المحاضرة الأولى: مقدمة إلى التنوع البايولوجي **Introduction to Biological Diversity**

ما هو التنوع البايولوجي؟

يشير التنوع البايولوجي إلى التنوع الشامل لجميع الكائنات الحية على كوكب الأرض، بما في ذلك النباتات، الحيوانات، الفطريات، والكائنات الدقيقة ، ويشير أيضا إلى الجماعات التي تشكلها والمواطن التي تعيش فيها.

يتجلى هذا التنوع في أشكال متعددة والتفاعل في ما بينها، من الكائنات المجهرية التي لا تُرى إلا بالمجهر إلى الأشجار العملاقة والحيتان الضخمة. ينتشر التنوع البايولوجي في جميع البيئات، في الصحارى ، المحيطات، الأنهار، الغابات. ولا يزال العدد الفعلي لأنواع الكائنات الحية مجهولًا، حيث تتراوح التقديرات بين 5 إلى 80 مليون نوع، بينما يُرجح أن يكون العدد الأقرب إلى الواقع حوالي 10 ملايين نوع.

تُعد المناطق الاستوائية من أغنى مناطق العالم من حيث التنوع الأحيائي، إذ تحتوي على أعداد هائلة من الحشرات، الثدييات، والنباتات، مقارنة بالمناطق المعتدلة والقطبية. بنحو ثلاثة إلى ستة أضعاف. كذلك تعتبر المناطق الإستوائية من أغنى المناطق بالثدييات والنباتات المختلفة. كما تُعد الأراضي المستنقعات من بين النظم البيئية الأكثر إنتاجية للتنوع البيولوجي ، رغم النظرة السائدة التي تصفها بأنها بيئات غير مرغوبة لأنها تأوي الحشرات وتشكل تهديدا للصحة العامة. في الواقع، تلعب هذه الأراضي دورًا مهمًا في تنظيم الدورة المائية في مناطق عديدة وتوفير بيئة ملائمة لتكاثر العديد من الأنواع من النباتات والحيوانات.

مستويات التنوع البايولوجي.

يمكن تقسيم التنوع البايولوجي إلى ثلاثة مستويات متداخلة:

1- **التنوع النوعي** Species diversity

ويشير إلى تباين الأنواع الحية من نباتات وحيوانات وفطريات وكائنات دقيقة وغيرها من الكائنات الحية. ويشير هذا المستوى إلى عدد أنواع الكائنات الحية التي تعيش على رقعة ما من سطح الكرة الأرضية، وتوزيعها النسبي، والأنواع السائدة فيها.

2- **التنوع الجيني** Genetic diversity

ويشير إلى التنوع الجيني في النوع الواحد أو. التباين الجيني تحت النوع الواحد، أو مجموعة من الأنواع الحية.

3- **التنوع البيئي** Ecosystem diversity

و يشير إلى جميع المواطن البيئية. تباين النظم البيئية المختلفة للكائنات الحية الموجودة على الكرة الأرضية مثل الغابات الاستوائية أو المعتدلة، والصحاري الباردة أو الحارة، والمواطن البيئية الرطبة، والجبال، والشعب المرجانية، الخ... ويمثل كل نظام بيئي سلسلة من العلاقات المتبادلة المعقدة الموجودة بين المكونات الحية للنظام كالنباتات والحيوان وبين المكونات غير الحية للنظام والتي تشمل أشعة الشمس والهواء والماء والمواد المعدنية والعناصر الغذائية.

العوامل المؤثرة في التنوع البايولوجي :

1. عوامل غير حيوية Abiotic factors :

أ- العوامل البيئية Environmental factors : وتشمل العديد من العوامل ففي البيئات اليابسة مثلا تلعب درجات الحرارة والرطوبة والضوء والرياح دورا مهما في التنوع البايولوجي ، كما تؤثر بعض العوامل البيئية في البيئات المائية تأثيرا ملحوظا مثل الضغط ودرجة الملوحة والعكورة والضوء والتيارات المائية وغيرها .

ب- المساحة : من المعلوم أن ازدياد المساحة يزيد من التنوع البايولوجي في المنطقة البيئية Habitat والعكس صحيح .

ج- الزمن Time : بلا شك أن الزمن يلعب دوراً أساسياً مع المساحة في عملية التباين البايولوجي فكلما طالت الفترات الزمنية على المساحات المحددة كلما ازداد فيها عدد الأنواع وهذا مؤشر يعرف بنمو الجماعات .

د- التعاقب البيئي Ecological Succession : يزداد التنوع البايولوجي في التعاقب البيئي كلما اتجهنا نحو الذروة Climax وعليه فإن تتابع البيئات واختلافها من الأسباب المؤدية إلى التنوع البايولوجي .

هـ - التلوث Pollution : يؤثر التلوث تأثيرا واضحا في الغالب على التنوع البايولوجي فالمتأمل في التلوث النفطي والحراري على شواطئ البحار والمحيطات ورمي المخلفات الصناعية والبشرية فيها إلا دليلا على تأثيرها على التواجد الحيوي في تلك البيئات ، كذلك التطور الصناعي على نطاق وسائل النقل والاتصالات والمعدات والأجهزة المنزلية إلا دليل آخر على تأثيرها على الكائنات الحية وبالتالي تأثيرها على التنوع البايولوجي .

2. عوامل حيوية biotic factors :

أ- الانقراض Extinction : ويعتبر من أهم الأسباب التي أدت إلى التغير في التنوع البايولوجي وبالرغم من أنه عملية طبيعية إلا أنه ازداد في الوقت الحاضر ، ومن أهم الأسباب التي أدت إلى ذلك وعلى سبيل المثال :

- الصيد Hunting ووضع المصائد .
- إدخال الحيوانات إلى بيئات جديدة Feral domestic and introduced animals .

- التغيرات البيئية عن طريق تحطيم البيئات Habitat alteration : وهذا من العوامل الحديثة التي أدت إلى التقليل من المساحات المناسبة للحيوانات باختلافها وبلا شك أن كثيراً من تحوير البيئات يجعلها غير مناسبة لأنواع معينة مما يضطرها إلى الهجرة أو الهلاك مما يقلل من التنوع البايولوجي فيها .

- القضاء على الآفات والحيوانات المفترسة Predator and pest control .

- حركة مرور الحيوانات Animal traffic .

- النشاطات البشرية .

ب- الافتراس Predation : إن دور الافتراس في التنوع البايولوجي يتبلور باتجاهين الأول أن توفر الفرائس يدعم تواجد فرائس جديدة في البيئة تؤثر إيجابيا في التنوع البايولوجي ، والثاني أن دور المفترسات في حفظ تعداد الفرائس إلى مستوياتها الدنيا يؤدي بالتالي إلى حفظ حدة التنافس بينها إلى أقل حد وبالتالي يؤدي ذلك إلى دخول فرائس أخرى في مجال المنافسة لتدعم وجود أعداد جديدة من المفترسات في البيئة .

ج- الهجرة Migration : تؤثر الهجرة بنوعيها سواء للداخل (الاستيطان) أو للخارج (الاغتراب) في التباين البايولوجي حيث نلاحظ أن الهجرة إلى الداخل تزيد من معدل التباين البايولوجي بينما نجد أن الهجرة إلى الخارج تقلل من التباين البايولوجي .

د- التنافس Competition : ويعرف بأنه علاقة عدائية كنتيجة للاستخدام المتبادل لموارد طبيعية محدودة في الموطن البيئي يرتبط التنافس بعنصرين أساسيين يؤديان إلى توضيح مدى ارتباط التنافس بالتنوع البايولوجي وهما :

1- مدى أتساع الوحدة البيئية Niche breath لكلا النوعين .

2- حجم التداخل Niche overlap في الوحدة البيئية لكلا النوعين، حيث أن هناك قاعدة بيئية تشير إلى أن الأنواع التي تعيش في منطقة معينة مع بعضها البعض وتتداخل في أعشاشها البيئية غالبا ما تتنافس على نفس الموارد وكثيرا ما يقوم أحدها بإزاحة الآخر ويطلق على هذه الظاهرة بالإقصاء التنافسي Competitive exclusion .

أهمية التنوع البايولوجي

تزود البيئة الطبيعية الانسان بالظروف الأساسية التي لا يستطيع العيش بدونها. فهو يحتاج لأن يتنفس، وأن يأكل، ويشرب، ويسكن في مكان آمن، ويحصل على كل ذلك من الطبيعة.

1. الأهمية البيئية:

1-. تزود النباتات الكائنات الحية مثل الطيور، والحشرات، وغيرها من النباتات والحيوانات، وللفطريات، والكائنات الحية الدقيقة بالمسكن والغذاء.

2- تساعد الحشرات والخفافيش والطيور وحيوانات أخرى في تلقيح الأزهار.

3- تعمل الطفيليات والمفترسات كضوابط طبيعية لحجم مجتمعات الكائنات الحية الأخرى.

4- تعمل العديد من الكائنات الحية مثل ديدان الأرض والبكتيريا على إعادة تدوير المواد العضوية والمحافظة على خصوبة التربة.

5- تأخذ النباتات ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي وتزوده بالأكسجين. إذ تقوم الغابات مثلا بامتصاص ثاني أكسيد الكربون من الجو مما يجعلها من العوامل الهامة في تقليل التغير المناخي العالمي.

6- تقلل المواطن الرطبة من الآثار الضارة للسيول بسبب قدرتها على الإحتفاظ بالماء، كما أنها تعمل على تنقية الجداول المائية عن طريق تخليصها من الرواسب والأملاح المعدنية والمواد الغذائية والملوثات.

2. الأهمية الاقتصادية:

1- **الغذاء**: يقوم الانسان بصيد العديد من الأنواع (كالغزلان والطيور والأسماك) أو جمعها (كالفواكه والمشروم والزعتر والخ)، أو زراعتها (كالقمح والذرة والخضار)، أو إكثارها في مزارع مائية (كأسماك السلمون). ومن المثير للاهتمام أن من بين ال 80000 نوعا وهو عدد النباتات الصالحة للأكل، يستخدم الإنسان أقل من 30 منها لتلبية 90 % من احتياجاته الغذائية.

2- **الوقود**: يعتبرالخشب والفحم مثالان على المصادر الطبيعية التي يستخدمها الانسان لانتاج الطاقة.

3- **المسكن والملبس**: يستعمل الخشب وغيره من منتجات الغابات (مثل البلوط والصنوبر) كمواد بناء. وتستخدم الألياف كالصوف والقطن لعمل الملابس.

4- **الدواء**: يحصل الانسان على العقاقير الطبيعية والمصنعة من الكائنات الحية (البنسلين من الفطريات، والكوديين من الخشخاش، والكوينين من لحاء الكينا) ومن أمثلة النباتات المستخدمة في الطب الشعبي: المريمية، والبابونج، والكركم وغيرها.

5- **منتجات أخرى**: مثل الورق وأقلام الرصاص التي تؤخذ من مواد خام تزودها الكائنات الحية الموجودة على الكرة الأرضية.

3. فوائد غير مباشرة:

أ. توفير مياه نقية للشرب: لا تزيد نسبة المياه التي يمكن استعمالها مباشرة والموجودة على الكرة الأرضية عن 1% من المياه الموجودة عليها. وأما الباقي فيتكون من ماء مالح (97 %) أو جليد (2 %). وتعمل الغابات الموجودة في العالم بصورة متواصلة على سد النقص في المياه التي نستعملها للشرب.

ب . هواء للتنفس: تمتص النباتات الموجودة حول العالم غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء الجوي وتطلق الأكسجين إليه. وتحتاج جميع الكائنات الحية تقريبا الأكسجين في تنفسها.

ت . حفظ خصوبة التربة: تقوم الكائنات الحية الدقيقة بتدوير المواد العضوية في التربة وبالتالي تحافظ على خصوبتها.

ث . تلقيح الأزهار: تقوم أنواع من الحشرات والطيور والخفافيش بنقل حبوب اللقاح من نبات إلى آخر (أو من جزء من النبات إلى جزء آخر) مما يساعد على إخصاب محاصيل الفاكهة والأزهار.

4. الأهمية الثقافية:

أ. تستخدم النباتات والحيوانات كرموز، فعلى سبيل المثال تستخدم على أعلام الدول، واللوحات، والتماثيل، والصور، والطوابع، والأغاني، والقصص الخرافية.

ب . أهمية جمالية وأخلاقية. حيث يبعث النظر إلى الأزهار وشمها السرور في نفس الانسان، كما يسعده الاستماع إلى الطيور وهي تغرد. وأما الأهمية الأخلاقية –باعتبار الإنسان أحد عناصر البيئة – فتكمن في أن الكائنات الحية الأخرى لها الحق في الحياة والبقاء والاستمرار.

5 - genetic reserve التنوع البايولوجي مخزون وراثي إذ يمكن استخدام هذا المخزون في تربية النبات والحيوان (مثلا عن طريق الهندسة الوراثية ونقل الجينات).

المحاضرة الثانية: التصنيف والتسمية العلمية للكائنات الحية Taxonomy and Scientific Nomenclature

علم التقسيم(التصنيف) TAXONOMY: –

هو العلم الذي يهتم بتشخيص وتسمية الكائنات الحية وتقسيمها الى مجاميع , واشتقت كلمة Taxonomy من Taxis وتعني ترتيب و Nomos وتعني قانون أي قانون الترتيب . أما كلمة Biosystematics فمشتقة من كلمة يونانية معناها نظم التقسيم التي أوجدها علماء التاريخ الطبيعي الاوائل .

ويهدف هذا العلم إلى:

1- ترتيب وتصنيف الكائنات الحية في مجاميع متشابهة حتى يسهل دراستها.
2- يعني بتسميتها حتى يسهل التعرف عليها بين المشتغلين في الهندسة الزراعية و العلوم.
3- كما يعني هذا العلم بالكشف و الإشارة الى درجة التشابه والاختلاف بين مجاميع الكائنات المختلفة وما يترتب على هذا التشابه والاختلاف من علاقة بين هذه المجاميع.

أهمية علم التصنيف وعلاقته بالعلوم الاخرى

يهتم تصنيف الأحياء بالدراسة العلمية لتنوع الكائنات الحية والعلاقات بين هذه الكائنات , والغرض الاساس منه هو ترتيب هذه الأحياء بشكل متسلسل ومنظم .

يعتمد تصنيف الأحياء على صفات هذه الكائنات وتأتي دراسة هذه الصفات من علوم الأحياء المختلفة منها علم البيئة Ecology والفسلجة Phsiology والكيمياء الحياتية Biochemistery والوراثة Genetics وعلم المظهر Morphology والمناعة Immunology وغيرها من العلوم .

ان أهم ما يتضمنه تصنيف الأحياء هو وصف الكائنات الحية وتسميتها وتصنيفها وتشخيصها وتحديد العلاقات بينها وبالتالي تسهيل التعامل مع الكائنات الحية واعطاء معلومات كافية عن صفاتها وتقديم المعلومات الكافية للعاملين في مجالات الهندسة الزراعية و العلوم.

اللغة العالمية للتنوع الحيوي universal language of biodiversity

ويختلف الاسم العلمي عن الشائع بان الأول هو تسمية ثابتة وموحدة في كل العالم أما الشائع يمكن أن يتغير من منطقة إلى أخرى لذا فان الأسماء العلمية تعتبر هي المفاتيح الابتدائية للتصنيف وهو عبارة عن فرضيات مستندة على الأشياء (العينات) وصفاتها.

كما تعد الأسماء العلمية مفتاح التنوع الحياتي لذلك يعملون علماء التصنيف على إعطاء الاسم العلمي قيمة كبيرة من خلال تضمينه الكثير من المعلومات بحيث تعطي فكرة واضحة لمستعملي هذا الاسم عن النوع المعني.

المراحل التاريخية لنظام التصنيف

1- المرحلة القديمة أو الابتدائية :

وهي تبدأ من ما قبل التاريخ اتسمت بتعرف الإنسان على الكائنات الحية التي تعيش حوله مثل بعض الطيور وبعض اللبائن والحشرات والنباتات واهتم الانسان القديم بتلك الأحياء ذات العلاقة المباشرة به ، تعرف عليها باسلوبه الخاص وقد عرف من الحفريات ومن الرسومات على جدران الكهوف ومن النقوش القديمة أن الانسان كان على علم ببعض الخصائص المهمة لهذه الأحياء .

2- دراسة الأحياء المحلية :

هذه الفترة تميزت بإعطاء أسماء محلية أو أسماء علمية محلية Local Names للحيوانات والنباتات والفطريات وغيرها . هذه الأسماء مختلفة في لغتها ومدلولها من امة الى اخرى ومن بلد الى بلد ومن منطقة لاخرى وعندما تقدم علم الأحياء وازدادت معلومات الإنسان عن الأحياء أصبح من الصعب ان نحدد مدلولات تلك الأحياء لكثرتها لذلك أصبح من الضروري البحث عن نظام علمي موحد لتسمى به الأحياء .

3- مرحلة التسمية العلمية :

مرحلة لينايوس وهو حصيلة جهود علماء اخرين سبقوا لينايوس لكنه استطاع ان يضعه بشكل قانون منتظم يقبله الآخرين ونشره في الطبعة العاشرة لمؤلفه الموسوم بالنظام الطبيعي 1758 واعتبر هذه التاريخ مهم في التسميات العلمية حيث أن الاسماء التي وضعت في هذا التاريخ وبعده اكتسبت شرعية وأشار العالم في قانونه ليس الى الجنس والنوع وانما اشار للمراتب الاخرى مثل العائلة والرتبة والصنف وهذه المراتب لا زالت مستخدمة في التقسيم حتى وقتنا الحاضر .

4- التطور العضوي :

ظهرت نظرية التطور العضوي لدارون وقد اضافت النظرية مفهوم لعلم التصنيف يختلف عن المفهوم السابق الذي كان يقول أن النوع ثابت بينما النظرية تقول الكائنات الحية في تغير مستمر والأحياء الحالية متحررة من أسلاف مشتركة وهذا التغير يؤدي الى ظهور أنواع واشكال جديدة .

5- مرحلة الوراثة :

عندما ظهر علم الوراثة والذي اقترن باسم مندل وتبين أن هناك ما يسمى بالعوامل الوراثية يعود لها السبب في ظهور صفات الأحياء نتيجة تضريب الذكور في الاناث فقد أضاف هذا العالم أن تصنيف الكائنات الحية بالمراتب الدنيا الى العليا له علاقة بالجهاز الوراثي الذي تمتلكه

تلك الأحياء وهذا الجهاز هو المسؤول عن حفظ تلك الصفات أثناء مرورها من الأجداد الى الآباء وثم الاحفاد وعليه فالنوع يحوي مجموعة من الصفات محفوظة ولكن هذا النوع في مواجهة مستمرة مع ظروف البيئة واذا حصل تغير في الجهاز الوراثي هذا التغير سوف يحفظ في ذلك النوع ويمر الى الابناء وبذلك تتغير الأنواع باستمرار .

