المحاضرة الاولى مدخل لمادة التلوث النظام البيئي مكوناته وأنواعه وأجزائه ومميزاته بعض الامثلة عن النظم البيئية طرق انتقال الطاقة والتوازن والاختلال في النظم البيئية ،مصادر تهدد الانظمة البيئية ومكونات توازن النظم البيئية.

## مدخل لمادة التلوث

التسارع في النمو السكاني والزيادة في عدد سكان العالم أحدث نمو سريع و توسع هائل في القطاع الصناعي والزراعي والتجاري في القرن الماضي من اجل تحقيق الاكتفاء لسكان العالم. وقد أحدثت الزيادة في عدد السكان الى زيادة في استهلاك مصادر الطاقة والذي كان مصحوباً بتراكم النفايات. مما زاد في الضغط على البيئة الطبيعية والى احداث تحولات في تكوين الغلاف الجوي والتربة وموارد المياه كافة. و هذه الامور مجتمعة عملت بدورها إلى خلل في النظام الطبيعي وتدهور البيئة. وكلما ازدادت الكثافة السكانية في مكان ما اصبح المجتمع البشري أكثر عرضة للتغير الطبيعي وخاصة للتغير البيئي.

إن ملاحظة التلوث بالعين المجردة يعد من الامور التي تحمل الكثير من الصعوبة، لذلك يشق على العاملين في هذا المجال الكشف عن التدهور في بدايات حدوثة، والذي تسبب في تجاهل القضايا البيئية. ومع التطور العالمي ونضج الوعي العام بدأ القلق بشأن حالة البيئة المحلية والعالمية والذي نما بشكل كبير في منتصف القرن الماضي. وقد جذب تلوث الهواء والماء والتربة حرص الكثير بسبب تأثيراته السلبية المباشرة وغير المباشرة على المناظر الطبيعية والنظام الإيكولوجي متمثل بالأنهار والبحيرات والجداول ومياه العيون والاراضي الرطبة والاراضي ذات الأعشاب والغابات واراضي المراعي المناطق الاثرية والجزء الاهم تأثيرها علي الصحة البشرية. لذلك اخذت الاصوات تتعالى وبدا الوعي ينتشر عن طريق نشرات تثقيفية علمية اوائل النشرات البارزة التي ناشدت العالم إلى الانتباه في الاستخدام المستمر للمبيدات الحشرية الخطرة مثل ثنائي كلور ثنائي فينيل ثلاثي كلور وايثان dichloro diphenyl trichloroethane(DDT) والتي اعلنها الدكتور راشيل كارسون عام (1962) ثم تتابعت النداءات محذرة ومنذرة وقد أشعل النقاش حول أمور البيئة الكثير من الجدل. وبالاعتماد على واحد من نماذج المحاكاة الحاسوبية الأساسية، توقع الباحثين في هذا المجال الى حدوث تدن كبير في قدرة الأرض على حفظ الحياة في المستقبل خلال فترة زمنية 100 عام بسبب الزيادة المتسارعة في عدد سكان العالم والنمو المصاحب للاستهلاك والتلوث البيئي. وقبل نهاية القرن الماضي زاد التركيز على الجانب البيئي وعلى النموالسكاني والعناصر الثقيلة و على الاسراف في استعمال مبيدات الآفات، ثم توسع النقاش في نهاية القرن ليشمل الضباب الدخاني المنبعث من المصانع والأمطار الحامضية التي يسببها والنشاط الإشعاعي و مشكلة القرن ثقب الأوزون وتأثيره على الاحتباس الحراري والتنوع البيولوجي.

عالمياً كان هناك ازداد في عدد التخصصات التي تدرس علوم البيئة ومشاكلها كالجيولوجيا والجيوكيمياء والهيدرولوجيا وعلوم التربة وفي الهندسة المدنية والهندسة الزراعية مجموعة من الابحاث الموجهة بيئيا، والتي اثمرت عن فتح واصدار العديد من المجلات العلمية المختصة في مجال علوم البيئة من المجلات الدولية المتخصصة في مجال التلوث البيئي، مجلة التلوث البيئي الزيفر (1970).وفي مجال تلوث المياه والهواء والتربة مجلة كلوير وتسمى الآن سبرينغر (1971) ومجلة جودة البيئة والعديد من المجلات مثل مجلة الجمعية الامريكية لعلوم التربة ومجلة الجمعية الامريكية للعلوم الزراعية مجلة جمعية علوم المحاصيل الامريكية جميعها في عام (1972).وذاك خير دليل على الاهتمام العالمي بهذا الشأن.

