

اعداد: احمد قاسم  
إشراف: أ. د. منصور  
المنصور

# تركيبية المجتمع البيئي Ecological Community Structure

# المقدمة

## Introduction

- عادة ما تتواجد الأنواع المختلفة للكائنات في الطبيعة على شكل تجمعات، يتفاعل أفرادها مع بعضهم داخل المجتمع نفسه ومع البيئة المحيطة.
- وضع علماء البيئة تعريفات عديدة بناء على مستويات بناء المجتمع (community)، فالعشيرة (population) جزء من المجتمع الذي هو يعتبر جزء من النظام البيئي (ecosystem).
- تعرف العشيرة بأنها مجموعة افراد النوع الواحد التي تعيش في نفس المنطقة الجغرافية في نفس الزمن.
- بينما يعرف المجتمع بأنه مجموع افراد العشائر المختلفة والتي تعيش وتتفاعل مع بعضها في نفس المكان<sup>١</sup>.
- النظام البيئي: تعريف شامل لكل من المكونات الحية (افراد المجتمع) والمكونات غير الحية (مياه، تضاريس، حرارة... الخ) والتفاعلات الحاصلة فيها<sup>٢</sup>.

# النظام البيئي

يمكن أن يكون النظام البيئي صغيراً،  
مثل برك المد والجزر التي توجد  
بالقرب من الشواطئ الصخرية لكثير  
من البحار والمحيطات، أو كبيراً، مثل  
غابة الأمازون المطيرة في البرازيل<sup>٣</sup>.



(b)

# مكونات النظام البيئي: المكونات غير الحية

- يتكون النظام البيئي من مكونين اساسيين، هما: المكونات غير الحية (Abiotic Components) و المكونات الحية (Biotic components).
- المكونات غير الحية تشمل كل المكونات ذات الطبيعة الفيزيائية والتي تلعب دوراً رئيسياً في تحديد نوع النظام البيئي. تختلف أهمية تلك العوامل حسب طبيعة النظام البيئي. ففي النظام البئي البري (Terrestrial ecosystem) يعتبر المناخ، خاصة وفرة المياه ودرجة الحرارة، اهم هذه العوامل<sup>4</sup>.
- بينما في النظام البيئي المائي (Aquatic ecosystem) تلعب درجة الحرارة و الملوحة دورا مهما في تحديد النظام البيئي كما ونوعاً بالإضافة الى عوامل أخرى مثل نوع الرواسب و عمق المياه وسرعة التدفق (في الأنهار والبحيرات)<sup>5</sup>.

# مكونات النظام البيئي: المكونات غير الحية

- يلعب المناخ دوراً حاسماً في تحديد نوع النظام البيئي، فالنظام البيئي الذي يتكون في مناخ المناطق الاستوائية ذات الحرارة المرتفعة والرطوبة العالية وكميات عالية من الضوء، يتخلف تماماً عن مناخ المناطق القطبية الذي يتميز بشدة برودته وجفافه. كما ان شدة التغير في طبيعة المناخ اقل منها في المناطق الاستوائية او المناطق المجاورة للتكتلات المائية الكبيرة عن المناطق الأخرى داخل القارات<sup>6</sup>.

# مكونات النظام البيئي: المكونات غير الحية

- كما تلعب التضاريس المحلية المنطقة كذلك دوراً مهماً في تحديد النظام البيئي، فوجود الانهار والبحيرات مثلاً، يصنع نظاماً بيئياً مختلف تماماً عن مناطق لا توجد فيها مصادر مستمرة للمياه<sup>7</sup>. كما ان وجود الجبال المرتفعة تؤثر بشكل مباشر وغير مباشر في النظم البيئية المختلفة.
- فالنظم البيئية في قمم هذه الجبال قد تختلف عنها عند السفح، كما ان بعض الجبال تشكل حاجزاً طبيعياً يمنع من انتشار بعض الأنواع كما ان لها دوراً مهماً في وفرة المياه وندرته عن طريق حجز مياه الامطار في المناطق القارية الداخلية وتوفيرها في أماكن أخرى<sup>8,9</sup>.

