

التنوع والتطور المحاضرة الاولى

نشأة الحياة على كوكب الارض

لقد حضي موضوع التنوع الإحيائي (Biodiversity) في السنوات الاخيره بكثير من الاهتمام من قبل المختصين بالدراسات البيئية والحياتية، بحيث أصبح هذا المفهوم هو المظلة التي تغطي كل العلاقات البيئية بين البشر ومحيطهم الحيائي. ان الحياة على الأرض تعتمد على نظام متوازن ودقيق من التنوع يكمل بعضه بعضا وان فقدان نوعا او مجموعه من الأنواع من إي نظاما بيئي يعطي دليلا على وجود خلل في وظيفة ذلك النظام. لقد ازداد استعمال مصطلح التنوع الإحيائي في حقل البيئية تحديدا، ولكن مازال هذا المصطلح يكتنفه التعقيد والغموض ويحتاج الكثير من التوضيح. فقد عرف **كازتون (Gaston, 1996)** مصطلح التنوع الإحيائي بأنه التغيرات في كل أشكال الحياة ابتداء من الأنواع مرورا بالأجناس وصولا إلى الانظمة البيئية. أما هانتلي (Huntley, 1996) فعرف هذا المصطلح بأنها قابلية على التغيرات للكائنات الحية وهذه التغيرات تتضمن التغيرات الوراثي في الأنواع، وتغاير الأنواع وإشكالها الحياتية، وتنوع الانظمة البيئية والأنواع المرتبطة بها والمتفاعلة معها. بينما يعرف علماء آخرون ومنهم هارس (Harris, 1994) بأنه المجموع الكلي للأنواع الموجودة في المجتمع والكثافة النسبية لهذه الأنواع في البيئة المحلية. ويعطي ويلسن (Wilson, 1992) أهميه اكبر للموروثات ويعرفه بأنه كل المتغايرات الوراثية على كل مستويات التنظيم ابتداء بالموروثات مرورا بالأنواع وصولا إلى المجتمعات نفسها، وهذه التراكيب هي أجزاء حيه من الانظمة البيئية في العالم. ويعرفه هاريسون وجماعته (Harrison et al., 2004) بأنه العدد الكلي للأنواع التي تعيش على الأرض حاليا من حيوانات ونباتات وإحياء دقيقه ويتراوح هذا العدد ما بين 1.5-1.75 مليون نوع معروف ومشخص لحد الآن. أما مؤتمر التنوع الإحيائي الذي عقد في عام 1992 فيعطي تعريفا شاملا للتنوع الإحيائي ويعرفه بأنها قدره على التغيرات بين الكائنات الحية في كل البيئات سواء كانت بيئة ارضيهام بيئة بحريه أم نباتات مائية أخرى جزء من هذا لانظمة البيئية مثل التنوع داخل الأنواع أو ما بين الأنواع وهذه الانظمة، توضح فكرة التنوع الإحيائي جميع التباينات بين الكائنات الحية إفرادا أو أنواعا أو جماعات أو مجتمعات أو كنظم بيئية .

فان إي تعريف لمصطلح التنوع الإحيائي يجب ان يمر بالمستويات الثلاثة للتنوع الإحيائي حتي يمكن قبوله.

وهناك عادة ثلاث مستويات لفهم طبيعة التباينات وهي:

- 1- التنوع على المستوى الوراثي "Genetic diversity": ويقصد بها التباينات الوراثية بين الأفراد العائدين إلى مجموعه سكانية واحدة (نوع واحد) فضلا عن التباينات الموجودة أصلا بين الأنواع المختلفة.
- 2- التنوع على مستوى الأنواع "Species diversity": ويقصد به التباينات المظهرية والوراثية بين الأنواع المختلفة في البيئة إي عدد الأنواع الموجودة على الأرض من نباتات وحيوانات وإحياء مجهرية.
- 3- التنوع على مستوى الانظمة البيئية "Ecosystem diversity": ويعني بأشكال التباينات بين الأنواع حسب طبيعة النظام البيئي التي تقطنه فمثلا " القواقع التي تقطن الماء العذب تختلف عن قواقع اليابسة أو القواقع البحرية.

وبذلك فان تعارف كازتون وهانتلي وويلسن ومؤتمر التنوع الإحيائي هي الأصح في توضيحه لمفهوم التنوع الإحيائي بينما تعريف هارسون وهارسون وجماعته تأخذ مستوى واحد فقط وبذلك تعتبر تعارف غير كاملة.

❖ نشأة التنوع الإحيائي Creation of Biodiversity

التنوع الإحيائي هو نتيجة:

1- عمليات بيئية. Ecological processes. 2- عمليات تطوريه Evolutionary processes

فالاتجاه البيئي : معني بوجود الأنواع المختلفة أو المجتمعات المختلفة في النظم البيئية المختلفة ويهتم بالأنماط المظهرية للأنواع Phenotypes كما يوضح العلاقة بين الكائنات المختلفة والمحيط الخارجي.

أما الاتجاه التطوري: فيعني بدراسة العمليات الوراثية، أنماطها وتتابعها والتباينات الناشئة عنها، ويهتم بدراسة الأنماط الجينية للأنواع Genotypes وتشمل دراسة التكيفات المرتبطة بالأنماط الجينية adaptation و الانتخاب الطبيعي Natural selection والتغيرات التطورية الدقيقة Microevaluation واخيرا التغيرات التطورية الكبيرة قوما ينتج منها من أنواع جديدة بعملية الاستنواع Speciation وانقراض انواع موجودة Extinction . وقد توجه التغيرات التطورية من قبل البيئية إلا ان التنوع الجيني يبقى هو الأساس في بناء النوع حيث إنتاثير الطفرات الوراثية والانسباب الجيني يكون بمعزل عن التأثيرات البيئية.

العمليات التطوريه Evolutionary Processes

يقصد بالتطور التغيرات التدريجية المنظمة والمتوالية التي تؤدي إلى التغير من حالة إلى أخرى، إما بالنسبة لتطور العضوي فيعني إن جميع الكائنات التي تعيش عالمنا اليوم قد انحدرت من كائنات أبسط منها نتيجة للتغيرات والتحويلات التدريجية التي تجمعت عبر الزمن في الأجيال المتعاقبة. ، يوجد مفهومين منفصلين للتطور:

- **التطور الدقيق Microevaluation** هو تغيرات تطورية أصغر تحدث ضمن النوع (بين أفراد النوع أو بين تجمعاته) مثل التكيفات. أو هو مقدار التغير في تكرار المورث في المجموعة السكانية أو العشيرة بالرغم من تنوع الآليات المحركة للتطور الدقيق كالانجراف الوراثي Genetic drift واثر المؤسس Founder effect والإخصاب الداخلي Inbreeding والخارجي Outbreeding.
- **التطور الكبير Macroevaluation**: يعتبر التطور الكبير نتيجة تأثيرات التطور الدقيق على مدى فترات طويلة، غير أن في التطور الكبير، سمات النوع بأكمله قد تكون مهممة بما أنها قد تؤثر على حدوث الاستنواع أو الانقراض. إذا، الفرق بين التطور الكبير والدقيق ليس جوهريا فهو يكون ببساطة بالمدة الزمنية المستغرقة.

والتطور نوعان:

- 1- **التطور التقاربي Convergent evaluation**: عندما تتكيف مجموعتان متباينتان لا قرابة بينهما بالأصل إلى بيئتين متشابهتين وتصبحان ذات مميزات متشابهة بصوره سطحية على الأقل مثل تشابه تركيب وشكل الاجنحه في الزواحف الطائرة والثدييات الطائرة والحشرات وكذلك تشابه أنواع الصبيرة وبعض أنواع العائلة الحليبيه التي تعيش في إفريقيا الجنوبية فكل المجموعتين تتميزان بكونهما مزهرة وعصارية وذات أشواك و متكيفة لظروف جفافيه قاسية بالرغم إنهما يعودان لعائلتين مختلفتين . يعطي هذا النوع من التطور على ما يبدو تراكيبا متشابهة في حيوانات مختلفة الأجداد. وبصورة عامة تقوم هذه التراكيب بنفس الوظيفة ولو بطرق مختلفة.
 - 2- **التطور الافتراقي Divergent evaluation**: عندما تنشأ الضروب أو المراتب الجديدة من جد واحد. فيمكن توضيح الاختلافات في الطرف الخماسي الأصابع في مجموعة اللبائن بافتراض إن خطوطا عديدة في التطور من السلف الأساس فادت إلى تحور النموذج الأساس لتقوم بأعمال مختلفة ومن ذلك الأفراد المنحدرة لتملئ بيئات واسعة مختلفة.
- تنشأ الأنواع كنتيجة لأحد العمليات التطورية التالية:

- 1- التوالد الأحادي Anagenesis: حيث إن الأنواع تتغير بمرور الزمن ، لدرجة قد تصبح الأفراد مختلفة بدرجة كافيها لاعتبارها نوعا "جديدا مختلفا" عن أسلافه وبهذا لا يوجد زيادة في عدد الأنواع.
- 2- التوالد المتفرع Cladogenesis: حيث إن الأنواع قد تنشط إلى نوعين مختلفين أو أكثر أو قد تتفرع من النوع أنواعا أخرى وبهذا فإن حصيلة عدد الأنواع ألتناشئه يزداد بمرور الزمن. فالمجاميع التصنيفية التي تضم عدد أنواع كبيره قد نشأت بالتوالد المتفرع. ويعتبر النمط الجيني هو أساس التنوع الوراثي ويعتمد عليه شكل الجيل الناتج في حالة انعزاله بذلك يطلق عليه مفاتيح التجديد Key evaluations ، والتباينات الوراثية هي أساس عملية التطور.

❖ **عمر الأرض The age of the earth**: تشير اغلب التقديرات لإنان عمر الأرض يبلغ بحدود 4.5 مليار سنة، إما الحياة فظهرت بعد هذا الزمن بتأخير بلغ بحدود 2 مليار سنة مع العلم إن هذه التقديرات غير مؤكدة. لقد تغير سطح الأرض تغيرات جذرية عديدة ، اختفت أنواع لم توفق في التكيف لظروف الجديدة، وبقيت أنواعا أخرى بينما ظهرت أنواع جديدة لم تسجل في السجلات الحجرية الأقدم (شكل 1). لقد تم قياس عمر الأرض اعتمادا على طبقات الصخور. إن من أدق الطرق المستخدمة لقياس عمر الصخور هي قياس نسبة الرصاص إلى اليورانيوم، فالرصاص هو الناتج النهائي لتحليل اليورانيوم (U_{238}) والذي يتحلل ببطأ وبمعدل ثابت وله عمر نصف طويل جدا ويستغرق تحلل نصف كمية اليورانيوم (238) المشع زمنا ثابتا يقدر بحوالي 4.5 مليار سنة. كما استعمل النظير المشع الكربون (C_{14}) لتقدير عمر المتحجرات أيضا، ودلت أقدم المتحجرات Fossils التي تعود لإحياء بسيطة مثل الطحالب والمتحجرات الأخرى للفقرات مثلا والتي بلغ عمرها حوالي 600 مليون سنة على ان الحياة ظهرت بإشكال عديدة فجأة حتى وصف ظهورها بالانفجار Explosion وظهرت بهيئات بسيطة أولا من النباتات الأولية (الطحالب) واللافقرات Invertebrates ولكنها بتقدم العصور الجيولوجية بدأت تظهر أنواعا أكثر تعقيدا كالفقرات Vertebrates .

عمر الأرض بملايين السنين	العصر	الأنواع الموجودة
--------------------------	-------	------------------

ظهور الانسان	Quaternary الرابعي	2-0
انتشار النباتات الزهرية ، ظهور الافقرات الحديثة	Tertiary الثالثي	65-2
ظهور النباتات الزهرية، انتشار الحشرات، انقراض الديصورات	Cretaceous الطباشيري	144-65
سيادة الديصورات واللبائن الاولية	Jurassic الجوراسي	213-144
اوائل الديصورات والطيور واللبائن الاولية	Triassic التراباسي	284-213
انتشار الزواحف	Permian البرمي	320-284
ظهور الزواحف	Carboniferous الكاربوني	360-320
البرمائيات الاولى	Devonian الديفوني	408-360
نباتات اليابسه	Silurian السابلوري	438-408
نباتات اليابسه الاولى	Ordovician الاوردوفيشي	500-438
الاسماك الاولى	Cambrain الكامبيري	600-500
اللافقرات الاولية والطحالب	Precambrian الفترة قبل الكامبيرية	4500-600

العصور القديمة	العصور الوسطى	العصور الحديثة

شكل (1): مخطط يبين العصور الجيولوجية التي مرت بها الارض،

❖ نظريات أصل الحياة

- 1- نظرية الخلق التلقائي Spontaneous Creation Theory:** وتنص على إن الحياة تظهر باستمرار من أشياء غير حيه، وأول من اقترح نظام للخلق بهذه الطريقة هو الفيلسوف اليوناني اناكسامندر حوالي 600 سنة قبل الميلاد والذي ذكر الحيوانات تخرج من الرطوبة، وعندما جاء العالم ارسطو طالبس جعل من هذه الفكرة نظريه اسمها نظرية الخلق التلقائي والتي تنص بان الحياة تظهر باستمرار من أشياء غير حيه وعلى هذا الأساس تنشأ ديدان اللحم من اللحم وديدان الأرض من الأرض والضفادع منالمادة الخضراء في المستنقعات
- 2- النظرية الكونية Cosmic Theory:** ومضمون هذه النظرية يؤكد إن الحياة أتتالى كوكبنا من كواكب أخرى، حيث جمع الجيولوجيون والفلكيون دلائل كثيرة تشير إنالأرض لم تكن ملائمة للحياة في جميع العصور التي مرت عليها ثم انتقلت وحدات جرتوميه من كواكب أخرى عن طريق الضغط الإشعاعي وكانت هذه الكائنات تتحمل المعيشة في ظروف صعبه مثل الإشعاعاتالقوية والتغيرات الحراريةالكبيرةإثناء رحلتها إلى كوكب الأرض.إن الرحلات العلمية التي انطلقت إلى الكوكب الأحمرإري المريخ أثبتتإن سطح هذا الكوكب وفي زمن كان يحضن بحارا قليله العمق من الماء السائل غير المتجمد ومن المحتمل والحال هذه إن يكون المريخ في ذات زمان قد وفر مكانا مناسباً لتبلور أشكال الحياة على سطحه.إن الحياة كانت موجودة على سطح المريخ وربما أمكن القول إن الحياة كانت متداولة بين كل الكواكب او أنها بدأت على أحداها ثم انتقلت إلى ما عداها، حيث ان المايكروبات المريخية وخلال أربعة مليارات عام مضت قد حملت إلىالأرض بواسطة الشهب ف جعلت كوكبنا ينعم بالحياة والكائنات الحية وهذا مايبثت النظرية الكونية.
- 3- النظرية العلمية أو نظرية اوبارين وهولدين The Scientific theory or Oparin_ Holdaine theory:** التي تبين إن الحياة قد بدأت بطريقة التطور الكيميائي والتي يمكن فهمها كلياً من خلال القوانين الكلية للعلم، وان الكائنات الحية قد تشكلت من الغازات التي كانت موجودة في الجو الهوائي للأرض عن طريق البرق والاشعه فوق البنفسجية والحرارة. وهناك عدد من النظريات نالت قبولا واسعا من خلال المهتمين ومن هذه النظريات نظرية تفترض إن الكون نشأقبل خمسة إلى عشرة مليار سنة من حالة انضغاط بلغت فيها كثافة المادة والإشعاع مائة مليون ضعف كثافة الماء وكانت البداية انفجارا هائلا ومن هنا سميت

بالانفجار الكبير وهذه النظرية اقترحت من كامو (Gamow) وقد بدأت الدقائق الاولى وذرات العناصر الكيميائية الاولى بالتكون خلال دقائق قليلة وهذا الانفجار ادى الى تكوين الارض وبعد ذلك نشأت الحياة واقترح كل من اوبارين وهو عالم روسي 1920 وهولدين وهو عالم انكليزي افكارا حول نشوء الحياة على الارض، هذه الافكار تشير الى ان الارض بعد انفصلت عن الشمس كان الغلاف الجوي مليئا بغازات الهيدروجين والكاربون نسبة قليلة من الهيدروجين والنتريتروجين مع سادة مركبات مثل الميثان والامونيا والماء وبعد ذلك بدأت الارض تبرد اي بعد ملايين السنين مما سمح بتكاثف الماء الموجود في الغلاف الجوي، واستمرت التفاعلات بتأثير الاشعة فوق البنفسجية وطاقة الصواعق والبرق واتحدت المركبات النايتروجينية وبخار الماء عن طريق الصدفة لتكوين انواع مختلفة من المادة العضوية، وان النشأة الاولى لاشكال الحياة كانت في المياة ثم انتقلت الى اليابسة تكون طبقة الاوزون، وهذه التفاعلات اقترحت التي اقترحت من اوبارين وهولدين اثبتت عمليا في عام 1953م من قبل العالمان استانلي ميلر وهارولد حيث مررا هذان العالمان تيارا كهربائيا في خليط من غاز الامونيا وغاز الميثان وسائر الغازات. واستنتجا من تجربتهما هذه انه بالامكان الحصول على الحوامض الامينية وسائر اللبنات المهمة في بناء الحياة.

