تلوث البيئة

الفساد فى الارض

الطبعة الأولى

2014-1435

جميع الحقوق محفوظة

يمنع طبع أو إخراج هذا الكتاب أو أي جزء منه بأي شكل من أشكال الطباعة أو النسخ أو التصوير أو الترجمة أو التسجيل الرقمي والمسموع أو الاختزان بالحاسبات الإلكترونية وغيرها من الحقوق إلا بإذن مكتوب من دار المكتبي.

دار المكتبي
للطباعة والنشر والتوزيع
www.almaktabi.com

دمشق . القاهرة . الشارقة
دمشق هاتف: 00963112248433 فاكس: 00963112248432 ص.ب: 31426
الشارقة هاتف: 0097165512262 فاكس: 0097165512264 ص.ب: 3309
Email: almaktabi@gmail.com
www.almaktabi.com

الأستاذ الدكتور محمد غسان سلوم

تلوث البيئة

الفساد في الارض

دار المكتبي

بسم الله الرحمن الرحيم

الإهداء

إلى من علماني الصبر والتضحية والطموح **والديّ**

إلى الذين أناروا لي درب المعرفة وفتحوا لي باب العلم ،

وزرعوا في قلبي حب الإيمان **أساتذتي**

إلى خريجي كلية العلوم والطبيعية وكلية الصيدلة والطب

بجامعة دمشق وحملة الدراسات العليا من ماجستير ودكتوراه ،

الذين أصبحوا أساتذة في الجامعة والتعليم الثانوي **طلابي**

إلى كل المخلصين الذين بادلوني صدق المحبة والوفاء **أصدقائي**

إلى البراعم الشابة ، حملة العلم والنور والإيمان **أبنائي**

إلى كل طالب علم وباحث عن الحقيقة والعلم والمعرفة .

إلى كل متعلم ، وعالم ، ومعلم .

إلى كل هؤلاء أهدي عملي هذا ، وليكن شعارنا العلم والمحبة والإخلاص ، وأن لا حياة دون علم ، ولا علم دون إخلاص .

﴿ وَعَلَّمَكَ مَا لَمْ تَكُن تَعْلَمُ وَكَانَ فَضْلُ ٱللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا ﴾ [النساء : ١١٣].

﴿ وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا ﴾ [طه : ١١٤] .

الدكتور

محمد غسان يوسف سلوم

تقديم الدكتور علي القيّم

معاون وزير الثقافة

رئيس تحرير مجلة المعرفة

يعاني قرننا الحالي من تحديات كثيرة ، وتحولات عديدة ، سيكون لها تأثيراتها الخطيرة جداً على مسيرة البشرية ، وأهم هذه التحديات والتحولات ستكون في مجال البيئة التي بكل أسف نخربها بطرق عديدة ، وأصبحنا نعيش في بيئة تتخرب باطراد ، والبيئة ليست شيئاً نتلاعب به ، بل شيئاً يجب أن نفهمه ، ونتعامل معه بمسؤولية أكبر وحرص أشد . . . إن بيئتنا في وقتنا الراهن تواجه متاعب ؛ لأننا استبحنا فيها كل شيء .

لقد تغيّر المناخ ، ومن ثم ثقب الأوزون ، ولوثنا المجال الحيوي ، وخرّبنا التربة والأنهار والمحيطات ، وأزعجنا الطبيعة ، وتفشّت الأمراض والأوبئة ، وأصبحنا لا نعرف كيف نوجّه تكنولوجيا المستقبل ، التي غيّرت الأرض ومحيطاتها ، وغيّرت البيولوجيا ، وغيّرت الإنسان والحضارة .

لقد حرر العلم ثروات لا يمكن تخيُّلها ، مما أدى إلى تغير قوي وجذري في بيئتنا ؛ التي أفسدنا ودمرنا جزءاً من حيويتها وطبيعتها .

في هذا الكتاب للدكتور محمد غسان سلوم ، الأستاذ في جامعة دمشق يعلمنا كيف نحافظ على أرضنا وبيئتنا ، ويطالبنا أن نوقف نشاطات تغيّر المناخ ، ونقوم بمداواة طبقة الأوزون ، وإنجاز مستديم للمياه ، ووقف الإفراط في قطع أشجار الغابات ، وإعادة الحياة إلى التربة ،

وتحقيق الأمن الغذائي ، وأن نوقف تلوث مياه الأنهار والبحار والتلوث الكيميائي والإشعاعي ، ومشاكل الجفاف والتصحر ، والتلوث بالضجيج . . وكلها مشاكل معاصرة تهدد وجود الإنسان وحياته على الأرض .

الأستاذ الدكتور محمد غسان سلوم ، عرف جيداً كيف يصل إلى عقل قارئه ، من خلال التوعية والمعرفة وتبسيط مواضيع كتابه ، وهذا ليس غريباً عنه ، فقد سبق أن قدم للقارئ العربي مجموعة مهمة من الكتب العلمية التبسيطية ، التي تتعلق بالعلوم الفيزيولوجية النباتية والبيئة ، وأسرار عالم النبات .

ونشر أبحاثاً رائعة في كبريات المجلات العربية والعالمية ، وحاضَرَ في العديد من المؤتمرات العربية والعالمية ، وقام بالتدريس في جامعات عديدة ، وحصل على احترام وتقدير من كل من عرفه ، ونهل من علمه ومعرفته ، وأحسبه يذكرنا بعلماء كبار مرّوا وتركوا بصماتهم في تاريخ العلوم والطب العربي أمثال ابن البيطار ، البنتاني ، وابن النفيس ، وأبناء موسى بن شاكر ، وثابت بن قرة ، وابن أبي أصيبعة وغيرهم ، فهو واسع الاطلاع والمعرفة ، ويجيد تقديم أبحاثه ودراساته ومؤلفاته بأسلوب علمي رصين ، دون استعلاء أو تكبّر ، إنه تواضع العلماء .

لذلك أجزم بأن قارىء هذا الكتاب سيجد متعة حقيقية في التّعرف على علم ، نحن أحوج ما نكون إليه في عالم المتغيرات العالمية ، وتلوث البيئة ، والتنمية المستدامة ، والتصحر وتآكل طبقة الأوزون وغيرها .

مع صادق الاحترام والتقدير

الدكتور علي القيّم

تقديم الأستاذ الدكتور محمد أبو حرب

عضو اللجان العلمية في مجمع اللغة العربية

عميد كلية العلوم الأسبق بجامعة دمشق

يسعدني أن أسطر هنا بعض الخواطر التي خالجتني بعد أن طلب مني الأستاذ الدكتور محمد غسان سلوم التقديم لكتابه الجديد تلوث البيئة . . . الفساد في الأرض .

لقد شاءت إرادة الله العليم القدير أن أساير تطور حياة الأستاذ محمد غسان سلوم ونشاطه العلمي والاجتماعي ، منذ ما يقارب من نصف قرن عندما انتسب إلى كلية العلوم بجامعة دمشق طالباً لدراسة العلوم الطبيعية . وقد عرفته طالباً نشيطاً مجداً في متابعته للمحاضرات التي كنت ألقيها على الطلاب في مقرر علم الحياة الحيوانية . ونظراً لمثابرته وتفوقه في دراسته فقد أوفدته جامعة دمشق ، لتحضير شهادة الدكتوراه في علم الأحياء ، إلى جامعة kiev في أوكرانيا . وبعد حصوله على هذه الشهادة باختصاص الفيزيولوجيا النباتية والبيئة وعاد عام ١٩٧٤م عُيّن عضواً في الهيئة التدريسية في قسم علم النبات بكلية العلوم التي كنت عميداً لها في تلك الفترة . ولم تنقطع صلتي به بعد أن أصبح زميلاً كريماً وصديقاً عزيزاً حتى الآن . وقد تميز بنشاطه وإنتاجه العلمي الغزير في مجال الكتب الجامعية والمراجع المتعددة التي ألّفها وآخرها كتابه هذا عن تلوث البيئة والفساد في الأرض .

لقد أحسن الدكتور محمد غسان سلوم باختياره لموضوعات كتابه

الجديد التي تهم الناس جميعاً ؛ إذ أخذ الاهتمام العالمي بالبيئة وسلامتها وآثار تلوثها يزداد بوتيرة متصاعدة منذ الثلث الأخير من القرن الماضي بفعل التطور الديموغرافي والصناعي والتكنولوجي في العالم .

وقد عالج الدكتور محمد غسان سلوم بطريقة علمية سليمة ومتكاملة موضوعات تلوث البيئة والأخطار التي تترتب على الاستمرار الطبيعي للحياة إذا لم تتخذ الإجراءات العاجلة لضمان وقف التلوث البيئي المتفاقم وعودة التوازن للنظام البيئي المتدهور في جميع أنحاء المعمورة .

لقد تطرق الدكتور محمد غسان سلوم في فصول كتابه إلى نواحي كبيرة الأهمية تتعلق بالمشاكل المختلفة التي تنتج عن آثار تلوث البيئة على انتظام الحياة الطبيعية السليمة التي أراد الله سبحانه وتعالى أن تسود على الأرض بشكل متوازن ودقيق . وهكذا عالج الدكتور محمد غسان سلوم في فصول كتابه المختلفة أنواع الملوثات البيئية الخطرة على حياة الإنسان والحيوان والنبات وعلى سلامة الطبيعة عموماً .