# مكونات النظام البيئي: المكونات الحية

- تشكل الكائنات الحية من كل الأنواع (نباتات، حيوانات، أحادية الخلية) المكونات الحية للنظام البيئي.
- يعتبر الحصول على الطاقة عبر الغذاء هو العامل الأساسي المحدد لطبيعة العلاقات بين الأنواع المختلفة، ولهذا فإن هذه الأنواع بشكل عام تقسم حسب تغذيتها الى: منتجات ومستهلكات ومحللات.
- بناءً عليه يمكن ترتيب الكائنات حسب مستويات التغذية بحيث تأخذ شكل الهرم يسمى بالهرم الغذائي (Trophic pyramid).
- عادة ما تكون قاعدة الهرم واسعة وذلك لأن وفرة الكائنات في المستويات الأدنى أكثر من وفرتها في الكائنات العليا.

# مكونات النظام البيئي: المكونات الحية

- في قاعدة هذا الهرم تقبع الأنواع المنتجة (Producers) وهي الكائنات التي تنتج المادة العضوية من مواد غير عضوية، غالباً عبر عملية التمثيل الضوئي (Photosynthesis). قد تكون هذه الكائنات أحادية الخلية مثل الطحالب الخضراء أو قد تكون عديدة الخلايا مثل النباتات المختلفة. هذه الكائنات تسمى أيضاً بالكائنات ذاتية التغذية (Autotrophs).
- كل الكائنات الأخرى التي تعتمد على غيرها في إنتاج الغذاء تسمى غيرية التغذية (heterotrophs). وهذه تحتل مستويات مختلفة من الهرم الغذائي. وهي نوعين: المستهلكات (consumers) أو المحللات (Decomposer).



# السلسلة الغذائية

- المستهلكات التي تتغذى على المنتجات تسمى بالمستهلكات الأولية (primary consumers)، مثل الحيوانات العاشبة Herbivores وبعض أنواع الحشرات.
- المستهلكات التي تتغذى على المستهلكات الأولية تسمى المستهلكات الثانوية (secondary consumers) مثل القوارض التي تتغذى على الحشرات.
- تتغذى المستهلكات الثالثة (tertiary consumers) على المستهلكات الثانوية.
- تقع مفترسات القمة (Apex Predators) على قمة الهرم الغذائي، وهذه المفترسات لا يوجد لها مفترس<sup>١٠</sup>.
- قد يحتل النوع الواحد أكثر من مستوى، فالإنسان على سبيل المثال يكون مستهلكاً أولياً عند تناوله الأغذية النباتية، ومستهلكاً ثانوياً عن تناوله للحوم، وأحياناً مستهلكاً ثالثياً.

