كتلة العودة الجامعة الأردنية

تقدم لكم

ملخص الفصل الأول والثانى

لمادة الثقافة البيئية

ALAAWDEHJU

الفصل الأول: الأرض والأخطار البيئية الطبيعية

➢ تسخير الأرض لعيش الانسان:

- نشأت الأرض والمجموعة الشمسية بسحابة سديمية ضخمة مكونة من غازات وغبار كوني.
- الانكماش الجذبي: تكون في مركز السديم دوامة كبيرة أدت إلى تدافع مادة السديم نحو داخله.

← ثم استمر انكماش السديم نحو داخله فازداد الضغط ودرجة الحرارة مما أدى الى بدء التفاعلات النووية التي أشعلت الهيدروجين فأضاءت شمسنا الوليدة.

- أصبحت الشمس خاضعة لقوتين متعادلتين هما: 1- الطاقة الحرارية المتولدة في جوفها التي تحاول أن تزيد حجمها 2- الانكماش الجذبي الذي يحاول ان يقلص حجمها.
- معظم مادة السديم الأولى استعملت في تكوين الشمس.

← كيف نشأت الكواكب التسعة المحيطة بالشمس؟ من خلال حدوث دوامات صغيرة جدًا في أطراف السديم، ونظرًا لصغر حجم السديم لم تصل درجة حرارة جوفها مبلغا كافيا لبدء التفاعلات النووية فبقيت الكواكب أجساما باردة غير مضيئة.

- الأرض والكواكب القريبة من الشمس خضعت أثناء تكاثف سديمها الأولي لفعل الرياح الشمسية التي طردت بعيدا الغازات المكونة للسديم. فبقيت العناصر الأكثر ثقلا وكذلك دقائق الغبار الكوني التي تجمعت فشكلت الأرض الصلبة أو الصخرية.
- شهدت الأرض عمليات تفاضل وتمايز في المواد المكونة للأرض كالنشاط البركاني الشديد. أدى هذا إلى تركيز العناصر الثقيلة في لب الأرض مثل: **الحديد والنيكل**، بينما تجمعت العناصر الخفيفة والكبيرة النوى نحو قشرة الأرض مثل: **البوتاسيوم والصوديوم والألمنيوم وغيرها.**
- عمر الأرض 4.6 بليون سنة وحدد عمر الأرض باستخدام النظائر المشعة.

- نشأت البحار والمحيطات تدريجيًا وليس دفعة واحدة ومصدر المياه والبحيرات هو بخار الماء المصاحب للاندفاعات البركانية.
- مياه البحار والمحيطات كانت عذبة في البداية ثم أصبحت مالحة مع مرور الزمن بسبب ما تجلبه الأنهار إليها من أملاح اليابسة.
- جاءت مرحلة النشاط البركاني الشديد الذي دفع كميات كبيرة من الغازات إلى جو الأرض أهمها بخار الماء المكون للبحار.
- أصبح الهواء مكونا من غازات مثل كبريتيد الهيدروجين والأمونيا والأرغون والهيليوم والنتروجين وغيرها.
- كان الأرض مرجعًا مختزلًا حيث كانت الأشعة فوق البنفسجية تصل إلى سطح الأرض إذ لم يكن في غلاف الأرض ما يمنعها من الوصول وقد تفككت أو تفاعلت هذه الأشعة عالية الطاقة بعض أكاسيد الغازات كبخار الماء محررة ذرات الأكسجين إلى الجو.
- التمثيل الكيميائي: استهلاك الغازات المختزلة الموجودة في جو الأرض الاكسجين الحر.
- شهدت الأرض عمليات جيولوجية نتج عنها تكوين خامات المعادن كخامات: الحديد والذهب والرصاص والماس والفوسفات والصخر الزيتي.

➢ بنية الأرض وأغلفتها:

- تقسم الأرض إلى خمسة أنظمة أو أغلفة تتفاعل مع بعضها بعضًا أو مع الطاقة الشمسية وهي:

1- الغلاف الصخري 2- التربة 3- الغلاف المائي 4- الغلاف الحيوي 5- الغلاف الجوي

➢ بنية الأرض:

- الأرض في بدايتها كانت عبارة عن الصخور المصهرة والغازات وبدون بنية داخلية معينة. مع استمرار عملية التبريد غطست المادة الكثيفة كالحديد إلى المركز وصعدت المواد ذات الكثافة الأقل كالماء والأكاسيد والسلكيات إلى السطح وهكذا تشكلت ثلاث نطاقات في جسم الأرض.

طبقات الأرض	القشرة الأرضية	(1) تتكون من صخور ذات كثافة قليلة نسبيا. (2) أشهر مكوناتها الغرانيت (القشرة القارية) والبازلت (القشرة المحيطية). (3) كلا النوعين من الصخور يتكون من معادن سيليكاتية. (4) متوسط سمكها 35 كم و10 كم على التوالي.
	الستار	(1) تبلغ سماكته 2900 كم. (2) أهم ما يميزه أن الأرض متواجدة في هذا النطاق. (3) يصنف الى ستار علوي حتى عمق 700كم وستار سفلي من عمق 700كم إلى 2900كم. (4) **سطح موهو:** الحد الفاصل بين القشرة الأرضية والستار.
	اللب	(1) يبلغ سماكته 3400 كم. (2) يقسم إلى جزئين: 1- اللب الخارجي (سائل في طبيعته) 2- اللب الداخلي (صلب في طبيعته ويتكون من الحديد والنيكل) (3) الغلاف الصخري: الجزء الخارجي الصلب والهش وينقسم إلى عدد من الصفائح الأرضية التي هي في حركة دائمة مستمرة وينشأ عن هذه الحركة القارات وقيعان المحيطات والسلاسل الجبلية كذلك الزلازل والبراكين. (4) الغلاف المائع: نطاق لدن ضعيف يقع أسفل النطاق الصخري الصلب. وهو نطاق متغير السماكة وموقعه في ستار الأرض العلوي.

➢ الغلاف الصخري والتربة:

- يعلو النطاق الصخري طبقة رقيقة من الفتات الصخري الناتج عن التجوية والتعرية التي تتعرض لها صخور القشرة الأرضية هذا الفتات قادر على دعم الحياة وإنبات النبات يسمى التربة.

← تتكون التربة من: فتات صخري ومواد عضوية وهواء ورطوبة.

- هناك عدة عوامل تتحكم في معدلات نمو التربة وتطورها مثل: المناخ وطبيعة الصخر وطوبوغرافية الأرض والزمن.
- وهناك عوامل تعمل على تدهور نوعيتها مثل: الفيضانات والانزلاقات الأرضية وبعضها من صنع البشر.

➢ الغلاف المائي:

- يضم الغلاف المائي جميع أنواع المياه التي تغطي سطح الكرة الأرضية كمياه الأنهار والبحيرات والمستنقعات والبحار والمحيطات والجليديات والمياه الجوفية ويختلف عمق هذه المياه في البيئات المختلفة.
- مياه الأنهار والبحيرات والمستنقعات تكون قليلة العمق، أما في البحار والمحيطات تكون كبيرة العمق.
- تغطي المياه قرابة 71% من مساحة سطح الأرض ويتركز معظمها في نصف الكرة الجنوبي.
- تمتاز مياه المحيطات بملوحتها الي تصل 3.5%.
- وأهم الأيونات المساهمة في الملوحة مرتبة حسب شيوعها من الأكثر إلى الأقل: الكلوريد والصوديوم والكبريتات والكالسيوم.

➢ الغلاف الغازي:

- أزيلت الغازات المختزلة الموجودة في جو الأرض عن طريق عمليتي **التمثيل الضوئي والتمثيل الكيميائي**.
- الغازات المكونة للغلاف الغازي في المناطق الجافة:

1- النيتروجين 78% 2- الأكسجين 21% 3- الأرغون 0.90% 4- ثاني أكسيد الكربون 0.03%

- طبقة التروبوسفير هي أهم طبقة في الغلاف الغازي حيث تتركز فيها معظم كتلة الهواء وتحدث فيها ظواهر الطقس والمناخ.

- يمثل الغلاف الغازي بالنسبة للكائنات الحية نوعا من الثروات الطبيعية.

➢ **الغلاف الحيوي:**

- يشمل الغلاف الحيوي جميع أصناف أشكال الحياة الأرضية في المياه والغلاف الصخري والتربة والهواء.
- يصل عدد أصناف الحياة على سطح الأرض إلى أكثر من أربعة ملايين يعتمد معظمها على عملية التمثيل الضوئي الذي يعتمد على طاقة الإشعاع الشمسي.
- يسود في هذا الغلاف العناصر الخفيفة، حيث أن 99% من مكونات هذا الغلاف هو **هيدروجين وأكسجين وكربون ونيتروجين.**

➢ الأخطار البيئية الطبيعية:

➢ الزلزال ماهيته وآليته ومكان حدوثه:

- الزلزال: هو اهتزاز للأرض ناجم عن التحرر المفاجئ للطاقة.

← كيف يحدث الزلزال؟

(1) تتعرض صخور الأرض إلى إجهادات (ضغوط في اتجاهات معينة) مع مرور الوقت.

(2) يقاوم الصخر هذا الإجهاد بحيث يتم تخطي حدود مرونة الصخر.

(3) ينكسر الصخر وتتحرر الطاقة الكامنة وتنبعث على شكل موجات مسببة اهتزاز الأرض.

- بؤرة الزلزال: النقطة التي بدأ فيها التكسر في باطن الأرض.
- مركز الزلزال : هو أقرب نقطة على سطح الأرض من البؤرة.
- **المناطق المحاذية لحدود الصفائح** هي أكثر المناطق المعرضة لأخطار الزلازل.
- يعتمد احتمال تعرض منطقة لحدوث الزلازل المدمرة:

1- السرعة النسبية لحركات الصفائح المجاورة

2- نوع العلاقة بين حركتي الصفيحتين المتجاورتين:

- قد تكون صفائح متقاربة مما يؤدي إلى تصادمها، وهذه الحالة تخضع فيها المناطق **لأعنف أنواع الزلازل** (تتعدى حتى 8 درجات على مقياس ريختر)، فترة تكرارها تكون متقاربة وتسمى حدود هذه الصفائح بالحدود التدميرية.