6- مرحلة التصنيف الحديث :

تتميز بمحاولة ايجاد مفهوم علمي محدد للنوع . ان التصنيف القديم كان يركز على النوع بمفهومه النمطي أو الطرازي أي ان النوع متمثل في كائن يحمل صفات هذا النوع . هذا المفهوم عديم الابعاد أهميته قليلة في معرفة العلاقة الطبيعية بين الأنواع والمجاميع فعلم التصنيف الحديث أراد أن يتخطى المفهوم النمطي ويعتمد على المفهوم السكاني للنوع بكل أبعاده كذلك يحاول ان يستنبط العلاقة الطبيعية بين مجاميع الأحياء مستند على مفاهيم العلوم الاخرى كالأجنة والوراثة والفسلجة هذا بالاضافة الى كون علم التصنيف اعتمد التصنيفات الحديثة حاله حال العلوم الاخرى

النظام الثنائي للتسمية العلمية (The Binomial System of Nomenclature)

نظام التسمية الثنائي الموحد عالميا للكائنات الحية وفيه يكون لكل نوع من الكائنات الحية اسما ثنائيا يعطى الاسم العلمي (Scientific name) لأي كائن حي يكتشف لأول مرة بإتباع النظام الثنائي للتسمية. ويعتبر العالم لينياس (Linnaeus) أول من وضع هذا النظام. والذي ينص على أن كل كائن حي يطلق عليه اسماً ثنائياً مكوناً على النحو التالي:

1 – الاسم الأول وهو اسم الجنس (Genus name)، الذي ينتمي إليه هذا الكائن، ويبدأ دائماً بحرف كبير (Capital Latter).

2 – الاسم الثاني وهو الاسم أو اللقب النوعي (Specific name)، أي الاسم الخاص بالكائن، ويبدأ بحرف صغير. والاسمان معاً (الجنس والنوع) هما الاسم العلمي للكائن الحي، ويكتبان بحروف مائلة أو يوضع تحتهما خط. مثلا عليها الذرة الشامي (Zea mays L.).

وتكتب الأسماء العلمية للكائنات الحية بصيغة مشتقة من جذور اللغة اللاتينية أو بصيغة لاتينية لاسم العالم المكتشف للكائن لأول مرة أو بنسبة ذلك للمكان أو إحدى الصفات المميزة للكائن وذلك للأسباب التالية:

1- لأنها كانت لغة عالمية للعلماء عندما وضع نظام التسمية الثنائي.
2- أما حالياً فهي لغة بائدة غير قابلة للتغيير وهذا يضمن ثبات الاسم وعدم تغيره.
3- كما أن ذلك يعطي لكل كائن اسماً علمياً معتمداً بين العلماء ومتعارف عليه بينهم بعكس الأسماء الدارجة (Common names) بين البدو والحضر التي تتغير من مكان لآخر بحيث يمكن أن يطلق عدة أسماء لنفس الكائن بين الشعوب والقبائل المختلفة.

طوائف التصنيف : Categories of classification :-

1- النوع :(Species) مجموعة من الكائنات المتشابهة في جميع صفاتها تتلاقح فيما بينها ولا تتلاقح مع الأنواع المختلفة الأخرى.
2- الجنس : (Genus) وتضم كل الأنواع المتشابهة في جنس واحد.
3- العائلة : (Family) تضم كل الأجناس المتشابهة في عائلة واحدة.
4- الرتبة : (Order) تضم كل العوائل المتشابهة في رتبة واحدة.
5- الطائفة : (Class) تضم كل الرتب المتشابهة في طائفة واحدة .
6- الشعبة : (Phylum) تضم كل الطوائف المتشابهة في شعبة واحدة
7- المملكة أو العالم (Kingdom)

أنظمة علم التصنيف

هناك ثلاثة أنماط للتصنيف هي :

أولاً : التصنيف الاصطناعي Artificial Classification

وهو أقدم أنواع التصنيف ويعد البابليون أول من وضع قوائم تدل تصنيف بدائي لحيوانات ونباتات , أما ارسطو فقد اعطى التصنيف على اساس التشابه في صفات مظهرية معينة . فالتصنيف الذي يرتكز على صفات مظهرية كاللون و العادات و الشكل الخارجي فهو تصنيف اصطناعي فمثلاً يقسم الحيوانات الى حيوانات برية و حيوانات مائية أو الى حيوانات اكلة اللحوم وحيوانات اكلة الاعشاب . ويعد العلماء العرب مثل القزويني والجاحظ و البصري أول من خطى بالتصنيف خطوات ملموسة نحو التصنيف الاصطناعي .

ثانياً : التصنيف الطبيعي Natural Classification

ويعتمد هذا التصنيف على ما بين الأحياء من تشابه طبيعي مثل التركيب الداخلي والتشابه في وظائف الأعضاء والتكوين الجنيني فضلاً عن المظهر الخارجي كما يعكس هذا التصنيف علاقة القرابة بين مجاميع الأحياء ويعكس أيضاً درجة الرقي والتطور لكل كائن حي وموقع هذا الكائن من سلم التطور مع بقية الكائنات القريبة والبعيدة وعليه فقد نجد نبات يعيش في الصحراء أقرب الى نبات مائي أو نبات جبلي من نبات يعيش معه في الصحراء .

ثالثاً : التصنيف التطوري أو النشوئي Evolutionary Classification

ويعد هذا النظام خطوة متطورة عن التصنيف الطبيعي حيث يرتكز على العلاقة الطبيعية والتطورية بين الأحياء لذلك فهذا النظام يرتب الأحياء في سلم تطوري يوضح نشوء بعضها من البعض الآخر مثل الشجرة والعائلة لذلك فهو يضع الأحياء البدائية والانواع التي تطورت منها . أما النظام المتبع حالياً فهو مزيج من التصنيف الطبيعي والتصنيف التطوري .

التنوع الوراثي والتطور

مقدمة :عمليات التطور
التطور هو العملية التي تحدّرت من خلالها الكائنات الحية الحديثة من أسلافٍ قديمةٍ. وهو مسؤولٌ عن كلٍ من التشابهات الملحوظة التي نراها عبر كلّ أشكال الحياة والتنوع المدهش لها. ولكن كيف يعمل بالضبط؟
يُعتبر الاختلاف الوراثيّ أساسياً للعملية، والذي من خلاله يمكن للقوى الانتخابية العمل ليحدث التطور. يتناول هذا القسم آليات التطور مُركِّزاً على:

- التحدُّر والاختلافات الوراثية القابلة للتوريث والتي تُمرر إلى الجيل التالي.
- الطفرة، الهجرة (انسياب الموروثات)، الانحراف الوراثيّ، والانتخاب الطبيعيّ كآلياتٍ للتغيير.
- أهمية التنوع الوراثيّ.
- الطبيعة العشوائية للانحراف الوراثيّ وآثار تقليل التنوع الوراثيّ.
- كيف يؤدي التنوع، التكاثر التفريقي، والوراثة إلى التطور بواسطة الانتخاب الطبيعيّ.
- كيف يمكن للأنواع المختلفة أن تؤثر على تطور بعضها من خلال التطور المشترك.

لقد عرّفنا التطور على أنه تحدر السلالة من سلفٍ مشتركٍ مع التعديلات. ولكن ما الذي تم تعديله فعلياً؟ فالتطور يحدث فقط عندما يكون هنالك تغيّرٌ في تكرار المورثات ضمن كتلةٍ سكانيةٍ مع مرور الوقت. إذ يمكن توريث هذه الاختلافات الوراثية ونقلها إلى الجيل التالي، وهذا ما يمثل الجوهر الحقيقيّ للتطور: تغيراتٌ طويلة المدى.

بمقارنة هذين المثالين على التغير في كتلٍ سكانيةٍ من الخنافس، أيهما مثالٌ على التطور؟

1. خنافسٌ بحميةٍ غذائيةٍ: لنتخيل عاماً أو عامين من الجفاف، حيث يوجد عددٌ قليلٌ من النباتات التي يمكن للخنافس أن تتغذى عليها.

تمتلك كل الخنافس نفس فرص النجاة والتكاثر، ولكن الخنافس في الكتلة السكانية ستكون أصغر بقليلٍ من الجيل السالف بسبب القيود الغذائية.

2. خنافس تمتلك لوناً مختلفاً أغلب الخنافس في الكتلة السكانية (لنفترض نحو 90%) تملك مورثاتٍ للون الأخضر اللامع، وعددٌ قليلٌ منها (10%) يملك مورثاً يجعلها تميل أكثر للون البنيّ.

تغيرت الأمور بعد عدة أجيال: فالخنافس البنية أصبحت أكثر شيوعاً مما كانوا ويمثلون حوالي 70% من العدد الكلي للخنافس.

أيّ مثالٍ يوضح الانحدار مع التعديل (أيّ التغير في تكرار المورثات مع الوقت)؟

إن التغير في الوزن بالمثال الأول حدث بسبب عوامل بيئيةٍ، وهي تناقص الغذاء، وليس بسبب تغيّرٍ في تكرار المورثات. ولذلك فالمثال الأول ليس تطوراً. فحجم الجسم الضئيل في هذه الكتلة السكانية لم يُحدد وراثياً، وسوف ينتج هذا الجيل ضئيل الحجم خنافساً ستنمو إلى الحجم الطبيعيّ لو توافرت كمياتٌ طبيعيةٌ من الغذاء .

أما تغير اللون في المثال الثاني فهو بالتأكيد تطورٌ: فهذين الجيلين من نفس الكتلة السكانية اختلفا وراثياً. ولكن كيف حدث هذا؟

التنوع الوراثيّ:

لم يكن لبعضٍ من الآليات الأساسية للتغير التطوريّ لتعمل بدون التنوع الوراثيّ. وهناك ثلاثة مصادر أساسيةً للتنوع الوراثيّ وسنتعرف عليها هنا:

1.الطفرات: هي تغيراتٌ في سلسة الحمض النووي الريبوزي منقوص الأوكسجين. فطفرةٌ وحيدةٌ بإمكانها إحداث تغييراتٍ كبيرةٍ، ولكن التغير التطوريّ يعتمد على تراكم العديد من الطفرات في حالاتٍ كثيرةٍ.

2.انسياب الموروثات: وهي عملية انتقال الموروثات بين الكتل السكانية، ويعتبر انسياب الموروثات أحد أهم مصادر التنوع الوراثيّ.

3.الجنس: باستطاعته إدخال العديد من التغييرات الوراثية للسكان. وعملية الخلط الوراثيّ تعتبر أيضاً مصدراً مهماً للتنوع الوراثيّ.

الطفرات:
هي تغيراتٌ في الحمض النووي الريبوزي منقوص الأوكسجين، وهو مصدر المعلومات الوراثية في الحياة. فالحمض النووي الريبوزي منقوص الأوكسجين يؤثر على مظهر الكائن الحيّ، سلوكه، ووظائف أعضائه، أيّ جميع جوانب الحياة. لذلك فإنه من الممكن أن يؤدي أيّ تغييرٍ في سلسلة الحمض النوويّ الريبوزي منقوص الأوكسجين للكائن الحيّ إلى تغييراتٍ في جميع جوانب حياته.

الطفرات عشوائيةٌ:
يمكن للطفرات أن تكون مفيدةً، محايدةً، أو ضارةً للكائن الحي، ولكن الطفرات لا تحاول أن تمد الكائن الحي بما يحتاجه. فالطفرات عشوائيةٌ في هذا الصدد، فاحتمالية حدوث طفرةٍ معينةٍ من عدمها لا يتعلق بمدى فائدة هذه الطفرة.

ليست كل الطفرات ضروريةً للتطور
هناك إمكانيةٌ لحدوث طفراتٍ في أماكن متعددةٍ، وذلك لأن كل الخلايا في أجسادنا تحتوي على الحمض النووي الريبوزي منقوص الأوكسجين. ولكن ليست كل الطفرات ضروريةٌ للتطور. فالطفرات الجسدية تحدث في الخلايا غير التناسلية ولا يمكنها أن تنتقل للنسل. فعلى سبيل المثال، اللون الذهبي في نصف التفاحة الحمراء حدث نتيجةً لطفرةٍ جسديةٍ، وبذور هذه التفاحة لا تحمل تلك الطفرة.

الطفرات الوحيدة المهمة للتطور واسع النطاق هي تلك التي يمكن تمريرها للنسل. وتحدث هذه الطفرات في الخلايا التكاثرية مثل البويضات والحيوانات المنوية، وتسمى بطفرات الخلايا الجنسية.
يمكن لطفرة الخلية الجنسية أن تُحدث عدة تأثيراتٍ:

1.لا تغيير يحدث في النمط الظاهريّ: بعض الطفرات لا تمتلك أيّ أثرٍ ملحوظٍ على النمط الظاهريّ للكائن. ويمكن أن يحدث هذا في عدة مواضع: فربما تحدث الطفرة في مجالٍ من الحمض النووي الريبوزي منزوع الأوكسجين الذي لا يمتلك وظيفةً، أو ربما تحدث الطفرة في منطقةٍ تُشفّر بروتيناً ما، ولكنها لم تؤثر على تسلسل الأحماض الأمينية للبروتين في النهاية.

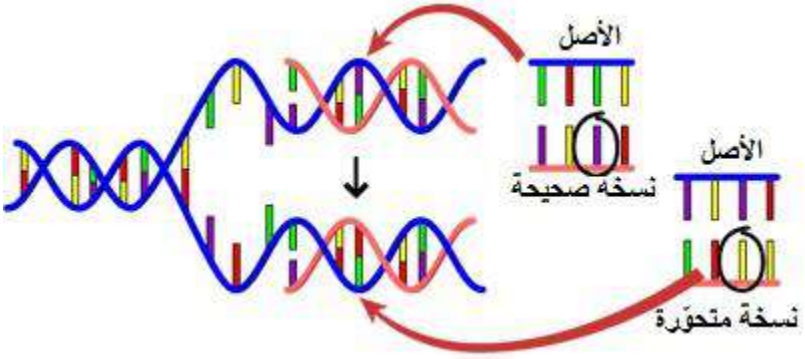
2.تغيرٌ صغيرٌ في النمط الظاهريّ: أدت طفرةٌ واحدةٌ إلى التفاف أذن هذه القطة للخلف قليلاً.

3.تغيرٌ كبيرٌ في النمط الظاهريّ: تسبب الطفرات الفردية بعض التغيرات المهمة جداً في النمط الظاهريّ مثل مقاومة الدي دي تي (مبيدٌ للبعوض) في الحشرات. وربما يكون للطفرة الفردية تأثراتٌ سلبيةٌ قويةٌ للكائن. وتسمى الطفرات التي تسبب الموت للكائن بالقاتلة، فلا يمكن للطفرات أن تكون سلبيةً أكثر من ذلك.

هناك بعض أنواع التغيرات التي لا يمكن للطفرات الفردية ولا المتعددة أن تسببها. فلا الطفرات ولا التفكير التواق سيجعل للخنازير أجنحةً. ولن تخلق الطفرات "سلاحف النينجا المراهقة المتحولة"، بل ستفعل ثقافة البوب ذلك فقط.

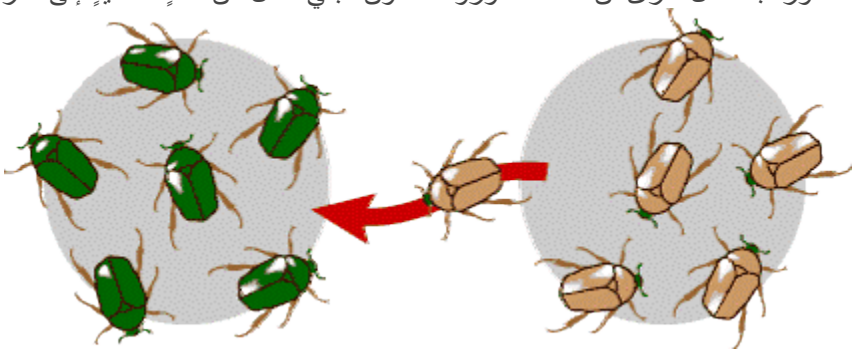
أسباب الطفرات:
تحدث الطفرات لأسبابٍ مختلفةٍ:

1.فشل استنساخ الحمض النووي الريبوزي منزوع الأوكسجين بدقةٍ :تحدث معظم الطفرات التي نعتقد بأهميتها للتطور "بشكلٍ طبيعيٍ". فعلى سبيل المثال، تنسخ الخلية حمضها النووي الريبوزي منزوع الأوكسجين عندما تنقسم، وفي بعض الأحيان لا تكون النسخة مثاليةً تماماً. ذلك الاختلاف الصغير عن تسلسل الحمض النووي الريبوزي منزوع الأوكسجين الأصلي هو طفرةٌ.



2.يمكن للتأثيرات الخارجية أن تخلق طفراتٍ :يمكن للطفرات أيضاً أن تَنتُج بسبب التعرض لموادٍ كيميائيةٍ أو إشعاعيةٍ محددةٍ. حيث تتسبب هذه العوامل في تكسّر الحمض النووي منقوص الأوكسجين. ولا يكون ذلك غير طبيعيٍ بالضرورة، فالحمض النووي منقوص الأوكسجين يتكسر حتى في أكثر البيئات عزلةً وتحفّظاً. وبالرغم من ذلك، قد لا تقوم الخلية بعملٍ متقنٍ في إصلاح الحمض النوويّ عندما تقوم به. لذلك سينتهي الحال بخليةٍ بحمضٍ نوويٍ مختلفٍ قليلاً عن الحمض النووي الأصلي، وبالتالي طفرةٌ.

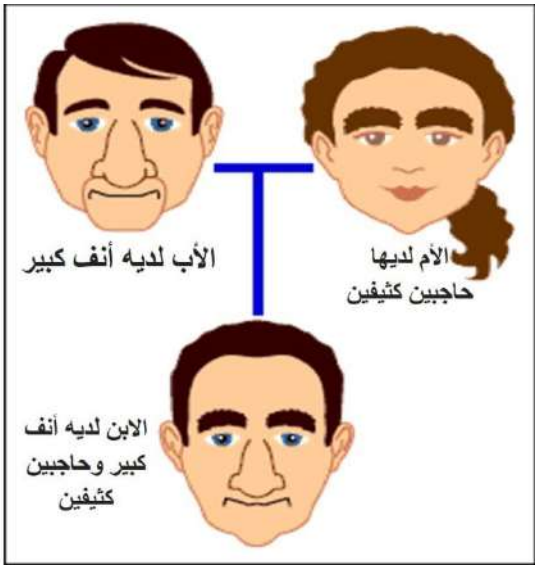
انسياب الموروثات:
انسياب الموروثات هو أيّ تحركٍ للأفراد و/أو المادة الوراثية التي يحملونها من كتلةٍ سكانيةٍ إلى أخرى، وتسمى أيضاً بالهجرة. ويشمل انسياب الموروثات الكثير من أنواع الأحداث المختلفة، كنفخ حبة لقاح إلى وجهةٍ جديدةٍ أو انتقال الناس إلى مدنٍ أو دولٍ جديدةٍ. فإذا كانت نسخ الموروث محمولةً إلى كتلةٍ سكانيةٍ لم توجد فيها هذه النسخ سابقاً، فإن انسياب الموروثات يمكن أن يكون مصدراً مهماً للتنوع الوراثيّ. وفي الصورة بالأسفل، ترى أن نسخة الموروث للتلوّن البني تنتقل من كتلةٍ سكانيةٍ إلى أخرى.