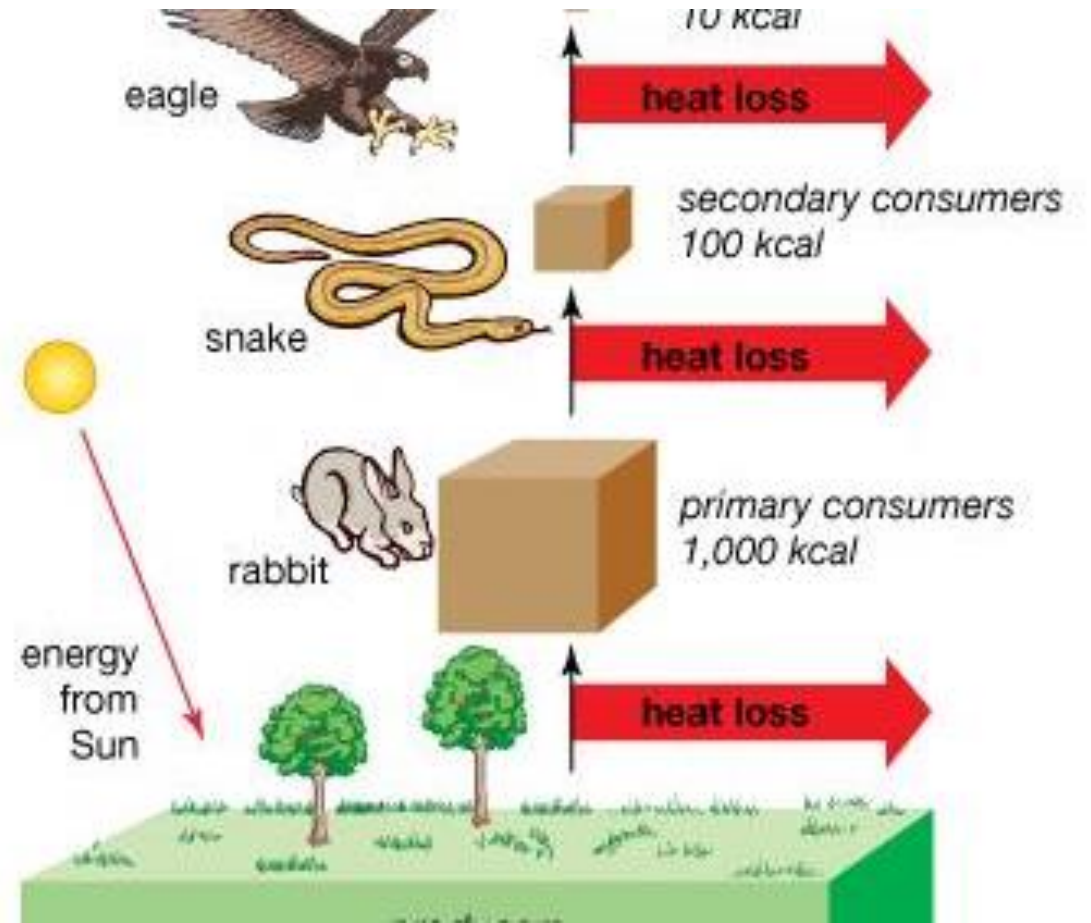
# السلسلة الغذائية وتدفق الطاقة

تتدفق الطاقة الناتجة من الغذاء من المستويات الدنيا من الهرم الغذائي الى المستويات العليا، لكن دائما تكون نسبتها اقل بكثير من المستويات الأدنى منها، وذلك للأسباب التالية:

١. المستويات الأعلى لا تتغذى بشكل كامل على كل كائنات المستويات الأدنى،

٢. هناك فقد للطاقة من قبل الكائنات المستهلكة على شكل حرارة، تستخدم هذه الطاقة في الحركة والنمو والحفاظ على الأيض والعمليات الحيوية.

٣. هناك جزء من الكائن الذي تم التهامه لا يتم امتصاصه، وبالتالي يخرج دون استفادة من طاقته المخزنة<sup>11,12</sup>.



# السلسلة الغذائية والشبكة الغذائية

- بالإضافة الى المنتجات والمستهلكات على مختلف متسوياتها، هناك أيضا المحللات، وهي بالعادة كائنات دقيقة تتغذى وتحلل الاجسام الميتة وبقايا الانسجة الساقطة من الكائنات الحية، وهذه ممكن ان تتغذى على أي مستوى من الهرم الغذائي، ولا يمكن وضعها ضمن أي مستوى غذائي سابق الذكر.
- تكمن أهمية المحللات في التخلص من بقايا الكائنات الميتة فضلاتها، وبالتالي فهي تساعد على إعادة تدوير المواد العضوية والكيميائية التي تعتبر ضرورية في بناء المادة الحية للكائنات، مثل النيتروجين والفوسفات وغيرها.

# السلسلة الغذائية والشبكة الغذائية

- في أي نظام بيئي، إذا كان هناك نوع واحد فقط من الكائنات في كل مستوى فإن هذه العلاقة تسمى السلسلة الغذائية (Food Chain).
- في الواقع، عادة ما تتغذى الكائنات على أكثر من نوع ويتم اقتراسها من قبل أكثر من نوع مفترس، مما يجعل السلاسل الغذائية متشابكة مع بعضها البعض في نظام يسمى الشبكة الغذائية (Food Web)<sup>13</sup>.
- يعتبر تكون الشبكة الغذائية ضرورياً لاستقرار المجتمع، فهذه الخاصية تمنع انقراض الأنواع بسبب اعتماد نوع من الكائنات على نوع واحد من مصادر الغذاء، فإذا هلك النوع المصدر هلك معه المستهلك، أما في حالة تنوع المصادر، فإن هذا يتيح استمرار المستهلك ويعطي فرصة للمصادر بالتكاثر.

