التلوث وحماية البيئة

تأليـــــف

د. محمد عبدو العودات
أستاذ مشارك

د. عبدالله بن يحيى باصهي
أستاذ

قسم النبات والأحياء الدقيقة- كلية العلوم

جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢٨هـ

الطبعة الأولى، ١٤٠٥هـ، ١٩٨٤م.
الطبعة الثانية، ١٤٢١هـ، ٢٠٠١م.

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

العودات، محمد عبدو
التلوث وحماية البيئة/ محمد عبدو العودات؛ عبد الله بن يحيى باصهي - ط٣
الرياض، ١٤٢٨هـ.
٣٩٩ص ١٧×٢٤سم
ردمك: ٨ - ١٣١ - ٥٥ - ٩٩٦٠
١- حماية البيئة ٢- تلوث البيئة أ- باصهي، عبد الله بن يحيى، (مؤلف مشارك) ب- العنوان
ديوي ٣٦٣,٧٣ ١٤٢٨/٢٢٢٦

رقم الإيداع: ١٤٢٨/٢٢٢٦
ردمك: ٨ - ١٣١ - ٥٥ - ٩٩٦٠

وافق المجلس على إعادة طباعة الكتاب في اجتماعه الحادي عشر للعام الدراسي ١٤٢٧/١٤٢٨هـ المعقود بتاريخ ١٤٢٨/٢/٧هـ الموافق ٢٠٠٧/٢/٢٥م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٨هـ

تقديم الطبعة الثالثة

نحمد الله العلي القدير ونسلم على نبينا الأمي الكريم الذي حمل الأمانة وأدى الرسالة فجاءت بلسان عربي فصيح ، نسير على النهج عندما نقدم لأبنائنا الطلاب ما يحتاجونه من معارف متنوعة بلغتنا الجميلة وبلساننا العربي في مؤلفات باللغة العربية ميسرة ، تؤتي بعون الله تعالى ثماراً يانعة يستفيد منها أجيالنا في مختلف المجالات المعرفية .

يسرنا ونحن نقدم الطبعة الثالثة من كتاب (التلوث وحماية البيئة) وكلنا قناعة تامة بأن ما هو موجود بين جنبات هذا الكتاب من معلومات ما زالت ذات قيمة كبيرة يحتاجها الجميع من طلاب الجامعات والمؤسسات الأخرى والمصانع خارج نطاق الجامعات خاصة تلك الأمور التي ترتبط بالوسط الذي نعيش فيه ، ومدى تأثره بالعوامل المختلفة فمواضيع التلوث "مشكلة العصر الحديث" ما يزال العمود الفقري في حياة جميع الكائنات الحية بشكل كبير وما يترتب عليها من آثار مباشرة وغير مباشرة .

يشكلان التلوث وحماية البيئة هاجساً كبيراً لجميع الدول دونما استثناء خاصة في الآونة الأخيرة عندما برزت بشكل واضح ظاهرة الاحتباس الحراري وما يترتب عليها من إمكانيات ارتفاع في درجة حرارة الكرة الأرضية مما يشكل قلقاً كبيراً قد يترتب عليه تغيير في تركيبة المناخ العالمي يجعل معلومات هذا الكتاب تبقى أساساً لنفهم نتائج هذا التغير إضافة إلى جميع المعلومات الأخرى التي احتواها هذا الكتاب ستبقى من الأهمية بما كان ؛ لأنها تنصب على القواعد الأساسية للتلوث والأخطار الناجمة عنه وطرائق التحكم فيها وما يقع على الهواء والماء والتربة والكائنات الحية إلى جانب تعرض الكتاب للملوثات الأخرى مثل المواد المشعة والضجيج والمبيدات الكيميائية وقد روعي أيضاً أن تكون الاستفادة كبيرة وأكثر شمولية في احتواء الكتاب على مواضيع عن تدهور الغطاء النباتي وحماية مع حماية التنوع الحيوي والحفاظ على التربة من الانجراف والتصحر إلى جانب وجود بعض أمثلة لتشريعات حماية البيئة والماء من التلوث .

وما يحتويه هذا الكتاب من مواضيع ستبقى مرشداً كبيراً لتبيان الآثار التي يسببها التلوث وأضراره لما يرتبط بها من تأثرات مباشرة وغير مباشرة في اقتصاديات العالم المتطور والنامي على حد سواء حقق الله الآمال من إعادة طباعة هذا الكتاب في إيضاح مشكلة العصر الحاضر – التلوث- متمنين لأبنائنا الطلاب وغيرهم الإفادة الكاملة بما جاء في محتوياته والله من وراء القصد .

المؤلفان

تقديم

بسم الله الرحمن الرحيم..

ونصلي ونسلم على النبي الأمي الكريم وبعد.. نقدم هذا الكتاب لأبنائنا طلاب الجامعة مؤلفاً باللغة العربية يحدونا أمل المساهمة في إثراء المكتبة العربية بالأعمال التي يستفيد منها الدارسون بلغتهم مباشرة.

يخدم هذا الكتاب احتياجات طلاب الجامعة وطلاب كلية العلوم قسم النبات بصفة خاصة، إلى جانب خدمته الكبيرة للمؤسسات الأخرى والمصانع خارج نطاق الجامعة، لما يرتبط بالبيئة التي نعيش فيها ومدى تأثر هذه البيئة بالعوامل المختلفة، ذلك أن موضوع التلوث من أهم الموضوعات التي تهم كل فرد على وجه البصيرة نظراً لتأثيراته المباشرة وغير المباشرة في حياة الإنسان والكائنات الأخرى سواء كانت نباتية أو حيوانية.

وقضية التلوث أصبحت من أهم المشاكل التي تشغل كل الدول سواء المتقدمة منها أو الدول النامية لأنها ترتبط ارتباطاً وثيقاً باقتصاديات هذه الدول، فالتقدم الصناعي أو التقدم العمراني أو أي مستوى من التقدم في أي من مجالات الحياة تنعكس آثاره على البيئة في صور عديدة يكوّن التلوث إطاراً لها.

