلفة التأسيسية العالية للإنشاء وهي تكنولوجيا معقدة.

٢) مشكلة الرماد والنفايات المتبقية التي لا تتحول خلال العملية ما تزال موجودة،

٣) هناك احتمال لتشكل بعض السوائل الخطرة/السامة، ولكن هذه النواتج يمكن التعامل معها بنفس الطريقة المستخدمة في أفران الحرق.

القسم الثاني

مقد مة عامة

(مفاهيم في علم البيئة Ecology)

فرضت البيئة نفسها على الإنسان منذ وجوده، إذ نشأت الحضارات الأولى في المناطق الملائمة بيئياً لمتطلبات الإنسان كمنطقة وادي الرافدين ووادي النيل وغيرها .

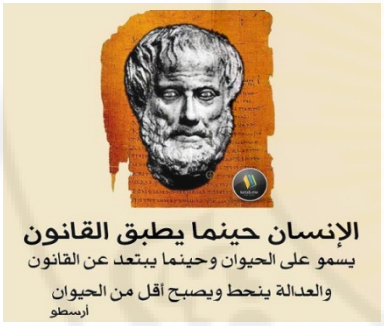
حاول الانسان منذ القدم فهم هذه البيئة وعمل على التأقلم معها فعرف كيف يستفيد منها للغذاء (جمع النباتات وصيد الحيوانات...) وأوجد طرائق للتأقلم مع الظروف الجوية السيئة كالأمطار والبرودة ..... ولتفادي الأخطار الاخرى كالحيوانات المفترسة وغيرها...

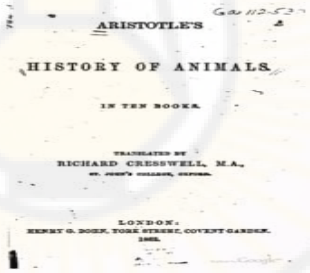
ونتيجة هذه البيئة وتغيراتها حدثت الكثير من الهجرات الجماعية عند البشر والحيوانات وتغيرت كذلك معالم الغطاء النباتي عبر التاريخ.

ظهرت البدايات الأولى للأفكار البيئية عند الأغريق القدامى [;Aristiles , Hérédos،

Théophraste...)

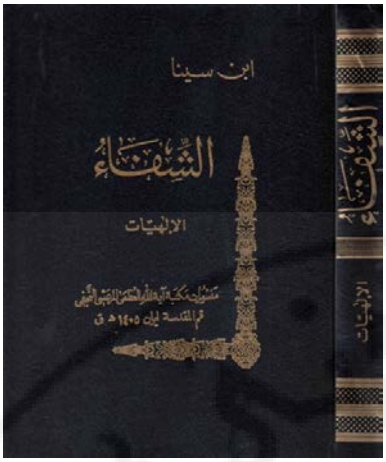
والتي اظهرت أن البيئة تتكون من قوى ومؤثرات، تسهم فيها المكونات الحية نباتية وحيوانية.....، وأن تشكل التجمعات النباتية يحدث نتيجة الاختلاف في المكان (اختلاف البيئة).

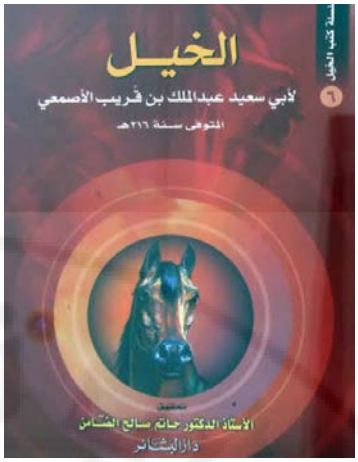






أما العرب فقد ألفوا العديد من المؤلفات ذات العلاقة بالبيئة كالأصمعي وأبن سينا وغيرهم..





وقد ظهرت مجموعة من الأسماء التي قدمت إضافات كبيرة لهذا العلم، ومنهم:

St. Helièr الذي أكد وجود ارتباطات وثيقة الصلة بين الكائنات الحية ووسطها الطبيعي، مشيرا إلى أن البيئة تحدد مصير الكائنات التي تقطنها.

وكذلك Alexander Humboldt الذي درس الانتشار الجغرافي للأنواع النباتية، وتأثير الوسط المحيط في ذلك.

أما Darwin فبين أهمية العوامل البيئية [عوامل الوسط] على تطور الكائنات الحية.

في حين Ernest Haeckel درس العلاقات المتبادلة بين الوسط المحيط والكائنات الحية التي تسكنه وهو أول من أقترح مصطلح **(Ecology)** عام ١٨٦٩.

ثم ظهرت مجموعة من الأسماء التي تمثل مدارس بيئية مختلفة مثل:

(Worming, Tansley, Ludi, Russel, Leberton, Cole, Timiriazif, Alechin……)

وأجمعت آراء هؤلاء على أن البيئة تحدد مصير الكائنات التي تقطنها.

تعاريف ومصطلحات :

ظهرت تعاريف كثيرة لعلم البيئة :

إذ عرفه البعض بأنه دراسة علاقة الموارد الحية ببعضها، والبعض عرفه بأنه محاولة فهم العلاقات بين النباتات والحيوانات والمحيط الذي تعيش فيه. واتفق العلماء على أن علم البيئة هو دارسة الكائنات الحية في محيطها أي دارسة العلاقات المتبادلة بين الكائن الحي ومحيطه.

أما التعريف الأشمل والأوضح فهو :

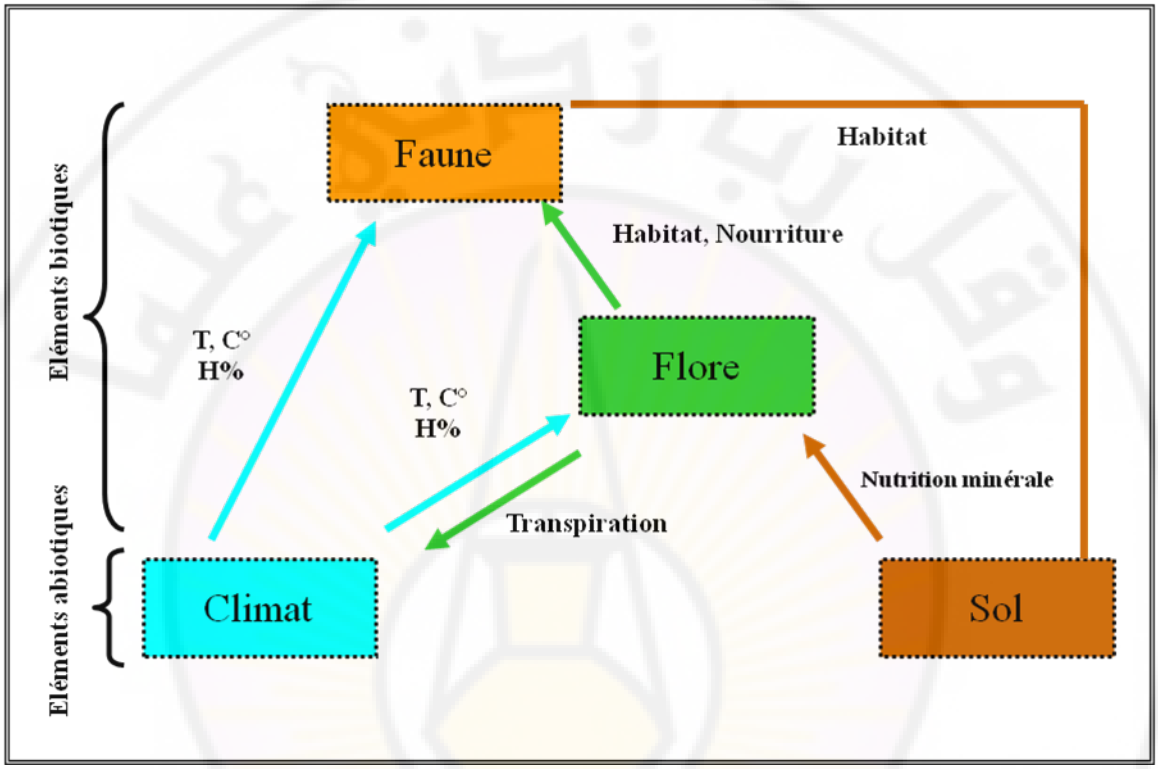
علم البيئة: هو فرع من علوم الحياة [البيولوجيا] يدرس العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية والعوامل المحيطة بها التي تشكل الوسط milieu أو البيئة Environnement. أي لا يمكن دراسة هذا العلم مخبرياً بل يجب دراسته في الطبيعة.

أما البيئة فتعرف بأنها المكان أو الحيز الذي يسكنه الكائن الحي والذي تتوفر فيه مصادر عيشه من الماء والغذاء والعوامل الفيزيائية والكيميائية، أو هي مجموعة العناصر الحية وغير الحية المحيطة بالكائن أو النوع، والتي تسهم بدعمه وتأمين متطلباته، و بالتالي استمراريته. أو هي مجموعة الظروف الطبيعية (فيزيائية، كيميائية، حيوية) والاجتماعية التي تؤثر في الكائنات الحية، إذ أن الكائن الحي يؤثر ويتأثر ببيئته.

ملاحظة:

- في الدراسات البيئية لايمكن الأكتفاء بوصف غير محدد ومختصر لأوساط أو بيئة الكائنات الحية.
- يقصد بالعوامل المؤلفة للبيئة مجموعة العوامل المناخية والجغرافية والطبوغرافية والحيوية.

- إن البيئة في موقع ما هي محصلة تفاعل مجمل العوامل البيئية في الموقع والتي تؤثر بالمحصلة في الكائنات الحية، وبالتالي من الخطأ تعريف بيئة موقع ما بالإعتماد على عامل واحد مهما تكن أهميته.



يقسم علم البيئة إلى قسمين:

☜ **علم البيئة الذاتية Autecology**: هو فرع من علم البيئة يهتم بدراسة العوامل البيئية المحيطة (حرارة، رطوبة، ضوء، رياح ...) التي تؤثر في نوع معين أو في كائن حي ما من الكائنات الحية.

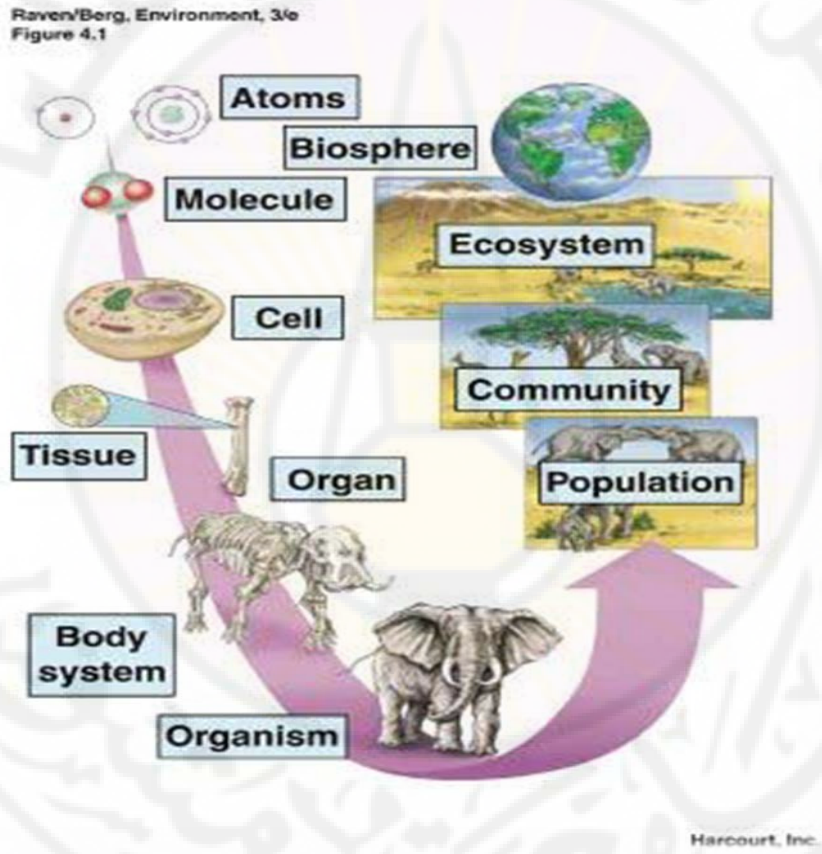
☜ **علم البيئة الاجتماعية Synecology**: هو فرع من علم البيئة يهتم بدراسة مجموعة العوامل البيئية والعوامل الأحيائية (مثل علاقات التنافس والتضاد والمشاركة ...)، التي تؤثر في مجموعات من الكائنات الحية المرتبطة (في تجمعات حيوية).

مستويات الدراسات البيئية:

- **الفرد المعزول** والذي ينتمي لنوع ما: لنبدأ أولاً بنوع واحد ونأخذ منه فرداً واحداً ثم نتصور هذا الفرد معزولاً عن العالم، فنرى أنه يتأثر كثيراً بعوامل الوسط الذي يعيش فيه (العوامل اللاأحيائية: المناخية، الأرضية والطبوغرافية، مع ملاحظة أن الأحياء المائية لا تعطي دوراً للتربة بل يؤدي الماء دوراً مهماً).
- **الفرد** الذي يعيش ضمن الجماعة Intra-specific: حين ننتقل إلى مستوى أكثر تعقيداً كتأثير عوامل الوسط على فرد ضمن الجماعة Population (أي مجموعة من الأفراد من نوع واحد) حينئذ ستخلق نوعاً من العلاقة داخل التجمع وستتغير بيئته ويبدأ بالتكاثر، وهكذا نمر من مرحلة المسكن Habitat إلى مرحلة المنطقة أو الإقليمTerritory، إذ لا يكون هذا الفرد وحيداً في المنطقة إنما يؤلف فرداً من الجماعة .في هذه الحالة يمكن أن نضيف مجموعة من المؤثرات الحيوية نتيجة للعلاقة التي أقيمت بين الفرد ومجموعته.
- **الجماعات** Populations: Inter-specific بعد ذلك يمكن أن نصل إلى مرحلة أكثر تعقيداً، كأن يكون لدينا جماعات لابد أن تقابل جماعات أخرى تنتسب إلى أنواع مختلفة إلا أنها تعيش في نفس الوسط.
- **المجتمع** (Community): وهو عبارة عن نظام حيوي يتكون من جماعات مختلفة تستوطن مكاناً ما، وتشمل نباتات وحيوانات وبكتريا وفطور. بعضها لا يوجد بينها أي علاقة، وبعضها

الآخر يوجد بينها علاقات حيوية أكيدة (الافتراس Predation، التنافس Competition، التطفل Parasitism...).

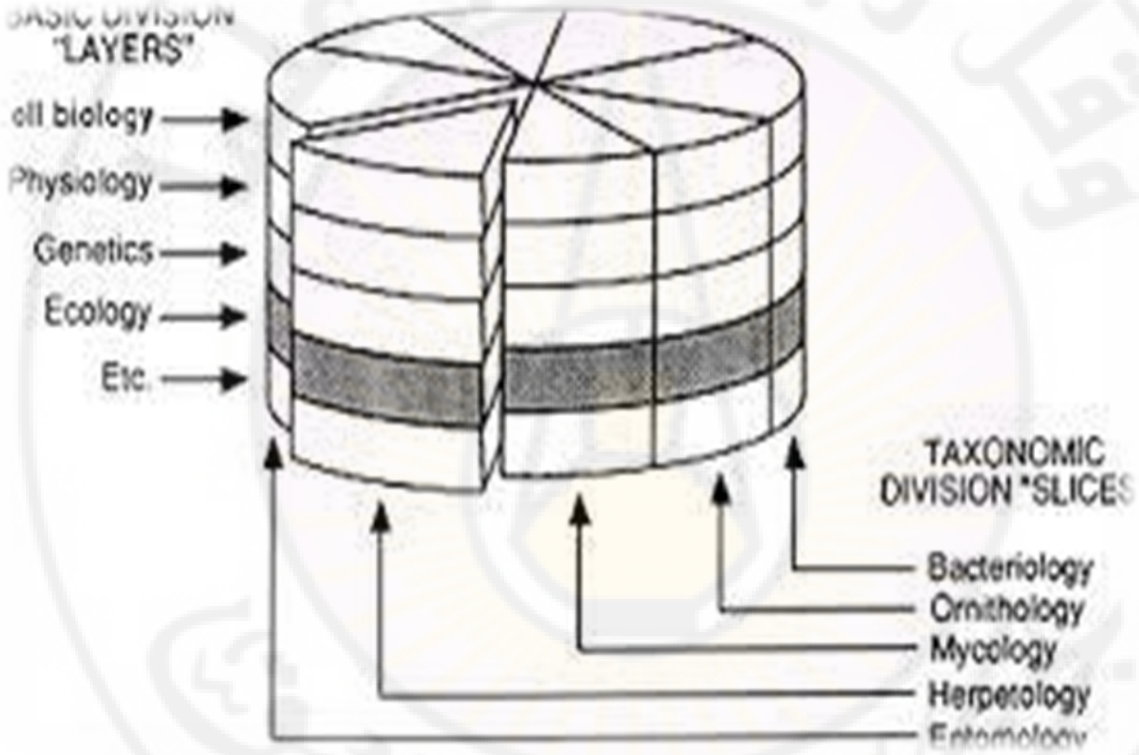
- **المحيط الحيوي** Biosphere: في مستوى أعلى من المستويات السابقة يكون علم البيئة الجماعي مضطراً لأن يعنى بما يجري ليس في وسط محدود ، وإنما في مجموعة أوساط تشكل ما يسمى بالمحيط الحيوي Biosphere .