# الانواع الرئيسية في المجتمعات

- ليس كل الانواع في المجتمع الواحد لها نفس الاهمية والدور في المجتمع الواحد. فهناك انواع لها دور كبير في تأسيس المجتمع بينما هناك انواع اخرى لها دور كبير في استقرار المجتمع.
- **النوع المؤسس (Foundation species):** النوع المؤسس يلعب دورا فريدا ومهما في تأسيس المجتمع وتحديد بنيته، و ذلك عبر تعديل البيئة بحيث يمكن أن تدعم الكائنات الأخرى التي تشكل المجتمع<sup>14</sup>.
- تعتبر أشجار العرعر الطويل (*Juniperus procera*) نوع مؤسس للحياة البرية في المرتفعات الجنوبية الغربية للمملكة، فهذه الأشجار توفر المأوى لكثير من الحيوانات الصغيرة والطيور وهي تشكل حوالي ٩٥% من مجتمع الغابات في تلك المرتفعات<sup>15</sup>.

# النوع المؤسس

ملايين من الانواع يعتقد انها تسكن الشعاب المرجانية والتي تعتبر مصدر مهم لغذاء الكثير الكائنات البحرية بالإضافة انها توفر المأوى والحماية لها، لهذا تعتبر الشعاب المرجانية من اهم الانواع المؤسسة<sup>16</sup>.



# الانواع الرئيسية في المجتمعات

- النوع الاساسى (Keystone Species): النوع الاساسى هو نوع يحافظ على تنظيم واستقرار ووظيفة المجتمع البيئي ويكون تأثيره على التنوع الحيوي وبنية المجتمع كبير جدا بشكل غير متناسب مع حجمه ووفرتة<sup>17</sup>.
- عادة ما يكون النوع الاساسى حيوان مفترس من المستويات الغذائية العليا، فهو يتغذى على اكثر الفرائس هيمنة (Dominant Species) في المجتمع، مما يعطي الفرائس الاخرى والاقل هيمنة فرصة للتكاثر<sup>18</sup>.



## النوع الاساسي

نجم البحر وهو يتغذى على بلح البحر،  
مما يؤدي الى الحد من انتشار الاخير،  
والسماح للأنواع الاخرى الاقل قدرة  
على المنافسة من التكاثر، لهذا يعتبر  
نجم البحر نوعا اساسيا للحفاظ  
على التنوع البيئي لمناطق  
المد الساحلية<sup>18,19</sup>.





# الموضع البيئي (Ecological Niche)

- يقصد بالموضع البيئي هو قدرة نوع ما الى اتخاذ موضع بيئي يتناسب مع خصائصه<sup>٢٠</sup>.
- يتطلب استمرار الأنواع في بيئتهم الى التكيف مع هذه البيئة، بحيث تستطيع هذه الأنواع الاستغلال الأمثل للعوامل الإيجابية المتوفرة لها مثل نوع الغذاء والمأوى والحماية والتخفيف من اثر العوامل السلبية في تلك البيئة مثل المفترسات، وتقلبات الطقس والكائنات المضرة مما يجعلها اقدر على المنافسة.
- لا يوجد نوعين لهما نفس الموضع البيئي تماما في نفس الموطن البيئي في نفس الوقت، والا سيؤدي ذلك الى تنافس شديد على المصادر مما يؤدي الى هلاك احد النوعين<sup>٢١</sup>.

# الموضع البيئي Ecological Niche

قد نجد الزرافات، وحمير الوحش  
تشرب الماء من نفس البحيرة او النهر،  
لكن عند الغذاء، يفضل حمار الوحش  
الأعشاب بينما تفضل الزرافة أوراق  
الشجر العالية<sup>٢٢</sup>.



# العلاقات الإيجابية بين الأنواع

## Positive Interspecific Interactions

### ١. تبادل المنفعة (التكافل الضروري) Mutualism

• وهي علاقة بين نوعين من الكائنات أو الحيوانات حيث كلا النوعين يستفيد من عملية الاشتراك أو الترافق وتلك العلاقة مهمة لحياتهما .

ومن الأمثلة على ذلك :

١ . البكتيريا في معدة المجترات حيث تقوم بتحليل السليلوز ومقابل ذلك تحصل على الدفيء ومواد غذائية اخرى.

٢ . العلاقة بين المن والنمل حيث يوفر المن غذاء سكري للنمل ومقابل ذلك يحصل على الحماية من النمل .

# العلاقات الايجابية بين الأنواع

## Positive Interspecific Interactions

### • ٢. التعاون الأولي (التكافل الاختياري) Proto-cooperation

- وهذا يشبه الأول إلا أن العلاقة ليست مهمة لكلا النوعين .
- ومن الأمثلة على ذلك تلك العلاقة بين السرطان ونوع من الحيوانات اللاحشوية الجالسة . حيث تقوم تلك الحيوانات اللاحشوية بالالتصاق بظهر السرطان وتعمل تمويها وكذلك تؤدي دورا دفاعيا حيث تقوم بلسع من يقترب منها . مقابل ذلك تحصل على وسيلة للنقل وكذلك تحصل على الغذاء من فضلات السرطان .