الجنس والخلط الوراثي

- **الجنس والخلط الوراثي:**

يمكن للجنس أن يقدم تجميعات موروثاتٍ جديدةٍ في الكتلة السكانية وهو مصدرٌ مهمٌ للتنوع الوراثي. فعلى الأرجح أنك تعرف من التجربة أن الأشقّاء ليسو متماثلين وراثياً مع والديهم أو مع بعضهم البعض (باستثناء التوائم المتماثلة بالطبع). وذلك لأن الكائنات الحية تُحدِث بعض "الخلط" الوراثيّ عندما تتكاثر جنسياً، مما يأتي بتجميعاتٍ جديدةٍ من الموروثات. فعلى سبيل المثال، ربما يكون لديك حاجبين كثيفين وأنفٌ كبيرٌ بما أن أمك تمتلك موروثاتٍ مرتبطةٍ بالحواجب الكثيفة وأبوك لديه موروثاتٌ مرتبطةٌ بأنفٍ كبيرٍ. ويمكن لهذه التجميعات أن تكون جيدةً، سيئةً، أو محايدةً. فإذا كان شريكك يميل لتجميعٍ من الحواجب الكثيفة أو الأنف الكبير، فأنت محظوظٌ وحصلت على تجميعٍ فائزٍ هذا الخلط مهمٌ للتطور لأن بإمكانه استحداث تجميعاتٍ جديدةٍ من الموروثات في كل جيلٍ. ولكن بإمكانه أيضاً تفريق تجميعاتٍ جيدةٍ من الموروثات.



.

نمو

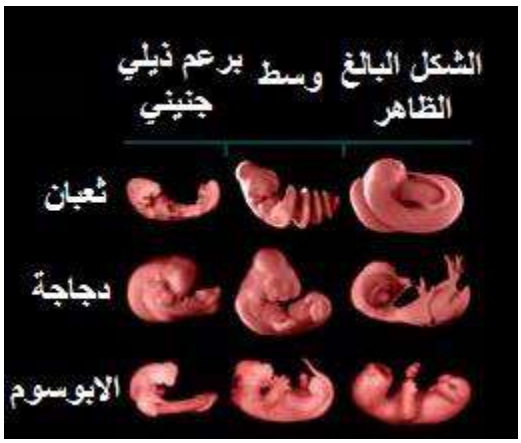
النمو هي العملية التي يصبح بها الجنين كائناً بالغاً ومن ثم يموت. وخلال النمو، يُعبّر النمط الظاهري للكائن عن النمط الوراثي، مما يعرض الموروثات إلى أثر الانتخاب الطبيعي. وتُعد دراسة النمو مهمةً للتطور الحيويّ لعدة أسبابٍ:

- **شرح التغيرات التطورية الكبيرة :**تؤثر التغيرات في الموروثات المتحكمة بالنمو بشكلٍ كبيرٍ على تشكّل الكائن البالغ. ويعتقد العلماء أن التغيرات في موروثات النمو ساعدت في جلب نطاقٍ كبيرٍ من التحولات التطورية بسبب الأهمية الكبيرة لهذه التأثيرات. فعلى سبيل المثال، ربما تساعد تغيرات النمو في توضيح كيفية تطور بعض الثدييات ذات الحوافر إلى ثدييات مستوطنةٍ للمحيطات، كيفية غزت نباتات المياه اليابسة، وكيف طورت بعض اللافقاريات المدرعة والصغيرة أجنحةً.

بإمكان طفرةٍ أخرى في موروثات النمو أن تتسبب في جعل أقدام ذبابة الفاكهة تأخذ المكان الطبيعي لقرني الاستشعار، كما هو موضحٌ على اليمين.

الطفرات في الموروثات التي تتحكم في نمو ذبابة الفاكهة يمكن أن تتسبب في تغيراتٍ كبيرةٍ في التشكل، مثل تكوين زوجين من الأجنحة بدلاً من واحد.

التاريخ التطوري :ربما يحتوي نمو الكائن الحي أدلةً حول تاريخه، والتي تُمكّن لعلماء الأحياء أن يستخدموها



- لبناء شجرةٍ تطوريةٍ.

- **الحد من التغير التطوري :**ربما تقيد عمليات النمو من التطور، مما يمنع بعض الخصائص من التطور في بعض السلالات. فعلى سبيل المثال، ربما يساعد النمو في توضيح سبب عدم وجود رباعيات الأرجل بستة أصابع فعلياً.

النمو

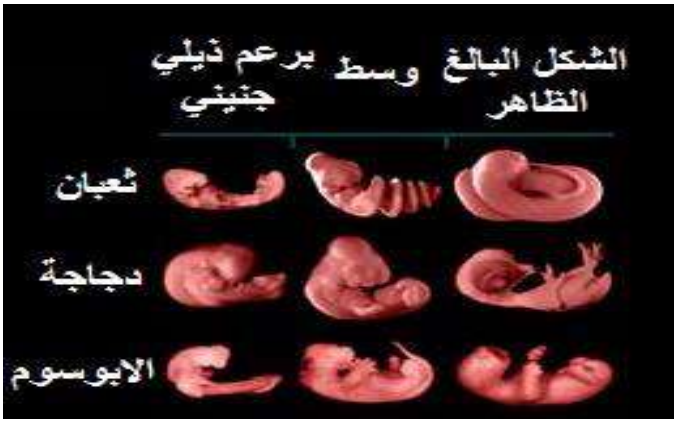
النمو هي العملية التي يصبح بها الجنين كائناً بالغاً ومن ثم يموت. وخلال النمو، يُعبّر النمط الظاهري للكائن عن النمط الوراثي، مما يعرض الموروثات إلى أثر الانتخاب الطبيعي. وتُعد دراسة النمو مهمةً للتطور الحيويّ لعدة أسبابٍ:

- **شرح التغيرات التطورية الكبيرة :**تؤثر التغيرات في الموروثات المتحكمة بالنمو بشكلٍ كبيرٍ على تشكّل الكائن البالغ. ويعتقد العلماء أن التغيرات في موروثات النمو ساعدت في جلب نطاقٍ كبيرٍ من التحولات التطورية بسبب الأهمية الكبيرة لهذه التأثيرات. فعلى سبيل المثال، ربما تساعد تغيرات النمو في توضيح كيفية تطور بعض الثدييات ذات الحوافر إلى ثدييات مستوطنةٍ للمحيطات، كيفية غزت نباتات المياه اليابسة، وكيف طورت بعض اللافقاريات المدرعة والصغيرة أجنحةً.

بإمكان طفرةٍ أخرى في موروثات النمو أن تتسبب في جعل أقدام ذبابة الفاكهة تأخذ المكان الطبيعي لقرني الاستشعار، كما هو موضحٌ على اليمين.

الطفرات في الموروثات التي تتحكم في نمو ذبابة الفاكهة يمكن أن تتسبب في تغيراتٍ كبيرةٍ في التشكل، مثل تكوين زوجين من الأجنحة بدلاً من واحد.

- **تعلم التاريخ التطوري :**ربما يحتوي نمو الكائن الحي أدلةً حول تاريخه، والتي تُمكِّن لعلماء الأحياء أن يستخدموها لبناء شجرة تطورية.



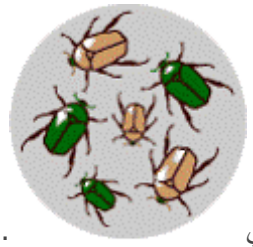
- لبناء شجرةٍ تطوريةٍ.
- **الحد من التغير التطوري :**ربما تقيد عمليات النمو من التطور، مما يمنع بعض الخصائص من التطور في بعض السلالات. فعلى سبيل المثال، ربما يساعد النمو في توضيح سبب عدم وجود رباعيات الأرجل بستة أصابع فعلياً.

الانحراف الوراثي

يعد الانحراف الوراثي أحد الآليات الأساسية للتطور بجانب كلٍّ من الانتخاب الطبيعي، الطفرات، والهجرة. حيث يترك بعض الأفراد في كل جيلٍ بالصدفة ورائهم بضعة أحفادٍ أكثر من الأفراد الآخرين، وبالتالي سيتركون موروثاتٍ أكثر بالطبع. وستكون موروثات الجيل القادم للأفراد المحظوظين، ولن تكون بالضرورة لأفرادٍ أكثر صحةً أو أفضل. وهذا باختصار هو تعريف الانحراف الوراثي. ويحدث لجميع الكتل السكانية، فلا يوجد مفرٌ من تقلبات الصدف.لقد استخدمنا هذه الرسمة الافتراضية في وقتٍ سابقٍ، فالانحراف الوراثي يؤثر على التكوين الوراثي للكائنات ولكن من خلال عمليةٍ عشوائيةٍ تماماً، أيّ على عكس الانتخاب الطبيعي. إذاً على الرغم من أن الانحراف الوراثي يعتبر آليةً أساسيةً للتطور، إلا أنه لا يعمل على إجراء أية تكيفاتٍ.

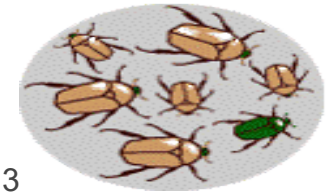
الانتخاب الطبيعي

الانتخاب الطبيعي هو أحد الآليات الأساسية في التطور، بجانب الطفرات، الهجرة، والانحراف الوراثي. وبالرغم من بساطة فكرة داروين حول التطور عن طريق الانتخاب الطبيعي إلا أنه غالباً ما يساء فهمها. ولمعرفة آلية هذه النظرية، تخيل هذه الكتل السكانية من الخنافس :



1. هنالك تنوعٌ في الصفات: مثلاً: بعض هذه الخنافس خضراء وبعضها بني .

2. هناك تكاثرٌ تفريقيٌ: ليس لجميع الأفراد أن يتكاثروا لحدود إمكانياتهم القصوى، وذلك لأن البيئة لا تساعد على نمو أعدادٍ غير محدودةٍ من الكتل السكانية. ففي هذا المثال، تميل الخنافس الخضراء لأن تأكلها الطيور وبالتالي ستبقى وستتكاثر أقل من الخنافس البنية.



3

3. هناك توارثٌ: للخنافس البنية الباقية صغارٌ ذووا لونٍ بنيٍ لأن هذه السمة تعتمد على الوراثة
4. النتيجة النهائية: سيكون اللون ذو الفائدة الأكبر، والذي يسمح للخنافس البنية بإنجاب عددٍ أكبر من الذرية، أكثر شيوعاً، وهو اللون البني. لذا إن استمرت هذه العملية، ستكون جميع الأفراد في الكتل السكانية للخنافس بنية اللون في نهاية المطاف.

الأمر بكل بساطة هو كالتالي: إذا كان لديك تنوعٌ، تكاثرٌ تفريقيٌ، وتوارثٌ، سيكون لديك تطورٌ عن طريق الانتخاب الطبيعي كنتيجةٍ.

الانتخاب الجنسي:
الانتخاب الجنسي هو "حالةٌ خاصةٌ" من الانتخاب الطبيعي. ويعمل الانتخاب الجنسي على قدرة الكائن الحي في الحصول على شريكٍ (غالباً بأيّ وسيلةٍ ضروريةٍ) أو التزاوج معه بنجاح.يجعل الانتخاب العديد من الكائنات الحية تبذل أقصى جُهدها لممارسة الجنس: فالطاووس (أعلى اليسار) يحافظ على ذيولٍ منمقةٍ، فيل البحر (أعلى اليمين) يقاتل من أجل المناطق، ذبابة الفاكهة تؤدي الرقصات، وبعض الأنواع تقدم هداياً مقنِعةً. ففي كل حال، من هي تلك الأنثى لصرصار المورون (أسفل اليمين) القادرة على أن تقاوم هديةً من صُرّةٍ من الحيوانات المنوية؟ ويقوم ذكر العنكبوت الأحمر الظهر (أسفل اليسار) ببذل جهدٍ أكثر تطرفاً عبر إلقاء نفسه حرفياً بين فكي الموت من أجل أن يتزاوج بنجاح.
غالباً ما يكون الانتخاب الجنسي قوياً بما فيه الكفاية لإنتاج ميزاتٍ تكون ضارةً لبقاء الفرد. فعلى سبيل المثال: من المحتمل أن يجذب ريش الذيل والزعانف الغريبة والملونة الحيوانات المفترسة في نفس الوقت التي تجذب فيه الأعضاء المهتمين من الجنس الآخر .
يتضح سبب القوة الكبيرة للانتخاب الجنسي عندما تأخذ بعين الاعتبار ما يحدث لموروثات فردٍ يعيش لعمرٍ مديدٍ ولكنه لم يتزاوج مطلقاً: فعدم وجود نسلٍ يعني عدم وجود موروثاتٍ في الجيل التالي، ما يعني أن كل هذه الموروثات للعيش لعمرٍ مديد لم تُمرّر إلى أيّ أحد! إن لياقة ذلك الفرد هي صفر.
الانتخاب هو طريقٌ ذو اتجاهين :
يعمل الانتخاب الجنسي عادةً في اتجاهين، على الرغم من أننا نرى في بعض الحالات انعكاساً لدور الجنس:

- **منافسة الذكر** :يتنافس الذكور على الوصول إلى الإناث، على مقدار الوقت المَمْضيّ في التزاوج مع الإناث وحتى على هوية من ستقوم حيواناته المنوية بتخصيب بويضاتها. فعلى سبيل المثال، يقوم ذكر الرعاش الصغير بغسل الحيوانات المنوية المنافسة من الجهاز التناسلي للأنثى عند التزاوج.

- **اختيار الأنثى** :تختار الإناث أيّ الذكور لتتزاوج معه، مدة التزاوج، وحتى أية حيواناتٍ منويةٍ ستخصب بويضاتها. وتستطيع بعض الإناث أن تخرج الحيوانات المنوية من شريكٍ غير مرغوبٍ به.

الانتخاب الاصطناعي
كان المزارعون والمربّون يستخدمون فكرة الانتخاب لإحداث تغيراتٍ جوهريةٍ في ميزات نباتاتهم وحيواناتهم على مدى عقودٍ قبل داروين ووالاس بفترةٍ طويلةٍ. حيث سمح المزارعون والمربّون بتكاثر النباتات والحيوانات ذات الصفات المرغوبة فقط، محدثين بذلك تطوراً في سوق المزرعة. تدعى هذه العملية بالانتخاب الاصطناعي، حيث يقوم الناس (بدلاً من الطبيعة) باختيار الكائنات الحية التي تتكاثر.
كما هو موضحٌ أدناه، قام المزارعون بزراعة الكثير من المحاصيل المشهورة من الخردل البري، عن طريق انتخابه اصطناعياً خواص معينةٍ:

تم زرع هذه الخضروات الشائعة من أشكال الخردل البري. إذ يعد هذا تطوراً عبر الانتخاب الاصطناعي.

مفاهيمٌ خاطئةٌ حول الانتخاب الطبيعي
نظراً لقدرة الانتخاب الطبيعي على إنتاج تكيفاتٍ مذهلةٍ في الطبيعة، فإنه من المغري اعتباره على أنه قوةٌ قادرةٌ على كل شيء، تحث الكائنات الحية وتدفعهم للأمام في طريق التقدم باستمرار. ولكن الانتخاب الطبيعي ليس بهذا الشكل أبداً في الحقيقة .

أولاً: إن الانتخاب الطبيعي ليس قادراً على كل شيءٍ كما ذكرنا، وبالتالي لا يمكنه إنتاج كائناتٍ مثاليةٍ. فإن كانت موروثاتك "جيدةً بما فيه الكفاية"، ستحصل على نسلٍ في الجيل القادم، وليس من الواجب عليك أن تحمل موروثاتٍ مثاليةٍ. ويكون هذا الأمر أكثر وضوحاً عند النظر إلى الكتل السكانية من حولنا: فيمكن للأشخاص أن يحملوا موروثاتٍ لأمراضٍ وراثيةٍ مختلفةٍ، ربما لا تحمل النباتات الموروثات التي تمكنها من البقاء في فترات الجفاف، وربما لا يكون الكائن المفترس سريعاً بما فيه الكفاية للإمساك بفريسته في كل مرةٍ يجوع فيها. فلا توجد أيّ كتلةٍ سكانيةٍ أو كائنٍ متكيفٍ مثالياً.
ثانياً: من الأدق أن ننظر للانتخاب الطبيعي على أنه عمليةٌ وليس "يداً مرشدةً". فالانتخاب الطبيعي هو النتيجة البسيطة للتنوع، التكاثر التفريقي، والوراثة، وهي بذلك عمليةٌ ميكانيكيةٌ وغير واعيةٍ تماماً. فليس لها أهدافٌ معينةٌ ولا تسعى للحصول على تحسنٍ أو نظامٍ بيئيٍ متوازنٍ.

التنوع + التكاثر التفريقيّ + الوراثة = الانتخاب الطبيعي

لذا فإن استخدام مصطلحاتٍ مثل: "يحتاج، يحاول، ويرغب" لوصف الانتخاب الطبيعي يعتبر أمراً غير دقيقٍ. إن الكتل السكانية أو الأفراد لا "ترغب أو تحاول" أن تتطور، والانتخاب الطبيعي لا يمكنه أن "يحاول" أن يزوّد الكائنات بما "تحتاج". بل يختار الانتخاب الطبيعي أيّ تنوعٍ موجودٍ في الكتل السكانية، والنتيجة هي التطور.

في الكفة الأخرى من الميزان، يُفسر الانتخاب الطبيعي عادةً على أنه عمليةٌ عشوائيةٌ، وهذا أيضاً سوء فهمٍ. فالتنوعات الوراثية التي تحدث في كتلةٍ سكانيةٍ ما تكون بسبب الطفرات الوراثية العشوائية، بينما فعل الانتخاب نفسه يعمل على تلك التنوعات بطريقةٍ ليست عشوائياً تماماً: فالتنوعات الوراثية التي تساعد في البقاء والتكاثر تمتلك فرصةٌ أكثر لتكون شائعةً من التنوعات التي لا تقوم بذلك. ولهذا لا يكون الانتخاب الطبيعي عشوائياً.

التطور المشترك

يُستخدم مصطلح التطور المشترك لوصف الحالات التي يقوم فيها نوعين (أو أكثر) بالتأثير على تطور بعضهما بشكلٍ متبادلٍ. فعلى سبيل المثال، ربما يؤثّر تغيّرٌ تطوريّ في تشكّل النبات على تشكّل النباتيّ الذي يأكل ذلك النبات، والذي بدوره قد يؤثّر على تطور النبات، والذي ربما يؤثّر تطور النباتيّ... وهلمّ جرّاً.من المرجّح أن يحدث التطور المشترك عندما يكون للأنواع المختلفة تفاعلاتٍ قريبةٍ في النظم البيئية مع بعضها البعض. وتشمل هذه العلاقات البيئية:

1. المفترس/الفريسة والطفيليّ/الحاضن.
2. الأنواع التنافسية.
3. أنواع التكافل الحيويّ.

تمثّل النباتات والحشرات حالةً تقليديةً من التطور المشترك، والذي يكون عادةً متكافلاً حيوياً ولكن ليس دائماً. فكثيرٌ من النباتات وملقّحاتها تعتمد بشدةٍ على بعضها البعض، كما أن علاقاتها حصريةٌ جداً لدرجة أن علماء الأحياء لديهم سببٌ جيدٌ للاعتقاد بأن "التطابق" بين الاثنين هو نتيجةٌ لعملية تطورٍ مشتركةٍ.
لكننا نستطيع أن نرى "تطابقاتٍ" مهمةً بين النباتات والحشرات حتى في غياب التلقيح. فبعض أنواع الأكاسيا في أمريكا الوسطى تملك أشواكاً جوفاء ومساماتٍ في قاعدة أوراقها والتي تفرز الرحيق (انظر الصورة بالأسفل). وتعد هذه الأشواك الجوفاء موقعاً حصرياً لعش بعض أنواع النمل الذي يشرب الرحيق. إلا أن النمل لا يستفيد فقط من النبات، بل يقومون أيضاً بالدفاع عن نبات الأكاسيا الخاصة بهم ضد النباتيّين. إن هذا النظام ناتجٌ عن التطور المشترك على الأرجح: فلن تطوّر النباتات أشواكاً جوفاء أو مسامات الرحيق ما لم يتأثر تطورّها بالنمل، كما أن النمل لن يطوّر سلوكياتٍ للدفاع ضد آكلة النبات ما لم يتأثر تطوره بالنباتات.

