



## Introduction to Biological Diversity

## المحاضرة الأولى: مقدمة إلى التنوع البيولوجي

### ما هو التنوع البيولوجي؟

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

يتجلّى هذا التنوع في أشكال متعددة والتفاعل في ما بينها، من الكائنات المجهرية التي لا تُرى إلا بالمجهر إلى الأشجار العملاقة والحيتان الضخمة. ينتشر التنوع البيولوجي في جميع البيئات، في الصحراء ، المحيطات، الأنهر، الغابات. ولا يزال العدد الفعلي لأنواع الكائنات الحية مجهولاً، 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 الاستوائية 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 دوراً مهما في تنظيم الدورة المائية في مناطق عديدة وتوفير بيئة ملائمة لتكاثر العديد من الأنواع من النباتات والحيوانات.

### مستويات التنوع البيولوجي.

يمكن تقسيم التنوع البيولوجي 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 الكره الأرضية مثل الغابات الاستوائية أو المعتدلة، والصحراء أو الحارة، والمواطن البيئية الرطبة، والجبال، والشعب المرجانية، الخ... ويمثل كل نظام بيئي سلسلة من العلاقات المتباينة 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 البابيولوجي :

##### 1. عوامل غير حيوية : Abiotic factors

- أ- العوامل البيئية Environmental factors : وتشمل العديد من العوامل في البيئات اليابسة مثلاً تلعب درجات الحرارة والرطوبة والضوء والرياح دوراً مهماً في التنوع البابيولوجي ، كما تؤثر بعض العوامل البيئية في البيئات المائية تأثيراً ملحوظاً مثل الضغط ودرجة الملوحة والمعكورة والضوء والتيارات المائية وغيرها .
- ب- المساحة : من المعلوم أن ازدياد المساحة يزيد من التنوع البابيولوجي في المنطقة البيئية Habitat والعكس صحيح .

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

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

هـ - التلوث Pollution : يؤثر التلوث تأثيراً واضحاً في الغالب على التنوع البابيولوجي فالمتهم في التلوث النفطي والحراري على شواطئ البحار والمحيطات ورمي المخلفات الصناعية والبشرية فيها إلا دليلاً على تأثيرها على التوأجد الحيوي في تلك البيئات ، كذلك التطور الصناعي على نطاق وسائل النقل والاتصالات والمعدات والأجهزة المنزلية إلا دليلاً آخر على تأثيرها على الكائنات الحية وبالتالي تأثيرها على التنوع البابيولوجي .

##### 2. عوامل حيوية : biotic factors

- أ- الانقراض Extinction : ويعتبر من أهم الأسباب التي أدت إلى التغير في التنوع البابيولوجي 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 .

ـ 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 القليل من المساحات المناسبة للحيوانات باختلافها وبلا شك أن كثيراً من تحويل البيئات يجعلها غير مناسبة لأنواع معينة مما يضطرها إلى الهجرة أو الهلاك مما يقلل من التنوع البيولوجي فيها .

- القضاء على الآفات والحيوانات المفترسة Predator and pest control .

- حركة مرور الحيوانات Animal traffic .

- النشاطات البشرية .

بـ- الاقتراس Predation : إن دور الاقتراس في التنوع البيولوجي يتبلور باتجاهين الأول أن توفر الفرائس يدعم تواجد فرائس جديدة في البيئة تؤثر إيجابياً في التنوع البيولوجي ، والثاني أن دور المفترسات في حفظ تعداد الفرائس إلى مستوياتها الدنيا يؤدي وبالتالي 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 .

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

دـ- التنافس Competition : ويعرف بأنه علاقة عدائية كنتيجة لاستخدام المتبادل لموارد طبيعية محدودة في الموطن البيئي يرتبط التنافس بعنصرتين أساسيين يؤديان إلى توضيح مدى ارتباط التنافس بالتنوع البيولوجي وهما :

1- مدى اتساع 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 وتتدخل في أحشائهما البيئية غالباً ما تتنافس على نفس الموارد وكثيراً ما يقوم أحدها بإزاحة الآخر ويطلق على هذه الظاهرة بالإقصاء التنافسي Competitive exclusion .

## أهمية التنوع البيولوجي

تزود البيئة الطبيعية الإنسان بالظروف الأساسية التي لا يستطيع العيش بدونها. فهو يحتاج لأن يتنفس، وأن يأكل، ويسرب، 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، وللفتريات، والكائنات الحية الدقيقة بالمسكن والغذاء.



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

3- تعمل الطفيلييات 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 مثلاً 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 تخلصها من الرواسب والأملاح المعدنية والمواد الغذائية والملوثات.

## 2. الأهمية الاقتصادية:

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

2- **الوقود:** يعتبر الخشب والفحم مثالان على المصادر الطبيعية التي يستخدمها الإنسان لانتاج الطاقة.

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

4- **الدواء:** يحصل الإنسان على العقاقير الطبيعية والمصنعة من الكائنات الحية (البنسلين من الفطريات، والكوديين من الخشاخ، والكويينين 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 الكره الأرضية.

## 3. فوائد غير مباشرة:



**أ. توفير مياه نقية للشرب:** لا تزيد نسبة المياه التي يمكن استعمالها مباشرة والموجودة على الكره 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:** تمتلك النباتات الموجودة حول العالم غاز ثاني أكسيد الكربون من الهواء الجوي وتطلق الأكسجين إليه. وتحتاج جميع الكائنات الحية تقريباً للأكسجين 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، والأغانى، والقصص الخرافية.

**ب . أهمية جمالية وأخلاقية.** حيث يبعث النظر إلى الأزهار وشمها السرور في نفس الإنسان، 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.

**التنوع الباليولوجي مخزون وراثي** إذ يمكن استخدام هذا المخزون في تربية النبات والحيوان (مثلاً عن طريق الهندسة الوراثية ونقل الجينات).



## Taxonomy and Scientific Nomenclature

## المحاضرة الثانية: التصنيف والتسمية العلمية للكائنات الحية

### علم التقسيم(التصنيف) :-TAXONOMY

هو العلم الذي يهتم بتشخيص وتسمية الكائنات الحية وتقسيمها إلى مجاميع ، وانتقت كلمة Taxonomy من Taxis وتعني ترتيب و Nomos وتعني قانون أي قانون الترتيب . أما كلمة Biosystematics فمشتقة من الكلمة يونانية معناها نظم التقسيم التي أوجدها علماء التاريخ الطبيعي الأوائل .

ويهدف هذا العلم إلى:

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

### أهمية علم التصنيف وعلاقته بالعلوم الأخرى

يهتم تصنيف الأحياء بالدراسة العلمية لتنوع الكائنات الحية و العلاقات بين هذه الكائنات ، والغرض الأساس منه هو ترتيب هذه الأحياء بشكل متسلسل و منظم .

يعتمد تصنيف الأحياء على صفات هذه الكائنات و تأتي دراسة هذه الصفات من علوم الأحياء المختلفة منها علم البيئة Ecology والفسلجة Physiology والكيمياء الحياتية Genetics والوراثة Biochemistry و علم المظهر Morphology والمناعة Immunology وغيرها من العلوم .

ان أهم ما يتضمنه تصنيف الأحياء هو وصف الكائنات الحية و تسميتها و تصنيفها و تشخيصها و تحديد العلاقات بينها وبالتالي تسهيل التعامل مع الكائنات الحية و اعطاء معلومات كافية عن صفاتها و تقديم 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 و موحدة 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) و صفاتها.



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

### المراحل التاريخية لنظام التصنيف

#### 1- المرحلة القديمة أو الابتدائية :

وهي تبدأ من ما قبل التاريخ اتسمت بتعريف الإنسان على الكائنات الحية التي تعيش حوله مثل بعض الطيور وبعض اللبائن والحشرات والنباتات واهتم الإنسان القديم بتلك الأحياء ذات العلاقة المباشرة به ، تعرف عليها باسلوبه الخاص وقد عرف من الحفريات ومن الرسومات على جدران الكهوف ومن النقوش القديمة أن الإنسان 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 لآخرى 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 لينيويوس وهو حصيلة جهود علماء اخرين سبقوا لينيويوس 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 الأسماء التي وضع في هذا التاريخ وبعد اكتسبت شرعية وأشار العالم في قانونه ليس الى الجنس والنوع وانما اشار للمراتب الأخرى 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 متحركة من أسلاف مشتركة وهذا التغير يؤدي الى ظهور أنواع وأشكال جديدة .

#### 5- مرحلة الوراثة :

عندما ظهر علم الوراثة والذي افترن باسم مندل وتبين أن هناك ما يسمى بالعوامل الوراثية يعود لها السبب في ظهور صفات الأحياء نتيجة تضريب الذكور في الإناث 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 إلى الآباء وثم الأحفاد وعليه فالنوع يحوي مجموعة من الصفات محفوظة ولكن هذا النوع في مواجهة مستمرة مع ظروف البيئة وإذا حصل تغير في الجهاز الوراثي هذا التغير سوف يحفظ في ذلك النوع ويمر إلى الابناء وبذلك تتغير الأنواع باستمرار.

#### 6- مرحلة التصنيف الحديث :

تتميز بمحاولة إيجاد مفهوم علمي محدد للنوع . ان التصنيف القديم كان يركز على النوع بمفهومه النمطي أو الطرازي أي ان النوع تمثل 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 يستتبع العلاقة الطبيعية بين مجاميع الأحياء مستند على مفاهيم العلوم الأخرى كالاجنة والوراثة والفسلجة هذا بالإضافة إلى كون علم التصنيف اعتمد التصنيفات الحديثة حاله حال العلوم الأخرى

### (The Binomial System of Nomenclature)

نظام التسمية الثنائي الموحد عالمياً للكائنات الحية وفيه يكون لكل نوع من الكائنات الحية اسماً ثانياً 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 اسمًا ثانئياً مكوناً على النحو التالي:

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

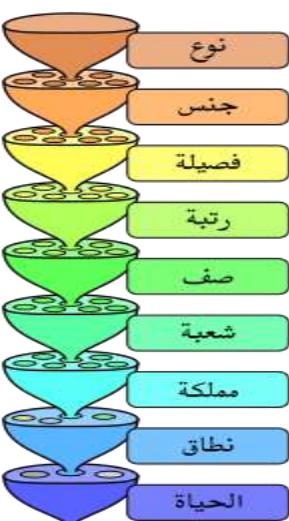
2 - الاسم الثاني وهو الاسم أو اللقب النوعي (Specific name) ، أي الاسم الخاص بالكائن ، ويبدأ بحرف صغير . والاسمان معاً (الجنس والنوع) هما الاسم العلمي للكائن الحي ، ويكتبه بحروف مائلة أو يوضع تحتهما خط . مثلاً عليها الذرة الشامي (Zea mays L.).