✓ مثال عليها: اليابان، تايوان، إندونيسيا، تشيلي، إيران ومعظم أطراف المحيط الهادي.

- قد تكون صفائح تباعدية.

✓ مثال عليها: البحر الأحمر أو أواسط المحيط الأطلسي

- قد تكون صفائح انزلاقية بمحاذاة بعضها البعض دون تصادم أو تباعد.

✓ مثال عليها: الصدع الأردني

➢ ماذا يحدث عند حصول الزلزال؟

- تختلف الزلازل في خاصيتين هما:

1- قوة الزلزال أو مقداره: تشير إلى كمية الطاقة المتحررة منه. ولحساب القوة الزلزالية يستخدم مقياس **ريختر** ويتدرج من 1 إلى 9. مقياس ريختر: مقياس يعبر من خلاله عن أي كم من الطاقة الزلزالية.

- إذا كانت قوة زلزال 6 ريختر فإنه يعادل 30 ضعفا من زلزال قوته 5 ريختر، وإذا كانت قوة زلزال 6 ريختر فإنه يعادل 900 ضعفا من زلزال قوته 4 ريختر حيث أن طاقة زلزال ذي رقم معين تساوي 30 مرة طاقة الزلزال ذي الرقم الأدنى.

← **يتم حساب قوة الزلزال من خلال القانون الآتي:** $30^{\text{قوة الزلزال الأول – قوة الزلزال الثاني}}$

- أكبر زلزال سجل هو زلزال تشيلي عام 1960 بمقدار 8.6 ريختر، وهو المسؤول عن ربع الطاقة المفرغة في الأرض في القرن الماضي

2- شدة الزلزال: تعبر عن كمية الدمار الذي يخلفه الزلزال وتقاس الشدة بمقاييس وصفية أشهرها: مقياس **ميركالي** ويتدرج من 1 الى 12.

- يبدأ الإحساس الإنساني الموثوق بالاهتزاز الزلزالي **بالدرجة الثالثة**.
- يفقد الإنسان قدرته على حفظ توازنه إذا بلغت الشدة **الدرجة السابعة**.
- يبدأ الدمار الفعلي في المنشآت المختلفة بنسب متفاوتة مع **الدرجات الثامنة والتاسعة.**
- تتميز **الدرجتان الحادية عشرة والثانية عشرة** بحالة الدمار التام للمنشآت في موقع معين.

➢ **الأمواج الزلزالية:**

الأمواج الأولية (P)	الأمواج الثانوية (S)	الأمواج السطحية
- أول الموجات الزلزالية وصولا لمحطة رصد الزلازل وبالتالي هي **أسرع الموجات**. - تسمى الموجات الأولية **بالموجات التضاغطية**. - تنتقل في الصخور الصلبة وفي الموائع (بما فيها السوائل والغازات) - تتحول في الهواء إلى موجة صوت.	- تصل بعد الموجة الأولية وترتبط سرعتها بسرعة الموجة الأولية. - سرعة الموجات الأولية = 1.73 سرعة الموجات الثانوية. - تسمى الموجات الثانوية **بأمواج القص**. - تنتقل في **الصخور الصلبة فقط** ولا تنتقل في السوائل والهواء.	- تصل بعد الأمواج الثانوية وتنتقل بالقرب من سطح الأرض حيث تتلاشى بسرعة في الأعماق. - **أبطأ الموجات الزلزالية.** - تتميز الأمواج السطحية بقدرتها **التدميرية الكبيرة**. - مثال عليها: موجات رالي ولف.

- السيزموغراف هي أداة لقياس مقدار قوة الزلزال.

➢ **الوضع الزلزالي في الأردن وما حولها:**

- يشكل الصدع التحويلي الأردني الحدود الشمالية الغربية للصفيحة العربية التي تفصلها عن الصفيحة الصغيرة المجاورة لها غربًا وهي صفيحة "سيناء – فلسطين".
- الصدع التحويلي الأردني: هو المكان الذي تنشأ عليه الزلازل في منطقتنا بسبب الحركة الانزلاقية. ينتج عن هذه الحركة تراكم للإجهادات والضغوط على هذا الصدع أدت إلى نشوء مظاهر تضاريسية كخليج العقبة والبحر الميت وبحيرتي طبريا والحولة.
- يمتد الصدع التحويلي الأردني من مدخل **خليج العقبة** جنوبا حتى مشارف منطقة جبال طوروس في جنوب شبه جزيرة الأناضول شمالا.

← حركة الصفيحة العربية (في اتجاه شمال شرق) تكون:

(1) تباعدية في البحر الأحمر وخليج عدن وهي سبب نشأتهما.
(2) انزلاقية على طول الصدع التحويلي الأردني.
(3) تصادمية مع تركيا وإيران.

➢ **الأخطار البيئية للزلازل:**

- يواكب حدوث الزلازل مجموعة من المخاطر منها:

1- حركة الأرض وتصدعها (أولي):
- تنتج حركة الأرض عن انتشار الموجات الزلزالية وعند حدوث الزلازل القوية (قوة 8 فأكثر).
- هذا النوع من الحركة هو الذي يتسبب في انهيار المباني وتصدع القشرة الأرضية.

2- الزلازل الرادفة: يعقب الزلزال الرئيسي المسمى بالراجفة زلازل لاحقة نسميها الرادفة، مثل هذا الزلزال يضاعف من الخسائر البشرية والدمار.

3- الحرائق (ثانوي): الآثار الثانوية لحدوث الزلازل خطر اندلاع الحرائق بفعل تقطع أسلاك الكهرباء وأنابيب الغاز. مثل أعقب زلزال سان فرانسيسكو عام 1906 وطوكيو عام 1923.

4- الانزلاقات الأرضية: يمكن أن تسبب الزلازل في المناطق الجبلية المنحدرة في انزلاق أجزاء من سطح الأرض وصخورها وبالتالي في إيقاع خسائر بشرية.

5- التغيرات في مستوى سطح الأرض: ينتج عن الزلازل تغيرات طوبوغرافية الأرض بفعل عمليات الرفع إلى أعلى والخسف إلى أسفل.

6- الفيضانات والتسونامي (ثانوي): يمكن أن يتسبب به فشل السدود وانهيارها وأكثر المناطق عرضة لهذا الخطر المدن والقرى المجاورة للسدود. وهناك أيضًا أخطار الفيضانات التي يمكن أن تتعرض لها المدن الساحلية بفعل الأمواج البحرية الناتجة عن حدوث الزلازل تحت قاع المحيط.

➢ التنبؤ بالزلازل:

- التنبؤ بالزلازل يقسم إلى نوعين:

1- التنبؤ على المدى البعيد:

- يعتمد هذا النوع على المعرفة بأماكن وتواريخ الهزات التي حدثت في الماضي، ودراسة تاريخ المنطقة الزلزالي.

2- التنبؤ على المدى القصير:

- مراقبة العمليات التي تحدث في مناطق الصدوع التي يتكرر حدوث الزلازل عندها.
- يكمن صعوبة هذا النوع في أن معظم الزلازل تحدث على أعماق مختلفة وبالتالي يصعب مراقبة التغيرات التي تتم على السطح. واختلاف بنائية الأرض من موقع لآخر سينعكس في إنتاج تغيرات متفرقة.

- الأحداث المهمة والمؤشرة على احتمال حدوث زلازل على المدى القصير:

(1) حدوث عمليات رفع للصخور أو زيادة في ميلها بالقرب من صدع ما أو حدوث تشققات طفيفة وتشوهات.
(2) حدوث زلازل سالفة
(3) التغيرات في ضغط المياه الجوفية
(4) انبعاث غاز الرادون: غاز ينتج من التحلل الاشعاعي لليورانيوم ويبقى محصورا في الصخور. وتؤدي الاجهادات الواقعة على الصخور إلى تشققها وتحرر الغاز الذي يمكن
(5) التغيرات في الموصلية الكهربائية للصخور
(6) السلوك الغريب للحيوانات

➢ التقليل من أخطار الزلازل:

1- اتباع مواصفات خاصة للبناء المقاوم للزلازل عند إنشاء المباني والسدود والمرافق العامة.

2- تزويد محطات إنتاج الطاقة الكهربائية بأنظمة للإغلاق الأوتوماتيكي عند حدوث الزلازل.

3- توعية السكان بكيفية التصرف في حال وقوع الزلزال.

4- تزويد مناطق الخطر الزلزالي بأجهزة دفاع مدني فاعلة لكي تتمكن من إيواء من شردهم الزلزال ومعالجة المصابين والدفن السريع للجثث وإخراج المدفونين تحت الأنقاض.

5- توأمة المستشفيات وتزويدها بمولدات كهرباء احتياطية.

6- ضمان سرعة وصول المعدات اللازمة للإنقاذ وتسهيل وصول فرق الإنقاذ عبر المطارات.

➢ الأخطار البركانية:

- النشاط البركاني يعد أحد أخطر الظواهر الطبيعية وأكثرها إلحاقًا للضرر.

- أفد الخسائر التي تلحق بالذين يقطنون مباشرة بالقرب من البراكين حيث يؤدي دمار المنازل والدفن تحت المقذوفات البركانية والحرارة الشديدة الى موت الكثيرين.
- تتركز غالبية النشاط البركاني في اليابان وإندونيسيا والولايات المتحدة الامريكية والفليبين.
- المتتبع لمواقع البراكين النشطة يلحظ ارتباطها الوثيق بحدود الصفائح، خصوصًا الحدود التصادمية على أطراف المحيط الهادئ حيث يوجد حوالي 80% منها بينما توجد بقية البراكين على طول سلسلة جبال وسط المحيط حيث الحوا التباعدية.