ان اشكال الحياة الاولى استطاعت عن طريق التنفس اللاهوائي من توفير الطاقة على شكل الادينوسين ثلاثي الفوسفات "ATP" وهذه العملية ادت الى انتاج CO_2 وبعد سنين طويله تكونت انظمه حياتيه جديده وهي الاحياء ذاتية التغذية Autotrophic وبفعليات التركيب الضوئي تواجد O_2 بتركيز عاليه في الماء والغلاف الجوي وبعد ذلك تكونت طبقة الاوزون وبذلك منعت هذه الطبقة من مرور الاشعة فوق البنفسجية ذات التأثير الضار على اشكال الحياة الاولى مما سمح لهذه الاشكال الاولى من انتقال الى اليابسة ثم تدرجت في الرقي والتنظيم مما سمح بظهور احياء اكثر تقدما لها القدره على اخذ الاوكسجين وطرح ثاني اوكسيد الكاربون وبلك اصبحت الارض مأهولة بانواع مختلفه من الاحياء.

اين بدأت الحياة؟ في بدايات عقد الثمانينات من القرن العشرين كان الكثير من العلماء يرون ان الحياة قد بدأت في المياة الساخنة التي تصل الى درجة الغليان والغنية بالمواد المعدنية التي كانت تخرج عبر منافذ حارة من اعماق البحار الى خارجها الدليل على ذلك الدراسات التي اجريت على شجرة الحياة تحكي لنا ان اكثر الانواع الابتدائية للكائنات الحيه هي البكتريا التي ماتزال حيه حتى الى يومنا هذا وتعيش في المياة الساخنة الى درجة الغليان، يبدووا انه هذه الفرضيه فقدت بريقها لان البحوث الجديده تفيد ان البكتريا المحبة جدا للحرارة العالية من المحتمل ان تكون من الانواع مقاومة امام الظروف المختلفه الا انها اكتسبت اليه دفاعيه جديده امام الحرارة وبالتالي عملت على تكاملها.

4- نظرية الخلق الخاصه Special creation theory: ومضمون هذه النظرية هان الحياة كانت قد خلقت بقوه خارقه غير منظوره سواء كان ذلك مرة واحدة او على فترات متتالية وان كل نوع قد خلق بصورة كاملة ومستقله عن غيره من الانواع ولقد لاقت هذه النظرية قبولا. الى ان هذه النظرية هي التي امن بها اغلب الناس في القرون الوسطى ولكنها تزعت في اوريا بظهور نظريات التطور العضوي في منتصف القرن التاسع عشر والتي بيئت الحياة على سطح الارض ظهرت بشكل بسيط ثم تدرجت بالرقي والتعقيد بسلسله من التحويرات التدريجيه عبر اجيال خلال ملايين السنين حتى وصلت اقصى مداها في التعقيد في ارقى الانواع المعاصرة.

التنوع والتباين في الاحياء

❖ مصادر التباين واليات التطور العضوي

- 1- الانسياب الجيني Genetic drift
- 2- الطفرات Mutations
- 3- الانتخاب الطبيعي Natural selection
- 4- التهجين Hybridization
- 5- التكاثر الجنسي وإعادة التشكيل أو إعادة الخلط Recombination

اولا: الانسياب الجيني Genetic drift: الانسياب الجيني هو التغيير في تردد الجينات في مجموعها السكانية نتيجة لفقدان جين من المجموعة السكانية مسببا تخلخلا في التوازن الوراثي. يمتلك الفرد عدد كبير من الصفات التي يتحكم فيها عدد كبير من الجينات. ويضمن إعادة التشكيل في الجينات مدة واسع من التنوع الجيني في المجموعة السكانية. فالانعزال الحر للكروموسومات وعمليات العبور قد تعطي تشكيلة جديدة من الجينات في جيل واحد وتعمل على ازالته في أجيال لاحقه. لذا فان التجديد الوراثي المتكون بتلك الاليات غير ثابت. تدعى الوحدة السكانية المعزولة نوعا ما بالوحدة السكانية الموقعية التي تحافظ على ديمومتها بالتوالد بين افرادها. لذا فهي تمثل وحدة وراثيه وما يحدث لها بالمفهوم التطوري ويعتمد على ماتحويه من جينات. يدعى التكوين الوراثي للوحدة السكانية الموقعية بالمجموع الجيني او بركة الجينات Gene pool وكما يعتمد مستقبل الكائن الحي على تكوينه الوراثي كذلك يعتمد مستقبل التطوري للوحدة السكانية الموقعية على المجموع الجيني. تدعى نسبة ظهور اي جين في المجموع السكانية نسبة الى اليلاته في الموقع ذاته من الكروموسوم بتردد الجيني gene frequency لقد اثبت كل من هاردي Hardy G.H في بريطانيا وواينبرج Weinberg W في المانيا عام 1908 رياضيا ان تردد الجينات في المجموع السكانية يبقى ثابتا جيلا بعد جيل شريطة عدم حدوث تاثيرات متغيره كالتطفرات او الانتخاب الطبيعي وسمى ذلك بقاعده هاردي_ واينبرج ومن الطبيعي ان تحدث حركة او سريان الجينات باستمرار Gene flow ضمن المجموعة السكانية نتيجة التوالد الا ان مجمل تردد الجينات يبقى ثابتا ويدعى ذلك بالاستقرار بالتوازن الوراثي. سريان الجينات Gene flow هو انتقال الجينات من مجموع سكانيه الى اخرى تفتقد الى مثل هذا الجين بين افرادها ويطبق عليها ايضا بهجرة الجينات.



2- سريان الجينات "الهجرة"

1- " التغيير في تردد الجينات"

وعموما فان شدة تأثير الانسياب الجيني في احداث التغيير يعتمد على اولاً: حجم الجماعة ويتناسب معها عكسياً: اي انه يكون غير فعال نسبيا في الجماعات الكبيرة الا انه ذو فاعلية كبيرة في الجماعات الصغيرة المعزولة فمن المحتمل ان ينضم فقدان نسبة كافيته من الجين في مجموع سكانية صغيره مسببا نقصا ملحوظا في تردد الجين. ومن الطبيعي ان تقل فرص حدوث ذلك كلما ازداد عدد الافراد في المجموعة السكانية.

ويمكن تمييز اربعة انواع من الجماعات الصغيره:

- 1- الجماعة المؤسسه Founder population: وهي مجموعه قليلة الافراد انعزلت من مجموعتها الاصلية بحواجز جغرافية او بيئية لو تكاثرية واخذت بالنمو من خلال التكاثر فيما بينها.
- 2- اللاجئين Refugia: وهي مجموعه صغيره من الافراد انعزلت عن مجموعتها الاصلية وذلك بانتقالها الى مواقع اخرى اكثر امانا اثناء تعرض بيئتها الاصلية لعارض كارثي شديد او عن طريق الهجرة.
- 3- الجماعات المحصوره أو جماعة عنق الزجاجة Bottleneck population: وهي مجموعه صغيره من الافراد نجبت من عارض كارثي او اقتراض نسب في هلاكات نسب عالية من الجماعة السكانية. وبعد زوال تاثير الحدث يمكنها ان تعيد نمو الجماعة وخاصة ان موت اعداد كبيره من الجماعة قد يوفر لها موارد اكبر تساعد على التكاثر السريع.
- 4- الجماعات الواسعة الانتشار Metapopulation: وهي جماعة سكانية كبيره منتشرة على نطاق مكاني واسع جدا يجعل من التزاوج الحر بين الافراد البعيدة عن بعضها غير ممكن ولكن ينحصر التزاوج بين افراد قليلة قريبة من بعضها.

ثانيا: نظام التزاوج: تعتمد كفاءة الانسياب الجيني في خلق التنوع ايضا على نظام التزاوج السائد بين الافراد فالجماعات التي تتزاوج فيما بينها بمعزل عن جماعات اخرى تنتمي لنفس النوع Interbreeding فان الجينات لان تصبح متجانسه homozygous لكلا الاليلين مما

يؤدي الى تجمع صفات ضارة في المجموعه ، بينما التزاوج بين مجموعات مختلفه Outerbreeding فالجينات تميل لتكون غير متجانسه heterozygous مما يساعد على ضياع الصفة الضارة.

ثانيا: الطفرات Mutation: يظهر بين الحين والآخر في المجاميع السكانية الطبيعية فرد بعض صفاته مختلفه عن بقية الافراد. فالإلية المنتجة لهذا التغيير يدعى بالطفرة، والاحياء المنحدرة من الفرد الذي عانى طفرة وتجلت فيه الصفة الجديدة بالاحياء المطفرة Mutants.



تشكل الطفرات اساس التنوع في المجاميع السكانية ، ومن مميزات الطفرات انها نادرة الحدوث بالنسبة الى معدل انتاج الامشاج فيتراوح معدل الطفرات في الاحياء من ذوات النواة الحقيقية Eukaryote (10×4^{-9}) قاعدة/ جيل وهكذا فان من المؤكد ان معدل الطفرات منخفض جدا ومع ذلك فان لكل فرد عدد كبير من المواقع المعرضة لحدوث الطفرات فالمعدل العام للطفرات اكبر مما نتوقعة عند اعتمادنا موقع جيني واحد.

الطفرات على نوعين:

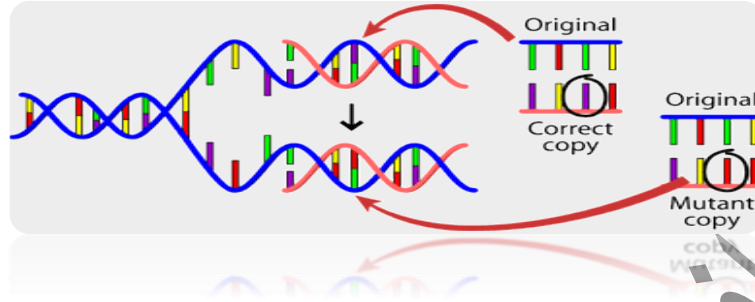
1- الطفرات الكروموسومية: وهي الطفرات الناتجة عن خلل في تركيب الكروموسوم اثناء الانقسام فقد ينكسر الكروموسوم في موقعين ويفصل الجزء بينهما وبمعيته ما يحتويه من جينات. ترتبط نهايتا الجزئين الباقيين معطية كروموسوما اقصر من الكروموسوم الاصلي نتيجة فقدانه الجزء الاوسط ويدعى ذلك **بالحذف** وبما انه يؤدي الى فقدان التام للجينات فهو ذو اثر كبير على تكشف الكائن الحي. وفي الواقع فان جميع انواع فقدان عدا الصغيرة منها مميتة. يوجد نوع اخر من الشذوذ الكروموسومي في حالة حدوث قطع من الكروموسوم في موقعين واستدارة الجزء الاوسط قبل اعادة ارتباطه فيؤدي الى عكس السياق الاعتيادي يدعى ذلك النوع من الطفرات بالانقلاب

يدعى ذلك النوع من الطفرات بالانقلاب "Inversion"

ينفصل أحيانا جزء من احد الكروموسومات ويرتبط بكروموسوم آخر ، يشبه ذلك العيور عد انه يحدث بين كروموسومات غير متشابهة ويسمى الطفرة الانتقالية Translocation. ويحدث شذوذ اخر حينما يتضاعف جزء من الكروموسوم فتتكرر مجموعه من الجينات والذي يدعى بالطفرة المكررة Duplication. يوجد نوع اخر من الشذوذ الكروموسومي سببه اضافة او فقدان واحد أو أكثر من الكروموسومات، حيث تجتمع الكروموسومات المتشابهة اثناء الانقسام المنصف ومن ثم تنفصل الى الخلايا البويية بحيث يحمل المشيخ الواحد كروموسوما واحدا من كل زوج او من كل نوع من الكروموسومات . ولكن قد يحدث احيانا ان تنتقل الكروموسومات المتشابهة الى نفس المشيخ بدلا من انفصالها تدعى تلك الظاهرة عدم فك الارتباط Non- disjunction وينتج منها امتلاك نصف الامشاج زوجا من الكروموسومات بينما يفتر النصف الثاني لها. ينتج من اتحاد النوع الاول من الامشاج مع مشيخ اعتيادي من الجنس الاخر فردا لدية ثلاثة كروموسومات، اي الزوج الاعتيادي زائدا واحد. اما اتحاد النوع الثاني من الامشاج مع مشيخ اعتيادي فيعطي فردا لدية نسخة واحدة من الكروموسوم المعني. فالمعروف ان سبب المنغولية mongolism وجود كروموسوم زائد في الخلايا والذي يحمل الرقم 21 وهو اصغر كروموسومات الإنسان . واذا ما بقى الذي يعانون من هذا المرض احياء فتظهر عليهم مظاهر العين مخصومة وتقل مقاومتهم للأمراض ويعانون من تخلف عقلي.

2- الطفرات الجينية: هي الأهم في عملية حدوث التغيرات التطورية حيث تحدث الطفرة نتيجة تغيير كيميائي في الجين. فالتغيير في سياق النيوكليوتايد في جزيء DNA مكافئ للجين سيغير سياق او ترتيب الحوامض الامينية المكونه للبروتين والتي يمكن ان تترك اثارا كبيرة على كشف الكائن الحي. وقد يتم منع بعض البروتينات الضرورية من اداء وظائفها تماما. فان ذلك يسبب موتا مبكرا للكائن الحي وتدعى تلك الجينات بالجينات المميتة. تظهر اثار ضارة جدا نتيجة بعض التغييرات في سياق النيوكليوتيدات في جين ما والذي قد يبدو بانه تغيير بسيط. ففي مرض فقر الدم المنجلي Sickle cell anaemia تتخذ خلايا الدم الحمر ذات الشكل القرصي المقعر الجانبين شكلا منجليا ويعاني الفرد اعراض نقص الاوكسجين الحاد كالضعف والهزال وفشل الكلى والقلب وغيرها. لا يعود سبب فقر الدم المنجلي الى تغيير شكل الخلية بحد ذاتها انما لاحتوائها على الهيموغلوبين الشاذ يختلف عن الهيموغلوبين الاعتيادي في احتواء كل من سلسلتي متعدد الببتايد نوع B على الحامض الاميني فالين Valine بدلا من حامض الكلوماتك Glumatic acid من موقع واحد على طول السلسلة. سبب هذه الغلطة تغيير في اثنين من النيوكليوتيدات في جزيء DNA المسؤول عن انتاج الهيموغلوبين.

وقد تحصل الطفرات الجينية بشكل طبيعي على سبيل المثال عندما تنقسم خليه، فانها تصنع نسخة من حامضها النووي DNA ، واحيانا يكون هذا النسخ غير متكاملًا، التغير (مهما كان صغير) في ترتيب نيوكليوتيدات الحامض النووي DNA يعتبر طفرة، او نتيجة التعرض لبعض المواد الكيميائية والاشعاعية المسببه لتحطيم DNA.