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 قائمة غير قابلة للتغيير وهذا يضمن ثبات الاسم وعدم تغييره .
- 3- كما أن ذلك يعطي لكل كائن اسمًا علميًا معتمداً بين العلماء ومترافق 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 المشابهة في جميع صفاتها تتلاقي فيما بينها ولا تتلاقي مع الأنواع المختلفة الأخرى.
- 2- الجنس (Genus) وتضم كل الأنواع المشابهة في جنس واحد.
- 3- العائلة (Family) تضم كل الأجناس المشابهة في عائلة واحدة.
- 4- الرتبة (Order) تضم كل العوائل المشابهة في رتبة واحدة.
- 5- الطائفة (Class) تضم كل الرتب المشابهة في طائفة واحدة.
- 6- الشعبة (Phylum) تضم كل الطوائف المشابهة 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 على ترتيب بدائي لحيوانات ونباتات ، أما ارسسطو فقد اعطى التصنيف على اساس التشابه في صفات مظهرية معينة . فالتصنيف الذي يرتكز على صفات مظهرية كاللون و العادات و الشكل الخارجي فهو ترتيب اصطناعي فمثلاً يقسم الحيوانات الى حيوانات برية و حيوانات مائية او الى حيوانات اكلة اللحوم و حيوانات اكلة الاعشاب . وبعد العلماء العرب مثل القرزويني 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 والتتشابه في وظائف الأعضاء والتكونين 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 القريبية 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 متقدمة 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 والأنواع التي تطورت منها . أما النظام المتبعة حالياً فهو مزيج من التصنيف الطبيعي والتصنيف التطوري .

## التنوع الوراثي والتطور

### مقدمة : عمليات التطور

التطور هو العملية التي تحدث من خلالها الكائنات الحية الحديثة من أسلافٍ قديمة. وهو مسؤولٌ عن كلٍ من التشابهات الملاحظة التي نراها عبر كلِّ أشكال الحياة والتنوع المدهش لها. ولكن كيف يعمل بالضبط؟  
يعتبر الاختلاف الوراثي أساساً للعملية، والذي من خلاله يمكن للقوى الانتخابية العمل ليحدث التطور. يتناول هذا القسم آليات التطور مركزاً على:

- التحدُّر والاختلافات الوراثية القابلة للتوريث والتي تمرُّ إلى الجيل التالي.
- الطفرة، الهجرة (انسياب الموروثات)، الانحراف الوراثي، والانتخاب الطبيعي كآلياتٍ للتغيير.
- أهمية التنوع الوراثي.
- الطبيعة العشوائية للانحراف الوراثي وأثار تقليل التنوع الوراثي.
- كيف يؤدي التنوع، التكاثر التفريقي، والوراثة إلى التطور بواسطة الانتخاب الطبيعي.
- كيف يمكن لأنواع مختلفة أن تؤثر على تطور بعضها من خلال التطور المشترك.

لقد عرَّفنا التطور على أنه تحدُّر السلالة من سلفٍ مشتركٍ مع التعديلات. ولكن ما الذي تم تعديله فعلياً؟ فالتطور يحدث فقط عندما يكون هناك تغيير في تكرار الموروثات ضمن كتلة سكانية مع مرور الوقت. إذ يمكن توريث هذه الاختلافات الوراثية ونقلها إلى الجيل التالي، وهذا ما يمثل الجوهر الحقيقي للتطور: تغيراتٌ طويلة المدى.

بمقارنة هذين المثالين على التغيير في كتلة سكانية من الخنافس، أيهما مثالٌ على التطور؟

1. خنافس بحمية غذائية: لتخيل 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 تملك لوناً مختلفاً أغلب الخنافس في الكتلة السكانية (لفترض نحو 90%) تملك مورثاتٍ للون الأخضر اللامع، وعددٌ قليلٌ منها (10%) يملك مورثاً يجعلها تميل أكثر للون البني.

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

أي مثالٍ يوضح الانحدار مع التعديل (أي التغيير في تكرار الموروثات مع الوقت)؟

إن التغيير في الوزن بالمثال الأول حدث بسبب عوامل بيئية، وهي تناقص الغذاء، وليس بسبب تغيير في تكرار الموروثات. ولذلك فالمثال الأول ليس تطويراً. فحجم الجسم الضئيل في هذه الكتلة السكانية لم يُحدد وراثياً، وسوف ينتج هذا الجيل ضئيل الحجم خنافساً ستنمو إلى الحجم الطبيعي لو توافرت كمياتٌ طبيعيةٌ من الغذاء .

أما تغيير اللون في المثال الثاني فهو بالتأكيد تطور: فهذين الجيلين من نفس الكتلة السكانية اختلفاً وراثياً. ولكن كيف حدث هذا؟

## التنوع الوراثي:

لم يكن البعض من الآليات الأساسية للتغير التطوري لتعمل بدون التنوع الوراثي. وهناك ثلاثة مصادر أساسية للتنوع الوراثي وسنعرف عليها هنا:

1. الطفرات: هي تغيرات في سلسلة الحمض النووي الريبيوزي منقوص الأوكسجين. فطفرة وحيدة بإمكانها إحداث تغييرات كبيرة، ولكن التغير التطوري يعتمد على تراكم العديد من الطفرات في حالات كثيرة.

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

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

### الطفرات:

هي تغيرات في الحمض النووي الريبيوزي منقوص الأوكسجين، وهو مصدر المعلومات الوراثية في الحياة. فالحمض النووي الريبيوزي منقوص الأوكسجين يؤثر على مظهر الكائن الحي، سلوكه، ووظائف أعضائه، أي جميع جوانب الحياة. لذلك فإنه من الممكن أن يؤدي أي تغيير في سلسلة الحمض النووي الريبيوزي منقوص الأوكسجين للكائن الحي إلى تغييرات في جميع جوانب حياته.

### الطفرات عشوائية:

يمكن للطفرات أن تكون مفيدة، محايدة، أو ضارة للكائن الحي، ولكن الطفرات لا تحاول أن تمد الكائن الحي بما يحتاجه. فالطفرات عشوائية في هذا الصدد، فاحتمالية حدوث طفرة معينة من عدمها لا يتعلّق بمدى فائدة هذه الطفرة.

### ليست كل الطفرات ضرورية للتطور

هناك إمكانية لحدوث طفرات في أماكن متعددة، وذلك لأن كل الخلايا في أجسامنا تحتوي على الحمض النووي الريبيوزي منقوص الأوكسجين. ولكن ليست كل الطفرات ضرورية للتطور. فالطفرات الجسدية تحدث في الخلايا غير التناسلية ولا يمكنها أن تنتقل للنسل. فعلى سبيل المثال، اللون الذهبي في نصف التفاحة الحمراء حدث نتيجة لطفرة جسدية، 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 بـطفرات الخلايا الجنسية.

يمكن لطفرة الخلية الجنسية أن تحدث عدة تأثيرات:

1. لا تغيير يحدث في النمط الظاهري: بعض الطفرات لا تمتلك أي أثر ملحوظ على النمط الظاهري للكائن. ويمكن أن يحدث هذا في عدة مواضع: فربما تحدث الطفرة في مجال من الحمض النووي الريبيوزي متزوج الأوكسجين الذي لا يمتلك وظيفة، أو ربما تحدث الطفرة في منطقة تُشفَّر بروتيناً ما، ولكنها لم تؤثر على تسلسل الأحماض الأمينية للبروتين في النهاية.



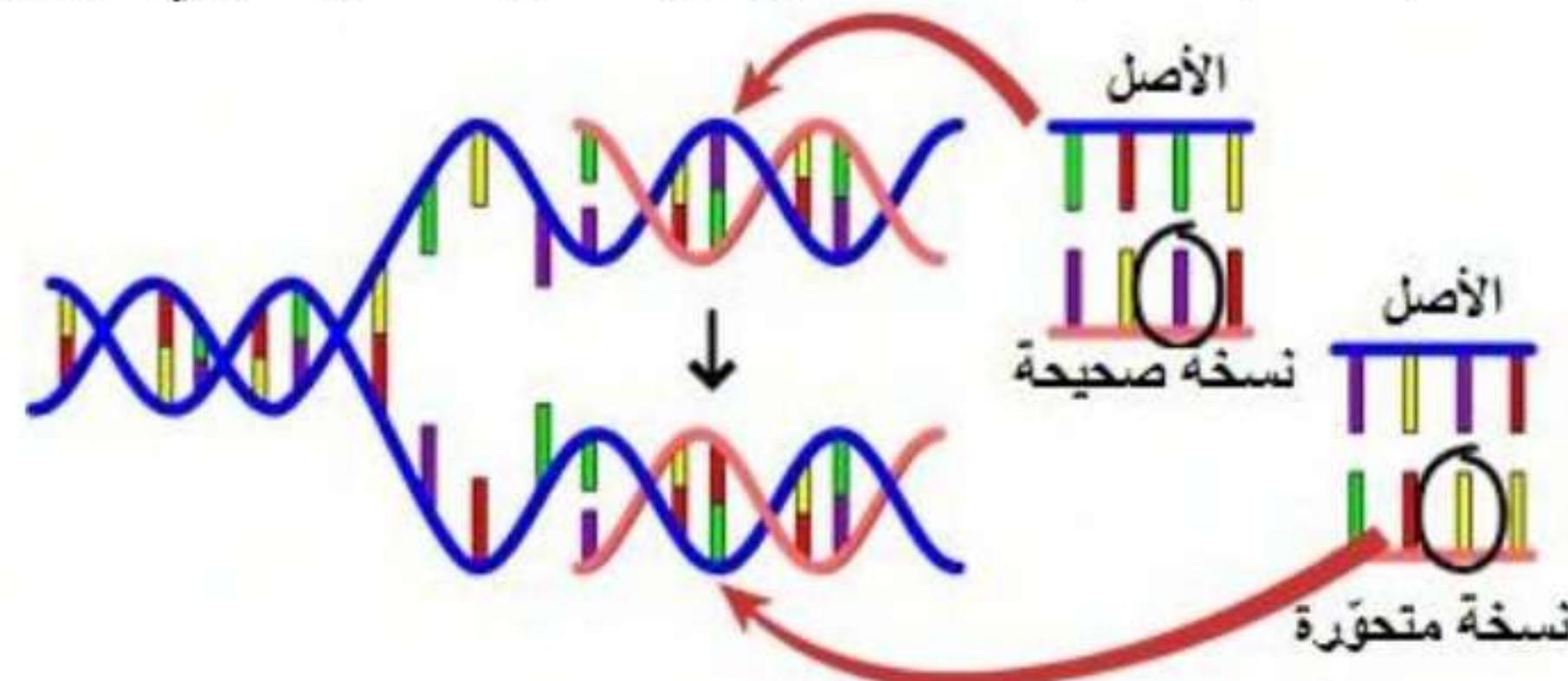
2. تغيرٌ صغيرٌ في النمط الظاهري: أدت طفرة واحدة إلى التفاف أذن هذه القطة للخلف قليلاً.

3. تغيرٌ كبيرٌ في النمط الظاهري: تسبب الطفرات الفردية بعض التغيرات المهمة جداً في النمط الظاهري مثل مقاومة الذي دي تي (ميبي للبعوض) في الحشرات. وربما يكون للطفرة الفردية تأثيرات سلبية قوية للكائن. وتسمى الطفرات التي تسبب الموت للكائن بالقاتلة، فلا يمكن للطفرات أن تكون سلبية أكثر من ذلك.