➢ **البراكين وأنواعها ومنتجاتها:**

- البركان: هو مخرج على سطح الأرض للصخور المصهورة والغازات والماء والحرارة القادمة من الغلاف المائع (اسثينوسفير) والمخرج إما فتحة أو صدع أو شرخ.
- **غرفة الصهير:** هي الخزان الذي تتجمع فيه الماغما ومع امتلاء غرفة الصهير وتهيؤ الظروف المناسبة تتدفق الماغما إلى السطح، وغالبا ما يسبق هذا التدفق انبعاث لغازات ورماد ومقذوفات بركانية.
- اللابة: هو الصهير السائل المتدفق من فوهة البركان والذي فقد مكوناته الغازية.
- تعتمد سرعة تدفق اللابة على لزوجتها، واللزوجة تعتمد على نسبة السيلكا في الماغما. (كلما قلت نسبة السيلكا قلت اللزوجة وتدفقت اللابة بسرعة أكبر ولمسافات أكبر)

➢ **أشكال البركان:**

- مع تكرار ثوران البركان يتخذ البركان شكلا درعيا أو مخروطيا والشكل يكون انعكاس لنوع اللابة المتدفقة.
- **البراكين الدرعية:** تنشأ عن تدفق اللابة البازلتية (50% سيلكا) وهي أسرع اللابات جريانا.
- **البراكين المخروطية:** تنشأ عن تدفق اللابة الأندزيتية (60% سيلكا) واللابة الريوليتية (72% سيلكا)

➢ **أخطار الثوران البركاني:**

- الخطر البركاني: احتمالية أن تتأثر منطقة ما بنشاط بركاني مدمر.
- الضرر البركاني: الخسارة المادية أو البشرية الي تنتج عن النشاط البركاني.
- هناك منافع عديدة للبراكين: تطور الغلاف الجوي، تجدد التربة وزيادة خصوبتها، تكون الثروات المعدنية بفعل ترسيبها من المحاليل الحرمائية (الحرارية المائية)، يمكن استخدام الحرارة المتدفقة من باطن الأرض والمسماة بالطاقة الجوفية في إنتاج الطاقة الكهربائية.

- تصنف الأخطار البركانية إلى: أخطار أولية وثانوية وثلاثية من حيث التأثير المباشر أو غير المباشر.

الأخطار الأولية

- طفوح اللابة: تعتبر اللابة البازلتية الأسرع من بين أنواع اللابة المختلفة بالتالي فأن أنواع الأخرى تتيح للناس المغادرة والابتعاد لأنها أبطأ.
- الفتات الناري: أخطر أنواع النشاط البركاني حيث تسبب الوفاة بالاختناق والحروق. ولها القدرة على تدمير أسقف المنازل نظرا لثقلها والتسبب في قتل المواشي التي تأكل الأعشاب.
- انبعاث الغازات السامة: مثل كلوريد الهيدروجين HCL، وكبريتيد الهيدروجين H_2S وفلوريد الهيدروجين HF.

الأخطار الثانوية والثلاثية

- الطفوح الطينية
- الفيضانات
- التسونامي: وهي أمواج بحرية عاتية قادرة على إغراق المدن الساحلية ويمكن أن تنشأ عن الثوران البركاني أو النشاط الزلزالي.
- الزلازل
- الآثار المناخية: إحداث تغيرات مناخية كانخفاض درجة الحرارة حيث يحجب الرماد البركاني أشعة الشمس وانبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون يؤدي الى رفع درجات الحرارة
- المجاعات والأمراض

➢ التنبؤ بثورة البركان:

- تعتبر دراسة التاريخ الجيولوجي للبركان الخطوة الأولى على طريق التنبؤ بثورانه.

← تصنف البراكين من حيث نشاطه أو عدمه على إلى:

1- براكين نشطة: هي البراكين التي أظهرت نشاطًا في الماضي المؤرخ له. مثال عليه: بركان Kilauea في هاواي.
2- براكين منطفئة: هي البراكين التي لم تظهر أي نشاط في الماضي المؤرخ له. مثال عليه: البراكين في شمال الأردن وجنوب سوريا.
3- براكين خامدة: براكين ما بين النشطة والمنطفئة ولكنها أظهرت نشاطًا. مثال عليها بركان بناتوبو في الفلبين وبركان جبل القديسة هيلين في أمريكا.

← الإجراءات المتبعة للتنبؤ بالثوران البركاني على المدى القصير:

1- مراقبة النشاط الزلزالي بالقرب من موقع البركان حيث **يزداد النشاط الزلزالي** مع اقتراب موعد الثوران.
2- مراقبة التغيرات في المجال المغناطيسي حيث **تنعدم المغناطيسية** مع اقتراب الماغما من فوهة البركان.
3- دراسة التغيرات الموصلية الكهربائية في منطقة البركان حيث **تقل الموصلية** مع اقتراب الماغما وموعد الثوران.
4- **دراسة التشوهات** التي يمكن أن تطرأ على شكل البركان.
5- دراسة التغيرات في مناسيب المياه الجوفية.
6- دراسة التغيرات في التدفق الحراري في منطقة البركان مع ما يواكب ذلك من زيادة في هذا التدفق لدى اقتراب موعد الثوران.
7- دراسة التغيرات في **طبيعة الغازات** المنبعثة من البركان.

➢ الإجراءات الممكن اتباعها للتقليل من أضرار الثوران البركاني:

1- تغير اتجاه تدفق اللابة وإبعادها عن المناطق السكنية 2- محاولة إيقاف اللابة المتدفقة عن طريق قصفها بالمدافع المائية بهدف تجميدها.

3- تجهيز المناطق المحتمل تضررها بأجهزة فاعلة في مكافحة النيران وإطفائها.

➢ الفيضانات:

- للعيش قرب الأنهار مخاطره نظرًا لما تمثله الفيضانات من كوارث طبيعية مكلفة من الناحية البشرية والمادية.
- يحدث فيضان النهر عندما يزداد منسوب الماء فيتخطى مجراه الطبيعي غامرًا المناطق المجاورة.
- أكثر بلاد العالم تعرضًا لخطر الفيضانات هي بنغلادش (بلاد البنغال).

➢ أسباب حدوث الفيضانات:

1- الهطل الغزير 2- فيضان السواحل (تغمر مياه البحر الساحل لأسباب منها الهوريكان أو التايفون والتسونامي او الأعاصير البحرية) 3- فشل السدود

➢ الاخطار البيئية المصاحبة للفيضانات:

- الخسائر الأولية: تنتج عن التماس مباشر للمياه الجارية وتشمل الموت غرقا وتدمير المباني والمحاصيل. ودمار الطرق والسكك الحديدية والجسور والمنشآت الهندسية والمواقع الأثرية.
- الخسائر الثانوية والثلاثية: تحدث على المدى القصير والبعيد في أعقاب الفيضانات. مثال عليها: انتشار الأمراض والجروح من الصدمات الكهربائية الإجهاد وكذلك اختلال وسائل النقل وتسرب الغاز وانقطاع التيار الكهربائي والنقص في مياه الشرب ونقص الغذاء وسوء استخدام المساعدات الحكومية وتغيير مجاري الأنهار وتدمير منشآت المجتمع المحلي.

➢ الاخطار البيئية المصاحبة للفيضانات:

- يمكن التنبؤ بالفيضان من خلال دراسة تكرار حدوثه في منطقة معينة.

← يمكن التقليل من أضراره التي تواكب حدوثه باتباع الإجراءات التالية:

1- بناء سواتر ترابية على طول النهر.
2- توسيع مجرى النهر بحيث يستطيع تصريف كمية أكبر من الماء.
3- بناء سدود على مجرى النهر للتحكم في فيضانه.
4- إنشاء بحيرات صناعية لاستيعاب مياه الفيضان.
5- مراقبة العاصفة المطرية وتحذير الناس من ساعة حدوث الفيضان.
6- عمل خرائط يبين عليها المناطق المحتمل أن يغمرها الفيضان.
7- تنظيم استخدام الأراضي بحيث يمنع البناء في المناطق المعرضة مباشرة للفيضان.

➢ الأعاصير والعواصف:

➢ العواصف القمعية (التورنادو):

- العواصف القمعية: هي عواصف لولبية ذات ضغط مركزي شديد الانخفاض قصيرة الأمد ومحلية الامتداد.
- تصنف ضمن قوى التدمير الطبيعية العنيفة التي تئدي إلى الوفيات والدمار.
- العواصف القمعية شائعة في وسط وجنوب شرق الولايات المتحدة.
- تنشأ العواصف القمعية من تصادم كتلة هواء باردة مع أخرى دافئة ورطبة تحتها.

← الفرق بين التورنادو والزوبعة الترابية:

1- التورنادو: يكون مصحوب بالبرق والرعد (مشحون كهربائيا)
2- الزوبعة الترابية: التقاء ريحين في اتجاهين ينشأ عن التقائها دوامة الزوبعة وضررها أقل من التورنادو.

- الدمار الناتج عن التورنادو:

- يعتمد مقدار الدمار الذي يسببه هذا النوع من العواصف على السرعة الرياح وعلى الفراغ الذي يتولد ضمن قمع التورنادو.
- تقاس شدة العواصف القمعية بكمية الدمار ونوعه الناتج عنها حسب مقياس **فوجيتو**.

- التحذير من العواصف:

- تقوم محطات الأرصاد الجوية المحلية بمتابعة تطور عواصف التورنادو ومراقبتها بواسطة رادارات خاصة طوال فترة حدوث العاصفة. وترسل مباشرة إلى محطة التلفزيون التي تبث مباشرة تحذيراتها إلى المواطنين فيما هو معروف **بجهاز مراقبة العواصف**.

➢ الأعاصير البحرية:

- في البحر الكاريبي والمحيط الأطلسي يسمى الإعصار البحري **هوريكان**، ولكنه يسمى **تيفون** في المحيط الهندي وجنوب شرق آسيا.
- تنشأ الأعاصير في البداية على شكل منخفضات جوية مدارية أو استوائية.
- الأضرار التي تنتج عن الهوريكانات والتيفونات، سببها الرياح العاتية التي تقتلع كل شيء والأمطار الغزيرة التي تسبب الفيضانات المدمرة والأمواج البحرية العنيفة والعالية التي تسبب الدمار تسبب وحث الجزر والسواحل.