وعالمياً تم انشأ وزارات تعنى بأمور البيئة بالإضافة الى وكالات حكومية وجمعيات لتزويد اصحاب القرار بمستجدات التغيرات في البيئة الغاية منها وضع سياسات فعالة لحماية وتحسين النظام البيئي من خلال منع

د.ياسر حمود الجنابي

التلوث البيئي ومكافحته والحد منه. وقد أنشأت الأمم المتحدة برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومقره في نيروبي، كينيا عام (1972). وفي عام (1991)، تأسست الوكالة الأوروبية للبيئة التي تتبع الاتحاد الأوروبي ومقرها كوبنهاغن، الدانمرك. لقد انجز الكثير من أجل تقليل من التلوث البيئي او الاثار الناجمة عنه والذي عكس تقييم الأمم المتحدة للنظم الإيكولوجية (2005) وجوب اجراء تغييرات كثيرة للحد من التدهور البيئي.

## ❖ النظام البيئي

الان يجب أن نتعرف على النظام البيئي ومكوناته وما هو التلوث

يمكن الاشارة الى النظام البيئي على أنه مساحة من الطبيعة، وتضم هذه المساحة المكونات الحية متضمنة الكائنات الحية التي تعيش في ذلك النظام كالإنسان والحيوانات وكذلك النباتات بأنواعها، ومكونات غير حية، تشمل عوامل مائية وعوامل جوية مثل الضوء والحرارة.

ويعد النظام البيئي هو الوحدة الأساسية (اللبنة الاساس) في علم البيئة، والنظام يضم مساحات متنوعة كالغابة او البحيرة او البركة المائية الصغيرة الصحراء الممتدة والمدينة المزدحمة والحقول الراعية، ويعتمد النظام البيئي على التفاعل الحيوي لمكوناته الحية وغير الحية في نفس البيئة، وذلك للوصول لحالة من التوازن البيئي المستقر.

فالنظام البيئي هو عينة مصغر عن البيئة في مظاهرها المختلفة، والنظم البيئية تضم مكونات حية واخرى غير حية، مرتبطة مع بعضها البعض وتعمل بشكل مستقل عن الآخر في حلقة متكاملة من مستويات الطاقة يكمل بعضها البعض، فالإنسان والحيوان هما بحاجة للأوكسجين المهم الضروري في عملية التنفس والنباتات هي التي تنتج الأوكسجين بالبناء الضوئي، و يطرح الإنسان والحيوان ثاني أوكسيد الكربون الذي يحتاجه النبات للنمو، وللأنظمةِ البيئية أنواع مفتوحة وهي التي تحتوي على كافة المكونات البيئية وكذلك أنظمة منغلقة تفتقر إلى أحد المكونات، والأمثلة على هذه النظم كثيرة ومنتشرة في جميع أنحاء الأرض، ومع ذلك يحدث خلال في التوازن البيئي بسبب عدة عوامل اهمها الانسان ونشاطاته.

## ❖ مكونات النظام البيئي

يمكن تجزئة النظام البيئي إلى جزأين أساسيين هما

- المكونات غير حية، ويشمل عوامل طبيعية تؤثر على حياة الكائنات الحية، وهذه العوامل تقوم بحصر منطقة تواجد الكائنات الحية وأيضًا نوع الكائنات في مناطق مختلفة، وتحدد نوع العلاقة بين هذه الكائنات، هذه العوامل تشمل :
  1. عوامل المناخ، مثل الحرارة والضوء والضغط والرطوبة والرياح والغازات.
  2. عامل المياه، ويشير الى مواقع و تواجد المياه العذبة والمياه المالحة في مختلف البيئات، وكذلك كميات الماء الموجودة في اليابسة.
  3. عوامل التربة، وتلعب عوامل التربة دورًا كبيرًا في تحديد نوعية الكائنات التي تعيش عليها، وتضم تركيب التربة وموقع التربة نفسها، وكميات المواد العضوية والمواد غير العضوية الموجودة، ونسب الرطوبة، وموقع لتربة والتركيب الجيولوجي للتربة.
- المكونات الحية، وتعرف المكونات الحية في أي نظام بيئي بالعوامل الحيوية، وهي كل ما هو حي بالنظام، مثل الحيوانات والإنسان والنباتات وحتى الكائنات الدقيقة، والمجتمع الحيوي، هو الاسم الذي يطلق على النظم البيئية التي ترتبط الكائنات فيها بعلاقات متبادلة. ويمكن تقسيم هذه العناصر إلى ما يلي:

د. ياسر حمود عكرش الجنابي

1. **كائنات مُنتجة** : ويقصد بها أيّ كائن حيّ ذاتي التغذية أي الكائنات التي تصنع غذائها بنفسها دون الحاجة للكائنات الأخرى في تغذيتها ومثل النباتات بأنواعها وبعض انواع الطحالب.
2. **كائنات مستهلكة** : وهي الكائنات التي تعتمد في تغذيتها على الكائنات الحيّة الأخرى كالنباتاتٍ، ومن امثلتها الانسان والحيوانات.
3. **كائنات مُحلّلة**: هي العناصر التي تُحلّل بقايا وجثث الكائنات الحيّة من خلال تحرير وإفراز مواد تُفكّك التركيبة الكيماوية للمادة العضوية للكائنات، وذلك من أجل استغلالها مرّة أخرى من قبل كائنات أخرى كالنباتات مثل: البكتيريا، والفطريات. كما يُقصد بها أيضاً بأنه التفاعل المنظّم والدائم بين عناصر النظام البيئّي، وما ينتج عن هذا التفاعل من توازن بين عناصر البيئة ويعد الإنسان وأحد من أهم المكونات الحية المستهلكة المتواجدة بالنظام البيئي والمؤثرة فيه، وقد يكون سبب رئيسي في اختلال توازن النظام بتدخله بشكل سلبي، حين يقوم بعض البشر بإفساد الغطاء النباتي والرعي العشوائي وتلويث مصادر المياه والهواء، ولكن يمكن للإنسان أن يلعب دور مهم في إعادة التوازن للبيئة من خلال إنشاء الحدائق والتشجير المستمر في البيئات الصناعية، وإنشاء محميات طبيعية للحفاظ على الحياة الحيوانية والنباتية.

## ❖ أنواع النظام البيئي

يمكن تقسيم النظام البيئي الى قسمين اساسيين وموجوعة اجزاء
تقسم الأنظمة البيئية في العالم على نوعين رئيسيين، وهما:

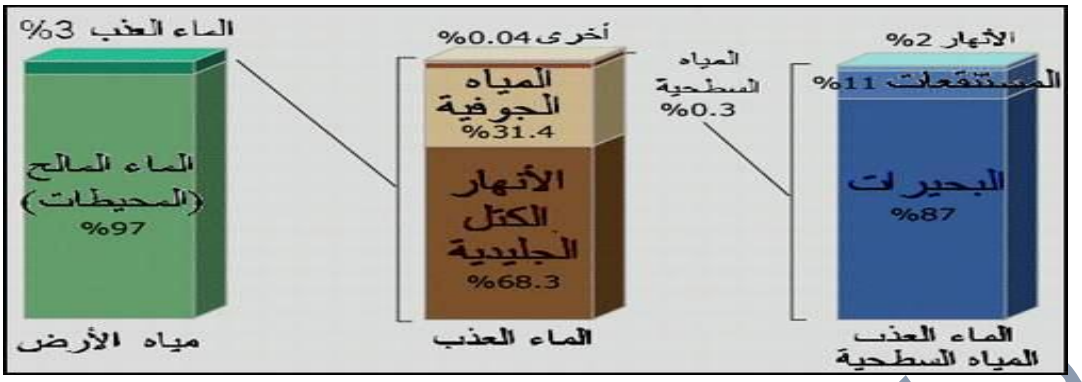
1. النظام المفتوح هو نظام يحتوي على كل مكونات النظام البيئي، المكونات الحية وغير الحية نوع النظام الذي يتفاعل مع البيئة المحيطة.
2. النظام المغلق وهو النظام البيئي الغير متكامل أو المغلق، وهذا النظام قد ينقصه أحد المكونات الحية أو غير الحية، أو حتى أكثر من مكون، ولا تصل الشمس لهذا النظام، ويفتقر لبيئات منتجة مثل البحار والمحيطات.

## ❖ اجزاء النظام البيئى

يشمل النظام البيئي مجموعة من الاغلفة والتي تكون بمجملها النظام البيئي وتحيط بالأرض اربعة اغلفة رئيسية متكاملة في عملها وتشمل:

1. **الغلاف المائي** : والذي يضم كل صور المياه المتواجدة على سطح الارض ما نسبته 70% من سطح الأرض متمثلا بجميع البحار والمحيطات بالإضافة الى جليد قطبي الكرة الأرضية وقممها الجبلية، و لمياه المخزّنة في طبقات الصخور، فهي تعتبر واحدة من مكوّنات الغلاف المائي .يتصف كوكب الأرض عن باقي كواكب المجموعة الشمسيّة بوجود الغلاف المائي فيه اذ تألف المياه نسبة 78% من إجمالي المساحة الكلية فوق سطح الكرة الأرضيّة، والذي يعد المورد الطبيعيّ الأكثر اهمية على الإطلاق نظراً لأهميته للحياة وايضاً لاحتوائه على ثروات عظيمة، ويتميز الماء بأهميةٍ بالغةٍ للكائنات الحيّة الموجودة فوق سطح الكرة الأرضيّة وباطنها إذ يعتبر مكوّناً أساسياً لأجسادها، ويتكوّن الماء من ذرتي هيدروجين وذرة أوكسجين .مكوّنات الغلاف المائي يتكوّن الغلاف المائي من مختلف أشكال المسطحات المائيّة، كالمحيطات، والبحار، والأنهار، والأمطار، وتشكل المياه المالحة ما نسبته 96.5% من الغلاف المائي، أما نسبة الماء العذب، فتشكل حوالي 3%، أما المياه الجوفية، فتشكّل النسبة الباقية.