نلاحظ إن النسخ في الشريط السفلي خاطئ.

أنواع الطفرات الجينية:

1- الاستبدال substitution: كما يحصل بقر الدم المنجلي لان استبدل نيوكليوتيدة صحيحة بواحدة غير صحيحة.

CTGGAG
CTGGG

2- الإدخال Insertion : وهي طفرات يتم فيها ادخال نيوكليوتيدة جديدة ل شريط DNA

CTGGAG
CTGGTGGAG

3- الحذف :

CTGGAG
CTAG

4- تغيير سياق النيوكليوتيدات Frameshift:

~~X~~he fat cat sat
hef atc ats at

5- الانقلاب Inversion:

The fat cat sat

The fat act sat

ثالثا: الانتخاب الطبيعي Natural selection: بما إن الإحياء عموما "تنتج أفرادا" اكبر من استيعاب البيئة فسيكون ميل للنضال أو الصراع من اجل البقاء نتيجة الازدحام الشديد والتنافس بين الأفراد على الغذاء. فالأفراد ذوي التنوع الوراثي الأكثر ملائمة للبيئة سيكون لهم الحظ الأوفر في البقاء. ويعبر عن ذلك بالبقاء للأصلح " تنسب هذه العبارة لدارون وفي الواقع وضعت من قبل الفيلسوف هربرت سبنر عام 1867 إي بعد ثمان سنوات من طبع كتاب دارون أصلا لأنواع، إلا أنها تحتوي فكرة دارون"، وكنتيجة لذلك فان الأفراد الأصحاء يصلون إلى البلوغ أو التكاثر وينقلون صفاتهم المتكيفة مع البيئة إلى ذريتهم من بعدها بينما يفشل الأفراد الأقل تكيفا أو إصلاحا للبيئة في ذلك. فالطبيعة تختار الأفراد الأصحاء أو الأكثر تكيفا لها وتسمح لهم بالبقاء بينما ترفض أولئك الأقل تكيفا، ومن الأواخر عادة قبل إن يصلوا إلى النضج الجنسي. صاغ دارون مصطلح الانتخاب الطبيعي Natural selection لوصف ذلك. وبما إن الظروف البيئية متغيرة باستمرار فان الانتخاب الطبيعي إلى جانب الظهور أشكال جديدة هي أصل الأنواع. ومما تجدر الاشارة اليه ان فكرة الانتخاب الطبيعي لم

تكن من افكار دارون فقط بل يشاركه الفريد روسل والس Alfred Russel Wallace، فقد قدم العالمان بحثا علميا مشتركا لنظريتهما عام 1858م امام جمعية لينيس ونشرت في السنة التالية.

ويمكن تلخيص تفسيرات دارون بالنقاط التالية: 1- وجود فوارق واختلافات بين الافراد في المجموعات الحيوانية والنباتية ولم يكن دارون ليعرف سببها ولكن افترضها صفات او مميزات الكائنات الحية. 2- ان عدد الافراد التي تولد لكل نوع هو اكثر من الذي يمكنه ان يعيش وهو اكثر مما يستطيع الغذاء المتوفر اسناده وابقاءه حيا. 3- ان الافراد الجديدة للمجموعة السكانية اكثر من تلك التي يمكنها تعيش اذ لابد من حصول تنازع على البقاء وتزاحم على الغذاء والمكان. 4- ان البعض من التغيرات الكثيرة التي تصف بها الاحياء تجعل عملية البقاء اسهل (اي متلائمة مع بيئها) في حين ان البعض الاخر من هذه التغيرات يؤدي الى هلاكها (لاتلائم مع البيئة) وهذا ما يطلق عليه فكرة البقاء للاصلح. 5- ان الافراد التي تنجح في عملية البقاء ستكون افراد الجيل القادم وبصورة اوضح ان المميزات او الصفات الناجحة ستنتقل الى الاجيال القادمة وهكذا فان الاجيال المتعاقبة ستكون ذات تكيف افضل لبيئتها، وكلما تغيرت البيئة تلاها تكيفات اخرى. وهكذا وباستمرار عملية الانتخاب الطبيعي ومع مضي الزمن فان افراد الجيل المنحدره ستكون مختلفة تماما عن ابائنا الاصليين وقد يصل التباين الى درجة انها تكون مختلفة.

هناك اعتراضين على نظرية دارون للانتخاب الطبيعي وهما: 1- انها لم تشرح او توضح ظهور العديد من التراكيب غير المفيدة للكائن فالعديد من الصفات المرئية ظاهريا بين الانواع ليست ذات اهمية لبقائها وانها عبارة عن مظهر عرضي لجينات ذات اهمية فسلجية غير مرئية ولكنها كبيرة في بقاء واستمرارية النوع مثال على ذلك مرض النزف الدموي فان حامل هذا الجين يكون مظهرة طبيعي الا ان العمليات الفسلجية بتخثر الدم تكون مختلفة. وعلى ذلك فان بعض العوامل الوراثية المميته لاتعطي دلائل مظهرية ولكنها تؤدي الى موت الفرد. اما الفوارق الاخرى غير التكيفية فانها قد تسيطر عليها جينات مرتبطة في الكروموسوم بصورة مباشرة بجينات اخرى تلعب دورا هاما في عملية البقاء. 2- بالنسبة للصفات التي تفقد بالتخفيف او الاضعاف Dilution نتيجة لتزاوج هذه الافراد مع افراد اخرى لاتحمل هذه الصفات. ومن المعروف الان ان الطراز المظهري للجين قد يتبدل عندما يكون هذا الجين مشتركا مع جينات اخرى معينه الا ان طبيعة الجين نفسه لا تتبدل او تخفف قد تظهر ثانية وبدون ان يطرأ عليها تغير في الاجيال التالية.

● لقد حتمت اكتشاف قوانين مندل سنة 1900 احداث تصحيحين لنظرية دارون في الانتخاب الطبيعي: 1- ان الفوارق الوراثية فقط هي التي يمكنها ان تهيبء المواد الاولية للانتخاب الطبيعي. 2- يجب ان يكون نوع من الانعزال بين الانواع الجديده لكي تمنع التزاوج بينها. وبالطبع فان تحليلات دارون وتفسيراته كان ينقصها مانعرفه اليوم بالنسبة للطفرة واهميتها في عملية التطور والانتخاب الطبيعي. تدعى نظرية دارون التي اعيد تقويمها على اساس الوراثة الحديثة بالدارونية الجديدة neodarwinism.

● ماذا فعل دارون: قام دارون بامريرين جوهرين: اولاً: وضع برهاناً قوياً يدعم التطور، اي ان الانواع لم تبقى على حالها خلال الوقت وانما تغيرت. ثانياً: حاول وضع فرضية مقبولة لتفسير التطور وذلك من خلال اهتمامه بتكيف الحيوانات والنباتات الى ما يحيطها وقد فسر ذلك بكون افراد النوع الواحد تختلف عن بعضها بالدرجة التي تؤهلها للتلائم مع محيطها، فالافراد القليلة التكيف تتلاشى بينما تستمر تلك المتكيفة جيداً وتمرر صفاتها الجيدة هذه الى ابناؤها وهذا ما يقصد به بالانتخاب الطبيعي. يكون الانتخاب الطبيعي فاعلياً على الأنماط المظهرية بينما تتأثر الأنماط الجينية بشكل غير مباشر.

❖ ويمكن ان نميز ثلاثة انواع من الانتخاب:

- 1- الانتخاب الموجه Directional selection : يتم انتخاب الافراد الذين يحملون الصفات المتلائمة مع الظروف البيئية.
- 2- الانتخاب الاستقراري Stabilizing selection: يتم انتخاب الافراد الذين يحملون الصفات الوسط ويستبعدون الافراد ذات الصفات المتطرفة.
- 3- الانتخاب التمزقي Disruptive selection: يتم انتخاب الافراد الذين يحملون الصفات المتطرفة.

يقع الانتخاب الاستقراري عندما تكون الظروف البيئية ثابتة، فإذا حدث تغيير بيئي مفاجيء فسيؤثر على الاجيال الاحقة وتسود الافراد التي تحمل الصفة المنحرفة عن الوسط وحسب ما يلائم التغير البيئي فتظهر بذلك اشكال جديدة من الافراد يتم انتخابها بالانتخاب الموجه. وما ان يتم تاسيس متوسط جديد يحافظ عليه في الاجيال الاحقة بالانتخاب الاستقراري.

وللايجاز فالانتخاب الطبيعي يحفظ الثبات طالما بقيت البيئة مستقرة ويشجع ظهور اشكال جديدة بمجرد تغير البيئة.

أمثله عن فعل الانتخاب الطبيعي: 1- عث الفلفل Biston betularia: ان ذلك النوع من العث مألوف جدا في انكلترا ويستقر على جذوع الاشجار وفروع حيث يعتمد على إخفاء نفسه بتوافق لونه مع لون محيطه. ان لون العث الاعتيادي ابيض منقط ولكن تنشأ منها من يحمل طفرة تجعل لونها داكن ويدعى بالعث الاسود. اجري العالم برنارد كتلويل Bernard Kettlewell من جامعة اوكسفورد مسحا عن الوفرة النسبية والتوزيع للعث العادي والعث الاسود في اجزاء مختلفة من بريطانيا ولاحظ ان العث الاسود يسود المناطق الصناعية حيث يلون

الدخان والسخام المنبعث من مداخل المعامل قلف الأشجار إلا أن العث الاعتيادي يغلب في المناطق غير الملوثة وقد يصل إلى 100% في شمال استكلندا والشرق الجنوبي الغربي من انكلترا. فسر كتلوي هذه النتيجة على أساس أن الطيور خصوصا طيور الدج تاكل عث الفافل حيث تنتثر عنها من الأشجار والعت الاسود لا يمكن تميزه عن لون جذوع الأشجار المسودة بينما يبرز العث الفاتح. أشار كتلوي بان التفاضل في الهلاكات يتحقق في تلك الحالات جميعا بالافتراض الانتقائي Selective predation وتعبير التحكم التوازني فقد احدث اسوداد الأشجار مع ظهور الثوره الصناعيه بحيث صار لون الجسم الاسود هو اللون المفضل وتلك حالة من الانتخاب الموجه. حافظ الانتخاب الاستقراري في كل منطقة على تردد كلا الشكلين (العث الاسود والابيض) ثابتا تقريبا. تشير الدراسات الوراثية عث الفافل الى ان ميل الانتخاب لصالح الجين المانح لصفة اللون الداكن قد عمق من تأثيره على الشكل الخارجي للعث ومن الأدلة مايشير الى ان اللون الداكن صار بالترديج اكثر دكنة وتحول الجين صوب السيادة التامة.



التحور الاسود في تطور العث الفافل

العث الفافل البضاء

2- قوقع البر Cepaea nemoralis: يمتلك هذا النوع من القواقع عددا من الأشكال يمكن تمييزها بلون الصدفة (اصفر، قرنفلي، او بني) ويوجد عدد مختلف من الحزم السود على الصدفة (تتراوح من 0-60 حزم). تدعى المظاهر المختلفة بالأشكال ويعيش عدد منها في مجموعة سكانية واحدة والمعروف ان الأشكال المختلفة محددة وراثيا وليست حصيلة الاثر البيئي فحسب.

لوحظ العديد من الظروف الوسطية التي تفضل الأشكال باعداد مختلفه من الحزم ، بالإضافة الى ذلك فقد تتغير حاله على مدار العام ففي فترة معينة قد تفضل فيها القواقع غير المحزمه بينما تفضل القواقع المحزمه في فترة اخرى. ففي المناطق المغطاة بأشجار الزان يسود الشكل البني في الخريف والشتاء حيث تكون الارضيه من اوراق ميتة بينما يسود الشكل الاصفر في الربيع والصيف حيث يبرز لون النباتات الخضراء.

رابعا: اعادة التشكيل أو اعادة الخلط Recombination: ويتم من خلال الانشطار الاختزالي الذي تعانیه الخلايا الجنسية خلط للمورثات بانماط جديدة عبر اليتي العبور Crossing over والانعزال الحر assortmment Independent ففي كل فرد توجد المورثات على هيئة ازواج وفي عملية تكوين الامشاج تنفصل افراد كل زوج وتذهب الى امشاج مختلفه وبالتالي فان كل مشيج يكون قد حصل على واحد من كل نوع من المورثات.

1- الانعزال الحر Independent assortment: ويشير الى الطريقه التي تنتزع بها الكروموسومات ومورثاتها عند انقسام خلايا جنسية لتكون البيوض او النطف. **2- العبور Crossing:** هو تبادل المورثات فيبين كروموسومين مزدوجين ، فالمورثات المحمله على كل كروموسوم تورث بطريق عشوائيه وباستقلال عن المورثات المحمله في الكروموسومات الاخرى.

خامسا: التهجين Hybridization: لقد عمل الانسان في مواضيع تربية وتحسين الحيوانات والنباتات الى استبطان واستحداث انواع جديدة وذلك بعملية تزاوج انواع مختلفة وتدعى هذه العملية بالتهجين.

التنوع والتطور المحاضرة الثالثة

مفهوم النوع Species concept

اولا: المفهوم الاحيائي للنوع Biological species concept:

النوع هو مجموعة من الافراد المتناسلة فعلا في الطبيعة او لها القدرة على ذلك.

يواجه تطبيق هذا المفهوم للنوع مجموعة من الصعوبات في التطبيق منها

1- لا يمكن اعتماده في تحديد الانواع التي تتكاثر جنسيا كالبكتريا مثلا. 2- وجود الهجائن في الطبيعة Hybrids وهي افراد ناتجة من تزاوج نوعين مختلفين والتي قد تعتبر على وفق هذا المفهوم نوعا واحدا لعدم انعزالها تكاثريا.

التعريف الاحيائي للنوع لا يعتمد على التشابه في المظهر بين الافراد، فالمظهر يساعد في التعرف على النوع ولكن لا يعرفه. وذلك للأسباب التالية:

1- وجود الانواع المستترة Sibling species: وهي انواع قريبة الصلة ومتشابهة الى حد كبير في المظهر الا انها معزولة تكاثريا. مثل طائر قبرة المرح الغربي (Western Meadowlark) (*Sturnella neglecta*) وقبرة المروج الشرقي Eastern Meadowlark (*Sturnella magna*) فانهما متشابهان مظهريا الا انها معزولان تكاثريا ولا يتناسلان في الطبيعة لذا فانهما نوعان منفصلان. 2- توجد افراد مختلفة مظهريا وتنتمي الى نوع واحد مثل افراد النمل مختلفة اشكالها وكل شكل معني بآداء دور معين داخل مستعمرة النمل. 3- هناك العديد من الصفات التي تختلف بين افراد النوع الواحد فعلى سبيل المثال نبات كوب الماء Hydrangea يحمل ازهارا لونها اما ان يكون وردي أو أزرق. فاختلاف لون الزهرة لا يعني نوعا اخر وانما تغير لون الزهرة يعتمد على درجة الاس الهيدروجيني للتربة ومحتواها من عنصر الالمنيوم.