- **علاقة علم البيئة بالعلوم الأخرى:**
- يرتبط علم البيئة ارتباطاً وثيقاً بمختلف العلوم البيولوجية مثل:
- علم الجغرافيا الحيوية Biogeography: يهتم بتوزيع الكائنات الحية على سطح الكرة الأرضية.
- علم الشكل Morphology: يهتم بدراسة أثر الوسط في تغير شكل الكائن الحي (النبات والحيوان).

- علم الوراثة، علم التشريح، علم الجنين وعلم الفيزيولوجيا...الخ.

أي أن كل ما يجري على سطح الكرة الأرضية يكون قابلاً لأن يقدم عوناً للكائنات الحية، لا لكونه المكان الذي يمكن أن تعيش فيه الكائنات الحية فحسب وإنما باعتباره أيضاً منطقة تجري فيها التغيرات الأساسية الفيزيائية والكيميائية التي تصيب المواد غير الحية من الكرة الأرضية وذلك تحت تأثير الإشعاع الشمسي الوارد.



العوامل اللاأحيائية (Abiotic factors) وأهميتها كعوامل محددة

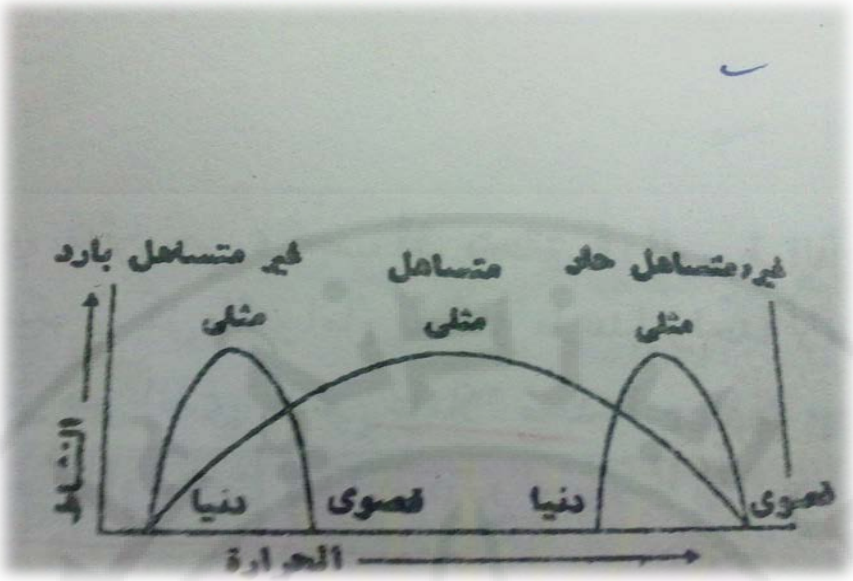
يمكن بيان أثر هذه العوامل البيئية من خلال أفكار العالم (Liebig) الذي اعتمد على حقيقة هامة وهي أنه لا يمكن لنبات ما أن ينمو إلا إذا توفرت له مجموعة من العناصر، بعضها يكون غزيراً وبعضها الآخر لم يكن ضرورياً إلا بكميات قليلة، ولا يمكن لأحد هذه العناصر أن يحل محل الآخر ،فإذا كان هناك وسطاً يحوي جميع العناصر بشكل غزير عدا عنصراً واحداً يوجد بكميات قليلة فإن هذا الوسط سوف يسمح بنمو النبات حتى ينضب هذا العنصر. وهكذا يتحدد النمو بسبب غياب عنصر واحد.

يسمى هذا القانون بقانون الحد الأدنى (The Law Of The Minimum). إن قانون Liebig مصوغ بالنسبة للعناصر الكيميائية، إلا أنه يمكن أن يعمم على كل عناصر الوسط.

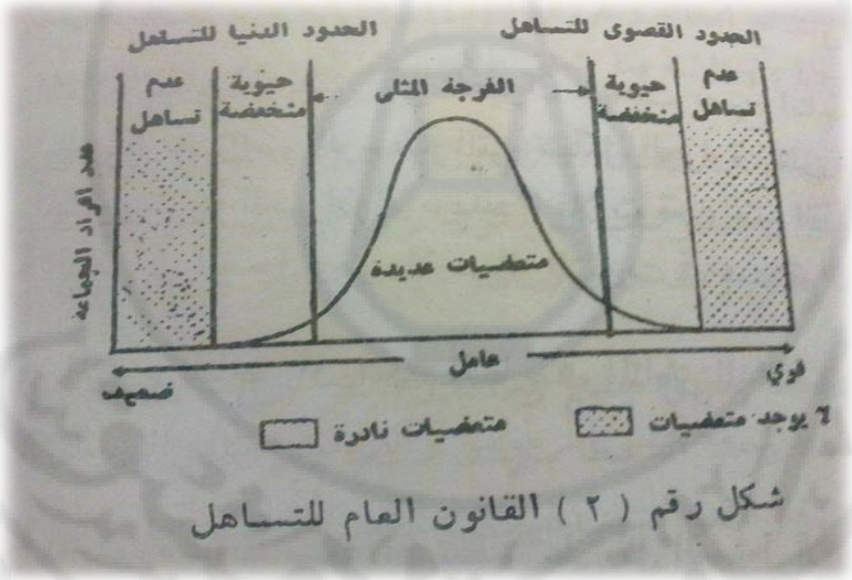
هذا يعني أنه لكي ينمو أي كائن حي يجب أن تتحقق في الوسط الذي يعيش فيه مجموعة من الشروط، فعندما تكون كل العوامل ملائمة ما عدا واحداً لأنه غير متوفر بشكل كامل، فإن هذا الأخير هو الذي يدعى عاملاً محدداً Limiting Factor وهو الذي يلعب دوراً مؤثراً في حياة أو موت هذا الكائن.

إن الكائنات الحية تتوزع في الطبيعة داخل مناطقها الطبيعية، فإذا خرجت من حدودها فإنها تتعرض لأخطار شديدة. فلا يتوقع المزارع الناجح أن ينجح التفاح في المناطق الدافئة، ولا الحمضيات في المناطق الباردة. ونفس المثال يمكن أن يطبق على الحيوان، بحيث يصبح انتاجه أكثر كلما اقتربت حرارة الوسط من القيم الوسطية التي تشكل الحرارة المثلى. وهذا أمر معروف لدى المهتمين بتربية الحيوان أو صيده. فلا يتوقع، حتى الصياد المبتدئ، اصطياد الدببة البيض في الصحارى، ولا سمك الترويت في مستنقع قاعه طيني.

إن الأمثلة المذكورة سابقاً يمكن أن تنطبق على كل العوامل الأخرى. ويعبر الشكل التالي عن الأحياء المتساهلة وغير المتساهلة لدرجات الحرارة. فإذا كان نبات أو حيوان قادراً على تحمل تغيرات كبيرة في درجات الحرارة، فإنه يدعى متساهلاً للتغيرات الحرارية، وعندما لا يستطيع هذا الكائن أن يعيش إلا ضمن حدود ضيقة من درجات الحرارة، فإنه يدعى غير متساهل للتغيرات الحرارية.



المتعضيات المتساهلة وغير المتساهلة لتغيرات الحرارة.



القانون العام للتساهل.

تضم العوامل اللاأحيائية الآتي:

- أولاً: العوامل المناخية
- ثانياً: العوامل الأرضية
- ثالثاً: العوامل الطبوغرافية

أولاً: العوامل المناخية:

١ – درجات الحرارة:

تعد الحرارة من العوامل البيئية المحددة لنمو الكائنات الحية فتغيراتها خلال فصول السنة تفرض على النباتات فترات سكون وفترات نمو، أي أنها تفرض عمليات توريق وإزهار وإثمار وسقوط أوراق وغيرها. كما أنها تؤثر على العمليات الفيزيولوجية الهامة في النبات، من تنفس ونتح وبناء ضوئي، وهي التي تحدد وجود أو عدم وجود الحيوانات على سطح الأرض.

بشكل عام فإن كل نوع لا يمكنه أن يعيش إلا ضمن حيز ما من الحرارة وإذا تعدى الحدود القصوى أو الدنيا للحرارة التي تقع خارج الحيز، فإنه يموت، أو يدخل في حالة من الحياة البطيئة، وفي هذا الحيز هناك درجة الحرارة المثلى (الفضلى)، إذ تنجز كامل الوظائف الحيوية بشكل أمثل.

قام العالم Chararas بدراسة تأثير درجات الحرارة على أنواع مختلفة من الحشرات آكلات الأخشاب التابعة لمجموعة Scolytes ووجد أنها تستطيع العيش في درجات حرارة تتراوح بين (−١٥ و +٥٠)، ولكنها لا تكون نشطة إلا بين (+٥ و +٤٠)، وتكون الحرارة المثلى بين (+١٨ و+٢٩) حسب الأنواع.



على الزراعي في بلدنا أن يأخذ بعين الإعتبار درجات الحرارة المحددة في العمليات الزراعية المختلفة، وعندما يراد إدخال أنواع أو زراعة أصناف محلية خارج نطاق توزعها الطبيعي، وهي :

- درجات الحرارة الصغرى المطلقة الشتوية.
- درجات الحرارة الصغرى النسبية الخريفية والربيعية.
- متوسط درجات الحرارة الصغرى للشهر الأكثر برودة.
- درجات الحرارة العظمى المطلقة الصيفية.
- متوسط درجات الحرارة الكبرى للشهر الأكثر حرارة.
- كمية الحرارة خلال فصل النمو.

إن تحمل الكائنات الحية لدرجات الحرارة الصغرى والعظمى يختلف حسب الأنواع من جهة ومراحل نموها من جهة أخرى. يحتاج كل كائن حي إلى كمية معينة من الحرارة للقيام بالعمليات الأحيائية اللازمة.

ملاحظة (١): بجوار الحدود القصوى أو الدنيا لدرجات الحرارة يمكن أن تتوقف الوظائف الحيوية للكائنات في حالة من الحياة البطيئة.

ملاحظة (٢): إن داخل كل نوع توجد عروق وضروب ونماذج بيئية تختلف فيما بينها من حيث احتياجاتها الحرارية وتحملها لدرجات الحرارة كحال الأوكاليبتوس في سورية



Eucalyptus camaldulensis

تأثير درجات الحرارة الصغرى:

إن مقاومة الكائنات للبرودة تنطوي على عمليات فيزيولوجية هامة. فعندما تنخفض درجة الحرارة فإن الأفعال الفيزيولوجية كالامتصاص والتركيب تتباطأ. ويلاحظ في فصل الخريف وبداية الشتاء أن أوراق الأشجار تصفر ثم تسقط، وذلك نتيجة تحلل وانتقال الأصبغة الملونة (الحمراء والصفراء)، كما أن المواد البروتينية يصيبها إماهة وتحلل فتهاجر الأحماض الآمينية المنحلة في الأوراق إلى الساق والجذر لتختزن فيها بشكل مركبات بروتينية جديدة.

وهذا ملاحظ في أشجار الزان *Fagus*، فهي تخسر خلال (٥) أيام حوالي ٥٠% من موادها البروتينية. يلي هجرة المواد البروتينية، هجرة المواد السكرية في النبات ولكن بنسبة أقل. تحدث جميع هذه التبدلات في بداية الخريف تحت تأثير انخفاض الحرارة. بالمقابل، تم إخضاع عدد من الديدان الخيطية وأبواغ البكتريا لدرجات دنيا من الحرارة تصل إلى (-١٩٢ درجة مئوية) دون أن تموت شريطة أن توجد في

حالة من الحياة البطيئة (التي تعتبر شكلاً من أشكال المقاومة). أما في حالة النشاط، فمن البديهي أن هذه الكائنات لا يمكنها تحمل مثل هذه الدرجات من الحرارة.

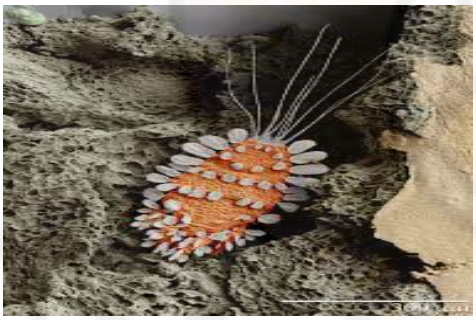




بعض الثدييات يمكنها العيش والتكاثر في درجات حرارة منخفضة [الدب' الفقمة، الرنة.....]

يعيش في القطب الجنوبي نوع من القراديات تتحمل درجات الحرارة في الليل وتستعيد نشاطها الطبيعي نهارا.....





إن ما يضر النبات ليس درجات الحرارة الصغرى الناتجة في الشتاء، لأنه يكون بحالة سكون، ولكن درجات الحرارة الصغرى النسبية التي تتردد في الخريف والربيع هي التي تؤدي إلى إصابته بالصقيع.

يعود خطر الصقيع الربيعي إلى حدوثه في فترة تفتح البراعم الغنية بالماء فيبيد ويتلف الأوراق الفتية والأزهار والنموات وهي في طور التشكل.، كما يصيب الأزهار عند الأشجار الكبيرة. يكون خطر الصقيع الخريفي أقل من خطر الصقيع الربيعي لأنه يصيب نموات متخشبة.

يظهر خطر الصقيع أكثر على السفوح الحارة منه على السفوح الباردة، وذلك لأن النباتات في السفوح الحارة تكون قد عادت إلى النمو عند حدوث الصقيع، بينما تكون في حالة سكون على السفوح الباردة. يحدث خطر الصقيع على الأتربة الرطبة أكثر من الأتربة الجافة، وعلى تربة مغطاة بالعشب أكثر من التربة العارية. وذلك لارتفاع نسبة بخار الماء في الجو المحيطي نتيجة تبخر التربة ونتح النبات. يعود السبب الرئيسي لحدوث الصقيع إلى ازدياد نسبة الماء في الأنسجة فالأوراق الفتية الغنية بالماء تموت بمجرد تعرضها لدرجة الصفر المئوية.

إن تلف الأنسجة الناتجة عن الصقيع يعود إلى تجمد الماء داخل الخلايا وفي المسافات البينية. تتميز خلايا البشرة في عريانات البذور التي تعيش في المناطق الباردة بعدم امتلاكها لمسافات بينية لذلك فهي تقاوم الصقيع أكثر من غيرها وذلك لأن البلورات الثلجية الأولية لا تجد مكاناً تتشكل فيه مثالها أشجار الصنوبر والسرو والأرز. تتأثر الأعضاء الفتية الغنية بالماء أكثر من الأعضاء المتخشبة، أما البذور الجافة فلا تتأثر بالصقيع ولا يصيبها أي ضرر.

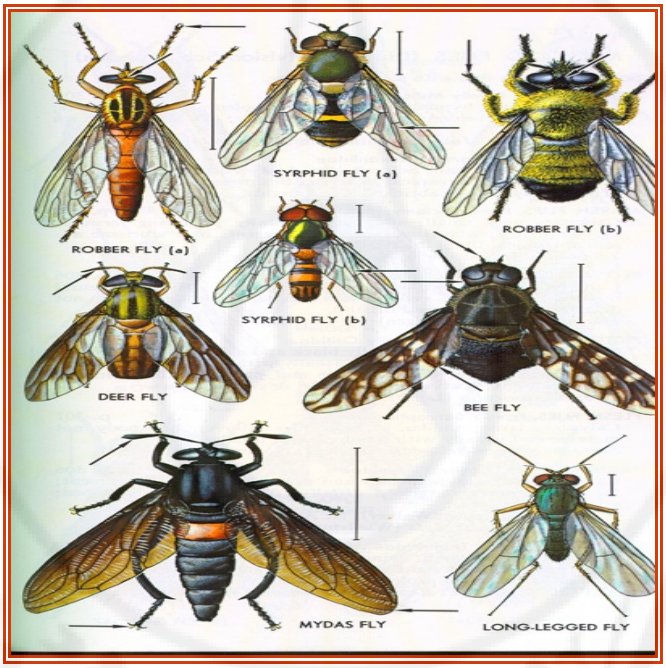
وكقاعدة عامة يجب عدم زررعة البذور أو الغراس في منطقة أبرد من المنطقة التي جمعت منها البذور والتي يفضل أن يكون مصدرها من مناطق أبرد قليلا من المنطقة التي ستزرع فيها.

تأثير درجات الحرارة العظمى:

ليس لدرجات الحرارة العظمى أهمية تذكر على حياة الكائنات الحية مقارنة بدرجات الحرارة الدنيا. فقد تموت الأشجار تحت تأثير الجفاف بسبب: فقدان الماء بسبب تعرق النبات بشكل يفوق كثيراً الامتصاص، يزداد التنفس أكثر من التركيب الضوئي اليومي، أو قد تتخثر المكونات البروتينية، أو تغير اتجاه العمليات الأنزيمية نحو التحلل والهدم بدلاً من التركيب والبناء.