➢ النينو والنينا والإنسو:

- يوجد في مناطق المحيط الهادئ الاستوائية ثلاثة نماذج مناخية هي:

1- النموذج العادي 2- نموذج النينو (النموذج الدافئ) 3- النينا (النموذج البارد)

- تأثير النينا على مناخ الأرض هو عكس تأثير النينو.

النموذج العادي	النموذج الدافئ (النينو)	النموذج البارد (النينا)
- في الظروف المناخية العادية تسبب الرياح الشمالية التي تهب بعيدا عن أمريكا الجنوبية في صعود المياه الباردة الغنية بالمواد الغذائية (الفوسفات والنترات) إلى الأعلى لتحل محل المياه السطحية الدافئة. - تعتبر هذه المواد الغذائية مصدرا أساسيا لنمو العوالق البحرية النباتية من خلال عملية التمثيل الضوئي. وتعد هذه العوالق المستوى الغذائي الأول للحياة البحرية ومنها الأسماك.	- في هذا النموذج تنخفض قيم الضغط الجوي وتكون الأمطار غزيرة وترتفع قيم درجات الحرارة في الماء. - معناه بالإسبانية الطفل عيسى عليه السلام. - ظاهرة مناخية محيطية تتكرر كل بضع سنين (2-7) سنين وتمتد لفترة بين (14-22) شهرًا. - المياه الدافئة تتحرك من غرب المحيط الهادئ الى الشرق وتصبح طبقة المياه السطحية سميكة في الشرق، تعمل كحاجز يمنع تصاعد المياه الباردة الغنية بالمواد الغذائية مما يؤدي الى تدمير النظام البيئي وهجرة الأسماك إلى مناطق أقل تأثرًا.	- في هذا النموذج ترتفع قيم الضغط الجوي وتنعدم الأمطار وتنخفض درجات الحرارة للمياه الاستوائية وتتحرك المياه الى الغرب وتكون الرياح التجارية قوية. - معناه بالإسبانية البنت. - تطلق هذه الظاهرة على الفترات التي تكون فيها درجات حرارة مياه سطح المحيط الهادي أقل من المعدل العام.

- الذبذبة الجنوبية: التغير بين السنوي في ذبذبات الغلاف الجوي الاستوائي وهي التغيرات في الضغط الجوي بين شرق المنطقة الاستوائية للمحيط الهادئ وبين المناطق الإندونيسية الاستوائية نتيجة ضخ الهواء الساخن إلى الأعلى وهي مرتبة ارتباط مباشر مع ظاهرة النينو.
- إنسو: محصلة ذبذبة كبيرة نتيجة التفاعل المزدوج بين ظاهرة النينو (التموجات المحيطية) والذبذبة الجنوبية (ذبذبات الغلاف الجوي)
- يسمى معامل الذبذبة الجنوبية بمعامل تاهيتي / دارون وهو يساوي فرق الضغط الجوي عند مستوى سطح الماء بين الشرق عند تاهيتي وفي الغرب عند دارون في أستراليا.
- ينتقل الضغط من الأماكن ذات الضغط المرتفع في الغرب الى الأماكن ذات الضغط المنخفض في الشرق ومنه يكون فرق الضغط (النهاية – البداية)
- يحدث النينا في الغرب وهو إنسو الحدث البارد ويكون فرق الضغط موجب = الضغط المرتفع (الغرب) – الضغط المنخفض (الشرق)
- يحدث النينو في الشرق وهو إنسو الحدث الساخن ويكون فرق الضغط سالب=الضغط المنخفض (الشرق) – الضغط المرتفع (الغرب)

➢ **التصحر:**

- تمثل ظاهرة التصحر انتشار الصحراء في مناطق غير صحراوية كنتيجة لتغيرات بيئية ومناخية ونتيجة أيضًا للنشاط الإنساني وتعد هذه الظاهرة من الكوارث الطبيعية والاجتماعية.
- التصحر: التدهور الكلي أو الجزئي الذي يحدث في عنصر أو أكثر من عناصر الأنظمة البيئية الأرضية مؤديا إلى تراجع خصائصها النوعية وتدني قدرتها الإنتاجية إلى الدرجة التي تصبح فيها هذه النظم عاجزة عن إعالة ما يعيش فيها من كائنات حية.

➢ **أسباب التصحر:**

1- التقلبات المناخية:

- يعتبر مناخ المناطق الجافة من أكثر العوامل الطبيعية أثرا في خلق ظاهرة التصحر.
- ظاهرة الجفاف الحالية تعتبر نتيجة طبيعية لنظام دورة الهواء الكونية وتتمثل هذه الظاهرة في:

1- انخفاض معدل الأمطار 2- ارتفاع درجة الحرارة 3- ارتفاع معدلات التبخر وسيادة الرياح الجافة.

- لعبت التقلبات المناخية دورا أساسيًا في نشوء الأنظمة البيئية الجافة والهشة المتمثلة بـ:

1- ضعف الغطاء النباتي 2- سيادة التربة الجافة 3- ندرة المصادر المائية

2- العوامل البشرية:

← من الأنشطة البشرية التي ساعدت على تفاقم مشكلة التصحر في الوطن العربي:

- الاستخدام السيء للغطاء النباتي الطبيعي **ومثال ذلك:**

- الرعي الجائر - قطع الغابات - حرق الأعشاب والغابات - جمع الثمار والأزهار البرية

- نقل الأوبئة والأمراض لهذه النباتات

- الممارسات الزراعية الخاطئة والمؤدية إلى تدهور نوعية التربة **ومثال على ذلك:**

- زراعة الأراضي الهامشية التي هي في الأساس مناطق رعوية - حراثة الأراضي الهامشية دون زراعتها مما يجعل التربة عرضة للنقل الريحي

➢ مكافحة التصحر:

1- تبني خطة إقليمية ضمن خطة عالمية للحد من التصحر 2- تنمية الغطاء النباتي ووقف تدهوره 3- التقليل من انجراف التربة وتدهورها

4- اتباع سياسة واضحة لاستخدامات الأراضي 5- اتباع سياسة عمرانية مبنية على أسس بيئية 6- إدارة الموارد الطبيعية بطرق مبنية على أسس سليمة

➢ الانزلاقات الأرضية:

- تتحرك المواد طبيعيًا (دون تدخل البشر) على السفوح بقوة الجاذبية الأرضية، وهي القوة الرئيسية التي تنشأ عنها الانزلاقات المختلفة.
- مثلًا حجرًا على سفح مائل ستقوم الجاذبية الأرضية بجذبه نحو الأرض، يمكن تحليل قوة الجاذبية هنا إلى مركبتين:
  1- مقاومة القص: تسعى إلى تثبيت الحجر في موقعه بحيث لا ينزلق إلى الأسفل.
  2- قوة القص: تسعى هذه القوة الى انزلاق الحجر.
- إذا كانت قوة المقاومة **أكبر** من قوة القص لا ينزلق الحجر. وإذا كانت قوة المقاومة **أصغر** من قوة القص ينزلق الحجر لا يكون مستقرا.
- عامل الأمان = مقاومة القص ÷ قوة القص، وحتى تكون مواد السفح مستقرة لا بد أن يساوي عامل الأمان واحدًا فأكثر وإذا قل عن ذلك يصبح خطر الانزلاق قائما
- المتغيرات التي تؤثر في مركبتي القوة وتجعل المواد المكونة للسفح مستقرة أو قابلة للانزلاق:
  1- طبيعة المواد المكونة للسفح: كلما كانت المواد متماسكة أكثر كانت قدرتها على مقاومة الانزلاق أكبر
  2- زاوية ميل السفح: كلما كانت الزاوية أكبر كانت الانزلاق أعلى، الزاوية الحرجة وهي الزاوية التي إذا تخطاها الميل حدث الانزلاق.
  3- نسبة الرطوبة في المواد المكونة للسفح: كلما ازدادت نسبة الماء في المواد المفككة وعلى الأخص الطينية قل تماسكها ونقصت مقاومتها وازدادت فرص الانزلاق.
  4- بعض أعمال البشر: البناء على السفوح شبه المستقرة أو غير المستقرة، او إنشاء الطرق من قطع للجزء السفلي من السفح وجعله على شكل جرف عمودي.

➢ أنواع الانزلاقات الأرضية:

1- الانزلاقات الصخرية وانهيارها: تحدث عندما يكون ميل الصخور في اتجاه ميل السفح. شائع في الأردن مثل طريق عمان – جرش.

2- الزحف: يحدث في مواد السفح غير المتماسكة وليس في الصخور ولكن ببطء ويساعد في حدوثه السفح والأمطار.

3- الانسياب: يحدث في المواد غير المتماسكة وليس في الصخور ولكن بسرعة أكبر من الزحف. ومنها انسياب هشيم الصخر. ويعد من **أخطر أنواع الانزلاقات وأسرعها في الانسياب.**

➢ **حماية البيئة من أخطار الانزلاقات:**

← طرق التلافي والتقليل من خطر الانزلاقات الأرضية:

1- تقليل زاوية انحدار السفح. 2- عدم السماح لكميات كبيرة من المياه بالتجمع في المواد التي على السفوح وذلك بعمل مصارف لها.

3- عدم قطع النهايات السفلى للسفوح.

➢ **الأخطار الكونية:**

- الأخطار الكونية: الكوارث الطبيعية التي تنتج عن اصطدام نيزك أو مذنب بالأرض.
- عنصر الايريديوم: هو عنصر موجود بتراكيز عالية في المواد غير الأرضية كصخور القمر والمريخ والكويكبات والنيازك. وهي دليل على حدوث الأخطار الكونية.

الفصل الثاني: النظم البيئية الطبيعية

➢ **النظم البيئية الطبيعية:**

- النظام البيئي الطبيعي: هو دراسة النظم البيئية الطبيعية بالتعرف الدقيق على المجتمعات الحية التي تعيش معا في بيئات محددة كالغابات أو الصحاري أو البحيرات.
- أهداف دراسة النظم البيئية الطبيعية:
  1- تفهم العلاقات المتبادلة بين أنواع الكائنات الحية التي تعيش في هذه البيئة ومنها الانسان.
  2- توضيح أن النظم البيئية الحيوية تعد من الأمثلة الجيدة على النظم المستدامة.
  3- التعرف على التنوع الطبيعي ومن ثم المحافظة عليه وتذوق جماله وجمال الطبيعة عموما.
- النظم البيئية هي مثال على النظم المستدامة.