الانواع الحلقية Ring species: وهي انواع مكونه من عدد من الانواع الثانوية ذات توزيع جغرافي على شكل حلقي تلتقي اطرافه في نقطة واحدة عند النهايات فالانواع من للسحلية *Ensantina* في كاليفورنيا تظهر بمظاهر مورفولوجية و وراثية متباينة على طول مداها الجغرافي. حيث يحدث التهجين بين الانواع المتجاورة باستثناء النوعان اللذان يقعان في النهايات المتطرفه للمدى عند نقطة التلاقي في جنوب كاليفورنيا وهي المنطقة التي تؤثر حدوث الاستنواع وتميز المجموعتين كأنواع منفصلة معزولة تناسليا وهي النوعين *E.klauberi* and *E.escholtzii*. لطائر النورس *laras focus graelsii* في بريطانيا ظهر اسود فاتح وسيقان صفر ويتدرج ذلك الى النورس الاسكندنافي الاسود الظهر *focus focus*. والذي يتدرج بدوره الى نورس فيجاليا *L. argentatus vegalatus* ذو الظهر الرصاصي والسيقان اللحمية اللون. يتدرج الاخير الى النورس الفضي الامريكي *L. argentatus smithsonianus* المتدرج الى النورس الفضي البريطاني *L. argentatus argentatus*. ذي الظهر الرمادي والسيقان القرنفلية. توجد اذن حلقة كاملة اي مجموع جيني حلقي تمر حول القطب الشمالي وتغطي بريطانيا وجنوب غرب اسكندفانية. يحدث التهجين وما ينتج من تدرج سلس على الحد بين النورس البريطاني والاسكندفانية وبين الاسكندفانية والسيبيرية وبين السيبيرية والامريكية. الا ان التهجين لا يقع بين النورس الفضية والبريطانية والنورس البريطاني الاسود الظهر مع انها يعيشان سوية. وهما يختلفان سلوكيا ومظهريا فالاول يتزاوج على الجرف الساحلي بينما يتزاوج الثاني في الداخل. اضافة الى ان النورس الاسود الظهر هو طير مهاجر يطير جنوبا حتى شمال افريقيا في الشتاء بينما يقيم النورس الفضي في نفس المنطقة. اذن انهما يتصرفان كنوعين مختلفين.

الانواع الكرونيه Chronospecies: وهي ادوار مختلفة لنفس نوع الذريه والتي تظهر في حقب زمنية متباينة وتمثل الانواع الكرونيه مشكلة لمفهوم النوع الاحيائي فمن غير المعقول امكانية التحقق من ان الافراد الموجودة حاليا هي لم تعاني التغير خلال الزمن فعلى سبيل المثال المفصليات من ثلاثية الفصوص الموجودة حاليا والتي كانت موجودة قبل 300 مليون سنة هي نفس النوع؟ كيف لنا ان نطبق المفهوم الاحيائي لتناك من اعزالها التكاثري.

ثانيا: المفهوم التمييزي للتعريف Recognition species concept: حسب هذا المفهوم فان افراد النوع الواحد تستطيع ان تميز بعضها البعض الاخر لاغراض التناسل، حتى وان كانت معزولة عن بعضها بحواجز فيزيائية لفترة طويلة الا انها ممكن ان تتعرف على بعضها عند زوال الحاجز الفيزيائي لاغراض التناسل اي ان الذكر يستطيع ان يتعرف ويميز التي تعود لنفس النوع.

ثالثا: المفهوم المظهري للنوع Phenetic species concept: ويشير هذا المفهوم الى ان افراد النوع الواحد متشابهه مع بعضها في مظهرها وتختلف مظهرها عن افراد الانواع الاخرى.

رابعاً: المفهوم التطوري للنوع **Phylogenetic species concept**: ويعتبر هذا المفهوم النوع على انه الطرف النهائي في التاريخ العراقي Phylogeny اي ان النوع هو مجموعة صغيره من الاحياء التي تنتمي الى جد واحد اي انها ذات اصل مشترك.

❖ **Speciation**: وهي عملية تكوين الانواع الجديد هاو مايسمى بالاستنواع، فمن الواضح ان الانواع تتغير على الرغم من درجة ثباتها العالي وعدم ميلها للتطير اي بإمكانها الانتشار الى نوعين جديدين او اكثر. ومن الضروري كخطوه اولى في ظهور نوع جديد ان تنفصل المجموعه السكانية الى مجموعتين او اكثر تنعزل كل منها عن الاخر، ولكل منها مجموعه جينية خاصة. فلو تم تبادل الجينات فيها فستكون مجموعه سكانية واحدة لاتسمح لديمومة اية اختلافات وراثية قد تنشأ بينها اما اذا عزلت فستجد خطها التطوري الخاص بها وتتطور الى نوع جديد متميز. فاذن من اهم الاسباب التي تقود لظهور الانواع الجديدة هي: **1- العزل Isolation** 2- **اختزال في الانسياب الجيني Reduction of gene flow**: بين المجاميع المعزولة.

اليات العزل:

- 1- **العزل البيئي Ecological Isolation**: من الضروري للمجموعه السكانية وكخطوة اولى في ظهور نوع جديد ان تنفصل الى مجموعتين سكانييتين معزولة عن بعضها البعض بحواجز جغرافية مثلا نهر يغير اتجاهه أو ظهور سلاسل جبلية او انجراف قاري او هجره النوع الى امكان اخرى مما يؤدي الى مجاميع صغيره تاخذ كل مجموعة منها مسارا تطوريا خاصا بها . وحتى اذا شغلت المجاميع السكانية المنطقة ذاتها فقد تعتبر معزولة نتيجة تفضيل بعضها مواقع فيه مختلفة فيما بينها. كذلك تنعزل المجاميع السكانية المهاجرة عن احدها الاخر لشغلها الموقع البيئي ذاته اثناء الفصول المختلفة من السنة.
- 2- **العزل التكاثري Reproductive Isolation**: قد لا تنعزل مجموعتين سكانييتين عن بعضهما بيئيا لكنهما قد ينعزلان عن احدهما لعدم قدرتهما على التزاوج فيما بينها وقد يرجع للأسباب التالية أ- اختلاف امكان التزاوج او وقت التزاوج او اختلاف طقوس التزاوج نتيجة للتباينات الوراثية بينها والتي قد تؤدي الى انعزالها والى نوعين منفصلين لغياب الانجذاب بين الاناث والذكور فالطيور تبني اشكال مختلفة من الاعشاش وتستخدم الاناث اعشاش لوضع تباين بين الانواع المختلفه ب- عدم التوافق الفيزيائي بين الاعضاء التناسلية مما يجعل التزاوج غير ممكن. ت- في النبات يفشل التلقيح لاختلاف مواعيد التزهير. ث- تباين اسلوب المغازلة بين الحيوانات ذات الانماط السلوكية المعقدة من تحفيز او اثاره احدهما للاخر.
- 3- **العزل الوراثي Genetic Isolation**: مع ان التوازن قد يكون ممكنا الا ان الاختلافات الاساس في التكوين الوراثي قد يكون حائلا دون نجاح عملية التكاثر. فقد تمنع الامشاج من الاتحاد مثلا لفشل جبوب اللقاح لمجموعه نيائية من الانبات على مياسم نباتات مجموعة اخرى. حتى وان حدث الاخصاب فالبيضة المخصبة عاجزه عن التكشف الطبيعي، وتتكون احيانا ذرية من الهجين الناتجة اقل قدرة على التكيف فتعيش فترة قصيرة. او قد تكون الهجن عقيمة ومثال ذلك البغل الناتج من تزاوج الحصان مع الحمار.

لذا فابالامكان تمييز نوعين من الانعزال التكاثري أو اليات الانعزال التكاثري:

- أ- **ميكانيكية العزل قبل الزايكوت او ما قبل التزاوج Prezygotic or pre mating reproductive isolating mechanisms** (**الحواجز الطبيعية**): ويعني فشل عملية التلقيح ويكون هذا الانعزال بسبب الموانع الخارجية External barriers مثل الموانع البيئية حيث لا يلتقي الفردان للتزاوج بسبب طبيعة معيشة كل منهما في بيئة مختلفة عن الاخر او بسبب الموانع السلوكية او بسبب موانع مورفولوجية نتيجة اختلاف الحجم مثلا وبذلك لا يحدث انتقال للكيمات او بسبب موانع ميكانيكه .
- ب- **ميكانيكية العزل بعد الزايكوت او ما بعد التزاوج Postzygotic or post mating reproductive isolating mechanism** (**عدم التوافق الوراثي**): ويعني العزل الوراثي بعد تكوين الزايكوت اي ان البيضة المخصبة تفشل بالتكشف او انها تنمو وتولد افراد عقيمة وان الافراد الناتجة تفشل في البقاء، ويحدث هذا النوع بسبب الموانع الداخلية Internal isolation نتيجة عدم التوافق الوراثي او عدم التوافق المشيجي Gametic incompatibility ان هذه الالية هي احدى الحواجز الانعزاليه المهمه التي تمنح كل نوع استقلاليتة في البيئة، مثلا بعض انواع شوكية الجلد تضع بيوضها ونطفها في الماء وهو سلوك تقوم به بعض القواقع بطنية الاقدام ايضا ولكن لا يحصل اخصاب متبادل وذلك لعدم التوافق المشيجي فيض حيامن القواقع مثلا تمتلك بروتين (Alysin) يعمل ثقب في غلاف البيضة اذا كانت البيضة من نفس النوع فقط..

انماط تكوين الانواع:

- 1- **Allopatric speciation**: هو الاستنواع غير المتوطن وينشأ مجموعات انعزلت عن بعضها بحواجز جغرافية تمنع المجموعتين المنعزلتين من التزاوج. وقد ترجع الحواجز على شكل سلاسل جبلية او صحاري او انهار كبيرة او مساحات شاسعة تفصل المجموعتين . وقد ينشأ التنوع غير المتوطن حتى عند وجود ثغرة صغيرة في الحاجز يسمح بمرور عدد قليل من الافراد خلاله الا ان هذا العدد غير كافي لاختلاط الجينات بين المجموعتين اي ان انفصال المجموعتين لايعني بالضرورة انعدام الانسياب الجيني بينها كليا وانما مجرد انخفاض نسبة الانسياب الجيني قد يكون بسبب في انفصال المجموعتين.

2- **Peripatric speciation**: هو الاستنواع القريب وينشأ من انعزال عدد قليل من الافراد عن مجموعتها الطبيعية وذلك من خلال تسربها اطراف المدى الجغرافي للمجموعة او انقسام المجموعة السكانية الى مجموعتين متساويتين بالعدد مثلا اذا وضعت انثى ذبابة الفاكهه بيوضها على ثمرة موز ناضجة، وتعرضت هذه الثمرة لعاصفة قذفت بها الى مكان بعيد او معزول عن منطقة تواجد مجموعة الذباب الام. فعند فقس البيض ستجد الافراد نفسها معزولة تتكيف نفسها للظروف الجديدة بطريقة ربما تكون مختلفة او انها تمارس طقوس تكاثر مختلفة، ان هذا البيض قد يحمل جينات مسؤولة عن صفات نادرة في الجماعة الطبيعية الاصلية فتصبح حينئذ هذه الصفة سائدة في المجموعة الجديدة. يلعب الانسياب الجيني الدور الاساسي في نشأة هذا النمط من الاستنواع.

3- **Parapatric speciation**: وهو الاستنواع الرفيق ويتميز بعدم وجود حواجز تمنع التزاوج او تعدد الانسياب الجيني ومع ذلك فان الجماعة لا تتمكن من التزاوج العشوائي الحر فالافراد القريبة من بعضها داخل الجماعة السكانية لها فرصة اكبر بالتزاوج فيما بينها ونقل الفرصه كلما ابتعدت الافراد فمنها الاستنواع يقعن نتيجة لاختزال الانسياب الجيني وليس بسبب العزل، ففي الجماعات الكبيرة **Metapopulation** تختلف النسبة المئوية لاحتمال التزاوج كلما تقدمنا من الغرب باتجاه الشرق وبالعكس. ويمكن الاشارة الى الحشيش نوع **Anthoxanthum odoratum** كمثال لهذا النوع من الاستنواع ايضا. فقسم من هذا النبات يعيش قرب المناجم في ترب ملوثة بالمعادن الثقيلة. فالنبات المحيط بالنجم قد انتخب طبيعيا كإنماط جينية مقاومة. بينما المجاميع المجاورة والتي تتواجد في ترب غير ملوثة لا تنتخب على اساس هذه الصفة. فالنمطين من النبات المقاوم وغير المقاوم تكون افرادها قادرة على اخصاب بعضها الا انها يزهران في اوقات مختلفة من السنة وهذا التغيير الحاصل في وقت التزهير ربما يكون بداية الانعزال المجموعتين عن بعضها كإنواع مستقلة بالرغم انهما موجودان في مناطق قريبة وغير معزولة جغرافيا.

4- **Sympatric speciation**: وهو الاستنواع المتوطن فقد تتحد مجموعتان سكانيتان جغرافيا لكنهما يحتفظان بفرديتهما لكونهما منعزلتان تكاثريا او وراثيا من احلال اشغالها لمواقع بيئية متباينة **Ecological niches** وقد يحص الاستنواع مثلا في الحشرات التي تتطفل على النبات العائل. فعلى سبيل المثال كان اسلاف ذباب التفاح **Apple maggot flies** قبل 200 سنة تضع بيوضها على ثمرة نبات الزعرور **Hawthorns** ولكن في يومنا هذا تضع بيوضها على ثمرة الزعرور الذي هو متطن في امريكا وثمره التفاح التي ادخلت الى امريكا مع المهاجرين، واستزرعت هناك لاحقا فالانثى عادة تضع بيوضها على الثمرة التي نمت وكبرت عليها اما الذكر فيفضل ايضا التزاوج على نفس الثمرة التي نمت وكبرت فيها لذا فان افراد ذبابة التفاح تتزاوج فيما بينها وتنزل عن افراد ذبابة الزعرور التي تتزاوج مع بعضها ايضا اي بمعنى الانسياب الجيني يختزل بين افراد المجموعتين. فالتبديل بنوع الزعرور الى التفاح هو الخطه الاولى باتجاه الاستنواع المتوطن.

❖ **الاستنواع المترافق Cospeciation**: ففي الانواع الشديدة الارتباط ببعضها يحصل هذا النوع من الاستنواع بصورة خاصة بين الطفيلي والمضيف فمثلا يعيش نوع من القمل متطفلا على السنجاب الامريكي **gopher** فللقمل فرصة التحول من السنجاب الى اخر والتزاوج ممكن ان يحدث بين قملتين موجودتين على فرديين مختلفين من السنجاب فيسمح بالانسياب الجيني خلال افراد نوع القمل. في حالة ان نوع السنجاب انشطر الى نوعين منفصلين أ و ب فماذا يحصل للقمل 1- تقل فرص تحول القمل بين افراد السنجاب فافراد القمل التي تعيش على السنجاب من المجموعة أ لا تتزاوج مع الافراد التي تعيش على افراد السنجاب من المجموعة ب 2- الانعزال الجغرافي لذرية القمل يؤدي الى انعزال تكاثري بينها وانفصالهم الى نوعين مختلفين فيعتبر علماء التطور ان الشجرة التطورية للطفيلي هي مرآة للشجرة التطورية للمضيف.

❖ **الاستنواع في النبات Speciation in plants**

فيما يتعلق بالتكاثر للنباتات خيارات كثيرة للتكاثر اكثر منها في الحيوانات فالنبات اما ان يتكاثر جنسيا عن طريق اخصاب بين فردين او الاخصاب الذاتي وايضا تكاثر لاجنسيا بطرق مختلفة بينما اغلب الحيوانات تتكاثر جنسيا فقط. فمن وجهة نظر الاستنواع فالنبات له خيارات ايضا اكثر من الحيوان فهناك نوعين من الاستنواع شائعة بين النباتات وهي:

- 1- **الاستنواع بالتهجين**: فنجد عدة انواع من زهرة الشمس مثلا تم الحصول عليها بالتهجين اي يتم الاخصاب بين زهرتين من نوعين مختلفين وغالبا ماتكون الهجن عقيمة واحيانا تكون خصبة وقادرة على انتاج الامشاج وتصبح الهجن معزولة تكاثريا عن ابائها.
- 2- **الاستنواع بتغير العدد الكروموسومي Speciation by ploidy change**: ويقصد به مضاعفة عدد كروموسومات النوع. فالنوع الذي يحتوي على 18 كروموسوم قد تنتج ذرية ذات 36 او 54 كروموسوم. تغير العدد الكروموسومي شائع في النبات وغالبا مما يؤدي الى تكوين نوع جديد معزول تكاثريا ومتميز عن الاء.