تبدأ موضوعات كتابنا هذا بعرض موجز عن النظام البيئي، ولقد انصبت الدراسة على القواعد الأساسية للتلوث والأخطار الناجمة عنه وطرائق التحكم فيه، في أبواب رئيسة كالهواء والماء من جهة، ومن جهة أخرى روعي في الكتاب أن نتعرض للملوثات الأخرى سواء المواد المشعة منها والضوضائية أو المبيدات الكيميائية وآثارها وطرائق التحكم فيها.

ولكي نجعل الكتاب أكثر شمولية توخينا أكبر الاستفادة منه، حيث ألقي الضوء على الغطاء النباتي وتدهوره وكيفية الحفاظ عليه من جهة، ومن جهة أخرى تناول الكتاب التنوع الحيوي وضرورة الحفاظ عليه مقتنعين بأن التخريب الحاصل على الغطاء النباتي أو التربة ما هو إلا صورة أخرى أيضاً من صور التلوث.

وكان الهدف الأساسي من وضع هذا الكتاب أن يكون مرشداً لبيان أضرار التلوث "مشكلة العصر الحاضر"، حتى يقف القاريء على أبعاد هذه المشكلة إلى جانب موضوعات حماية البيئة حتى يتسنى للطالب الاستفادة الكاملة واستيعاب محتويات الكتاب.

والله من وراء القصد،

المؤلفان

المحتويات

الصفحة

تقديم الطبعة الثالثة ..... هـ

تقديم ..... و

مقدمة ..... (ك)

النظام البيئي ..... (ق)

الباب الأول: تلوث الهواء وطرائق التحكم فيه ١

الفصل الأول: الغلاف الجوي ٣

الفصل الثاني: ملوثات الهواء ومصادرها ٩

الفصل الثالث: ملوثات الهواء وتأثيراتها ٢٥

الفصل الرابع: بعض الآثار الكونية للتلوث ٥٧

الفصل الخامس: التحكم في تلوث الهواء ٧٥

الباب الثاني: التلوث الضوضائي ٨١

الفصل الأول: الصوت والضوضاء ٨٣

الفصل الثاني: مصادر الضوضاء ٨٧

الفصل الثالث: التأثيرات التي تسببها الضوضاء ٩١

الفصل الرابع: التحكم في الضوضاء ٩٩

الباب الثالث: التلوث الإشعاعي ١٠٣

الفصل الأول: الذرة والنواة ١٠٥

الفصل الثاني: أنواع الإشعاعات الذرية ١٠٩

الفصل الثالث: وحدات الجرعة الإشعاعية ١١٣

الفصل الرابع: مصادر التعرض الإشعاعي ١١٧

الفصل الخامس: التأثيرات البيولوجية للإشعاعات المؤينة ١٢٥

الباب الرابع: تلوث الماء ١٤٥

الفصل الأول: الماء على سطح الكرة الأرضية ١٤٧

الفصل الثاني: أهمية الماء ١٥٣

الفصل الثالث: تلوث الماء ١٥٧

الفصل الرابع: مصادر تلوث الماء ١٦٣

الفصل الخامس: المواد الغذائية والأكسجين في الماء ١٩١

الفصل السادس: الطحالب وموت البحيرات ١٩٧

الفصل السابع: المحافظة على الماء من التلوث ٢٠١

الباب الخامس: التلوث بالمبيدات الكيميائية ٢١٥

الفصل الأول: المبيدات الكيميائية وخصائصها ٢١٧

الفصل الثاني: تأثير المبيدات في الكائنات الحية غير المستهدفة ٢٢٥

الفصل الثالث: مقاومة الآفات للمبيدات ٢٣١

الفصل الرابع: المكافحة الحيوية ٢٣٥

الباب السادس: النفايات الصلبة ٢٤٣
الفصل الأول: مكونات النفايات الصلبة ٢٤٥
الفصل الثاني: التأثيرات الصحية والبيئية للنفايات الصلبة ٢٤٩
الفصل الثالث: إدارة النفايات الصلبة ٢٥٣
الفصل الرابع: النفايات الخطرة ٢٥٧

الباب السابع: تلوث الغذاء ٢٥٩
الباب الثامن: الغطاء النباتي تدهوره وحمايته..... ٢٦٥
الفصل الأول: الغابات وأهميتها ٢٦٩
الفصل الثاني: تدهور الغابات وحمايتها ٢٨١
الفصل الثالث: المراعي ٢٨٩

الباب التاسع: التنوع الحيوي ٢٩٧
الفصل الأول: تأثير الإنسان في التنوع الحيوي ٢٩٩
الفصل الثاني: آثار خسارة التنوع الحيوي ٣٠٧
الفصل الثالث: أسباب خسارة التنوع الحيوي ٣١٣
الفصل الرابع: أهم إجراءات حماية التنوع الحيوي ٣١٧

الباب العاشر: التربة: انجرافها وتصحرها والحفاظ عليها ٣٢١
الفصل الأول: انجراف التربة ٣٢٣
الفصل الثاني: التصحر ٣٢٥
الفصل الثالث: حماية التربة من الانجراف والتصحر ٣٣٣
المراجع ٣٣٧
الملاحق ٣٤٧
ثبت المصطلحات (عربي – إنجليزي) ٣٦١
ثبت المصطلحات (إنجليزي – عربي) ٣٧٧
كشاف الموضوعات ٣٩١

المقدمـة

أصبحت مشكلات البيئة تلقى الاهتمام اللازم، في دول العالم، منذ زمن ليس ببعيد، وقد برزت هذه المشكلات نتيجة للوتيرة المتزايدة لاستغلال موارد البيئة التي بلغت ذروتها في النصف الثاني من القرن العشرين، حيث أفسدت قدرة الأنظمة البيئية على التجدد التلقائي وأخلت بالتوازن الطبيعي لهذه الأنظمة البيئية.