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

**أسباب الطفرات:**  
تحدث الطفرات لأسبابٍ مختلفةٍ:

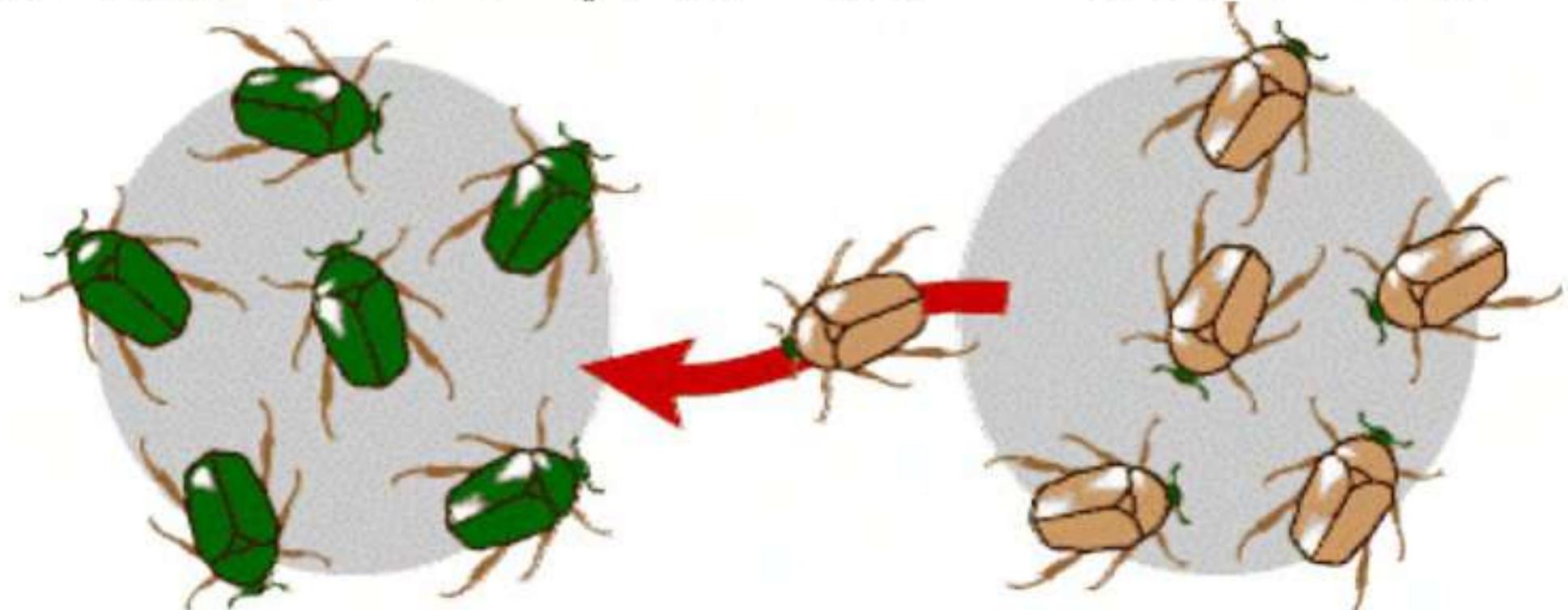
1. فشل استنساخ الحمض النووي الريبيوزي منزوع الأوكسجين بدقة: تحدث معظم الطفرات التي نعتقد بأهميتها للتطور "بشكلٍ طبيعي". فعلى سبيل المثال، تنسخ الخلية حمضها النووي الريبيوزي منزوع الأوكسجين عندما تنقسم، وفي بعض الأحيان لا تكون النسخة مثالية تماماً. ذلك الاختلاف الصغير عن تسلسل الحمض النووي الريبيوزي منزوع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



2. يمكن للتأثيرات الخارجية أن تخلق طفراتٍ: يمكن للطفرات أيضاً أن تنشأ بسبب التعرض لموادٍ كيميائية أو إشعاعية محددة. حيث تتسبب هذه العوامل في تكسر الحمض النووي منقوص الأوكسجين. ولا يكون ذلك غير طبيعي بالضرورة، فالحمض النووي منقوص الأوكسجين يتكسر حتى في أكثر البيئات عزلةً وتحفظاً. وبالرغم من ذلك، قد لا تقوم الخلية بعملٍ منقى في إصلاح الحمض النووي عندما تقوم به. لذلك سينتهي الحال بخليةٍ بحمضٍ نوويٍ مختلفٍ قليلاً عن الحمض النووي الأصلي، وبالتالي طفرةً.

### انسياب الموروثات:

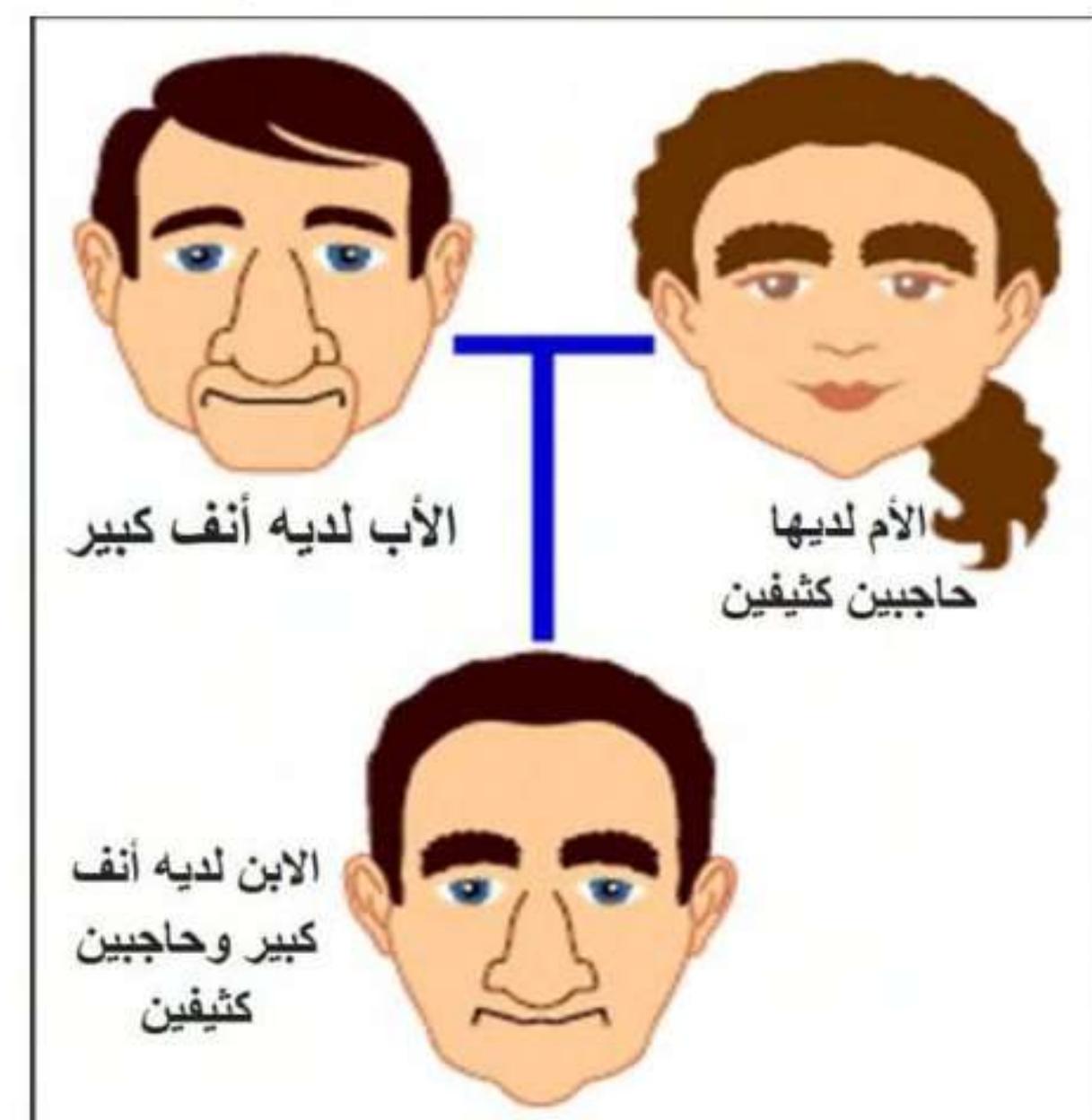
انسياب الموروثات هو أي تحرك للأفراد وأو المادة الوراثية التي يحملونها من كتلة سكانية إلى أخرى، وتسمى أيضاً بالهجرة. ويشمل انسياب الموروثات الكثير من أنواع الأحداث المختلفة، كنفخ حبة لفاح إلى وجهه جديدة أو انتقال الناس إلى مدن أو دول جديدة. فإذا كانت نسخ الموروث محمولة إلى كتلة سكانية لم توجد فيها هذه النسخ سابقاً، فإن انسياب الموروثات يمكن أن يكون مصدراً مهماً للتنوع الوراثي. وفي الصورة بالأعلى، ترى أن نسخة الموروث للتلون البني تنتقل من كتلة سكانية إلى أخرى.



## الجنس والخلط الوراثي

### • الجنس والخلط الوراثي:

يمكن للجنس أن يقدم تجمعات موروثات جديدة في الكتلة السكانية وهو مصدر مهم للتنوع الوراثي. فعلى الأرجح أنك تعرف من التجربة أن الأشقاء ليسوا متماثلين وراثياً مع والديهم أو مع بعضهم البعض (باستثناء التوائم المتماثلة بالطبع). وذلك لأن الكائنات الحية تحدث بعض "الخلط" الوراثي عندما تتكاثر جنسياً، مما يأتي بتجمعات جديدة من الموروثات. فعلى سبيل المثال، ربما يكون لديك حاجبين كثيفين وأنف كبيرٌ بما أن أمك تمتلك موروثات مرتبطة بالحواجب الكثيفة وأبوك لديه موروثات مرتبطة ب الأنف الكبير. ويمكن لهذه التجمعات أن تكون جيدة، سيئة، أو محايضة. فإذا كان شريكك يميل للتجمّع من الحواجب الكثيفة أو الأنف الكبير، فأنت محظوظٌ وحصلت على تجميع فائزٍ هذا الخلط مهم للتطور لأن بإمكانه استحداث تجمعات جديدة من الموروثات في كل جيل. ولكن بإمكانه أيضاً تفريق تجمعات جديدة من الموروثات.



## نمو

النمو هي العملية التي يصبح بها الجنين كائناً بالغاً ومن ثم يموت. وخلال النمو، يعبر النمط الظاهري للكائن عن النمط الوراثي، مما يعرض الموروثات إلى أثر الانتخاب الطبيعي. وتُعد دراسة النمو مهمةً للتطور الحيوى 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 ثديياتٍ مستوطنةٍ للمحيطات، كيفية غزت نباتات المياه اليابسة، وكيف طورت بعض اللافقاريات المدرعة الصغيرة أجنحةً.



بإمكان طفرة أخرى في موروثات النمو أن تسبب في الطفرات في الموروثات التي تحكم في نمو ذبابة جعل أقدام ذبابة الفاكهة تأخذ المكان الطبيعي لقرني الفاكهة يمكن أن تسبب في تغيرات كبيرة في التشكّل، الاستشعار، كما هو موضح على اليمين. مثل تكوين زوجين من الأجنحة بدلاً من واحد.