### • ٣. المعايشة Commensalism

- في هذه العلاقة أحد النوعين يستفيد أما الآخر فلا يلحقه ضرر ومثال ذلك الأوليات في القناة الهضمية للإنسان .

# العلاقات السلبية بين الأنواع

## Negative Interspecific Interactions

### ١. التنافس بين الأنواع Interspecific Competition

- يحدث التنافس عادة من أجل المكان أو الغذاء . وذلك عندما يكون هناك نوعين من الحيوانات أو أكثر يبحثون عن ذلك في مصدر أو مكان واحد .
- هناك نوعين مختلفين من التنافس وهما كما يلي :

**أ. التنافس للمصدر Resource Competition:** يحدث عندما مجموعة من الكائنات يستعملون مصادرا عامة مشتركة وتلك المصادر لا تكفي متطلباتهم جميعا .

**ب. التنافس للتدخل Interference Competition:** يحدث عندما الكائنات التي تبحث عن المصدر تضر بعضها بعضا حتى ولو كان ذلك المصدر كافيا بكثير لمتطلباتهم

# العلاقات السلبية بين الأنواع

## Negative Interspecific Interactions

### • ٢- الافتراس : PREDATION

- الافتراس عبارة عن اقتناص حيوان حي من أجل الغذاء. ومن امثلته العلاقة الموجودة بين الصقر والفأر وبين الأسد والظبي وهلم جرا. وقد منح الله عز وجل الكائنات تكيّفت معقدة هائلة حول الافتراس.
- وتكمن أهمية الافتراس في الحفاظ على توازن البيئة. فعلى سبيل المثال، أدى قتل جماعي للذئب والقيوط والوشق قبل عام ١٩٣٠م في منطقة كيباب الامريكية إلى تزايد جماعة الأيل الاذاني بصورة انفجارية حيث وصل عدد افراد القطيع الى أكثر من ١,٠٠٠,٠٠٠ أيل بحلول عام ١٩٢٤. وقد قام الأيل بالقضاء على جميع المؤونة الغذائية المتوفرة بالغابة وفي شتاء عام ١٩٢٤ هلك ما يقدر ب ٦٠,٠٠٠ أيل نتيجة للجوع<sup>23</sup>.

# العلاقات السلبية بين الأنواع

## Negative Interspecific Interactions

### ٣ - التطفل : PARASITISM

- الطفيلي هو كائن حي يعيش بداخل أو على جسم كائن حي آخر ويستمد غذاءه منه . وقد يكون طفيلياً مؤقتاً كما في حالة قرادة الخشب أو قد يكون مقيماً بصورة أكثر دائمية. كما في حالة الدودة الشريطية . وقد يضعف ويوهن المضيف أو يسبب موته في آخر الأمر.
- في الحيوانات الفقرية توجد الطفيليات الداخلية ضمن الأجهزة العضوية الرئيسية للجسم خصوصاً في أجهزة الهضم والدوران وفي الأجهزة البولية والتناسلية . كما توجد الطفيليات الخارجية على الجلد أو في داخل الجلد وملحقاته مثل الشعر والحراشف.

التعاقب البيئي وبنية المجتمع



# التعاقب البيئي SUCCESSION

- تتعرض المجتمعات البيئية الى فترات اضطراب بين الحين والآخر، قد تكون بسيطة او قد تكون شديدة الى درجة كارثية مثل حرائق الغابات او فيضان الأنهار او الاعاصير.
- كل مرة يحدث في اضطراب يعطي فرصة لنمو نوع جديد في المنطقة على حساب الأنواع القديمة. من الممكن أن يؤدي نمو أنواع الجديدة الى تغيير بنية المجتمع البيئي ككل ويغير من خصائصه.
- هذه العملية: وهي تغير بنية المجتمع مع مرور الزمن و زوال أنواع قديمة وظهور أنواع جديدة نتيجة اضطراب المجتمع تسمى التعاقب.