التنوع في جزر الكالاباكوز Biodiversity in Galapagos Island

عصافير دارون Darwins finches: تعتبر الطيور من الناحية العلمية اكثر مستوطني جزر الكالاباكوز اثاره، وقد كان دارون مهتما بصورة خاصة بعصافير الكالاباكوز لانه توقع فيها مفتاح عملية التطور. تعود العصافير في الارض الام جميعها الى نوع واحد ذو منقار مستطيل قصير يستعمل لتكسير البذور. يوجد مايقارب من ثلاثة عشر نوع من العصافير تقع هذه العصافير في ست مجاميع رئيسيه لكل منها منقار متكيف تماما لنوع محدد من الغذاء.

التنوع والتطور المحاضرة الرابعة

القوى المؤثرة في التباين الاحيائي او العوامل البيئية المؤثرة في التنوع الاحيائي:

- 1- الهجرة للداخل 2- الهجرة للخارج 3- الطفرات (كما ذكرت سابقا) 4- الهجينة والانتخاب (كما ذكرت سابقا) 5- الكوارث الطبيعية والابوينه 6- الموت الجماعي.
- 1-الهجرة للداخل Immigration: هي هجرة الافراد الى داخل المجموعى السكانية او ما يعرف بالاستيطان. والتي تساهم في تنشيط التباين.
- 2-الهجرة للخارج Emigration: وهي هجرة الافراد من المجموعة الى خارج المجموعة او ما يعرف بالاغتراب والتي تقلل من تباين افراد المجموعة السكانية الواحدة.
- 3-الكوارث الطبيعية (الاضطراب Disturbance):- ان الكوارث الطبيعية كالاعاصير والفيضانات وحرائق الغابات والزلازل اضافة الى انتشار الابوينه والأمراض تلعب دورا كبيرا في اختفاء عدد كبير من الانواع ومن ثم انقراضها خاصة تلك الانواع ذات التكيفات البيئية الضعيفة والانواع المستوطنة ويمكن حصر هذه الاضرار بالاتي:1- تخریب النظام البيئي في موقع حدوثها.2- اباده عدد كبير من افراد الانواع في المواقع التي تتعرض للكارثة.3 تدفع ببعض الاحياء للهروب الى مواقع اخرى قد لاتلائم مع متطلباتها البيئية.5- تخریب التبادل في العلاقات الاحيائية لموقع الحدث والمواقع المجاورة لموقع الكارثة.
- 4-الموت الجماعي : كما في انتحار الحيتان ولا يعرف لحد الان السبب الفسلجي لذلك.

يمكن تقسيم العوامل البيئية في التنوع الاحيائي الى ثلاث مجموعات حسب سعة ومدى تأثيرها.

اولا: العوامل الاولية (الجغرافية والفيزيائية) وهي عوامل ذات مدى واسع من التأثير قد يشمل كل الكرة الارضية وتشمل:

- 1- عمر وتاريخ النظام البيئي: عموما ان التنوع اعلى في الانظمة البيئية القديمة التكوين، فالتعرف على تاريخ ومنطقة ما ونمط التغيرات البيئية التي تعرضت لها يفسر طبيعة توزيع الانواع فيها. وهناك ظاهرتان كبيرتان مرت بالكرة الارضية اثرت بشكل كبير على توزيع الاحياء وهي الجرف القاري Continental drift والعصور الجليدية Pleistocene glaciations. فاذا نظرنا الى خارطة العالم نجد ان الشكل الذي تكتمل فيه قارة امريكا الشمالية مع افريقيا لقد قاد ذلك الى الاعتقاد انه في زمن ما كانت القارتين اضافة الى الهند واستراليا متصله لتكوين قاره كبيرة سماها الجيولوجين بانجيا Panagea ويعتقد ان هذه الكتلة الارضية العظيمة قد انكسرت بعملية تسمى Vicaiation قادت الى ابتعاد القارات تدريجيا عن بعضها الى مواقعها الحالية. وقد يكون لتكسر البانجيا اثر في انعزال مجاميع الحيوانات عن بعضها. أما الحدث الثاني فهو تعرض المناطق القطبية والمعتدلة الى الانجماد خلال العصور الجليدية مما ادى الى لجوء انواع كثيرة من الاحياء الى مناطق كثيرة من الاحياء الى مناطق اكثر دفئا اطلق عليها اسم الملاجئ Refugia بينما اختفت انواع كثيرة اخرى.
- 2- التدرج Gradient: ولعل من اهم التدرجات تلك المتعلقة بخطوط العرض حيث تشهد تدرج في درجات الحرارة التي تكون منخفضة عند القطبين وترتفع تدريجيا كلما اتجهنا نحو خط الاستواء حيث تكون درجات الحرارة في اعلى معدلاتها. ويرتبط عامل الضوء ايضا بالتدرج حسب خطوط العرض. وتأتي الزيادة التدريجية في التنوع الاحيائي مرتبطة بهذا النمط من التدرج حيث يكون التنوع اكبر عند خط الاستواء ويقل تدريجيا كلما اتجهنا نحو القطب. ويشمل التدرج عوامل اخرى مثل العمق Depth في البيئة البحرية فالتنوع الاحيائي يكون اكبر قرب السطح ويقل تدريجيا بازدياد عمق الماء. الجفاف aridity ايضا عامل مرتبط بالتدرج فيزداد التنوع كلما ابتعدنا عن المناطق الجافة باتجاه المناطق الاكثر رطوبة. وهناك نوعين من التدرجات:
 - أ- تدرجات منتظمة Regulation gradient: متعلقة بعوامل ثابتة تقريبا مثل الحرارة والضوء والعمق.
 - ب- تدرجات الموارد Resource gradient: مثل التدرجات المتعلقة بتوفر الغذاء والتي تكون متغيرة بتغير الظروف المناخية.
- 3- المساحة Area: فالتنوع الاحيائي يتناسب طرديا مع مساحة النظام البيئي عند ثبوت العوامل البيئية الاخرى.
- 4- الانعزال Isolation: ان توزيع الاحياء يعتمد بشكل اساسي على الهجرة والانعزال كما تعتمد من جهة اخرى على وجود الحواجز الطبيعية التي تحدد الحركة في اتجاه واحد او اكثر فالاحياء الارضية تحدد حركتها بوجود حواجز مائية او جبلية او صحراوية او حرارية بينما تحدد حركة الاحياء المائية عوامل الملوحة والتيار والمد والجزر. ولاتبقى هذه الحواجز المائية مستقرة خلال العصور الجيولوجية وانما تتغير من فترة لافترى فالطرق التي كانت مسدودة في فترة معينة عزلت مجاميع الاحياء عن مجاميع اخرى وسمحت لها بالتطور بصورة مستقلة. و عموما فان التنوع يقل بازدياد الحواجز.

ثانيا: العوامل الاقليمية Regional factors: وهي العوامل ذات مدى تأثير محدد بمنطقة معينة ويرتبط بالاسس البيئية وتشمل:

- 1- الانتاجية Productivity: التنوع الاحيائي بشكل عام وعلى مدى الكرة الارضية يزداد بازدياد الانتاجية الا ان انتاجية منطقة معينة قد تزيد او تقلل من التنوع الاحيائي فعندما تكون الانتاجية قليلة يكون التنوع قليل ايضا فالانتاجية العالية تخفف من حدة التنافس بين الاحياء ولكن في الوقت ذاته فان توفر الغذاء بكميات اكبر يؤدي الى اختلال في توازن الشبكة الغذائية نتيجة لسيادة انواع معينة من الاحياء على حساب انواعا اخرى.

- 2- **الانماط غير قياسية Scale less patterns**: وهي الانماط المتعلقة بالعلاقة بين حجم الجسم بالوفرة النسبية للنوع او عدد الافراد للنوع الواحد وسعة الكثافة السكانية. وتشمل ايضا العلاقة بين الاحياء داخل الشبكة الغذائية وعلاقة المستوى الغذائي بعدد الافراد وحجم الجسم.
- 3- **تنوع المواطن Habitat heterogeneity**: فالتنوع الاحيائي يزداد عند زيادة تنوع المواطن البيئية في منطقة معينة وايضا تساعد زيادة عدد وانواع الرقع البيئية Patches ويؤدي الى تنوع المصادر الغذائية ويساعد على تواجد نوعين مختلفين غير متنافسين في مكان واحد فمثلا ممكن ان تأوي شجرة ما عدة انواع من الحشرات في مواقع مختلفة فبعضها يفضل السطح العلوي للورقة والاخر يفضل السطح السفلي للورقة والاخر يعيش على سيقان نفس الشجرة.
- 4- **تعقيد الموطن البيئي habitat complexity**: ويشير الى الهيئة التركيبية للموطن فمثلا يوفر سطح الغابة موطن اكثر تعقيدا من منطقة طينية على حافة اوراق الاشجار فان الاوراق المعقدة الشكل توفر اماكن معيشة لانواع من الحشرات اكثر من الاوراق البسيطة.

ثالثا: العوامل الخاصة المتعلقة بالمكان والزمان: وتؤثر بشكل موقعي على سلوك وحساسية نوع معين وعلاقته بالانواع الاخرى وتشمل:

- 1- **التعاقب:** لا تبقى المجتمعات مستقرة بشكل مطلق فقد يؤدي تغيير بسيط في التوازن في المحيط الى تغييرا في تركيب المجتمع. فالمجتمعات تنشأ من بدايات بسيطة تتعقد تدريجيا. ومن خصائص المجتمعات الاحيائية النمو والتغير تبعا لتغير الظروف التي فيها. فالتغيرات الدورية التي تحدث في الاوساط البيئية كتعاقب الليل والنهار وتعاقب الفصول على الفعاليات المختلفة لاغلب الاحيان الا ان هذه التغيرات لا تؤثر في صفات المجتمعات العامة. اما التغيرات التي لا تتكرر بانتظام وتكون طويلة الامد كالتغير في تركيب سطح التربة او المناخ عبر فترات زمنية طويلة او نتيجة الكوارث كالحرائق او البراكين والزلازل جميع هذه التغيرات تؤدي الى تتابع سلسلة من المجتمعات تتلو بعضها بعضا على مراحل وكل مرحلة تتميز بنباتاتها وحيواناتها وبدا يمكن تشخيص نوع متغلب اثناء كل مرحلة من مراحل هذا التعاقب المتدرج، ويستبدل النوع الاول باخر متغلب وهكذا وتأتي اخرا ذروة المجتمع Climax وهو مجتمع مستقر نوعا ما ، ان الذروه هي نهاية التطور والتعاقبوانها تحدد بعوامل مناخية فالمنطقة التي لها ظروف مناخية مختلف يشاهد فيها اكثر من ذروة واحدة. ويمكن تميز ثلاثة انواع من التعاقب:
- 1- **Allogenic**: هو التعاقب الناتج عن مؤثرات مناخية خارجية.
- 2- **Autogenic**: وهو التعاقب الناتج عن نشاط نوع معين من الاحياء والذي يوفر فرصة لدخول نوع جديد الى المنطقة.
- 3- **Degradative**: تعاقب مجتمعات نتيجة لتراكم الفضلات العضوية لانواع معينة مثل الاوراق المتعفن هاو روث الابقار يوفر بيئة ملائمة لمجموعة اخرى من الاحياء المجهرية او الحشرات والديدان.

والتعاقب قد يكون:

أ-تعاقب اولي Primary succession: ينشأ في بقعة غير مأهولة سابقا

ب-تعاقب ثانوي Secondary succession: مجتمع جديد يتكون على انقاض مجتمع سابق.

- 2- **الانتشار Dispersal**: وهو حركة الافراد السلبية والايجابية وقد تكون هذه الحركة بشكل بالغات او يافعات او ببوض او ابواغ وقد تكون الحركة مباشرة او بواسطة نوع اخر يعتبر ناقل للنوع الاول او بواسطة ناقل فيزيائي. ويمكن تمييز الانتشار عن الهجرة وهي الحركة الجماعية الايجابية للجماعة السكانية. فالتنوع الاحيائي يعتمد على قدرة الانواع على الحركة والوصول الى المكان الملائم لمعيشتها والانتشار على انواع اهمها: أ- **الانتشار القافز Jump dispersal**: وهو حركة الافراد لمسافات طويلة مخترقا بعض الحواجز البيئية. ب- انتشار الافراد ضمن الجماعات السكانية الكبيرة على مساحة كبيرة Metapopulation ج- الحركة التدريجية للافراد متغلغلة داخل مواطن ذات تركيبات مختلفة ويطلق على هذا النوع من الانتشار Diffusion.

التنوع والتطور المحاضرة الخامسة

3-العلاقات بين الانواع

قد تلعب العلاقات دورا في زيادة او نقصان التنوع الاحيائي في مكان ما وهناك عدة انواع من العلاقات منها تكون العلاقة ايجابية والاخرى سلبية

أ- **التنافس Competition:** تتنافس الاحياء دائما مع بعضها على ماتحتاجة من الغذاء او الضوء او الماء او الحماية او التزاوج او محل الراحة. وينتج عن التنافس انواع طرق التكيف المتاحة سواء التركيبية او السلوكية التي تمكن الافراد من الفوز في كفاحه الذي لايمكن تجنبه من اجل البقاء. وقد يحدث التنافس بين افراد نفس النوع (تنافس ضمن نوعي Intraspecific) او بين افراد مختلفة (تنافس ما بين الانواع Interspecific) وكلما كان مكان المنافسة قريبا كانت المنافسة اشد وتصبح المساواة بين نوعين يتنافسان مع بعضهما مستحيلة فعاجلا او اجلا سيطر احداهما الاخر ويعرف ذلك الابعاد بالمنافسة. يؤدي التنافس الى انخفاض التنوع الاحيائي وهناك انواع تستطيع ان تتبع وسائل تكيفية لتجنب التنافس مع انواع اخرى كتغيير مراكزها البيئية Ecological niche او تستخدم المورد في اوقات مغايرة لاقوات النوع المنافس. ان الفصل البيئي لنوعين متقاربين او متشابهين يعرف بمبدأ الاقصاء التنافسي Competitive exclusion.

ب- **الاستغلال Exploitation:** وفي هذه العلاقة يستغل احد الانواع نوعا اخر كمصدر ويشمل الاستغلال 1- الافتراس Predation: هو اقتناص حيوان حي من اجل الغذاء وهو علاقة مثيرة الى حد كبير بين مجموعات حيوانية مختلفة وقد ادى الانتخاب الطبيعي الى علاقات هائلة حول الافتراس. وكذلك جلب انتباه العلماء الى أهمية كبرىه للافتراس حيث تكمن هذه الأهمية في موازنة الجماعات الحيوانية. **مثال** غزلان الأيل ومفترساتها الأسود والذئب عند منع الافتراس فان هذا يؤدي الى زيادة الغزلان لحد كبير جداً. لكن أعقب هذه الزيادة نقصان نتيجة لقلة الغذاء المتوفر لهذه الغزلان بعد منع الافتراس. 2- التطفل Parasitism ا واكل العشب: هو كائن يعيش بداخل او على جسم كائن حي آخر وقسم يكون وقتي "Temporary" مثل البعوض والعلق الطيبي وقسم آخر يكون دائمي مثل الدودة الشريطية داخل جسم الانسان. أن الطفيلي لا يقتل المتطفل عليه بل يضعفه وقد يسبب ذلك موت المضيف. وهذا عكس ما يحدث في حالة الافتراس. الاستغلال يؤدي الى انخفاض التنوع المحلي.

ت- **تبادل المنفعة Mutualism:** تعايش نوعين من الاحياء يقدم كل منهما منفعة للنوع الاخر ويتبع هذان النوعين تطورا مترافقا Coevolution ويساعد على رفع التنوع الاحيائي من خلال فتح فرص بيئية متنوعة.مثلاً: العلاقة بين الطحالب والفطريات فالفطريات تجهز الهيكل والرطوبة ومناطق لتعلق الطحالب في حين تنتج الطحالب الغذاء لنفسها وللفطريات وهذا التبادل قد يكون اجباري حيث لا يستطيع احد الكائنين العيش بدون الاخر.