أخذت الأنشطة الإنمائية، التي لم تضع الاعتبارات البيئية في حسبانها، تسهم في إلحاق الضرر بالبيئة وذلك نتيجة لإدخال مخلفات الصناعة ونواتج الاحتراق وغيرها في الوسط المحيط، ونتيجة للإمعان في استغلال الموارد الطبيعية دون النظر إلى التوازن البيئي وإلى احتياجات الكائنات الحية الأخرى التي تعيش في البيئة نفسها، لدرجة أن ظهر العديد من التغيرات التي تنذر بأخطار كبيرة والتي أحالت أجزاء كبيرة ومتعددة من الأرض إلى بيئة ملوثة وغير صالحة لحياة الكائنات الحية والإنسان نفسه. وليس أدل على ذلك من ظاهرة الأمطار الحامضية Acidic Rains التي تهدد الحياة النباتية والحيوانية والترب في مناطق شاسعة من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وغرب أوربا.

وما يزيد من خطر تلوث البيئة أن المحيط الحيوي Biosphere ليس له وطن محدد وأن تلوثه في بلد ما قد يؤدي إلى تلوثه في البلدان المجاورة، فتلوث نهر الفرات في تركية سيقود، وبشكل محتوم، إلى تلوثه في الأقطار الأخرى التي يمر فيها إضافة إلى تلوث مياه الخليج العربي الذي يصب فيه. وتؤدي التفجيرات النووية وحوادث المفاعلات إلى زيادة المواد المشعة ليس في المنطقة نفسها وإنما في مناطق أخرى قد تشمل مساحات

واسعة، كما حدث في الوحدة الرابعة في محطة تشرنوبل الكهرذرية عام ١٩٨٦، حيث تجاوزت آثار الحادث منطقة تشرنوبل لتشمل دول أوروبا الشرقية والغربية التي بلغت السوية الإشعاعية فيها مستويات تفوق الخلفية الطبيعية Background بأكثر من عشر مرات، ووصلت الغمامة المشعة إلى الجزر البريطانية ملوثة إياها باليود ـ ١٣١ والسيزيوم ـ ١٣٧ والسيزيوم ـ ١٣٤ وغيرها.

لقد أحدثت النشاطات البشرية الكثير من التغيرات في البيئة مما كان لها آثار كبيرة في استنفاذ المصادر الطبيعية وتلوث الوسط المحيط وإخلال في التوازن البيئي، ومن أمثلة هذه التغيرات:

١ ـ أدى تمركز الصناعة في المدن، وما يتبعه من نشاط تجاري واجتماعي وعلمي وزيادة في وسائط النقل والهجرة من الريف إلى المدن، إلى العديد من المشكلات الاجتماعية والصحية، وتحولت البيئة في كثير من المدن، والصناعية منها خاصة، إلى بيئة ملوثة بغازات متعددة كأكاسيد الكبريت والكربون والنيتروجين، إضافة إلى الهيدروكربونات والدخان والغبار والضجيج وغيرها، وقد انعكس هذا في صحة الإنسان ونشاطه وفي قدرته على العمل في مثل هذه الظروف، وليس غريباً أن نرى السحابات الكثيفة من الضباب الدخاني Smog ذات اللون الرمادي، تخيم فوق هذه المدن في ساعات الصباح في معظم أيام السنة.

٢ ـ تبين الدراسات المختلفة أن الكثير من الأنهار والبحيرات وشواطئ البحار قد تلوثت مياهها وأصبحت، في كثير من الحالات، غير صالحة لحياة بعض الأنواع الحيوانية والنباتية، ونتيجة لتحويل الأنهار والبحيرات إلى مستودعات تلقى فيها المخلفات الصناعية والبشرية فقد تلوثت مياهها بالبكتيريا والعصيات القولونية وبيوض الطفليليات والمتحولات الزحارية وغيرها، مما انعكس في صحة الإنسان نفسه، حيث تسبب الكائنات الحية الممرضة، التي تتسرب مع مياه الصرف الصحي، الإصابة بأمراض مختلفة، كما أن تناول المنتجات البحرية الملوثة سبب للإصابة بأمراض خطرة

منها الالتهاب الكبدي الوبائي والكوليرا وغيرها، وكان من نتيجة قذف مياه الصرف الزراعي، التي تحمل كميات كبيرة من النيتروجين والفسفور، إلى المسطحات المائية، أن أصبحت معرضة لظاهرة التشبع الغذائي Eutrophication، مما انعكس في زيادة نمو الطحالب زيادة مفرطة، ويتطلب تفكك بقايا الطحالب المترسبة بعد موتها كميات كبيرة من الأكسجين مما يؤدي إلى استنفاد الأكسجين الذائب في الماء، وبذلك تتحول المياه التي استنفذ الأكسجين الذائب فيها إلى مناطق شبه ميتة.

٣ ـ أدى الاستعمال العشوائي للمبيدات الكيميائية، في مكافحة الآفات الضارة بالمحاصيل الزراعية أو الناقلة للأمراض، إلى تأثيرات بالغة في مكونات الأنظمة البيئية كافة، وذلك بسبب تعدد مجالات استعمالها ووجود آثار متبقية منها في المنتجات الغذائية وانتشارها الواسع في المحيط الحيوي، إذ تشير التقارير أن أكثر من ٩٠٪ من المبيدات المستعملة لاتصل إلى الآفات المستهدفة، وإنما تنتشر في مكونات المحيط الحيوي الهوائية والمائية والتربة وفي المكونات الحية، ونظراً لأن المبيدات الكيميائية ذات سمية عامة، فكثيراً ما تؤدي إلى أضرار ليس في الكائنات المستهدفة فقط وإنما في الحشرات النافعة المفترسة منها أو المتطفلة على الآفات الضارة، وتؤدي بذلك إلى خلل في توازن الأنظمة البيئية وانهيار المراقبة الطبيعية التي تتحكم في أعداد الآفات.