كما تعيش بعض أنواع البكتريا والأشنيات تستطيع أن تتحمل درجات حرارة عالية 85° (الينابيع الحارة) كما تعيش بعض وحيدات الخلية في حرارة 58°، وبعض القشريات في حرارة 55°، كما أن كثير من يرقات ئنائيات الأجنحة يمكنها العيش في مياه حرارتها 50°م.

تتميز الحيوانات عن النباتات بمقدرتها على الحركة والتنقل في سبيل البحث عن مناخات وأوساط ملائمة لها بفضل أعضاءها الحسية ولإمتلاكها لآليات توجيه خاصة تسمى الأنجذاب والتي تسمح بتوجيهه للوسط المناسب كحال الجراد الرحال أو المهاجر (*Locusta migratoria*).





تكيف الكائنات مع درجات الحرارة:

إن تكيف كائن ما مع بيئة جديدة يعني: أنه استطاع أن يجعل وظائفه الحيوية كافة في انسجام تام مع هذه البيئة الجديدة.

مثال: نبات الهندباء المزروعة في درجات حرارة مختلفة، والثعلب....

تساهل الكائنات الحية مع درجات الحرارة Tolérance:

نقول عن كائن حي ما أنه من متساهل في التغيرات الحرارية عندما يكون قادر على تحمل تغيرات كبيرة في درجة الحرارة، كحالة الأشنيات الزرقاء التي تعيش في ينابيع حرارتها ٨٥ درجة كما أن بعض أنواعها تستطيع العيش على إرتفاعات عالية في الهيمالايا (٦٠٠٠م تقريباً). وكذلك . حالة النمر والأسد الأفريقي والأقطبي أو الآسيوي. كذلك تتواجد أشجار السنبديان العادي *Quercus calliprinos* في مختلف الطوابق النبتية في الجبال الساحلية (٢٠٠- ١٠٠٠م).

بالمقابل هناك كثير من الأنواع غير المرنة (غير المتساهلة) للتغيرات الحرارية، إذ لاتستطيع العيش إلا في حدود ضيقة من درجات الحرارة، كالمرجانيات Madrépores التي لاتعيش إلا في المناطق البحرية الدافئة (٢١°م) وسريعا ما تموت في المياه شديدة الحرارة. وكذلك ذبابة التسي تسي المسببة لمرض النوم فهي لاتستطيع العيش إلا في المناطق الأستوائية الأفريقية حيث متوسط الحرارة السنوي يتجاوز (٢٠°م).

إن أشجار الأكاسيا (السنط) مزرقة الأوراق ***Acacia cyanophylla*** والأروكاريا ***Araucaria excelsa*** **تفضل العيش في المناطق الساحلية الدافئة كونها حساسة للصقيع [حالة تشجير طريق المطار]. كما أن بعض الأنواع متطلب للبرودة ولايستطيع العيش إلا في أعالي الجبال كحال جنس الزان *Fagus* م يفسر عدم وجوده في سورية.كذلك التفاح .*Malus* sp والشوح . *Abies cilicica***











المرجانيات

السنديان العادي



ذبابة تسي تسي

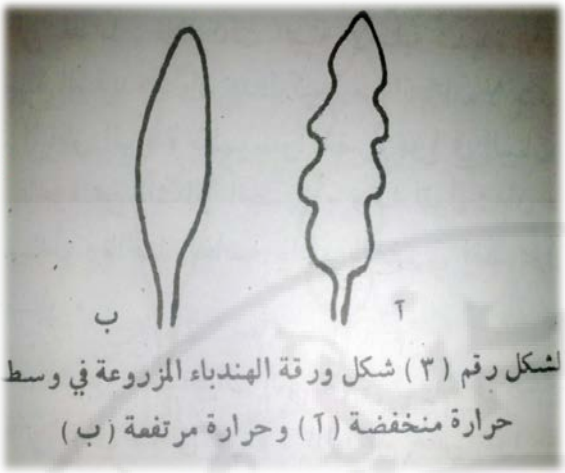
تكيف الكائنات مع درجة الحرارة Adaptation

نقول عن نوع أنه قد تكيف مع بيئة جديدة عندما يستطيع هذه النوع أن يجعل وظائفه الحيوية في إنسجام تام مع البيئة الجديدة. إن البرد الإستثنائي يسمح لنا بتمييز الطرز الأكثر مقاومة للبرد من غيرها والتي يجب انتخابها كمصدر للبذور إذا كنا نبحث عن صفة المقاومة للبرد كحال الأوكاليبتوس المنقاري في دمشق.

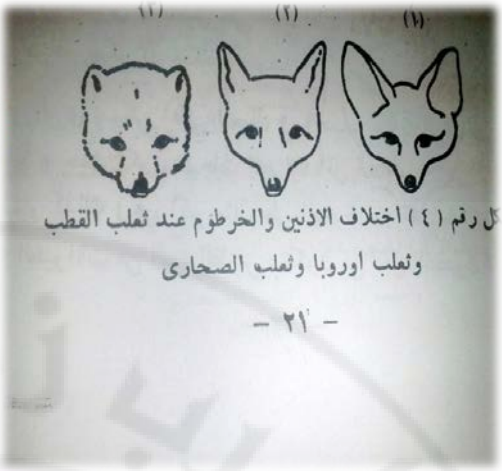
يكون التكيف بالنسبة لعامل الحرارة أكثر إحتمالا إذا انتقلت الأشجار باتجاه الشرق والغرب وأقل إحتمالا إذا انتقلت بإتجاه الشمال أو الجنوب، كما أن تكيفها يكون أكُثر إحتمالا باتجاه الجنوب منه بإتجاه الشمال[الحرارة الصغرى عامل محدد]، ولاينطبق ذلك على الحيوانات لقدرتها على التنقل والهجرة من مكان لآخر ومن فصل لآخر [الماعز البري والطيور] .

يكون تأثير درجات الحرارة جلياً على العمليات الحيوية للنبات وينعكس ذلك على شكل النبات كحال نبات الملفوف *Brassica*، إذ تلتف الاوراق في الخريف عند إنخفاض الحرارة، ويفسر ذلك نتيجة قلة التعرق نتيجة امتصاص الماء من التربة عبر الجذور والناتج عن إنخفاض درجة جرارة التربة.

كذلك حالة نبات الهندباء *Taraxacum* عند زراعته في درجات متباينة مع تثبيت العوامل الأخرى، إذ وجد أن النبات المزروع في حرارة وسطية ١٧°م يملك أوراق غير مفصصة [تامة] في حين أن زراعته في حرارة ٥°م تعطي أوراق مفصصة وضيقة. وتفسير ذلك هو النظام المائي الذي يقل بسبب نقصان الحرارة.كذلك يلاحظ التكيف عند الحيوانات ممثلاً بتغيرات شكلية، كما هو الحال عند الثعلب الصحراوي والأوروبي والثعلب القطبي. كما يلاحظ أن فراء الثدييات في المناطق الباردة يكون أكثر ثخانة مما هو عليه في المناطق الدافئة [نمر سيبيريا والهند].



شكل رقم (٣) شكل ورقة الهندباء المزروعة في وسط
حرارة منخفضة (آ) وحرارة مرتفعة (ب)


ل رقم (٤) اختلاف الاذنين والخرطوم عند ثعلب القطب
وثعلب اوروبا وثعلب الصحارى

تصنيف بعض الأنواع الحراجية في سورية حسب حساسيتها للبرد

حساسة جداً [اليفة حرارة]	حساسة	مقاومة	مقاومة جدا
Eucalyptus gomphocephala أوكاليبتوس منتفخ	*Cupressus macrocarpa* سرو كبير الثمار	*pinus halepensis* صنوبر حلبي	*Cedrus libani* أرز لبناني
Casuarina cunninghamiana كازورينا	*pinus canariensis* صنوبر كناري	*pinus pinea* صنوبر ثمري	*Abies cilicica* شوح كيليكي
Ficus nitida التين التزييني	*Magnolia grandiflora* ماغنوليا	*pinus brutia* صنوبر بروتي	عدريش وشربين *Juniperus drupacea* *Juniperus drupacea*
Shinus molle فلفل مستحي	*Olea europea* زيتون		*Quercus calliprinos* السنديان العادي
Ceratonia siliqua خرنوب	*Eucalyptus camaldulensis* أوكاليبتوس منقاري		*Quercus Pseudocerris* سنديان شبه العزر
Araucaria excelsa أروكاريا	*Pinus radiata* صنوبر شعاعي		*Pistacia atlantica* البطم الأطلسي

٢- الرطوبة:

للماء أهمية كبيرة في حياة وتوزيع النباتات، ولاسيما الأشجار الحراجية التي تعد من كبار المستهلكين للماء نظرا لضخامتها، بالنسبة لهذه الأنواع الحراجية فإن كمية وتوزع الهطولات المطرية بالإضافة للحرارة تعد من أهم العوامل التي تنظم وجود وتنوع وتوزع الغابات الجغرافي في العالم.

ينتقل الماء من المحيطات والبحار إلى الجو، ثم يعود إلى اليابسة على شكل مياه هاطلة (مطر، ثلج، برد وغيرها). وتختلف كمية الأمطار الهاطلة على سطح الأرض باختلاف درجات العرض، فأكثر المناطق غزارة بالأمطار هي المناطق الاستوائية حتى خط العرض ١٠° شمال وجنوب خط الاستواء. ثم تتناقص كمية الأمطار باتجاه القطبين، وصولاً إلى الحد الأدنى في المنطقة ٨٠°-٩٠° شمالاً.و يعود ذلك إلى سعة المحيطات وقلة اليابسة نسبياً في نصف الكرة الجنوبي. فكلما كانت المنطقة قريبة من البحار والمحيطات كانت كمية الأمطار أكبر والعكس صحيح.

إن كمية الأمطار وتوزعها على مدار السنة يلعبان دوراً مهماً في توزع النباتات في مكان ما، إذ يعطي المناخ الاستوائي بأمطاره الغزيرة وبانتظامها على مدار السنة أضخم وأكثف الغابات على الأرض. في حين يتميز المناخ المتوسطي والذي من ضمنه سورية بفصل حار وجاف طويل وبأمطار قوية تهطل خلال فترة زمنية قصيرة، فلا نرى الغابات الأليفة للرطوبة إلا في المناطق المرتفعة والتي تزيد كمية أمطارها عن ١٠٠٠مم تقريباً.

إستهلاك الكائنات الحية للماء

يؤثر الماء سواء كان في الهواء أو في التربة على حياة الكائنات الحية لأن جميع العمليات الحيوية تتم في وسط مائي.

تفقد الأشجار كميات كبيرة من الماء عن طريق النتح عبر الأوراق وتختلف هذه الكمية حسب النوع النباتي إذ أن عريضات الأوراق المتساقطة تفقد كميات أكبر بكثير من الماء بالنتح مقارنة بالمخروطيات

مما يفسر مقدرة الأشجار الدائمة على التكيف مع المناخات والترب الجافة مقارنة بالنباتات المتساقطة الأوراق التي تحتاج لبيئات رطبة كي تعيش.

من ناحية أخرى فإن الحيوانات تحتاج للماء كي تعوض الماء الفاقد بالتعرق والإفراغ، إذ أن بعضها يتزود بالماء مباشرة عن طريق الشرب أو الأمتصاص عن طريق الجلد [كالبرمائيات وبعض الحشرات]، كما توجد حيوانات صحراوية لاتشرب بل تكتفي بالماء الموجود في غذائها، كما توجد بعض الحيوانات التي تحصل على الماء اللازم عبر أكسدة الليبيدات في جسمها.

علاقة الكائنات مع الأمطار الهاطلة:

إن قيم الرطوبة النسبية في مكان ما غير ثابتة وإنما يصيبها تغيرات يومية وفصلية بحيث تكون تغيراتها اليومية معاكسة للتغيرات الحرارية و تكون تغيرات الرطوبة السنوية متعلقة بالمنطقة الجغرافية.

في الواقع لا يكون لارتفاع كمية الأمطار في منطقة ما أي مدلول مناخي أو حيوي إلا إذا أخذنا بعين الاعتبار عامل الحرارة: فكمية كبيرة من الأمطار يمكن أن تكون كافية لنمو غابات كثيفة بشكل جيد إذا كانت الحرارة مناسبة، أو لا تسمح إلا بظهور غابات أليفة الجفاف وقليلة الكثافة في مناخ أشد حرارة. يعود ذلك إلى زيادة التبخر في المناطق الجافة وبالتالي ازدياد احتياج الأشجار للماء مع ارتفاع درجة الحرارة. لذلك ظهر عدد كبير من المعادلات (العلاقات) التي تدرس علاقة الحرارة والرطوبة (الأمطار الهاطلة /ملم)، وأبسطها علاقة **دو مارتون De Martonne**:

$$I = P/T+10$$

حيث: I = معامل الجفاف و **P**= كمية الأمطار السنوية (ملم) و T = درجات الحرارة السنوية (م°)

وعلاقة **غوسان Gaussen** التي تصف فيها مناخ شهر ما بأنه جاف إذا كانت كمية الأمطار فيه مقدرة بالملم أقل من ضعف متوسط درجة الحرارة (م°)

P<2T

والعلاقة الأهم والتي تطبق في المناخ المتوسطي، أي مناخ سورية والمنطقة العربية هي علاقة أمبرجيه **Emberger** :

$$Q = \frac{1000\,P}{\frac{M+m}{2}(M-m)} = \frac{2000\,P}{M^2-m^2}$$

حيث: Q = المعامل الرطوبي الحراري، و P = كمية الأمطار الهاطلة السنوية بـ ملم

M = متوسط درجات الحرارة العظمى للشهر الأكثر حرارة من السنة (مْ).

m = متوسط درجات الحرارة الصغرى للشهر الأكثر برودة من السنة (مْ).

أجريت تجارب على بعض الحشرات وبشروط مخبرية لمعرفة تأثير العناصر المشتركة للمناخ، إذ لوحظ أنه عند تغيير الرطوبة والحرارة في وسط تربية الجراد الرحال *Locusta migratoria*. فإن خصوبة إناثه تبلغ حده الأعظمي عند رطوبة نسبية 70% في درجة حرارة ثابتة، كما وجد أنه عند تغيير درجة [٣٢,٢ و ٣٧,٨° م]، فإن الخصوبة تزداد بزيادة الحرارة [عدد البيوض في اليوم] مع ملاحظة أن الحرارة العالية تؤدي لتقصير عمر الجراد البالغ.

إن وجود غطاء نباتي على سطح الأرض يقف حاجزاً يمنع وصول الأمطار إلى الأرض بحيث تزداد كمية المياه المحتجزة مع زيادة كثافة وحجم الغطاء النباتي فالغابات الأليفة الضوء المفتوحة تحتجز كمية قليلة من الرطوبة مقارنة بالأليفة الظل.

حسب دراسات ريتشارد وفريزي في الغابات الاستوائية تبين أن:

- ٢٠% من كمية الأمطار الهاطلة تتبخر مباشرة من التيجان.
- ٣٤% تصل إلى مقياس الأمطار الموضوع على ارتفاع ١،٥م.
- ٦،٩ % تخترق التربة لتصل إلى المياه الجوفية.
- ٩،٢ يتبخر عن سطح الجذوع.
- ٩،٢% تمتصه قشرة الأشجار.
- ٢٠،٧ % تصل إلى التربة وتمتصها جذور الأشجار.

تتمركز الأشجار في الطبيعة حسب إحتياجاتها للرطوبة، كما يمكن القول أن الأشجار الحراجية حتى الأليفة للجفاف منها تعيش في الغابات في جو أرطب من الجو السائد في المنطقة نفسها خارج هذه الغابات، مع العلم أن الرطوبة داخل الغابة يختلف حسب كثافة الأشجار ونوعها.

إن زيادة رطوبة الهواء داخل الغابة يساعد على تخفيض التبخر بشدة بحيث تصبح نسبته بحدود ١٠-٥٠% أقل من قيمته خارجها.

تقسيم الكائنات الحية بالنسبة للرطوبة

- **الكائنات الرطوبية [أليفة الرطوبة Hygrohytes]:**

تنمو وتعيش في الأماكن الرطبة جداً، ومن أمثلتها: البرمائيات وديدان الأرض والسراخس Hymenophyllum، وجنس *Penicillium* ومن النباتات الزان *Fagus*، والتنوب *Picea*، والشوح *Abies*، والغبيراء *Sorbus* و السنديان *Quercus*.....

- **الكائنات المائية [Hydrophytes]:**

تعيش في الماء، وهي تحتاج لكمية كبيرة من الرطوبة كحال الحيوانات المائية [الأسماك]، كما توجد نباتات مغمورة بالماء بشكل كامل كحال الجنس Zostero أو جزئي كالجنس *Nupher luteum* والقصب الأسترالي [القصب الزال] *Phragmites australis*.

- **كائنات المناطق المعتدلة [متوسطة الألفة للرطوبة Mesophytes]:**

تنتشر بشكل واسع في المناطق ذات المناخ المعتدل وفي ظروف الرطوبة المتوسطة، وتتميز باختلاف في الأنواع، وتتحمل تغيرات كبيرة في الرطوبة كالسرو *Cupressus*، والبطم *Pistacia*، والصنوبر *Pinus* والسنديان العادي *Quercus calliprinos* .