المحاضرة الرابعة

النظام البيئي

1-2 تعريف النظام البيئي

2-2 مكونات النظام البيئي

3-2 خصائص النظام البيئي

4-2 توازن النظام البيئي

5-2 الكائنات الناقلة للطاقة عبر النظام البيئي

6-2 مسارات سريان الطاقة عبر النظام البيئي

1-2 النظام البيئي (Ecosystem)

هو حيز محدد من الطبيعة (وحدة إيكولوجية، الوحدة الهيكلية والوظيفية للبيئة) تشمل جماعات وعناصر بيئية مختلفة يحدث فيما بينها تفاعل ديناميكي خاص من خلال تبادل المادة والطاقة بين هذه العناصر.

2-2 مكونات النظام البيئي (Ecosystem Components)

تنقسم عناصر النظام البيئي الى مجموعتين أساسيتين؛ هما:

-حية، يطلق عليها مصطلح بيوسينوز Biosainose، وهو مصطلح علمي يعني المحيط الحيوي يمثل مجموع الكائنات الحية من نباتية وحيوانية وبكتيرية وفطرية.

وغير حية – يطلق عليها مصطلح ايكوتوب Ecotope، وهو يمثل عناصر المناخ والتربة والمياه وغيرها. تتميزان بالتوازن والتأثير المتبادلين وأي تأثير في أحدها ينتقل بشكل أو بآخر إلى العناصر الأخرى.

تشكل العناصر الحية وغير الحية في النظام البيئي نظاما بيئيا متحركا، متوازنا ومستقرا في الظروف العادية الطبيعية، ويمكن تصنيف مكونات النظام البيئي في المجموعات التالية:

1. مجموعة الكائنات الحية

وهي تشكل المحيط الحيوي للنظام البيئي، وتشمل كل من: الكائنات الحية المنتجة، الكائنات الحية المستهلكة، والكائنات الحية المحللة.

ا- الكائنات الحية المنتجة "Producers"

هي الكائنات التي تصنع غذاءها بنفسها، أي تصنع ما تحتاج إليه من مواد عضوية من محيطها، وبذلك فهي كائنات ذاتية التغذية، وأكثر هذه الكائنات وضوحا هي النباتات الخضراء.

تقسم الكائنات الحية ذاتية التغذية إلى قسمين:

A- أنواع ذاتية التغذية الضوئية: وتشمل النباتات الخضراء (الطحالب، الاشنيات)، حيث تقوم بتحويل الطاقة الشمسية اثناء النهار إلى طاقة كيميائية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

B- أنواع ذاتية التغذية الكيميائية: وتشمل الكائنات الدقيقة التي تحصل على الطاقة من أكسدة المواد غير العضوية في غياب الطاقة الضوئية-مثلا في أعماق البحار والمحيطات التي لا يصلها ضوء الشمس-فيما يعرف بعملية البناء الكيميائي.

*ملاحظة

-عملية التركيب الضوئي (ماء + CO2) تصنع مادة عضوية مشحونة بالطاقة تبني الانسجة النباتية وتغذي نمو النبات، وتنقل طاقة النبات إلى الكائن الحي الذي يأكله.

- لابد أن نذكر بأن ليس كل النباتات منتجة، بل أظهرت دراسات حديثة أن هناك أعشابا تتغذى على بقايا النباتات الأخرى، ونباتات آكلة اللحوم تصطاد الحشرات أو تمتص المواد الغذائية من الحيوانات النافقة عبر أسطح أوراقها (نبات الأبريق، خناق الذباب..)

II- الكائنات الحية المستهلكة " Consumers"

هي كائنات حية غير ذاتية التغذية ولا تستطيع تكوين غذائها بنفسها، وهي تحصل على غذائها من كائنات حية أخرى. الكائنات المستهلكة قد تكون نباتية التغذية تشمل الحيوانات التي تتغذى بالنباتات، أو لاحمة تشمل الحيوانات التي تتغذى باللحوم، ومنها مشتركة تتغذى على النباتات واللحوم معا، وتضم هذه المجموعة الكثير من الكائنات الحية بما في ذلك الإنسان.

تصنف الكائنات الحية المستهلكة بحسب نوع غذائها إلى عدة مستويات غذائية؛ ومنها:

1- الكائنات الحية المستهلكة الأولية: وتشمل الحيوانات النباتية (العشبيات) التي تتغذى بالنباتات (الابقار، الغزلان...)، كما تشمل البلانكتون والحشرات واليرقات والكثير من الثدييات والطيور التي تتغذى بالثمار والبذور.

2- الكائنات الحية المستهلكة الثانوية: تشمل الحيوانات التي تتغذى باللحوم (لاحمة أولية) أي تتغذى بالحيوانات المستهلكة الأولية، مثال: بعض أنواع البلانكتون التي تتغذى بالطحالب المجهرية، الاسمال التي تتغذى بهذا البلانكتون، العناكب والضفادع والطيور التي تتغذى بالحشرات، الطيور الجارحة (العقاب والنسر مثلا) التي تتغذى بالطيور العادية، الأسماك كالقرش والطون التي تتغذى بأسماك صغيرة.

3- كائنات حية مستهلكة من الدرجة الثالثة: وتضم الكائنات الحية اللاحمة المفترسة، التي تتغذى بالجثث مثل الضبع، أو تقتل الفريسة قبل أكلها (النمر والأسد).

4- الكائنات الحية المستهلكة من الدرجة الرابعة: تشمل الكائنات الحية التي تأكل النبات واللحوم أيضا، مثل الثعلب يأكل الأعشاب ويأكل الارانب التي تتغذى بدورها على الأعشاب. الإنسان أيضا ضمن هذه المجموعة (نباتي حيواني)، وهو أكثر الكائنات الحية قدرة على الإبادة والتأثير في السلسلة الغذائية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

III- الكائنات الحية المحللة (الكانسات) "Decomposers"

وهي كائنات حية دقيقة؛ مثل البكتريا وديدان الأرض، التي تعتمد في غذاءها على تحليل بقايا الكائنات النباتية والحيوانية، وتفكيكها وتحولها الى مكونات بسيطة يعود قسم كبير منها الى التربة، ويستفاد منها من جديد في تأمين الغذاء للنبات واستمرار السلسلة الغذائية.

2-مجموعة الكائنات غير الحية

تشمل هذه المجموعة الجزء غير الحي في النظام البيئي، وتمتاز بخلوها من مظاهر الحياة؛ ومن أهمها:

- عناصر المناخ والطقس (الحرارة، الرطوبة، الرياح، الهطل، الأشعة).
- العناصر الكيميائية كالأوكسجين، وثاني أوكسيد الكربون وغيرها.
- عناصر المياه وخصائصها الفيزيائية والكيميائية.
- العناصر الفيزيائية كالجاذبية والاشعاع والضوء وغيرها.
- التكوين الجيولوجي ويشمل الصخور بأنواعها والثروات الباطنية.
- الترب ومكوناتها المعدنية والعضوية الناتجة عن بقايا الكائنات الحية الميتة، وخصائصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية.
- العناصر الغذائية الرئيسة في الطبيعة كالنتروجين والآزوت والفوسفور والبوتاسيوم.
- شكل الأرض ووضعها الطبوغرافي.

إن هذه العوامل الفيزيائية غير الحية عبارة عن ظواهر طبيعية ذات تأثير مهم جدا في أنماط توزع وانتشار وتكيف الكائنات الحية التي هي من مكونات النظام البيئي الطبيعي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

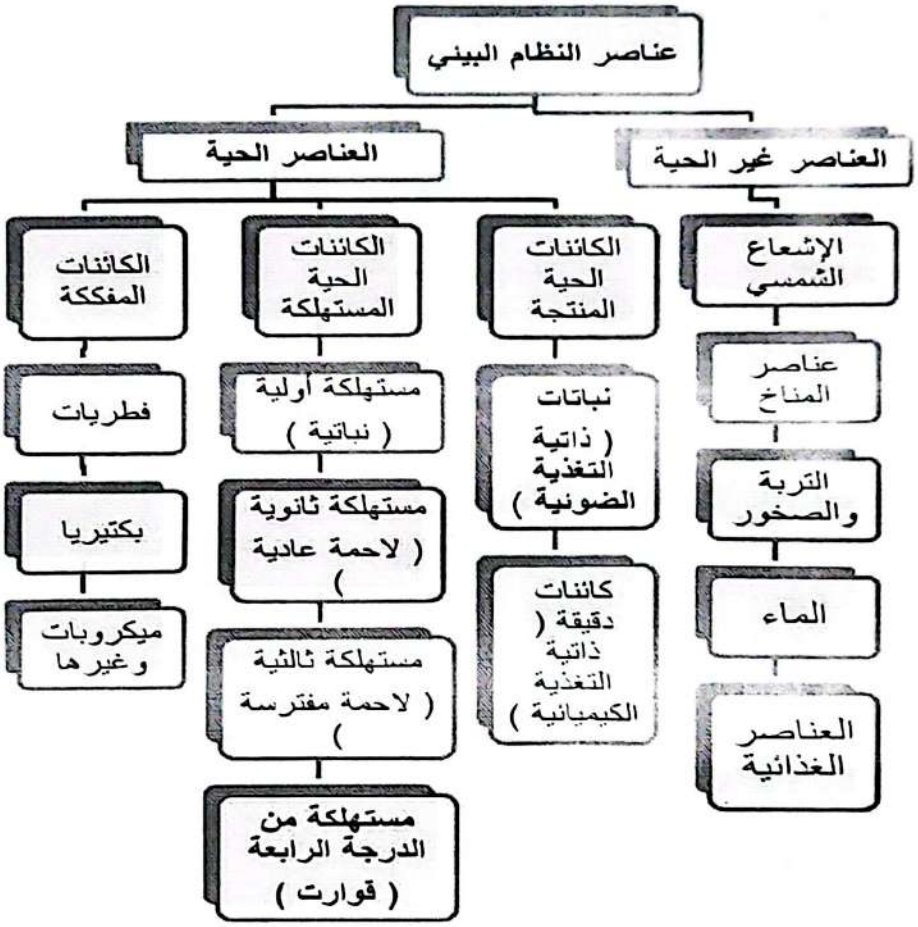
إن العناصر الغير حية للنظام البيئي تقع ضمن ثلاثة أغلفة:

1- الغلاف الجوي Atmosphere:
2- الغلاف المائي Hydrosphere:
3- الغلاف الصخري أو اليابسة Lithosphere.

تشمل الأنواع المختلفة للنظم البيئية ما يلي:

1- النظام البيئي للغابات (الغابات المعتدلة، الغابات الاستوائية المطيرة، الغابات الشمالية. الخ).
2- النظام البيئي للمراعي (يسمى أيضاً بالسهول، في المناطق المعتدلة لكنها لا تحصل الأمطار الكافية)
3- النظام البيئي البحري (يشمل البحار والمحيطات التي تغطي 70% من سطح الأرض).
4- النظام البيئي للمياه العذبة (يشمل الأنهار والبحيرات والأراضي الرطبة وتمثل 1,8% من سطح الأرض)
5- النظام البيئي الصحراوي (الحارة، الباردة في منغوليا والصين، والمتجمدة في القارة القطبية الجنوبية)
6- النظام البيئي التندرا (مناطق خالية من الأشجار، مناخ بارد، مغطاة بالثلوج طوال العام)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الشكل (٢ . ٣) يوضح عناصر النظام البيئي الحية والجامدة

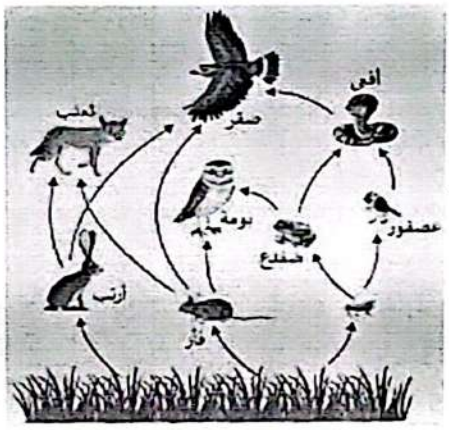
3-2 خصائص النظام البيئي:

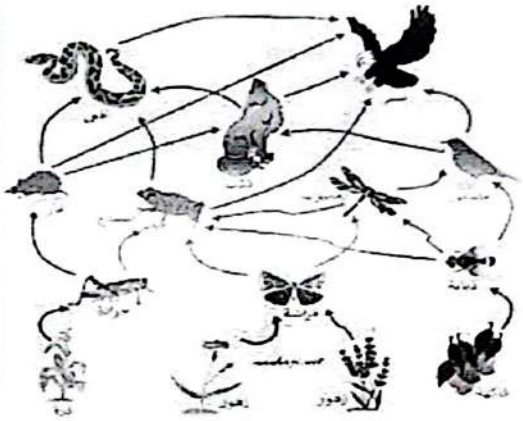
1- التعقيد (علاقات متشابكة):

تختلف الأنظمة البيئية من حيث شدة تعقيدها، فمنها قليل التعقيد كما في المناطق الشمالية الباردة (المناطق القطبية، التوندرا) ومنها ما هو شديد التعقيد مثل الغابة الأستوائية المطيرة، وكلما زاد عدد الأنواع النباتية والحيوانية التي تتفاعل مع بعضها بعضاً، زاد تعقيد النظام البيئي وزاد معه استقرار الجماعات المختلفة التابعة لهذه الأنواع. إن تغيرات كبيرة وفجائية قد تحدث في أنظمة بيئية قليلة التعقيد حيث يوجد عدد قليل من الأنواع كما في المناطق القطبية لاسيما في فصل الشتاء الطويل وتموت بعض الكائنات الحية وبالتالي تقصر السلسلة الغذائية. في مثل هذا النظام البيئي فإن كل تبدل عند مستوى غذائي معين (مستوى المنتجين، أو المستهلكين) سوف ينعكس بشدة على المستويات الغذائية الأعلى إذ

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ليس بمقدور الأنواع إيجاد مصادر غذائية أخرى لقلة التنوع في الغذاء. أما في الأنظمة البيئية المعقدة والتي تتميز بعدد كبير من الأنواع النباتية والحيوانية المتفاعلة بينها، والتي تمتلك سلاسل غذائية متنوعة وطويلة، فإنها لا تتأثر كثير بالتبدلات الخارجية التي تطرأ عليها. فهي أشد استقراراً كما هو الحال في الغابات المدارية والاستوائية المطيرة. إلا أن لهذه الأنظمة البيئية المعقدة حدود عظمى في تحمل التبدلات الخارجية (قطع الأشجار، حرق الغابات..).





2- <u>الاستقرار:</u>

يقصد بالاستقرار بأنه مقدرة النظام البيئي على العودة إلى وضعه الطبيعي بعد أي تغيير يطرأ عليه سواء كان ذلك التغير طبيعي أو بفعل الإنسان..

3- <u>النظام البيئي قادر على استخدام فضلاته:</u>

<u>مثال1:</u> في النظام البني البحري، تطرح الأسماك فضلات عضوية تقوم البكتريا بتحويلها إلى مركبات غير عضوية تستعمل في تغذية الطحالب، فتأكل الأسماك هذه الطحالب، وهكذا تكتمل الحلقة. وبهذه الطريقة لا يبقى فضلات في الماء البحري الذي يحافظ باستمرار على صفاته.

<u>مثال2:</u> النباتات البحرية تعطي غاز الأوكسجين الذي تتنفسه الكائنات الحية البحرية، والتي بدورها تعطي غاز ثاني أوكسيد الكربون الذي تتنفسه النباتات البحرية المنتجة.

مع الأخذ بعين الاعتبار بأن قدرة النظام البيئي على طرد الفضلات التي ترده من الخارج (منزلية، زراعية، أو صناعية) عن طريق الإنسان هي محدودة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

3-2 توازن النظام البيئي:

احتاج التوازن البيئي الى ملايين السنين حتى بلغ هذا التوازن ما هو عليه الآن، والإحاطة الجيدة بهذا التوازن وديناميكية تحقيقه ومسيرته هي مفتاح مهم جداً لمعرفة أسرار البيئة ومعرفة عناصرها. والبيئة في حالة تغير ديناميكي قد يكون بسيطاً وتعود الى حالتها الطبيعية خلال فترة قصيرة من الزمن، وقد يكون تغيرا عميقا وجذريا يحتاج الى فترة طويلة من الزمن لكي تعود البيئة الى وضعها السابق، وذلك بحسب شدة التأثير وقد يكون تأثير غير عكوس، ولا رجعة فيه.

ومن المعروف أنه كلما كان النظام البيئي أكثر تعقيدا وغنى، كان أكثر توازنا واستقرارا، وأكثر قدرة على التكيف مع التغيرات التي يتعرض لها. والعكس صحيح أي أنه كلما كان بسيطا وهشا وفقيرا بالتنوع الحيوي، كما هو الحال في المناطق الجافة وشبه الجافة، كان أكثر عرضة للخلل والتدهور، وأقل استقرارا وتوازنا، وغير قادر على التجدد وإعادة التوازن في فترة زمنية محددة، وهذا يرتبط بعوامل ومؤثرات مختلفة طبيعية وبشرية وحيوية تشكل في مجملها عوامل الإخلال بالتوازن البيئي.

عوامل الإخلال بالنظام البيئي:

1- العوامل البشرية: وهي تلك العوامل الناجمة عن نشاطات الإنسان المختلفة: الزراعية والصناعية، والتجارية، وغيرها، في إطار سعي الإنسان لتأمين حاجاته من هذه الفروع الإنتاجية، ولكن الإنسان في كثير من الأحيان بالغ في استنزاف الموارد الطبيعية بقصد أو بدون قصد، وهذه التأثيرات بشكل عام أدت الى الاخلال بالتوازن البيئي (تدهور) وتحتاج الى إعادة النظر فيها وحماية البيئة منها، وترشيد استخدام الموارد البيئية.

2- العوامل الطبيعية: وهي تلك التأثيرات التي لا دخل للإنسان فيها، وتنجم عن تغير الظروف الطبيعية، ومنها التغيرات المناخية، أو الكوارث الطبيعية كالزلازل والبراكين والعواصف والفيضانات...، والتأثيرات البشرية قد تساعد في زيادة حدة هذه العوامل وخطرها أو التعجيل في حدوثها.

3- العوامل الحيوية: وهذه العوامل تحدث بشكل خاص بسبب تغير العلاقات بين الكائنات الحية وزيادة أحدها على حساب الآخر، لأسباب بشرية أو طبيعية، ومهما يكن السبب فإن القضاء على الكثير من الكائنات الحية أو على نوع محدد منها وهذا ما يعرف بفقدان التنوع البيولوجي قد يؤدي الى الإخلال في التوازن البيئي كله.

4-2 مسارات سريان الطاقة عبر النظام البيئي

طاقة الشمس هي طاقة منتظمة وتتحرك بدقة من خلال المراتب أو السلاسل الغذائية، خاصة عبر عملية التركيب الضوئي. وعملية التركيب الضوئي تعني قيام كائنات حية بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية، ومادة اليخضور في النبات هي التي تمتص الطاقة الضوئية، وتحدث عملية التركيب الضوئي حتى عمق حوالي 200م تحت سطح الماء حيث توجد نباتات أو طحالب تستطيع امتصاص الضوء.