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



- لبناء شجرة تطورية.

- 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، يُعبر النمط الظاهري للكائن عن النمط الوراثي، مما يعرض الموروثات إلى أثر الانتخاب الطبيعي. وتُعد دراسة النمو مهمةً للتطور الحيوي لعدة أسبابٍ:

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



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

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

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



- بناء شجرةٍ تطورية.
- 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 توضigh سبب عدم وجود رباعيات الأرجل بستة أصابع فعلياً.

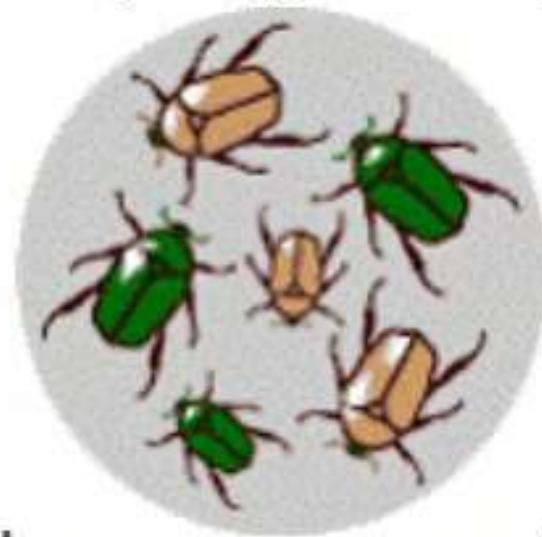
## الانحراف الوراثي

بعد الانحراف الوراثي أحد الآليات الأساسية للتطور بجانب كلٍ من الانتخاب الطبيعي، الطفرات، والهجرة. حيث يترك بعض الأفراد في كل جيل بالصدفة ورائهم بضعة أحفادٍ أكثر من الأفراد الآخرين، وبالتالي سيتركون موروثاتٍ أكثر بالطبع. وت تكون 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، أي على عكس الانتخاب الطبيعي. إذاً على الرغم من أن الانحراف الوراثي يعتبر آليةً أساسيةً للتطور، إلا أنه لا يعمل على إجراء آليةٍ تكيفاتٍ.



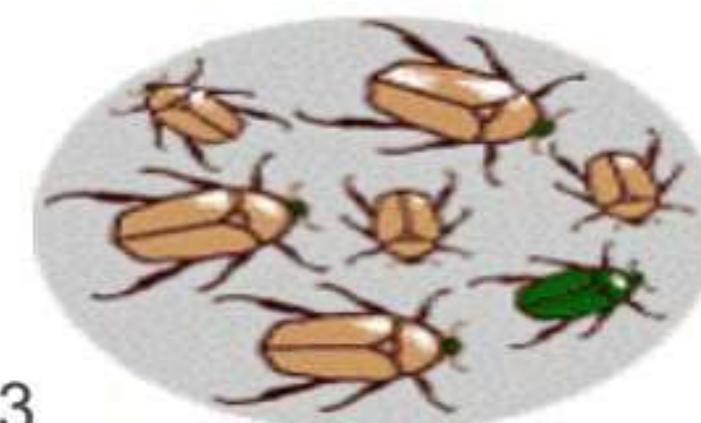
## الانتخاب الطبيعي

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 الخناص :



1. هناك تنوعٌ في الصفات: مثلاً: بعض هذه الخناص خضراء وبعضها بني.

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



3

3. هناك توارثٌ: للخناص البنية الباقيَة صغارٌ ذواون بني لأن هذه السمة تعتمد على الوراثة  
4. النتيجة النهائية: سيكون اللون ذو الفائدة الأكبر، والذي يسمح للخناص البنية بإنجاب عددٍ أكبر من الذرية، أكثر شيوعاً، وهو اللون البني. لذا إن استمرت هذه العملية، ستكون جميع الأفراد في الكتل السكانية للخناص 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 "حالة خاصة" من الانتخاب الطبيعي. ويعمل الانتخاب الجنسي على قدرة الكائن الحي في الحصول على شريك (غالباً بأي وسيلة ضرورية) أو التزاوج معه بنجاح. يجعل الانتخاب العديد من الكائنات الحية تبذل أقصى جُهدها لممارسة الجنس: فالطاووس (أعلى اليسار) يحافظ على ذيولٍ منمقة، فيل البحر (أعلى اليمين) يقاتل من أجل المناطق، ذبابة الفاكهة تؤدي الرقصات، وبعض الأنواع تقدم هداياً مقتنةً. ففي كل حال، من هي تلك الأنثى لصرصار المورون (أسفل اليمين) القادرة على أن تقاوم هديةً من صُرَّةٍ من الحيوانات المنوية؟ ويقوم ذكر العنكبوت الأحمر الظهر (أسفل اليسار) ببذل جهد أكثر تطراً عبر إقاء نفسه حرفياً بين فكي الموت من أجل أن يتزاوج بنجاح.

غالباً ما يكون الانتخاب الجنسي قوياً بما فيه الكفاية لإنتاج ميزات تكون ضارةً لبقاء الفرد. فعلى سبيل المثال: من المحتمل أن يجذب ريش الذيل والزعانف الغربية والملونة الحيوانات المفترسة في نفس الوقت التي تجذب فيه الأعضاء المهتمين من الجنس الآخر.

يتضح سبب القوة الكبيرة للانتخاب الجنسي عندما تأخذ بعض الاعتبار ما يحدث لموروثات فرد يعيش لعمرٍ مديد ولكن لم يتزاوج مطلقاً: فعدم وجود نسل يعني عدم وجود موروثات في الجيل التالي، ما يعني أن كل هذه الموروثات للعيش لعمرٍ مديد لم تمرر إلى أي أحد! إن لياقة ذلك الفرد هي صفر.

## الانتخاب هو طريق ذو اتجاهين :

يعمل الانتخاب الجنسي عادةً في اتجاهين، على الرغم من أنها نرى في بعض الحالات انعكاساً دور الجنس:

- منافسة الذكر: يتنافس الذكور على الوصول إلى الإناث، على مقدار الوقت الممضى 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 أي الذكور لتتزوج معه، مدة التزاوج، وحتى أية حيواناتٍ منويةٍ ستختصب بويضاتها. وتستطيع بعض الإناث أن تخرج الحيوانات المنوية من شريكة غير مرغوب بها.

## الانتخاب الاصطناعي

كان المزارعون والمربيون يستخدمون فكرة الانتخاب لإحداث تغيراتٍ جوهريةٍ في ميزات نباتاتهم وحيواناتهم على مدى عقودٍ قبل داروين ووالاس بفترةٍ طويلةٍ. حيث سمح المزارعون والمربيون 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 تتکاثر.

كما هو موضح أدناه، قام المزارعون بزراعة الكثير من المحاصيل المشهورة من الخردل البري، عن طريق انتخابه اصطناعياً خواص معينة:

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



## مفاهيم خاطئة حول الانتخاب الطبيعي

نظرًا لقدرة الانتخاب الطبيعي على إنتاج تكيفاتٍ مذهلةٍ في الطبيعة، فإنه من المغرٍ اعتباره على أنه قوٌ قادرٌ على كل شيء، تحت 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 شيء كما ذكرنا، وبالتالي لا يمكنه إنتاج كائناتٍ مثاليةٍ. فإن كانت موروثاتك "جيدةً بما فيه الكفاية"، ستحصل على نسل 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 تمكناها من البقاء في فترات الجفاف، وربما لا يكون الكائن المفترس سريعاً بما فيه الكفاية للامساك بفريسته في كل مرةٍ يجدها. فلا توجد أيٌ كتلةٌ سكانيةٌ أو كائنٌ متكيفٌ مثاليًا.

ثانياً: من الأدق أن ننظر للانتخاب الطبيعي على أنه عمليةٌ وليس "يبدأ مرشدة". فالانتخاب الطبيعي هو النتيجة البسيطة للتعدد، التكاثر التفرقي، والوراثة، وهي بذلك عمليةٌ ميكانيكيةٌ وغير واعيةٌ تماماً. فليس لها أهدافٌ معينةٌ ولا تسعى للحصول على تحسنٍ أو نظامٍ بيئيٍ متوازنٍ.

$$\text{التعدد} + \text{التكاثر التفرقي} + \text{الوراثة} = \text{الانتخاب الطبيعي}$$

لذا فإن استخدام مصطلحاتٍ مثل: "يحتاج، يحاول، ويرغب" لوصف الانتخاب الطبيعي يعتبر أمراً غير دقيق. إن الكتل السكانية أو الأفراد لا "ترغب أو تحاول" أن تتطور، والانتخاب الطبيعي لا يمكنه أن "يحاول" أن يزود الكائنات بما "تحتاج". بل يختار الانتخاب الطبيعي أيٌ تنوعٌ موجودٌ في الكتل السكانية، والنتيجة هي التطور.

في الكفة الأخرى من الميزان، يفسر الانتخاب الطبيعي عادةً على أنه عمليةٌ عشوائيةٌ، وهذا أيضاً سوء فهم. فالتنوعات الوراثية التي تحدث في كتلٍ سكانيةٍ ما تكون بسبب الطفرات الوراثية العشوائية، بينما فعل الانتخاب نفسه يعمل على تلك التنوعات بطريقٍ ليست عشوائياً تماماً: فالتنوعات الوراثية التي تساعد في البقاء والتكاثر تمتلك فرصاً 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 يؤثر تغيرٌ تطوريٌ في تشكيل النبات على تشكيل النباتي الذي يأكل ذلك النبات، والذي بدوره قد يؤثر على تطور النبات، والذي ربما يؤثر تطور النباتي... وهلم جراً. من المرجح 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 التناصية.
3. أنواع التكافل الحيوي.

تمثل النباتات والحيشات حالةً تقليديةً من التطور المشترك، والذي يكون عادةً متكافلاً حيوياً ولكن ليس دائماً. فكثيرٌ من النباتات وملحقاتها تعتمد بشدةً على بعضها البعض، كما أن علاقاتها حصريةٌ جداً لدرجة أن علماء الأحياء لديهم سببٌ جيدٌ للاعتقاد بأن "التطابق" بين الاثنين هو نتيجةً لعملية تطور مشتركة.

لكننا نستطيع أن نرى "تطابقاتٍ" مهمةً بين النباتات والحيشات حتى في غياب التلقيح. فبعض أنواع الأكاسيا في أمريكا الوسطى تملك أشواكاً جوفاء ومساماتٍ في قاعدة أوراقها والتي تفرز الرحيق (انظر الصورة بالأعلى). وتعد هذه الأشواك الجوفاء موقعاً حسرياً 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 النباتيين. إن هذا النظام ناتجٌ عن التطور المشترك على الأرجح: فلن تطور النباتات أشواكاً جوفاء أو مسامات الرحيق ما لم يتاثر تطورها بالنمل، كما أن النمل لن يطور سلوكياتٍ للدفاع ضد آكلة النبات ما لم يتاثر تطوره بالنباتات.