➢ **ما هو النظام البيئي الطبيعي؟**

مجموعة من الكائنات الحية التي تعيش في بيئة محددة. ← تتفاعل مع العناصر البيئية غير الحية ومع بعضها بعضًا لتحافظ على استمرارية وجودها ← يكون تفاعل الكائنات الحية مع العناصر غير الحية من خلال دخول وخروج العناصر الكيميائية والطاقة

- تختلف النظم البيئية في حجم النظام البيئي وفي تنوع الكائنات الحية واختلاف المكونات غير الحية فيها وما يؤثر في كل ذلك من تغيرات زمانية ومكانية.
- حدود النظام البيئي:
  1- واضحة مفصولة عن النظام المجاور، كالانتقال من شاطئ محيط صخري الى الغابة.
  2- متدرجًا: كالانتقال من منطقة الأعشاب إلى السفانا ثم إلى الغابات.
  3- نظام بيئي اصطناعيًا: البحيرة خلف السد مثال مختلف عن البحيرة الطبيعية.
- عمليات دخول الطاقة وخروجها وتدوير العناصر الكيميائية من خلال التفاعلات بين مكوناتها الحية وغير الحية.

➢ **مكونات النظام البيئي الطبيعي:**

- المكونات الحية: النباتات، الأشجار، الحيوانات، الحشرات، الفقاريات والكائنات المجهرية (الميكروبات) كالبكتيريا والفطريات.

- المكونات غير الحية: تشمل عوامل عدة تشمل الماء والهواء والتربة مثل كمية الرطوبة ودرجة الحرارة والإشعاع الشمسي والمواد الغذائية والملوحة ونوع التربة والتضاريس.
- المكونات غير الحية تؤثر في المكونات الحية وتتحكم بها وتحدد خصائص النظام البيئي إلا أن المكونات الحية تؤثر في بعض المتغيرات غير الحية عن طريق التجوية وتثبيت التربة وغيرها.

➢ **المجتمعات الحيوية:**

وحدة بناء المجتمعات الحيوية هي **النوع**. والنوع يشمل الكائنات الحية المتشابهة وراثيًا والقادرة على التكاثر وإنجاب الأجيال المخصبة.	يتكون النوع من الأفراد ونطلق على الأفراد من النوع نفسه التي تعيش في مكان واحد في الوقت نفسه **تعداد المجتمع الحيوي:** جميع أنواع الكائنات الحية التي تعيش في منطقة واحدة وتتفاعل مع بعضها بعضًا.	أما النظم البيئية المتشابهة مناخيًا أو المرتبطة مع بعضها بعضًا تدعى **الأقاليم الحيوية** وهي أكثر اتساعًا وتعقيدًا من النظم البيئية الطبيعية.

- الغلاف الحيوي: جميع الأقاليم الحيوية الموجودة على سطح الأرض وفوقه متضافره. ويمكن النظر اليه على انه إقليم بيئي طبيعي هائل يتكون من جميع أنواع الكائنات الحية الموجودة فوق الأرض وتحت سطحها وفي الغلاف الجوي مع بيئاتها المختلفة التي تعيش معها.
- ترتيب أقسام النظام الحيوي هو: النوع، المجتمع، الأقاليم الحيوية، الغلاف الحيوي.

➢ **التركيب الحيوي للنظم البيئية الطبيعية:**

- على الرغم من أن النظم البيئية الطبيعية تختلف إلا أنها تشترك في صفة واحدة وهي **التركيب الحيوي الذي يعتمد على علاقات التغذية بين الأعضاء المختلفة**.
- أي نظام بيئي طبيعي يحتوي على ثلاثة أنواع من الكائنات الحية مرتبطة غذائيًا مع بعضها بعضا وهي:

1- المنتجات 2- المستهلكات 3- آكلات الفتات والمحللات

← المنتجات:

- المنتجات: هي النباتات الخضراء والطحالب التي تقوم بصنع غذائها بنفسها فيما يعرف بعملية **البناء الضوئي**.
- تأخذ المنتجات غاز ثاني أكسد الكربون من الجو بوجود أشعة الشمس والماء وتنتج سكر الجلوكوز الذي يزود المنتجات بالطاقة اللازمة لعملياتها الحيوية مطلقة غاز الأكسجين.
- ثم تقوم بتحويل الجلوكوز إلى مركبات عضوية معقدة تشمل الكربوهيدرات والبروتينات وغيرها تبني بها أنسجتها وأجزائها المختلفة بوجود العناصر الأخرى كالنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكبريت التي تقوم بامتصاصها من مياه التربة أو من الماء مباشرة.
- الكلوروفيل: صبغة خضراء اللون في المنتجات ويستخدم الطاقة الشمسية لإتمام عملية التمثيل الضوئي، وتعرف النباتات التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي بلونها الأخضر.
- هناك أنواع من البكتيريا تحصل على الطاقة بطريقة كيميائية دون حاجة لأشعة الشمس عن طريق اختزال أو أكسدة بعض المركبات الكيميائية مثل بكتيريا الكبريت والنيتروجين.
- جميع المركبات الكيميائية والمواد الموجودة في الهواء والماء والصخور والتربة التي لا ترتبط بنشاطات الكائنات الحية **موادًا غير عضوية**.
- الكتلة الحية: هي المواد العضوية المكونة لأجسام الكائنات الحية والتي يحفظ فيها جزء من طاقة الإشعاع الشمسي. وهي الطاقة المختزنة في المادة العضوية.
- بعض النباتات العليا التي لا تحتوي على الكلوروفيل، ولا تقوم بعملية التمثيل الضوئي **كالغليون الهندي**.
- النباتات الخضراء هي المقومات الأساسية لأي نظام بيئي طبيعي.

- يمكن تسمية المنتجات بالكائنات ذاتية التغذية على خلاف الكائنات التي تعتمد في غذائها على غيرها والمسماة بكائنات غير ذاتية التغذية وهي المستهلكات والمحللات.

← المستهلكات:

- المستهلكات: هي الكائنات التي لا تصنع غذائها بل تتغذى على المنتجات أو على بعضها.
- يتم تصنيف المستهلكات إلى:

المستهلكات الأولية	المستهلكات الثانوية	الطفيليات
- هي الحيوانات التي تتغذى مباشرة على المنتجات **وتسمى بالعواشب أو آكلة الأعشاب.** - وهي تتفاوت في الحجم.	- هي الحيوانات التي تتغذى على المستهلكات الأولية. - يوجد مستهلكات ثلاثية أو رباعية ومستويات أعلى. - تسمى المستهلكات الثانوية والأعلى بآكلات اللحوم أو اللواحم أو المفترسات الضواري. مستهلكات اختيارية: هي التي تتغذى على النباتات والحيوانات معًا. مثل الانسان	- هي التي قد تكون نباتية أو حيوانية والتي تعيش داخل الكائن الحي أو عليه والذي يدعى العائل. - تتغذى عليه فترة من الزمان ولا تقتله بل إلى إضعافه بحيث يموت بسهولة أو تقتله المفترسات دون عناء. - مثال عليها: الديدان كالإسكارس، الثدييات كالخفاش، الحامول أو الهالوك.

← آكلات الفتات والمحللات:

- هي الكائنات الحية التي تتغذى على كالنباتات الميتة كالأوراق المتساقطة والأغصان وغيرها إفرازات الحيوانات وجثث الحيوانات الميتة.
- **من الأمثلة عليها:** دودة الأرض، جراد البحر، النمل الأبيض وخنفس الخشب.
- يمكن تقسيم آكلات الفتات إلى:
  1- آكلات فتات أولية: هي التي تتغذى مباشرة على فتات الكائنات الميتة.
  2- آكلات فتات ثانوية: هي التي تتغذى على آكلات الفتات الأولية.
- المحللات: هي مجموعة مهمة من آكلات الفتات الأولية تحديدا الفطريات والبكتيريا والتي تقوم بتحليل أوراق النباتات وخشب النباتات الميتة أو تعفينها.
- التغذية الامتصاصية: افراز الفطريات والبكتيريا أنزيمات هضمية تعمل على تحلل المادة إلى سكريات أحادية تستطيع امتصاصها كمصدر للغذاء.
- الفطريات والبكتيريا هي غذاء لآكلات الفتات الثانوية كالأوليات وحيدة الخلية.
- تحتل المحللات المرتبة الثانية في الأهمية بعد المنتجات في النظم البيئية الطبيعية؛ لأنها تعمل المواد إلى إعادة المواد الى دورتها الطبيعية.

➢ **السلاسل الغذائية: السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية ومستويات التغذية.**

- السلاسل الغذائية: هي مسارات التغذية في النظم البيئية الطبيعية منها أن الكائن الحي يمكن أن يتغذى على كائن حي ثاني وفي الوقت نفسه يمكن أن يتغذى عليه كائن ثالث ويسمى كل مسار من هذه المسارات بالسلسلة الغذائية.
- الشبكة الغذائية: تشابك أو تداخل السلاسل الغذائية بعضها ببعض. فعلى سبيل المثال تعتمد العواشب في غذائها على أكثر من نوع واحد من النباتات

وفي الوقت نفسه يأكلها العديد من المستهلكات الثانوية أو آكلات اللحوم والنباتات وبالتالي تتداخل السلاسل الغذائية المختلفة مكونة شبكة غذائية.

- مستويات التغذية: هي العلاقة التي تحكم العلاقات الغذائية في النظم البيئية، حيث تتعاقب جميع السلاسل الغذائية فتبدأ بالمنتجات فالمستهلكات فالمحللات.
- خلال أي خطوة من خطوات التغذية يحدث انتقال رئيسي للعناصر الغذائية الكيميائية والطاقة المخزونة من الكائن الحي أو المستوى الغذائي إلى الكائن أو المستوى الغذائي التالي.
- عدد المستويات الغذائية في النظم البيئية الطبيعية لا تزيد عن ثلاثة أو أربعة مستويات على اليابسة وقد تصل الى خمسة في البحار.
- الكتلة الحيوية: المجموع الكلي للطاقة المختزنة في كتلة جميع الكائنات التي تشكل إحدى مستويات التغذية وذلك بأخذ عينات مناسبة من الكائنات ووزنها.