ث- **التعايش Commensalism** او الهندسه Engineering: وهي العلاقة المبنية على استفادة نوع معين من الاحياء من نشاطات انواع اخرى والعكس غير صحيح اي يوجد نوع مستفيد اما النوع الاخر لا يستفيد ولا يتضرر. ولعلاقة لاي منهما من الناحية التطورية اذ لكل نوع نمطة التطوري الخاص والنشاطات على نوعين. 1- **تركيبية لبناء هيكل فيزيائي Structural engineer:** وهذه الهياكل تفرز مباشرة من الجسم autogenic مثل الهياكل الكلسية للمرجان ا وان تبنى بفعاليات خارجية allogenic مثل انفاق دودة الارض او السدود التي يكونها حيوان القندس. 2- **Biogeochemical engineer:** وهي الفعاليات المتعلقة بقدرة النوع على تدوير المغذيات ونقلها الى الانواع الاخرى.

ج- **التعادلية Neutroalism:** وهي وجود نوعين من الاحياء مع بعضها دون ان يتضرر او يستفاد اي منهما من هذا التواجد.

ح- **التضاد Antagonism:** تحصل هذه العلاقة بين كائنين فيضرب فيها احدهما ولايستفيد الاخر.

❖ **مستويات التباين بين الاحياء levels of variations of biological systems:** واذا ما عرفنا ان العناصر الحية للنظام البيئي مكونة من اعداد كبيرة من انواع التي تختلف في مستوياتها الغذائية ما بين منتجات ومستهلكات ومحللات ومدى أهمية الدور الذي تلعبه الانواع المختلفة في الحفاظ على التوازن البيئي. عموما تتخذ كل الانواع في الطبيعية ثلاث مستويات هي:

1- **المنتجات Producers:** وتشمل جميع الانواع التي لها القدرة على صناعة غذائها بنفسها (Autotrophic) عن طريق عمليتي التركيب الضوئي والبناء الكيميائي حيث تصنع مواد عضوية من مواد غير عضوية ومنها نباتات باختلاف انواعها والطحالب وبعض البكتريا والابتدائيات. ان كافة الكائنات الاخرى تعتمد على انتاجية المنتجات سوى اكانت بصورة مباشرة او بصورة غير مباشرة وتتمثل الكائنات المنتجة في البحار والمحيطات بالطحالب وهي كائنات صغيرة مجهريه والتي تتواجد بأعداد هائلة تضاهي اعداد النباتات على اليابسة وهذه الاحياء التي يعرف اغلبها بالهائماتالنباتية phytoplankton لها أهمية كبيرة لاستمرار ديمومة الحياة فضلاً عن الأهمية لهذه الكائنات في التوازن الغازي في الطبيعة حيث توفر كميات كبيرة من الاوكسجين من خلال تحويل غاز CO₂ بوجود الماء الى مواد عضوية باستخدام الطاقة الضوئية من قبل صبغات الكلوروفيل واطلاق غاز O₂ توجد كائنات اخرى التي لها القابلية في استخدام الطاقة المنبعثة من اكسدة المواد الكيميائية كما هو الحال في بعض انواع البكتريا مثل بكتريا الكبريت واستغلالها في صنع غذائها بنفسها والتي تسمى Chemosynthetic Bacteria.

2- **المستهلكات consumer:** ويضم هذا المستوى جميع الانواع التي لا تستطيع صنع غذائها بنفسها Heterotrophic بل تاخذها جاهزا من المحيط . وهذه تعمل على استخدام او اعادة ترتيب وتحليل المواد العضوية الجاهزة لغرض القيام بفعاليتها الأيضية ومن ضمنها

النمو وخرن هذه المواد بتراكيب معقدة آخر. وتتمثل هذه الكائنات بالحيوانات المختلفة متباينة التغذية والحجم والعدد. وتأخذ هذه الكائنات مستويات متعددة ضمن السلسلة الغذائية في النظام البيئي اعتماداً على مدى تعقيد المواد العضوية الجاهزة والمنتجة فضلاً عن التكيفات الفسلجية والتشريحية للكائن الحي. وهذه الأنواع قد تتغذى مباشرة على النباتات فتسمى باكلات الاعشاب (Herbivores) وتتغذى على اللحوم وتسمى اللواحم (Carnivores) وهناك انواع اخرى تتغذى على الاعشاب واللحوم وتسمى بالقوارت (Omnivores).

3- المحللات Decomposers: وهذه تضم الكثير من انواع الكائنات الحية التي تعيش في التربة مثل الفطريات والبكتريا وهذه الكائنات لا تتمكن من التهام الغذاء او هضمة وانما تقوم بامتصاص الغذاء بعد افراز انزيمات هاضمة لتكسير مكونات الغذاء الى مواد بسيطة التركيب، اي تعيدها الى عناصرها الاولية كالناتروجين والفسفور والكالسيوم وغيرها مما يسهل امتصاصها من قبل النبات (المنتجات) لتعيد تصنيعها الى مواد عضوية معقدة وبذلك تديم عملية التدوير الغذائي.

❖ **اختفاء او اختزال الانواع (الانقراض الواسع للانواع):** يعرف الانقراض (Extinction) بانه عدم ايجاد ذلك النوع في الطبيعة

خلال الخمسين سنة الاخيرة. غير ان معدلات الانقراض الحالية قد فاقت معدلات الانقراض الطبيعية بمعدل مئات المرات، وان هذا التغير في تاريخ كوكب الارض قد يؤدي الى حدوث عجز في التنوع الاحيائي وبذلك يساعد التدخل البشري في تدمير الانواع والنظم البيئية اسرع من الطبيعة التي تستطيع ان تخلق انواعا جديدا.

❖ **اسباب انقراض الانواع:**

- مع صعوبة معرفة الاسباب المؤدية الى الانقراض الا انها وبدون شك يعود جزء كبير منها الى فعاليات الانسان بصورة مباشرة او غير مباشرة ومنها:

أ- **فقدان الموطن:** ان معظم حالات انقراض الانواع توافقت مع فقدان الموطن مثل الغابات والانهار والبحيرات والاراضي الرطبة.
ب- **الاستغلال الجائر للانواع وسوء الاستخدام والاساليب غير الملائمة لادخال انواع جديدة:** ان الصيد الجائر والرعي الجائر وقطع الغابات كلها تؤدي الى دفع انواع مختلفة الى الانقراض نتيجة نقصان الخطير في اعدادها او كثافتها كصيد الحيتان والاسماك وقطع الاشجار للاغراض الصناعية وغيرها.

ت- **الازاحة Displacement:** وهي عملية اضطراب بعض الانواع الى ترك مواطنها الاصلية والانتقال الى مواقع جديدة غير متأقلة لها. ويحدث هذا لاسباب عديدة منها سيادة نوع واحد او مجموعة انواع قليلة على باقي المجتمع البيئي مما يدفع او يؤدي الى ازاحة الانواع الاخرى الاقل عددا والاضعف والتي لها نفس متطلبات البيئية، كما قد يكون الاقصاء هو احد هذه الاسباب حيث قد يقوم افراد نوعا ما باقصاء او طرد بعض افراد (من نفس النوع) من موقع بيئي معين بسبب التنافس على الموارد البيئية وهذا مايدعى **بالاقصاء التنافسي Competitive exclusion** او قد تكون الازاحة ثم الانقراض نتيجة حصول تكيفات بيئية خاصة بالكائن او النوع المعين وبذلك ينحصر وجوده في بيئة محددة ضيقة وعند حدوث اي تغير او اضطراب او زوال لهذه المنطقة البيئية يدفع هذه الانواع الى مناطق اخرى غير متكيفة لها، مما يؤدي الى انقراضها مثل وجود التماسيح.

ث- **الكوارث الطبيعية**(كما ذكرت سابقا)

ج- **التلوث البيئي:** ادى التطور الزراعي والصناعي الكبير الى انتاج الكثير من الملوثات التي اثرت في العديد من الانواع ومنها:1- **الاسمدة والمبيدات الزراعية:** واغلب هذه الاسباب كانت المصدر الرئيس للنترات والفوسفات وهي المسؤولة عما يعرف عن ظاهرة الازحاض الغذائي Eutrophication في المياه كما تقتل المبيدات غير الانتقائية بشكل عشوائي الافات والاحياء الاخرى النافعة مما يؤدي الى اخلال في التوازن البيئي. ومن اخطر الملوثات والتي ادت الى تأثير كبير في التنوع الاحيائي هو استخدام الهيدروكربونات الكلورية التي استعملت بشكل واسع في مختلف انواع العالم لقتل الحشرات.2- **ملوثات الهواء:** ومن هذه الملوثات غاز اول وثاني اوكسيد الكربون ومركبات الكبريت واكاسيد النايتروجين والتي ادت الى تكوين الامطار الحامضية والتي هددت حياة العديد من الانواع، كما ان تحريك طبقة الاوزون بفعل الاستخدام الواسع للمركبات الكلوروفلوروكربونات قد سمح بمرور الاشعة فوق البنفسجية التي تعتبر خطرا كبيرا على العديد من الاحياء فضلا عن مشكلة الاحتباس بفعل المنبعثات الكبيرة لغاز ثاني اوكسيد الكربون.3- **ملوثات الماء:** وهذه تشمل عدد هائل من الملوثات التي تأتي من مصادر مختلفة زراعية وصناعية وهذه قد تكون مركبات كيميائية خطرة وعناصر ثقيلة مثل الرصاص والزنك ومبيدات ومواد عضوية تستهلك كميات كبيرة من الاوكسجين وخاصة فضلات الصرف الصحي والملوثات الحرارية من المصانع التي تستخدم المياه للتبريد والمحطات النووية وكذلك الملوثات النفطية الناتجة من حوادث النقل.

ح- **تغير المناخ على سطح الكرة الارضية** يؤدي الى تغير ستراتيجيات التكاثر وتوقيتاتها او قد تخفي انواع لا تقاوم التغيير الحاصل في بعض العوامل الفيزيائية. سيؤدي تغير المناخ الى ماياتي:

1- **زياده في معدل انقراض الانواع وضياح التنوع الجيني.** 2- **تغيير مباشر في خدمات الانظمة البيئية** مثلا باحداث تغييرات في الانتاجية وفي مناطق النمو للنباتات المستزرعه وغير المستزرعه. 3- **تأثير غير مباشر على خدمات الانظمة البيئية** بطرائق كثيرة، مثل ارتفاع مستوى سطح البحر الذي يهدد المنغروف وغيره من النبات الذي يحمي في الوقت الحاضر الحدود الساحلية.

- **اليات الانعزال التكاثري (الحواجز الطبيعية (الانعزال البيئي)، عدم التوافق الوراثي ، والاقصاء التنافسي):** لقد تم ذكرها في المحاضرات السابقة.

التنوع والتطور المحاضرة السادسة

دور الانسان في التنوع الاحيائي

لعب الانسان دورا مهما في مستقبل التنوع الاحيائي وخاصة في القرن العشرين حيث عمل الى احداث تغييرات كبيرة في البيئة نتيجة التطور الحضاري وتوسع المدن وانشاء المصانع مما غير كثير من معالم البيئات الطبيعية للاحياء وبالتالي جاءت اغلبها بتأثيرات سلبية على التوازن الطبيعي، وبدء يتضح دور الانسان اكثر بعد امتلاكه التقنيات الحديثة في التعامل مع الاحياء وخاصة التطور الكبير في مجالات التقانات الاحيائية، عموما وعلى مر التاريخ من تاريخ الانسان المباشر على الاحياء بمرحلتين اساسيتين:

- 1- **استنباط انواع جديدة بالتهجين والانتخاب:** لقد اهتم الانسان بالتحوير الوراثي للحيوانات والنباتات منذ قرون عديدة وتشمل الطرق التقليدية للتحوير الوراثي على الانتخاب والتهجين. لقد عمل الانسان في مواضيع تربية وتحسين الحيوانات والنباتات الى استنباط واستحداث انواع جديدة وذلك بعملية تزاوج انواع مختلفة وتدعى هذه العمليات بالتهجين Hybridization. وعندما يختار الانسان انواع مستتبطة جديدة ويعمل على تكثيرها فان ذلك يسمى الانتخاب الصناعي Artificial selection وفي هذه العملية يختار الانسان تلك الانواع المحسنة ورثيا لاغراضه الخاصة لوجود صفة واحدة او اكثر جيدة في تلك الاحياء حسب رغبته.
- 2- **الهندسة الوراثية:** لقد اطلق على عملية نسخ وتعديل وزرع الجينات اسم الهندسة الوراثية وهو اسم عام لا يحدد فكرة معينة او تقنية معينة ومحددة ولكنه يعنى كل مايقام به في تغيير او تعديل المادة الوراثية الموجودة داخل جسم الكائن الحي. ان مايمهنا في موضوع الهندسة الوراثية هو التنوع الاحيائي، ان وجود هذه التقنية قد جعل الانسان يتداخل بصورة فعلية في تعديل وتكثير انواع مختلفة من الاحياء وخاصة الانواع النباتية لاهداف اقتصادية. ودخلت الهندسة الوراثية مجالا اخر هو الهندسة الوراثية الحفرية، والمادة الوراثية الحفرية او القديمة هي المادة الوراثية الموجودة في اللوارة او الموجودة في المايكوتونديا والتي تستخلص من الحفريات سواء بشرية او حيوانية او نباتية وتستخدم في تفسير العلاقات التطورية او الاحداث التاريخية على اساس جزيئي وذلك من اجل البقاء الضوء على التاريخ البايولوجي للحياة على الارض. ومن تقنيات الهندسة الوراثية والتي لها دور كبير في الحفاظ على التنوع الاحيائي المكتبات الوراثية Genomic libraries وهي تسمى احيانا مصارف الجينات وفيها تحفظ الاصول الوراثية للاحياء لغرض التعامل معها علميا من قبل المختصين.

• تكمن اهمية صيانة الاحياء وحمايتها من الانقراض للأسباب التالية:

1- لتوفير الطعام

2- الحفاظ على الجينات : للاغراض التالية

- أ- **التهجين Hybridization:** تعتبر الانماط البرية wild type مصادر مهمة للجينات الخاصة بمقاومة امراض معينة فعلى سبيل المثال ان الانماط البرية للبطاطا موجودة في بيرو فالحصول عليها وتهجينها مع بطاطا الحقل يتم الحصول على سلالات قادرة على مقاومة داء تعفن البطاطا ، والشعير البري انماط البرية موجوده في اثيوبيا وهي مزودة بجين مقاوم لفايروس التقزم الاصفر المميت Lethal yellow dwarf virus او عند تهجينها مع الشعير المزروع في الولايات المتحدة الامريكية تمكنا من توفير حوالي 160 مليون دولار امريكي من خلال حماية المحصول من الاصابة بالفايروس. الرز الذي ينمو في اسيا محمي من الاصابة بامراض تصيب الرز عادة وذلك بالاعتماد على جينات تم الحصول عليها من انواع برية موجودة في الهند. وهناك امثلة كثيرة عن اهمية الانواع النباتية البرية في التهجين لاغراض وقاية المحاصيل الزراعية من الاصابة بالامراض. ويوجد حوالي 2.5 مليون نمط جيني محفوظ في 700 بنك خاص بالبذور البرية منتشرة في اماكن مختلفة من العالم. وقد تم نجاح هذه البذور حقليا في مجال مقاومة الامراض. ومن الصفات الاخرى التي يستخدم فيها تقنيات جينية محددة هي الصفات الكمية المتعلقة بوفرة المحصول فالانواع البرية تختلف عن الانماط المزروعة في بعض انماطها الجينية المتعلقة بكمية المحصول الناتج فمنها من يتصف بزيادة المحصول والاخر بنقصان المحصول وهذا التأثير يمكن معالجته بالتهجين للحصول على انماط مظهرية مقبولة الحاصل. وعلى هذا الاساس هناك اتجاة جديد في طرق التكاثر النباتي لمحاولة لرسم الخرائط الجينية للانواع يتم فيها تحديد مواقع الجينات على الكروموسومات وتسمى هذه الطريقة (QLC) Quantitive Trail Loci.