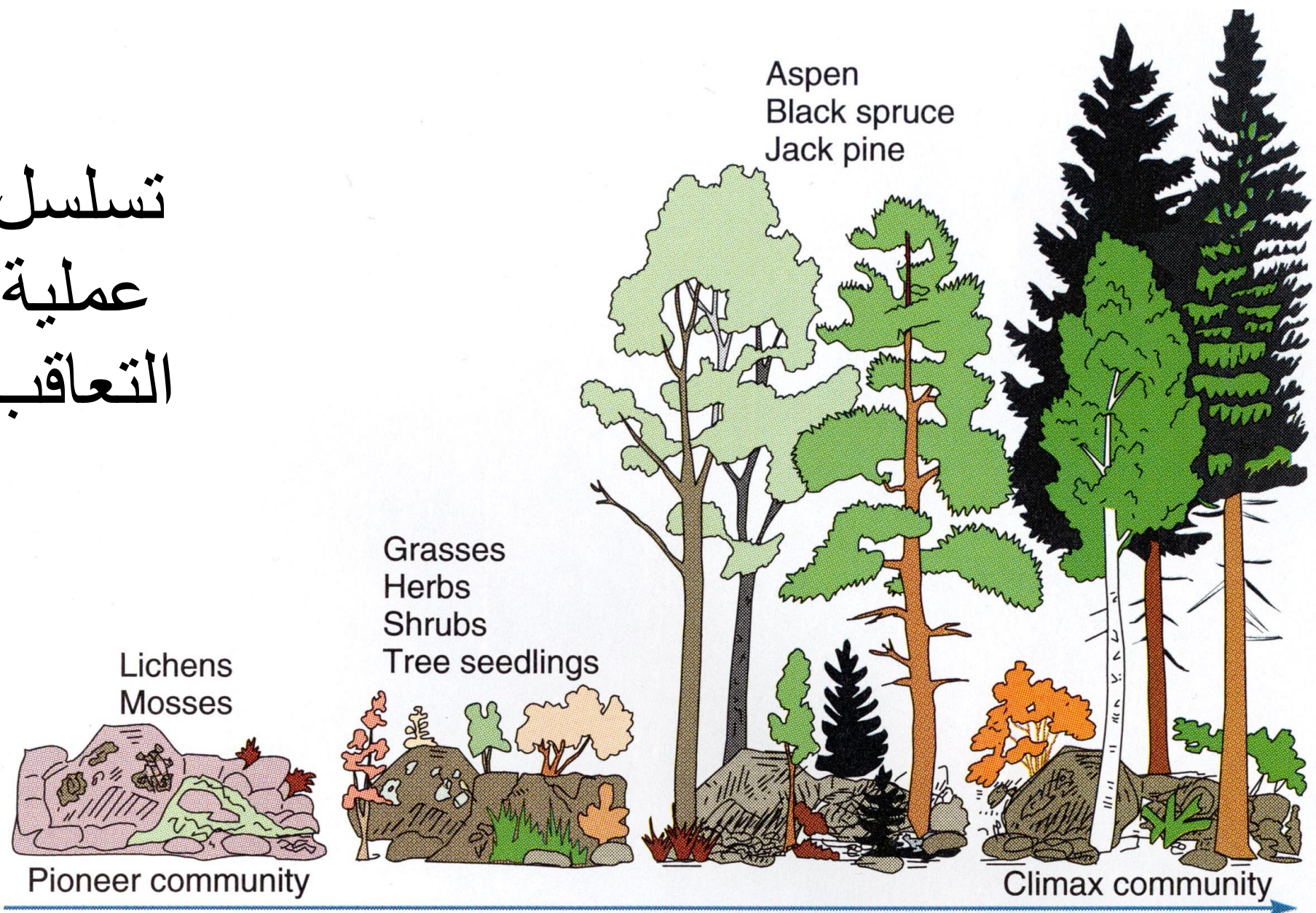
# أنواع التعاقب

- **التعاقب الاولي:** ويظهر في الأماكن لم تظهر فيه حياة من قبل، مثل الأراضي التي تنكشف بعد حدوث الانزلاقات الأرضية، او صهير الحمم البركانية حين تبرد، او الجزر المتكونة حديثا بعد البراكين.
- يتميز بأن التربة ليست غنية كفاية لتدعم حياة معقدة من البداية، لهذا تبدأ علامات الحياة جديدة كلياً وبشكل اكثر بساطة و اقل تنوع من التعاقب الثانوي.
- **التعاقب الثانوي:** ويحدث في الأماكن التي سبق فيها تكوّن أنظمة بيئية مسبقاً، لكنها تعرضت لكارثة مثل الحريق والفيضانات.
- في التعاقب الثانوي قد نجد بقايا أنواع سابقة قد نجت من الكارثة مثل بذور او بيوض او اطوار يرقية كانت مخبأة تحت التربة او في تجمعات المياه المجاورة.
- في التعاقب الثانوي عادة تكون الأرض خصبة نتيجة وفرة بقايا الأنواع السابقة كما أنه يسمح لأنواع جديدة باستعمار المنطقة بالإضافة الى بعض أنواع سابقة، وهذا يعطي تنوع اكثر من التعاقب الاولي.

# تسلسل عملية التعاقب

- في البداية فقط عدد قليل من الأنواع من الموائل المحيطة قادرة على الازدهار في الموائل المضطربة.
- ومع أخذ الأنواع النباتية الجديدة في الازدهار، فإنها تعدل الموائل عن طريق تغيير أشياء مثل كمية الظل على الأرض أو التركيب المعدني للتربة. وتسمح هذه التغييرات بأنواع أخرى تكون أكثر ملاءمة لهذا التغيير لتحل محل الأنواع الأقدم
- يحدث تعاقب مماثل في الأنواع الحيوانية، وتحدد التفاعلات بين النباتات والحيوانات والبيئة نمط وسرعة التغيير في التعاقب.

# تسلسل عملية التعاقب



# التكوين الطبقي والتدرج

## STRATIFICATION AND GRADATION

- خلال عملية التعاقب يترتب المجتمع البيئي الى طبقات تترتب بشكل عمودي وافقي، وذلك بناء على التكيف للعوامل البيئية مثل الضوء والحرارة ووفرة المياه.
- يعتمد تأثير العوامل البيئية على طبيعة النوع الذي يسكن المجتمع فالبرمائيات لا تبتعد كثيرا عن الماء، بينما تستطيع الزواحف العيش في الأماكن الأكثر جفافاً. مما يؤدي الى تدرج عمودي او افقي للكائنات التي تسكن المجتمع البيئي وتكون طبقات من الأنظمة البيئية التي تسكن نفس المكان.

# التكوين الطبقي والتدرج

## STRATIFICATION AND GRADATION

- **التكون الطبقي العمودي:** يظهر في الغابات حيث تعمل الأشجار الطويلة على تغيير كمية الضوء الواصل الى الأرض المجاورة فتنشأ ثلاث طبقات او اكثر من الطبقات: طبقة الأعشاب، الأقل عرضة للضوء، ثم طبقة الأشجار القصيرة (SHRUB) وبالاخير طبقة الأشجار الطويلة التي هي اكثر عرضة للضوء. تتأثر الحيوانات بهذا التدرج وتختلف مواضعها حسب قدرتها على التكيف لطبقة ما.