٤ ـ يعتبر التصحر، الذي زادت حدته في العقود الأخيرة، واحداً من أخطر المشكلات البيئية التي صنعها الإنسان نتيجة لتعامله غير الرشيد مع البيئة، وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتسم أنظمتها البيئية بالهشاشة والحساسية، بحيث يؤدي أي ضغط استغلالي يفوق طاقاتها الإنتاجية إلى الإخلال بتوازنها الطبيعي، والذي لايمكن أن يعود إلا بضبط استغلال هذه الأنظمة البيئية عند حدود طاقاتها الإنتاجية. وتشير الدراسات إلى أن نحو ٢٩ ٪ من مساحة اليابسة تعاني تصحراً خفيفاً أو معتدلاً أو شديداً، وتعتبر ٦٪ من أراضي اليابسة متصحرة تصحراً شديداً.

كما أدت النشاطات البشرية إلى تدهور التربة وزيادة تآكلها، وبالرغم من أن تآكل التربة هو عملية طبيعية، إلا أن النشاطات البشرية زادت كثيراً من معدلاتها، ويشير التقييم العالمي إلى أن أكثر من ١٥٪ من أراضي العالم قد تدهورت نتيجة للنشاطات البشرية، ويعود ٣٤,٥٪ من هذا التدهور إلى الرعي الجائر و ٢٩,٥ ٪ إلى إزالة الغطاء النباتي الطبيعي و ٢٨,١ إلى سوء الأساليب الزراعية و ٧ ٪ إلى الاستغلال المفرط. ويعتبر التدني في خصوبة التربة أو حتى الخسارة الكلية للأراضي الزراعية، الناتج من زيادة الملوحة أو القلوية، مشكلة عامة في أجزاء كثيرة من العالم.

٥ ـ انخفضت مساحة الغابات، في العالم، بين عامي ١٩٩٠ و١٩٩٥ بمعدل سنوي قدره ٠,٣٪، ويعتبر نقص أخشاب الوقود، التي يعتمد عليها حوالي ملياري شخص، من الموضوعات الهامة، ويستهلك ١,٣ مليار شخص من أخشاب الوقود ما يفوق معدل نمو الغابات محلياً، إن تدهور الغابات ليس بالظاهرة الجديدة، ولكن وتيرتها ازدادت في العقود الأخيرة، ويقدر ما يقطع من الغابات في دول العالم النامية سنوياً بحوالي ١٤ مليون/هـ (١٩٩٩ world resources).

كانت النتائج البيئية لإزالة الغابات على هذا النطاق عظيمة الأثر، حيث انجرفت التربة وفقدت خصوبتها ونقصت تغذية المياه الجوفية وازدادت الفيضانات، فعندما كانت جبال الهمالايا مغطاة بالأشجار عانت بنغلادش من فيضان ضخم بمعدل مرتين في القرن الواحد، ولكن الآن، بعد قطع الغابات، أصبحت تعاني من فيضان مدمر كل أربع سنوات في المتوسط. لقد بقيت الغابات الاستوائية الإفريقية في وضعها الطبيعي المتوازن مع الوسط إلى أن دخل الأوروبيون إلى أفريقيا، حيث أخذوا في قطع الأشجار وإرسال أخشابها إلى أوروبا وتحويل أراضيها إلى مزارع تسد حاجاتها الاستهلاكية المفرطة، وقد دُمّر نتيجة لذلك ما يفوق ثلثي الغطاء النباتي الطبيعي، والأمر نفسه ينطبق على الغابات الاستوائية في أمريكا اللاتينية وآسيا حيث لم يبق منها إلا القليل. وحيث أن أقل من ٥ ٪ فقط من الغابات الاستوائية، في العالم، هي التي

تتلقى الحد الأدنى من الحماية فإن المسرح مهيأ لوقوع حالات تدمير شاملة وأن الكثير من الأنواع النباتية والحيوانية ستؤول إلى الهلاك أياً كانت التدابير المزمع اتخاذها.

٦ ـ يشهد العالم زيادة كبيرة في عدد الأنواع الحيوانية والنباتية المهددة بالانقراض، وتشير التقارير إلى أن الإنسان سيدفع، على مدى العقود الثلاثة القادمة، إلى هلاك وانقراض أكثر من مائة نوع من أنواع الحيوانات في المتوسط كل يوم، ويزيد هذا المعدل آلاف المرات عن المعدل الذي كان سائداً منذ عصور ما قبل التاريخ، ومما يجدر ذكره أنه لم يتم تسجيل سوى أقل من مليونين فقط مما يتراوح ما بين ٥ و ٣٠ مليون نوع تعيش على الأرض. وإضافة إلى دور الكائنات الحية في توازن النظام البيئي فإن مواردها الوراثية تبشر بأنها ستلعب دوراً متزايداً في التنمية، وسيكون للتقانة الحيوية آثار كبيرة في البيئة، إذ يمكن لمنتجات الهندسة الوراثية أن تحسّن صحة الإنسان والحيوان وأن تؤدي إلى اكتشاف عقاقير جديدة وعلاجات جديدة وطرائق جديدة للسيطرة على نواقل الأمراض، ويمكن للطاقة المشتقة من النباتات أن تعوض بصورة متزايدة من الوقود غير المتجدد المستخرج من الحفريات، ويمكن للتنوع الوراثي والمادة الوراثية أن تقدم مساهمات قيمة للزراعة والطب والصناعة، وإذا ما تسنى للبلدان أن تؤمن بقاء الأنواع الحية فإن بمقدورها أن تتطلع إلى توفير أغذية جديدة ومحسنة وعقاقير وأدوية جديدة ومواد أولية للصناعة.