من هذه الملوثات شرح تلوث الكيميائي والصناعي الذي سببَّ الأضرار والفساد في الهواء الذي لا غنى عنه لتنفس الحيوانات والنباتات ، وبيّن أثر هذا التلوث في التربة التي تؤمن النمو والغذاء للنبات بالإضافة إلى الماء الذي قرنه القرآن الكريم بالحياة بقوله تعالى : ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ﴾ [الأنبياء : ٣٠] .

وأورد في هذا الكتاب القيّم الدراسات التي تتعلق بالتلوث الإشعاعي ومشاكل الجفاف والتصحر وتراجع الغطاء النباتي على سطح الكرة الأرضية نتيجة للقطع الجائر للأشجار في الغابات ، وهدر المياه وتلوثها في المدن المكتظة بالسكان في دول العالم المختلفة . ولم يشأ الدكتور محمد غسان سلوم أن ينقص شمول كتابه المتكامل هذه موضوعات كبيرة

الأهمية تتعلق بالضجيج وآثاره السيئة على المجتمع والأفراد ، من النواحي النفسية والجسمية والإنتاجية ، كما ذكر مجموعة من النصائح والطرائق التي تحد من آثار الضجيج السلبية . كما ركّز في الفصل الأخير في هذا الكتاب العلمي على أهمية التربية البيئية ودورها الكبير في نشر الوعي البيئي في المجتمع لمعالجة المشكلات البيئية في سورية .

وإني لأشكر للزميل العزيز الأستاذ الدكتور محمد غسان سلوم ثقته الغالية ، وحرصه على مشاركتي في التقديم لكتابه العلمي القيّم الذي بذل في إعداده الجهد الكبير المحمود ، وأسأل اللهَ سبحانه وتعالى أن ينفع به أبناء الأمة العربية المتطلعة إلى نهضة علمية شاملة ، تمكنها من التقدم لتأخذ مكانها الطبيعي في ركب الحضارة الإنسانية .

الأستاذ الدكتور محمد أبو حرب

تقديم الأستاذ الدكتور عبد القادر مكي الكتاني

دكتوراه بالهندسة المدنية والدراسات الإسلامية
نائب رئيس قسم الدراسات العليا بمجمع الفتح الجامعي
رئيس قسم وأستاذ الفكر الإسلامي المعاصر والحوار الحضاري بالإسلام

الحمد لله رب العالمين القائل في محكم التنزيل : ﴿وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ﴾ [يوسف : ٧٦] والصلاة والسلام على النبي المصطفى الأمين المبعوث رحمة للعالمين ، وعلى آله وصحبه الغر الميامين وبعد :

لسنا بحاجة للبرهنة على اهتمام الإسلام بالبيئة فالرسالة السماوية ومن منطلق كونها خاتمة الرسالات الإلهية إلى البشرية جمعاء ، اهتمت بالبيئة اهتماماً كبيراً ؛ لأن الله تعالى خلق الأكوان وجعل لها البيئات المناسبة لكل منها وسخرها لخدمة الكائنات الحية ، وعلى رأسها الإنسان فمن الطبيعي أن يشرع البارئ عزوجل القوانين ويضع النواميس التي تكفل حفظ التوازن البيئي لما فيه مصلحة الكائنات جميعها وترشد الإنسان إلى طريقة حماية بيئته التي فيها حياته ، وكيفية التعاطي مع أنظمتها وقوانينها .

إن المتمعِّن في آيات القرآن الكريم يجد مفهوم البيئة يتردد صداه في آيات كثيرة منه ، والتي تتناول مكونات البيئة المختلفة من أرض وما تتضمنه من كائنات حية وغير حية ، وما يحيط بها من غلاف جوي وغيره ، وبحار وما تحتويه من عوالم يصعب إدراك عظمتها ، وكلها تدل على قدرة الخالق عز وجل ﴿صُنْعَ اللَّهِ الَّذِي أَتْقَنَ كُلَّ شَيْءٍ﴾ [النمل : ٨٨] وتدل أيضاً على اهتمام الإسلام بتبيان كل ما له صلة بتحقيق سعادة الإنسان

وتسهيل مهمته التي أوكلها الله إليه ، وهي إعمار الأرض والحفاظ عليها وتسخير كل ما فيها لخدمته ، حيث قال تعالى : ﴿ وَٱلْأَرْضَ مَدَدْنَٰهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَٰسِيَ وَأَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ ۞ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَٰيِشَ وَمَن لَّسْتُمْ لَهُۥ بِرَٰزِقِينَ ۞ وَإِن مِّن شَيْءٍ إِلَّا عِندَنَا خَزَآئِنُهُۥ وَمَا نُنَزِّلُهُۥٓ إِلَّا بِقَدَرٍ مَّعْلُومٍ ۞ وَأَرْسَلْنَا ٱلرِّيَٰحَ لَوَٰقِحَ فَأَنزَلْنَا مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَسْقَيْنَٰكُمُوهُ وَمَآ أَنتُمْ لَهُۥ بِخَٰزِنِينَ ﴾ [الحجر : ١٩ـ ٢٢] .

وقد قام الأخ الفاضل الأستاذ الجامعي القدير الدكتور محمد غسان سلوم الصديق الصدوق العصامي المتواضع المحبوب ؛ الذي نذر نفسه للعلم والتدريس والبحث العلمي ، والذي لا يعرف للراحة سبيلاً مذكراً إيانا بكبار علمائنا العظماء ، الذين مرُّوا عبر التاريخ ، والذي تخرج على يديه خلال عقود عدة ، ألوف الخريجين الجامعيين ومئات الدكاترة في مختلف الاختصاصات فمنهم الوزراء والمسؤولون والعلماء والأطباء وغيرهم ، قام بتأليف كتاب هام بعنوان : (تلوث البيئة . . . الفساد في الأرض) فكان بدعاً في تصنيفه الذي ملأه بأفكار علمية جديدة إبداعية ومفيدة ، تتحدث عن علاقة الإنسان ببيئته التي هي واحدة من أهم وأخطر الأمور التي يتعلق بها مستقبل البشرية جمعاء .

والحق أن الدكتور محمد غسان سلوم الذي أراد بعمله هذا أن يكون مرجعاً علمياً لطلبة العلم والباحثين الأكاديميين وغيرهم من المثقفين ، قد أجاد وأفاد وغطّى زاوية مهمة من زوايا الفكر والمعرفة البيئية باختياره لموضوعات كتابه هذا ، وهي الموضوعات التي تفيد الناس جميعاً ، فقد استعرض المشاكل الكثيرة التي تنتج عن آثار تلوث البيئة على الكائنات الحية جميعها وفي مقدمتها الإنسان ، ولذلك استعرض أنواع الملوثات البيئية الخطرة على الكائنات الحية ، وعرج على تأثير التلوث الكيميائي والصناعي والإشعاعي على الكائنات الحية والهواء والماء والتربة ، وركز على المخرب الأول للتوازن البيئي ، وهو المستفيد الأول منه ألا وهو

الإنسان والذي سيؤدي إن استمر بإفساده وتلويثه الأرض بمخلفات مصانعه ودخانها وإشعاعاتها ـ لا سمح الله ـ إلى كارثة بيئية لا تبقي ولا تذر ، ﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِي ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِي عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

ولم ينس أن يختم كتابه القيم هذا بالدعوة إلى ضرورة نشر التربية البيئية وأثرها الهام في نشر الوعي البيئي بين أفراد المجتمع للحيلولة دون المزيد من التدهور البيئي ولعودة الحياة الطبيعية للكائنات الحية جميعها وفي مقدمتها الإنسان لدورها الذي أراده الله لها ، وقد زين دراسته العلمية هذه بشواهد وأدلة من القرآن الكريم ، من هنا جاءت أهمية هذه الدراسات البيئية المختلفة التي خصها المؤلف بهذا الكتاب المتميّز كي يكون ذخراً للمكتبة العربية المعاصرة وهو المتخصص بعلم البيئة النباتية ، وله عدة مؤلفات جامعية تدرس في كلية العلوم بجامعة دمشق كما قام بنشر أبحاث علمية عديدة في مجلات عربية وعالمية مختلفة وقد اعتمد الدكتور محمد غسان سلوم في إعداد هذا الكتاب على أكثر من ١٢٠ مصدراً ومرجعاً علمياً حديثاً ، وبعض الآيات القرآنية المتعلقة بالبيئة وفساد الأرض .

إن الاهتمام بالبيئة بشكل متزايد جعل معظم دول العالم تخصص وزارة خاصة للشؤون البيئية ويوم عالمي للبيئة ؛ حيث أصبح أمر المحافظة على البيئة النظيفة والسهر على صيانتها من التلوث من الهموم الإنسانية المعاصرة ، وغدت تستأثر باهتمام قطاعات واسعة من أوساط الرأي العام العالمي ، ومن هنا نؤكد على أهمية هذا الكتاب كيف لا وقد كان عملاً علمياً إبداعياً بامتياز سيساهم إن شاء الله بالحفاظ على بيئة نظيفة متوازنة وغير ملوثة ، مما يجعله لبنة هامة ومرجعاً علمياً فريداً لا يستغني عنه طالب العلم والباحث في دراسات العلوم البيئية ، لذلك فإنني أهنئه على إنجازه هذا وقد قام به منفرداً ، وبذل في إعداده جهداً كبيراً ، وهو

الذي كان بحاجة لمجموعة من الباحثين والدارسين المتخصصين ، داعياً الله عز وجل أن يفيد به طلاب العلم والباحثين من أبناء الأمة العربية ، وأن يوفقه للمزيد من العطاءات العلمية والفكرية ، وأن يجعل له القبول وسعة الانتشار بين الأوساط العلمية كي تعم فائدته ، إنه على ما يشاء قدير وبالإجابة جدير .