د. ياسر حمود عبرس الجنابي




شكل (1) نسب توزيع الماء على سطح الارض

2. <u>الغلاف الصخري</u>

يؤلف الغلاف الصخري ما نسبة 29% من مساحة الأرض، وهو يشمل اليابسة وهنا نشير الى التربة. ويشكل الغلاف الصخري الغطاء الخارجي الأرضي الصلب الذي يكون القارات وقيعان المحيطات، ويُسمّى الغلاف الصخري بالقشرة الأرضية، ويتكون من طبقات متباينة السمك من الصخور، حيث يزداد سمكها على اليابسة وخاصة تحت المناطق المرتفعة بينما يقل سمكها في قيعان المحيطات. ويبلغ سمك القشرة الأرضية 45 كم وقد يصل الى 60 كم تحت الجبال العالية، التركيب الصخري للقشرة الأرضية تتكوّن القشرة الأرضية كيميائياً من 91 عنصراً، معظم هذه العناصر نادر الوجود وبعضها شائع. وتتركز عناصر القشرة الأرضية الأكثر انتشاراً في تسعة عناصر، وهي تكوّن 98% من وزن القشرة الأرضية، حيث يُمثّل الأوكسجين مانسبتة 50% منها تقريباً أيضاً تحتوي على عناصر نادرة حرة كالذهب والفضة والبلاتين والنحاس والكبريت. وتوجد هذه العناصر التي تتكون منها القشرة الأرضية على شكل مركّباتٍ متجانسةٍ تُعرف بالمعادن، حيث وجد العلماء أن اتحاد واندماج المعادن مع بعضها البعض يُنشئ ما يسمى بالصخور، وفي بعض الأحيان قد يتركّب الصخر من معدن واحد كالرخام.

## أنواع صخور الغلاف الصخري

تمكن العلماء والباحثين من تقسيم الصخور بناءً على أصل نشأتها إلى ثلاث مجموعات كالآتي:

- **<u>الصخور النارية أو الصخور الأولية:</u>** وهي الصخور التي كانت منذ بداية تكوينها منصهرة، ثم تأثرت بعوامل البرودة فتصلّبت. وتُعتبر الصخور النارية الأصل الذي بدأ منه تكوُّن باقي الصخور، حيث تتكون هذه الصخور من بلورات المعادن المختلفة ذات التماسك الشديد. وتتميّز الصخور النارية بأنها ذات صلابة كبيرة، كما أنها عديمة المسام بحيث لا تسمح للمياه بالتسرب من خلالها، ولا تحتوي على أثر من الحياة (أحافير) لأنها صخور تكوّنت بفعل الحرارة الشديدة. وتنقسم الصخور النارية من حيث تكوينها وأصل نشأتها إلى ثلاثة أنواع، كالآتي:
- **الصخور النارية الجوفية**: وهي صخور كاملة التبلور كبيرة الحبيبات ومتناسقة الترتيب، تكوّنت نتيجةً لتصلّب المادة المنصهرة في أعماقٍ بعيدةٍ عن سطح الأرض بشكل بطيءٍ جداً، مما سمح لعوامل

د. ياسر حمود الجنابي

الضغط والحرارة بإحداث عمليات تبلورٍ تام لمكونات المواد المنصهرة وذلك نتيجة للتبريد البطيء والضغط المستمر. ومن الأمثلة على الصخور النارية الجوفية صخر الجرانيت.

- **الصخور النارية المتداخلة**: وهي صخور غير كاملة التبلور وذات بلورات معدنية كبيرة الحجم ومبعثرة في وسط نسيج حبيبات المعادن الدقيقة والتي تُكوِّن كتلة الصخر، حيث تكوّنت هذه الصخور نتيجة اندفاع الصهير داخل القشرة الأرضية، ثم اندمجت مع صخور المنطقة وقد تعرّضت لعوامل البرودة بسرعةٍ نسبية.
- **الصخور البركانية الخارجية**: وهي صخورٌ ذات شكل بلوري، تكوّنت نتيجة تصلب كتل الصهير التي قذفتها أفواه البراكين، حيث تتصلب هذه الكتل المنصهرة بسرعة كبيرةٍ نتيجةً لتعرضها للجو مباشرةً.
- **الصخور الرسوبية**: وهي الصخور التي تشكلت على سطح الأرض أو بالقرب منه عن طريق تراكم وتصريف المواد المترسبة، والصخور الرسوبية هي الصخور الأكثر شيوعاً بين الصخور التي تكون مكشوفة على سطح الأرض ولكنها ليست سوى مكون ثانوي من القشرة بأكملها، حيث إن أغلب صخور القشرة الأرضية هي صخور نارية ومتحولة. وتنتج الصخور الرسوبية عن طريق تجوية الصخور الموجودة مسبقاً والمواد الناتجة عن عملية التجوية، حيث تنقسم عمليات التجوية إلى عمليات تجوية فيزيائية (ميكانيكية)، وعمليات تجوية كيميائية، وبعد ذلك تتعرض الصخور لعمليات تعرية تعمل على نقل منتجات التجوية بعيداً عن موقع التجوية.
- **الصخور المتحولة**: هي صخور تشكلت نتيجة تحولّ في الصخور الموجودة مسبقاً بسبب التغيّر المستمر في الظروف البيئية المحيطة بها، مثل الاختلاف في درجة الحرارة، والضغط، والإجهاد الميكانيكي، أو أي تغير كيميائي في مكونات الصخر الأصلي. وتتشكل الصخور المتحولة من الصخور النارية أو الرسوبية التي تعرضت لتغيرات أدت إلى حدوث اختلاف في تركيب الصخر الأصلي، وتحدث هذه التغيرات إما عن طريق تدخل الصهارة الساخنة في الصخور المحيطة، أو بسبب حركات تكتونية واسعة النطاق في لوحات الغلاف الصخري الأرضي التي تغير ظروف درجة حرارة الضغط من الصخور.