- **كائنات المناطق الجافة [أليفة للجفاف Xerophytes]:**

وتمثل نباتات المناطق الجافة ومن امثلتها النباتات العصارية والصباريات والأعشاب الجفافية مثل:

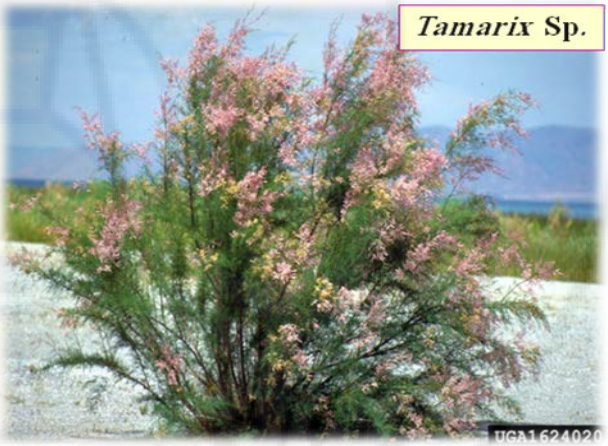
-البلان الشوكي *Poterium spinosum*

- الطرفاء المفصلية *Tamarix articulata*

-فـاغلا *Prosopis* sp.

ومن الحيوانات الجمال ويرقات عث الصوف *Tineala biselliella*











Phragmites australis



سلوك الأشجار في مواجهة الجفاف

تتعرض الأشجار خلال حياتها لضغوط الوسط المحيط وهذه الضغوط تكون مختلفة الأسباب [حرارية، مائية، غذائية...]، وبالتالي تبعا للشروط التي توجد فيها النباتات فإنها تظهر خصائص تكيف أو تأقلم تسمح لها بنمو مثالي في مواجهة هذه الظروف. وهذا التكيف يعبر عن جملة التغيرات القابلة للتوريث (مورفولوجية، فيزيولوجية، تشريحية.....)، أو تلك الوظائف التي تزيد من إحتمالية البقاء على قيد الحياة في وسط ما.

تكيف الكائنات مع الرطوبة

في مواجهة الضغط المائي يملك النبات جملة من التكيفات تسمح له بالتأقلم مع الظروف الجفافية ويظهر ذلك في مستوى:

الورقة:

- كإمتلاك أوراق ثخينة قاسية أو أن تكون الأوراق مغطاة بقشرة سميكة مع مسام عميقة ونسج دعامية متطورة يعطي الورقة صلابة وقساوة بحيث لاتذبل في حالة فقدان كمية كبيرة من الماء كحال:

السنديان العادي *Quercus calliprinos* والدفلة *Neuium oleander* .

- أو أن تغطى سطح الأوراق بطبقة شمعية أو أن تلتف الأوراق في فصل الجفاف مشكلة جوفا يقلل من النتح كحال النوع العذم المعمر = العذم اللحوي*Stipa barbata*.
- كما يمكن أن تتحور الأوراق وتغير شكلها لتقليل فقد الماء عن طريق خفض مساحة المسطح الورقي كالتحور إلى أشواك كالرغل أو القطف *Atriplex* sp. أو لحراشف كحال النوع *Ephedra* **sp.**
- وقد تكون الأوراق مجزأة كحال الشيح العشبي الأبيض *Artemisia herba- alba*.

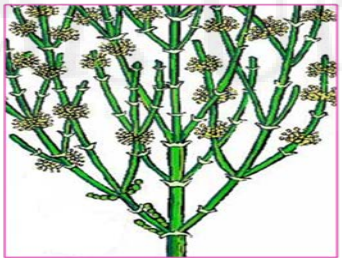


الشكل رقم (٨) انماط مورفولوجية مختلفة للأوراق

الشكل رقم (٧) مقطع عرضي في ورقة
التفاف الورقة اثناء الجفاف ، ب ـ الورقة منبسطة اثناء الرطوبة


Artemisia herba- alba


Stipa barbata


Ephedra sp

تأثير بخار الماء الجوي في النبت الحراجي

إن بعض الأنواع الحراجية تنمو بصورة أفضل في الجو الرطب وبعضها في الجو الجاف بحيث يمكن أن نعطي التصنيف التالي بالنسبة لبعض الأنواع الحراجية في سوريا وذلك حسب درجات الرطوبة المتناقصة:

Abies cilicica الشوح
Quercus pseudocerris سنديان شبه العزر
Cedrus libani أرز لبناني
Carpinus orientalis شرد شرقي
Sorbus. Torminalis غبيراء
Fraxinus ornus الجويز
Castanea sativa الكستناء
Alnus orientalis النغت الشرقي
Pinus brutia , P. Halepensis الصنوبر الحلبي والبروتي
Cupressus sempervirens السرو دائم الخضرة
Quercus calliprinos السنديان العادي
Pistacia. Atlantica البطم الأطلسي

بالنسبة للحيوانات:

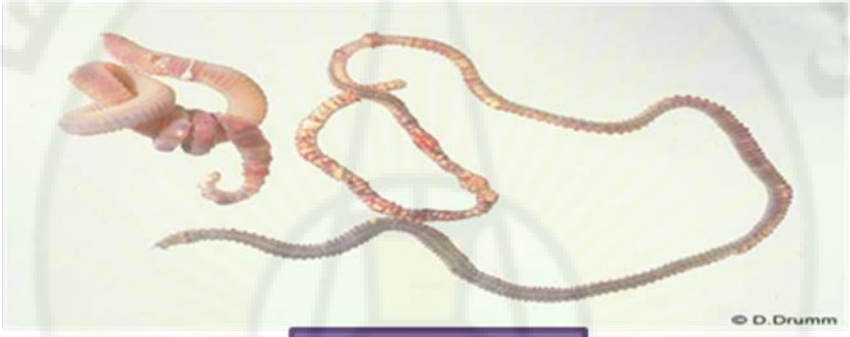
إن الحيوانات تحاول أيضاً التقليل من صرف المياه التي حصلت عليها بكل الوسائل الممكنة:

- قد تلجأ إلى الحياة الليلية والاختباء أثناء النهار.
- امتلاك قشرة كتيمة لتخفيف التعرق.
- إنغراس جهاز التنفس داخل الجسم أو وجود ثقوب تنفسية ضيقة.
- يعد الإفراغ السبب الرئيس في خسارة الماء عند الحيوانات الأرضية، وهكذا فإن التخلص من الفضلات الآزوتية على شكل أمونياك أو بولة لا يتم إلا إذا كان تزود الحيوان بالماء سهلاً، وإلا سيضطر إلى طرح الفضلات على شكل حمض البول وهو جسم غير قابل للانحلال كما يتم عند الكثير من الحشرات.

٣- الضوء:

تعد الشمس المصدر الرئيس للضوء على سطح الكرة الأرضية وهي التي تتحكم بكل ظواهر الحياة، مع ذلك يمكن أن يكون لضوء القمر دوراً ولكن بشكل نادر في دورة حياة بعض الكائنات الحية كما هو الحال عند بعض الديدان (الدودة الحلقية) *Eunice viridis*.

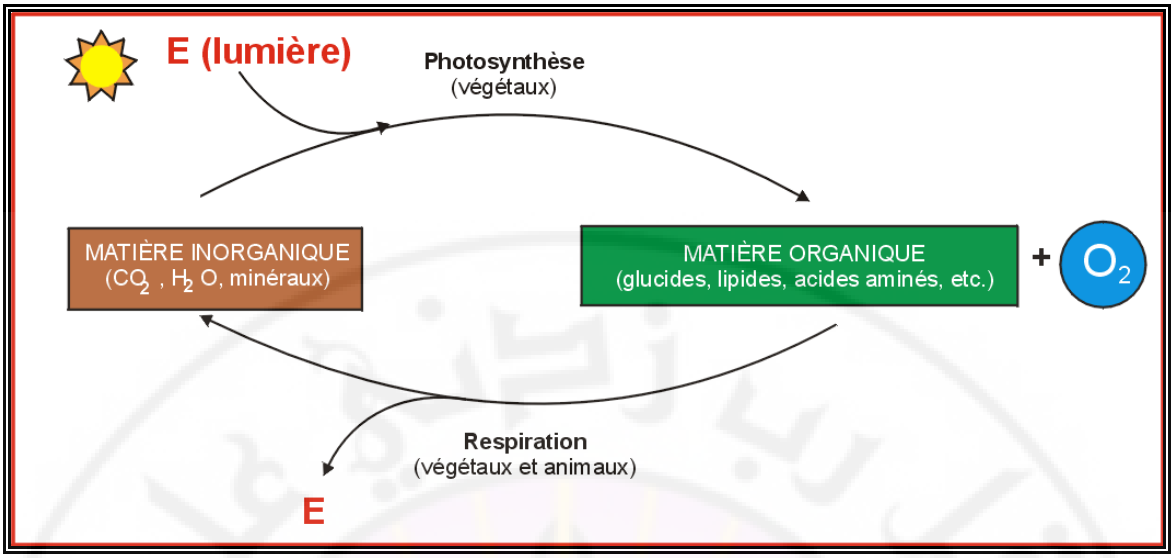
يعد الضوء من العوامل البيئية المحددة للنمو خاصة بالنسبة للنباتات، وهو أقل أهمية بالنسبة للحيوانات حيث توجد أنواعΔ حيوانية كثيرة تعيش في ظلام تام في أعماق البحار والمحيطات.



Eunice viridis

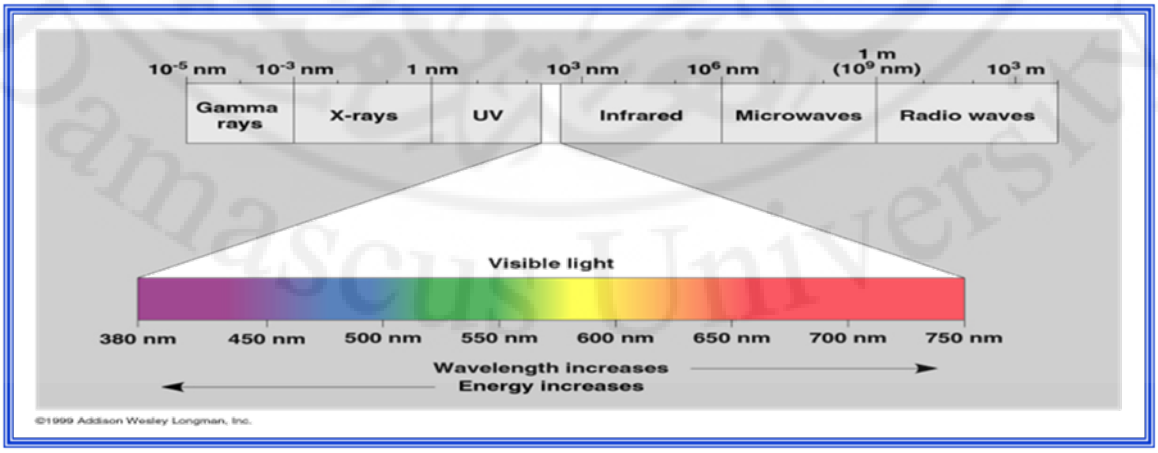
إن ما يحدد نوع الضوء هو الأشعة الشمسية الواصلة إلى الأرض، وهي ذات ألوان مختلفة تؤلف ما يسمى بالطيف الشمسي، إلا أنها لا تصل بكاملها إلى سطح الأرض نظراً لاصطدامها بحواجز مختلفة بحيث أن: ٤٣% فقط من كامل الأشعة الشمسية يمكن أن يصل إلى سطح الأرض (١٦% بشكل متناثر بفعل الغبار وقطرات المياه، ٢٧% بشكل أشعة مباشرة).١٥% يمتص من قبل طبقة الاتموسفير و٤٢% أشعة منعكسة نتيجة وجود الغيوم وغيرها.

للضوء أهمية خاصة للنبت حيث أن الغابات هي مصنع السللوز الذي يتألف منه الخشب الناتج عن عملية التمثيل الضوئي.

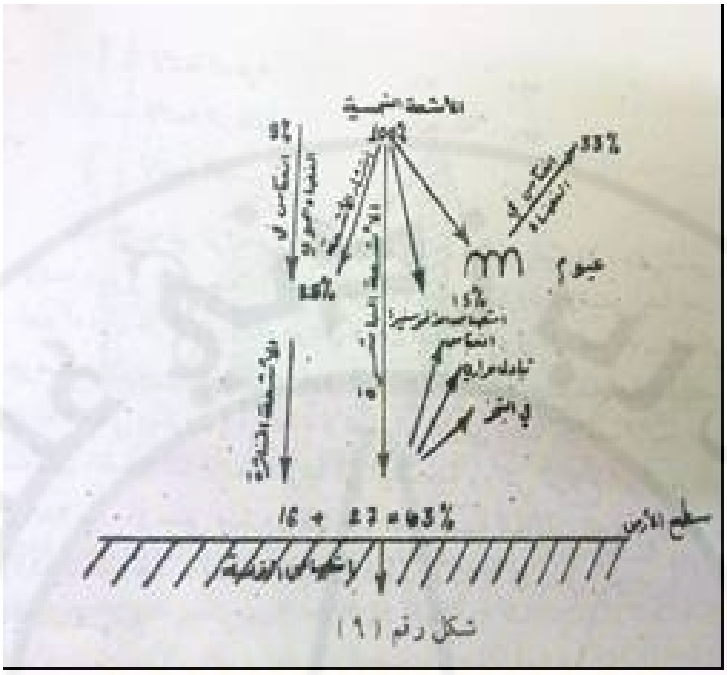


يتكون الأشعاع الشمسي من موجات كهرومغناطيسية ذات أطوال مختلفة ويعبر عن طول الموجة الأشعاعية بالميكرومتر أو النانومتر، ويسمى توزيع الطاقة الإشعاعية تبعا لأطوال الموجات بالطيف Spectrum. وينحصر الجزء الأساسي من الطاقة في طيف الأشعة الشمسية ضمن أطوال موجات بين ٠,٢ ٢٤ µm. ويقسم طيف الأشعاع الشمسي إلى :

الأشعة فوق البنفسجية	Ultra violet, Onde courte	$\ell < 0.4$ µm
الأشعة المرئية	Visible, Lumière visible	0.4 µm $\leq \ell \leq 0.75$ µm
الأشعة تحت الحمراء	Infra red, Onde Longue	$\ell \geq 0.76$ µm



Lumière visible : 380 à 750 nm



توزع الأشعة الشمسية (Walter، 1950).

التركيب الطيفي للأشعاع الشمسي

⇐ الأشعة فوق البنفسجية Ultra violet, Onde courte

تؤلف نحو ٧% من مجموع الأشعة الشمسية، حيث يحجز قسم كبير من هذه الأشعة في طبقة، ولايصل منها سوى ٢% الآوزون من قيمتها الإجمالية من الإشعاع الشمسي.

لها تأثير فسيولوجي خاص عند الكائنات الحية فوصولها بكميات كبيرة للدم يسبب أضرار كبيرة ناتجة عن شدة إمتصاص الأشعة من طول أقل ٢٨٦ نانومتر من قبل البروتينات [معظم الحيوانات تمتص هذه الأشعة من قبل جلدها مانعة إياها من الدخول عميقا عن طريق الريش والأوبار وغيرها من الحواجز الأخرى] .

إن إشتداد هذه الأشعة، ولاسيما تلك المنعكسة على الثلج في المناطق الجبلية يمكن أن يسبب العمى للأنسان. كما أن للكميات الزائدة من هذه الأشعة تأثير مميت في الجراثيم، وبالتالي فإن استعمال هذه

الأشعة فعال في تعقيم الأماكن الصحية [خاصة الأشعة بطول ٢٨٠نانومتر]، لذا يطلق على الأشعة فوق البنفسجية اسم الأشعة الحيوية لأهميتها في العلاج والتعقيم.

للأشعة فوق البنفسجية ذات الأطوال ٢٩٠-٣٨٠ نانومتر أهمية كبيرة في نمو وتطور الكائنات وفي عمليات الاستقلاب الغذائي والتحولات الكيميائية للمواد [كالستيرول، أيرغوستيرالٍ....] ولاسيما المجال ٣٠٠-٣١٢ نانومتر.

الأشعة تحت الحمراء Infra Red, Infra rouge, Onde Longue

هي أشعة غير مرئية ، تنتقل بموجات طويلة وتستطيع الدخول للأنسجة العميقة جدا، رغم أن بشرة الجلد تحمي الجسم من دخول معظم هذة الأشعة.

هي أشعة مهمة حيث تشغل نحو ٤٧% من مجموع الأشعة الشمسية، ويطلق عليها أسم الأشعة الحرارية كونها المصدر الأساس الذي يزود الهواء والماء والتربة بالحرارة اللازمة، وبالتالي لها أهمية في المناخ لدورها في معظم التغيرات التي تحدث في الجو.