والحمد لله رب العالمين القائل في محكم التنزيل : ﴿ يُؤْتِي الْحِكْمَةَ مَن يَشَاءُ وَمَن يُؤْتَ الْحِكْمَةَ فَقَدْ أُوتِيَ خَيْرًا كَثِيرًا ﴾ [البقرة : ٢٦٩] .

الدكتور عبد القادر مكي الكتاني

دمشق

تقديم الأستاذ محمد مروان مراد

باحث في الأدب والسيرة والتاريخ

مدير تحرير مجلة أصدقاء دمشق

تلوث البيئة . . الفساد في الأرض :

جهد علمي متميز جدير باعتزاز الأجيال

تستقبل المكتبات يومياً عشرات الإصدارات الجديدة ، في سائر جوانب المعرفة ، ويتمهل واحدنا متأملاً في هذا الإنتاج الكبير ، وقد اختلط فيه البحث القيّم الجديد والمفيد ، بالسطحي المتكرر الذي لا يُسمن ولا يُغني من جوع . ومن عادتي حين أتسلم دراسة جديدة أن أعرضها على معيارين ثابتين ، يحدِّدان لي قيمتها وأهليّتها لتنضمّ إلى مكنوزي من المؤلفات الجديرة بأن أعطيها وقتي ، وأتخذها مرجعاً أميناً أعود إليه في عملي البحثي ومحاضراتي المتنوعة .

المعيار الأول : هو شخصية المؤلف بكل ما تشتمل عليه من مواصفات الأهلية بعناصرها السامية : (المكانة العلمية في رحاب الفكر ـ التاريخ العملي في البحث والتأليف ـ المتابعة الجادة للحراك الثقافي المتسارع ، وقبل كل شيء : الركائز الأخلاقية التي يستند إليها ، والأهداف الإنسانية التي يطمح لبلوغها) .

المعيار الثاني : هو أهمية الدراسة وجدواها من خلال : (توفيقها في اختيار مواضيعها ، جدّتها وجديّتها فيما توفره للمتلقي من معارف جديدة ، وتلفت اهتمامه إلى معلومة جديدة مجهولة جديرة بالاهتمام ،

وتتيح له الوصول إلى ما كان يتشوّف لمعرفته مما تزخر به رحاب الكون الفسيح من آلاء ربانية معجزة ، وكل ذلك بأسلوب علمي شائق ، وحوار فكري شفّاف .

هكذا كان المعياران نصب عينّي وأنا أتسلّم بيد الامتنان الدراسة الجادة المعنونة : « تلوث البيئة . . . الفساد في الأرض » لمؤلفها الدكتور « محمد غسان سلوم » ، فكنتُ في المعيار الأول ، أمام شخصية جديرة بالاعتزاز والتقدير ، اجتمعت لها أولاً : مناقب المربي الإنسان الذي أوقف فكره وضوء عينيه للتعليم ، وأعطى من روحه ودأبه وشهد تحصيله لطلابه في قاعات الدراسة بالجامعة ، وتقني ومسؤول . . فكان بذلك الشجرة الباسقة الناضرة التي شمخت في بستان العطاء ، ونثرت بذورها في تربة الوطن الخصبة ، لتتسامق من جديد غنية العطاء سخية الظلال . كما اجتمعت لها ثانياً : مناقب العالم والباحث والمؤلف الذي نذر عمره للبحث والتحقيق والتنقيب في فرائد التراث العربي الإسلامي ، وفي مصادر العلوم المعاصرة ، وجنّد ما حصّله لخدمة الناس ، من خلال كتبه العلمية وبحوثه الإنسانية والتربوية ، في مجال البيولوجيا من فيزيولوجيا النبات وعلوم البيئة ، ومن خلال محاضراته في المراكز الثقافية ، ومشاركاته في الندوات والمؤتمرات العلمية المتخصصة ، وإسهامه في تدقيق المؤلفات الموجّهة لمراحل التعليم المختلفة ، وإشرافه على الأبحاث والإنتاج العلمي ورسائل التخرج الجامعية . وكان مكتسياً في ذلك كله بمنهجية العالم ، وتواضع الإنسان ، ونُبل الوجدان ، والزهد في ما تجلبه الشهرة من ثناء طنّان ، فارتفع قدراً وعلا منزلة ، وضمن لاسمه الخلود في سجل العطاء والإبداع .

أما المعيار الثاني : فكنت مع دراسة علمية جادة تكاملت لها شروط

البحث العلمي التي ميزتها عن سائر الدراسات الصادرة في مجالها ، من حيث إنها تقدم عرضاً تقنياً موثقاً لواحدة من أهم وأخطر المشكلات البيئية المعاصرة ، التي تُثقِل بأخطارها المحدقة كاهل البشرية ، وتضاعف القلق في سائر المعمورة ، مما ينتظر الإنسان من كوارث قادمة تتربص بحياته ووجوده . . عَنيتُ : كارثة التلوث البيئي . . التي كانت وتبقى ، شغل الخبراء ، وموضوع المؤتمرات العاجل ، ومحور برامج وخطط الحكومات وجمعيات العمل الأهلي ، وقد تصدّى الباحث « الدكتور محمد غسان سلوم » لهذه المشكلة بكل جرأة فتقصّى عواملها ، وتفحّص مكونّاتها ، وصنّف أنواعها ، وتابع تأثيرات التلوث الوخيمة في النظام البيئي ، وبالتالي أخطاره المدمرة ، وركّز قصداً على العامل الرئيس في المشكلة : الإنسان ، المساهم الأول في تخريب التوازن الإيكولوجي من خلال استنزافه الشره لموارد الطبيعة ، وإفساده لمكوّناتها ، وتلويثه الأرض ـ كوكبه الجميل ـ بدخان مصانعه وإشعاع تجهيزاته التقنية ، ومخلّفات صناعته الحديثة ، وقضائه على مكوّناتها الخيّرة : نباتاً وحيواناً وهواءً وتربةً وماءً ، يورد هذا كله ويسنده بالبراهين والدلالات العلمية ، ويوجّه نداءه الصادق للغيارى لتدارك الخطر ، والتنبه للمسؤولية ، والترفع بأسلوب التعامل مع مكونات الحياة إلى ما يليق بالفطرة الإنسانية من تكريم للهبات السماوية ، وحماية وتقدير للعطايا الربانية الخيّرة .

على أن أرقى وأكمل ما في مؤلف الدكتور غسان سلوم هو أنه وضع دراسته الراقية ضمن إطار ذهبي أضاء بشواهد الإعجاز القرآني ، التي وثّقت نصوص البحث ، ودعمت محوره الأساس : الفساد في الأرض من خلال تدمير البيئة واستنفاد طاقاتها .

وبعد فقد أمضيتُ وقتاً غنياً في دراسة بحث الدكتور سلوم وحمدتُ له من القلب جهده الكبير ، وأنا جازم بأن عمله لا بد وأن يكافأ بالتقدير

والعرفان ، وسيكون موضع اعتزاز وإكبار الأجيال ، وسيبقى في سجل حسناته على الدوام ، وعند من لا يضيع لديه الصنيع الخيّر والعمل المبرّأ لوجهه جل وتعالى .

محمد مروان مراد

كلمة شكر وعرفان وتقدير

إلى كل المخلصين الذين بادلوني صدق المحبة والوفاء ، وقدموا لكتابي « تلوث البيئة . . . الفساد في الأرض » : الدكتور علي القيم معاون وزير الثقافة ، رئيس تحرير مجلة المعرفة ، والأستاذ الدكتور محمد أبو حرب عضو اللجان العلمية في مجمع اللغة العربية وعميد كلية العلوم الأسبق بجامعة دمشق ، والأستاذ الدكتور عبد القادر مكي الكتاني دكتوراه بالهندسة المدنية والدراسات الإسلامية نائب رئيس قسم الدراسات العليا بمجمع الفتح الإسلامي ورئيس قسم وأستاذ الفتح الإسلامي المعاصر والحوار الحضاري بالإسلام ، والأستاذ محمد مروان مراد كاتب وباحث في التاريخ والأدب ، والدكتور حسان بدر الدين الكاتب صاحب الموسوعة الموجزة وفلسفة العالمية وعضو البحوث والدراسات في اتحاد الكتاب العرب ، والدكتور أحمد صفوح زين العابدين دكتوراه في الصيدلة والمدير العام لمختبرات ابن سينا .

أقدم لجميع الأساتذة الكرام جزيل الشكر ووافر التقدير والاحترام لما قدموا لهذا الكتاب ، وأنا لا أستحق هذا الإطراء والثناء وهو حسن ظن منهم ، وأرجو من الله أن أكون أهلاً له . يقول ابن عطاء الله السكندري رحمه الله في « حكمه العطائية » :

« ما مدح من مدحك وإنما مدح من منحك » ، وقوله : « الناس يمدحونك لما يظنونه فيك ، فكن أنت ذاماً لنفسك لما تعلمه منها » ، وقوله أيضاً : « إن أكرمك الله فإنما أكرم فيك جميل سره ، فالحمد لمن

سرك وليس الحمد لمن أكرمك وشكرك » .

وقوله أيضاً : « إذا أراد الله أن يظهر فضله عليك ، خلق الفضل ونسبه إليك » .

وكان أبو بكر الصديق رضي الله عنه إذا مدح يقول : اللهم أنت أعلم بي من نفسي وأنا أعلم بنفسي منهم ، اللهم اجعلني خيراً مما يظنون ، واغفر لي ما لا يعلمون ، ولا تؤاخذني بما يقولون .