## Ecological Diversity and Ecosystems

## المحاضرة الرابعة: التنوع البيئي والأنظمة البيئية

تنوع النظام البيئي يقصد به عدد الأنواع المختلفة والوفرة النسبية لكل نوع في المجتمع الحيوي. وبعد عدد الأنواع والوفرة النسبية لكل نوع في مجتمع ما من المؤشرات الرئيسية لتنوع النظام البيئي. عندما يتمأخذ هذه العوامل في الاعتبار يمكن أن تساعدنا في فهم صحة النظام البيئي. على سبيل المثال، إذا لم يكن هناك أنواع سائدة واضحة في المجتمع فمن المحتمل أنه لن يكون هناك العديد من مصادر الغذاء المتاحة للكائنات الحية التي تعيش في تلك المنطقة. وهذا يعني بدوره أن أنواعاً معينة من الكائنات الحية ستكافح من أجل البقاء هناك.

وكلما زاد عدد الأنواع في النظام البيئي زاد تنوعه. والتنوع البيولوجي مهم لأن النظام البيئي المتنوع يكون أكثر قدرة على الاستجابة والتعافي من الأضطرابات. على سبيل المثال إذا دمرت مساحة من الغابة بسبب حريق أو قطع الأشجار فمن الأسهل على الغابات المتنوعة أن تعود بسرعة أكبر مما هي عليه في حالة الزراعة الأحادية لنوع واحد فقط من الأشجار. ويمكن كذلك استبدال الأنواع النباتية أو الحيوانية التي تخنق المجتمع ببعض الأنواع الأخرى ذات الصلة ذات السمات المماثلة. وفي الواقع، يقيس علماء الأحياء أحياناً التنوع البيولوجي من خلال النظر في تنوع الأنواع. وقد تحتوي منطقة معينة على أنواع مختلفة من الطيور أو النباتات. وكلما كان النظام البيئي أكثر تنوعاً كانت فرصه في البقاء أفضل مع حدوث التغيرات في تلك البيئة. يمكن أن يعني التنوع أيضاً مجموعة متنوعة من النظم البيئية في منطقة معينة؛ تعد الجبال والمحيطات مثلاً نوعين من أنواع النظم البيئية.

وت تكون النظم البيئية من مجموعات من النباتات والحيوانات والحشرات والكائنات الحية الأخرى التي تعيش معاً في مكان ما. غالباً ما تشتمل المنطقة على سمات مادية مثل مصادر المياه والتربة والأحداث الطبيعية مثل أنماط الطقس. كل نظام بيئي له مجموعة عوامل التي تؤثر عليه. وتشمل هذه العوامل توافر الغذاء والماء وضوء الشمس.

### أهمية تنوع الكائنات الحية في النظام البيئي

تنوع الكائنات الحية في النظام البيئي مفتاح بقائها كلما زادت تنوع النظم البيئية، زارت احتمالية بقائها على قيد الحياة. وذلك لأن تنوع الأنواع يوفر مصادر غذائية مختلفة وموائل لبعضها البعض. كما يسمح التنوع للنظم البيئية بالتكيف بشكل أفضل مع التغيرات في المناخ والطقس والعناصر الأخرى. على سبيل المثال، سيكون النظام البيئي الذي يتضمن أنواعاً عديدة من النباتات قادرًا على النجاة من الجفاف بشكل أفضل من نظام يحتوي على نوع واحد فقط من النباتات. وقد كانت هناك دائمًا أنظمة بيئية متنوعة للغاية على الأرض.



## الأنظمة البيئية (Ecosystems):

تعرف الأنظمة البيئية بأنها الوحدة الأساسية في الطبيعة، وهي تتكون من تفاعل متوازن بين الكائنات الحية (الكائنات، والحيوانات، والإنسان، والكائنات الدقيقة) والعوامل غير الحية (مثل الهواء، والماء، والتربة، ودرجة الحرارة). ويؤدي هذا التفاعل إلى خلق بيئة مستقرة نسبياً تُمكّن الكائنات من العيش والتکاثر وتحقيق التوازن البيولوجي.

تنمو الأنظمة البيئية بشكل كبير تبعاً لاختلاف الظروف المناخية والجغرافية، فمنها أنظمة بحرية مثل الغابات الاستوائية، والصحراء، والجبال، ومنها أنظمة مائية مثل المحيطات، والأنهار، والمستنقعات. وتلعب كل هذه الأنظمة دوراً أساسياً في الحفاظ على استمرارية الحياة على كوكب الأرض من خلال تقديم خدمات بيئية مهمة، مثل إنتاج الأكسجين، وتدوير المواد الغذائية، وتنقية المياه، وتوفير مواطن للكائنات الحية.

كما أن الأنظمة البيئية تعد مصدراً رئيسياً للموارد الطبيعية التي يعتمد عليها الإنسان، مثل الغذاء، والدواء، والماء، والمواد الخام. ومع ذلك، فإن العديد من هذه الأنظمة تتعرض حالياً لضغوط شديدة نتيجة الأنشطة البشرية مثل التلوث، وإزالة الغابات، والتلوّث العلوي، مما يؤدي إلى اختلال التوازن البيئي وتهديد تنوع البيولوجي.

إن مختلف الأنظمة البيئية على سطح الأرض تكون مترابطة مع بعضها البعض لذا فعند جمع مختلف الأنظمة البيئية على سطح الأرض سوف نحصل على وحدة حياة كبيرة أو نظام بيئي على مستوى كوكب أرضي (Planetary ecosystem) أو (Ecosphere) . من هذا يتضح أن مختلف الأنظمة البيئية وتدرجاتها تكون مترابطة فيما بينها بنسجة حياتية معقدة ، ومجموع هذه الارتباطات تساعده في حفظ التوازن الكلي للنظام البيئي . لذا فإن أي خلل أو تخريب أو توجيه ضغوط على نظام بيئي معين في مكان ما من الممكن أن يمتلك تأثيرات معقدة غير متوقعة وبعض الأحيان غير مرغوبة في مكان آخر .

من هنا تبرز أهمية دراسة الأنظمة البيئية وفهمها بشكل جيد من أجل وضع حلول علمية وإستراتيجيات فعالة لحفظها، وضمان استدامتها لصالح الأجيال الحالية والمستقبلية.

## أنواع النظم البيئية في العالم

### **اولا : النظم البيئية اليابسة**

#### **1- التundra**

وتعني المنطقة البيئية خالية الأشجار وتقع في أقصى شمال الكره الأرضية في المنطقة القطبية وتمتاز بشتاء قارص وجاف لا يسمح بنمو الأشجار ويكون الثلج مغطياً المنطقة لذا تعرف بالصحراء المتجمدة وتتميز التundra القطبية بأنها معدومة الحياة نسبياً خلال الشتاء الطويل المظلم



البارد الذي تكون فيه النباتات غير فعالة ، وتبقى الحيوانات على قيد الحياة إما بالاختفاء بالحفر تحت الثلوج أو الجليد أو بالهجرة إلى مناطق ذات مناخ أكثر ملائمة ، فصل الصيف قصير ( ابتداء من نهاية أيار إلى نهاية تموز ) تصبح التندرا ذات إنتاجية عالية للحياة الحيوانية والنباتية حيث الساعات الطويلة للضوء ودرجات الحرارة الدافئة .

## 2- الغابات Forests

يعطي إقليم الغابات حوالي ثلث اليابسة على الكره الأرضية وتعتمد هذه الغابات في نوعيتها وتوزيعها على المناخ والتربة

### أ - الغابات الصنوبرية الشمالية Northern coniferous forests

هذه الغابات هي أكثر الغابات بعدا نحو الشمال وهي منطقة حيوية لنباتات دائمة الخضرة تجاور منطقة التundra وتحتل أجزاء من الاسكا وكندا واسكندنافيا وسiberia [ بين خط عرض 50 - 60 شمالا ] ونظرا للإنتاجية العالية للغابة فإنها تمتاز بتنوع للحيوانات لكنها لا تزال تتميز بتغير موسمي كبير وتذبذبات جماعية واسعة وخصوصا في الثدييات.

### ب - الغابات المتساقطة الأوراق Deciduous forests

توجد هذه الغابات في كل من نصف الكرة الأرضية وتقع منطقة الغابات المتساقطة الأوراق في خطوط العرض الوسطي من منطقة المناخ المعتدل وبشكل كبير في الولايات المتحدة وأسيا الشرقية وأوربا الوسطي ويعزى تنوع النباتات والحيوانات إلى المناخ الرطب المعتدل

### ج - الغابات الاستوائية المطيرة Tropical rain forests

تظهر هذه الغابات في أواسط أمريكا الجنوبية وإفريقيا وشرق الانديز وأجزاء من جنوب آسيا ويتوافر في هذا الإقليم طوال السنة ظروف مناخية مناسبة لنمو هذه الغابات كدرجات الحرارة والرطوبة العالية ، لذا نجد إنتاجية هذا النظام البيئي عالية جدا مقارنة مع النظم البيئية الأخرى أما تنوع الحيوانات والنباتات فهو عال جدا بسبب قدم هذه المجتمعات الحيوية الذي لم يطرأ تغير في مناخها وأيضا بسبب تنوع مصادر الغذاء والتنوع الشديد في المساكن

### د-الغابات المتوسطة Mediterranean forests

يسود هذا الإقليم منطقة حوض البحر المتوسط وجنوب كاليفورنيا ووسط تشيلي وجنوب استراليا ويتميز هذا الإقليم بالجفاف معظم فصول السنة وخاصة فصل الصيف وهطول معدلات



متواسطة من المطر خلال الشتاء تتالف أشجارها من الأوراق الدائمة مثل الصنوبر الحلبي والصنوبر الشمري ولأرز اللبناني والسرور والبلوط

### 3- الحشائش

#### **A - حشائش الأقاليم المعتدلة Temperate Grasslands**

يبلغ معدل سقوط الأمطار في هذا الإقليم 250 – 750 ملم في كل عام وهذه الكمية هي أعلى مما يوجد في الصحاري لكنها لا تكفي للغابات ويشمل هذا الإقليم البراري في أمريكا الشمالية والسهول العظمى والسهول الآسيوية والإفريقية البامبا في أمريكا الجنوبية وتتميز هذه المناطق بأنها غنية بالحيوانات العاشبة كبيرة الحجم مثل الغزال والحصان البري والظبي وحيوانات أكلة اللحوم

#### **B - حشائش الأقاليم الاستوائية السفانا Savannah**

تعتبر بيئة السفانا بيئه انتقالية بين الغابات المدارية وأراضي الحشائش معدل هطول الأمطار متارجح وقد يصل أحيانا إلى 1250 ملم ويمر على السفانا صيف جاف طويل يمنع تكون الغابات حيث تكرر الحرائق خلال الصيف وتوجد السفانا بشكل واضح في شرق إفريقيا واستراليا وأمريكا الجنوبية ويعتبر هذا النظام من أهم مناطق الرعي في العالم حيث تمثل الحشائش النمط النباتي السائد واهم الحيوانات الظبي والغزال والحمار الوحشي والزرافة والفيلة والأسود والفهود