الأشعة المرئية Lumière visible

هي التي تشكل الطيف المرئي الذي يحتوي عدد من الأشعاعات البسيطة (بنفسجي، أرزرق، أخضر.....)، ويقابل كل لون مجال مختلف من أطوال الموجات الضوئية حيث طول الموجة هو المسافة المحصورة بين قمتين متتاليتين لموجة. وهي تشكل نحو ٤٦% من مجموع الأشعة الشمسية الصادرة عن الشمس، وتسهم في أغلب العمليات الحيوية للنبات (الإنبات، النمو، الإثمار، التنفس، التمثيل الضوئي والنتح....).

الأهمية البيولوجية لأجزاء الطيف الرئيسة:

تؤثر الأشعة فوق البنفسجية بشكل اساس في عمليات النمو والتطور، إذ تعمل على تثبيطها، كما تؤدي زيادة جرعة هذه الأشعة عادة لإعطاء نباتات متقزمة أقل حجما من مثيلاتها النامية في ظروف طبيعية ، وهذا يظهر جليا في الجبال المرتفعة حيث تزداد الكميات الواصلة من الأشعة فوق البنفسجية.

تظهر أهمية الأشعة تحت الحمراء القريبة والتي تمتص بكفاءة عالية من قبل الماء الموجود في الأوراق في تأثيرها الحراري الذي يؤثر بوضوح على النمو والتطور.

ينتج عن الأشعة تحت الحمراء ذات أطوال الموجة (>4000) نانومتر تأثير حراري فقط، أما تأثيرها في نمو وتطور النباتات فغير ملحوظ وتزداد طاقة هذه الأشعة في المناطق الجبلية العالية مما يعوض نقص الحرارة التي تتلقاها النباتات في تلك المناطق.

يتوافق تقريبا مع مجال الأشعة المرئية مضافا لها جزء من الأشعة فوق البنفسجية (٠،٣٨- ٠،٧٥ ميكرومتر) مانطلق علية أسم الأشعة الفيزيولوجية تمتلك طاقة هذه الأشعة التي تمتصها الصانعات الخضراء أهمية كبيرة في حياة النباتات ويظهر دور هذه الأشعة في تنظيم العمليات الفيزيولوجية المختلفة إضافة لدورها في تأمين الطاقة لهذه العمليات الحيوية ويظهر ضمن حدود هذا الجزء من الطيف مجال الأشعة النشطة للتمثيل الضوئي.

لايستخدم في عملية التمثيل الضوئي كامل طيف الأشعة بل ذاك الجزء الواقع بين [٠،٣٨ -٠،٧١ ميكرو متر]، وتسمى بالأشعة النشطة للتمثيل الضوئي (بار PAR) .

تمتص أوراق النباتات الأشعة الضوئية بشكل إنتقائي حيث يكون نشاط الأمتصاص أعظميا في مجال الأشعة الحمراء والزرقاء . البنفسجية.

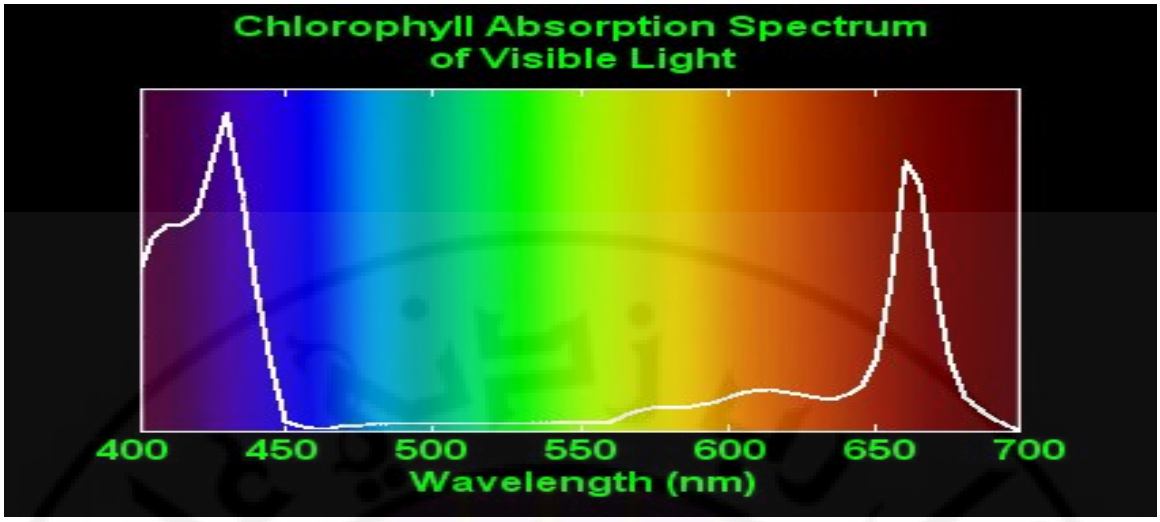
أظهرت الدراسات أن طبيعة إمتصاص PAR واحدة عند الغالبية العظمى من النباتات ويعود ذلك إلى أن كل من الكلوروفيل ,a و b يمتلك ذروتين للإمتصاص تتوافقان مع المجالين الأحمر والأزرق.

يمتص الكلوروفيل الأشعة البرتقالية والصفراء بشكل ضعيف ولكنه لايمتص الأشعاعات الخضراء وتحت الحمراء.

ثبت أنه لضمان تراكم المادة العضوية في النباتات لابد أن تكون الطاقة الضوئية التي يسببها الأشعاع الشمسي أكبر من قيمة معينة تسمى نقطة التعويض بالضوء Light Compensation Point وتعرف بأنها مستوى الأضاءة الذي يتساوى عنده كل من التمثيل الضوئي والتنفس، أي مستوى الأضاءة الذي يكون عنده إمتصاص CO_2 بعملية التمثيل مساويا لطرحه بعملية التنفس.

عندما تكون الطاقة الضوئية الواصلة للأوراق أقل من نقطة التعويض فإن هدم المواد العضوية بالتنفس يكون أكبر من تشكلها بالتمثيل [نشاط التمثيل معدوم].

يزداد نشاط التمثيل بشكل كبير عند زيادة PAR عند نقطة ا لتعويض وحتى (١٠٠ واط |م٢)، بالنسبة للنباتات المتحملة للظل و ٢١٠. ٢٨٠ واط| م٢ بالنسبة للنباتات المحبة للضوء، أما بعد هذه القيمة فإن زيادة قيمة PAR مع وجود محتوى طبيعي من CO_2 لاتؤدي لزيادة في التمثيل لذلك تسمى هذه القيمة من الأضاءة بنقطة التشبع بالضوء Light Saturation Point والتي تعرف بأنها مستوى الأضاءة الذي تكون بعده زيادة شدة الأضاءة غير مجدية في زيادة مستوى نشاط التمثيل الضوئي.



تقسم الأشعة حسب التأثير البيولوجي على النبات إلى فوق بنفسجية ونشطة للتمثيل الضوئي وتحت حمراء قريبة .

التأثير البيولوجي لمختلف الأشعة في النبات

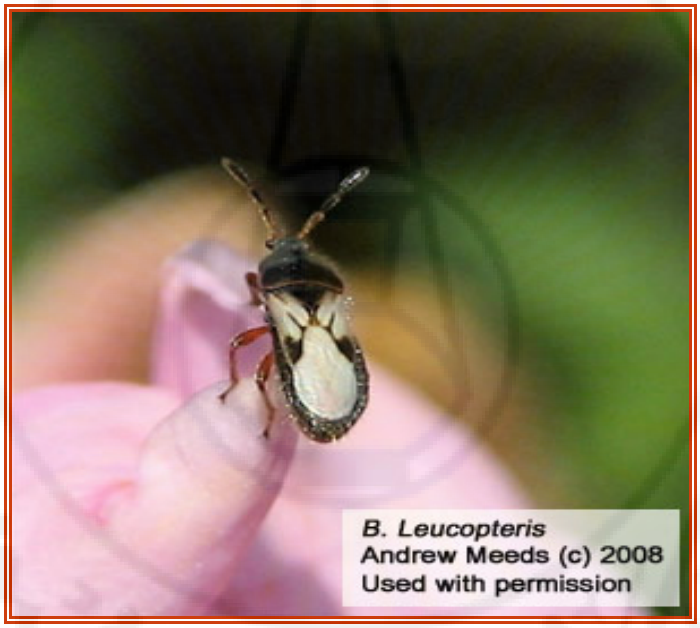
(Ross, 1975)

نوع الأشعة	المجال nm (نانومتر)	فعالية تأثير الأشعة في النبات		
		حراري	تمثيل ضوئي	نمو وتطور
UV (فوق بنفسجية)	290- 380	غير ملموس	غير ملموس	ملموس
Visible (مرئية)	380 - 710	ملموس	ملموس	ملموس
IR- Proche (تحت حمراء قريبة)	710- 4000	ملموس	غير ملموس	ملموس
IR- Loin (تحت حمراء بعيدة)	<4000	ملموس	غير ملموس	غير ملموس

تأثير الشدة الضوئية في الكائنات الحية

إن غزارة أفراد النوع *Blissus leucopteris* من نصفيات الأجنحة تتعلق بكمية الأشعة فوق البنفسجية المتلقاة سنويا.

كذلك إن بعض الحيوانات تكون مجهزة بجهاز مستقبل للضوء، يسمح لها بتمييز الألوان وأطوال الموجات والذي يؤدي دوراً كبيراً في حياتها وسلوكها [البحث عن الغذاء، التعرف على أفراد الجنس]، كما في مفصليات الأرجل والفقاريات.

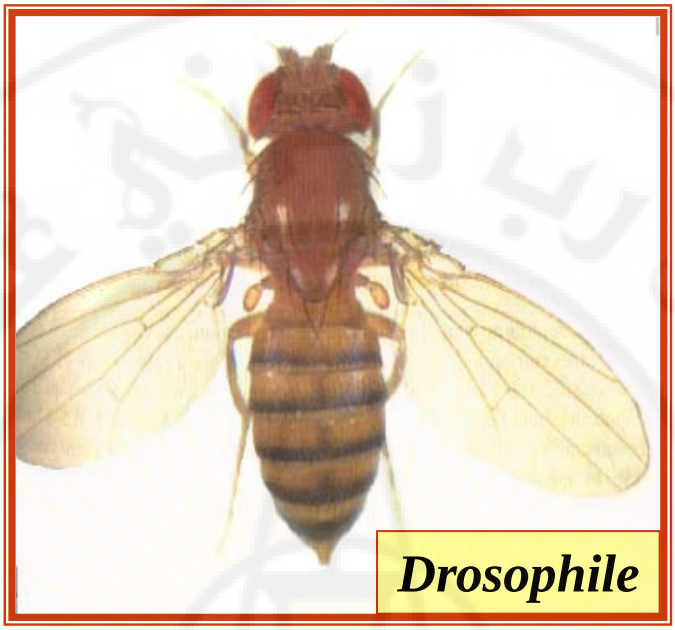


Blissus leucopteris
Hemiptéra

إن التغيرات في شدة الضوء لها تأثير وا ضح في عملية التمثيل الضوئي للأوراق في الشروط العادية،

وعندما تصبح الشدة الضوئية ضعيفة وتحت الحد الأدنى الضروري فإن البناء الضوئي يصبح غير كاف لتعويض الفاقد عن طريق التنفس مما يؤدي لضعف النمو والموت أحيانا.

إن هذا التأثير يطول أيضا بعض الأنواع الحيوانية، إذ أن الأضاءة الشديدة توقف نمو ذبابة الخل *Drosophile* مسببة الموت أحيانا.



.

كثير من الحيوانات تظهر ميل تفضيلي للدرجات المثلى من الضوء حيث يترجم ذلك من خلال إنجذاب [سلبي أو إيجابي]، فالحشرات الليلية تنجذب للضوء كالفراشات مثلا، في حين أن الصرصار يختبئ عند إشعال الضوء في غرفة مظلمة.

بعض الكائنات ليلية كالخفافيش وبعضها يهرب للأعماق كي يتجنب الضوء الشديد كبعض القشريات *Calamus finmarchicus*.



الضوء والنبت:

إن غياب الإضاءة كليا أو جزئيا يسبب نموا ضعيفا للأفرع والجذور والأوارق التي تظهر بشكل شاحب [الشحوب الظلامي]، كما هي الحال عند النباتات أليفة الضوء والتي تتعرض للظل الشديد تحت الغابات الكثيفة.

إن النباتات التي تعيش في ظروف ضوء ضعيف أو ظل شديد تكون طويلة غضة طرية وأكثر تفرعا وبالتالي لاتستطيع مقاومة الظروف القاسية من رياح وحرارة والجفاف المستقبلية.

للضوء تأثير مباشر على على الإزهار والإثمار عند الأشجار حيث أن الأشجار العالية ذات التيجان العريضة والتي تحصل على الضوء الكافي تنتج بذور بكميات كبيرة في حين أن المكبوتة لاتثمر بالشكل المناسب ، كما أن الأشجار المعزولة المنفردة تثمر أبكر وأغزر من الأشجار الأشجار الموجودة في مجموعات حرجية كثيفة.

يساعد الضوء الغراس على زيادة مقاومتها للبرد والجفاف والأمراض المختلفة نتيجة زيادة المدخرات والأنسجة الدعامية.

إن إنخفاض الإضاءة في الغابة يؤدي لإنخفاض النمو القطري للأشجار وزيادة النمو الطولي [ضرورة التقليم والتفريد].

التحمل Tolérance

استعمل هذا المفهوم من قبل الحراجيين كثيرا في مجال تربية الغابات للدلالة على مقاومة نبات ما لعامل بيئي معين كتحمله للملوحة أو الحموضة أو الحرارة.....، لكنه هنا في الحراج يستعمل للدلالة على قدرة النبات على العيش والنمو في الظل أي تحمل الظل أو الغطاء الكثيف.

بالتالي نستطيع التمييز بين أشجار متحملة للظل أو أليفة الظل والأشجار غير المتحملة للظل أو أليفة الضوء، وهذا ينطبق على الأشجار عندما تكون بحالة بادرات.

ظاهرة التحمل وراثية تختلف حسب الأنواع والعروق كما أن للعوامل البيئية الأخرى كالرطوبة والتربة تأثيرا في هذه الظاهرة، كما أن التربة الخصبة تزيد من قوة تحمل الأشجار أليفة الضوء للغطاء النباتي ومن قوة تحمل اشجار أليفة الظل للضوء.

للضوء تأثير واضح على الخصائص الشكلية والبنية التشريحية للنبات، إذ أن إن الأوراق النامية في الضوء تتميز:

- بإستطالة خلايا البشرة بالإتجاه العمودي.
- زيادة المواد الشمعية في القشرة.
- زيادة عدد الأوبار والمسام.
- زيادة عدد الصانعات الخضراء لكنها تكون صغيرة الحجم فاتحة اللون مقارنة بأوراق الظل.

كما أن للضوء تأثير واضح على الوظائف الفيزيولوجية للنبات إذ:

- يزداد النتح في الضوء ويقل في الظلام ويزداد معدله في الضوء المعتدل مقارنة بالظلام وأكثر بكثير في الضوء الكامل.
- يزداد التمثيل الضوئي عند النباتات الأليفة للضوء مع زيادة الشدة الضوئية، بشكل أكبر من النباتات الأليفة للظل.

تأثير اللفترة الضوئية Photoperiode

إن الفترة الضوئية تكون ثابتة في خط الاستواء، ويكون للنهار المدة نفسها طول العام. أما في المناطق المعتدلة، فهناك صيف وشتاء لا يتميزان باختلاف درجات الحرارة فحسب، بل بطول النهار الكبير أيضاً

بالنسبة لليل في فصل الصيف، والعكس في فصل الشتاء. يتضح هذا الاختلاف أكثر فأكثر كلما ابتعدنا عن خط الاستواء.

ففي المناطق المعتدلة، تعد الفترة الضوئية عاملاً مناخياً مهماً ينظم دورة حياة عدد كبير من الأنواع:

- بالنسبة للنباتات: تسبب الفترة الضوئية الإزهار في الوقت الذي يكون فيه التركيب الضوئي شديداً، فهي تحدد مدة نشاط النباتات ونموها وإزهارها.
- بالنسبة للحيوانات: تسبب الفترة الضوئية التكاثر في وقت ملائم، إذ تكون المواد الغذائية وفيرة، كما تسبب السكون عند الحشرات قبل الفصل السيء.

أخيراً تؤثر الفترة الضوئية في تطور ونمو بعض الكائنات الحية مثل النوع السمك الأمريكي

Omble salvelinus fontinalis.



تصنيف الأنواع الحراجية الخشبية في سورية حسب تحملها للظل.

غير وعديمة التحمل	متوسطة التحمل	متحملة	شديدة التحمل
Cupressus Sp. جنس السرو	*Cedrus libani* الارز اللبناني	*Abies cilicica* الشوح الكليلكي	*Abies pectinata* الشوح البكتيني
Quercus sp. جنس السنديان	*Castanea sativa* الكستناء	*Picea orientalis* التنوب الشرقي	*Fagus sylvatica* الزان الحرجي
Pistacia atlantica البطم الأطلسي	*Carpinus orientalis* الشرد الشرقي		*Acer saccharum* القيقب السكري
Juglans regia الجوز	*Alnus orientalis* النغت الشرقي		*Fagus orientalis* الزان الشرقي
Pinus sp. جنس الصنوبر			
Populus Sp. *and Salix* Sp. جنس الحور والصفصاف			

٤-الهواء (الرياح):

يعد الهواء عاملاً بيئياً أساسياً نظراً لاحتوائه على الغازات الضرورية اللازمة لاستمرار حياة الكائنات الحية، ولاسيما غاز الفحم الضروري للنباتات الخضراء في عملية التمثيل الضوئي، وغاز الأوكسجين الضروري لتنفس الأحياء.