- نتيجة لذلك:

- وجد أن الكتلة الحية في النظم البيئية القارية تنقص بمقدار 90 – 99% عن الانتقال من مستوى غذائي لمستوى غذائي أعلى منه.

- وذلك يتم عن طريق:

1- المنتجات تختزن طاقة الإشعاع الشمسي (طاقة حرارية) بعد تحويلها إلى طاقة كيميائية في الكتلة الحية.
2- المنتجات تستفيد قرابة **1%** من الطاقة الشمسية ويمكن أن تزيد قرابة 5% في أفضل الحالات.
3- عندما تتغذى المستهلكات الأولية على المنتجات يمكنها أن تستفيد من قرابة **10%** من الطاقة المخزونة في المنتجات، وعندما تتغذى المستهلكات الثانوية على الأولية، تستفيد بنسبة **10%** من الطاقة المخزونة في الغذاء الحيواني ويتبدد الباقي 90% على شكل حرارة.

← لو سقطت كمية من الطاقة الشمسية تبلغ 1000000 كيلو كالوري على المتر المربع في السنة في المراعي؟

1- طاقة الأعشاب (المنتجات) = 1000000 x 1% = 10000 كيلو كالوري.
2- طاقة العواشب كالأغنام والأبقار عندما تأكل العشب (المستهلكات الأولية) = 10000(طاقة المنتجات) x 10% = 1000 كيلو كالوري.
3- طاقة الإنسان عندما يأكل الأغنام والأبقار (مستهلك ثانوي) = 1000 (طاقة المستهلكات الأولية) x 10% = 100 كيلو كالوري.

- إذا:

طاقة المنتجات = الطاقة الشمسية x 1%
طاقة المستهلكات الأولية = طاقة المنتجات x 10%
طاقة المستهلكات الثانوية = طاقة المستهلكات الأولية x 10%

- كلما ارتفعنا في المستويات الغذائية يحدث نقصان في الكتلة الحية ويمكن التعبير عن هذه العلاقة بيانيا بما يسمى هرم الكتلة الحية أو هرم التبيؤ.
- سبب نقصان الكتلة الحية عند الانتقال من مستوى غذائي لمستوى أعلى منه هو أن جزءا كبيرا من الغذاء الذي تأخذه المستهلكات لا ينتقل إلى أنسجة أعضائها، بل يخرج على شكل فضلات ويحرق جزء آخر منه في الجسم لحصول المستهلك على الطاقة الكامنة فيه لاستعمالها في أنشطته المختلفة كالحركة والتنفس وبالنهاية يتبدد على شكل حرارة ضائعة تنتقل إلى المحيط المجاور.
- حصول نقصان في الكتلة الحية عند الانتقال الى المستوى الغذائي الأعلى **مهم جدا** في النظم البيئية الطبيعية؛ لأن جميع المستهلكات تعتمد على مدد مستمر من المواد العضوية الجديدة التي تنتجها النباتات الخضراء (المنتجات)، والتي بدونها سينفذ غذاء المستهلكات وستموت جوعا لأن موادها العضوية أو كتلتها لحية سوف تتحطم لتحرير الطاقة المختزنة فيها من أجل استعمالها في نشاطاتها الحياتية المختلفة.
- في النهاية عند موت المنتجات والمستهلكات تقوم المحللات بالتغذي على الكتلة الحية الباقية في المادة العضوية الموجودة فتحللها إلى عناصرها الأولية وتحرر العناصر الكيميائية فيها وتعاد مرة أخرى إلى خزاناتها الأصلية كالتربة والرسوبيات والمياه السطحية والجوفية والمحيطات، حيث تقوم المنتجات مرة ثانية بامتصاصها وتعيدها كتلة حية جاهزة للمستهلكات وبذلك تتشكل دورة مغلقة.

- أما الطاقة التي كانت موجودة في الكتلة الحية في مستوياتها المختلفة فقد استعملتها الكائنات الحية في أثناء حياتها للنمو ونتج عنها الحرارة التي تنبعث إلى الفضاء في أثناء عمليات التنفس.

أهرام التبيؤ:

- هرم التبيؤ: نقصان الكتلة الحية وكمية الطاقة وأعداد الكائنات عند الانتقال من مستوى غذائي إلى مستوى غذائي أعلى منه.
- قاعدة الهرم العريضة تمثل الأعداد الكبيرة من المنتجات وكمية الكتلة والطاقة الكبيرة فيها. أما قمته الضيقة تمثل المستهلكات العليا قليلة الأعداد وقليلة الكتلة الحية والطاقة
- هرم الكتلة الحية: تناقص كمية المادة الكلية الموجودة في أجسام الكائنات الحية لكل مستوى من مستويات الهرم. ينقص هرم الكتلة الحية في نفس اتجاه نقصان هرم الطاقة.
- هرم الأعداد: تناقص أعداد أنواع الكائنات الحية نحو قمة الهرم.

العلاقات غير الغذائية:

- ظاهرة المنفعة التبادلية: هي العلاقة التي يستفيد كلا النوعين بمنفعة متبادلة. مثل المنفعة المتبادلة ما بين الحشرات والأزهار فالأولى تمتص الرحيق والثانية تتلقح.
- العلاقة التكافلية: هي العلاقة التي تكون فيها المنفعة المتبادلة قوية بحيث لا يستطيع الكائنان أن يعيشا منفصلين.
- الأشنيات: هي مثال على العلاقة التكافلية وهي تتكون من كائنين: الفطريات والطحالب. تزود الطحالب بالملجأ بحيث تستطيع أن تعيش في موطن جاف من الصعب أن تعيش فيه لوحدها، بينما تزود الطحالب بالطعام الذي تنتجه في عملية التمثيل الضوئي.

العلاقات التنافسية:

- يتوقع أن يحدث تنافس بين الحيوانات المختلفة للحصول على الغذاء إلا أن هذا التنافس يعد نادرا لأن الأنواع المختلفة من الحيوانات تعيش في مواطن مختلفة وذات أنماط حياتية مختلفة. وحتى إذا عاشت في نفس الموطن يكون التنافس محدودا أو معدوما بسبب أنماط الحياة المختلفة لهذه الأنواع المختلفة.
- ولكن يمكن أن يوجد تنافس عندما تتداخل المواطن أو يكون لها نفس الأنماط الحياتية. على سبيل المثال عندما يدخل نوع من قارة إلى قارة أخرى يحدث تنافس بين هذا النوع الدخيل والنوع الأصلي مما يؤدي إلى هلاك أحدهما وبقاء الآخر.
- الموطن: المكان الذي يعيش فيه نوع محدد ويزدهر فيه ويتحدد بفعل مجموعات النباتات والبيئة الطبيعية السائدة فيه.
- نمط الحيوان الحياتي: يعني ما يأكل الحيوان وأين ومتى يأكل وأين يجد المأوى وأين يبني العش وهكذا.

العوامل البيئية غير الحية:

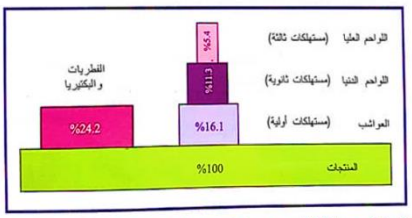
- تتأثر النظم البيئية الطبيعية بالعديد من العوامل الفيزيائية والكيميائية المتداخلة وهي ما تسمى العوامل غير الحية.
- العوامل غير الحية التي تؤثر في النظم البيئية الطبيعية:

1- معدل الأمطار 2- كمية الرطوبة في التربة 3- درجة الحرارة 4- الضوء 5- الرياح 6- الحرائق

7- درجة الحموضة والملوحة 8- العناصر الكيميائية الغذائية 9- التضاريس

- العوامل غير الحية التي تؤثر في النظم البيئية المائية:

1- الملوحة (الماء العذب مقابل الماء المالح) 2- درجة حرارة الماء 3- العناصر الكيميائية الغذائية



الشكل 4.2 : هرم الطاقة الذي يبين نقصانها عند انتقالها من المنتجات إلى العواشب ثم إلى اللواحم العليا. لاحظ أن جزءاً من طاقة المنتجات يذهب إلى المخلات ولا تستفيد منه المستهلكات.

4- المواد المكونة لقاع البحر (صخور أو رمل أو غرين) 5- التيارات البحرية 6- عمق الماء وعكورته (كمية الضوء التي تصل لقاع المحيط)

➢ مدى تحمل الكائنات للعوامل البيئية غير الحية:

- الظرف (العامل) الأمثل: هو مقدار العامل الذي يؤمن الحياة المثلى لذلك الكائن. إذا تدنى هذا العامل أو ارتفع أصبحت حياة الكائن في كرب. لكنه لن يموت إلا إذا كان تغيرا جذريا زيادة أو نقصانا.
- يمكن تمثيل هذا المفهوم بيانيا:

1- درجة الحرارة: درجة الحرارة المثلى هي نقطة قمة المنحنى حيث عدد أفراد ذلك النوع تكون أكبر ما يمكن في مثالنا تساوي 20م.
2- المدى الأمثل: في مثالنا يقع بين 10-32م.
3- مدى التحمل: هو المجال الكلي الذي يستطيع النبات أن يعيش فيه وهو يتراوح ما بين 3 و38م.
4- نهايتي التحمل: المقتان عند الح العلوي والسفلي مدى التحمل (3م هي الحد الأدني و38م هي الحد الأعلى للتحمل)
5- مناطق الاجهاد: هي درجات الحرارة الواقعة ما بين المدى الأفضل ونهايتي التحمل السفلي والعليا أي ما بين 3 و10م وما بين 32 و28م.