وليست بعيدة تلك الفترة التي كان يوجد فيها الغزال وبشكل وافر في بادية الشام والنعام والمها في الجزيرة العربية. ولم نعد نرى الكثير من الطيور التي كانت تملأ الحقول. ويعود انخفاض أعداد الحيوانات إلى عوامل مختلفة أهمها انتشار وسائل الصيد الحديثة وزيادة استخدام المبيدات الكيميائية وتخريب الأوساط الطبيعية التي تعيش فيها هذه الكائنات. هذا وإن انقراض أي كائن أو انخفاض عدد أفراده يفقد النظام البيئي عنصراً مهمّاً من عناصره لإبقاء التوازن الضروري بين عناصره.

٧ ـ شهد العالم، في السنوات القليلة الماضية، عدة أحداث درامية تعتبر علامة على عصرنا الحاضر الذي تقدمت فيه كثيراً تكنولوجيا الصناعات الكيميائية والنووية والحربية، ولم تستطع هذه التكنولوجيا المتقدمة أن تتلافى الأخطار الناجمة عن هذه الصناعات التي تمثل خطراً داهماً على البيئة وعلى صحة الإنسان. ومن أهم هذه الأحداث ما يلي:

أ) لقد انتهت الحرب التي سببها غزو العراق للكويت، ولكن الكارثة البيئية التي خلفتها قد تستمر سنوات طويلة، حيث لوث زيت النفط المتسرب، والذي يفوق الـ ١.٥ مليون برميل، مياه الخليج، ويعتقد خبراء البيئة أن آثار بقع الزيت قد لا تزول قبل ٢٠ عاماً، خاصة وأن منطقة الخليج شبه مغلقة ومياهه ضحلة ولا تحدث فيها عمليات مد وجزر كبيرة (عملية التنظيف الطبيعية) التي يمكنها أن تساعد على نقل النفط إلى المحيط، وفي الوقت نفسه حملت الأدخنة المنبعثة من الآبار المشتعلة المواد الملوثة وخاصة الدخان المحمل بالكبريت إلى طبقات الجو والذي انعكس سلباً على حياة الأطفال الصغار وكبار السن والأشخاص الذين يعانون من أمراض تنفسية أو قلبية، وفي الوقت نفسه نتج من الأدخنة المنبعثة من الآبار كميات هائلة من المواد الملوثة التي سقطت على الأرض في صورة أمطار حمضية وسينتج من هذا أضرار بعيدة المدى على الإنتاجية الزراعية ونوعية الإنتاج الزراعي وموارد مياه الشرب وغيرها. كما ستلحق الأضرار بأراضٍ خارج منطقة الحرب. هذا وقد ألحق تدفق النفط الأضرار بعشرات الآلاف من الطيور والكائنات المائية حيث يتوقع أن يقفز عدد الحيوانات المعرضة للخطر إلى مئات الآلاف، كما قد تدمر بقع الزيت الشعب المرجانية التي تكونت على مدى مئات السنين في الخليج.

ب) وقع في أبريل عام ١٩٨٦ م حادث مؤسف لأحد المفاعلات النووية في محطة تشيرنوبل في أوكرانيا، وقد نجم عن هذا الحادث وفاة ثلاثين شخصاً وإصابة نحو ثلاثمائة شخص آخرين بإصابات نووية بالغة وتأثر آلاف الأشخاص بجرع إشعاعية تفوق الحدود الطبيعية وكانت الخسائر الأولية تفوق الـ ٣٠٠ مليون دولار. وحدث في

منطقة الحادث تلوث إشعاعي واسع النطاق للمناطق المحيطة عن طريق النواتج الإنشطارية ونواتج التنشيط، وترسبت المواد الملوثة في الموقع على الأسطح الداخلية والخارجية وفي منطقة محيطة بالموقع يبلغ نصف قطرها ٣٠ كم، حيث تلوثت في هذه المنطقة التربة والنباتات والمباني والمياه، وبالإضافة إلى ذلك ظهرت في بعض الأنحاء وخارج المنطقة المذكورة وحتى مسافة ٦٠ كم مستويات عالية من التلوث الإشعاعي مما أدى إلى إخلاء جميع سكان المنطقة (حداد وآخرون ١٩٨٦).

ولم تقتصر التأثيرات على منطقة الحادث بل تعدتها إلى مناطق مختلفة من العالم شملت دول أوربا الشرقية والغربية حيث بلغت فيها مستويات الإشعاع أكثر من عشر مرات الخلفية الطبيعية Background، مما أدى إلى منع شرب الحليب الطازج أو بيع الخضار، كما أعطى الأطفال أقراص اليود للوقاية، ووصلت الغمامة المشعة إلى بريطانيا حيث وجد أن الهواء يحتوي على اليود ١٣١ والسيزيوم ١٣٧ والسيزيوم ١٣٤ والتيريليوم والروتيوم والباريوم.

جـ) وقع في نهاية عام ١٩٨٤م حادث بوبال Bhopal في وسط الهند حيث أقيم في هذه المدينة مصنع تابع لشركة يونيون كارباید Union Carbide الأمريكية يقوم بتصنيع مبيد حشري تحت اسم كاربارايل Carbaryl ويدخل في تصنيع هذا المبيد مادة أيزوسيانات المثيل Methyl Isocyanate وهو غاز سام في درجات الحرارة العادية. وقد أدى تسرب هذا الغاز إلى إصابة سكان مدينة بوبال، وعددهم ٨٠٠ ألف شخص، بالتهابات شديدة في العيون والحنجرة، وتوفي بعض منهم وهو نائم، كما توفي البعض الآخر وهو يهرب في طريقه إلى محطة السكة الحديدية، وترتب على هذا الحادث وفاة أكثر من ألفي شخص، كما أن ٢٥٪ من السيدات الحوامل اللاتي تعرضن لهذا الغاز ولدن أطفالهن أمواتاً، كما كان وزن ٣٠٪ من المواليد أقل من الوزن الطبيعي المعتاد (Picot 1986).