- **التدرج الافقي:** يعزو هذا التدرج الى التغير في الطبيعة الجغرافية للنظام البيئي، مثلا مقدار البعد عن مصدر المياه مثل بحيرة او نهر، او تدرج في الارتفاع لمنحدر جبلي وهكذا، هذا يؤدي الى تغير في عوام بيئية مهمة مثل الرطوبة والحرارة، مما يؤدي الى تغير تدريجي للنباتات و الحيوانات<sup>٢٤</sup>.

# المراجع

1. Stroud, J. T., Bush, M. R., Ladd, M. C., Nowicki, R. J., Shantz, A. A., & Sweatman, J. (2015). Is a community still a community? Reviewing definitions of key terms in community ecology. *Ecology and Evolution*, 5(21), 4757–4765.  
<http://doi.org/10.1002/ece3.1651>
2. Agarwal, S. K. “15. Ecosystem.” *Fundamentals of Ecology*, APH Publishing Corporation, 2008.
3. Bear, D., (2015) Ecology of Ecosystems. OpenStax CNX. <http://cnx.org/contents/e858bf79-09b2-4f31-a163-ff8bcb66d0bf@8>
4. Lewis, J. S., Farnsworth, M. L., Burdett, C. L., Theobald, D. M., Gray, M., & Miller, R. S. (2017). Biotic and abiotic factors predicting the global distribution and population density of an invasive large mammal. *Scientific Reports*, 7, 44152.  
<http://doi.org/10.1038/srep44152>
5. Loeb, Stanford L. (1994). *Biological Monitoring of Aquatic Systems*. CRC Press. ISBN 0-87371-910-7.
6. Van der Putten, W. H., Macel, M., & Visser, M. E. (2010). Predicting species distribution and abundance responses to climate change: why it is essential to include biotic interactions across trophic levels. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 365(1549), 2025-2034.
7. Schulz, R., Bundschuh, M., Gergs, R., Brühl, C. A., Diehl, D., Entling, M. H., ... & Schäfer, R. B. (2015). Review on environmental alterations propagating from aquatic to terrestrial ecosystems. *Science of the Total Environment*, 538, 246-261.
8. Klanderud, K., Vandvik, V., & Goldberg, D. (2015). The Importance of Biotic vs. Abiotic Drivers of Local Plant Community Composition Along Regional Bioclimatic Gradients. *PLoS ONE*, 10(6), e0130205. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0130205>