➢ قانون العوامل البيئية المحددة:

- العامل المحدد: هو ذلك العامل الفيزيائي أو الكيميائي أو الحيوي الذي يؤدي إلى إعاقة كبيرة في نمو الكائن نموا طبيعيا حتى مع توفر جميع المتغيرات الأخرى اللازمة لعيش ذلك الكائن.
- ومن أمثلة العوامل المحددة غير العضوية الماء نقصانا أو زيادة وعناصر الفسفور والسيلكون للعوالق البحرية، ومنها أيضا أن يكون العامل المحدد منافسا طبيعيا أو مفترسا من نوع آخر. كما هو الحال في المحاصيل الزراعية الذي يكون العامل المحدد حيويا، ومن ناحية أخرى يمكن أن تتعد العوامل الواقعة خارج مدى التحمل الأمثل فتتضافر مسببة إجهادا كبيرا للكائن الحي قد يصل به إلى الموت وتسمى هذه الحالات بالتأثير المتدائب مثل الملوثات التي تؤثر على الكائن الحي فتجعله عرضه للمرض أو للهلاك.

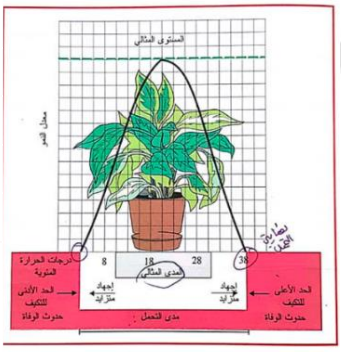
➢ نشأة النظم البيئية الطبيعية:

- من العوامل التي تتحكم في نشأة النظم البيئية:

1- المناخ:

- الطقس: مجموع التغيرات في حالة الجو (درجة الحرارة والهطل) التي تحدث في أثناء فترة زمنية قصيرة.
- المناخ: حالة الطقس (معدل الحرارة والهطل) في أثناء فترة زمنية طويلة نسبيا مثل الفصول والسنين والقرون. ويختلف المناخ من منطقة لأخرى تبعًا لتغير درجة الحرارة والهطل.
- تتغير درجة الحرارة على سطح الأرض تبعا لأسباب عدة وهي:

1- زاوية سقوط الشمس: التي هي بدورها تابعة لخط العرض على سطح الأرض، حيث أن درجة الحرارة تتناقص من خط الاستواء نحو العروض الأعلى.
2- تتغير الحرارة تبعا للوقت من اليوم: فهي أعلى في منتصف النهار.
3- تتغير تبعا للفصل من السنة: حسب ميل دوران الأرض قربا في فصل الصيف أو بعدا في فصل الشتاء عن الشمس.
4- التضاريس: تنقص درجة الحرارة بمعدل 6.5 درجة مئوية لكل 1000م ارتفاعا. تبعا لذلك تتغير أنواع النباتات.



الشكل 8.2 : تتحكم الحرارة في نمو وبقاء أو هلاك الكائنات الحية

- الهطل متفاوت من منطقة لأخرى:

1- يتراوح ما بين الصفر في بعض الصحاري إلى أكثر من 400 سم/سنة في بعض المناطق الاستوائية والموسمية.
2- التوزيع: حيث يسقط بشكل متساوي طوال العام كالمناطق الاستوائية أو قد يسقط خلال شهور الصيف فقط كالمناطق الموسمية.

- غالبا ما يحدث تداخل بين درجات الحرارة وكمية الأمطار وأوقاتها مما يسبب **التباين في المناخ السائد** في المناطق المختلفة. وتبعا لذلك تنشأ ظروف فيزيائية وكيميائية متباينة تؤدي إلى نشأة أنماط مختلفة من النظم البيئية.
- الأنظمة البيئية الرئيسية: 1- الغابات 2- المراعي 3- الصحاري
- كمية الامطار السنوية هي العامل المحدد لهذه الأنظمة البيئية.

- نظام الغابات يحتاج 110سم/السنة على الأقل، إذا تدنت كمية الأمطار إلى 75 سم/السنة تعرضت نباتات الغابة للإجهاد. ونتيجة لذلك تستبدل أشجار الغابة بالأعشاب التي تبلغ نهاية تحملها السفلى 25 سم/سنة.
- إذا قلت كمية الأمطار عن ذلك تموت الأعشاب وتستبدل بالنباتات الصحراوية كالأنواع المختلفة من الصبار التي يمكن أن تعيش إذا توفرت كمية من الأمطار تتراوح ما بين 5 إلى 10سم/سنة.

- ماذا عن دور درجة الحرارة؟

1- تعمل على تحديد نوع الكائنات الحية بداخل النظام البيئي الواحد.

- مثال على ذلك: أن أنواع الأشجار ذات الأوراق العريضة دائمة الخضرة لا تستطيع أن تتحمل درجات حرارة التجمد، فلذلك تسود في المناطق الاستوائية أو المدارية.
- أما في المناطق التي يحدث تجمد تجمد الماء فيها في فصل الشتاء، فتسود الأشجار المتساقطة الأوراق. إذ تسقط أوراق هذه الأشجار في فصل الخريف لكي تتحمل درجات حرارة التجمد في الشتاء التالي.
- الأشجار الصنوبرية ذات الأوراق الإبرية التي تستطيع تحمل ظروف الانجماد تسود في المناطق التي يكون فيها الشتاء طويلا وقاسيا والصيف قصير.

← التندرا:

- تحدث في مناطق الانجماد السنوي الدائم تتجمد طبقة التربة السفلى طول العام مما يمنع نمو الأشجار لأن جذورها لا تستطيع اختراق التربة عميقا للحصول على العناصر المغذية ولكن تتمكن بعض أنواع الأعشاب والنباتات المزهرة الصغيرة من النمو في التربة العليات فوق مناطق الانجماد الدائم.
- عند استمرار انخفاض درجة الحرارة يستبدل نظام التندرا بنظام الثلج الدائم والغطاء الجليدي.

2- المناخ المحدود والعوامل غير الحية الأخرى:

- المناخ المحدود: الظروف المناخية التي تسود موقعا محددا من المنطقة الكلية.
- مثال على ذلك: تستقبل المنحدرات المقابلة للجنوب في نصف الكرة الأرضية الشمالي كمية من أشعة الشمس أكبر من تلك التي تقع فوق المنحدرات الشمالية. وبالتالي المنحدرات الجنوبية أكثر دفئا وجفافا من الشمالية.
- يؤثر المناخ المحدود على العوامل غير الحية التي تؤثر في الأنظمة البيئية وهي:

1. نوع التربة على سطح الأرض

- مثال على ذلك: التربة الرملية التي تحتفظ بكمية قليلة من الرطوبة (أو مياه التربة) بينما تحتفظ التربة الطينية أو التربة الحمراء بكمية أكبر من الرطوبة بالتالي تختلف أنواع النباتات.

2. مقدار انحدار سطح الأرض:

- مثال على ذلك: المنحدرات الشديدة لا تتكون فيها التربة بسبب الانجراف بفعل الجاذبية وبالتالي لا تنمو فيها الأشجار باستثناء بعض الأعشاب
- تمتاز المناطق ذات الانحدار القليل أو المستوية بتربة سميكة نسبيا وبالتالي يمكن أن تنمو فيها الأشجار.

3- العوامل الحية:

- يمكن أن تؤدي العوامل الحية الى صياغة شكل النظام البيئي.

- مثال: لا تعيش الأعشاب في المناطق التي تسقط الأمطار فيها بمعدل يزيد على 75سم/سنة. ولكن إذا كانت كمية الأمطار كافية لنمو الأشجار فلا تتاح الفرصة للأعشاب.
- العامل الذي حد من نمو الأعشاب هو المنافسة مع الأشجار الأطول.

4- العوائق الطبيعية:

- هو وجود عائق طبيعي مثل المحيط أو الصحراء أو سلسة جبلية لا يستطيع ذلك النوع عبورها.
- تكون الأنواع التي تشكل المجتمعات في القارات المتباعدة أو الجزر المعزولة مختلفة عن بعضها البعض من أن المناخ نفسه يسود فيها.
- هذا يؤدي إلى بعض الاختلافات بين النظم البيئية المتباعدة.

➢ **اتزان النظم البيئية واختلالها:**

- ازداد معدل الانقراض بسبب نشاطات الإنسان المختلفة. فقدان التنوع الحيوي بفعل نشاطات الإنسان يبلغ حاليا 17500 نوع في كل سنة وهو متزايد مع الزمن.
- نشاطات الانسان التي تؤدي الى الانقراض:

1- التلوث 2- ادخال أنواع غريبة الى النظم البيئية الطبيعية 3- القضاء على الحيوانات المفترسة 4- تغيير مناسيب مياه البحيرات والأنهار

5- زيادة كميات المغذيات الكيميائية التي تصل الى البحيرات 6- الصيد الجائر 7- تدمير النظم البيئية الطبيعية من اجل استعمالها في العمران.

- النظام البيئي متزن ديناميكيا أي أنه يوجد اتزان بين تعداد الأنواع المختلفة التي تعيش فيه واتزان آخر بين كل نوع وبين العوامل البيئية غير الحية.

➢ **اتزان النظم البيئية الطبيعية هو اتزان في السكان:**

- يعيش كل نوع في النظم البيئية على شكل **تعداد** وهي مجموعة متكاثرة من أفراد النوع.
- لكي يستقر استقرار أي نظام بيئي خلال فترة زمنية طويلة، يجب أن يبقى كل نوع من الأنواع ثابتا في العدد والتوزيع الجغرافي.
- يتم ذلك عندما يتساوى معدل التكاثر مع معدل الوفيات. وتبعا لذلك تعتمد مشكلة اتزان النظم البيئية على مشكلة اتزان معدل الولادة مع معدل الوفاة.