٨ ـ هناك اتجاهات بيئية تهدد بتغير كوكبنا تغيراً جذرياً وتهدد بالخطر حياة العديد من أنواع الكائنات الحية التي تقطنه ومنها الجنس البشري. فإضافة إلى التصحر وتدمير الغابات تقتل الأمطار الحمضية الغابات وأشكال الغطاء النباتي الأخرى وتدمير التراث الفني والمعماري للشعوب، وربما أدت حتى الآن إلى تحمّض عديد من البحيرات وأجزاء هائلة من التربة بشكل غير قابل للإصلاح.

ويؤدي حرق الوقود الاحفوري إلى نشر ثاني أكسيد الكربون في الجو، مما يتسبب في الزيادة التدريجية لدرجة الحرارة، وهذا التأثير المسمى "أثر البيت الزجاجي" يمكن أن يؤدي في وقت مبكر من هذا القرن إلى زيادة معدل درجة حرارة جو الأرض، بصورة عامة، بما يكفي لتغير المناخ وتحول مناطق الإنتاج الزراعي ورفع مستوى سطح البحار والمحيطات وغرق بعض المدن الساحلية وإحداث اضطرابات في الاقتصاديات القومية.

وتهدد غازات صناعية أخرى (مثل الكلوروفلوروكربون وغيره) باستنزاف طبقة الأوزون، التي تحمي كائنات الكرة الأرضية من غوائل الأشعة فوق البنفسجية، إلى الحد الذي يمكن أن ترتفع معه بشكل حاد إصابات الناس والحيوانات بالسرطان، وتتعرض للإختلال دورة الغذاء في المحيطات.

لقد أصبحت مشكلات البيئة تهدد الحياة النباتية والحيوانية وحياة الإنسان نفسه، ونظراً لارتباط الحياة البشرية بعوامل البيئة المحيطة وانطلاقاً من ضرورات التنمية المستديمة واستغلال مصادر البيئة استغلالاً رشيداً، فإنه من الضروري وقف التدهور البيئي وإصلاح ما أفسده الإنسان خلال الفترات السابقة ومن الضروري أيضاً التخطيط العلمي السليم لاستغلال مصادر البيئة بشكل يُؤمّن استمرار عمل النظم البيئية الطبيعية. إن الكثير من اتجاهات التنمية الحالية تؤدي إلى إفقار أعداد متزايدة من الناس وتؤدي في الوقت نفسه إلى تدهور البيئة (التصحر وتدهور الغابات وتلوث الماء والهواء)، إذ كيف يمكن لهذه التنمية أن تخدم عالم هذا القرن الذي ستتضاعف فيه أعداد الناس الذين يعتمدون على البيئة نفسها؟.. لذا فإن تجنب مشكلات البيئة

والتنمية يتطلب مساراً جديداً للتنمية وهو التنمية المستديمة التي تلبي حاجات الحاضر دون المساومة على قدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها، كما ينبغي أن تدخل الاقتصاديات والبيئة بصورة مترابطة في عمليات صنع القرار وسنّ القوانين، ليس بهدف حماية البيئة فحسب بل لحماية التنمية وتعزيزها، ذلك أن التنمية والبيئة مرتبطتان بصورة متساوية في تحسين مستقبل الإنسان. كما تتطلب التنمية المستديمة مدخلاً جديداً تتوجه الشعوب عن طريقه نحو نمط من التنمية يجمع بين الإنتاج وحماية الموارد البيئية وتعزيزها. وإن هذا التوجه مطلوب في بلادنا أكثر منه في البلدان الأخرى نظراً لأن الموارد الطبيعية في بلادنا تعرضت لفترة طويلة من الاستغلال غير المنظم الذي نتج عنه تدمير الجزء الأعظم من الغابات والمراعي الطبيعية وانقراض كثير من الأنواع الحيوانية وانخفاض أعدادها انخفاضاً بالغاً.

النظام البيئي

Ecosystem

يخضع الكون الذي نعيش فيه لدورة حيوية تتسم بالدقة والتوازن، والحياة مستمرة في عالمنا بفضل سلسلة من عمليات التشكل والتحولات في أشكال الطاقة المختلفة التي تنتمي أساساً إلى الشمس المصدر الحقيقي للحياة على سطح الأرض. وتخضع كل العمليات إلى نظام بالغ الدقة والتوازن، ويُحدث التلوث والإمعان في استغلال الموارد البيئية استغلالاً غير رشيد، خللاً في هذا التوازن يؤدي في أحيان كثيرة إلى تهدم النظام البيئي أو تبسيطه، ويجعله في النهاية أكثر عرضة للتهدم والتخريب، ويحدث هذا، في الغالب، عند تدخل الإنسان بأسلوب يتعارض ومبدأ توازن النظام البيئي ودون إدراك منه لقوانين البيئة.

والنظام البيئي هو أية مساحة من الطبيعية وما تحويه من كائنات حية نباتية أو حيوانية، ومن مواد غير حية، وتوجد هذه المكونات الحية وغير الحية في تفاعل مستمر

مع بعضها البعض، وكل العلاقات المتبادلة بين مكونات النظام البيئي مبنية على تبادل المواد والطاقة فيما بينها (Odum ١٩٧٨). ويتكون النظام البيئي من المكونات التالية:

١ ــ مكونات غير حية Nonliving Components:

وتتمثل في المركبات والعناصر العضوية وغير العضوية الموجودة في البيئة مثل الكربون والهيدروجين والأكسجين والماء، والعوامل الفيزيائية كالرياح وتركيب التربة والرطوبة أي البيئة الفيزيائية التي يمارس فيها الكائن الحي نشاطه.