### 4- الصحراء Deserts

الصحراء عبارة عن أنظمة حياتية جافة يكون فيها معدل سقوط الأمطار أقل من 250 ملم سنويا وتمتاز بمعدل تبخر عالي يفوق التهطل ودرجات حرارة مرتفعة وتحتسبن حاراري كبير سواء يوميا أو فصليا إذ ترتفع درجات الحرارة نهارا وتصيفا ارتفاعا كبيرا وتتنخفض في الليل وتوجد صحاري حارة مثل صحاري المنطقة الاستوائية [ الصحراء الكبرى والصحراء العربية ] وصحاري باردة مثل [ الحوض العظيم في الولايات المتحدة وصحراء غobi في آسيا ] ويقتصر وجود الحيوانات على المناطق التي توجد بها حياة نباتية وتسود الأنواع الحفارية من القوارض والزواحف والحشرات والعنakis وتتقى هذه لحيوانات الحرارة المتطرفة والجفاف بالعيش تحت سطح الأرض خلال النهار والتتجول في مجال التوطن Home range خلال الليل كما تمتلك بعضها تكيفا استثنائية لحفظ الماء ويمكن وجود حيوانات أخرى مثل الغزلان



## ثانياً: النظم البيئية المائية Aquatic Ecosystems

### 1- المحيطات Oceans

تعد من أقدم وأضخم أنظمة البيئة على الأرض وتشمل هذه المحيطات على تشكيلة هائلة من الكائنات الحية التي تتأثر من ناحية الوفرة والتوزيع بالعوامل المختلفة ( الضوء - المواد الغذائية - الحرارة - حركة المد والجزر التيارات المائية )

ويمكن تمييز ثلاثة مناطق حيوية

#### أ - منطقة مابين المد والجزر Intertidal Zone

تمتد بين أعلى نقطة يصل إليها الماء وقت المد وأدنى نقطة يصل إليها الماء وقت الجزر وتكون هذه المنطقة غنية بالأكسجين O<sub>2</sub> والمواد العضوية وتكثر فيها الحيوانات الحفارة التي تعيش في الأنفاق وتكون الإنتاجية البحرية هنا أعلى قيمة لها .

#### ب - منطقة الجرف القاري enrich Zone

وهي المنطقة المحصورة بين خط الجزر والجرف القاري وأقصى عمق تصل إليه هو 180 م فقط تعيش فيها معظم أنواع الأسماك والإنتاجية هنا تكون عالية نسبيا

#### ج - المنطقة المحيطية Oceanic Zone

تتضمن هذه المنطقة ما وراء الجرف القاري من مياه عميقة إلا أنها تكاد تكون عديمة الإنتاجية أذلا تتتوفر فيها المواد الازمة لعملية التمثيل الضوئي.

### 2- بيئات المياه العذبة

وتقسم بشكل عام إلى \*مياه جارية مثل الأنهر و الجداول و \* مياه راكدة مثل البرك والبحيرات.

#### أ - الجداول والأنهر Streams and Rivers

وهي عبارة عن أنظمة نقل جارية تربط اليابسة بالبحار وتحمل هذه الأنهر مواد عضوية وتتوفر مجموعة معقدة من المواطن البيئية لمعظم الكائنات الحية لتتوفر المادة الغذائية الأساسية .



### تختلف المياه الجارية عن المياه الراكدة في البحيرات و البرك بالاتي:-

1. حركة الماء مستمرة باتجاه واحد .
2. اختلاف في سرعة جريان الماء.
3. تباين كبير في مستوى الماء .
4. قلة العمق مقارنة بالبحيرات .
5. تغير العوامل البيئية على طول مسار الماء .
6. يزداد طول وعرض و عمق المياه الجارية بمرور الزمن .
7. تتوقف إنتاجية المياه الجارية على نوعيه وكمية المغذيات الموجودة .
8. المياه الجارية أنظمة بيئية مفتوحة بينما الراكدة مسطحات مغلقة .
9. تستعمل المغذيات بصورة مؤقتة في المياه الجارية بينما تستعمل لعدة مرات في المياه الراكدة .
10. هنالك تماثل في تركيز الأوكسجين بين طبقات الماء في المياه الجارية بصورة أكثر من المياه الراكدة .
11. المياه الجارية غنية بالأوكسجين مقارنة بالمياه الراكدة بسبب حركة الماء وكبر المساحة المعرضة للهواء .

### ب - البحيرات والبرك Lakes and Ponds

تعتبر البحيرات مناطق محصورة لها حدود أرضية واضحة ويكون لها دفق داخل ودفق خارج لذلك فان المياه لا تكون ساكنة لا كنها تفتقر للجريان الطولي المستمر وتتأثر الأحياء الموجودة في البحيرات بعمق الحوض وطبيعة تضاريسها الأرضية وكذلك نوعية المياه ودرجة الحرارة والضوء

### الفرق بين البرك و البحيرات

| البحيرات                                       | البرك  |
|--|--|
| 1- مساحتها اكبر من البرك.                      | 1- مساحتها صغيرة                             |
| 2- أكثر سعه من البرك.                          | 2- سعتها قليلة                               |
| 3-المنطقة الشاطئية اكبر من المنطقة الشاطئي.    | 3- المنطقة الشاطئية أكبر من المنطقة الشاطئي  |
| 4- المنطقة بعيدة عن الشاطئ هي الأكثر إنتاجية . | 4- المنطقة الشاطئية أكثر إنتاجية .           |
| 5- هنالك تنضيد حراري في بعض فصول السنة         | لا يوجد في البرك تنضيد حراري بسبب حركة الماء |

تقسم البحيرات اعتمادا على كمية المواد الغذائية الموجودة فيها الى اربعة أنواع هي :-

### أ - البحيرات الثرية

وتميز بكونها 1- تحوي نسبة عالية من المواد العضوية



2- تفتقر إلى الأوكسجين الكافي وينعدم أحياناً في الطبقات السفلية.

3- تحتوي كائنات حية مختلفة وبكثافة عالية.

4- أقل عمقاً من البحيرات الفقيرة.

#### بـ- البحيرات الفقيرة

وتمتاز بكونها 1- تحوي كميات قليلة من المواد العضوية.

2- تتميز باحتواها على الأوكسجين بكميات كافية.

3- تفتقر لوجود الكائنات الحية الكافية نسبة لحجمها.

4- بحيرات عميقة والمنطقة الشاطئية صغيرة.

#### جـ- البحيرات المتوسطة الثراء

وتمتاز بكون صفاتها وسط بين البحيرات الفقيرة والبحيرات الثرية.

#### دـ- البحيرات الناقصة التغذية

وتمتاز بكونها 1- تحوي مواد عضوية عالقة ومتربطة في قاعها.

2- ليست عميقة.

3- تحوي نسبة عالية من المواد الدبالية لذلك تكون مياهها ذات لونبني

وتميل إلى أن تكون حامضية.

#### جـ- المصبات Estuaries

تعد المصبات أنظمة مائية يختلط فيها الماء العذب القادم من اليابسة مع ماء البحر ويحدث له تخفيف في نسبة الملوحة لذا فهي انتقالية بين المياه العذبة والمياه المالحة مما يجعلها بيئة ذات ميزات خاصة وتكون الكائنات الحية التي تعيش هنا قادرة على تحمل التغيرات التي تطرأ على درجة الحرارة ودرجة ملوحتها ومعدل تركيز الرواسب العالقة فيها

## **قياس التنوع الحيوي**

اعتمد قياس التنوع الحيوي لوقتٍ طويٍ على مؤشرات بسيطة كعدد الأنواع في وسط معطى أو نسبة الأنواع... إن تعدد مفهوم التنوع الحيوي والرهانات الجديدة التي يفرضها وافقه أدت لظهور محدودية مع ذلك فهناك الكثير من الثغرات في المعلومات المتعلقة بالتنوع الحيوي والتي تجعل قياسه صعباً ولعل أهمها :

- العدد الكبير جداً من الأنواع على الكوكب.
- نقص الوسائل المادية والتقبيل والإمكانات البشرية خصوصاً في دول الجنوب الفقيرة والتي هي غالباً غنية بالتنوع الحيوي بينما الامكانيات العلمية الكبيرة توجد في دول الشمال الغنية والتي فقدت جزءاً كبيراً من تنوعها الحيوي.
- صعوبة تحديد الأنواع لا سيما المتحركة كثيراً أو الأنواع التي تعيش في التربة أو الأنواع الموجونة في جزر بعيدة ومعزولة و كذلك الفيروسات والبكتيريا.
- عدم وجود أدوات بسيطة تلزم تقييم التنوع الحيوي على مستوى الجينات.
- صعوبة اختيار مؤشرات تشمل كل أوجه التنوع الحيوي معاً.

### **تعريف المؤشر :**

هو ملخص معلومات معقدة توفر الإمكانيات لمختلف الأطراف المعنية (علماء، إداريين، مواطنين..) بأن تتحاور مع بعضها. لا ننسى بأن المؤشر هو نموذج للحقيقة وليس 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 تنقيف المواطنين.

### **خصائص المؤشر :**

- 1- قوي ودقيق.
- 2- قابل للفهم والاستعمال 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 كميّتها و نوعيّتها فتسجّب المجتمعات لهذه التعديلات بإجراءات حماية و وقاية.

## **مؤشرات الضغط :**

هناك ضغوط مباشرة كالتلود أو تدمير الموطن.. وضغط غير مباشرة كنشاطات الإنسان المسيئة للتربة.  
أمثلة عن مؤشرات الضغط (على مستوى النظم البيئية) :

- التدمير ، تجزئة المواطن :
- o اتصال النظم البيئية (الكوريدورات).
- o مساحة الغابات.
- الغزو البيولوجي :
- عدد الأنواع الغازية المساحة التي غطتها
- التلوث :
- o كمية الأزوت محمول أو الفوسفور.
- الاستثمار

## **مؤشرات الحالة :**

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

## **مؤشرات الاستجابة :**

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

- المناطق محمية :

o عدد المواقع

o مساحة الموقع

- فعالية إدارة المناطق محمية

## **الأطراف المعنية بمؤشرات التنوع الحيوي :**

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

## أهم مؤشرات التنوع الحيوى (على مستوى الأنواع) :

### 1. الغنى النوعي:

هو عدد الانواع الموجودة في موقع معين يعبر عنه بالغنى النوعي الكلى وهو عدد الانواع النباتية والحيوانية الموجودة في المكان المعنى، وكذلك 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 لا يحدث عادة وغالبا ما نأخذ عينات على مساحة صغيرة مماثلة للموقع لنجعل على الوفرة النسبية. نكرر هذه العملية ونتوسع بها مما يسمح بمعرفة تنوع الانواع في وسط معين ، الاختلاف في التنوع الحيوى بين النظم البيئية التي تكون في الوسط، التنوع على مستوى منطقة جغرافية واسعة.

$$Pi = n_j / N \quad \text{الوفرة النسبية.}$$

$n_j$  هو عدد افراد النوع  $j$ .

$N$  هو العدد الكلى للأفراد.

### 3. معامل التجانس (التعادل) : Evenness

يستخدم لمعرفة مدى التشابه والتجانس في توزيع الانواع في العينات.