ويقول تعالى في القرآن الكريم :

﴿ وَعَلَّمَكَ مَا لَمْ تَكُن تَعْلَمُ ۚ وَكَانَ فَضْلُ ٱللَّهِ عَلَيْكَ عَظِيمًا ﴾ [النساء : ١١٣] .

﴿ يُؤْتِي ٱلْحِكْمَةَ مَن يَشَآءُ ۚ وَمَن يُؤْتَ ٱلْحِكْمَةَ فَقَدْ أُوتِيَ خَيْرًا كَثِيرًا ۗ ﴾

[البقرة : ٢٦٩]

﴿ إِنَّ ٱلَّذِينَ ءَامَنُوا۟ وَعَمِلُوا۟ ٱلصَّٰلِحَٰتِ سَيَجْعَلُ لَهُمُ ٱلرَّحْمَٰنُ وُدًّا ﴾ [مريم : ٩٦] .

﴿ وَأَمَّا مَنْ ءَامَنَ وَعَمِلَ صَٰلِحًا فَلَهُۥ جَزَآءً ٱلْحُسْنَىٰ ۖ وَسَنَقُولُ لَهُۥ مِنْ أَمْرِنَا يُسْرًا ﴾

[الكهف : ٨٨]

﴿ وَقُل رَّبِّ زِدْنِى عِلْمًا ﴾ [طه : ١١٤] .

كما أتقدم بالشكر والعرفان للدكتور محمد غياث مكتبي ، مدير عام دار المكتبي للطباعة والنشر والتوزيع بدمشق والحائز على دكتوراه بالإعلام والصحافة ، على صدق المحبة وحسن التعاون في نشر العلم والمعرفة ، وفي حسن اختيار الكتب الثقافية والعلمية المميزة ، ولقد أصدرت دار المكتبي بدمشق مؤلفي بعنوان : « أسرار عالم النبات » عالم النبات بين العلم والقرآن الذي حاز على إعجاب القراء والباحثين .

نأمل من كتابنا هذا « تلوث البيئة . . . . الفساد في الأرض » أن ينتفع ويستفيد منه كل عالم ومتعلم وباحث في دراسات العلوم البيئية كي تعم

الفائدة والمعرفة ونشر العلم بين الجميع لأجل التوعية وتبسيط العلوم ، وسيجد القارئ بهذا الكتاب المتعة الحقيقية في التعرف على الظواهر البيئية المختلفة المحيطة به ، من الضباب الدخاني والاحتباس الحراري ، والأمطار الحامضية ، والتعرف على ملوثات البيئة ، من تلوث الماء ، والهواء والتربة ، وخطر الإشعاعات عل الإنسان المسببة له أمراض السرطان ، وعلى الأمن البيئي ، والتوازن البيئي وعلى التربية البيئية ، والتنمية المستدامة .

وهكذا نكون قد أسهمنا في توعية بيئية شاملة نحو هذه الأمة العربية المتطلعة لنهضة علمية شاملة تمكنها في التقدم العلمي لمسايرة ركب الحضارة الإنسانية .

واسأل الله أن يجعل هذا المؤلف صدقة جارية وعلماً ينتفع به ، فإنه نعم المولى ونعم النصير .

الأستاذ الدكتور

محمد غســان سلوم

ماذا تعلم عن تلوث البيئة... الفساد في الأرض

هل تعلم : أن الإنسان أكبر مخرب للبيئة ، وهو ابن البيئة .

هل تعلم : أن الأشجار صديقة الإنسان ، والمكافحة الحيوية صديقة البيئة .

هل تعلم : أن التلوث بالضجيج من أخطر ملوثات البيئة(آثاره سلبية على الإنسان والحيوان والنبات) .

هل تعلم : أن النباتات دروع واقية من التلوث (بامتصاصها للغازات السامة مثل أشجار الحور ، الصنوبر ، السنديان ، البلوط ، الزيتون وغيرها) .

هل تعلم : أن ملوثات البيئة في الهواء والماء والتربة ضارة بصحة الإنسان وتهدد حياته وتسبب له أمراض السرطان مثال(أكاسيد الآزوت ، الفحوم الهيدروجينية (بنزوبيرين) ، الغبار العضوي ، الغبار الذري ، جزيئات الأمينيت ، عناصر pb ، hg ، cd والأشعة فوق البنفسجية الخطيرة والمميتة للأحياء .

ماذا تعلم : عن مخاطر التلوث الإشعاعي وأثره على الإنسان .

ماذا تعلم : عن التصحر وزحف الصحراء (الغابات تسبق الشعوب والصحارى تسبقها) .

ماذا تعلم : عن تآكل طبقة الأوزون ووصول الأشعة فوق البنفسجية الخطيرة المميتة للأحياء .

ماذا تعلم : عن الظواهر البيئية (الضباب الدخاني ، الاحتباس الحراري ، الأمطار الحامضية)

﴿ أَفَرَءَيْتُمُ ٱلْمَآءَ ٱلَّذِى تَشْرَبُونَ ۞ ءَأَنتُمْ أَنزَلْتُمُوهُ مِنَ ٱلْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ ٱلْمُنزِلُونَ ۞ لَوْ نَشَآءُ جَعَلْنَٰهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴾ [الواقعة : ٦٨ـ٧٠] .

ماذا تعلم : عن دور العوامل الحيوية في البيئة (من نبات وحيوان وإنسان) ودورات العناصر الأساسية في الطبيعة (دورة الكربونC ، الأزوتN ، الفوسفورP ، الماءh2o) .

ماذا تعلم : عن أهمية النظام البيئي (علاقة متبادلة بين الطاقة والأحياء المنتجة والمستهلكة ، والمفككة) .

ماذا تعلم : عن الإنسان والأمن البيئي (الأمن النووي ، الأمن الصحي ، الأمن المائي) .

ماذا تعلم : عن الإنسان والتوازن البيئي (صراع الأحياء من أجل البقاء) .

ماذا تعلم : عن السلسلة الغذائية والشبكة الغذائية في البيئة (انتقال الطاقة من النبات إلى الحيوان فالإنسان) .

ماذا تعلم : عن التربية البيئية والتنمية المستدامة .

التربية البيئية : نشر الوعي البيئي لدى أفراد المجتمع وتحسين العلاقة بين الإنسان والبيئة .

التنمية المستدامة : سد الحاجات الأساسية للبشر دون المساس بحقوق الأجيال القادمة من موارد الطبيعة .

۞ ۞ ۞

المقدمة

تعني كلمة البيئة Oikos باليونانية ومعناها : المسكن وعلم البيئة Ecology بالمفهوم العام ، هو العلم الذي يدرس علاقة الكائنات الحية بالوسط الذي تعيش فيه ، فالإنسان يعيش في البيئة ولا يملكها .

علم البيئة علم حديث إذا ما قورن بالعلوم الأخرى ، ففي مطلع القرن العشرين بدأ هذا العلم يتطور ويأخذ مكانة مهمة بين العلوم الأخرى ، وله أثر مهم على حياة الكائنات من إنسان وحيوان ونبات . وبصورة عامة يمكن تعريف تلوث البيئة : بأنه الفساد في الأرض بما كسبت أيدي الناس ، أي : كل تغير في مكونات البيئة وخصائصها الطبيعية يؤدي إلى إحداث خلل في التوازن البيئي الطبيعي ويؤذي سلامة الكائنات الحية . يقول الله تعالى ﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [الروم : ٤١] .

فالإنسان سيد هذا الكوكب والملوث الأكبر على سطح الأرض ، في البحر والجو ، والعامل الأهم في تخريب الطبيعة ، وهو ابن بيئته وجزء لا يتجزأ منها ، فمن طين أديمها أنسجته وخلاياه ، ومن حجارة صخورها شيد أبنيته ومأواه ، ومن مائها شرب وارتوى ، ومن غذائها أكل ونما ، ومن خيوطها نسج واكتسى . استطاع الإنسان أن يلوث البيئة ويفسد في الأرض بدخانه وإشعاعاته ، ويبقر بآلات حفره بطنها ، ويلوث بمخلفات صناعاته مياهها ، ويقتلع بمناجله أشجارها ، ويصحر بأعماله أرضها ،

ويسعى في الأرض تدميراً وفساداً ، يقول تعالى : ﴿وَلَا تَبْغِ ٱلْفَسَادَ فِى ٱلْأَرْضِ ۖ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ﴾ [القصص : ٧٧] ، وفي سورة المائدة آية [٦٤] يقول تعالى : ﴿وَيَسْعَوْنَ فِى ٱلْأَرْضِ فَسَادًا ۚ وَٱللَّهُ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ﴾ وفي سورة الشعراء آية [١٨٣] يقول أيضاً : ﴿وَلَا تَبْخَسُوا۟ ٱلنَّاسَ أَشْيَآءَهُمْ وَلَا تَعْثَوْا۟ فِى ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ﴾ وفي سورة البقرة آية [١١ و١٢] يقول تعالى : ﴿وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ قَالُوٓا۟ إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ۝ أَلَآ إِنَّهُمْ هُمُ ٱلْمُفْسِدُونَ وَلَٰكِن لَّا يَشْعُرُونَ﴾ .

تزداد أهمية تلوث البيئة يوماً بعد يوم في عصرنا الحديث مع زيادة البشرية على الكرة الأرضية ، وهذه الزيادة أسهمت بشكل كبير في فساد البر والبحر والجو ، وحالياً توجد مشاكل عديدة وهامة تنطوي تحت تلوث البيئة نذكر منها :

١ـ التلوث الكيميائي والحيوي في البر والبحر والجو .