- ب- **المحاصيل المعدلة جينيا (Genetically Engineered Or Genetically modified) (GM) Transgenic crop:** وهي طريقة اخرى لادخال الجينات المرغوبة للانواع، وليست بالضرورة تعود لنفس النوع فالجين المراد اضافته يعزز اولا في خلية مفردة ومن ثم تنمى هذه الخلية بتقنيات الزراعة النسيجية. ويستخدم الفرد الناتج بنقل هذا الجين عن طريق التزاوج وتسمى الانماط النباتية المزروعة بهذه الطريقة بالنباتات المعدلة جينيا ويقدر حوالي 57% من فول الصويا و 30% من الذرة المزروعة في الولايات المتحدة الامريكه عام 1999 هي معدلة جينيا وبشكل عام يقدر حوالي 64% من مجموع المحاصيل في امريكا معدلة جينيا مقارنة ب 20% في اليابان و 8% فقط في اوربا.

انواع المحاصيل المعدلة جينيا:

- 1- **المحاصيل القاتلة للحشرات Insecticidal crops:** يتم نقل جين موجود في بكتريا التربة Bacillus thuringiensis مسؤول عن انتاج بروتين للحشرات يسمى Bt Toxin استخدم هذا الجين لوقاية الذرة من حشرة ثاقب الذرة corn borers ودودة الذرة corn earworm ولحماية القطن من دودة القطن، وساعدت هذه التقنية على انخفاض رش المبيدات في الحقل.

- 2- **المحاصيل المقاومة للمبيد كلافوست أو راونداب Round-ready crop** : تعدل مجموعة من المحاصيل جينيا لجعلها اكثر مقاومة لمبيد الاعشاب كلافوسيت أو الراونداب، والذي يستخدم للقضاء على الادغال في الحقول.
- 3- **نباتات ذات مذاق أفضل Plant that taste better**: تم تعديل القمح وفول الصويا باضافة جين من نبات الفستق البرازيلي brazil nut والنبات المعدل جينيا يمتلك طعم الفستق.
- 4- **نباتات مُمنعه Plant that immunize**: حاول علماء استراليين من انتاج محاصيل معدل جينيا قادرة على انتاج بروتين لفايروس الحصبة ويمكن تلقح الاطفال ضد هذا المرض باكلهم سلالات خاصة من الرز او الخس المعدل. وقد استخدم نبات التبغ كنبات تجريبي لهذا الغرض وعند تغذية فئران التجربة بهذا التبغ استطاعت منت تخليق اجسام مضادة لبروتين الحصبة وتمكنت من حمايتها من الاصابه بالفايروس. وهناك محاولات جارية لانتاج محاصيل تستخدم كلقاح ضد الكوليرا او السل والتهاب الكبد الفايروسي التي تسبب قتل ملايين من البشر سنويا بضمنهم الاطفال في الدول النامية.
- 5- **تقنيات النهايات Terminator technology**: وهي نوع من التقنيات المتضمنة تعديل جيني وهي تحوير وراثي يجعل النبات الذي ينمو من بذور معدلة جينيا عقيما، يستخدم هذه التقنية لمنع النبات من التهجين مع سلالات اخرى واحتكاره لاغراض اقتصادية وقد جابهت هذه التقنية باعتراض شعبي ادى بالشركة الى ايقاف الانتاج.

فوائد المحاصيل المعدلة جينيا :

- 1- زيادة الانتاج الزراعي.
- 2- تقليص استخدام مبيدات الاعشاب.
- 3- تقليص استخدام مبيدات الحشرات.
- 4- تقليص تلوث التربة.
- 5- استخدام في زيادة مقاومة النبات للجفاف.

الاعتراضات على المحاصيل المعدلة جينيا:

يعترض البعض على هذه المحاصيل باعتبارها غير طبيعية ولايمكن الاعتماد عليها لعد التاكيد من صحة تأثيرها بينما يستند اعتراض البعض على افتراضات اكثر منطقية تشمل:

- 1- الاخطار الصحية health risk: فقد تسبب هذه المحاصيل الحساسية مثل الرز او الذرة المعدلة بالفستق البرازيلي بسبب الحساسية التي يسببها الفستق.
 - 2- تسمم البرية poisoning of wildlife: فحبوب اللقاح للنباتات المعدلة لاغراض المقاومة تحمل السم ايضا وقد تسبب قتل الكثير من النحل.
 - 3- Evolution of insecticide- resistant insect pests "تطور الافات الحشرية الية مقاومة ضد المبيد المخلق من قبل النبات"
 - 4- التلوث بمبيد الحشرات Contamination by insecticides
 - 5- التلوث الجيني: Genetic contamination
- فهاك سببين للمخاوف من التلوث الجيني اولهما: ان الجين المقاوم لمبيد الادغال قد ينتقل الى نوع بري قريبا الصلة بالنوع المعدل بالتهجين منتج بذلك دغل مقاوم للمبيد وثانيهما: الجين المقاوم للمضادات الحيوية غالبا ما يستخدم كمؤشر وراثي خلال انتاج المحاصيل المعدلة وهو غير ضار للنبات ولكن التخوف من اقتناصة من قبل البكتريا الضارة فتصبح مقاومة لهذا الضاد الحيوي .
- 6- فقدان تنوع المحاصيل Loss of crop diversity .

التنوع والتطور المحاضرة السابعة

❖ المحافظة على التنوع الإحيائي او مقترحات لحفظ التنوع الاحيائي

أ- الانتخاب ب- التكيف ج- المحميات الطبيعية والمصصمة د- محطات الاكثار ه- المكتبة الوراثية و- التشريعات منع الصيد بتقنية استخدام المبيدات والاسمدة الكيماوية ، منع الري الجائر

• يمكننا ان نميز اربعة انواع من التكيفات المرتبطة بالانماط الجينية:

- 1- التباينات التكيفية Adaptational: حيث ان التباينات الوراثية تعكس التباين بالظروف البيئية وذلك من خلال انتخاب الانماط الجينية Genotype الملائمة للظروف السائدة والغاء الانماط الجينية الاقل ملائمة.
- 2- التكيف المسبق Preadaptational: تحمل بعض الانماط الجينية لافراد النوع جينات مسؤوله عن اظهار بعض الصفات التي تكون غير المهمة للفرد في بيئته الاصلية ولكنها قد تكون ذات فائدة كبيرة عند تبدل تلك البيئة او انتقال الكائن الى بيئة جديدة اي ان الكائن يكون مكيفا لبيئة ما قبل تعرضه لتلك البيئة.
- 3- التباين التكيفي Exaptations: قد تحمل بعض الانماط الجينية صفات يتم اختيارها بالانتخاب الطبيعي في مجموعتها السكانية لتكيف عامل بيئي معين الا انها قد تفيد في اداء وظائف اخرى لا دخل للانتخاب الطبيعي في ثباتها مثل الريش في الطيور الذي انتخب لاجراض العزل الحراري الا انه ساعد على الطيران، فهو اذن تكيفي بالنسبة للعزل الحراري ولا تكيفي بالنسبة للطيران.
- 4- الاشعاع التكيفي Adaptive radiation: عند انتشار انماط جينية مختلفة باتجاهات مختلفة وكل منها يستقر في بيئة جديدة فانها سوف تتطور بخطها الخاص وحسب طبيعة الجينات التي تحملها وقدرة هذه الانماط على التكيف لبيئة جديدة مما يؤدي الى نشوء انواع جديدة مختلفة ذات اصل واحد في بيئات مختلفة.

مقترحات لحفظ التنوع الاحيائي

للمحافظة على البيئة البشرية من التدهور يمكن وضع الافتراضات التالية:

اولا: شمول التنوع الاحيائي والاستعمال المستدام لعناصره الى اقصى حد ممكن ضمن السياسات والستراتيجيات الزراعية في الاقطار العربية بما يؤمن الموارد الاحيائية. واتخاذ التدابير لحفظ التنوع الاحيائي . ان كثيرا من الممارسات الثقافية التقليدية قد استخدمت لحماية مكونات التنوع الاحيائي الهامة لاسباب فعية او اسباب روحية. وبذلك تمت استثمارات كبيرة لحماية التنوع الاحيائي المهدد ولايجاد انماط اقرب الى الاستدامة في التنوع الاحيائي. فمثلا منذ عام 1950 زاد عدد ومساحات المناطق المحمية بمعدلات اعلى من معدلات تزايد السكان والنمو الاقتصادي. والنمو الكبير في المناطق المحمية ادى الى حفظ كثير من التنوع البيولوجي بنجاح.

ثانيا: اعداد الدراسات والبحوث لتحديد عناصر التنوع الاحيائي، وجمع وتنظيم البيانات لرصد تلك العناصر بشكل كامل من الناحية التصنيفية والبيئية وتطوير التنوع الاحيائي في الوطن العربي بما يؤمن الاستعمال المستدام لعناصره. اعتبار البحث العلمي المستمر واحد من المكونات الرئيسية للمحافظة على التنوع الاحيائي.

ثالثا: العمل على سن وتطبيق التشريعات اللازمة لحماية الانواع الحيوانية والنباتية المهددة بالانقراض. ويوجد مدى واسع لهذه التشريعات من خلال الادارة الفعالة للانواع الفردية. وعلى الرغم من النهوض القائم على اساس المواطن في مجال اصدار وتشريعات لحفظ الانواع هي النهج الغالبة الا انها ليست باية حال بديلة للنهج القائمة على اساس المحافظة على الانواع نفسها.

رابعا: السعي للعمل على اصلاح النظم البيئية المتدهورة وتشجيع اعادة الانواع المهددة بالانقراض الى اوضاعها الطبيعية بمختلف الاساليب. ان أنشطة استعمادة الانظمة البيئية وبالتالي اعادة الانواع التي تعيش في هذه الانظمة هي أنشطة دارجة في الوقت الحاضر في كثير من البلدان وتشمل تدابير لاستعادة جميع الأنشطة البيئية تقريبا بما فيها الاراضي الرطبة والغابات وارضيات الاعشاب ومصبات الانهار والشعاب المرجانية.

خامسا: انشاء محطات الاكثار التي تعمل على ضمان الانواع المهددة بالانقراض سواء كانت نباتية او حيوانية عبر وضع هذه الاحياء في مواقع محددة وتوفير لها سبل المعيشة لكي تتكاثر وتزداد اعدادها مثل محطات اكار الغزلان. والاهتمام بانشاء نظام للمناطق المحمية وادارتها كالغابات والمراعي والمناطق الجافة والبيئات المائية. ان المناطق المحمية هي جزء هام للغاية من برامج حفظ التنوع الاحيائي والانظمة البيئية خصوصا بالنسبة للبيئات الحساسة التي تقتضي تدابير نشطة لكفالة بقاء بعض مكونات التنوع الاحيائي وعلى المستويين العالمي والاقليمي. ويسود الاعتقاد بان المناطق المحمية هي انجح السبل لحفظ التنوع الاحيائي في الموقع ويدعو البيولوجيين من انصار حفظ ذلك التنوع الى جعل المناطق المحمية اوسع ما يمكن لتحقيق اقصى قدرة للمحافظة على التنوع الاحيائي والتقليل الى ادنى حد من خطر الانقراض. المحميات البحرية فهناك اكبر محميتين في العالم هما الحديقة الوطنية في كرين لاند والحديقة البحرية للشعاب المرجانية. ان وجود المناطق المحمية الحالية هو امر حيوي ولكنه على اية حال لا يكفي للحفظ بالنسبة للطائفة الكاملة من التنوع الاحيائي . ان المناطق المحمية تحتاج الى وجودها في مواقع افضل وتحتاج الى تصميم افضل والى ادارة تعالج المشكلات مثل النقص

في الصفة التمثيلية ووقع المستوطنات البشرية داخل المناطق المحمية والحصاد غير المشروع للنبات والحيوان والسياحة غير المستدامة ووقع الانواع الغريبة الغازية والتعرض لتغير المناخ العالمي كما ان الانظمة البيئية للمياه البحرية والمياه العذبة اقل حماية من الانظمة الارضية. ان شبكات المناطق المحمية تكون اشد نجاحا اذا كانت مصممه ومداره في سياق نهج الانظمة البيئية مع المراعاة اللازمة للتهديدات الخارجية مثل التلوث وتغير المناخ والانواع الغازية.

سادسا: الاستعانة من خبرة وتجارب الدول المتقدمة والمنظمات والهيئات الدولية ذات العلاقة لاجل نقل التقانات ذات العلاقة بالتنوع الاحيائي، والتوجه نحو انشاء بنوك او مراكز خاصة بالمدخرات الوراثية (وتسمى ايضا بالمكتبات الوراثية) لجمع وحفظ النماذج الوراثية مع التركيز على الانواع المهددة بالانقراض. ان المنافع الناشئة عن حفظ التنوع الجيني في الموضع الاصلي هي منافع كبيرة.

سابعا: العمل على صيانة المياه والبيئات الاخرى من التلوث بمختلف الملوثات غير المعالجة الانية واختزال مصادر التلوث والعمل على اعطاء اهمية اكبر للملوثات التي اضررت بالبيئة مثل المبيدات التي اثرت على التنوع الاحيائي بشكل واسع. ومحاولة ابطاء تغير المناخ على اساس التفهم الحالي للنظام المناخي، والاستجابة لمختلف الانظمة البيئية والاجتماعية والاقتصادية. ان افضل ارشاد يمكن اعطاؤه في الوقت الحاضر يوحي بان تبذل الجهود للحد من تزايد متوسط درجة الحرارة على سطح الارض الى 2 درجة مئوية فوق المستويات التي كانت سائده قبل العصر الصناعي، والحد من معدل التغيير بجعلة اقل من 0.2 درجة مئوية لكل عقد من الزمان. ويقتضي ذلك جعل ثاني وكسد الكربون في الجو مقصورا على 450 جزء في المليون مع تثبيت او انقاص الانبعاثات من غاز الاحتباس الحراري الاخرى.

ثامنا: سنتظّل ازمة انقراض الانواع من بين المسائل التي ستتصدر اولويات المجتمع العالمي خلال العقود القادمة وسيكون من المهم القيام دوريا استكمال القائمة الحمراء للاتحاد الدولي لحفظ الطبيعة للاستفادة منها وتشجيع البلدان على المساهمة في المعلومات ذات الصلة بهذا الموضوع.

التنوع والتطور المحاضرة الثامنة

الاستغلال والصيانة Exploitation & Conservation

النظام البيئي هو نظام متوازن ودوري وابق ذاتيا. فعند ازالة مجموعة معينة من الاحياء وذلك عن طريق فرط الاستغلال Over-exploitation وبشكل اسرع مما يكن استبدالها يفقد النظام استقراره. ومن الامثلة على فرط الاستغلال هذا اصطياد الحيوانات وقطع الاشجار ذات الخشب الاحمر وقتل التماسيح والسلاحف العملاقة في جزر الكالاباكوز للحصول على جلودها اضافة الى الاستهلاك المفرط للعديد من الاسماك والطيور. ولعل الاصطياد المفرط للحيتان من اجل الحصول على زيوتها كان من اشهر الامثلة على الاستغلال المفرط. ان الطريقة الوحيدة لايقاف الاستغلال المفرط هو استخدام برنامج فعال للصيانة، ولايعني هذا بالطبع عدم قتل او اصطياد اي حيوان او قطع اي نبات ولكن يجب عدم استغلال اي كائن بطريقة سريعة لاتتناسب وسرعة تكاثره ونموه الطبيعي بحيث يمكنه ان يستعيد اعداد الجماعة الى حالتها الطبيعيه المتوازنه.

ومع ان حفظ النوع مهم جدا الا ان الصيانة في معناها الواسع تعني ادامة التوازن في النظام البيئي باجمعه. ولاجل وضع برنامج ناجح للصيانة يجب البدء بالتحرف على التنوع الاحيائي بشكل عام لتحديد الموقع البيئي للنوع المراد صيانتته ولاجل مراقبة برامج الصيانة الاحيائية يجب ايضا معرفة المستوى التصنيفي للمجموعة المراد صيانتتها، حيث يمكن تحديد المستويات كالتالي:

الافراد Individuals ، الانواع الثانوية Subspecies، الانواع Species، المجتمعات الاحيائية Biological communities، النظم البيئية Ecosystem.