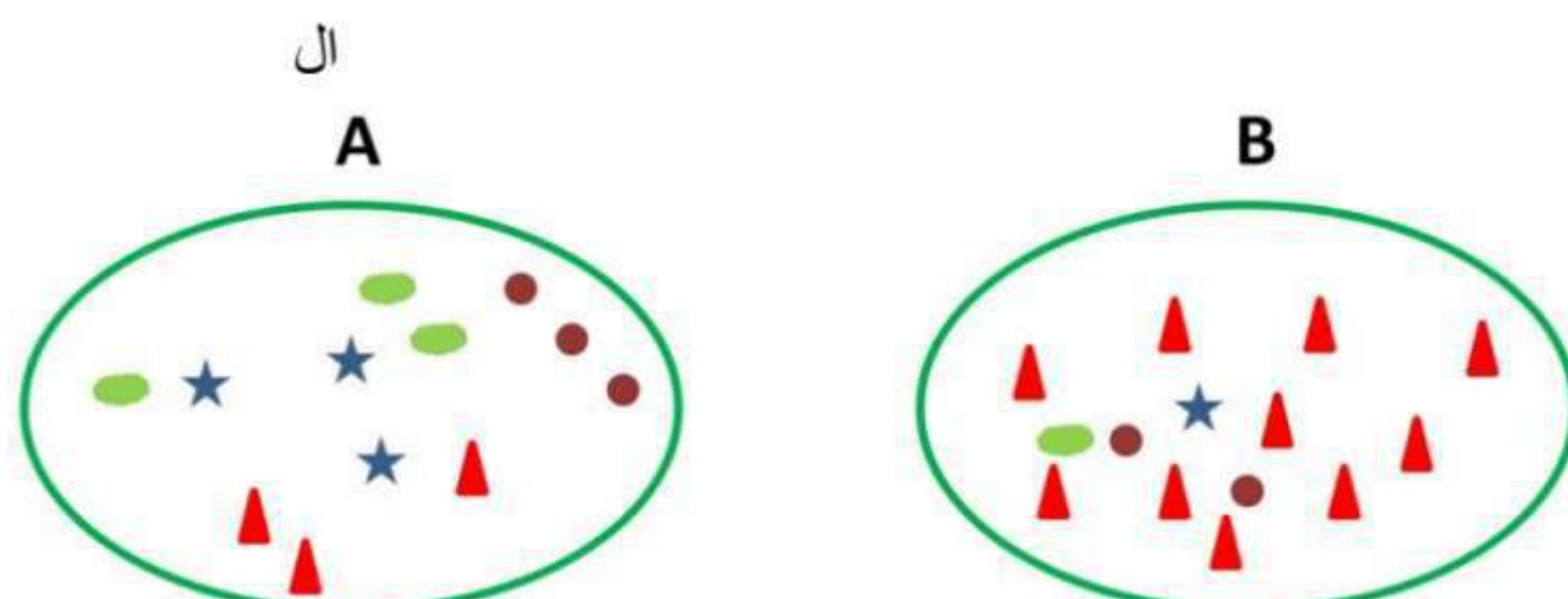
$$E = H / In S \quad \text{معامل التجانس.}$$

$H$  معامل شانون ،  $S$  العدد الكلى للأنواع.

$$H = Pi \cdot Log Pi \quad \text{معامل شانون Shanno factor}$$

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

التنوع الافضل يتحقق عندما يكون لدينا غنى نوعي مرتفع . فإذا كان لدينا نظالمين بيئي (A - B) لهما نفس الغنى النوعي (4 أنواع) و أردنا مقارنة الترتيب بينهما :



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

إن معدل الانقراض العام للأنواع هو مؤشر للتلوّع الحيوي، و مع أنه مؤشر غير كامل و لا يمكن من خلاله تتبع حالة النوع الحيوي أو إدارته لكنه مؤشر لدق نقوص الخطرو التنبؤ 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 باستبطاع مؤشر القائمة الحمراء الذي يترجم تحسن أو تراجع وضع النوع مع الزمن. هذا المؤشر سهل الحساب فيكتفي أن يظهر النوع في القائمة الحمراء مرتبين في وقتين مختلفين، فتغير وضع النوع في القائمة يترجم تحسن وضعه أو تراجعه.

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

#### 6. مؤشرات "العصافير الشائعة"

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

- تحفل 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 ستقديم أدلة لفهم 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 للبيئة تغير النتائج :

- أظهرت الإحصاءات في فرنسا أنه بين عامي 1001 و 1191 تراجع 12 نوع من العصافير الشائعة من 91 نوع مدرسو، وجموعات 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 تتوارد في الأراضي الزراعية بنسبة 15% تليها الأنواع الغابوية بنسبة 19%.

## اتفاقية التنوع البيولوجي

هي معايدة متعددة الأطراف. أهدافها : -

1. حفظ التنوع البيولوجي.

2. الاستخدام المستدام لمكونات التنوع البيولوجي.

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

فالهدف العام إذا هو وضع استراتيجيات وطنية لحفظ والاستعمال المستدام للتنوع البيولوجي وغالباً 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 1992 ودخلت حيز التنفيذ يوم 11 ديسمبر 1993. في عام 1993 أثناء المؤتمر العاشر اعتمدت الأطراف في اتفاقية التنوع البيولوجي في أكتوبر في ناغوريا باليابان. في 11 ديسمبر عام 1993 أعلنت الأمم المتحدة الفترة من 1993 إلى 2010 عقد الأمم المتحدة المعنى بالتنوع البيولوجي. تعطي الاتفاقية جميع النظم الإيكولوجية والأنواع والموارد الوراثية. وترتبط 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 لاستخدام التجاري. كما يعطي مجال التوسيع السريع للتكنولوجيا الحيوية من خلال بروتوكول فرطاجنة للسلامة البيولوجية ومعالجة تطوير ونقل التكنولوجيا وتقاسم المنافع وقضايا السلامة الأخلاقية. الأهم من ذلك أن الاتفاقية ملزمة قانونياً وتلزم الدول التي تتضمن إليها لتنفيذ أحكامها. الاتفاقية تذكر صناع القرار أن الموارد الطبيعية ليست لا نهاية وتحدد فلسفة الاستخدام المستدام. بينما تهدف جهود المحافظة الماضية إلى حماية الأنواع والموائل المعينة. إن الاتفاقية تعرف 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 الحقيقة أنه حيثما يكون هناك تهديد من انخفاض كبير أو فقدان التنوع البيولوجي وانعدام البقين العلمي الكامل لا ينبغي أن تستخدم سبباً لتأخير اتخاذ تدابير لتجنب أو تقليل مثل هذا التهديد. تقر الاتفاقية الحاجة إلى استثمارات كبيرة لحفظ على التنوع البيولوجي و التي من شأنها أن تجلب لنا الحفاظ على الفوائد البيئية والاقتصادية والاجتماعية الهامة خمسة وسبعين 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 ونيبوي وفلسطين). وقعت الولايات المتحدة ولكن لم تصادر 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 تعم في تخطيط وأنشطة جميع تلك القطاعات التي يمكن أن يكون لها تأثير (إيجابي وسلبي) على التنوع البيولوجي لأنشطته. وحتى 1 فبراير عام 2011 فإن 123 طرف وضعوا استراتيجيات وخطط العمل وفقاً للمادة 6. وعلى الأطراف تحضير التقارير الوطنية عن حالة تنفيذ الاتفاقية.

### المسائل التي تناولتها الاتفاقية :

- التدابير والحوافر على الحفظ والاستخدام المستدام للتنوع البيولوجي.
- تنظيم الحصول على الموارد الجينية والمعرف التقليدية بما في ذلك الموافقة المسبقة عن علم من الطرف الذي يقدم الموارد.
- تقاسم بطريقة عادلة ومنصفة نتائج البحث والتطوير والمنافع الناشئة عن استخدام التجاري وغيره للموارد الجينية مع الطرف المتعاقد الذي يوفر هذه الموارد (الحكومات أو المجتمع المحلي التي وفرت موارد المعرفة أو التنوع البيولوجي التقليدي المستخدمة).
- الوصول إلى ونقل التكنولوجيا بما في ذلك التكنولوجيا الحيوية إلى الحكومات والمجتمع المحلي التي وفرت موارد المعرفة و / أو التنوع البيولوجي التقليدي.
- التعاون التقني والعلمي.
- تيسير تبادل علمي للخبرة التصنيفية (المبادرة العالمية للتصنيف).
  - تقييم الأثر.
  - التسقيف والتوعية العامة.
  - توفير الموارد المالية.
  - الإبلاغ الوطني عن الجهود المبذولة لتنفيذ التزامات المعاهدة.

## انبثق عن الاتفاقية عدة بروتوكولات و استراتيجيات : بروتوكول قرطاجة :

اعتمد بروتوكول قرطاجة للسلامة الأحيائية في عام 1000. يسعى بروتوكول السلامة الأحيائية لحماية التنوع البيولوجي من المخاطر المحتملة التي تشكلها الكائنات الحية المحرجة الناشئة عن التكنولوجيا الحيوية الجديدة. يجعل من الواضح أن المنتجات من التكنولوجيات الجديدة يجب أن تقوم على مبدأ الحيطة والسامح للدول النامية لتحقيق التوازن بين الصحة العامة والفوائد الاقتصادية. على سبيل المثال سوف يسمح للبلدان أن تفرض حظر على الواردات من كائن معدل وراثياً إذا شعروا أن هناك أدلة علمية على عدم أمان المنتج ويطلب المصدران لسمية سحبه على السلع المعدهلة وراثياً مثل الذرة أو القطن. دخل البروتوكول حيز التنفيذ في 11 سبتمبر عام 1003.

### الاستراتيجية العالمية لحفظ النبات

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

### بروتوكول ناغويا :

بروتوكول ناغويا بشأن الحصول على الموارد الجينية والتسلق العادل والمنصف للمنافع الناشئة عن استخدامها الملحق باتفاقية التنوع البيولوجي هو اتفاق التكميلي لاتفاقية التنوع البيولوجي، إنه يوفر إطاراً فلورينا شفافاً للتنفيذ الفعال وأحد الأهداف الثلاثة لاتفاقية التنوع البيولوجي:

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

### انتقادات لاتفاقية :

على الرغم من أن الاتفاقية تنص صراحة على أن جميع أشكال الحياة تتغطيها 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 عام 1123 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 التجارة الدولي المفرط بذلك الأنواع. وتضع الاتفاقية نظاماً عالمياً فعالاً ومنكاماً للتجارة في الحياة البرية بهدف الحفاظ على الطبيعة والاستخدام المستدام للموارد.