وهذه الطاقة تنتقل عبر السلسلة الغذائية، من النباتات التي تشكل الحلقة الأولى في هذه السلسلة الغذائية إلى بقية الكائنات الحية، ثم إلى المتعضيات أو الرميات التي تختزن بعضاً من هذه الطاقة ثم تقوم بإطلاقها من جديد في الأنظمة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

البيئية الغذائية. وكمية الطاقة المحجوزة في أي مرتبة غذائية ضمن نظام بيئي ما تشكل دلالة على مدى أو كمية النشاط في ذلك الجزء من النظام. ولكي نستطيع تعقب مسار سريان الطاقة عبر نظام بيئي معين، لابد من ترتيب الكائنات بحسب مستويات حصولها على الطاقة، وهو ما يعرف بالمستوى الغذائي Trophic level. إذ يشير هذا المستوى إلى موقع الكائن الحي ضمن سلسلة سريان الطاقة.

على سبيل المثال، تنتمي جميع الكائنات المنتجة إلى المستوى الغذائي الأول. وتكون الكائنات غير ذاتية التغذية (العواشب خصوصاً) ضمن المستوى الغذائي الثاني، فيما تقع المفترسات (اللواحم) ضمن المستوى الغذائي الثالث. وتتصف معظم الأنظمة البيئية البرية بوجود ثلاثة أو أربعة مستويات غذائية، في حين قد تصل العدد إلى أكثر من ذلك في حالة النظم البيئية البحرية..

إذاً على الإنسان دعم كافة الكائنات الموجودة في نظامه البيئي، وتأمين بقائها والحفاظ عليها لكي يحافظ على سلامة النظام البيئي، وبالتالي سلامته واستمراره.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

قياس التنوع الحيوي

اعتمد قياس التنوع الحيوي لوقتٍ طويلٍ على مؤشرات بسيطة كعدد الأنواع في وسط معطى أو نسبة الأنواع..

إن تعقد مفهوم التنوع الحيوي و الرهانات الجديدة التي يفرضها و اختفائه أدت لظهور محدودية مع ذلك فهناك الكثير من الثغرات في المعلومات المتعلقة بالتنوع الحيوي والتي تجعل قياسه صعباً و لعل أهمها :

- العدد الكبير جداً من الأنواع على الكوكب
- نقص الوسائل المادية و التقنية و الإمكانيات البشرية خصوصاً في دول الجنوب الفقيرة والتي هي غالبا غنية بالتنوع الحيوي بينما الامكانيات العلمية الكبيرة توجد في دول الشمال الغنية والتي فقدت جزءا كبيرا من تنوعها الحيوي.
- صعوبة تتبع الأنواع لا سيما المتحركة كثيراً أو الأنواع التي تعيش في التربة أو الانواع الموجودة في جزر بعيدة ومعزولة و كذلك الفيروسات و البكتيريا.
- عدم وجود أدوات بسيطة تلائم تقييم التنوع الحيوي على مستوى الجينات.
- صعوبة اختيار مؤشرات تشمل كل أوجه التنوع الحيوي معاً.

تعريف المؤشر :

هو ملخص معلومات معقدة توفر الإمكانية لمختلف الأطراف المعنية (علماء، إداريين ، مواطنين..) بأن تتحاور مع بعضها. لا ننسى بأن المؤشر هو نموذج للحقيقة و ليس الحقيقة ذاتها ، لذلك لا بد من أن ترافقه معلومات نوعية و تعليقات و توضيحات.

دور المؤشر :

1.تسهيل الاتصال بين الأطراف المعنية فاللغة مشتركة في هذه الحالة .

2.تقييم سياسات حماية التنوع الحيوي.
3.بتقديمه معلومات كمية فإن المؤشر يسمح بتحديد عدد و نوعية المعدات الواجب وضعها في وسط ما تعرض للاضطراب بفعل نشاطات الإنسان.
4.تقييم لدرجة تكيف أنواع أو أنظمة بيئية مع التغيرات المناخية.
5.تعليم و تثقيف المواطنين.

خصائص المؤشر :

1- قوي ودقيق.
2- قابل للفهم و الاستعمال من قبل كل الأطراف
3- تكلفته بسيطة.
4- يوضح الروابط المختلفة بين المكونات المختلفة للنظام البيئي.

نموذج (موديل) الضغط/ الحالة / الاستجابة :

يخدم كأساس تؤخذ منه مؤشرات التنوع.ويرتكز على مفهوم البيئة:يمارس الإنسان ضغوطات على النظم البيئية و يعدل في كميتها و نوعيتها فتستجيب المجتمعات لهذه التعديلات بإجراءات حماية و وقاية..

مؤشرات الضغط :

هناك ضغوط مباشرة كالتلوث أو تدمير الموطن.. وضغوط غير مباشرة كنشاطات الإنسان المسببة للتخريب.

أمثلة عن مؤشرات الضغط (على مستوى النظم البيئية) :

- التدمير ، تجزئة المواطن :
  - اتصال النظم البيئية (الكوريدورات).
  - مساحة الغابات.
- الغزو البيولوجي :

عدد الأنواع الغازية المساحة التي غطتها

- التلوث :
  - كمية الآزوت المحمول أو الفوسفور.
- الاستثمار

مؤشرات الحالة :

- الغنى النوعي .
- مساحة الانتشار .
- احتمال الانقراض...الخ

مؤشرات الاستجابة :

توضح التقدم في الإجراءات المتخذة في ترميم و حماية و إدارة التنوع الحيوي. أمثلة:

- المناطق المحمية :
  - عدد المواقع
  - مساحة المواقع
- فعالية إدارة المناطق المحمية

الأطراف المعنية بمؤشرات التنوع الحيوي :

على المستوى العالمي فإن المركز العالمي لرصد حفظ الطبيعة هو المسؤول عن تجميع و ترتيب المعطيات التي تجمعها المؤسسات الكبرى كمتاحف التاريخ الطبيعي والمنظمات غير الحكومية والاتحاد العالمي للطبيعة وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ... كذلك شبكة من المؤسسات و الجمعيات ...و كذلك فإن للمواطنين المهتمين بالطبيعة دور في جمع المعطيات فتجربة عد الفراشات في منطقة بروتاني في فرنسا و التي أطلقها متحف التاريخ الطبيعي هي خير مثال. إن برنامج "مراقبة فراشات الحدائق" هو أول تجربة مراقبة شعبية للتنوع الحيوي وهي أداة لاتحاد إجراءات حماية للفراشات و التنوع الحيوي مستقبلًا.

أهم مؤشرات التنوع الحيوي (على مستوى الأنواع) :

1.الغنى النوعي:

هو عدد الانواع الموجودة في موقع معين يعبر عنه بالغنى النوعي الكلي وهو عدد الانواع النباتية والحيوانية الموجودة في المكان المعني، وكذلك هنالك الغنى النوعي الوسطي وهو العد الوسطي للأنواع الموجودة في العينات المأخوذة. يتعلق الغنى النوعي بنوعية المنطقة وبمساحتها وبوضعها الجغرافي.

2.مؤشر الوفرة:

ينتج هذا المؤشر من جرد عدة أنواع ووفرتها في الوسط.اذا كان الوسط صغيرا فيمكن جرد كل الكائنات الحيوية الموجودة فيه ونحصل في مثل هذه الحالة على الوفرة المطلقة.لكن ذلك لايحدث عادة وغالبا ما نأخذ عينات على مساحة صغيرة ممثلة للموقع لنحصل على الوفرة النسبية.نكرر هذه العملية ونتوسع بها مما يسمح بمعرفة تنوع الانواع في وسط معين ، الاختلاف في التوع الحيوي بين النظم البيئية التي تكون في الوسط، التنوع على مستوى منطقة جغرافية واسعة.

Pi=nj/N الوفرة النسبية.

nj هو عدد افراد النوع **j**.

N هو العدد الكلي للافراد.

3.معامل التجانس (التعادل) Evenness :

يستخدم لمعرفة مدى التشابه و التجانس في توزيع الانواع في العينات.

E=H/InS معامل التجانس.

H معامل شانون ، **S** العدد الكلي للانواع.

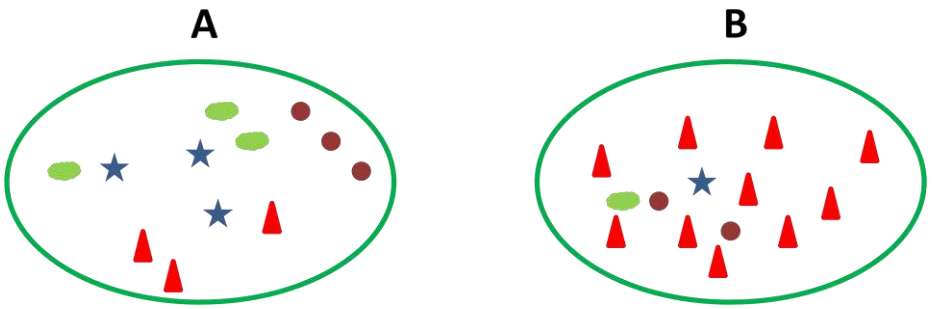
H = Pi.LogPi معامل شانون **Shanoon factor** .

تتراوح قيمة التجانس بين قيمة 0 -1 كلما اقترب المعامل الى 1 يدل على الانواع موزعة بشكل متوازن ولا سيطرة لنوع على نوع آخر.

التنوع الافضل يتحقق عندما يكون لدينا غنى نوعي مرتفع .فإذ كان لدينا نظامين بيئيي (A – B) لهما نفس الغنى النوعي (4 أنواع) و أردنا مقارنة التنوع النباتي بينهما :

-

ال



نلاحظ أن التجانس (التعادل) ضعيف في النظام البيئي B حيث يسود النوع المثلثي الشكل على الأنواع الأخرى بينما يكون التجانس أفضل في A. إن النظام البيئي A أكثر تعقيداً و ثباتاً و تنوعاً.

4- قيمة الانقراض :

لكل نوع فترة حياة محدودة (5-10 مليون سنة). انطلاقاً من أعداد النوع و فرصته في الحياة يمكن حساب قيمة الانقراض أو احتمال الانقراض العام أي عدد الأنواع التي ستختفي بعد فترة محددة. كلما كان عدد أفراد النوع أقل كلما كانت قدرة النوع على التكيف مع تغير الظروف البيئية أقل و هذا يعني احتمال أعلى لانقراض النوع.

إن معدل الانقراض العام للأنواع هو مؤشر للتنوع الحيوي, و مع أنه مؤشر غير كامل و لا يمكن من خلاله تتبع حالة التنوع الحيوي أو إدارته لكنه مؤشر لدق ناقوس الخطر و التنبيه لاتخاذ الإجراءات الضرورية لحماية الأنواع.

5- مؤشر القائمة الحمراء ILR

إن القائمة الحمراء التي وضعها الاتحاد العالمي لحماية الطبيعة هي قائمة أنواع في خطر. إنها تسمح باستنباط مؤشر القائمة الحمراء الذي يترجم تحسن أو تراجع وضع النوع مع الزمن. هذا المؤشر سهل الحساب فيكفي أن يظهر النوع في القائمة الحمراء مرتين في وقتين مختلفين, فتغير وضع النوع في القائمة يترجم تحسن وضعه أو تراجعه.

إذا أدخلنا عدد الأنواع في كل فئة و تغير وضعها فإن ILR سيظهر التغير العام لمجموعة حيوانية عبر الزمن. مثلًا ILR أظهر أن تنوع العصافير قد تراجع في كل مناطق العالم في العشرين سنة الاخيرة.

6. مؤشرات "العصافير الشائعة"

التحدي : تجميع معلومات كمية عن التوزع و التغيرات الرقمية في جماعات أنواع العصافير الأكثر شيوعاً. تشكلت شبكة من المراقبين المتطوعين في فرنسا عملت على الأمر و أعطت معطيات كثيرة و مهمة في السنوات الأخيرة.إن أهمية العصافير الشائعة تأتي من كونها :

- تحتل مجالات بيئية واسعة
- تتكون من أعداد كبيرة من الأفراد (بعكس الأنواع النادرة) مما يجعل دورها الوظيفي كبيراً في النظم البيئية وتغيراتها.لذلك فإن المؤشرات المأخوذة من هذه الأنواع ستقدم أداة لتقييم آلية عمل الأنظمة البيئية.
- تقع هذه الجماعات في مستويات مهمة في السلسلة الغذائية و بالتالي فهي حساسة لأي أضطراب يطرأ على مكونات النظام البيئي

اضطراب يطرأ على مكونات النظام البيئي, صحة النظام في هذه البيئة يعكس التغير

النتائج :

- أظهرت الإحصاءات في فرنسا أنه بين عامي 1001 و 1191 تراجع 12 نوع من العصافير الشائعة من 91 نوع مدروس، وجماعات 9 أنواع قد ازدادت ، و 40 نوع بقي ثابتاً. و هناك أنواع تحتاج لمزيد من المراقبة و لذلك ستراقب.

- تم تصنيف الأنواع حسب توزعها المكاني (غابات، أوساط زراعية، مدن...), لوحظ أن الأنواع المتخصصة بأماكن معينة تعاني تراجعاً أكثر من الأنواع العامة.

- تراجعت الأنواع التي تتواجد في الأراضي الزراعية بنسبة ،15% تلتها الأنواع الغابوية بنسبة 19%.

اتفاقية التنوع البيولوجي

هي معاهدة متعددة الأطراف. **أهدافها :** 1-

1. حفظ التنوع البيولوجي

-2 الاستخدام المستدام لمكونات التنوع البيولوجي.

3- التقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن استخدام الموارد الجينية.

فالهدف العام إذاً هو وضع استراتيجيات وطنية للحفظ والاستعمال المستدام للتنوع البيولوجي وغالبا ما ينظر إليها على أنها وثيقة رئيسية بشأن التنمية المستدامة.افتتح باب التوقيع على الاتفاقية في مؤتمر قمة الأرض في ريو دي جانيرو يوم 5 يونيو عام 1111 م ودخلت حيز التنفيذ يوم 11 ديسمبر .1010 في عام 1113 أثناء المؤتمر العاشر اعتمدت الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي في أكتوبر في ناغويا باليابان .في 11 ديسمبر عام 1010 أعلنت الأمم المتحدة الفترة من 1010 إلى 1011 عقد الأمم المتحدة المعني بالتنوع البيولوجي.تغطي الاتفاقية جميع النظم الإيكولوجية والأنواع والموارد الوراثية. وتربط جهود المحافظة التقليدية مع الهدف الاقتصادي من استخدام الموارد البيولوجية على نحو مستدام. يحدد مبادئ التقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن استخدام الموارد الجينية ولا سيما تلك الموجهة للاستخدام التجاري. كما يغطي مجال التوسع السريع للتكنولوجيا الحيوية من خلال بروتوكول قرطاجنة للسلامة البيولوجية ومعالجة تطوير ونقل التكنولوجيا وتقاسم المنافع وقضايا السلامة الأحيائية. الأهم من ذلك أن الاتفاقية ملزمة قانونياً وتلتزم الدول التي تنضم إليها لتنفيذ أحكامها. الاتفاقية تذكر صناع القرار أن الموارد الطبيعية ليست لا نهائية وتحدد فلسفة الاستخدام المستدام. بينما تهدف جهود المحافظة الماضية إلى حماية الأنواع والموائل المعينة. إن الاتفاقية تعترف أن النظم الإيكولوجية والأنواع والجينات يجب أن تستخدم لصالح البشر, ومع ذلك ينبغي أن يتم ذلك بطريقة وبمعدل لا يؤدي إلى انخفاض على المدى الطويل للتنوع البيولوجي .

كما تقوم الاتفاقية بتوجيه صناع القرار على أساس مبدأ الحيطة أنه حيثما يكون هناك تهديد من انخفاض كبير أو فقدان التنوع البيولوجي وانعدام اليقين العلمي الكامل لا ينبغي أن تستخدم سبباً لتأجيل اتخاذ تدابير لتجنب أو تقليل مثل هذا التهديد. تقر الاتفاقية الحاجة إلى استثمارات كبيرة للحفاظ على التنوع البيولوجي و التي من شأنها أن تجلب لنا الحفاظ على الفوائد البيئية والاقتصادية والاجتماعية الهامة.مائة وخمسة وتسعين دولة والاتحاد الأوروبي هي أطراف في الاتفاقية. جميع الدول الأعضاء في الأمم المتحدة مع استثناء الولايات المتحدة صادقت على المعاهدة. بالإضافة لدول غير أعضاء في الأمم المتحدة (جزر كوك ونييوي وفلسطين). وقعت الولايات المتحدة ولكن لم تصادق على المعاهدة كما لم تعلن عن خطط للتصديق عليها.استراتيجيات التنوع البيولوجي وخطط العمل الوطنية (الاستراتيجيات وخطط العمل) هي الأدوات الرئيسية لتنفيذ الاتفاقية على الصعيد الوطني (المادة 6). تلزم الاتفاقية البلدان على إعداد استراتيجية وطنية للتنوع البيولوجي (أو أداة ما يعادلها) والتأكد من أن هذه الاستراتيجية تعمم في تخطيط وأنشطة جميع تلك القطاعات التي يمكن أن يكون لها تأثير (إيجابي وسلبي) على التنوع البيولوجي للأنشطة. وحتى 1 فبراير عام 1011 فإن 123 طرف وضعوا استراتيجيات وخطط العمل وفقا للمادة 6. و على الأطراف تحضير التقارير الوطنية عن حالة تنفيذ الاتفاقية.

المسائل التي تناولتها الاتفاقية :

- التدابير والحوافز على الحفظ والاستخدام المستدام للتنوع البيولوجي.

- تنظيم الحصول على الموارد الجينية والمعارف التقليدية بما في ذلك الموافقة المسبقة عن علم من الطرف الذي يقدم الموارد.
- تقاسم بطريقة عادلة ومنصفة نتائج البحث والتطوير والمنافع الناشئة عن الاستخدام التجاري وغيره للموارد الجينية مع الطرف المتعاقد الذي يوفر هذه الموارد (الحكومات و أو المجتمعات المحلية التي وفرت موارد المعرفة أو التنوع البيولوجي التقليدي المستخدمة

- الوصول إلى ونقل التكنولوجيا بما في ذلك التكنولوجيا الحيوية إلى الحكومات و المجتمعات المحلية التي وفرت موارد المعرفة و / أو التنوع البيولوجي التقليدي.
- التعاون التقني والعلمي.

- تنسيق دليل عالمي للخبرة التصنيفية (المبادرة العالمية للتصنيف).

- تقييم الأثر.
- التثقيف والتوعية العامة.
- توفير الموارد المالية.
- الإبلاغ الوطني عن الجهود المبذولة لتنفيذ التزامات المعاهدة.

انبثق عن الاتفاقية عدة بروتوكولات و استراتيجيات :

بروتوكول قرطاجة :

اعتمد بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية في عام 1000. يسعى بروتوكول السلامة الأحيائية لحماية التنوع البيولوجي من المخاطر المحتملة التي تشكلها الكائنات الحية المحورة الناشئة عن التكنولوجيا الحيوية الحديثةبروتوكول السلامة الأحيائية يجعل من الواضح أن المنتجات من التكنولوجيات الجديدة يجب أن تقوم على مبدأ الحيطة والسماح للدول النامية لتحقيق التوازن بين الصحة العامة والفوائد الاقتصادية. على سبيل المثال سوف يسمح للبلدان أن تفرض حضر على الواردات من كائن معدل وراثيا إذا شعروا أن هناك أدلة علمية على عدم أمان المنتج ويتطلب المصدرين لتسمية شحنات تحتوي على السلع المعدلة وراثيا مثل الذرة أو القطن.دخل البروتوكول حيز التنفيذ في 11 سبتمبر عام 1003.