٢ـ التلوث الإشعاعي في الفضاء وخطر التفجيرات النووية والتجارب الذرية .

٣ـ تلوث الهواء بالغازات السامة .

٤ـ تلوث الماء خطر كبير يهدد الإنسان .

٥ـ تلوث التربة الضارة بصحة الإنسان .

٦ـ مشاكل الجفاف والتصحر .

٧ـ تراجع الغابات والقضاء على النباتات .

٨ـ الظواهر البيئية وضررها على الأحياء (الأمطار الحامضية والاحتباس الحراري ، والضباب الدخاني وتآكل طبقة الأوزون) .

٩ـ خطر المبيدات الكيميائية على الأحياء .

١٠ـ مشاكل الأمن البيئي (الأمن الصحي ، الأمن المائي ، الأمن النووي) .

١١ـ الإخلال بالتوازن البيئي الطبيعي .

١٢ـ التلوث بالضجيج من أخطر ملوثات البيئة .

ومشاكل بيئية أخرى ظهرت بما كسبت أيدي الناس من فساد الطبيعة ، وبعبارة أخرى : إن تلوث البيئة يعني الفساد في الأرض بما أحدثه الإنسان وهو خطر يهدد البشرية في عصرنا الحاضر والمستقبل . يقول الله تعالى : ﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

يمكن تصنيف ملوثات البيئة من حيث المسبب لها :

١ـ ملوثات بيولوجية : كالتلوث بالجراثيم والفيروسات والفطريات .

٢ـ ملوثات كيميائية : كالتلوث بالمبيدات والغازات السامة والمركبات الكيميائية .

٣ـ ملوثات فيزيائية : كالتلوث بالمواد المشعة والغبار الذري والتلوث الحراري .

مكونات البيئة : هي جميع العوامل الطبيعية والحيوية التي توجد على سطح الأرض وبداخلها ، فالهواء والماء والتربة ، والضوء والحرارة بالإضافة للنبات والحيوان ، والإنسان تشكل مكونات البيئة ، وهي تعتمد على بعضها البعض ، فالنباتات الخضراء تصنع الغذاء بواسطة التركيب الضوئي والحيوان يعتمد في غذائه على النبات ، والإنسان يأخذ غذاءه من النبات والحيوان معاً ، فالإنسان وهذه العناصر الطبيعية وجميع الكائنات الحية مسخرة لخدمة الإنسان . يقول تعالى : ﴿ وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِى ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَمَا فِى ٱلْأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴾ [الجاثية : ١٣] .

وقوله تعالى : ﴿ هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَ لَكُم مَّا فِى ٱلْأَرْضِ جَمِيعًا ﴾ [البقرة : ٢٩] . تقوم النباتات الخضراء بأخذ الطاقة الشمسية والعناصر المعدنية من التربة لبناء جسمها والقيام بالعمليات الحيوية خلال حياتها وتقدم للإنسان الغذاء والكساء والدواء والزيوت والعطور والأصبغة والأخشاب والمطاط والفلين والصموغ وغيرها كثير . يقول الله تعالى : ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ ﴾ [الأنعام : ٩٩] . ولولا النبات الأخضر لما كانت حياة على سطح الأرض . يقول تعالى : ﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا۟ إِلَى ٱلْأَرْضِ كَمْ أَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۞ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَةً ۖ وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُم مُّؤْمِنِينَ ﴾ [الشعراء : ٧ـ٨] .

النظام البيئي : هو نظام متكامل لحياة كافة الأحياء في الوسط ، ويسهم الإنسان عن قصد أو غير قصد في تخريب النظام البيئي فيلجأ إلى قطع الغابات وإحراقها ، ويعمد إلى إنشاء السدود وتلوث الماء ويقوم بتشييد المدن وشق الطرق ، وتلوث التربة بالمبيدات الكيميائية ، وبناء المعامل وتلوث الهواء بالغازات السامة ، وقيام الحروب المدمرة ونشر التلوث الإشعاعي مما يؤدي والحال هذه إلى تلوث البيئة وهدم النظام البيئي .

الكتاب (تلوث البيئة . . . . الفساد في الأرض) هو خلاصة جهد متواضع خلال سبعة وثلاثين عاماً من تدريس علم البيئة والفيزيولوجيا البيئية في كلية العلوم قسم علم الحياة النباتية ، لنضع للقارئ العزيز ملخصاً عن تلوث البيئة في البر والبحر والجو ؛ لأجل التوعية وتبسيط العلوم ، وخلق ضمير بيئي عند الإنسان يحدد سلوكه بتعامله مع البيئة في كافة مجالاتها وبذلك يمكن للتربية البيئية أن تساهم في حماية البيئة من التلوث والفساد وتحسينها في الحاضر والمستقبل .

ويقول تعالى : ﴿ ۞ وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِىٓ ءَادَمَ وَحَمَلْنَٰهُمْ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ وَرَزَقْنَٰهُم

مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ وَفَضَّلْنَٰهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا﴾ [الإسراء : ٧٠] .

وأسأل اللهَ أن يكلِّل أعمالنا بالإخلاص ، والحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات « تعلموا ما شئتم أن تتعلموا ، لن تكونوا بالعلم علماء حتى تعملوا به » .

* * *

فصول الكتاب

الفصل الأول : « تلوث الهواء بالغازات السامة » .

الفصل الثاني : « ملوثات البيئة الضارة بصحة الإنسان » .

الفصل الثالث : « تلوث الماء خطر كبير يهدد الإنسان » .

الفصل الرابع : « تلوث التربة الضارة بصحة الإنسان » .

الفصل الخامس : « التلوث الإشعاعي ومخاطره على الأحياء » .

الفصل السادس : « التلوث بالضجيج أخطر ملوثات البيئة » .

الفصل السابع : « التلوث البيئي الفساد في الأرض » .

الفصل الثامن : « النباتات وحماية البيئة من التلوث » .

الفصل التاسع : « التصحُّر أخطاره ومكافحته » .

الفصل العاشر : « الظواهر البيئية وخطرها على الأحياء » .

الفصل الحادي عشر : « أهمية العوامل الحيوية في البيئة » .

الفصل الثاني عشر : « أهمية النظام البيئي » .

الفصل الثالث عشر : « الأمن البيئي » .

الفصل الرابع عشر : « الإنسان والبيئة (التوازن البيئي) » .

الفصل الخامس عشر : « التربية البيئية » .

❊ ❊ ❊

الفصل الأول
تلوث الهواء بالغازات السامة

تزداد أهمية البيئة يوماً بعد يوم في عصرنا الحاضر مع زيادة البشرية على الكرة الأرضية . وهذه الزيادة أدت إلى زيادة في تلوث البيئة من هواء وماء وأثرها على الكائنات الحية وانتقال المواد السامة مباشرة أو عن طريق السلسلة الغذائية إلى الإنسان .

لذلك عمد الإنسان منذ وقت ليس ببعيد إلى الاهتمام بالوسط الذي حوله وتأثير الملوثات على الهواء والماء والغلاف الجوي المحيط به . إن تلوث الهواء بالمواد السامة الضارة يعتبر من المواضيع البيئية الهامة والتي لها تأثير واضح على الإنسان والحيوان والنبات .

وبصورة عامة فإن أيَّ عمل يُدخل في الوسط الطبيعي عناصر غريبة عنه ، قد يكون في أغلب الأحيان سبباً من أسباب التلوث .

الغازات السامة :

نقصد بالغازات الجوية تلك الغازات الموجودة في الغلاف الجوي (الأتموسفير Atmosphere) المحيط بالكرة الأرضية . (ويمكن تشبيه سماكة الغلاف الجوي الغازي الذي يغلف الكرة الأرضية بالغلاف الورقي للتفاحة) .

يتركز في الوجه السفلي من الأتموسفير ٨٠٪ من الكتلة الهوائية

الأرضية ، وارتفاعه فوق سطح الأرض يتراوح بين٨ كم فوق القطبين إلى ٢٠ كم فوق خط الاستواء ، والهواء الجوي عبارة عن مزيج من الغازات التالية :

الغاز	نسبته المئوية من حجم الهواء
الآزوت N_2	٪٧٨
الأوكسجين O_2	٪٢١
ثاني أكسيد الكربون CO_2	٪٠,٠٣
غازات نادرة	٪٠,٩

جدول يبين النسبة المئوية للغازات من حجم الهواء الجوي

وما تبقى من الغازات عبارة عن نسبة قليلة من الهيدروجين ، وغاز النشادر NH_3 ، وغاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وغيرها كثير .

وكلما صعدنا في الغلاف الجوي نحو الأعلى قلّت نسبة الأكسجين وازدادت نسبة الآزوت . وعلى ارتفاع ٨٠ ـ١٠٠ كم تظهر نسبة من غاز الهليوم في حين تتناقص كمية الغازات الثقيلة (مثل أكاسيد الفحم) . يحتوي الهواء أيضاً على بخار الماء مما يجعله رطباً ، وتختلف رطوبة الهواء وجفافه حسب المناطق الجغرافية .

ملوثات الهواء Air pollutants :

وهي مواد إما غازية أو سائلة أو صلبة أو جراثيم ، مبيدات ، غبار ، مواد معدنية أو مشعّة وغيرها .

تلك المواد تدخل في الهواء النظيف فيصبح ملوثاً ، وله تأثيرات سلبية على الإنسان والأحياء الأخرى .