تؤثر الريح في رطوبة الهواء، ودرجة حرارته، وفي رطوبة التربة، والتبخر والنتح، كما انها عامل أساس في نقل غبار الطلع والبذور، وتحدد غالباً توزع الأمطار الهاطلة وبالتالي تؤثر مباشرة في توزع الكائنات الحية.

إن ما يهم في دراسة الهواء هو:

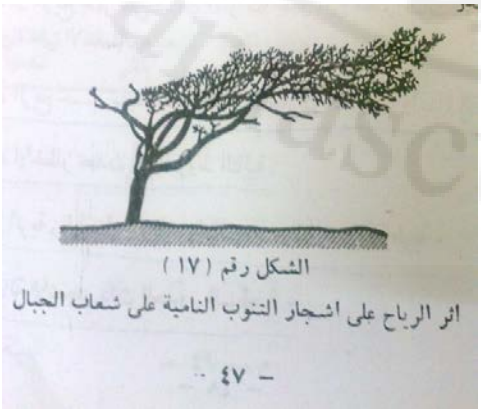
- حركة الهواء: التي تؤدي إلى تشكل الريح وانعكاسها على انتشار وتوزع الكائنات على سطح الأرض.
- تركيبه الغازي.

التأثير الفيزيولوجي للرياح:

إن الرياح الخفيفة تنشط التنفس والنتح والبناء الضوئي عند النباتات وذلك عن طريق تجديد الهواء وغاز ثاني أكسيد الكربون الموجود حول الأوراق. تسبب الرياح الشديدة انخفاض في عملية البناء الضوئي، وازدياد شدة التعرق مما يؤدي إلى زيادة احتياج الأشجار للماء في الوقت الذي يزداد فيه تبخر الماء من التربة أيضاً، أثبت Weisner أن رياحاً سرعتها (٣م/ثا) ترفع شدة التعرق بما يعادل (٢٠) مرة وتزداد هذه الشدة مع ازدياد سرعة الرياح ودرجة حرارتها وجفافها. تؤثر الرياح في جذع الشجرة بحيث يصبح شكله بيضاوي ومخه غير مركزي. إن الأوراق والأغصان والأفرع المعرضة للرياح تجف وتموت بينما تتابع في نفس الوقت البراعم والأغصان المحجوبة عن الريح نموها وهذا ما يعطي الشجرة شكلا مميزاً يشبه العلم (غابة مدخل حمص) مناطق مرور الرياح الدائمة فيلاحظ إنحناء الغابة بإتجاه الريح والتعرية من الأغصان في الإتجاه نفسه ، أما في أعالي الجبال فتنبسط الأغصان وتتسطح وتصبح قصيرة عندما تمر حركة الهواء من فوقها.



الشكل رقم (١٦)
اثر الرياح على اشجار الصنوبر النامية على شواطىء البحار



الشكل رقم (١٧)
اثر الرياح على اشجار التنوب النامية على شعاب الجبال

- ٤٧ -

تسبب الريح زيادة كبيرة في النتح كحال جنس *Zebrina* مؤدية لزيادة حاجة الأشجار للماء في الوقت الذي يزداد فيه تبخر الماء من التربة تحت تأثير هذه الرياح.



Zebrina

التأثير الميكانيكي للرياح:

يظهر التأثير الميكانيكي للريح في النبت خصوصا بالنسبة للمجموعات الحرجية التي تتلقى الضربة الأولى، إذ أن الضغط الناتج عن إنتقال الكتل الهوائية يزداد بشكل سريع مع زيادة سرعة هذا الإنتقال، وبالتالي يمكن أن نرى أهمية الضغط الشديدالذي يؤثر في جذوع هذه الأشجار وفي منطقة إرتكازها.

في الترب الرملية الخفيفة تسبب ذرات الرمل المنتقلة بسرعة كبيرة تحت تأثير الرياح أذى كبيراً للبراعم والنموات الحديثة، كما تسبب تشوهات كبيرة عند الأشجار الفتية ، كما أن هذه الرياح بشدتها يمكن أن تسبب إقتلاع الأوراق والأغصان من الجهة المعرضة للرياح **مسببة مع التأثير الفيزيولوجي السابق بإعطاء الشجرة شكل العلم.**

في المناطق الجبلية المغطاة بالثلج تسبب الرياح الشديدة إنتقال ذرات الثلج مؤدية لأضرار كبيرة في النبت الحراجي، إذتسبب الريح بحسب سرعتها في إنحناء الأشجار أو كسرها أو قلعها أحيانا، وهذا الخطر يتعلق بنوع التربة والنوع النباتي، فتتأثر قمم الأشجار نتيجة إحتكاكها ببعضها البعض بقوة مما يؤدي للحد من نموها .



فيما يخص الكائنات الأخرى فإن الرياح تحد من نشاط الحشرات كالبعوض والجراد الرحال ونمل الحصاد *Messon barabarous*.

إن تأثير الرياح على النبات أكثر مما هو عليه عند الحيوان وذلك لقدرة الحيوانات على الحركة والإنتقال.



نمل الحصاد *Messon barabarous*

إن الضغط الناتج عن انتقال الكتلة الهوائية يزداد بصورة سريعة مع ازدياد سرعة هذا الانتقال، فهو يزداد من ٣٠٠غ/م^{٢} بالنسبة لسرعة ١م/ثانية ليصل إلى ١٩٥ كغ/م^{٢} بالنسبة لسرعة ٤٠م/ثا.

تؤدي الرياح إلى إيقاف نشاط العديد من الحشرات: فالبعوض لا يستطيع الطيران عندما تتجاوز سرعة الرياح ١٢/كم / ساعة، ويتوقف الجراد الرحال أمام الريح، والذبابة المنزلية تختار الأماكن الهادئة لتستقر فيها، النمل لا يترك جحره عندما يكون هناك ريح.

إن تأثير الرياح يظهر على النبات أكثر من الحيوانات وذلك لقدرة الأخيرة على الانتقال. تسبب الرياح حسب سرعتها انحناء الأشجار أو كسرها وأحيانا اقتلاعها، إن هذه الأخطار تحدث في الشروط التالية: على أتربة رطبة، أو في المستنقعات حيث تكون التربة طرية، في حالة الأشجار ذات الجذور السطحية، تتعرض أشجار عريانات البذور (المخروطيات) لأضرار الاقتلاع أكثر من مستورات البذور نظراً لأنها تحتفظ بأوراقها في الفترات التي تكون فيها الرياح قوية أي في الشتاء، على أتربة سطحية جداً.

إن التأثير الميكانيكي للريح يظهر بوضوح عندما تنتقل حبيبات الرمل في المناطق الصحراوية والساحلية، أو عندما تنتقل ذرات الثلج في المناطق الجبلية المغطاة بالثلوج. حيث يؤذي هذا الانتقال كثيراً البراعم والنموات وتسبب عند الأشجار الفتية تشوهات كثيرة.

يقلل المجتمع النباتي كثيراً من سرعة الرياح ليس فقط داخل المجتمع نفسه بل على مسافة كبيرة خارج حدوده (مصدات الرياح) تزيد عن عشرين ضعف ارتفاعه.

- **تركيب الهواء الغازي:**

- يعد الهواء مزيجاً من الغازات حسب النسب التالية:

- الآزوت ٧٨% (من حجم الهواء)
- الأوكسجين ٢١ %
- غاز الفحم ٠,٠٢%
- غاز الأورغون ٠،٠٩ %
- والباقي عبارة عن نسبة قليلة من غاز الهيدروجين والنشادر وثاني أكسيد الكبريت.

الأهمية البيئية للغازات:

على الرغم من أن الآزوت يشكل ثلاثة أرباع حجم الهواء إلا أنه لا يؤثر في النبات بشكل مباشر، لكن جذور النباتات تمتص الآزوت الموجود في التربة وبمساعدة بعض الجراثيم والبكتريا المثبتة للآزوت.

إن نسبة غاز الأوكسجين في الهواء مرتفعة وهو ضروري جداً لعملية التنفس في النبات. إذ يؤدي نقصه عن حده الطبيعي إلى خلل في الشدة التنفسية عند النباتات، أما إذا ازداد تركيزه فإنه يؤدي إلى خفض معدل التركيب الضوئي وزيادة معدل التنفس.

إن نسبة غاز الفحم ضئيلة في الطبيعة (٠،٠٣% من حجم الهواء الجوي) إلا أنها تلعب دوراً هاماً في حياة الأحياء، وخاصة في عملية التركيب الضوئي عند النباتات، بحيث تستهلك هذه النباتات ثلث كميته الموجودة في الهواء. ويتم تجديده من خلال التنفس ومن احتراق المواد العضوية.

ملاحظة: يمكن أن تزداد كمية غاز الفحم في فصلي الخريف والشتاء مقارنة بفصلي الربيع والصيف وذلك لقلة التركيب الضوئي.

إن غاز الكبريت سام جداً للأحياء حتى لو وجد بكميات قليلة جداً، فقد وجد Zimmerman عام ١٩٣٤م أن معظم أنواع النباتات تتأثر سلباً لدى تعرضها لمدة ساعة واحدة إلى جو يحتوي على ١ جزء في المليون من هذا الغاز. فهو يؤدي إلى تخثر المواد الغروية في السيتوبلازما مما يسبب سقوط الأوراق في النباتات النامية بالقرب من المناطق الصناعية.

ملاحظة: إن النباتات لا تتأثر بهذا الغاز بشكل متساو، فالأشجار ذات الأوراق المتساقطة تتحمل غاز الكبريت أكثر من النباتات الدائمة الخضرة، لهذا يفضل تشجير المدن وبالقرب من المناطق الصناعية بأنواع عريضة الأوراق نظراً لقدرتها على امتصاص أكبر كمية من هذا الغاز السام، وفي نهاية فصل النمو تسقط هذه الأوراق وتظهر عوضاً عنها أوراق جديدة.

يمكن أن نذكر هنا أهم الأنواع الأنواع الحراجية والخشبية المحلية والأجنبية القاومة للرياح والتي من الممكن إستخدامها كمصدات للرياح لحماية المناطق والمزروعات من الرياح وذلك حسب استعمالها ضمن الظروف البيئية المناسبة:

مقاومة الأنواع الحراجية للرياح:

عريضات الأوراق

Casuarin cunninghamiana, Populus alba F roumi, P. n F hamoui, R. pseudoacacia,

Gledditsia triacanthos, Maclura aurantica, Eleagnus angustifolia, Eucalyptus

camaldulensis, Eu. gomphocephala, Morus alba, Acacia cyanophylla, A. farnesiana,

Ceratonia siliqua, Pinus. canarrinsis, Tamarix articulata, Neurium oleandre

المخروطيات

Cupressus sempervirens var horizontalis, C. s. var pyramidalis, C. arizonica, C. macrocarpa

تأثير العوامل الأرضية

تعد العوامل الأرضية أقل أهمية من عوامل المناخ، لكن عوامل التربة مع ذلك تؤدي دوراً كبيراً في حياة الكائن الحي وفي توزعه، إذ تحدد العوامل الأرضية توزع الكائن ضمن مجال إنتشاره الطبيعي، كحال الشوح الكيليكي *(Abies cilicica)*. إذ أن التربة تثبت الأشجار وتعطيها الماء والعناصر الغذائية اللازمة لنموها وإستمراريتها.

في كل الأحوال فإن شجرة معينة مهما كانت متكيفة مع المناخ فإنها لاتعطي نتائج تربوية وإقتصادية جيدة إذا كانت تنمو في تربة لاتناسبها، إذ أن أي خلل في خصائص التربة [الفيزيائية والكيميائية] يؤثر في نمو الشجرة وتطورها، كما يمكن أن يؤدي إلى موتها في بعض الحالات.

الخواص الفيزيائية للتربة

١. عمق التربة: إن نمو النباتات يتعلق لدرجة كبيرة بحجم التربة الموضوع تحت تصرف جذورها، فكلما ازداد عمق التربة، كلما ازدادت كمية الماء والعناصر المعدنية الموضوعة تحت تصرف الأشجار، وبالتالي يعد عمق التربة عاملا اساسيا من عوامل خصوبة التربة، إذ إن الأشجار ذات الجذور العميقة تحتاج أتربة عميقة لتنتج بشكل جيد [إذ أن زراعتها على أتربة سطحية يؤدي لتوقف نموها وتسطح قمتها] كحال النوع الصنوبر البروتي *Pinus brutia* .

كما أن كثير من الحيوانات [كديدان الأرض] تقضي الفصل الجاف مغروسة في أعماق التربة.

هناك بعض الأنواع النباتية التي يمكن أن تكتفي بتربة سطحية وتعطي مردوداً لابأس به، رغم أن نموها وإنتاجها يكون أفضل إذا توفرت لها تربة عميقة مثل:

Pinus halepensis, Pinus brutia, Acacai cyanophylla, Cupressus sempervirens, Cupressu arizonica, Robinia pseudoacacia, Quercus calliprinos….

من جهة أخرى هناك أنواع تتطلب ترب عميقة كي تنمو جيدا مثل:

Populus alba .F. roumi, Populus nigra .F. hamoui, Populus euramericana, Pinus radiata, Abies cilicica, Cedrus libani, Quercus pseudocerris

تستطيع أن تتكيف كثيرا مع عمق التربة*Eucalyptus* ملاحظة: إن أنواع الأوكاليبتوس

٢. قوام التربة: وهو يعبر عن التركيب الميكانيكي للتربة، أي مجموع العناصر الأولية التي تتألف منها التربة من غضار وسلت ورمل.....، ولقوام التربة أهمية كبيرة بالنسبة للكائنات التي تعيش في التربة، إذ **تظهر الأنواع ميلاً تفضيلياً لأنواع معينة من الترب :**

. يرقات غشائيات الأجنحة تتطلب أتربة عميقة [لاتستطيع العيش في أتربة كثيرة الحصى]

. تعيش أنواع من القشريات بين حبيبات الرمل البحرية. ، وبعضها يفضل الرمل الناعم كالقفالة *Praires* . بعض أنواع المحار تفضل الرمل الخشن كالشاطئية *Palourdes*

تشكل الترب الثقيلة الغضارية ذات البنية السيئة وذات النفوذية الضعيفة للماء وللهواء وسطًا غير مناسب لنمو الأنواع النباتية عامة، ولكن يوجد بعض الأنواع التي يمكنها العيش في مثل هكذا ظروف، كحال أنواع الأوكاليبتوس والتاكسوديوم:

Eucalyptus camaldulensis, Eu. gomphocephala, Taxoduim distichum

تكون الترب الرملية الخفيفة جداً والتي تكثر فيها المسامات غيرالشعرية عالية النفوذية، وكذلك حارة وجافة، وهي تشكل وسطاً لايلائم سوى عدد قليل من الأنواع النباتية التي يمكنها العيش في مثل هذه الترب، كحال:

Pinus pinea, Pinus canariensis, Acacia cyanophylla, Acacia farnesina,

Tamarix sp, Ceratonia siliqua

ملاحظة: تفضل الأنواع النباتية الترب ذات القوام المتوازن، وتظهر أهمية القوام في مرحلة إنتاش البذور.

٣. نفوذية وتهوية التربة: إن الترب ذات النفوذية الجيدة تسمح بتنفس الجذور وإمتصاص والعناصر المعدنية، إذ أن الإمتصاص في الترب ذات التهوية الجيدة يكون أسرع بكثير منه في الأتربة رديئة التهوية، وتستطيع جذور بعض النباتات أن تستفيد لنفسها من الأكسجين المنحل في الماء إذا كانت كميته كافية، كما في المياه الباردة والمتجددة بصورة مستمرة [وجود طبقة مائية أرضية ناتجة عن نهر مثلا] كحال الأنواع :

Populus alba .F. roumi, Populus. nigra .F. hamoui, Populus. euramericana, Platanus orientalis, Fraxinus syriaca

ملاحظة: كل المخروطيات حساسة جدا لغمر التربة بالماء، وهي تحتاج لترب جيدة التهوية كي تعطي إنتاجاً جيداً عدا بعض الأنواع مثل التاكسوديوم سابق الذكر ، لكن بعض عريضات الأوراق تستطيع النمو في ترب مغمورة بالماء وحتى الراكدة منها، ونذكر منها أنواع الأوكاليبتوس المختلفة.

٤- ماء التربة: ويقصد بها كمية الماء الماء الموجود في التربة والموضوعة تحت تصرف الكائنات الحية، وتتعلق بجملة من العوامل [قوام وبنية التربة، الهطولات المطرية، عمق المياه الأرضية، والغطاء النباتي....]. تعد رطوبة التربة من العوامل الأساسية في وجود الكائنات، ويظهر ذلك في الاختلاف الكبير بين كائنات الترب الرطبة [حالة ديدان الأرض التي تعيش في الأتربة الرطبة]، والجافة [حالة كثير من يرقات الحشرات التي تموت في الرطوبة العالية].