3. **والغلاف الجوي**، وهو عبارة عن جميع الغازات التي تحيط بالكرة مثل النيتروجين والأوكسجين. وهو عبارة عن طبقة رقيقة تحيط بالكرة الأرضية لتحفظ لها عوامل الحياة، وتتكوّن هذه الطبقة من بعض الغازات، والمركبات الكيميائية والتي تقلّ كثافتها كلّما اتجهنا إلى الأعلى، كما أنّها تنجذب إلى سطح الأرض بفعل الجاذبية الأرضية، ويمتدّ الغلاف الجوي إلى مئات الكيلومترات فوق سطح الأرض

## أهمية ومكونات الغلاف الجوي

- يجهز الكائنات الحيه الموجودة على سطح الكرة الأرضية بالهواء اللازم للتنفّس من أجل البقاء على قيد الحياة، حيث أنه يحتوي على العديد من المكوّنات الأساسية اللازمة للحياة كالأوكسجين، والنيتروجين، وثاني أوكسيد الكربون، بالإضافة إلى غازات ومركّبات كيميائية أخرى تدخل في معظم أنشطة الإنسان سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.
- يسمح بمرور الأشعة الضوئيّة والحراريّة الصادرة من الشمس، بحيث تعمل الأرض على امتصاصها، مما يوفر لها الحماية والدفء.
- يمنع وصول الأشعة فوق البنفسجية الضارّة إلى سطح الأرض .
- يساعد على توزيع درجة الحرارة على سطح الأرض، حيث إنّه ينظم وصول أشعة الشمس، كما أنّه يمنع نفاذ كل الإشعاع الأرضي إلى الفضاء الخارجي، فلولا وجود الغلاف الجوي لتجاوز المدى اليومي لدرجة الحرارة على سطح الأرض حوالي 200درجة مئوية .

د.ياسر حمود عزيز الجنابي

- يعمل بمثابة الدرع الواقي الذي يحمي سطح الأرض من وصول الشهب التي تحترق في أعلى الغلاف الجوي لتصل إلى الأرض على شكل نيازك صغيرة
- يكون واسطة اتصال بين الأرض والفضاء الخارجي، وتستخدمه الطائرات للتنقّل من مكان إلى آخر.
- يكون وسطاً لانتقال الأصوات؛ فلولا وجوده لساد هدوء مخيف على سطح الأرض.
- يشارك في توزيع بخار الماء في الأماكن المختلفة من العالم.
- تساعد حركة الغلاف الجوي في حدوث الكثير من الظواهر الطبيعية مثل: تكوّن السحب والغيوم، وحدوث الأمطار، وتجانس مكوّنات الهواء، وهبوب الرياح، كما أنّه يسهم في حفظ كوكب الأرض من التغيّرات الكبيرة والمفاجئة التي قد تحدث نتيجة ارتفاع درجات الحرارة.
- يعطي السماء اللون الأزرق الجميل في أثناء النهار، والذي ينعكس على المسطحات المائيّة التي تظهر باللون الأزرق أيضاً.

## 4. الغلاف الحيويّ

هو الوسط الذي تعيش فيه الكائنات الحيّة، ويمتدّ من أكبر عمقٍ في البحار والمحيطات ويُقدَّر بـ13كم، ويصل إلى أعلى ارتفاعٍ فوق الجبال ويُقدَّر بـ11كم. تقسيم البيولوجيّين لمكوّنات الغلاف الحيويّ عالم غير حيّ: ويشمل ما يلي :