ملوثات الهواء الغازية :

١ـ غاز أول أكسيد الكربون CO :

يعدّ غاز أول أكسيد الكربون من الغازات السامة الملوّثة للبيئة والضارة بصحة الإنسان ، فهو ينتج عن الاحتراق غير الكامل للمواد العضوية كالخشب والمازوت والبنزين ، ويسبب هذا الغاز اختناق الإنسان لكونه يتحدد مع هيموغلوبين الدم معطياً كربوكسي هيموغلوبين الدم الذي يمنع وصول الكمية الضرورية من الأكسجين إلى الدماغ والقلب ، مما يسبب الإغماء ، ومن ثمّ الاختناق والموت .

تزداد نسبة غاز أول أكسيد الكربون في الهواء لتصل إلى 30ppm في الطرقات التي تزدحم بالمركبات (وسائط النقل) حيث يشعر راكبو السيارات في أوقات الازدحام بالصداع وآلام المعدة ، وقد تصل إلى فقدان الوعي في الحالات الخطرة .

وإذا تجاوزت نسبة CO في الهواء المستنشق عن 30ppm يصاب الإنسان باضطرابات وبإغماء بعد نصف ساعة من الاستنشاق ، ومن ثم يموت بعد ساعة من استنشاقه ، ويزداد تأثير CO عند الأشخاص الذين يعانون من أمراض الجهاز التنفسي وفقر الدم ، وغيرها .

٢ـ غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 :

يشكل غاز ثاني أكسيد الكربون في الطبيعة نسبة ٠,٠٣٪ من حجم الهواء الجوي ، وهو من المكونات الغازية الأساسية للهواء ، ويؤدي دوراً مهماً عند الأحياء ، وخاصة النباتات الخضراء عن طريق التركيب

الضوئي ، فالنباتات الخضراء تستهلك كل عام نسبة عالية من CO_2 تصل إلى ١/ ٣٠ من الكمية الموجودة في الجو ؛ لذلك لابد من تجديد هذا الغاز باستمرار بغية استمرار الحياة على الأرض ، ويتم ذلك عن طريق تنفس جميع الأحياء ، واحتراق المواد العضوية ، وتحلل عضويات التربة بفعل الجرائيم والفطريات .

عندما تقل نسبة غاز الفحم في الجو عن ٠,٠١٪ تنعدم عملية التركيب الضوئي حتى لو توافرت الشروط الأخرى المناسبة من ضوء وحرارة ، أما في التراكيز العادية فإنه يُنشِّط النمو ويُسرّع استطالة الأوراق ، وفي التراكيز العالية يصبح له أثر سلبي على النباتات ، مثلاً أوراق نبات البندورة وُجد عليها آثار سلبية عند تعريضها لعشرة أمثال التركيز الجوي من CO_2 .

وفي التراكيز العالية يصبح النمو ضئيلاً أيضاً ؛ حيث تدّخر النسج النباتية كمية كبيرة من هذا الغاز مما يسبب تسممها من حمض الفحم المتشكِّل فيها .

تختلف نسبة غاز CO_2 في الهواء بحسب المكان والزمان :

فتزداد وتقل كميته في الحالات الآتية :

١ـ تزداد نسبته في الأوقات التي تقلّ أو تتوقف فيها عملية التركيب الضوئي ، كما في فصلي الخريف والشتاء .

٢ـ تزداد نسبته في الليل أكثر من النهار بسبب توقف التركيب الضوئي .

٣ـ تزداد نسبته في الهواء الملامس لسطح التربة الغنية بالدّبال والسماد العضوي عندما يزداد تنفس الكائنات الدقيقة في التربة مطلقة CO_2 في الهواء القريب منها .

٤ـ تقل نسبته في الغابات والمراعي (المسطحات الخضراء) عنها في

الهواء العادي وذلك بسبب نشاط عملية التركيب الضوئي .

٣ـ غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 :

يوجد هذا الغاز في الهواء المجاور للمدن والمناطق الصناعية التي تطلقه ، ويسهم إسهاماً أساسياً في تشكيل الضباب الدخاني smog . ويزداد تأثيره في الأجواء الرطبة والملوَّثة بالغازات والجزيئات المعلّقة ، وتؤدي الرياح واتجاهاتها دوراً كبيراً في نقل هذه الغازات السَّامة إلى النبات والحيوان والإنسان .

إن غاز SO_2 ذو أثر سام على النباتات حتى لو وجد بكميات قليلة ؛ حيث إن معظم النباتات تتأثر عند تعريضها لمدة ساعة لأجواء تحوي تراكيز بأجزاء من المليون ppm من هذا الغاز .

ويزداد ضرر SO_2 في حال استمراره في الهواء الخارجي ، فهو يؤدي إلى تخثّر المواد الغروية في السيتوبلاسما مما يسبب سقوط الأوراق في النهاية ، كما يظهر أثره أيضاً في زوال لون الأوراق وتخريب الصانعات الخضراء .

ومن تأثيرات SO_2 أيضاً :

نجد أن الأراضي المجاورة للمصانع المطلقة لكميات كبيرة منه في الهواء الخارجي تكون جرداء تقريباً من النباتات ، كما وجد أن الأنواع النباتية لا تتأثر به بشكل متساوٍ ، فالأشجار ساقطة الأوراق تتحمل تأثير SO_2 أكثر من الأشجار دائمة الخضرة كالصنوبريات مثلاً ، والتي تبقى أوراقها مدة زمنية أطول فيكون تأثير SO_2 عليها مستمراً .

ولهذه الدراسة أهمية كبيرة في اختيار الأنواع النباتية الأكثر تحمُّلاً للغازات السامة ، فيمكن تشجير المدن بها مثل نبات الحور Populus والقيقب Acer .

يسبب غاز SO_2 في الأجواء الرطبة تلوثاً كبيراً في الهواء نتيجة تشكل المياه أو الأمطار الحمضية Acid rains (حمض الكبريت وحمض الآزوت) التي تؤدي إلى إتلاف حجارة الأبنية خاصة الأثرية والقديمة منها . والمياه الحمضية أصبحت من أكثر مشكلات تلوث البيئة التي تقلق الدول الصناعية .

تأثير غاز ثاني أكسيد الكبريت في الإنسان :

يسبب غاز SO_2 التهابات في الجهاز التنفسي ؛ إذ يدخل إلى الرئة بالتنفس ، ويتلف غشاءها الداخلي ، ويعدّ المسبب الرئيسي للربو والنزلات الصدرية وانتفاخ الرئة التي تلحظ في الأماكن المعرّضة لتلوث الجو بهذا الغاز ، كما أن التعرض لمدة طويلة ـ ولو لتركيز منخفض منه في الهواء ـ يسبب ظهور أعراض نقص حاستي التذوق والشم ، والتهاب القصبات المزمن ، بالإضافة إلى ذلك فإن غاز SO_2 يسبب إعاقة عملية التنظيف التي تقوم بها الشعيرات المبطّنة للأجزاء الرئيسية من الجهاز التنفسي ، كما يسبب في تهيج الغشاء المخاطي للعيون ، ويهيج الجلد مُسبّباً آثاراً طويلة الديمومة .

٤ـ أكاسيد الآزوت NO_2 ، NO :

تنتج غازات أول أكسيد الآزوت وثاني أكسيد الآزوت الملوِّثة للهواء عن الاحتراق بشتى أشكاله وعن مصانع حمض الآزوت والسماد الآزوتي ، وتزداد نسبتها أثناء الغيوم السوداء ؛ حيث تبلغ ١ , ٠ـ١ جزء من المليون .

ولها في التراكيز الأعلى تأثيراتٌ سيئة في الجهاز التنفسي مشابهةٌ لتأثيرات غاز SO_2 .

وهذه الغازات سامة جداً ومسرطِنة ، ويكمُن أثرها السيِّىء في تحولها إلى حمض الآزوت الذي يسبب التهابات مختلفة للقصبة الهوائية ، ويؤدي تراكم أكاسيد الآزوت في الهواء إلى خلل في وظائف النباتات نتيجة تعطيل عمل الصانعات الخضراء وعرقلة التركيب الضوئي .

أما في التراكيز المنخفضة لأكاسيد الآزوت فإن النباتات تمتصها وتدخل في بناء الحموض الأمينية ، فتساعد بذلك في إمداد النبات بالآزوت اللازم . وإذا وجدت بتراكيز عالية وخاصة NO_2 ولمدة طويلة فإنها تسبب إعاقة نمو النباتات وتقلل من إنتاجها السنوي .

٥ـ غاز كبريت الهيدروجين H_2S :

ينتشر غاز كبريت الهيدروجين من مصافي البترول وآباره (له رائحة البيض الفاسد) ، وعند انفجار البراكين ، ومن مصانع المطاط ، ومن احتراق المواد التي تحتوي على الكبريت .

وهو غاز سام للإنسان يدخل عن طريق جهازه التنفسي ، ويؤثر في الجهاز العصبي المركزي بالإضافة إلى تهيج أغشية الطرق التنفسية وتخريشها ، كما يؤدي إلى التهاب الحنجرة والقصبة الهوائية ، ولكن انتشاره على مساحات واسعة في الفضاء يقلل من تركيزه ودرجة سميته .

٦ـ غاز النشادر NH_3 :

وهو غاز ينتج عن تفكك بعض الفضلات العضوية وخاصة في المستنقعات . وله تأثيرات سلبية في صحة الإنسان ، ولا يشكل هذا الغاز خطراً كبيراً وذلك لقلة نسبته في الجو بالحالة الطبيعية (أقل من 0.01ppm) .