## المحاضرة السادسة تنوع بيولوجي نظري.

### العوامل المؤثرة في التنوع الحيوى: التنوع والتوازن البيئي

إن النظام البيئي المتنزّن هو النّظام الذي تكون مكوّناته الحيّاتيّة متكامّلة إلى أقصى حدّ، وان اختفاء أو انقراض أو هجرة الأنواع نتّيجة للمموّثات أو التّعدي على مساحات طبّيعيّة بسبّب العمّار والصناعة تعدّ من مسبيّات اختلال التّوازن البيئيّ. إنّ لكلّ نوع وظائفه المختلّفة في السلسلة البيئيّة فضلاً عن دوره في عملية نقل الطّاقة من مستوى إلى آخر، فاختفاء النوع أو الأنواع يحدّث فجوة في البيئة تعطل مسار الطّاقة الطبّيعيّ، وبفقدان الطّاقة أو تشتّتها يكون النّظام البيئيّ غير متكامل وبالتالي غير متنزّن. بينما يكون التّباين بالأنواع في النّظم البيئيّ المعقدة خاصّة في الغابات الاستوائيّة كبيرة ويؤدّي إلى إنتاج شبكة معقدة من التّوازنات الطبّيعيّة لكلّ نوع. تتعرّض الأنظمة البيئيّة إلى أضطرابات طبّيعيّة كالحرائق والزلزال والفيضانات والجفاف إضافة إلى الأضطرابات الناتجة عن الأنشطة البشريّة. إنّ الأضطرابات التي تتعرّض لها جماعات مستقرّة نسبيّاً من الكائنات الحيّة تكون ضئيلة أو قد تكون الأضطرابات ضخمة بحيث تعطى منحنيات نمو غير مستقرّة، وفي الوقت الحاضر يصعب وجود أمثلة لجماعات مستقرّة نظراً لتأثير الإنسان على النّظم البيئيّ. إنّ تدهور المواطن الطبّيعيّ وانتهاك حرمة المناطق الطبّيعيّة نتيجة النّشاطات البشريّة يؤدّي إلى تناقص حجم جماعات الكائنات الحيّة تدريجيّاً ومع استمرار المؤثّر يستمر التناقص إلى أنّ يصبح الكائن الحيّ مهدّداً بالانقراض Extinction وبالتالي يختزل استقرار النّظام البيئيّ.

يتأثر التنوع الحيوي بمجموعة من العوامل الحيوية واللاحيّة وهي كالتالي:

#### 1. العوامل اللاحيوية: Abiotic factors

أ - العوامل البيئيّة Environmental factors: وتشمل العديد من العوامل في البيئات اليابسة مثلاً تلعب درجات الحرارة والرطوبة والضوء والرياح دوراً مهماً في التنوع الحيويّ، كما تؤثّر بعض العوامل البيئيّة في البيئات المائية تأثيراً ملحوظاً مثل الضغط ودرجة الملوحة والعلارة والضوء والتّيارات المائية وغيرها.

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

ج - الزمن Time: بلا شك أن الزمان 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 - التلوّث Pollution: يؤثّر التلوّث تأثيراً واضحاً في الغالب على التنوع الحيوي فالمتّأتم في التلوّث النفطي والحراري على شواطئ البحار والمحيطات ورمي المخلفات الصناعيّة والبشرية فيها إلا دليلاً على تأثيرها على التواجد الحيوي في تلك البيئات، كذلك التطور الصناعي على نطاق وسائل النقل والاتصالات والمعدات والأجهزة المنزليّة إلا دليلاً آخر على تأثيرها على الكائنات الحيّة وبالتالي تأثيرها على التنوع الحيوي.

#### 2. العوامل الحيويّة: biotic factors

أ - الانقراض Extinction: ويعتبر من أهم الأسباب التي أدت إلى التغيير في التنوع الحيوي وبالرغم من أنه عملية طبّيعيّ 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.

- التغييرات البيئيّة عن طريق تحطيم البيئات Habitat alteration: وهذا من العوامل الحديثة التي أدت إلى التّقليل من المساحات المناسبة للحيوانات باختلافها وبلا شك أن كثيراً من تحويل البيئات يجعلها غير مناسبة لأنواع معينة مما يضطرّها إلى الهجرة أو الهلاك مما يقلّل من التنوع الحيوي فيها.

- القضاء على الآفات والحيوانات المفترسة Predator and pest control.

- حركة مرور الحيوانات Animal traffic.

- النّشاطات البشرية.

ب - الافتراس Predation: إن دور الافتراس في التنوع الحيوي يتبلور باتجاهين الأول أن توفر الفرائس يدعم تواجد فرائس جديدة في البيئة تؤثّر إيجابياً في التنوع الحيوي، والثاني أن دور المفترسات في حفظ تعداد الفرائس إلى مستوياتها الدنيا يؤدي وبالتالي 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.

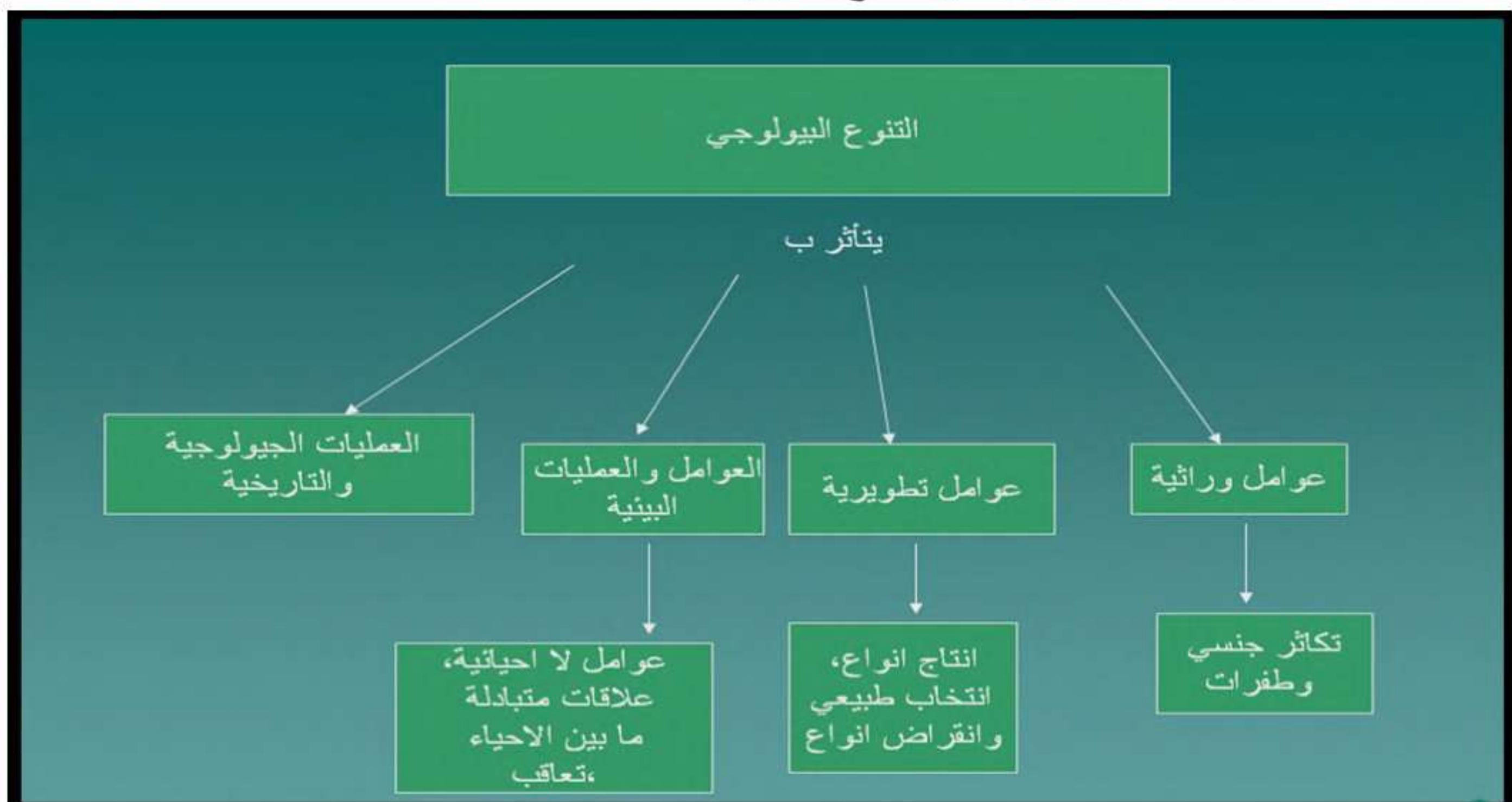
ج - الهجرة Migration: تؤثّر الهجرة بتنوعها سواء للداخل (الاستيطان) أو للخارج (الاغتراب) في التباين الحيوي حيث نلاحظ أن الهجرة إلى الداخل تزيد من معدل التباين الحيوي بينما نجد أن الهجرة إلى الخارج تقلل من التباين الحيوي.

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

1- مدى اتساع الوحدة البيئيّة 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 مع بعضها البعض وتتدخل في أحشائهما البيئية غالباً ما تتنافس على نفس الموارد وكثيراً ما يقوم أحدها بإزاحة الآخر ويطلق على هذه الظاهرة . Competitive exclusion .

المخطط أدناه ملخص للعوامل المؤثرة على التنوع الحيوي:



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

يمكن تلخيص أسباب انقراض وارتفاع العديد من الكائنات الحية كالتالي:

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 حيث يؤدي إلى انقطاع الاتصال بين جماعات الكائنات الحية وهذا يجعل كل جماعة تتفرد 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 إلى أراضي زراعية.

5. الصيد الجائر باستعمال السموم والمتغيرات والصعق الكهربائي أحد أسباب تدهور المواطن المائية البحرية والعذبة.

6. استخدام المبيدات الحشرية التي لا تقتضي على الآفات فقط وإنما يمتد أثراً للإنسان والطيور فهي تبقى في التربة فترة طويلة بشكل صورة ضارة غير متحللة فيصل أمد تأثيرها المحتمل إلى الكائنات الحية النافعة مثل بكتيريا العقد الجذرية وفطريات الميكورابيزا.
7. الرعي بطرق غير سليمة مما يؤدي إلى تغيير في التركيب النباتي للمراعي الطبيعية ،
8. التنقيب عن النفط باستخدام المتفجرات، كما أنه يتم تنظيف خزانات ناقلات النفط وتفریغ 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 موطنها الأصلي لتبدأ العيش في بيئة جديدة وتمتلك مدى بيئي واسع للانتشار والبقاء في البيئات الجديدة وهي تسبب أضرار بيئية واقتصادية ومادية قد تؤثر بصحة الإنسان بمجرد أن تصبح خارج نطاق السيطرة.  
امثلة على الانواع الغازية الخطرة في دول الوطن العربي ويقدر عددها بحوالى (551 نوعا ) وبعض دول العالم:
- ♦ عشب النيل *Eichhornia crassipes*
- ♦ زعتر الماء *Hydrilla verticillata*
- ♦ النخيل الكناري *Phoenix canariensis*
- ♦ 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 انقراضها.
10. التغير المناخي العالمي Global Climatic Change الذي أدى إلى ارتفاع معنوي في درجات الحرارة الهواء مثلاً ظهور أمراض الصدأ الفطري في أشجار الصنوبر ذي اللحاء الأبيض في إحدى ولايات أمريكا نتيجة تكرار سقوط الأمطار صيفاً 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 بدلاً من الاستفادة من المخزون الجيني الكامن.

#### ❖ مدى تحمل الكائنات الحية لمعوامل الكيميائية والفيزيائية

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