- المحيط المائيّ أو النظام المائيّ: حيث يتطلّب وجودُ الحياة فيه توفُّرَ المياه في الحالة السائلة، وهو ركن أساسيّ لتهيئة الحياة واستمرارها.
- المحيط الجويّ: الأرض من الكواكب المحاطة بغلاف جويّ، يحافظ على توازن الحياة فيها، مثل: الجاذبية، والضغط الجويّ، وغازات الهواء، ويتكوّن هذا الغلاف من عدّة طبقاتٍ تمتدّ من سطح الأرض إلى طبقات الجوّ العليا.
- المحيط اليابس: هو الجزء الصلب من الكرة الأرضيّة، ويصل إلى عمق ثلاثة أمتار تقريباً، حيث تنعدم الحياة بعد هذا العمق؛ بسبب ارتفاع درجة الحرارة، وانعدام الهواء، وعدم توفّر الغذاء، ويتكوّن هذا الجزء الصلب من الصخور التي تختلف في أنواعها؛ لاختلاف المعادن المكوّنة لها .
- العالم الحي: ويشمل الكائنات الحيّة كلّها التي تستخدم المكوّنات غير الحيّة للتمكّن من الحياة والتكاثر ترتبط هذه المكوّنات الحيّة مع المكوّنات غير الحيّة بنظامٍ ديناميكيّ؛ حيث يؤثر كلٌّ منهما في الآخر، ولا يمكن أن يوجد أحدهما بمعزلٍ عن الآخر، ولكن بسبب بعض السلوكيّات الخاطئة أُصيبت المكوّنات غير الحيّة بالتلوّث، وهدّدت حياة الكائنات الحيّة، وأدّت إلى انقراض الكثير منها .

### الأهميّة الغلاف الحيويّ

. يشير الى الوسط الذي تعيش فيه الكائنات الحيّة، حيث تستطيع التكاثر والنموّ فيه؛ بسبب توفر الظروف الملائمة لها .يشكّل الوسط الذي تتمّ فيه التغيّرات الأساسيّة: الفيزيائيّة، والكيميائيّة التي تحدث للمكوّنات غير الحيّة.

### ❖ مميزات النظم البيئية:

يتميز كل نظام بمجموعة من المميزات المهمة، ومنها:

1. لكل نظام مجموعة من الحدود التي تجعله يتميز عن الأنظمة الأخرى المحيطة به.
2. يرتبط كل نظام بمجموعة من العلاقات مع البيئة الخارجية الموجودة حوله، مثل: العلاقات الدبلوماسية بين أنظمة الدول المختلفة.
3. ترتبط كافة مكونات النظام بعلاقات تبادلية معاً، ولا يستطيع أي مكون منها العمل بمعزل عن المكونات الأخرى.

د. ياسر حمود الجنابي

4. يخضع كل نظام إلى مجموعة من القوانين، والقواعد التي يحرص على تطبيقها، والتي تهدف إلى منحه صفة دستورية، وقانونية. تتميز الأنظمة بمرونتها، وقدرتها على تحقيق أهدافها طالما كانت الظروف المحيطة بها تسمح بتطبيقها بسهولة.

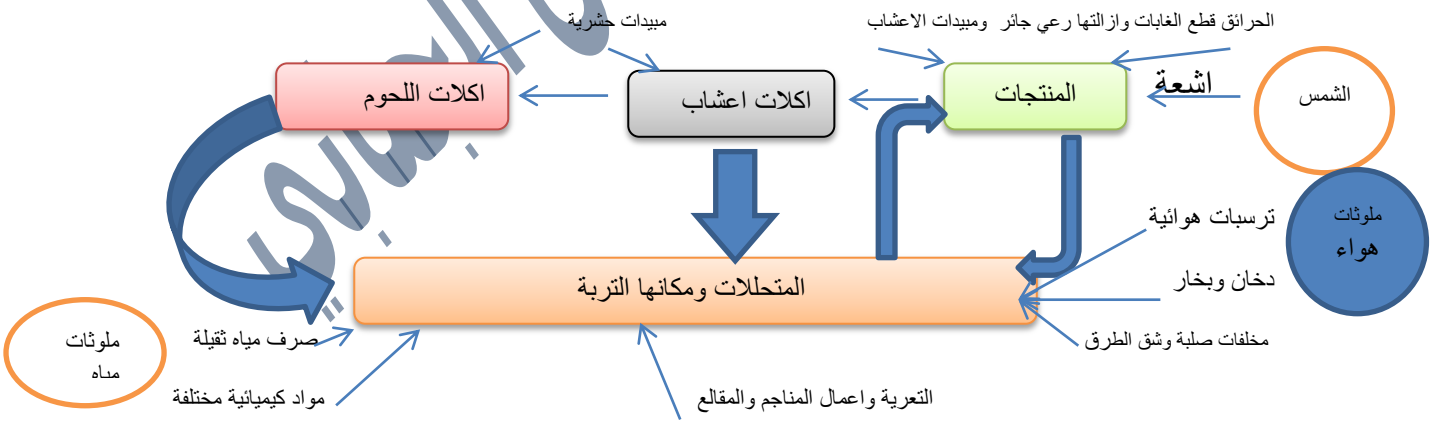
## ❖ أمثلة على النظم البيئية:

تتعدد الأنظمة البيئية الموجودة على الأرض، وتنقسم إلى نظم بيئية يابسة أو جافة، وهناك العديد من الأمثلة على هذه النظم، ونذكر منها :

1- التندرا: وهي منطقة تقع شمال الكرة الأرضية عند القطب الشمالي، وهي منطقة خالية من الأشجار، الطقس في المنطقة قاسي جدًا وجاف لا يسمح بنمو النباتات، وتعرف المنطقة بالصحراء المتجمدة، الحياة في الشتاء معدومة نسبيًا، حيث تضطر الحيوانات للاختفاء أو الهجرة، وتصبح التندرا في الصيف ذات إنتاجية عالية للحياة الحيوانية والنباتية، حيث يتوفر الضوء والحرارة.

2- الغابات: تغطي الغابات حوالي 30% من مساحة الكرة الأرضية، وتختلف أنواع الغابات باختلاف التربة والمناخ، ومن هذه الغابات، الغابات الصنوبرية الشمالية، وهي غابات موجودة بالقرب من منطقة التندرا، وتتميز بحياة نباتية جيدة، وتتنوع فيها مختلف الحيوانات. الغابات الاستوائية المطيرة وتتواجد في أفريقيا وأمريكا الوسطى، تتميز هذه الغابات بإنتاجية عالية وذلك بسبب المناخ الجيد المناسب لنمو نظام بيئي متزن، وتتنوع الحياة النباتية والحيوانية في هذه الغابات لقدم المجتمع الحيوي، الذي لم يتغير منذ زمن وبسبب ظروف المناخ المعتدلة وتوافر مصادر متنوعة للغذاء. وكذلك هناك الغابات المتوسطة والغابات متساقطة الأوراق، وهي أمثلة عن النظام البيئي أيضًا.

3- الصحراء: وهي نظام بيئي جاف، ويكون معدل سقوط الأمطار فيها قليل جدًا سنويًا، وما يميز الصحراء هو التباين الحراري اليومي أو حتى الموسمي، حيث أن درجات الحرارة ترتفع نهارًا في الصيف وتنخفض في الليل، ومن الصحاري الحارة، صحراء المنطقة الاستوائية، كالصحراء العربية الكبرى، كما توجد صحاري باردة كصحراءِ غوبي في آسيا، ووجود الحيوانات في الصحراء يعتمد على وجود الحياة النباتية، وتكون معظم الحيوانات من القوارض والحشرات.




شكل (2) دورة الملوثات

## ❖ طرق انتقال الطاقة في النظام البيئي

تترابط جميع مكونات النظام البيئي بسلسلة غذائية في منظومة متكاملة تعمل بشكل ديناميكي، ويتم ذلك عن طريق انتقال الطاقة من مستوى إلى مستوى آخر بطريقة بسيطة وبشكل وتعتبر النباتات هي المستوى الأعلى والمحللات أدنى مستوى، ويوجد ثلاث آليات مرتبطة في السلسلة الغذائية تكمل بعضها، وهذه الآليات هي :

- **الإنتاج** : والإنتاج هو وظيفة الحياة النباتية أو المنتجات، وتقوم النباتات بإنتاج الغذاء لنفسها، وذلك عن طريق عملية البناء الضوئي، وهذه العملية ينتج عنها الأوكسجين، وتعتبر النباتات أيضًا غذاء الكائنات الحية الأخرى.
- **الاستهلاك**: عملية الاستهلاك تتم في عدة مستويات من مستويات الطاقة، وتعتمد على المستهلكات التي تتغذى على النباتات، ثم المستهلكات التي تتغذى على اللحوم، والإنسان كمستهلك يستهلك الاثنين معًا، النباتات واللحوم.
- **التحلل**: وهو وظيفة المحللات، والتي تعمل على تحليل بقايا النباتات والحيوانات وغيرها من الكائنات الحية، والتحلل هو آخر مستوي من مستويات الطاقة.

## ❖ التوازن واختلال التوازن في النظم البيئية

تحتفظ البيئة بتوازنها بسبب التفاعل المستمر للكائنات التي تعيش فيها، ومع استمرار هذا التفاعل ونشاط العلاقات بين العناصر الرئيسية المكون للنظام تصل البيئة لما يسمى بالتوازن البيئي. وقد يحدث اختلال بالنظم البيئية إذا حدث بعض التغيرات في العوامل التي تؤثر بشكل أساسي على البيئة وتغير بعض الظروف الطبيعية كالأمطار، ويحدث الاختلال كذلك عند تدخل الإنسان، حيث يؤدي ذلك لحدوث تغيرات حيوية في النظام.