بالنسبة للنباتات كلما كانت التربة رطبة كان تفرع جذوره أقل عكس الترب الجافة، إذ تتفرع الجذور وتمتد لمسافات بعيدة بحثا عن الماء [كحال النوع البروزوبيس *Prosopis juliflora*]

ملاحظة: الرطوبة العالية تؤخر الأزهار والإثمار عند النباتات [إذ تطول الفترة الأعاشية للنمو]

الخواص الكيميائية للتربة

١- الكلس في التربة

- يعد من العناصر الأساسية للكائنات الحية، وهو يوجد بأشكال مختلفة [مركبات عضوية، مركبات معدنية.....] .

- تحتاج بعض الحيوانات للكلس بشكل أساس، كحال مزارع الدجاج المقامة على أراض فقيرة بالكلس.

. تزداد غزارة بعض الأنواع مثل معديات الأرجل ذات القواقع في المناطق الكلسية أكثر من المناطق الأخرى [صحراء سيناء]. لكن زيادة كربونات الكلس الفعالة في التربة تغير من خصائص التربة مثل :

. زيادة PH التربة.

– تحويل الحديد لشكل غير قابل للأمتصاص للسبب السابق (مرض الكلوروز – Chlorose).

. تثبيت الفوسفور في التربة بشكل غير قابل للإمتصاص.

إن أغلب الأشجار في بلدنا متحملة للكلس في التربة، مع وجود أنواع نافرة (كارهة للكلس) كحال النوع الكستناء *Cactanea sativa*

من الأنواع الأخرى المنتشرة في سورية والتي تستطيع العيش في ترب كلسية، نذكر:

Eucalyptus gomphocephala, Eu. Occidentalis Araucaria excelsa, Acacia cyanophylla, A. farnesiana, Biota orientalis, Cupresuus arizonica, Gleditsia triacnthos, Robinia pseudoacacia, Juglans rigia, Maclura aurantica

٢- ملوحة التربة

يعد الصوديوم من العناصر السامة لأغلب النباتات كونه:

- يؤثر في بنية التربة ويجعلها غير ثابتة، وتصبح التربة كتيمة سيئة النفوذية للماء والهواء.

. يزيد الصوديوم من قيمة الضغط الأسموذي في محلول التربة، ويجعلها جافة فيزيولوجياً.

-إن زيادة تركيز الصوديوم في التربة يضعف نمو بكتيريا الأزوت في التربة [تأثير سام في الأحياء الدقيقة]

- تؤثر الملوحة الزائدة في نمو النباتات فتصبح صغيرة، كما تضمر أوراقها، وتحترق الحواف (تؤدي لتغيرات مورفولوجية وتشريحية في مستوى سماكة وحجم الأوراق كحالة نبات القطن.)

ملاحظة: توجد أنواع متحملة للملوحة [أليفة ملوحة] لاتنتش بذورها جيداً إلا إذا أحتوت التربة على نسبة معينة من الملوحة، كحال النوعين *Suaeda ; Salicornia*. والتوت الأبيض Morus alba والحور الفراتي *Populus euphratica*

٣- PH التربة

لهذا العامل وتغيراته تأثير كبير في توزع النبت ونموه، وفي نمو البذور والغراس في المشاتل. إن تغير قيم هذا العامل نحو القلوية أو نحو الحموضة يسبب مشاكل عديدة للغراس [البادرات] كالذبول، ونقص امتصاص الحديد، والمنغنيز، وتقليل حركة الفوسفور في النبات، وكذلك الحد من نمو الميكوريزا وتطورها

في التربة، كما تسبب نقصاً في تمثيل الكالسيوم والبوتاسيوم والفوسفور في النبات، وتسبب الغسيل السريع للأزوت في التربة، وزيادة إنحلال العناصر النادرة في محلول التربة.

يمكن للأشجار الحراجية أن تعيش ضمن حدود واسعة من PH مقارنة بالنباتات العشبية نتيجة قدرتها على إرسال جذورها عميقا وذلك للمستويات التي تناسبها من الحموضة.

ملاحظة: الأنواع الحساسة للحموضة الشديدة كالزان *Fagus sylvatica* لاتنبت بذورها على ترب حامضية، بل تحتاج لترب معتدلة.

ملاحظة: الأنواع الأليفة تكون ذات جذور غنية بالميكوريزا، والتي تؤمن تغذية آزوتية مناسبة في الترب الحامضية.

العوامل الطبوغرافية

تؤثر العوامل الطبوغرافية في المناخ (رطوبة وحراة وإضاءة ورياح..) وخواص التربة، وبالتالي تحدد توزيع الكائنات الحية داخل منطقة جغرافية معينة، ويلاحظ في الطبيعة اختلاف انتشار الكائنات حسب الارتفاع عن سطح البحر وحسب اتجاه السفح وميل الأرض .....إلخ.

١- تأثير الارتفاع عن سطح البحر:

يؤدي الارتفاع عن سطح البحر إلى تبدلات في عناصر المناخ، إذ تنخفض درجة حرارة الجو بمعدل ٠،٥٨ درجة مئوية لكل ١٠٠م ارتفاع عن سطح البحر، وتنخفض درجة حرارة التربة، وتشتد الرياح، كما يشتد الإشعاع الشمسي في فترات الصحو، وتزداد كمية الأمطار، وترتفع الرطوبة النسبية.

تؤثر هذه التغيرات في توزيع النباتات، كما تؤثر في نمو النباتات وشكلها، إذ يقل النمو الطولي بصورة واضحة، وينخفض النمو القطري للساق، وتطول فترة نمو الشجرة وتطورها، بحيث تحتاج لفترة أطول للوصول إلى عمر الاستثمار الاقتصادي، كما تزداد نسبة الأغصان والفروع، ويقترب تاج الشجرة تدريجياً من الأرض، ويبتعد ساق الشجرة أكثر فأكثر عن الشكل الأسطواني.

٢- تأثير الميل (درجة الانحدار):

يؤثر الميل في قوام التربة وعمقها وتركيبها الكيميائي نتيجة انجراف عناصر التربة، كما يؤثر في جريان الماء على سطح الأرض، وفي تصريفها، وبالتالي يؤثر في محتواها المائي. بصورة عامة يمكن القول بأن نمو النباتات يكون أفضل على أتربة ذات ميل معتدل منه على أرض مستوية، لأنه في هذه الحالة يكون تصريف المياه جيداً مما يجعل الأتربة أكثر ملاءمةً لحياة النباتات.

٣- تأثير اتجاه السفوح (المعرض):

يحدد اتجاه السفح كمية الأشعة الشمسية الواصلة إلى موقع معين، وهي بدورها تؤثر في درجة حرارة ورطوبة الجو المحيط بالتربة. ففي نصف الكرة الشمالي وعلى درجات العرض الخاصة بمنطقتنا، يلاحظ أن الأشعة الشمسية تسقط على الأرض بشكل مائل على السفوح الشمالية أكثر منها على السفوح الجنوبية والتي تصيبها الأشعة بشكل قريب من العمودي، وعليه تكون السفوح الجنوبية حارة وجافة نسبياً، إذ تبدأ النباتات نموها باكراً، كما تكون الحرائق أكثر خطورة على هذه السفوح، و التربة تصبح أكثر عرضة للتدهور.

العوامل الأحيائية

تكلمنا سابقاً عن العلاقة بين الكائنات الحية المختلفة والعوامل غير الحية (مناخية، أرضية وطبوغرافية)، وسنتابع هنا دراسة العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية، وهو ما يشكل الوجه البيولوجي لعلم البيئة.

من المعلوم إن الكائنات الحية لا تعيش لوحدها بشكل أفراد منعزلة عن بعضها بعض، بل توجد أفراد كل نوع ضمن تنظيم معين **يعرف بالجماعة**، والتي لا تعيش بمعزل عن غيرها، بل توجد مرافقة أو مجاورة لجماعات أخرى بحيث تقوم بينها علاقات مختلفة من قريب أو بعيد، ويطلق على تجمع الجماعات المختلفة اسم **المجتمع**، كالمجتمع النباتي والحيواني ، وترتبط هذه الجماعات ضمن المجتمع من خلال جملة من العلاقات التي تربط فيما بينها، لينتج ما يطلق عليه تسم المجتمع الحيوي الذي يضم المجتمعين النباتي والحيواني، ويشكل وحدة خاصة، إذ يكون لأفراده علاقة متبادلة فيما بينها.

المجتمع الحيوي (Biocenosis) = المجتمع النباتي (Phytocenosis) + المجتمع الحيواني (Zoocenosis)

إن علم البيئة الاجتماعية (Synecology) هو اساس علم البيئة الحديث، إذ يعطي لهذا العلم هويته وشخصيته التي تميزه عن فروع العلوم الأخرى، وهو يتضمن علم بيئة الجماعات (Population Ecology)، وعلم بيئة المجتمعات (Community Ecology).

إن وجود الكائنات الحية واستمرارها يرتبط ويتحدد اساساً بالتنافس فيما بينها ومع غيرها من الكائنات الحية أو الجماعات أو المجتمعات الأخرى أكثر من ارتباطه بالتأثير المباشر (على أهميته) للعوامل المناخية والترابية والطبوغرافية.

العلاقات البيولوجية المتبادلة بين الكائنات الحية

(العوامل الأحيائية)

يجب التمييز بين نمطين من العلاقات المتبادلة بين الكائنات الحية التي تعيش قي بيئة معينة:

- العلاقات بين أفراد تابعين للنوع نفسه (تأثير المجموعة، تأثير الكتلة، التنافس..).
- العلاقات بين أفراد تابعة لأنواع مختلفة (الحياد، التنافس،التعايش،التعاون، التطفل.....).

وهذه العلاقات بشكليها السابقين تنظم منشأ وشكل وتركيب النبت الطبيعي ، إضافةً لطبيعة حياة وانتشار الحيوانات المختلفة.

يتركز الاهتمام في دراسة الجماعة على فهم أسباب الاختلاف والتغيرات في توزيع وغزارة، أو وفرة مختلف الجماعات مكانياً وزمانياً ، وهذا ما يعرف بدراسة ديناميكية الجماعة Population dynamics.

ويمكن التعبير عن وضع أو حالة الجماعة بصفات أو متغيرات تشمل: الكثافة، وأنموذج التوزع، والتركيب العمري، وشكل النمو. وتختلف هذه المتغيرات مكانياً وزمانياً، ولذلك تسمى بمتغيرات حالة الجماعة، ويعود هذا الاختلاف لتأثر هذه المتغيرات بفعاليات الجماعة المختلفة كمعدلات الولادة والوفاة والانتشار (الهجرة والهجرة المعاكسة) ، ويمكن التعبير عن العلاقة بين حالة الجماعة وفعالياتها بالمعادلة الديموغرافية التالية:

الحجم المستقبلي للجماعة = حجم الجماعة الحالي + معدل الولادة – معدل الوفاة + الهجرة – الهجرة المعاكسة

العلاقات البيولوجية المتبادلة بين أفراد تابعة لأنواع مختلفة:كما ذكر سابقاً، لا يعيش أفراد الجماعة بمعزل عن الجماعات الأخرى بل يوجد بينهم تفاعل يأخذ عدة أشكال وتأثيرات (ضارة أو مفيدة)، أو قد لا يكون هناك أي تأثير على الإطلاق، ويمكن تلخيص أنماط التأثيرات بالآتي:

- **الحياد Neutralism**
- **التنافس Competition**
- **التعايش Mutualism**
- **التعاون الأولي (البدائي) Protocooperation**
- **المشاركة Commensalism**
- **التضاد Amensalism**
- **التطفل Parasitism**
- **الافتراس Predation**

وقبل التطرق لهذه المفاهيم (التداخلات أو التفاعلات) يجب ملاحظة الآتي:

- هناك تفاعلات سلبية (تأثر سلبي لإحدى الجماعتين) كالتنافس والتضاد، وهناك تفاعلات إيجابية (فائدة لإحدى أو كلتا الجماعتين) كالتعايش والمشاركة.
- توجد مثل هذه التفاعلات بين الجماعات النباتية والحيوانية وبين الأولى من طرف والثانية كطرف آخر، كأن يحدث التضاد عندما يرعى حيوان ما نبات سام من أحد المراعي، إذ يتضرر الحيوان وقد يموت، في حين لا يتأثر النبات إلا بفقد الجزء المأكول منه.

- **الحياد Neutralis:** ويعني عدم تأثر جماعة ما نتيجة جوارها لجماعة أخرى، وهي حالة مثالية قلما توجد في الطبيعة، إذ من النادر جداً أن توجد مثل هذه العلاقة بين جماعتين، لأن وجود كائن حي بجانب آخر لابد أن يكون له تأثير بشكل أو بآخر.
- **التنافس Competition:** يعرف بشكل شامل على أنه كل علاقة متبادلة ضارة تنشأ بين نوعين أو أكثر، وبالتالي يعني الصراع من أجل الحصول على ما هو ضروري من الوسط،

ويعني الدفاع عن مصدر ما من قبل كائن حي، بحيث يقلل من توفر هذا المصدر للأحياء الأخرى، والتنافس علاقة ذات أثر سيء في الكائنات، وتعد أحد العوامل المرتبطة بالكثافة في تنظيم الجماعة. وعليه في هذا النمط من العلاقات فإن كل نوع يؤثر في الآخر بطريقة تضر به، ويحصل التنافس بين النوعين من أجل البحث عن الغذاء أو الملجأ.....

ويمكن التمييز بين نوعين من التنافس هما:

- **التنافس المباشر:** أي أن نوعاً ما يؤثر في آخر بمجرد وجوده معه في البيئة نفسها، كإفراز مادة سامة في الوسط مثلاً، وفي هذه الحالة ليس من الضروري أن يستخدم النوعان الموارد البيئية نفسها، لذلك لا يفضل بعض الباحثين عده تنافساً حقيقياً بما للكلمة من معنى بل هو أقرب لمفهوم التنافر.
- **التنافس غير المباشر:** ويمثل التنافس الحقيقي، أي حالة تزاحم نوعين أو أكثر على الموارد نفسها من غذاء ومسكن.....

ينص قانون Gause (١٩٣٤)، أو ما يسمى بمبدأ الاستبعاد بالتنافس أنه إذا تشابهت أو تماثلت الظروف المعيشية لنوعين فلا يمكنهما الاستمرار أو الوجود معاً. ولإ يضاح ذلك لابد من شرح مفهوم العش البيئي والمسكن.

مفهوم العش البيئي Niche:

هو مجموعة الخصائص البيئية للنوع، أو شروط وجوده كافةً من حيث المسكن، وطريقة استغلاله للمكان، أو الدور الوظيفي الذي يؤديه، بمعنى أوضح فإن العش البيئي ليس إلا الصورة المتكاملة للمتطلبات البيئية للنوع ضمن المجتمع، وهذا ما يعبر عنه بأن لكل نوع عش بيئي مميز، أو هو الوضعية الوظيفية للكائن الحي داخل مجتمعه ونظامه البيئي

يقسم العش البيئي إلى مفهومين:

العش البيئي الأساسي: ويشمل جميع الأماكن والوظائف التي يمكن للنوع أن يشغلها أو يقوم بها.

العش البيئي الفعلي: يشمل جميع الأماكن والوظائف التي يشغلها النوع تحت ظروف منافسة الأنواع الأخرى له.

وكلما كان النوع ذوعش بيئي واسع ازدادت فرص نجاحه وسيادته على الأنواع الأخرى ذات العش البيئي الأضيق، وذلك بسبب تحمل وتأقلم النوع واسع العش البيئي لمختلف معطيات الوسط، وبالتالي إزاحة الأنواع الأخرى. أخيراً يمكن القول أن: **العش البيئي ما هو إلا الدور الوظيفي الذي يلعبه النوع أوالمهنة التي يشغلها في مكان محدد ضمن الشروط البيئية التي يوجد فيها المجتمع.**

- **المسكن Habitat:**

إن المسكن لكائن ما هو المكان الذي يعيش قيه هذا الكائن، وما يتميز به هذا المكان من خصائص بيئية معينة وما يحويه من موارد غذائية مختلفة لتأمين متطلبات استمرار حياته، ومسكن كائن ما هو المكان الذي يتوجب الذهاب إليه لمصادفته وجمعه والتعرف عليه.

يمكن اختصار ذلك بالقول أن لكل مجتمع حيوي مسكنه، والمسكن هو عنوان الكائن الحي أو مكان إقامته، أما العش البيئي فهو وظيفته أومهنته وعمله ضمن مجموعة الأنواع التي يعيش معها في المجتمع الحيوي.

- **التعايش–Symbiose / Mutualism** : هو علاقة إجبارية بين كائنين حيين تابعين لنوعين مختلفين، وهنا فإن كل نوع لا يمكن أن يبقى على قيد الحياة وينمو ويتكاثر إلا بوجود الآخر، كتعايش بعض النباتات المزهرة مع بعض أنواع الطيور أو الحشرات والحيوانات. وكمثال على

ذلك: تعايش بعض أنواع النمل مع أشجار الأكاسيا ذات الأشواك المنتفخة، إذ يتغذى النمل على الرحيق الذي تفرزه الغدد الرحيقية الورقية، وبالمقابل تقوم الشغالات بحراسة النبات ومهاجمة جميع الحشرات والأجسام الغريبة التي تقترب منه، كذلك تقوم جماعات النمل بتنظيف الأعشاب والحشائش حول سوق الأشجار، بحيث يحمى النبات والنمل من خطر انتشار الحرائق الموسمية.