الاستراتيجية العالمية لحفظ النبات

في أبريل عام 1001 اعتمدت الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي التابع للأمم المتحدة توصيات إعلان غران كناريا للدعوة إلى الاستراتيجية العالمية لحفظ النبات واعتمدت خطة من 16 نقطة تهدف إلى إبطاء معدل انقراض النباتات في جميع أنحاء العالم بحلول عام 1010.

بروتوكول ناغويا :

بروتوكول ناغويا بشأن الحصول على الموارد الجينية والتقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن استخدامها الملحق باتفاقية التنوع البيولوجي هو الاتفاق التكميلي لاتفاقية التنوع البيولوجي. إنه يوفر إطارا قانونيا شفافا للتنفيذ الفعال وأحد الأهداف الثلاثة للاتفاقية التنوع البيولوجي:

التقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن استخدام الموارد الجينية. اعتمد بروتوكول يوم 29 أكتوبر 1010 في ناغويا بمقاطعة أيشي باليابان ودخل حيز التنفيذ في 11 أكتوبر عام 1014.الهدف منه هو التقاسم العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن استخدام الموارد الجينية وبالتالي تسهم في حفظ واستدامة استخدام التنوع البيولوجي.

انتقادات للاتفاقية :

على الرغم من أن الاتفاقية تنص صراحة على أن جميع أشكال الحياة تغطيها أحكامه فإن دراسة التقارير الوطنية من الاستراتيجيات وخطط العمل المقدمة من الدول المشاركة في التنوع البيولوجي يظهر أنه في الواقع أن هذا لا يحدث. التقرير الخامس للاتحاد الأوروبي على سبيل المثال يشير بشكل متكرر للحيوانات (وخاصة الأسماك) والنباتات ولكن لا يذكر البكتيريا والفطريات على الإطلاق.

معاهدة التجارة العالمية لأصناف الحيوان والنبات البري المهدد بالانقراض أو سايتس (CITES)

(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)

تعرف أيضاً بـ»اتفاقية واشنطن«, حيث تم توقيعها في العاصمة واشنطن في 3 مارس عام1123.بدأ العمل بها العام 1125 ،وهي تعتبر من أهم المعاهدات الدولية الخاصة بالحفاظ على الأنواع البرية من خطر الانقراض, لربطها بين الحياة البرية والتجارة بأحكام ملزمة لتحقيق الأهداف المتعلقة بالحفاظ على الأنواع والاستخدام المستدام لها كموارد طبيعية، وذلك من خلال وضع إجراءات تحد من الاتجار الدولي المفرط بتلك الأنواع. وتضع الاتفاقية نظماً عالمية فعالة ومتكاملة للتجارة في الحياة البرية بهدف الحفاظ على الطبيعة والاستخدام المستدام للموارد..

المحاضرة السادسة تنوع بايلوجي نظري.

العوامل المؤثرة في التنوع الحيوي:

التنوع والتوازن البيئي

إن النظام البيئي المتزن هو النظام الذي تكون مكوناته الحياتية متكاملة إلى أقصى حد ، وان اختفاء أوأنقراض آو هجرة الأنواع نتيجة للموثات آو التعدي على مساحات طبيعية بسبب العمران والصناعة تعد من مسببات اختلال التوازن البيئي .إن لكل نوع وظائفه المختلفة في السلسلة البيئية فضلا عن دوره في عملية نقل الطاقة من مستوى إلى آخر، فاختفاء النوع آو الأنواع يحدث فجوة في البيئة تعطل مسار الطاقة الطبيعية ، وبفقدان الطاقة آو تشتيها يكون النظام البيئي غير متكامل وبالتالي غير متزن .بينما يكون التباين بالأنواع في النظم البيئة المعقدة خاصة في الغابات الاستوائية كبير ويؤدي إلى إنتاج شبكة معقدة من التوازنات الطبيعية لكل نوع.تتعرض الأنظمة البيئية إلى أضطرابات طبيعية كالحرائق والزلازل والفيضانات والجفاف إضافة إلى االاضطرابات الناتجة عن الأنشطة البشرية .إن الاضطرابات التي تتعرض لها جماعات مستقرة نسبيا من الكائنات الحية تكون ضئيلة آو قد تكون الاضطرابات ضخمة بحيث تعطي منحنيات نمو غير مستقرة ،وفي الوقت الحاضر يصعب وجود أمثلة لجماعات مستقرة نظرا لتأثير الإنسان على النظم البيئية . إن تدهور المواطن الطبيعية وانتهاك حرمة المناطق الطبيعية نتيجة النشاطات البشرية يؤدي إلى تناقص حجم جماعات الكائنات الحية تدريجيا ومع أستمرار المؤثر يستمر التناقص إلى أن يصبح الكائن الحي مهددا بالانقراض Extinction وبالتالي يختزل أستقرار النظام البيئي.

يتأثر التنوع الحيوي بمجموعة من العوامل الحيوية واللاحيوية وهي كالاتي:

1. العوامل اللاحيوية: Abiotic factors

أ -العوامل البيئية : Environmental factors وتشمل العديد من العوامل ففي البيئات اليابسة مثلا تلعب درجات الحرارة والرطوبة والضوء والرياح دورا مهما في التنوع الحيوي ، كما تؤثربعض العوامل البيئية في البيئات المائية تأثيرا ملحوظا مثل الضغط ودرجة الملوحة والعكارة والضوء والتيارات المائية وغيرها.

ب -المساحة : من المعلوم أن ازدياد المساحة يزيد من التنوع الحيوي في المنطقة البيئية Habitat والعكس صحيح.

ج -الزمن : **Time** بلا شك أن الزمن يلعب دوراً أساسياً مع المساحة في عملية التباين الحيوي فكلما طالت الفترات الزمنية على المساحات المحددة كلما ازداد فيها عدد الأنواع وهذا مؤشر يعرف بنمو الجماعات.

د -التعاقب البيئي : **Ecological Succession** يزداد التنوع الحيوي في التعاقب البيئي كلما اتجهنا نحو الذروة Climax وعليه فإن تتابع البيئات واختلافها من الأسباب المؤدية إلى التنوع الحيوي.

ه - التلوث : **Pollution** يؤثر التلوث تأثيرا واضحا في الغالب على التنوع الحيوي فالمتأمل في التلوث النفطي والحراري على شواطئ البحار والمحيطات ورمي المخلفات الصناعية والبشرية فيها إلا دليلا على تأثيرها على التواجد الحيوي في تلك البيئات ، كذلك التطور الصناعي على نطاق وسائل النقل والاتصالات والمعدات والأجهزة المنزلية إلا دليل آخر على تأثيرها على الكائنات الحية وبالتالي تأثيرها على التنوع الحيوي.

2.العوامل الحيوية: **biotic factors**

أ -الانقراض : Extinction ويعتبر من أهم الأسباب التي أدت إلى التغير في التنوع الحيوي وبالرغم من أنه عملية طبيعية إلا أنه ازداد في الوقت الحاضر ، ومن أهم الأسباب التي أدت إلى ذلك وعلى سبيل المثال:

-الصيد Hunting ووضع المصائد.

-إدخال الحيوانات إلى بيئات جديدة. Feral domestic and introduced animals

-التغيرات البيئية عن طريق تحطيم البيئات : Habitat alteration وهذا من العوامل الحديثة التي أدت إلى التقليل من المساحات المناسبة للحيوانات باختلافها وبلا شك أن كثيراً من تحوير البيئات يجعلها غير مناسبة لأنواع معينة مما يضطرها إلى الهجرة أو الهلاك مما يقلل من التنوع الحيوي فيها.

-القضاء على الآفات والحيوانات المفترسة. Predator and pest control

-حركة مرور الحيوانات. Animal traffic

-النشاطات البشرية.

ب -الافتراس : Predation إن دور الافتراس في التنوع الحيوي يتبلور باتجاهين الأول أن توفر الفرائس يدعم تواجد فرائس جديدة في البيئة تؤثر إيجابيا في التنوع الحيوي ، والثاني أن دور المفترسات في حفظ تعداد الفرائس إلى مستوياتها الدنيا يؤدي بالتالي إلى حفظ حدة التنافس بينها إلى أقل حد وبالتالي يؤدي ذلك إلى دخول فرائس أخرى في مجال المنافسة لتدعم وجود أعداد جديدة من المفترسات في البيئة.

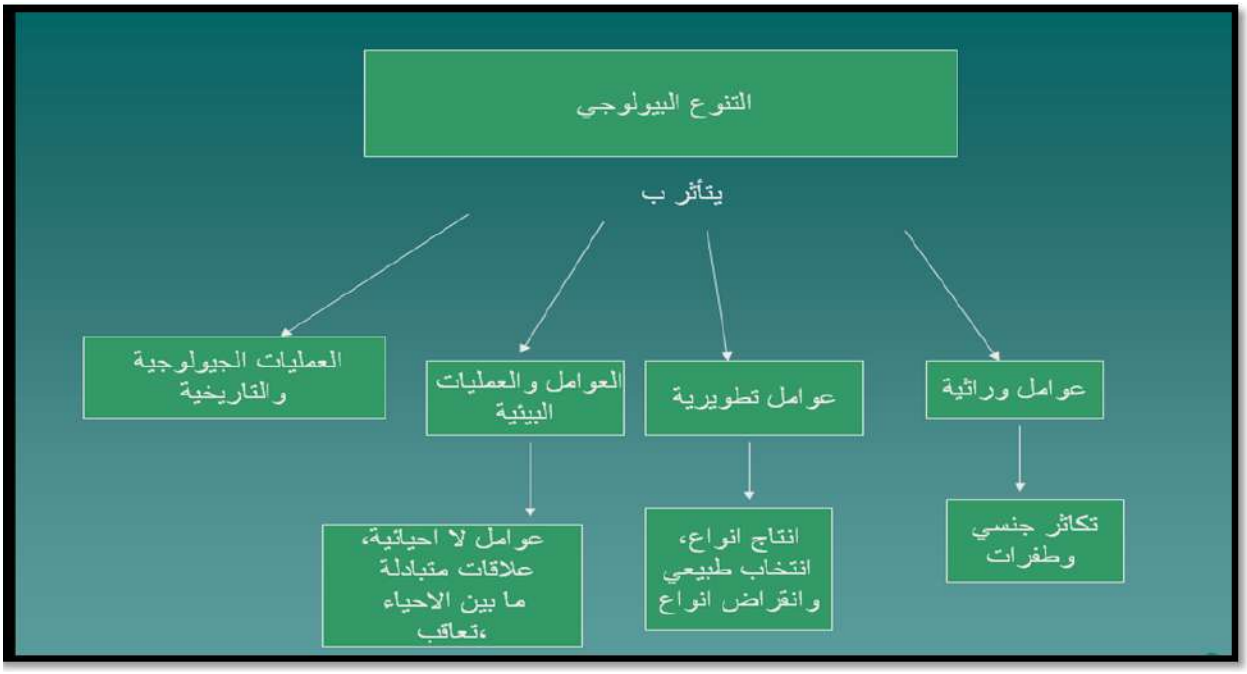
ج -الهجرة : Migration تؤثر الهجرة بنوعيها سواء للداخل (الاستيطان) أو للخارج (الاغتراب) في التباين الحيوي حيث نلاحظ أن الهجرة إلى الداخل تزيد من معدل التباين الحيوي بينما نجد أن الهجرة إلى الخارج تقلل من التباين الحيوي.

د -التنافس : Competition ويعرف بأنه علاقة عدائية كنتيجة للاستخدام المتبادل لموارد طبيعية محدودة في الموطن البيئي يرتبط التنافس بعنصرين أساسيين يؤديان إلى توضيح مدى ارتباط التنافس بالتنوع الحيوي وهما:

1- مدى أتساع الوحدة البيئية Niche breath لكلا النوعين.

2-حجم التداخل Niche overlap في الوحدة البيئية لكلا النوعين، حيث أن هناك قاعدة بيئية تشير إلى أن الأنواع التي تعيش في منطقة معينة مع بعضها البعض وتتداخل في أعشاشها البيئية غالبا ما تتنافس على نفس الموارد وكثيرا ما يقوم أحدها بإزاحة الآخر ويطلق على هذه الظاهرة بالإقصاء التنافسي Competitive exclusion .

المخطط أدناه ملخص للعوامل المؤثرة على التنوع الحيوي:



شكل 1. ملخص للعوامل المؤثرة على التنوع الحيوي في النظام البيئي.

يمكن تلخيص اسباب أ.نقراض واختفاء العديد من الكائنات الحية كالاتي:

1.أساليب الزراعة الخاطئة.

2.النشاطات العمرانية والحضرية، أن ازدياد عدد السكان والنمو الاقتصادي الذي شيده العالم خلال العقود الأخيرة أدى إلى اتساع نطاق المد العمراني متمثلاً في البناءات والطرق وخطوط أبراج الكهرباء والإنشاءات والنشاطات الصناعية والنفطية مما أثر على التنوع الحيوي بشقيه النباتي والحيواني والنظم البيئية التي تعيش فيها هذه الكائنات تدعم حياة الإنسان فيها.

3.تجزئة المواطن البيئية Habitat Fragmentation بحيث يؤدي إلى انقطاع الاتصال بين جماعات الكائنات الحية وهذا يجعل كل جماعة تنفرد بخصائص مميزة لها ومن أمثلة تجزئة المواطن:

- ♦إقامة السدود.
- ♦تشييد السكك الحديدية.
- ♦إقامة الطرق العامة التي تمنع حركة الحيوانات داخل مواطنها البيئية.

4. أزالة الغابات Deforestation ،وتجفيف بعض المناطق الرطبة والتي تستخدمها الأسماك والطيور كمأوى لهم وتحويمها الى أراضي زراعية.

5.الصيد الجائر باستعمال السموم والمتفجرات والصعق الكهربائي احد أسباب تدهور المواطن المائية البحرية والعذبة.

6. استخدام المبيدات الحشرية التي لا تقضي علي الآفات فقط وانما يمتد أثربا للإنسان والطيور فهي تبقى في التربة فترة طويلة بشكل صور ضارة غير متحللة فيصل أمد تأثيرها المحتمل إلى الكائنات الحية النافعة مثل بكتريا العقد الجذرية وفطريات الميكورايزا.

7.الرعي بطرق غير سليمة مما يؤدي إلي تغيير في التركيب النباتي للمراعي الطبيعية ،

8.التنقيب عن النفط باستخدام المتفجرات، كما أنه يتم تنظيف خزانات ناقلات النفط وتفريغ المياه التي توجد بها الشوائب النفطية في مياه البحر.

9.إدخال أنواع أو أصناف أو سلالات جديدة Introducing of New Species في موطن بيئي لم تكن موجودة فيه من قبل رغم وجود بدائل محمية لها Native Species ، والكائنات الدخيلة(كائنات غريبة غازية) هي كائنات غير محلية فقدت موطنهيا الأصلي لتبدأ العيش في بيئة جديدة وتمتلك مدى بيئي واسع للانتشار والبقاء في البيئات الجديدة وهي تسبب أضرار بيئية واقتصادية ومادية قد تؤثر بصحة الانسان بمجرد ان تصبح خارج نطاق السيطرة.

امثلة على الانواع الغازية الخطرة في دول الوطن العربي ويقدر عددها بحوالي (551 نوعا)وبعض دول العالم:

- عشب النيل*Echohornia crassipes*
- زعتر الماء*Hydrilla verticilata*
- النخيل الكناري*Phoenix cararіensis*
- الغراب الهندي*Corvus splendens*

يؤثر إدخال أنواع جديدة في التنوع الحيوي من عدة أوجه:

- دخول آفات جديدة لم تكن معروفة في البيئة المحلية تؤثر في النبات والحيوانات المحلية على حد سواء.
- منافسة الأنواع المحلية.
- التعرية الوراثية Genetic Erosion وهي تبني أصناف نباتية وسلالات حيوانية ذات صفات وراثية مرغوبة للمزارع وأهمال السلالات النباتية والحيوانية المحلية مما يؤدي إلى تدهورها وربما أنقراضها.

10.التغير المناخي العالمي Global Climatic Change الذي أدى إلى ارتفاع معنوي في درجات الحرارة الهواء مثلا ظهور أمراض الصدأ الفطري في أشجار الصنوبر ذي اللحاء الأبيض في إحدى ولايات أمريكا نتيجة تكرار سقوط الأمطار صيفا وارتفاع الرطوبة النسبية.

11. تغير العادات الاجتماعية والغذائية للمجتمعات بسبب عوامل الرخاء الاقتصادي وتغير أسلوب الحياة الذي أدى إلى استغلال جزء محدود من التنوع الجيني بدلا من الاستفادة من المخزون الجيني الكامن.

❖مدى تحمل الكائنات الحية لمعوامل الكيمياوية والفيزياوية

يعتمد تواجد (Existence) ووفرة (Abundance) وتوزيع (Distribution) احد أنواع الكائنات الحية على العوامل الكيمياوية والفيزيائية في البيئة ولكل نوع من الكائنات الحية مدى تحمل معين بالنسبة لهذه العوامل ويفسر هذه الظاهرة قانون مدى التحمل The Law of Tolerance ويشمل مدى التحمل حدا امثل Optimum Range يكون في هذا الحد تركيز العامل الكيمياوي أو الفيزيائي أفضل ما يكون بالنسبة لحياة ونشاط الكائن الحي ، كما يشمل مدى التحمل أيضا حدا أعلى و أدنى لمتحمل لا يستطيع الكائن الحي أن يتجاوزه ويسمى المجال بين الحد الأدنى و الأعلى بسعة التحمل Ecological Amplitude، والكائنات الحية من نفس النوع لها نفس مدى التحمل بالنسبة للعوامل الكيمياوية والفيزيائية ولكن غالبا ما نجد لبعض الافراد من مجموعة من نفس النوع مدى تحمل بالنسبة لهذه العوامل قد تزيد أوتقل عن مدى التحمل المعروف في نفس النوع وهذا يعود إلى بعض الاختلافات الوراثية البسيطة Differences in their genetic make up) .

المحاضرة السابعة/ تنوع بايلوجي نظري :

ـالقيمة البيئية والاقتصادية للتنوع الحيوي

مفهوم التنوع الحيوي او البيولوجي

يمكن وصف التنوع البيولوجي من حيث الجينات والأنواع والنظم البيئية ، المقابلة لثلاثة مستويات أساسية وما يتصل بها من التسلسل الهرمي للتنظيم البيولوجي بالاضافة الى أنواع التنوع الحيوي.

التنوع الجيني

- التنوع الجيني هو مجموع المعلومات الجينية الموجودة في جينات أفراد النباتات والحيوانات والكائنات الحية الدقيقة.
- كل نوع هو مستودع لكمية هائلة من المعلومات الجينية.
- يتراوح عدد الجينات من حوالي 1000 في البكتيريا إلى 400000 أو أكثر في العديد من النباتات المزهرة.
- يتكون كل نوع من العديد من الكائنات الحية ، وتقريبا لا يوجد عضوان من نفس النوع متطابقين وراثيا.
- هذا يعني ، على سبيل المثال ، أنه حتى لو تم إنقاذ الأنواع المهددة بالانقراض من الانقراض ، فسيتم فقد الكثير منها.
- تنوع داخلي عندما يُسمح للسكان بالتوسع مرة أخرى ، فسيكونون أكثر انتظامًا ووراثة من مجموعات أسلافهم. على سبيل المثال ، قطعان البيسون اليوم من الناحية البيولوجية ليست هي نفسها من حيث التنوع الجيني مثل قطعان البيسون في أوائل القرن الثامن عشر والتي تعد من أخطار تواجه التنوع الحيوي.
- يحدث التمايز الجيني داخل الأنواع نتيجة إما للتكاثر الجنسي ، حيث يمكن الجمع بين الاختلافات الجينية من الأفراد في نسلهم لإنتاج مجموعات جديدة من الجينات ، أو من الطفرات التي تسبب تغييرات في الحمض النووي.