ان الانواع الثانويه هي مجموعات تنتمي الى نوع واحد الا انها معزولة عن بعضها جغرافيا، ويمكن ان نميزها عن بعضها البعض مظهريا الا ان ها قادرة على التزاوج فيما بينها، فعلى سبيل المثال فان لحيوان وحيد القرن Rhino الابيض نوعين ثانويين هما الشمالي والجنوبي ولكل منهما مشكلة الخاصة المتعلقة بصيانتته. وبما ان الانواع الثانويه قد تختلف مظهريا بعض الشيء فان هذا يعني انها تمتلك فروقا وراثية اي انها تشكل خطوة باتجاه نشوء نوع جديد. لذا فانها لاتدرج عادة ضمن الانواع المهدهة.

يعتبر مستوى النوع من اكثر المستويات اهمية في مجال الصيانة فالانواع تعرف عادة بانها افراد قادرة على التكاثر تحت الظروف الطبيعية، وهذا يعني ان بعض الانواع قد لاتتزاوج في الطبيعة ولكنها قادرة على التزاوج في الظروف غير الطبيعية مثل وضعها تحت الاسر Captivity. فالنمر مثلا قادر على التزاوج مع الاسد تحت الاسر او في الاقفاص لانتاج النسد Tigon او الامر Liger ولكن لاتوجد هذه الهجانن في الطبيعة وذلك لان كل من هما يحتل موقع بيئي مختلف عن الاخر. ومن الامثلة الجديرة بالاهتمام الذئب الاحمر red wolf والذئب الرصاصي grey wolf فالبعض يعتبرهما نوعين ثانويين والبعض الاخر يعدهما نوعين منفصلين وقسم ثالث يعتبر الذئب الاحمر هجين من الذئب الرصاصي والذئب الكايوت coyote.

فهرست الانواع

يعتبر مهمة فهرست الانواع من المهام الصعبة التي تتطلب جهود حثيثة من قبل مجموعة كبيرة من المختصين بعلم الاحياء حيث تقدر عدد الانواع المعروفة والمشخصة والمدرجة ضمن قائمة الاسماء العلمية ما يقارب 1.8 مليون نوع اكثر من نصفها يعود لصنف الحشرات من المناطق المعتدلة. الا ان العدد الحقيقي للانواع في الطبيعة غير معروف لحد الان.

فالاحياء عموما تقسم الى مجموعتين رئيسيتين:

- 1- احياء بدائية النواة Prokaryotic وتضم البكتريا Bacteria والبكتريا القديمة Archaea والطحالب الخضراء المزرقة Blue green Algae
- 2- احياء حقيقة النواة Eukaryotes وتضم الحيوانات Animals والنباتات Plants والفطريات Fungi والابتدائيات Protozoa والطحالب Algae.

البكتريا القديمة Archaea: هي مجموعة رئيسيه من الاحياء بدائية النواة تضم مايقارب 500 نوع ومع ذلك لم تكن معروفة قبل 1977 لكونها قريبة الشبة من البكتريا الا تختلف عنها بصعوبة استزراعها مختبريا اكتشفت هذه المجموعة لأول مرة في البيئات المتطرفة (الاشد حرارة، الاقل برودة، الاعلى ضغط وايضا في البيئات القاعدية...الخ) ويطلق عليها الاحياء المحبة للتطرف Extremophiles ولكن اخيرا وجد العلماء ان هذه البكتريا متوفرة بكثافات عالية في مياه المحيطات المفتوحة وخاصة حولالقطب الجنوبي. وفي الحقيقة فانها تشكل 30% من الكتلة الحية على الكرة الارضية.

الفيروسات Viruses: وتسمى أيضا الرواشح والتي يعتمد وجودها على الاحياء الاخر وتتألف من حامض نووي محاط بغلاف بروتيني. ولعدم امتلاك الرواشح لاي نوع من العضيات توصف باللاخلوية Akaryotic لذا اصبح موقعها التصنيفي غير معروف فهي لا تدرج ضمن قوائم الانواع.

الانواع الجديدة :

يتم اضافة مايقارب من 10.000 نوع جديد سنويا اغلبها من الحشرات. وعادة ما يتم نسب النوع المكتشف الى نوع معروف قريب الصلة وبعد ان تثبتت اوصافه التصنيفية والتفريقية يثبت ضمن المرتبة التصنيفية والتفريقية يثبت ضمن المرتبة التصنيفية المعروفة مسبقا كالجنس والعائلة... الخ وحتى في الانواع المعروفة جيدا كالطيور واللبائن فلا يزال هناك اكتشاف لانواع حيث يضاف سنويا لقائمة الانواع من 5-1 نوع من اللبائن. وخاصة من المنطقة الاستوائية. ومن الامثلة عن هذه المجموعات التي تم تسجيلها حديثا:

- 1- الاسد ذو الوجهه الاسود The black faced lion تم اكتشاف عدد قليل في عام 1995 في ريودي جانيرو و البرازيل.
- 2- الماموسيت الساتيري Stere marmoset وهو قرد امريكي صغير يقارب حجمه حجم السنجاب شوهد في غابات الامزون المطيرة وهو القرد السادس الذي اكتشف في البرازيل منذ 1995.
- 3- الحوت ذو المنقار البيروفي Peruvian beaked whole وهو الحوت الاول الذي اكتشف منذ 28 سنة واكتشف عام 1976 في جنوب المحيط الهادي، وهو اصغر حوت منقاري حيث يقارب حجمه حجم الدولفين ويمتلك اثنين من الاسنان الفعالة في الفك السفلي اسوة ببقية الحيتان المنقارية.
- 4- السيدوريكس (Saola)Pseudoryx وهو نوع من البقر اكتشف عام 1992 في غابات الفايفونك في فيتنام وهو يشبه الماعز ذات 3 قدم طول الا انه قريب الصلة بالمواشي.
- 5- نوع جديد من الغزال Miniature deer من ماينمار (بورما) تم تاكيدة حديثا من خلال فحص ال DNA .
- 6- الكوسج كبير الفم Megamouth shark وجد منه 11 فرد وهو نوع كبير يصل طوله 5 متر الا انه يتغذى بالترشيح، يوجد منه عينات محفوظة في متحف لونس انجلوس للتاريخ الطبيعي.
- 7- المغرد المستتر cryptic warbler وهو ليس نوع جديد فحسب وانما جنس جديد ايضا من الطيور المغردة اكتشفت في الغابات المطيرة في مدغشقر.
- 8- اربعة انواع من الاسماك اكتشفت في مياة القطب الجنوبي الشديدة البرودة، احد المجاميع السائدة في القطب الجنوبي يطلق عليها Notothenioids لا تمتلك كيس هوائي الا انها تستطيع العوم عن طريق زيادة نسبة الشحوم بالجسم.
- 9- Ceolocanth وهو نوع من الاسماك البدائية جدا تمتلك زعانف لحمية كانت معروفة قبل 80 مليون سنة تم اصطياد عينة منها عام 1938 في جزيرة مدغشقر ومرة اخرى لوحظت عينات منها عام 1998 في اسواق بيع السمك في اندونيسيا فالتوقع ان مجموعات من هذه الاسماك تتواجد في المياة العميقة . ويبدو ان هذه الاسماك تعيش داخل كهوف على جانب صخور مرجانية تحت الماء. يعتقد احيانا بانقرض بعض الانواع عند اختفائها من البيئة الا انها قد تظهر ثانية مثل الليمر، وهو نوع من القرود الليلية. اكتشفت 1989 في مدغشقر بعد ان اختفى منذ 1964 كذلك نثار الخشب ذو المنقار العاجي اعيد اكتشافه 2004 في كانساس باميركا بعد ان اختفى منذ 1944. وقد يتم اكتشاف انواع جديد يصعب على الباحثين ايجاد المواقع التصنيفي فلا يمكن مقارنتها باي نوع من الانواع الموجودة. ففي عام 1995 اكتشف نوع جديد يبلغ طوله حوالي 1ملم يعيش على اجزاء الفم في الحيوان القشري Lobsters . فهو كليا لا يشبه اي كائن معروف. فعرف على انه شعبة جديدة سميت Phylum: Cyclophora من المجموعة الحيوانية. وفي عام 2005 عرف نوع من الجرذ Laotion rock rat على انه مختلف عن كل الانواع المعروفة ووضع في شعبة جديدة.

النظم البيئية الجديدة: تم اكتشاف عدد من النظم البيئية الجديدة خلال الحقب القليلة الماضية وتضم عدد من المجاميع الجديدة من الاحياء ومن هذه النظم:

- 1- الممرات البحرية للماء الحار Hydro-thermal marine vent: اكتشف العلماء هذه الممرات في منتصف السبعينات من خلال الغواصة الفين Submersible Alven على طول حافات قاع المحيط على عمق ميل ونصف من السطح حيث تكون صفائح ارضية تمتد باتجاه البحر. تشبه هذه الممرات الينابيع الحارة. يقطن هذه الممرات العديد من الاحياء الغريبة تشمل 300 نوع جديد من الاحياء. منها الديدان الانبوبية العملاقة والتي يصل طولها 3 قدم وايضا المحار الكبير والذي يصل طوله قدم، وايضا الروبيان والسرطان والاسماك. ومن الغريب عدم وجود اي مصدر للطاقة في هذه البيئات ومن الملفت للنظر ان الديدان الانبوبية لا تمتلك فم ولا جهاز هضمي ولا مخرج. فاذن ان الاحياء التي تقطن هذه البيئة ليست انواع جديدة فحسب وانما نوع جديد من الفلسجة تكون فيها المصدر الاولي للطاقة هو كبريتيد الهيدروجين في هذه الممرات والذي يتأكسد من قبل نوع من البكتريا التعايشية والتي تعيش داخل انسجة الحيوانات والتي تستخدم الطاقة المتحررة من التاكسد لتحرير ثاني اوكسيد الكربون.
- 2- الكهوف الانشيلينييه Anchilialine caves: وهي كهوف مغطاة بالماء تحت الارض قرب الشواطئ ولكن لا يوجد اي اتصال بينها بتيين البحر. يقطن هذا النظام مجموعة احيائية غريبة وهي بقايا من احياء من اجيال قديمه حيث يوجد ما يقارب من 200 نوع تتضمن اصناف جديدة من القشريات.

3- **انابيب لافا Lava tube**: نوع اخر من النظم اكتشفت في الستينات من القرن العشرين تحت شلالات لافا في الهاواي. تحتوي هذه الكهوف على انواع جديدة من الحيوانات المتكيفة للعيش في الظلام. المصدر الاولي للطاقة في هذه البيئة تتمثل بجذور الاشجار المتدلية داخل الكهوف. ومن الاحياء المعروفة نوع من البق الماص للعصارة النباتية والذي يسمى بجراد الجذور Root hoppers اما المفترسات فتمثلة بانواع من العناكب.

الجغرافيه الاحيائيه Biogeography: علم الجغرافيه الاحيائيه يهتم بدراسة توزيع الاحياء الجغرافي على الكرة الارضية. واول من وضع اسس الجغرافيه الاحيائيه عالم الاحياء الفريد روسيل والاس Alfred Russel Wallace الذي شارك جارلس دارون في وضع اسس نظرية التطور، فقد قسم المناطق الاحيائية الى:

1- المنطقة القطبية للعالم الجديد ويشمل كرينلاند وشمال القارة الامريكية Neoarctic 2- المنطقة القطبية للعالم القديم Palearctic 3- المنطقة الاثيوبية Ethiopian 4- استرالياه Australian 5- المنطقة الشرقيه Oriental 6- المنطقه الاستوائيه الجديدة Neotropical وبشكل عام تقسم الاحياء الى ثلاث مجاميع هي:

- 1- **الانواع المحلية المتوطنة Local Endemic species** وهي الانواع التي يتحدد وجودها بمنطقة محددة وتوجد بوفرة عالية في مناطقها وهذه الانواع يمكن حمايتها بسهولة وذلك لسهولة حصر مناطق تواجدها الا انها مع ذلك تتعرض للانقراض بسبب الاستغلال الجائر.
- 2- **الانواع المتناثرة التوزيع Sparsely distributed species**: وهي الانواع ذات النطاق الواسع المدى وتتمثل بالمفترسات العليا الا انها تتواجد باعداد قليلة ويصعب السيطرة عليها لاجراض الصيانة فالنمر على سبيل المثال له مدى للحركة يتراوح بين 8-24 ميل. ربع تتعرض هذه الانواع للصيد الجائر للاستفادة من منتوجاتها او لخوف الانسان منها خاصة عندما تكون قريية من مناطق مأهولة بالسكان او قرب المزارع.
- 3- **الانواع المهاجرة Migratory species**: وتحتاج الى رقابة الطرق التي تسلكها هذه الانواع اضافة الى نقطة البداية والنهاية والمطلوب رصد لاماكن تزاوج ووضع البيض ومسار خط الهجرة.

اتفاقية التنوع الاحيائي The convention on Biological Diversity CBD: وقعت هذه الاتفاقية من قبل 150 دولة خلال قمة الارض التي انعقدت عام 1992 في ري ودي جانيرو بالبرازيل. وتم تفعيلها كقانون دولي في ديسمبر 1993. وهي اول اتفاقية دولية جمعت الدول في حماية شاملة للموارد الاحيائية للكرة الارضية. وقبل شباط 2004 صادق على الاتفاقية 188 دولة اضافة الى الاتحاد الاوربي، وكانت الولايات المتحدة الامريكية اخر من وقع على هذه الاتفاقية.

تهدف الاتفاقية الى:

- 1- صيانة التنوع الاحيائي. 2- الاستخدام الرشيد لمكونات التنوع الاحيائي. 3- التوزيع العادل والمتوازن للفوائد المشتقة من الموارد الوراثية Genetic resources وتلزم الاتفاقية الدول الموقعة بما يلي:
- 1- وضع خطط وطنية لحماية التنوع الاحيائي. 2- التعرف على النظم البيئية والانواع والجنومات المهمة لصيانة والاستخدام الرشيد للتنوع الاحيائي. 3- مراقبة التنوع الاحيائي او اي عامل يبني قد يؤثر عليها. 4- انشاء نظام للمناطق المحمية. 5- ادارة الموارد الاحيائية لتأكيد الصيانة والاستخدام الرشيد. 6- اصلاح وتجديد النظم البيئية.

الانواع الدخيلة Exotic species: تنتقل بعض الانواع من بيئاتها الطبيعية الى بيئات جديدة وقد يكون هذا الانتقال طبيعي الا ان نشاطات الانسان واستيطانه مناطق جديدة ساعد في انتشار بعض الانواع وتسمى الانواع التي تدخل بيئات جديدة بفعل نشاطات بشرية بالانواع الدخيلة Exotic species or alien or introduced or nonindigenous species

ومن امثلة الحيوانات الدخيلة:

Plant: Eucalyptus tree, mustard, many grasses.

Invertebrates: Cabbage- white butterfly, Argentine ant, imported fire ant, killer bee, cottony cushion scale, Gypsy moth, Asian longhorn beetles, zebra mussel.

Fishes: Nile perch, sea lampreys, Striped bass.

Mammals: goats, rabbits, pigs, sheep, cattle, horse, donkeys, red fox.

الانواع الغازية: وهي من الانواع الدخيلة التي عند دخولها الى البيئة الجديدة تجد ظروف مناسبة يرافقها قلة المفترسات والامراض فتبدأ اعدادها بلازدياد لحد يفوق القدرة على السيطرة عليها وتصبح هي السائدة على حساب الانواع المتوطنة فالفرانس المتوطنة لا تملك الوسائل والميكانيكيات الدفاعية ضد الانواع الغازية اضافة الى قدرة الانواع المحلية على التنافس مع الانواع الغازية على المكان والغذاء وبالتالي تدفعها خارج نطاقها المحلي او ازاحتها كلياً. وتعتبر الانواع الغازية واحدة من المشاكل البنية التي لاتقل اهمية عن مشكلة التلوث البيئي وهي مسؤولة عن هديد 40% من الاحياء المدرجة ضمن قائمة الاحياء المهدده.

د.إفراح عبد مطوف العوادى