# المراجع

9. Liang, E., Wang, Y., Piao, S., Lu, X., Camarero, J. J., Zhu, H., ... & Peñuelas, J. (2016). Species interactions slow warming-induced upward shifts of treelines on the Tibetan Plateau. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(16), 4380-4385.
10. Editors of Encyclopædia Britannica. (2013). Trophic pyramid. Retrieved November 11, 2017, from <https://www.britannica.com/science/trophic-pyramid#ref1138498>
11. Chapin III, F., Matson, P., & Mooney, H. (2002). "Trophic Dynamics," in *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology* (pp. 250-251). New York: Springer-Verlag.
12. Raven, P., Johnson, G., Mason, K., Losos, J., & Singer, S. (2014). The Flow of Energy in Ecosystems. In *Biology* (10th ed., p. 1216). New York: McGraw-Hill.
13. Wilkin, D. and Brainard, J. (2017). Food Chains and Food Webs - Advanced | CK-12 Foundation. [online] CK-12 Foundation. Available at: <https://www.ck12.org/book/CK-12-Biology-Advanced-Concepts/section/18.7/> [Accessed 9 Nov. 2017].
14. Ellison, A. M., Bank, M. S., Clinton, B. D., Colburn, E. A., Elliott, K., Ford, C. R., ... & Mohan, J. (2005). Loss of foundation species: consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3(9), 479-486.
15. Mohamd ALghamdy, F. G. (2012). Environmental Studies on the Effect of Air Pollution on Natural Forests Deterioration of Juniperus (Juniperus procera) in Saudi Arabia. *Life Science Journal*, 9(4).
16. Knowlton, N. (2001). The future of coral reefs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(10), 5419–5425. <http://doi.org/10.1073/pnas.091092998>



# المراجع

17. Allan, E., Weisser, W., Weigelt, A., Roscher, C., Fischer, M., & Hillebrand, H. (2011). More diverse plant communities have higher functioning over time due to turnover in complementary dominant species. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(41), 17034-17039.
18. Monaco, C. J., Wetthey, D. S., Gullledge, S., & Helmuth, B. (2015). Shore-level size gradients and thermal refuge use in the predatory sea star *Pisaster ochraceus*: the role of environmental stressors. *Marine Ecology Progress Series*, 539, 191-205.
19. <http://www.asnailsodyssey.com/LEARNABOUT/SEASTAR/seasPreyP-R.php>
20. Pocheville, Arnaud (2015). "The Ecological Niche: History and Recent Controversies". In Heams, Thomas; Huneman, Philippe; Lecointre, Guillaume; et al. *Handbook of Evolutionary Thinking in the Sciences*. Dordrecht: Springer. pp. 547–586. ISBN 978-94-017-9014-7.
21. Wiens, J. J. (2011). The niche, biogeography and species interactions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1576), 2336–2350. <http://doi.org/10.1098/rstb.2011.0059>
22. [http://news.stanford.edu/news/2007/january17/gifs/pringle\\_beasts.jpg](http://news.stanford.edu/news/2007/january17/gifs/pringle_beasts.jpg)
23. Burk, C. J. (1973). The Kaibab Deer Incident: A Long-persisting Myth. *BioScience*, 23(2), 113-114. doi:10.1093/bioscience/23.2.113
24. Flannery, T. F., & Thompson, J. N. (2017, September 08). Community ecology. Retrieved December 30, 2017, from <https://www.britannica.com/science/community-ecology/Keystone-species#ref7059>