ويعد التدخل المباشر للإنسان في النظام البيئي أحد أهم أسباب اختلال التوازن، ويرجع ذلك للأعمال التي يقوم بها والتي تعمل على تغيير العوامل الطبيعية، ومن هذه الأعمال استخدام المبيدات والأسمدة والرعي الجائر وقطع الغابات وبناء السدود، وجميع هذه الأعمال تؤدي إلى تدمير البيئة. ويؤدي تغيير الظروف الطبيعية إلى عدة أشكال من أشكال دمار النظم البيئية، كانقراضِ بعض الأنواع وظهور أنواع أخرى، وهذا ما يقود النظام إلى الاختلال، وفي العادة يحتاج أي نظام بيئي إلى مدة زمنية كبيرة جدًا حتى يعود إلى حالة الاستقرار مرة أخرى.

## مصادر تهدد الأنظمة البيئية

: هناك العديد من المصادر التي تهدد توازن الأنظمة البيئية

1. **الأمطار الحامضية** اعتماد الإنسان على الفحم الحجري والبترول ومشتقاته في توليد الطاقة، بدأ ظهور هذه الأمطار وتأثيراتها كبيرة وخطيرة على الحياة النباتية والغطاء النباتي الموجود على الكوكب، حيث تدمر هذه الأمطار النظام البيئي بالقضاء على النباتات، حيث تُتلف أوراقها وتسقط في أغلب الأحيان، ولهذه الأمطار تأثير سلبي على الحياة الحيوانية، فالحيوانات التي تتغذى على الحشائش يؤثر ذلك على قوة الحيوانات وبيوض الطيور تصبح هشة وهذا ما يعرضها للتلف عن طريق الحشرات
2. **المبيدات الزراعية**: هي أحد المصادر التي تؤثر على توازن النظام البيئي، ويؤثر الإسراف في استخدام المبيدات الزراعية على السلسلة الغذائية، وذلك عن طريق الخطر الذي يتعرض له الإنسان بسبب المبيدات، لأن المبيدات سببًا واضح عند للإصابة بأمراض السرطان و الكبد، وبالإضافة إلى التأثير السلبي على الطيور والحياة النباتية، وللمبيداتِ تأثير خطير على التربة، حيث أنه مع الوقت

تصبح التربة غير صالحة للزراعة، بسبب زيادة تركيز المواد الكيميائية في الأرض، وينعكس ذلك على الكائنات الحية التي تعيش فيها كالبكتريا والديدان، ومعظمها كائنات تحافظ على خصوبة التربة.

3. **المخصبات الكيميائية** بالفعل ساعدت المخصبات والأسمدة على رفع إنتاجية الكثير من الأراضي، وكانت تعتبر من أهم اكتشافات الثورة الزراعية في العالم، ومع ذلك فهي تحمل خطورة كبيرة للتربةِ والكائنات الحية في النظام البيئي ، والاستخدام السيئ للمخصبات يضر بالإنسان والحيوان والنبات.
4. **التصحر**: وللتصحر أسباب عديدة، منها الرعي الجائر، وزيادة عدد الحيوانات مقارنة بالأراضي الرعوية، مما يؤدي ذلك للقضاء على الغطاء النباتي، وأكدت الدراسات قريبة إلى فقدان 6 ملايين هكتار من الأرض الزراعية سنويًا بسبب التصحر، وكذلك مع تدخل الإنسان وقطع الغابات وانتشار المباني مكانها يؤثر ذلك على الحياة الحيوانية والنباتية بشكل واضح.
5. **النفايات** وهي مخلفات الصناعة والزراعة والفضلات المنزلية، التي تتحلل بواسطة البكتريا وينتج عن هذا التحلل المواد السائلة والغازية الخطيرة مثل ثاني أكسيد الكبريت، فتلوث المياه والتربة.

## ❖ مفهوم توازن النظام البيئيّ

يطلق مصطلح التوازن البيئيّ على الحالة التي تبقى فيها مكوّنات وعناصر الطبيعة على الحالة التي خلقها الخالق سبحانه وتعالى عليها، خلافاً لما يحدث في وقتنا من اختلال في النسب الطبيعية المكونة لهذه العناصر في الطبيعية، نتيجةً لتدخّل الإنسان الدائم في كلّ ما يتعلّق بالبيئة، خاصة مع بدء الثورة الصناعية وما صاحبها من مشاكل بيئية كالتصحر وانجراف التربة والاحتباس الحراري والجفاف. العلاقة التكامليّة بين جميع العناصر البيئيّة المكونة للبيئة، كأشعة الشمس، والنباتات بأشكالها وأنواعها المتعددة، والحيوانات بأنواعها، والإنسان، بالإضافة إلى بعض مكونات الغلاف الجوي، وللحفاظ على التوازن البيئيّ لا بدّ من استمرار حدوث الدورات الحياتية الطبيعية لمختلف العناصر البيئيّة بشكلٍ طبيعي، وللمحافظة على توازن النظام البيئيّ يجب المحافظة على العلاقة الطبيعيّة بين مكوّنات وعناصر النظام البيئيّ من خلال التفاعل المنظّم لكلّ من هذه العناصر.

د. ياسر حمود الجنابي