٢ ــ مكونات حية: Living Components وتشمل:

كائنات منتجة للغذاء Producers، وهي النباتات الخضر، التي تستطيع بناء غذائها بنفسها من مواد غير عضوية بسيطة مستغلة الطاقة الضوئية التي تأتيها من الشمس ومحولة إياها إلى طاقة كيميائية. ونظراً لأن النباتات الخضر هي الكائنات الحية الوحيدة القادرة على بناء المواد العضوية من مواد غير عضوية، لذا فإنها تمثل صلة الوصل بين المكونات غير الحية والمكونات الحية للنظام البيئي.

كائنات مستهلكة Consumers، لاتستطيع تكوين غذائها بنفسها، وتشمل الكائنات الحية التي تتغذى على النباتات مباشرة (الحيوانات العاشبة Herbivores) كالحشرات والأرانب والأبقار وغيرها، وكذلك الحيوانات اللاحمة Carnivores أي التي تقتات مباشرة على الحيوانات العاشبة.

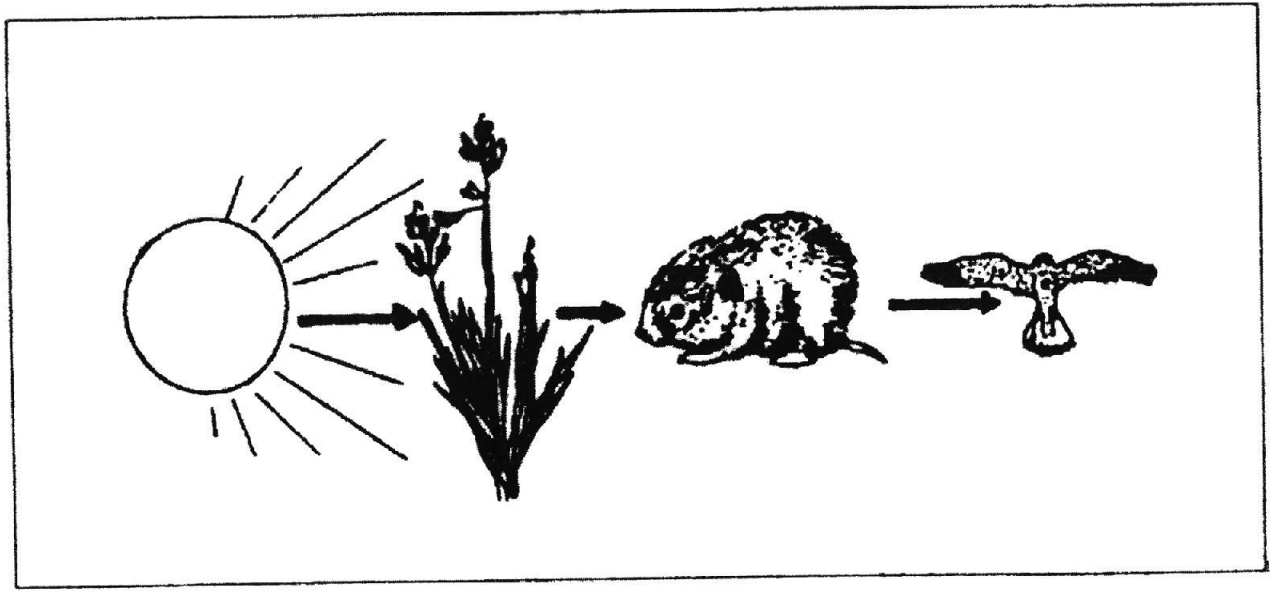
كائنات مفككة Decomposers، تعتمد في غذائها على تفكيك جثث وبقايا الكائنات الحية النباتية والحيوانية وتحولها إلى مركبات بسيطة تستفيد منها النباتات الخضر في تغذيتها، كالبكتيريا والفطور وغيرها، وهي تمثل صلة الوصل بين المكونات الحية والمكونات غير الحية للنظام البيئي.

تكامل مكونات البيئة:

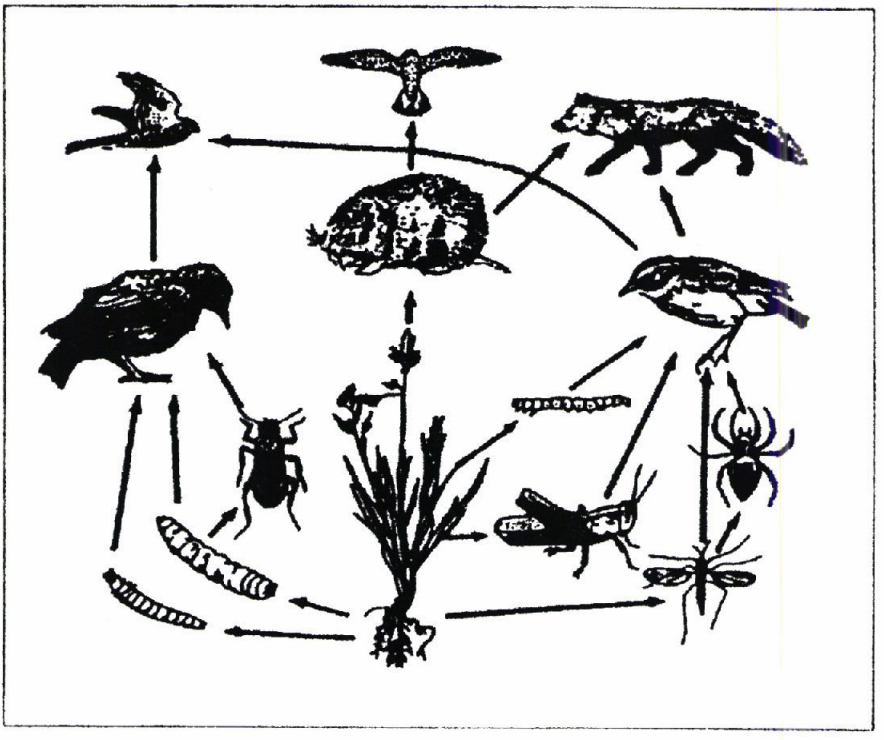
تتواجد الكائنات الحية في تفاعل مع بعضها البعض حيث يرتبط كل منها بالآخر بصورة مباشرة أو غير مباشرة من جهة وبالمواد غير الحية والعوامل البيئية من جهة أخرى، بحيث تكوّن مجتمعة أساس النظام البيئي في شكله المتوازن والمستقر.