ومن الأمثلة المهمة عن التعايش نذكر الميكوريزا (Mycorrhizae)، وهي من أنواع الفطريات التي تتعايش مع جذور بعض النباتات الراقية كالفصيلة الصنوبرية والكازورينية والصفصافية والزانية وغيرها..، بهدف المنفعة المتبادلة إذ تقدم لها النباتات الكربوهيدرات والمواد العضوية الناتجة من عملية التمثيل الضوئي، في حين تسهم الميكوريزا من خلال هيفاتها الفطرية في تحسين الشروط الغذائية والمائية للنباتات التي تتعايش معها من خلال زيادة سطح الامتصاص لجذور هذه النباتات.

كما يعد التأبير Pollination شكلاً مميزاً وخاصاً من أشكال التعايش بين النباتات المزهرة وبعض أنواع الحشرات كالنحل مثلاً،إذ تمتلك النباتات صفات تمكنها من جذب هذه الحشرات لأزهارها، وبالتالي انتشار حبات الطلع بين الأزهار المختلفة .

- **<u>التعاون Cooperation:</u>** هنا يشكل النوعان مجموعة لكن يمكنهما أن يعيشا بشكل منفصل، إلا أن كل منهما يجد مع ذلك بعض الفائدة، وكمثال على ذلك اشتراك عدة أنواع من الطيور في عش مشترك بما يسمح للجميع بتحسين شروط بقائه ودفاعه ضد الأعداء.

ويمكن تمييز مايسمى التعاون الأولي أو البدائي (protocooperation)، وهو عبارة عن علاقة تنشط أو تحفز كلا النوعين أو الكائنين، لكنها ليست إجبارية، لأن النمو العادي لكلا الفردين /أو النوعين يمكن أن يستمر في غياب هذه العلاقة.

- **المشاركة Commensalism:** هو وجود نوع مستفيد ونوع عائل لا يجني أية فائدة، وهنا الأنواع المشاركة تتحمل بعضها البعض. وكمثال على ذلك نقل حيوان صغير بوساطة حيوان كبير أثناء الهجرة مثلاً هو نوع من أنواع المشاركة.

إذا تمثل المشاركة تفاعل بين نوعين بحيث يحفز نمو أو تطور نوع دون تأثر النوع الآخر، ويدخل ضمن مفهوم المشاركة، الآتي:

- **التعلق الميكانيكي:** وكمثال على ذلك نمو بعض النباتات المتسلقة على السطوح النباتية (السوق والأغصان)، بحيث لا تستفيد هذه الأحياء غذائياً من النباتات المضيفة بل تستخدمها كمكان للمعيشة، يهدف ذلك إلى تعريض النباتات المعلقة نفسها للضوء أو الرطوبة الجوية.
- **التعلق البيئي:** ومثالها النباتات التي تنبت بذورها عند توفر الظل لها تحت غطاء نباتات أخرى.
- **التعلق التطفلي:** ويؤدي إلى اختناق النبات العائل، مثل نبات التين الخانق الذي يهدد شجرة النخيل، إذ تنتش بذوره على النخيل، ومن ثم يرسل جذوره باتجاه التربة، ويبدأ المجموع الخضري بالنمو حتى يصل إلى كثافة تمنع الضوء عن النخيل، مما يؤدي إلى هلاكه وبقاء المتطفل (أي التين). وتجدر الإشارة إلى أن بداية هذه العلاقة وصفت بالمشاركة وانتهت بالتطفل.

- **التضاد (التنافر) Amensalism:** هنا يقوم نوع ما بالحد من نمو وانتشار نوع آخر (تثبيط نمو وتكاثر)، وذلك بتحوير الوسط لمصلحته، إما بإفرازه المباشر لمواد كيميائية في الوسط (مثال: إفراز جذور الأروكاريا *Arucaraia excelsa* والجوز *juglans regia* وغيرها لهذه المواد)، أو بتطاير هذه المواد أو غسلها بفعل الأمطار من السطوح النباتية (تطاير الزيوت الأساسية من نبات الشيح *Artemisia*).

تختلف علاقة التضاد عن التنافس في أن الأولى تعتمد في عملها على إفراز مواد كيميائية في الوسط، في حين أن الثانية تعتمد على استنفاذ المواد من الوسط.

- **التطفل Parasitism:** وهو عبارة عن علاقة بين نوعين من الأحياء تكون لمصلحة أحد الطرفين على حساب الطرف الآخر، ويسمى الكائن الذي يعتمد في الحصول على غذائه من الكائن الأول بالمتطفل، والطرف الثاني بالعائل.

في التطفل يؤثر الكائن الأصغر عادة نمو عائله وتكاثره، كما يعتمد عليه في غذائه، وقد يؤدي في حالات متقدمة من التطفل غلى موته.

يمكن أن يكون المتطفل نباتاً أو حيواناً، وقد يكون ذا تطفل داخلي أو خارجي، وبعضها دائم، وبعضها الآخر متطفل مؤقت، وهناك نوع أخر من التطفل يسمى **التطفل الاجتماعي**، إذ أن بعض الطيور تقوم بإلقاء بيضها في أعشاش أنواع أخرى من الطيور، وبذلك تضمن إكثار نوعها بسهولة ودون عناء على حساب الآخر

- **الافتراس Predation:** كغيره من العلاقات بين الجماعات ليس إلا شكلاً من أشكال انتقال الطاقة، إذ يمثل تفاعلاً مباشراً ومعقداً بين نوعين أو أكثر، وبه يقوم كائن بالتغذي على كائن آخر بغض النظر عن الحجم ، أي يقوم النوع المفترس باقتناص فريسته ليتغذى عليها (الاسد والنمر يفترسا الغزلان والحمير البرية وغيرها...) .

كلما ازداد حجم الجماعة المفترسة نقص حجم الجماعة الأخرى (جماعة الضحية) تدريجياً إلى مرحلة تنعكس فيها الحالة، إذ تزداد أعداد جماعات الضحايا ليتبعها زيادة في حجم الجماعة المفترسة، وهذه الزيادة أو النقصان تؤدي إلى تأرجح في أعداد الجماعتين. ويؤدي المفترس دوراً بيئياً مهماً في حياة

الفرائس، إذ يكون عنصراً فعالاً في الاصطفاء الطبيعي للجماعة، وذلك بتخليص القطيع من الأفراد الضعيفة، وبتركيز الصفات الجيدة في القطيع للوصول إلى الفرد القادر على الاستمرار في المعيشة.

نشوء وتطور المجتمعات:

المجتمع Community: هو مجموعة من الجماعات الحية (نباتية أو حيوانية) التي تعيش في وسط ما، وترتبط وتتفاعل بعضها مع بعض بالعديد من الروابط المنظمة لتشكل معاً وحدة بيئية مميزة التركيب والمحتوى والتطور والدور والعلاقات مع الوسط.

من أهم صفات المجتمع، نذكر الآتي:

تركيب المجتمع: يتضمن ملاحظة أشكال النمو والحياة في المجتمع، التطبق العمودي، والتطبق الأفقي، وأشكال النمو والحياة في المجتمع، وعموماً، يمكن تصنيف الأحياء حسب الشكل، والتركيب، أو حسب طبيعة تأقلمها مع الوسط، أو بحسب تطورها.

التطبق العمودي: وتظهر مختلف المجتمعات توضعاً معيناً أو اختلافاً في التوزع الرأسي، فالأنواع المختلفة تتوزع على ارتفاعات مختلفة فوق سطح الأرض أو تحت سطح الماء. تبعاً لذلك، تتناقص الشدة الضوئية عبر هذا التطبق من ١٠٠% فوق مستوى النباتات جميعاً إلى أقل من ١٠% في أدنى طبقات المجتمع، ويعود هذا التناقص إلى امتصاص وحجز الأحياء المختلفة للأشعة الشمسية.

التطبق الأفقي: هو انتشار وامتداد الأنواع (النباتات) في مكان ما، ويتعلق هذا التطبق بطبيعة تكاثر النباتات، فمثلاً تتوزع النباتات ذات البذور الخفيفة بصورة أوسع من النباتات ذات البذور الثقيلة أو من النباتات ذات التكاثر الخضري، كذلك يمكن أن تتوزع النباتات حسب توفر النور، كما أن لطبيعة التربة

من حيث التركيب والمحتوى الرطوبي أثر مهم بالنسبة لتوزع الأحياء، إضافة إلى أثر العلاقات القائمة بين الجماعات ودورها في تركز الأنواع من حيث اعتماد نوع على آخر.

تسمى المنطقة التي يجتمع فيها مجتمعان ويتداخلان معاً **بالإيكوتون Ecotone** أو الحدود البيئية، ويمكن تمييز الأنواع التالية:

إيكوتون مفاجئ (انتقال مفاجئ): ينتج عن اختلافات كبيرة في الظروف البيئية، بحيث يكون الانتقال من مجتمع لآخر مفاجئاً كتغير نوع التربة مثلاً.

إيكوتون حاد: ينجم هذا النوع من الانتقال عن تنافس النباتات.

إيكوتون مختلط: وفيه تنتشر النباتات المنافسة القوية على طرف الإيكوتون حتى أبعد نقطة يمكنها العيش فيها، بحيث تبدأ أفراد المجتمع الثاني بالسيادة بعد هذه النقطة.

سيادة الأنواع: يطلق على الأنواع بأنها سائدة نظراً لكثرة أو وفرة أفرادها أو كبر حجمها، أو احتلالها لمعظم المواقع في الوسط، أو إسهامها الكبير في انتقال الطاقة أو العناصر الغذائية، أو بأي طريقة أخرى تمكنها من السيطرة على الأنواع الأخرى في المجتمع، والتي تسمى بالأنواع المرافقة.

تسمية المجتمعات: يعد الشكل المظهري من أهم طرائق تحديد وتسمية المجتمعات، وتسمى المجتمعات باسم الكائن الحي السائد في غالب الأحيان، فنقول غابة مخروطية أو عريضة أوراق، أو مجتمعات البراري، أو مجتمع الكثبان الرملية.

تطور المجتمعات (التعاقب):

التعاقب البيئي: هو مجموعة الخطوات والمراحل المتعاقبة والتي بموجبها يحتل مجتمع ما ذو متطلبات بيئية خاصة موقع مجتمع آخر عبر الزمن حتى الوصول إلى المجتمع المتوازن والذي يدعى بمجتمع الأوج Climax، ويكون المجتمع الأوجي في حالة توازن ديناميكي مع البيئة المحيطة.

وتسمى مجموعة المجتمعات التي توالت على موقع ما حتى الوصول إلى **مجتمع الأوج بالمجتمعات العرضية أو الانتقالية.**

يمكن تمييز نمطين للتعاقب: التعاقب الأولي، والتعاقب الثانوي.

- **التعاقب الأولي:** يطلق هذا التعبير على توالي المجتمعات على أرض عارية جديدة لم تسبق أن غزتها النباتات من قبل، ويبدأ هذا التعاقب بنباتات تسمى النباتات الرائدة ، ويسير ببطء ليصل إلى مرحلة الأوج.
- **التعاقب الثانوي:** يعرف بغزو النباتات لموقع ما سبق وأن وجدت فيه مجتمعات أوجية أو مجتمعات عرضية وتهدمت هذه المجتمعات لسبب ما (حرائق، رعي جائر، قطع جائر،...).

كما يصنف التعاقب أيضاً إلى:

- **تعاقب تقدمي:** وذلك عندما تظهر مجتمعات معقدة ومتنوعة، وبالتالي زيادة في رطوبة الموقع وظهور ترب متطورة
- **تعاقب تراجعي:** وذلك عندما يقود إلى مجتمعات بعيدة عن الأوج ذات تركيب بسيط، أو قليلة الأنواع.

إن العامل الأساس في توجيه التعاقب هو المناخ، عدا بعض الحالات، إذ تنشأ مجتمعات أوجية تحت تأثير التربة (الأوج الترابي) ، أو تحت تأثير الطبوغرافية (الأوج الطبوغرافي)، وبذلك تنشأ مجتمعات أوجية متعددة ضمن منطقة ذات مناخ واحد.

أمثلة على التعاقب ومراحله المختلفة:

التعاقب الأولي: يمر هذا التعاقب على اليابسة بعدة مراحل هي:

- **مرحلة الحزازيات القشرية:** تعد الحزازيات القشرية الكائنات الوحيدة التي يمكنها استيطان الصخور العارية، وتمتاز هذه النباتات بقدرتها على امتصاص ماء المطر والاحتفاظ بجزء منه، وتقوم بإفراز CO_2 الذي يتحد مع الماء ويكون حمض الكربون الضعيف، والذي يقوم بدوره بتفتيت الصخور، وبذلك فإن نشاط هذه الأحياء يؤثر في الوسط ويحوره ليصبح وسطاً ملائماً لانتشار أنواع أخرى.
- **مرحلة الحزازيات الورقية:** نتيجةً لتشكل كمية من التربة في شقوق الصخور تنتشر هذه الحزازيات وتظلل سابقتها، فتختفي الحزازيات القشرية تحت تأثير الظل لتتحلل وتصبح مادة عضوية، ويتحسن نتيجة لذلك الوضع المائي، ويزداد تآكل وتفتت الصخور في هذه المرحلة.
- **مرحلة الطحلبيات القائمة الجافة:** تنتقل أبواغها بفعل الرياح، بحيث تتوضع على الصخور وتنافس الحزازيات الورقية على الماء والغذاء، وفي هذه المرحلة تصبح التربة أكثر سماكة، بحيث تتمكن بعض الأعشاب الجفافية من غزو الموقع.
- **مرحلة الأعشاب:** بعد أن تبلغ التربة حداً معقولاً من التطور وتتحسن ظروف الوسط، تقوم بعض الأنواع العشبية الجفافية بغزو الموقع، والتي غالباً ما تكون حولية وقزمة. وفي هذه المرحلة،

تواصل جذور النباتات فعلها في التربة من حيث تفتيت الصخور، وزيادة المادة العضوية، وبذلك تتحسن شروط الوسط ليصبح أقل جفافية.

- **مرحلة الجنبات:** مع تحسن شروط الوسط، تنتقل بذور بعض النباتات الخشبية بفعل الرياح والحيوانات إلى الموقع، وتكون المنافسة شديدة في المراحل الأولى بين الأعشاب والجنبات لتنتهي بسيطرة الجنبات. في هذه المرحلة، تستمر جذور النباتات الخشبية بتشكيل التربة، ويقل التبخر نتيجة كثافة الغطاء النباتي، ويصبح الموقع مناسباً لغزو الأشجار.
- **مرحلة الغابة الأوجية:** وهي مرحلة الأشجار، بحيث يختلف تركيب الغابة من منطقة إلى أخرى، فتكون أوجية جافة في المناطق الداخلية من سورية (غابة البطم الأطلسي)، ورطبة في المناطق الجبلية الساحلية/ الغابات الساحلية (غابة الشوح والأرز).

التعاقب التراجعي: هو تدهور الأوج وتراجعه ليصل إلى أحد المراحل المذكورة سابقاً. وتجدر الإشارة إلى أنه، في حال التراجع عن مرحلة النباتات العشبية المعمرة (مرحلة نبات البلان الشوكي *Poterium*) سيكون هناك صعوبة كبيرة في تأمين عودة الأوج إلى وضعه الطبيعي.



أظهر عالم البيئة Clements ست مراحل للتعاقب وهي:

- ظهور أرض جديدة عارية (في حالة التعاقب الأولي) ، أو خراب النظام البيئي وتهدمه في مكان ما بالنسبة للتعاقب الثانوي.
- هجرة البذور والأبواغ وأعضاء التكاثر الخضرية من المواقع المجاورة إلى المواقع الجديدة، علماً بأن هذه الأعضاء التكاثرية قد تكون موجودة في المواقع المهدمة بيئياً.
- مرحلة الانبات والنمو: وتثبيت النباتات لنفسها في الموقع.
- مرحلة المنافسة بين النباتات المتمكنة في الموقع.
- تحوير وتطوير النباتات للبيئة.
- مرحلة الأوج Climax.

<u>ملاحظات بيئية حول التعاقب:</u>

كلما اتجهنا باتجاه الأوج توضحت وازدادت أهمية المظاهر الآتية:

- الكتلة الحية.
- تعقيد الشكل المظهري (الهيئة).
- تخزين العناصر الغذائية في الكتلة الحية.
- أهمية دور المحللات والمفككات (أحياء التربة) في دورات العناصر.
- رطوبة واتزان عناصر الموقع.
- استقرارية المجتمع وذلك نظراً لطول فترة تعمير الأنواع.
- تنوع الأنواع أو تباينها، وتناقص الإنتاجية الصافية للنباتات وتكون الأعشاش البيئية أكثر ضيقاً وتخصصاً.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University