٧ـ غاز الفلور F :

ينتشر هذا الغاز من مداخن مصانع الألمنيوم والأسمدة الفوسفاتية وصهر المعادن ، ويلحق ضرراً كبيراً في النبات ؛ لأنه يُمتص من قبل أوراق النبات ، ويتراكم في الأنسجة النباتية ويؤدي إلى موت جزئي للأوراق حيث تحترق قمة الأوراق وأطرافها ، وعندما تصل لمساحة ثلث الورقة تموت .

كما يؤثر غاز الفلور في الهواء المنتشر قرب المصانع المطلقة له على موت أشجار الصنوبر ، وحتى مساحة ٢كم ، ويؤثر غاز الفلور على الحيوانات بهزال شديد من جراء الالتهابات العظمية الناتجة عن مرض يدعى Fluorosis .

الفصل الثاني
ملوثات البيئة الضارة بصحة الإنسان

إضافة للغازات الملوثة للبيئة هناك مواد أخرى من الملوثات الضارة بالأحياء ، نذكر منها : الجزيئات الصلبة والسائلة والجراثيم والمبيدات والمواد المشعَّة والغبار الذري ، وغيرها .

الجزيئات الصلبة :

وهي متعددة المصادر منها ما هو من أصل حجري مثل : غبار الإسمنت والرمل والجص ، ومنها من أصل معدني مثل الحديد والنحاس ، ومنها من أصل ملحي مثل أملاح الرصاص والحديد والزرنيخ ، ومنها من أصل نباتي مثل النشارة والقطن والطحين وغبار الطلع وغيرها . . .

ويعدُّ قطرُ هذه الجزيئات صغيراً جداً من رتبة ٠,٠٠١ ملم (ما يعادل ١ ميكرون) ، تنتج هذه الجزيئات الصغيرة عن الدخان واحتراق الأجسام المختلفة ، وتتطاير في الهواء فتحملها الرياح الشديدة إلى مسافات بعيدة عن مصدرها ، بينما تتساقط الجزيئات الكبيرة من الهواء الهادئ في منطقة قريبة من مصدر نشوئها . ومن الأمثلة على ذلك نذكر :

في لندن مثلاً يسقط ١٧٠ طناً من الدخان الأسود في السنة في كل ١ كم^{٢} ، وفي القاهرة يسقط شهرياً ما يعادل ٤٧٨ طناً من الغبار في كل ١ كم^{٢} .

تنتشر هذه الجزيئات الصغيرة ، وتسبح في الهواء بشكل دائم ، وتتجمع فيما بينها وتمتص بخار الماء فتتشكل ستارة رقيقة من الغيوم التي تمتص الضوء ، وتسهم في تكوين الضباب ، مما يؤثر على وضوح الرؤية حسب كثافة الهواء ، فكلما زادت الجزيئات الصغيرة في الهواء قلَّ وضوح الرؤية .

إنَّ غبار الإسمنت يؤدي إلى تشكيل طبقة صلبة على أوراق النبات وساقه وأزهاره ، ويعود السبب في ذلك إلى وجود سيليكات الكالسيوم في غبار الإسمنت ، التي تشكل في الوسط الرطب هيدرات سيليكات الكالسيوم الجيلاتينية تجف وتتصلب فيما بعد . أما في الأوساط الجافة فتتشكل طبقة من الغبار تغطي كامل النبات ، فالهواء المحمَّل بالغبار ضارٌّ بالنسبة للنباتات ، فهو يسدُّ المسام ويؤدي إلى انخفاض شدة التركيب الضوئي ، وإعاقة التنفس والتعرُّق .

يضاف إلى ذلك أن الغبار العادي يؤثر على الحالة النفسية عند الإنسان فيخلق نوعاً من الانزعاج يتحول فيما بعد إلى انقباض نفسي ، وينعكس عدم رغبة في العمل . أما الغبار العضوي الناتج عن احتراق الوقود غير الكامل فيُعدُّ من مسبِّبات السرطان .

تأثير الجزيئات الصلبة في الأحياء :

تعدُّ الجزيئات الصلبة المعلَّقة في الهواء ، والتي يتراوح قطرها بين ١,٠-١٠ ميكرون من أكثر الجزيئات تلويثاً للهواء . فالجزيئات الدقيقة منها تحدث ضرراً كبيراً في الجهاز التنفسي عند الإنسان ، وخاصة للأطفال ؛ لأنها تستطيع اختراق دفاعات الأنف بسهولة والوصول إلى أعماق الرئتين .

وتؤثرُ الجزيئات الصلبة على النبات أيضاً ، فتترسَّب على أسطح

الأوراق ، وتسدُّ المسام وتُعيق التبادل الغازي (التنفُّس والتركيب ضوئي) ولاسيما في الأوساط الرطبة . كما أنَّ الجزيئات الصلبة تترسب على مياسم الأزهار ، وتُعيق عملية التأبير مما يؤدي إلى انخفاض كبير في عدد الثمار .

جزيئات بعض المعادن السامة :

مثل الأميانت ، والرصاص ، والزئبق ، والبريليوم ، والكادميوم وغيرها .

١ـ جزيئات الأميانت :

تشكِّل غباراً يتطاير في الهواء ، ينتج عن استعمال مكابح السيارات والقطارات والمصاعد الكهربائية . وتستخدم هذه المادة كعازل حراري وكغلاف لبعض المواد لوقايتها من الحريق ، ويعدُّ غبار جزيئات الأميانت ساماً وضاراً على الصحة ؛ إذ يصل إلى الرئة عن طريق التنفس مسبباً سرطان الرئة والقصبة الهوائية ، وأكثر من يُصاب بها عمال المناجم والمصانع التي تصنعه .

٢ـ جزيئات الرصاص :

تعد جزيئات الرصاص من أكثر المعادن السامة انتشاراً في الهواء ؛ لأنها تشكِّل فيما بعد أكاسيد الرصاص ويُستعمل الرصاص في الصناعة في مجالات عديدة منها :

أنابيب مياه المنازل ، ومواد الدهان ، وإغلاق المعلبات بكل أنواعها ، وأحرف الطباعة الرصاصية وغيرها . وينتشر الرصاص في الهواء من دخان السيارات ، وتُقدَّر كميته المنطلقة من احتراق لتر واحد من البنزين بـ ١ ميلي غرام . ولكن كمية الرصاص تكون كبيرة إذا أخذنا

في الحسبان حجم استهلاك البنزين في المدن المكتظَّة بالسيارات والمركبات الأخرى ، ومنها ينتقل الرصاص إلى الإنسان عبر التنفس .

وهناك تزايد في نسبة المصابين في أمراض الجهاز الهضمي نتيجة تلوث الهواء بالرصاص ؛ لذلك جنحت العديد من الدول إلى استخدام الوقود الخالي من الرصاص .

كما أن هناك علاقة واضحة بين زيادة تركيز الرصاص في أجسام الأطفال ، وانخفاض مستوى الذكاء والقدرات العقلية .

كما ينتقل الرصاص إلى جسم الإنسان أيضاً عن طريق الغذاء من الخضار والفاكهة (فاستهلاك ١ كغ من الخضار والفواكه يُدخل من خلاله إلى جسم الإنسان ٤ ملغ رصاص يومياً) ، وتزداد نسبة الرصاص في المواد الغذائية المعلَّبة ؛ حيث يُحكم إغلاق هذه العلب بالرصاص ، فيتسرَّب قسم منه إلى داخل العلبة ومنها للإنسان. و يسبب تسمم الرصاص عوارض مرضية منها الإسهال والتعب والصُّداع والتخلف العقلي.

ويعدُّ المصدر الأساسي لتلويث الهواء بالرصاص وقود السيارات ؛ لذلك يُنصح باستخدام بنزين خالٍ من الرصاص للإقلال من تلوث البيئة وسلامة صحة الإنسان . ومن الآثار السلبية للرصاص على النباتات ما نلاحظه على جوانب الطرقات من غياب النباتات وتحول ألوان النباتات المزروعة في تلك المناطق على السواد .

٣ـ الزئبق Hg :

وهو من الملوِّثات السامة ، ويوجد بشكل بخار الزئبق مسبباً آثاراً سلبية على الجهاز العصبي ، وأهم مصادره في الهواء محطات الطاقة ، ومعامل تصنيع الزئبق. وتكفي الإشارة إلى أن ٢٥ مؤسسة صناعية أمريكية تطلق سنوياً ٥٥٠ طناً من الزئبق تسهم في تلويث الهواء والماء والتربة .

ومن المعروف أن الزئبق المعدني Hg يتحول إلى صورة عضوية سامة هي ميتيل الزئبق عن طريق بعض الكائنات الحية الدقيقة ، ويتركَّز في الغذاء ، ويُعدُّ الزئبق ملوثاً هوائياً خطراً ؛ حيث يتواجد بشكل بخار الزئبق .

الفحوم الهيدروجينية :

وهي مركبات من الكربو والهيدروجين كالميتان والإيتان الناتجين عن تكرير البترول غير الكامل ؛ والاحتراق غير الكامل للوقود في محركات وسائط النقل ، حيث ينتج من السيارات حوالي ٥٠٪ من الفحوم الهيدروجينية المنتشرة في الهواء ، وتزداد نسبة انتشارها في الهواء عند مسير السيارات ببطء ، وتقل عند سيرها بالسرعة المثالية ٨٠كم/ سا . ومن أكثر المركبات ضرراً مركب (البنزوبيرين Benzoperine) حيث يعد أحد المركبات المسببة لمرض السرطان عند الإنسان ، وقد سبب هذا المركب موت آلاف العمال في مصانع تقطير الفحم الحجري وغيرها . وتشترك الفحوم الهيدروجينية في تكوين الضباب الدخاني المعروف بآثاره السلبية المباشرة على النباتات .