تنوع الأنواع

- الأنواع هي تجمعات يحدث فيها تدفق الجينات في ظل ظروف طبيعية.
- داخل الأنواع ، يمكن لجميع الأفراد الطبيعيين التكاثر مع أفراد آخرين من الجنس الآخر ينتمون إلى نفس النوع ، أو على الأقل يمكن أن يكونوا مرتبطين وراثياً بهم من خلال سلاسل من أفراد التربية الآخرين.
- بحكم التعريف ، لا يتكاثر أعضاء أحد الأنواع بحرية مع أعضاء من نوع آخر.
- على الرغم من أن هذا التعريف يعمل جيدًا للعديد من الأنواع الحيوانية والنباتية ، فمن الصعب تحديد الأنواع في المجموعات السكانية التي يحدث فيها التهجين أو الإخصاب الذاتي أو التوالد العذري.
- يجب أن يتم التقسيم التعسفي ، وهذا بالفعل مجال غالبًا ما يختلف فيه العلماء.

تنوع النظام البيئي

يتعلق تنوع النظام الإيكولوجي بمجموعة متنوعة من العوائل والمجتمعات الحيوية والعمليات البيئية في المحيط الحيوي وكذلك التنوع داخل النظم البيئية. يمكن وصف التنوع في عدد من مستويات ومقاييس مختلفة:

- التنوع الوظيفي هو الوفرة النسبية لأنواع مختلفة وظيفيًا من الكائنات الحية.
- تنوع المجتمع هو عدد الأحجام والتوزيع المكاني للمجتمعات ، وهو يشار إليها أحيانًا باسم الترقيع.
- تنوع المناظر الطبيعية هو تنوع مقاييس الترقيع من أهمية التنوع الحيوي.
- لا توجد علاقة بسيطة بين تنوع النظام البيئي والعمليات البيئية مثل
- الإنتاجية والهيدرولوجيا وتوليد التربة.
- كما لا يرتبط التنوع ارتباطًا وثيقًا بالنظام البيئي
- الاستقرار ومقاومته للاضطراب وسرعة شفائه.
- لا توجد علاقة بسيطة في الداخل أي نظام بيئي بين تغيير في تنوعه والتغيير الناتج في عمليات النظام.
- على سبيل المثال قد يؤدي فقدان نوع من منطقة ما أو منطقة معينة (الانقراض المحلي أو الانقراض) لها تأثير ضئيل أو معدوم على صافي الإنتاجية الأولية إذا أخذ المنافسون مكانها في المجتمع .يكون العكس صحيحًا في حالات أخرى على سبيل المثال إذا كانت الحيوانات العاشبة مثل الحمار الوحشي والحيوانات البرية بعد إزالته من السافانا الأفريقية ، ينخفض صافي الإنتاجية الأولية للنظام البيئي.
- على الرغم من هذه الحالات الشاذة ، اقترح ريد وميلر (1989) ستة قواعد عامة للنظام البيئي الديناميكيات التي تربط التغيرات البيئية والتنوع البيولوجي وعمليات النظام البيئي.
- مزيج الأنواع التي تشكل المجتمعات والنظم الإيكولوجية يتغير باستمرار.
- ازداد تنوع الأنواع مع عدم التجانس البيئي أو عدم تجانس العوائل تفعل ذلك ، ولكن زيادة الترقيع لا يؤدي بالضرورة إلى زيادة الأنواع الاثرياء.
- يؤثر ترقع العوائل ليس فقط على تكوين الأنواع في النظام البيئي ، ولكن كذلك التفاعلات بين الأنواع.
- تلعب الاضطرابات الدورية دورًا مهمًا في خلق البيئات غير المكتملة تعزيز ثراء الأنواع العالية.
- أنها تساعد في الحفاظ على مجموعة من بقع العوائل في مختلف الدول المتعاقبة.
- يمكن أن يؤثر كل من حجم وعزل بقع العوائل على ثراء الأنواع و من العوامل التي تهدد التنوع الحيوي . ، كما يمكن أن يؤثر مدى المناطق الانتقالية بين العوائل.
- هذه المناطق الانتقالية ، أو "المناطق الاقتصادية" ، و الأنواع الداعمة التي لن تحدث في العوائل المستمرة في المناطق المعتدلة ،
- غالبًا ما تكون الأنواع البيئية أكثر ثراءً من العوائل المستمرة ، على الرغم من أن العكس قد يكون يكون ذلك صحيحًا في الغابات الاستوائية[1].

القيمة الاقتصادية الغير مباشرة للتنوع الحيوي

يوفر التنوع الحيوي مجموعة من المواد الخام ، من المحاصيل الصالحة للزراعة إلى الأدوية و الألياف ، والتي يمكن تقاسم قيمتها والتكلفة بشكل مباشر، اذ يمكن تقسيم هذه القيمة الاقتصادية الغير مباشرة للبيئة الطبيعية إلى ما يتعلق بالاستهلاك والإنتاج ، أي استخدام الاستهلاك وقيم الاستخدام الإنتاجي، فعادة ، يتم تخصيص قيمة استخدام المستهلك للسلع التي يتم استهلاكها محليًا ، ولا يتم شراؤها ولا بيعها ، وبالتالي لا تساهم في اقتصاد أي بلد، الناس الذين يعيشون على الأرض يحصلون على السلع التي يحتاجونها للبقاء على قيد الحياة من البيئة، إذا تدهورت جودة البيئة لأي سبب من الأسباب مثل الرعي الجائر ، فمن الواضح أن مستوى معيشتهم سينخفض.

1.تنعكس قيمة الاستهلاك هذه أيضًا في استخدام الخشب للتدفئة والطهي.

2.يقدر أن حوالي 2.4 مليار شخص يستخدمون الحطب وأشكال أخرى من الكتلة الحيوية للطبخ والتدفئة

3.على الرغم من أن هذا ليس هو الحال في جامايكا ، إلا أن الطلب على الحطب (الفحم) للاستخدام المنزلي والتجاري قد ازداد حتى أواخر التسعينيات

4.يمكن تحديد قيمة مصدر الطاقة هذا على أساس الكمية التي سيتم إنفاقها على الكيروسين أو أنواع الوقود الأخرى إذا لم يتمكن البشر من الحصول على احتياجاتهم من الوقود من بيئتهم.

5.في العديد من البلدان ، استخدم الناس مصادر الوقود المحلية الخاصة بهم ولكنهم لا يستطيعون شراء البدائل.

6.وقد تمت الإشارة إلى هذا باسم "أزمة الطاقة للفقير" و التي "بسبب الضغوط السكانية ، و تقلص الغابات ، وزيادة تكلفة طرق الطهي و التدفئة البديلة"

7.وهذا يجبر الناس في النهاية على السفر بعيدًا عن محيطهم للحصول على الوقود ، مما يزيد من إزالة الغابات و الصيد الجائر.

يتم تعيين قيم الاستخدام الإنتاجي للمواد الخام التي يتم استخلاصها من البيئة وشرائها وبيعها محليًا أو وطنيًا أو دوليًا، تشمل منتجاتها الرئيسية حطب البناء والحطب والمأكولات البحرية والفواكه والخضروات والأعشاب البحرية على سبيل المثال لا الحصر، لا يتم تحديد قيمة هذه المنتجات من خلال التكلفة النهائية للبيع بالتجزئة للمنتج ، ولكن بالأحرى بالمبلغ المدفوع في نقطة البيع الأولى مطروحًا منه التكاليف المدفوعة حتى تلك النقطة، لذلك ، يمكن أن تكون هذه القيمة مضللة لأن منتجًا طبيعيًا يبدو غير مهم يمكن أن يكون نقطة البداية للمنتجات المصنعة المهمة جدًا[2].

الأهمية الاقتصادية والاجتماعية للتنوع الحيوي

ظهر مصطلح التنوع الحيوي (biodiversity) للمرة الأولى عام 1986، ضمن فعاليات ندوة علمية عقدها المجلس الوطني للأبحاث في الولايات المتحدة. ومنذ ذلك الحين، وجد هذا المفهوم قبولاً واسعاً، واستخداماً شائعاً، من قبل علماء الأحياء، والمدافعين عن البيئة، والسياسيين والاقتصاديين. هذا القبول والتقبل، ترافق مع انتشار القلق العالمي حول الزيادة المتسارعة في معدلات انقراض الأنواع المختلفة خلال العقود الأخيرة. وكي نفهم سبب هذا الاهتمام الواسع بهذا المصطلح –أو بالأحرى المفهوم- يجب أن نتوقف قليلاً عند الجوانب المهمة من الحياة الطبيعية والإنسانية التي تؤثر وتتأثر بالتنوع الحيوي، لكن لا يوجد تعريف محدد ومتفق عليه حول مصطلح "التنوع الحيوي". فمن ضمن تعريفاته التي تلقى قبولاً إلى حد كبير، هو ذلك الذي ينص على أنه: مقياس للتنوع النسبي للكائنات الحية الموجودة في النظم البيئية المختلفة. وحسب هذا التعريف، يشير التنوع هنا إلى التنوع بين أجناس الحيوانات المختلفة، وداخل الجنس الواحد، بالإضافة إلى مقدار التنوع والاختلاف بين البيئات الطبيعية المختلفة والمتباينة.

التعريف الآخر للتنوع الحيوي، رغم بساطته وسهولته يمثل تحدياً فكرياً، فهو ينص على أن التنوع الحيوي هو: المحصلة المجموعية للجينات الوراثية، وللأنواع، وللبيئات الطبيعية، في منطقة ما. يتميز هذا التعريف بقدرته على تقسيم التنوع الحيوي إلى أقسامه الثلاثة الرئيسية: الوراثي، والنوعي، والبيئي. القسم الوراثي، يشير إلى مقدار التنوع والاختلاف في الجينات داخل الجنس الواحد، والذي يظهر نفسه في شكل الاختلافات الفردية داخل جنس النبات أو الحيوان الواحد. القسم النوعي يشير إلى عدد الأنواع المختلفة الموجودة داخل النظم البيئية المتباينة. أما القسم الثالث أو القسم البيئي، فيشير إلى مدى التعدد والتنوع في النظم البيئية الموجودة داخل منطقة جغرافية محددة، ثم على سطح كوكب الأرض بوجه عام. فمثلاً في مساحة الأرض المزروعة بالأرز أو بالقمح، ينخفض مقدار التنوع الحيوي، لأن شكل الحياة الموجود بها هو فقط نبات الأرز أو القمح. بينما في الغابة مثلاً وفي مساحة مقاربة لحجم حقل الأرز السابق، توجد العشرات وربما المئات من أنواع وأصناف وأجناس النباتات المختلفة. وينطبق هذا المفهوم أيضاً على الحيوانات، ففي مزارع الدواجن يوجد نوع واحد من الطيور، بينما في المساحة نفسها من غابة أو محمية طبيعية، نجد عشرات ومئات من أنواع الطيور المختلفة. أي أن التنوع الحيوي ببساطة هو وجود أشكال عديدة من الحياة، بصورها المختلفة من نباتات وحيوانات وكائنات مجهرية.

وبغض النظر عن الاختلافات في التعاريف الرامية إلى تفسير مفهوم التنوع الحيوي، تظل الحقيقة الأساسية هي أن التنوع في أشكال الحياة، قد ساهم مساهمات أساسية في بقاء وتطور المجتمعات البشرية. هذا في الوقت الذي أثرت أيضا فيه نشاطات تلك المجتمعات على مقدار التنوع الحيوي في بيئتها المحيطة، سواء على المستوى الوراثي أو النوعي أو البيئي. هذه العلاقة المتبادلة بين الكائنات الحية ومسيرة الجنس البشري، يمكن ردها لأربع قيم -أو أدوار- رئيسية لعبها التنوع الحيوي في الحياة اليومية للبشر، أولاها القيمة البيئية، وتتلخص في حقيقة أن جميع الكائنات الحية الموجودة في نظام بيئي ما، تؤدي وظيفة محددة، يعتمد عليها النظام البيئي برمته في توازنه واستمراره. فالكائنات الحية يمكنها مثلاً اختزان الطاقة، وإنتاج المواد العضوية، أو تحليل المواد العضوية الناتجة من نشاطات كائنات أخرى تشاطرها نفس النظام البيئي. بالإضافة إلى قدرة تلك الكائنات على إعادة تدوير المصادر الطبيعية من مياه ومواد مغذية، وتثبيت الغازات الجوية، والقضاء على الآفات التي قد تصيب بيئتها، وأحياناً حتى تنظيم المناخ العام. القيمة الثانية أو القيمة الاقتصادية التي يضيفها التنوع الحيوي على صعيد دعم المجتمعات البشرية، تظهر في شكل توفير مصادر متنوعة من النباتات والحيوانات، يخدم كل منها هدفا بشريا أو يحقق غرضا إنسانيا. في هذا المنظور، يمكننا اعتبار اختلاف وتعدد المحاصيل الزراعية التي يقوم الإنسان بإنتاجها، نوعاً من أنواع التنوع الحيوي، المعروف بتنوع المحاصيل. فحاجات الإنسان الضرورية من الدهون، والكربوهيدرات، والبروتينات، والأملاح، والمعادن، والفيتامينات، وغيرها من العناصر الغذائية، لا يمكن تلبيتها جميعاً من خلال الاعتماد على مصادر غذائية محدودة التنوع. هذا بالإضافة إلى أن كثيرين ينظرون إلى هذا التنوع على أنه مخزون من المصادر الفريدة، القابلة للاستغلال في العديد من النشاطات الاقتصادية كصناعة الغذاء والأدوية والعقاقير، وحتى صناعة مستحضرات التجميل. هذه النظرة بالتحديد هي السبب الرئيسي خلف تزايد المخاوف من استهلاك الأنواع الحية، وما سيعنيه ذلك من أثر سلبي على صناعات مختلفة، تمثل عماد الاقتصاد في العديد من المجتمعات.

التنوع البيولوجي.. العمود الفقري للاقتصاد العالمي

تؤدي التنوّع البيولوجي دوراً مُهمّاً في الاقتصاد العالمي؛ لأنه يمنحنا فرصةً للتعرّف على التركيبات الوراثيّة المختلفة للكائنات الحية، ممّا يساعد على تربية نباتات وحيوانات أفضل، ويُسهِم في إمداد البشر بكلّ ما يَحتاجون إليه من منتجات كالأخشاب والأغذية والملابس والأدوية.
وتبلغ قيمة الفوائد الاقتصادية والبيئية السنوية للتنوع البيولوجي في جميع أنحاء العالم عشرات البلايين من الدولارات. وهو أساس الحياة على سطح الأرض لأنه يُحافظ على التنوع الجيني والوراثي للكائنات الحية، وعلى توازنها، ويمنع حدوث خلل في الأنظمة البيئية، ويسهم في تطور جميع نشاطات الحياة، وتعزيز الإنتاج وزيادته.
وتُظهر دراسات رصينة أن التنوع البيولوجي يشهد حاليا تراجعاً كبيراً وتدهوراً واسعاً، وأن عوامل كثيرة تُساهم في انقراض أنواع كثيرة من الكائنات الحية، وأن هناك زيادة متسارعة في معدلات انقراض الأنواع المختلفة خلال العقود الأخيرة. وأعلن علماء البيئة أن انقراضًا سادسًا للحيوانات تواجهه الأرض حاليا، فقبل عصر الأنثروبوسين (ظهور الإنسان)، كان ينقرض نوعان من الثدييات كل قرن من بين عشرة آلاف نوع كانت تعيش حينها. لكن هذا الرقم ازداد في القرنين الـ 20 والـ 21 بمقدار 114 مرة، بسبب الانفجار السكاني الكبير، والزيادة الحادة في إنتاج اللحوم والألبان في العالم.

القيمة الاقتصادية للتنوع البيولوجي
يضمّ التنوّع البيولوجي على كوكب الأرض 1.7 مليون نوع كائن حي، ويشمل هذا الرقم 750 ألف نوع من النباتات، والباقي يكون على شكل مجموعات مركبة من الفطريات واللافقاريات والطحالب وغيرها من الكائنات الدقيقة. وتظهر القيمة الاقتصادية التي يضيفها التنوع البيولوجي على صعيد دعم المجتمعات البشرية في شكل توفير مصادر متنوعة من الكائنات، يخدم كل منها هدفًا بشريًا أو يحقق غرضًا إنسانيًا.
ويمكن اعتبار اختلاف وتعدد المحاصيل الزراعية نوعاً من أنواع التنوع البيولوجي. فحاجات الإنسان الضرورية من الغذاء كالكربوهيدرات، والبروتينات، والأملاح، والمعادن، والفيتامينات، وغيرها من العناصر الغذائية، لا يمكن تلبيتها جميعاً من خلال الاعتماد على مصادر غذائية محدودة التنوع. إضافة إلى أن كثيرين ينظرون إلى هذا التنوع على أنه مخزون من المصادر الفريدة القابلة للاستغلال في العديد من النشاطات الاقتصادية كصناعة الغذاء والأدوية وغيرها من المنتجات التي تعتمد على مصادر طبيعية. هذه النظرة بالتحديد هي السبب الرئيسي خلف تزايد المخاوف من استهلاك الأنواع الحية، وما سيعنيه ذلك من أثر سلبي في صناعات مختلفة تمثل عماد الاقتصاد في معظم المجتمعات.
يوفر التنوع البيولوجي مجموعة متنوعة من الأغذية، حيث تعتبر المحاصيل والثروة الحيوانية والأسماك مصدرًا غذائيًا مهمًا للبشر. ومع ذلك، فقد تم تدجين عدد قليل من الأنواع إذا ما قورن بعدد الأنواع الموجودة. ويمكن للأنواع والأصناف البرية أن تعزز دور الجينات في تحسين الأجناس المستأنسة من خلال تطوير إنتاجها ومقاومتها للأمراض وتحملها ونشاطها مما يزيد من عوائد الزراعة. يعتمد 70 % من سكّان العالم على النباتات في علاجاتهم، و40 % من الأدوية تَحتوي على مُكوّنات نباتيّة وحيوانية. ويأتي أكثر من 70 % من الأدوية الواعدة المضادة للسرطان من نباتات الغابات الاستوائية المطيرة. ومن بين 250 ألف نوع من النباتات المعروفة، بحث العلماء عن 5000 نوع فقط من أجل تطبيقات طبية محتملة. وتؤدي الحيوانات أيضًا دورًا مهما في صناعة الأدوية.والاستخدام الحكيم للتنوع البيولوجي في مجال المكافحة البيولوجية للآفات قد يؤدي إلى حماية المحاصيل والحد من الخسارة الاقتصادية الناجمة عن فقدانها، وهي طريقة أكثر ملاءمة للبيئة مقارنة باستخدام مبيدات الآفات الصناعية. كما يمكن التحكم في عدد ناقلات الأمراض والأنواع الغازية؛ ومن ثم، يمكن الحد من الخسائر الاقتصادية التي تسببها هذه الأنواع.ووفق دراسة نشرتها مجلة (بيوساينس) فإنه يتم إنفاق 20 بليون دولار أمريكي في العالم على مبيدات الآفات، لكن الطفيليات والحيوانات المفترسة الموجودة في النظم البيئية الطبيعية توفر ما يقدر بخمسة إلى عشرة أضعاف هذه الكمية من مكافحة الآفات. ومن دون وجود أعداء طبيعيين، فإن خسائر المحاصيل ستكون كارثية وستتصاعد تكاليف مكافحة الآفات الكيميائية بشكل هائل.قد يكون التنوع البيولوجي مصدرا للطاقة والمنتجات الصناعية الأخرى مثل ألياف للملابس والخشب والزيوت ومواد التشحيم والعطور والأصباغ والورق والشموع والمطاط والراتنجات والفلين والبلاستيك البيولوجي والصوف والحرير والفراء والجلود وزيوت التشحيم والشموع، وكلها مستمدة من أنواع نباتية وحيوانية.