➢ **الإخصاب الكامن مقابل المقاومة البيئية:**

- يعتمد تكاثر المجتمعات على عاملين هما: 1- الإخصاب الكامن 2- المعافاة (فرص النجاة)
- الإخصاب الكامن: عدد النسل (مواليد وبيوض وبذور وحبوب لقاح) التي يمكن لنوع ما أن ينتجها في أحسن الظروف وهو مختلف لكل نوع تقريبا.
- مثال: قد يكون أقل ولادة واحدة في السنة لبعض الثدييات، أو قد يكون يبلغ الملايين للعديد من النباتات أو اللافقاريات أو الأسماك.
- المعافاة: نجاة الصغار أولا لتصبح جزءا من التجمعات القابلة للتكاثر وهذا يحدد عدد الأجيال القادمة.
- الفرق بين الإخصاب الكامن والمعافاة:

- الأسماك تضع أعدادا كبيرة من الأبيض لأن فرصة نجاتها أو معافاتها قليلة جدا فعلى الرغم من الإخصاب الكامن العالي للأسماك إلا أن زيادة التجمع السمكي يمكن أن تكون صفرا بسبب انخفاض المعافاة وفي حالة القرود نجد أنها تضع عددا محدودا من المواليد بسبب نسبة نجاتها العالية أو معافاتها العالية.

- من العوامل التي تتحكم في نمو المجتمعات وفي توزيعها الجغرافي:

1- مقدرة الحيوانات على الهجرة أو البذور على الانتشار إلى أماكن سكن أخرى
2- القدرة على التكيف وغزو أماكن سكن جديدة
3- طرق الدفاع المختلفة

4- طرق مقاومة الظروف الصعبة والأمراض

- انفجار في أعداد التجمعات: عندما يكون النمو للتجمعات أسيا كبيرا حيث توجد إمكانية لكل نوع أن يزيد اعداده اذا توفرت الظروف المثلى له.
- نادرا ما يحدث انفجار في الأعداد بسبب العوامل الحية غير الحية التي تعمل على تقليل أعداد التجمعات.
  - العوامل الحية: المفترسات والطفيليات والمنافسات وقلة الطعام.
  - العوامل غير الحية: درجة الحرارة والرطوبة (كمية الماء) والضياء الملوحة ودرجة الحموضة pH ونقص العناصر الكيميائية المغذية.
- المقاومة البيئية: محصلة جميع العوامل الحية وغير الحية التي تحد من زيادة أعداد التجمعات.
- الإخصاب الكامن للأنواع يعد ثابتا الى حد كبير لأنه يعتمد على الصفات الوراثية للنوع ولكن الذي يتغير هو المعافاة.
- في الفترات الأولى من النمو تكون الأفراد أكثر عرضة للافتراس أو المرض أو لقلة الطعام أو المواد الغذائية، أو الماء، أو للظروف القاسية. تقلل المقاومة البيئية من المعافاة.
- إذا كانت المعافاة تساوي مستوى التبديل (أي أنها تكفي لتعويض النقص من خسارة الأفراد البالغين)، فإن حجم التجمع سيبقى ثابتا.
- إذا كانت المعافاة غير كافية لتعويض النقص في أعداد التجمع فإن التجمع سينقص.

➢ **التعاقب البيئي:**

- تتعرض المناطق الطبيعية الى اضطرابات (أو تغيرات سلبية) وهذه الاضطرابات قد تكون طبيعية كالعواصف والحرائق.
- تكيفت الكائنات الحية مع الاضطرابات الذي يمكن للبيئة أن تستفيد من هذه التغيرات السلبية على المدى الطويل.
- للحرائق الطبيعية عدة فوائد منها: أن الأشجار في الغابات التي لم تتعرض للحرائق قد تضعف فتصبح معرضة للآفات الحشرية والأمراض ، بينما تزداد مقاومة النباتات المتبقية بعد الحرائق لهذه الآفات والأمراض.
- التعاقب البيئي: الانتقال المنظم من مجتمعات حيوية معينة الى مجتمعات حيوية أخرى.
- ما يحدث خلال التعاقب هو أن يحل مجتمع حيوي محل آخر تدريجيا مع الزمن وهذا الثاني يحل محله ثالث وقد يحل مجتمع رابع محل الثالث.
- يكمن سبب حدوث التعاقب البيئي في التغير الذي يطرأ على البيئة الطبيعية بفعل نمو المجتمع الحيوي نفسه، بحيث تصبح المنطقة مناسبة لعيش مجموعة جديدة الأنواع. وفي الوقت نفسه تصبح أقل تناسبا مع المجتمع الحيوي الحالي أي الذي كان أصلا.
- الذروة البيئي: هي المرحلة التي يستقر بها التعاقب البيئي ويتم الاتزان ما بين جميع الأنواع والبيئة الطبيعية.
- مجتمعات الذروة: هي التجمعات الحيوية المستقرة (أو الناضجة) ويمتاز نظام الذروة بأنه:

1- ذو مقاومة عالية للتأثيرات السلبية 2- ذو تنوع حيوي عال 3- غني بالمواد الغذائية والعضوية 4- يظهر درجة عالية من الانتظام

- حتى أنظم الذروة قد تتعرض للتغير إذا ما حدثت تغييرات جذرية في المناخ أو دخول أنواع جديدة أو إزالة أنواع قديمة من النظام البيئي.
- التغير يكون بطيئا في أنظمة الذروة إذا ما قورن بالتغير في المراحل الأولى من التعاقب البيئي حيث قلة التنوع الحيوي.
- يوجد نوعان للتعاقب البيئي: 1- تعاقب بيئي أولي 2- تعاقب بيئي ثانوي

التعاقب البيئي الأولي	التعاقب البيئي الثانوي
• التعاقب الأولي: هي عملية الغزو الأولية لكائنات حية للمنطقة ثم الانتقال من مجتمع حيوي الى المجتمع التالي. • مثل: غزو الأنواع النباتية التدريجي لصخور جرداء حتى تصبح في النهاية مغطاة بغابة تتبع لنظام بيئة الذروة.	• يحدث هذا التعاقب عند إزالة الغطاء النباتي من منطقة ما بفعل الحرائق أو الأعاصير أو الفيضانات أو حتى بفعل البشر وأصبحت المنطقة جرداء إلا من التربة فإن النظام البيئي المجاور للمنطقة يمكن أن يعاود تدريجيا خلال مراحل محددة ومتعاقبة ولكن ليس فجائيا. • أول ما يظهر في المنطقة الخالية من الغطاء النباتي هو أنواع تختلف عن تلك التي كانت تعيش من قبل وغالبا تكون من الحشائش التي تستطيع العيش في الظروف

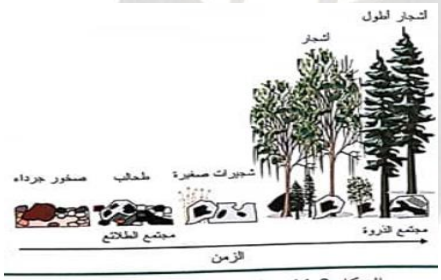
• بعض أنواع الطحالب يمكن أن تتكيف مع هذه البيئة وتسمى أول الأنواع التي تظهر في المنطقة الطلائع.	الصعبة مثل قلة الماء والظل ودرجة الحرارة المرتفعة. • بعد ذلك تظهر الأعشاب والحشائش الأطول التي تحل محل الأقصر ويعقب ذلك ظهور الأشجار الأطول. مما يؤدي الى تكون غابة من الأشجار تخلو من الأنواع التي ظهرت أولا وتصل الى مجتمع الذروة.

← التعاقب الأولي:

- بعض أنواع الطحالب يمكن أن تتكيف مع هذه البيئة وتسمى أول الأنواع التي تظهر في المنطقة الطلائع. ويوجد لهذه الطحالب حبوب لقاح صغيرة جدا يمكن ان تستقر وتلقح في الشقوق الضيقة في الصخور.وهي سريعة النمو بالإضافة الى قدرتها على تحمل الجفاف إذا دخلت في حالة السبات.
- مع إضافة أي كمية ولو قليلة من المياه، تنمو الطحالب وتشكل في النهاية حصيرة تعمل على تجميع حبات التربة المتكونة في جوية الصخور. فهي تفرز حموضا عضوية تعمل على إذابة الصخور تحتها وتحويلها تدريجيا الى تربة.
- عند تحلل الطحالب نفسها تنتج مواد عضوية تشترك في تكوين التربة وبذلك تتكون طبقة رقيقة من التربة تعمل الطحالب على تثبيتها فوق سطح الصخور. وهذه بدورها تشكل مكانا مناسبا لتجمع بذور النباتات الأكبر والاحتفاظ بالمياه اللازمة لنمو هذه النباتات.
- بنمو هذه النباتات الكبيرة ثم تحللها بعد موتها تتوفر المادة العضوية اللازمة لتكون طبقة أسمك من التربة حيث تتمكن الأشجار الصغيرة من النمو فيها. بعدها تنمو الأشجار الكبيرة مشكلة في النهاية الغابة التي تتبع لنظام الذروة.
- أثناء ظهور النباتات الكبيرة ونموها يؤدي سقوط أوراقها وأغصانها بالإضافة الى حجبها لأشعة الشمس الي القضاء على الطحالب (الطلائع) والشجيرات الصغيرة.
- يمكن حدوث التعاقب البيئي الأولي في أماكن متعددة فوق سطح الأرض حيث توجد الصخور الجرداء المتكونة بفعل الطفوحات البركانية، أو الانزلاقات الأرضية أو الزحف الجليدي، أو تكون الجزر البركانية أو حتى الحث الكامل لغطاء التربة أو فوق كثبان رملية.
- خلال جميع مراحل عملية التعاقب النباتي تصبح إمكانيات الموقع مختلفة بالنسبة للحيوانات، فيحدث تعاقب على أنواع الحيوانات يصاحب التعاقب النباتي.

➢ التنوع الحيوي خلال التعاقب البيئي:

- تمتاز المراحل الأولى من التعاقب البيئي بظهور أنواع متعددة من النباتات.
- تبلغ قمة التنوع الحيوي في المراحل الوسطى من التعاقب البيئي إذ تظهر أنواع متعددة من الأشجار مختلفة الحجم فتمتاز الغابة بحزم متعددة من أنواع الأشجار المختلفة.



الشكل 11.2: مراحل التعاقب البيئي الأولي

نتمنى لكم كل التوفيق.