فالنباتات الخضر تقوم بواسطة عملية التمثيل الضوئي بصنع مواد الغذاء من ثاني أكسيد الكربون والماء والطاقة الشمسية وبذلك تُدخل هذه المواد الأولية غير الحية في السلسلة الغذائية، وتتغذى الحيوانات العاشبة على النباتات وتصبح الحيوانات العاشبة بدورها غذاء للحيوانات المفترسة، أي تكّون الكائنات الحية فيما بينها سلسلة غذائية Food chain (الشكل ١). وتعني السلسلة الغذائية ببساطة تحويل طاقة الطعام المستمدة من مصدر ما عن طريق سلسلة من الأنواع يأكل فيها كل نوع الذي يسبقه في السلسلة، وتبدأ السلسلة الغذائية دائماً بالنباتات الخضر التي تتلقى طاقتها من الشمس. وبعد موت الكائنات الحية، النباتية والحيوانية، تصبح جثثها طعاماً للكائنات المفككة التي تقوم بتفكيكها وتحويلها إلى مواد بسيطة تستغلها النباتات من جديد. وهكذا نرى أهمية دور الكائنات المفككة، لأنها لاتعمل فقط على عدم تراكم الجثث الحيوانية والبقايا النباتية بل تعمل أيضاً على تفكيك المواد العضوية وتسمح بإعادة استعمالها بشكل مستمر وتضمن بذلك بقاء واستمرار عمل النظام البيئي.

هذا وتتداخل السلاسل الغذائية مع بعضها البعض في صورة شبكة غذائية Food web (الشكل ٢)، ذلك أن الكائنات المستهلكة لا تتخصص بنوع واحد من الغذاء، فإذا كان حيوان ما جزءاً في سلسلتين غذائيتين تعتبر هاتين السلسلتين متصلتين في صورة شبكة، وبالتالي تأخذ العلاقات الغذائية صورة شبكة غذائية، ويكون فيها أمام المستهلك، عادة، الكثير من فرص الاختيار التي تعطي للشبكة توازنها. فالثعلب مثلاً في الشكل (٢)، وهو حيوان لاحم، يتغذى على الجرذان فإذا ما انخفض عددها فإنه يتحول للتغذي على الطيور وهذا يخفف الضغط على الجرذان فتزداد أعدادها فتعود الثعالب إلى افتراسها مرة ثانية مما يخفف الضغط على الطيور وهكذا، وفي هذا تنظيم طبيعي يحفظ للشبكة الغذائية وبالتالي للنظام البيئي التوازن والاستمرار.



الشكل (١) تنتقل الطاقة بواسطة السلاسل الغذائية، وتأتي هذه الطاقة من الشمس



الشكل (٢) الشبكة الغذائية

وهكذا فالنظام البيئي ليس مجرد كائنات حية تعيش بجانب بعضها البعض وإنما هو مركب شديد التعقيد لما يحتويه من كائنات حية متنوعة وللعلاقات المتبادلة بين كل هذه الكائنات من جهة وبينها وبين العوامل البيئية غير الحية من جهة ثانية. والحقيقة أن كل وظيفة بيئية يناسبها نوع معين من الكائنات متخصص في هذه الوظيفة بحيث أن عمل النظام البيئي يرتبط بوجود كافة أنواع الكائنات الحية المكونة له وما يوجد بينها من علاقات متبادلة.

ويتوقف استقرار النظام البيئي على تعقّده، فكلما ازداد تعقد النظام البيئي كلما ازداد ثباتاً واستقراراً. فالحيوانات المفترسة التي تعتمد في غذائها على نوع واحد من الفرائس غالباً ما تكون عرضة للخطر إذا نقصت أعداد الفريسة، فالثعلب، في مثالنا السابق، لو كان يعتمد في غذائه على الفئران فقط فإنه سيترك المنطقة التي يعيش فيها أو يُرغم على الموت إذا أصيبت الفئران بمرض أو هاجرت أو انخفضت أعدادها أو ماتت، أما إذا كان يعتمد في غذائه، على عدد من الأنواع كالفئران والطيور والأرانب وغيرها فإنه سيتحول إلى التغذي بها في حال انخفاض أعداد الفئران، وتكون أمامه كثير من فرص الاختيار، وعندها يكون النظام البيئي أكثر ثباتاً واستقراراً، ولابد من أجل المحافظة على النظم البيئية من معرفة عمل هذه النظم وإدراك التعقيد الكبير الموجود فيها، ومعرفة أن تبسيط النظم البيئة باستبدال نظام بيئي معقد بنظام بيئي بسيط، كزراعة صنف واحد من القمح أو نوع من الأشجار الاقتصادية (ذلك أنها تلبي حاجاتنا الاقتصادية الوقتية) يعتبر مخاطرة كبيرة، إذ أن هذا الصنف أو النوع أكثر تعرضاً للأمراض وللتغيرات المناخية المختلفة التي قد تؤدي إلى هلاكه وبالتالي إلى تهدم النظام البيئي. ومن هنا يجب النظر إلى تدمير الغابات وإلى زراعة الفيضات ومجاري الأودية ومناطق تجمع المياه في البادية وإلى التلوث الذي يؤثر في أحد مكونات النظام البيئي أو في مكوناته كافة، وفي كل هذه الحالات فإن النظام البيئي يفقد توازنه ويصبح أكثر عرضة للتهدم والانهيار، ومن هنا تتضح أهمية استغلال النظم البيئية استغلالاً علمياً رشيداً والحفاظ على التنوع الكبير للكائنات الحية ضمن النظم البيئية وكذلك المحافظة على تنوع النظم البيئية.