اقتصاديات التنوع البيولوجي :

يدرس علم الاقتصاد الاستخدام الأمثل للموارد المادية والبشرية بهدف تحقيق أكبر إشباع للحاجات الإنسانية بأقل تكلفة ممكنة. لكن هذا المفهوم لعلم الاقتصاد بدأ بالتغير لأنه لا يأخذ بعين الاعتبار الجانب البيئي في النشاط الاقتصادي. ونعرض هنا بشكل مختصر لبعض المفاهيم الاقتصادية التي انبثقت حديثًا.

ظهر مفهوم الاقتصاد الأخضر مع تزايد الضغوط على البيئة نتيجة النشاطات المختلفة التي تخدم الاقتصاد وبخاصة في الدول الصناعية الكبرى، وهو يعني تحقيق النمو والتنمية المستدامة دون الإخلال بالنظام البيئي. ويهدف الى تحقيق تنمية اقتصادية عن طريق مشروعات صديقة للبيئة باستخدام تكنولوجيات جديدة، ويدعو إلى تغيير أنماط الاستهلاك غير المستدامة، مما يولد فرص عمل جديدة تعمل على الحد من الفقر، إلى جانب تقليل كثافة استخدام الطاقة واستهلاك الموارد وإنتاجها. وفي هذا الإطار تسعى الدول الى وضع تصور لإطلاق اقتصاد مبني على استراتيجية الانتقال الى اقتصاد أخضر ووضع نموذج جديد للتنمية المستدامة؛ لأن الاقتصاد الأخضر هو نموذج للتنمية الاقتصادية على أساس التنمية المستدامة والاقتصاد البيئي. وهو نوع من الطرق المنظمة لإنشاء مجتمع وبيئة نظيفة ترفع من المستوى الاقتصادي وتدفع المجتمع نحو حياة أفضل، وتحافظ على موازنة البيئة من جميع أشكال التنوع البيئي.أما اقتصاديات النظم البيئية والتنوع البيئي التي تُعرف اختصاراً بـ TEEB، فهي مبادرة عالمية تركز على لفت الانتباه إلى الفوائد الاقتصادية للتنوع البيولوجي. وهدفها هو تسليط الضوء على التكاليف المتزايدة لفقدان التنوع البيولوجي وتدهور النظم الإيكولوجية. وتقدم المبادرة مقاربة يمكن أن تساعد صناع القرار على التعرف والتقاط وإظهار قيم النظم الإيكولوجية والتنوع البيولوجي، بما في ذلك كيفية دمج هذه القيم في عملية صنع القرار. ويشير الاقتصاد البيولوجي (Bioeconomy) إلى جميع النشاطات الاقتصادية المرتكزة على الأنشطة البحثية والعلمية الرامية إلى فهم الآليات والعمليات التي تتم على مستوى الجينات والجزيئات وتطبيقاتها الصناعية. وعادة ما يستخدم مصطلح التكنولوجيا البيولوجية (Biotechnology) للإشارة إلى المعنى نفسه. ويشيع استخدام مصطلح الاقتصاد البيولوجي في هيئات التنمية الإقليمية والمنظمات الدولية وشركات التكنولوجيا البيولوجية. ويمثل التطور الذي شهدته صناعة التكنولوجيا البيولوجية وتطبيقاتها على الزراعة والصحة والصناعات الكيميائية وتوليد الطاقة نموذجا لنشاطات الاقتصاد البيولوجي.والاقتصاد البيولوجي المبني على المعرفة، هو الاقتصاد الذي يقوم على تحويل معرفة علوم الحياة إلى منتجات تنافسية وناجحة اقتصاديا ومستدامة. ومن أهم عناصر هذا الاقتصاد هي الاستعاضة عن الزراعة التقليدية بالزراعة العضوية. وتخصص الولايات المتحدة وأوروبا مبالغ كبيرة على البحث العلمي بهذه المجالات لتعزيز دور الاقتصاد المبني على المعرفة

غياب السياسات العامة:

من أسباب عدم اهتمام الأفراد بأهمية التنوع البيولوجي غياب المعرفة بأهمية ذلك التنوع وغياب السياسات العامة البيئية والبيولوجية التي تؤدي إلى حفظ المصادر. وأظهرت الدراسات العلمية فشل الحكومات في الوفاء بالالتزامات التي تم التعهد بها من خلال اتفاقية التنوع البيولوجي للحد من المعدل العالمي لخسارة التنوع البيولوجي.

ومن الاستنتاجات الرئيسية لهذه الدراسات استمرار البشرية في فقد التنوع البيولوجي بمعدل لم يسبق له مثيل في التاريخ، وقد تكون معدلات الانقراض أعلى بما يصل إلى 1000 مرة من المعدلات التاريخية.

ويرى معظم العلماء أننا نواجه الانقراض العظيم السادس للأرض على الرغم من أن الانقراضات الخمسة السابقة نشأت عن أحداث طبيعية، مثل تأثيرات الكويكبات. ولهذا يجب حماية التنوع البيولوجي والحفاظ عليه بالحرص على منع الصيد الجائر وتقطيع الغابات ومنع الامتداد العمراني إلى الأراضي الزراعية وإقامة المحميات الطبيعية النباتية والحيوانية وإنشاء بنوك للبذور الحقلية للحفاظ على الأنواع النادرة من النباتات.كما يجب الحفاظ على تجميعة الجينات (Gene pool) ، وهي العدد الإجماليّ للأليلات التي يَتشاركها عدد من الأفراد الذين ينتمون إلى أحد الأنواع. ويُمكن أن تشير تجميعة الجينات إلى جين بعينه، أو إلى خصائص نوع بكامله. ولدى تجميعات الجينات تأثيرات مهمة في المخلوقات الحية، وبصورة عامة كلما كانت تجميعات الجينات أكبر كان ذلك أفضل للأنواع لأنها تمثل التنوع؛ والتنوع الوراثيّ الأكبر يَعني زيادة أكثر في قدرة المخلوق على تحمل الظروف البيئية التي يَخضع لها لأن الحيوانات التي تفتقر إلى هذه التجميعات تكون أقل قدرة على التكيف والبقاء.

وتجميعات الجينات مهمة صناعياً ومن ثم اقتصاديا، فمثلاً في مزارع الدواجن تستهدف تجميعات الجينات الكبيرة الحصول على أفراد معافين من الحيوانات، لاسيما في المزارع التي تربي حيوانات ذات عرق خالص، فهذه الحيوانات يُمكنها أن تظهر تكيفات ومُميزات جديدة إذا ما رُبيت بطريقة مُعينة. ولهذا يَهتم المُحافظون على التنوع البيولوجي أيضاً بتجميعات الجينات

هذه، فأنواع الحيوانات المُهددة بالانقراض قد تبلغ نقطة حرجة لا تستطيع بعدها النجاة بسبب تضاؤل أعدادها وفقدانها لتنوعها الوراثيّ.وتظهر التقديرات أنه بالنسبة للاستثمار السنوي البالغ 45 بليون دولار في المناطق المحمية وحدها، يمكن تأمين خدمات النظام الإيكولوجي التي تبلغ قيمتها نحو خمسة تريليونات دولار سنوياً وتقليل تكلفة الخسائر المستقبلية عن طريق الإدارة السليمة للنظام الإيكولوجي والتنوع البيولوجي.
وفي ضوء استمرار فقدان العوائل الطبيعية والتنوع البيولوجي، من الضروري تحديد نسبة التكلفة للاستثمارات في حفظ العوائل. وبحسب دورية «ساينس» فقد تراكمت الأدلة على أن حفظ العوائل يولد فوائد اقتصادية أكبر من فوائد تحويل العوائل. ويقدر الباحثون أن التكلفة الإجمالية لبرنامج عالمي فعال لحفظ الطبيعة البرية المتبقية هي 100 إلى 1 على الأقل. ولكي تتم عملية تقييم اقتصادي شامل للتنوع البيولوجي، كمصدر من المصادر الاقتصادية القومية، يجب أن تكون هناك رؤية واضحة لدى صانعي القرار والمجتمعات لإبراز أهميته والحفاظ على حق الأجيال القادمة في استدامته، وتطبيق برامج حماية الأنواع البيولوجية المحلية.

التطوير المستهدف:

ولإحداث تطوير في هذا المجال هناك شقان لابد من الاهتمام بهما: هما العامل البشري ويتمثل في إقامة برامج تدريب فاعله وبناء القدرات الفكرية لدى القائمين على العمل، وتحرير النظم والإدارات التنفيذية من الجمود الروتيني. ويتمثل الشق الثاني في استخدام الحلول التكنولوجية لمجابهة زيادة الطلب على بعض الأنواع، مثل استخدام تقنيات زراعة الأنسجة للحد من الجمع الجائر للنباتات الطبية البرية، وإجراء تجارب الإكثار والتهجين، ودراسة تطوير إنتاجية هذه الأنواع ودراسة المصادر الوراثية ورصد ديناميكية التغير في الأنواع المزروعة.
إن التنوع البيولوجي يمثل رأس المال الطبيعي الحي الداعم للنمو الاقتصادي، ويجب أن تتعاون دول العالم للحفاظ عليه من خلال المصادقة على الاتفاقيات الدولية والإقليمية وتطبيق بنودها، ووضع الخطط والمشروعات المستقبلية المناسبة. >

ما الذي يمثل القيمة الاقتصادية غير المباشرة للتنوع الحيوي

الذي يمثل القيمة الاقتصادية غير المباشرة للتنوع الحيوي هو الحماية من الفيضانات.

إن التنوع البيولوجي يُشير إلى تنوع الكائنات الحية على كوكب الأرض، إذ يشتمل على الحيوانات، النباتات، البكتيريا والفطريات، وعلى الرغم من أن التنوع الحيوي للأرض غني للغاية، إلا أن هناك الكثير من الأنواع لم يتم اكتشافها حتى الآن، ولكن يوجد العديد من أنواع الكائنات مهددة بالانقراض نتيجة الأنشطة البشرية الضارة، وهذا يؤدي إلى تعرض التنوع الحيوي الرائع للأرض إلى الخطر، ومن الجدير بالذكر أن الحياة البشرية تعتمد بصورة كبيرة على المنتجات البيولوجية من أجل بقائها، إذ أن التنوع الحيوي له قيمة اقتصادية كبيرة، والذي يمثل القيمة الاقتصادية غير المباشرة للتنوع الحيوي هو أنه مصدر للمنتجات الهامة، وفي التالي بعض تلك المنتجات[1] :

مصدر الأدوية :إذ يتم استخلاص وصناعة عدد ضخم من الأدوية من النباتات والحيوانات.

مصدر المواد الخام للصناعات :ويُمكن القول بأن كل الصناعات تعتمد على النباتات والحيوانات.

الإمدادات الغذائية :فالنباتات والحيوانات هي أساس بقاء الإنسان، كما أن الحيوانات تعتمد على النباتات.

يدعم اقتصاد البلد :الصناعة والزراعة تعمل على زيادة العائدات أو الإيرادات التي تحصل عليها الدولة، كما أنها توفر فرص عمل للعديد من السكان .

ما هو التنوع الحيوي

بالإنجليزية"**Biodiversity**" ، ويتم استخدام مصطلح التنوع البيولوجي أو الحيوي في وصف التنوع الضخم للحياة على كوكب الأرض، ومن الممكن أن يُستخدم بدقة أكبر في الإشارة إلى كافة الأنواع في منطقة واحدة أو نظام بيئي واحد، كما يشير التنوع الحيوي إلى كل كائن حي، بما فيه الحيوانات، النباتات والبكتيريا وبالطبع البشر، وقد قام العلماء بتقدير وجود 8.7 مليون نوع من النباتات والحيوانات تقريبًا، ومع هذا تم تحديد ووصف فقط 1.2 مليون نوع تقريبًا إلى الآن، وغالبيتها من الحشرات، وهذا يدل على أن هناك الملايين من الكائنات الحية الأخرى ما زالت لغزًا كاملًا، وفي انتظار اكتشافها[2] .

الفرق بين القيمة الاقتصادية المباشرة والغير مباشرة للتنوع الحيوي

يُمكن القول بإن القيمة الاقتصادية المباشرة للتنوع الحيوي تتمثل في المنتجات التي يتم بيعها، أما القيمة الاقتصادية غير المباشرة تتمثل في القيمة الجوهرية له، أي أن القيمة المباشرة للتنوع البيولوجي تأتي بشكل مباشر من الكائنات الحية مثل الطبخ وتناول النباتات[3] .

القيمة المباشرة للتنوع الحيوي

إن القيمة المباشرة للتنوع الحيوي تظهر في الطرق التي يمكن عن طريقها استخدام التنوع البيولوجي بشكل مباشر لمصلحة الإنسان، فمثلًا يتم استخدام النباتات مباشرة في الطعام أو في صنع الأدوية، وقد تم تصنيف القيم المباشرة إلى ما يلي:

- **قيمة الاستخدام الاستهلاكي :**وهي القيمة الموضوعة على عناصر الطبيعة التي يتم استخدامها بشكل مباشر دون أن تمر عبر السوق، مثل استخدام الحطب من خلال قطع شجرة أو أكل حيوان ما بعد صيده.
- **قيمة الاستخدام الإنتاجي :**وهي القيمة التي تأتي من منتجات الطبيعة التي يتم استخدامها بعد أن تمر عبر السوق، مثل شراء السمك من السوق، حينها سوف يكون له قيمة استخدام إنتاجي.

القيمة غير المباشرة للتنوع الحيوي

تتمثل القيم غير المباشرة أو القيمة غير الاستهلاكية في الطرق التي لا يتم من خلالها استخدام نبات أو حيوان ماديًا، ولكن تتمثل فيما يتم توفيره عن طريق وجود التنوع البيولوجي من خدمات تساهم في المحافظة على صحة النظام البيئي، وقد تشمل القيمة غير المباشرة ما يلي:

- قيمة اجتماعية.
- قيمة اقتصادية.
- قيمة أخلاقية ومعنوية.

القيم الاجتماعية: إن القيمة الاجتماعية للتنوع الحيوي تتمثل في زيادة استهلاك العناصر والموارد من قبل المجتمعات الغنية، أو في الاستهلاك المحلي وبيع المنتجات، كما أن التنوع الحيوي لدى بعض الثقافات والمعتقدات قد يلعب دورًا هامًا، فالبعض منهم يقوم بتقديس نوع محدد من الكائنات الحية.
القيمة الأخلاقية والمعنوية: إن كل نوع من الكائنات الحية له حقه الأخلاقي في وجوده على سطح الأرض، كما أن كل إنسان له ثقافته ودينه ومجتمعه وقيمه الأخلاقية الخاصة، والتنوع البيولوجي له قيمة أخلاقية ومعنوية والتي نجدها واضحة للغاية في العلوم الفلسفية.

القيمة الاقتصادية: يعتمد الإنسان اعتمادًا كليًا على التنوع الحيوي من أجل أن يبقى على قيد الحياة، إذ أن المنتجات البيولوجية من نباتات وحيوانات وغيرها لها قيمة اقتصادية كبيرة، وهذا يرجع لأنها مصدر للمنتجات المهمة، إذ يتم استخدامها في:
الصناعة :يتم الحصول على المواد الخام اللازمة للصناعة من خلال النباتات والحيوانات .
الغذاء والأطعمة :فكل من الإنسان والحيوان يحتاج إلى تناول الطعام من أجل الحياة، وهنا يأتي دور الزراعة، فهي أساس بقاء غالبية الكائنات الحية من الحيوانات، وبالتالي الإنسان أيضًا.
مادة خام صناعة الأدوية :إذ أن العديد من أنواع الأدوية المختلفة يتم استخلاصها من النباتات أو الحيوانات، فعلى سبيل المثال سينكوناس ، بلادونا إحدى النباتات الطبية الهامة، كما أن سم الأفعى يتم استخدمه في صنع بعض الأدوية.
تعزيز اقتصاد البلاد :إذ أن الزراعة والصناعة تؤدي إلى زيادة العائدات والإيرادات للدولة، كما أنها تؤدي إلى توفير فرص عمل، ويُمكن القول بإن اقتصاد الكثير من البلاد يعتمد على التنوع الحيوي.

القيمة البيئية للتنوع الحيوي

يؤدي كل نوع من أنواع الكائنات الحية دورًا مميزًا في النظام البيئي، وعن طريق ذلك الدور يتم المحافظة على التوازن البيئي، مما يؤدي إلى عدم تعطل النظم البيئية، ولذا حتى لو لم نكن نستخدم أحد النباتات أو الحيوانات الموجودة في البيئة في صناعة المنتجات، إلا أنه بحكم وجودها في البرية فهي توفر الكثير من الخدمات الهامة التي خلقها الله عز وجل من أجلها، وتلك الخدمات هي ما تحافظ على التوازن البيئي والنظام البيئي ككل، وتتمثل تلك الخدمات فيما يلي:

- سقوط الأمطار :إن الغابات تساعد على هطول الأمطار بسبب عملية النتح.
- **إدارة المخلفات :**فالبيئة لديها نظام مميز في إدارة النفايات، بحيث تصبح نفايات بعض الكائنات الحية طعامًا لكائنات أخرى، وبالتالي لا تتراكم النفايات.
- **امتصاص الغازات الدفيئة :**إذ تمتص الغابات الغازات الدفيئة كثاني أكسيد الكربون خلال عملية البناء الضوئي، وذلك يساعد في الحد من الاحتباس الحراري.
- **الحفاظ على صحة الغابات :**تساعد الكثير من أنواع النباتات والحيوانات في الحفاظ على صحة الغابات.

كيفية الحفاظ على التنوع الحيوي

إن التنوع الحيوي أكثر من مجرد مجموعة من الحيوانات والنباتات التي تعيش على كوكب الأرض، إذ أن الأمر مرتبطًا بالنظم البيئية المحلية وتحسين الظروف المناسبة لازدهار تلك الكائنات الحية، ولذا يجب التعرف على كيفية المحافظة على التنوع الحيوي، ويمكن هذا من خلال:

- منع الصيد الجائر، وصيد الأنواع المهددة بالانقراض.
- الاتجاه إلى استخدام الطاقات المتجددة، والمواد صديقة البيئة.
- الحد من استخدام الكيماويات، مثل المبيدات والأسمدة، واستبدالها بالمواد الطبيعية أو العضوية.
- الحد من الزحف العمراني وخاصة في الأماكن الغنية بالنباتات والحيوانات، والاتجاه إلى التوسعات العمرانية في الأماكن الغير مستغلة أو الصحاري.
- محاربة التلوث بكافة صوره، عن طريق إعادة التدوير، تقليل استخدام الكيماويات الضارة، والاستخدام الصحيح لتوليد الطاقة، حيث إن غالبية صور توليد الطّاقة تتم بحرق النفط مما يرفع من نسبة التلوث.