الضباب الدخاني Smog :

يتشكل الضباب الدخاني خاصة نتيجة وسائط النقل المختلفة ودخان المصانع ويتألف من غازات مختلفة أهمها : (غازات من الفحوم الهيدروجينية ، وأكاسيد الآزوت مع مشاركة الأشعة الشمسية) . ويظهر الضباب الدخاني جلياً في الصباح الباكر في المدن .

والضباب الدخاني يشكل ملوثات غازية لها تأثيرات ضارة على الإنسان ، وخاصة أثرها على العيون حيث تسبب تهيجها ، كما تؤثر على النباتات وتؤدي إلى تلف أنسجتها وانخفاض معدل التركيب الضوئي نتيجة تخريب الصانعات الخضراء وزيادة معدل التنفس .

المبيدات الكيميائية :

منها المبيدات الزراعية والحشرية . وهي مؤلفات سامة ، ولاسيما المركبات الحاوية على عنصر الكلور السام ، وتسبب هذه المبيدات تلوثاً متنامياً للبيئة بعد زيادة استهلاكها في العصر الحديث بصورة كبيرة .

ومن أشهر المبيدات الزراعية المعروفة : ٢,٤ ـ ثنائي كلورو فينوكسي حمض الخل ، 2. 4-Dichloro phenoxy acetic asid (رمزه 2.4-D) الذي يستعمل لمكافحة الأعشاب الضارة ذات الأوراق العريضة التي تنمو في حقول القمح . وقد أدَّى استخدام هذا المبيد إلى زيادة إنتاج الحبوب . ومن المركبات الكيميائية أيضاً (السيمازين ، الإترازين) المستخدمان للقضاء على الأعشاب الضارة ضمن المحاصيل . فمركب السيمازين يوقف عملية التركيب الضوئي للأعشاب الخضراء الضارة .

بينما مركب الإترازين يؤدي إلى اصفرار حواف الأوراق ، هذه المبيدات بالرغم من كونها تزيد المحاصيل الزراعية ، لكنها تشكل في التربة مركبات سامة للإنسان والحيوان ، وأيضاً تُنقل هذه المبيدات إلى الكائن الحي عن طريق الهواء بتبخرها ؛ مما يؤدي إلى خطورة انتشارها ؛ لذلك يجب استخدامها بشكل عقلاني مدروس ومحدود .

تلوث الهواء بالجراثيم :

يتلوث الهواء بيولوجياً بأنواع مختلفة من الجراثيم والفيروسات ، ويرافق هذا التلوث كثافة السكان ، كلما ازداد عدد السكان في مكان معين ازداد تلوث الهواء الجرثومي . لذلك يُنصح بإنشاء المستشفيات والمصحات في مكان بعيد عن التجمعات السكانية ، وأن تكون المصحات محاطة بمسطحات خضراء كالأشجار التي تنقِّي الجو من الفيروسات والجراثيم وتزيد نسبة الأكسجين فيه .

تأثير تلوث الهواء في الأبنية والمنشآت :

إن الهواء الملوث بالمواد الكيميائية المتعددة من غازات وجزئيات صلبة يؤثر على المباني الأثرية . فمثلاً يزيل كبريت الهيدروجين H_S الألوان التي يدخل في تركيبها الرصاص ، ويخرب الأوزون المطاط وخاصة إطارات السيارات ، ويُحدث فيها شقوقاً متعددة ، ويتخرَّب الكلس في الأبنية ذات الأحجار الكلسية إذا احتوى الهواء على نسبة عالية من CO_2 الذي يتحول في الرطوبة إلى حمض الكربون . كما يُشكِّل غاز SO_2 في الرطوبة حمض الكبريت ؛ أو ما يسمى المياه الحمضية التي تؤثر في تآكل الأبنية الأثرية . وأخيراً يشكِّل تلوث الهواء حالياً إحدى مشاكل التلوث الكبرى التي تهدد المباني الأثرية بشكل عام .

تأثير الغازات الهوائية السامة في النباتات :

١ـ تأثير غاز SO_2 في النباتات :

تمتص النباتات المختلفة غاز SO_2 بدرجات متفاوتة ، فالأوراق الملساء ذات البنية الوسطية Mesophytes هي أكثر قدرة على امتصاص SO_2 مقارنة بالنباتات الجفافية الموبرة Xerophytes . ومن النباتات التي تمتص SO_2 نذكر : أشجار الحور Populus والزيزفون Tilia والبتولا Betula والورد Rosa . ويتوقف امتصاص غاز SO_2 على عوامل المناخ ، فالرطوبة المرتفعة تزيد معدل امتصاصه ، كما أن ارتفاع درجة الحرارة يزيد طرداً شدة الامتصاص كما في النباتات النجيلية . والصنوبر مثلاً يمتص SO_2 نهاراً بمعدل ٣ـ٤ مرات أكثر منه ليلاً حيث درجة الحرارة منخفضة . ويتحول SO_2 الممتص في الأوراق إلى سلفات ، مما يخفف كثيراً سُمَّيَّته ، وينتقل SO_2 الممتص من قبل الأوراق إلى المجموع الجذري ؛ حيث يفرزه النبات كمركبات كبريتية في التربة .

٢ـ تأثير أكاسيد الآزوت NO ، NO_2 في النباتات :

تمتص النباتات أكاسيد الآزوت كبقية الغازات ويدخل الآزوت الممتص في تركيب الحموض الآمينية ، أي : يساعد جزئياً في إمداد النباتات بالآزوت وبالتالي يزيد من إنتاجها . وتؤدي النباتات دوراً مهمَّاً في تنظيف الهواء من ثاني أكسيد الآزوت NO_2 . ومن أهم الأنواع النباتية التي تمتص أكاسيد الآزوت : الصنوبر ، السنديان ، البلوط ، والتفاح وغيرها .

٣ـ تأثير غاز أول أوكسيد الكربون CO في النباتات :

تمتص الأنواع المختلفة غاز co وتتمثله بعمليات الاستقلاب ، ويتحول CO في النباتات إلى CO_2 حيث يستعمل في التركيب الضوئي . لذا فإن امتصاصه في الضوء يفوق امتصاصه في الظلام . كما تؤدي جراثيم التربة دوراً مهمَّاً في امتصاص CO ، وتنقية الهواء منه . وتثبت التربة الغنية بالمواد العضوية كميات أكبر من CO مقارنة بالترب الفقيرة ، وتزداد قدرة التربة على امتصاص Co مع ارتفاع درجات الحرارة ؛ حيث تبلغ أقصاها في الدرجة ٣٠ تقريباً .

٤ـ تأثير الرصاص في النبات :

تسهم الأنواع النباتية وخاصة المزروعة على جوانب الطرقات والحدائق العامة في تنظيف الهواء من الرصاص المنطلق من عوادم السيارات ، وتقدر قدرة النبات على امتصاص الرصاص بـ ٣٠ـ٤٠ ملغ لكل كيلو غرام من الوزن الجاف للأوراق ، كما تمتص الأشجار (منها الحور والصفصاف) مادة البنزوبيرين التي تعدُّ من أخطر المواد المسرطِنة للإنسان .

ضرورة التحكم بتلوث الهواء :

بقيت العمليات الطبيعية المنقية للهواء قروناً طويلة كافية للتحكُّم في تلوث الهواء ؛ حيث كان المطر والثلج والغطاء النباتي الطبيعي يزيل المواد الملوثة من الهواء .

كما أن قسماً كبيراً من المواد الصلبة يسقط على الأرض ويُمتص في التربة ، ولكن مع الزيادة الكبيرة في مصادر التلوث لم تعد العمليات الطبيعية كافية لتنقية الهواء ؛ لذلك كان من الضروري التحكم في تلوث الهواء وإجراء الطرائق الوقائية .

الطرائق الوقائية للمحافظة على سلامة الهواء من التلوث :

من واجب البشرية جمعاء إعادة النظر في الوقاية من تلوث الهواء بعد زيادة التلوث في عصرنا الحاضر ، بازدياد عدد السكان . والتخفيف من حدَّة التلوث يتم بالتخطيط العلمي المدروس وإدخال التكنولوجالبيئة ، ولا بد من اتخاذ إجراءات كثيرة منها :

١ـ إبعاد المصانع عن المدن :

يجب العمل على إقامة المصانع على أراضٍ غير صالحة للزراعة من خطورة تلوث البيئة ، والمنعكس أثرها السلبي على النبات والحيوان والإنسان ، وعدم السماح ببناء منشآت صناعية قرب المدن خاصة الصناعات شديدة التلويث (كصناعة الإسمنت وتكرير البترول) .

٢ـ ضرورة إقامة أحزمة خضراء وزراعة الأشجار والمسطحات الخضراء :

لكي نقلِّل من حدة التلوث بالغازات السامة ؛ حيث تتمكن النباتات من تنظيف الهواء من الملوثات بامتصاصها الغازات السامة الملوَّثة . كما أن الغابات والأحزمة الخضراء توقف كميات كبيرة من الغبار الساقط من

الجو ، وتؤدي دوراً كبيراً في تنظيف الهواء وتقلل من سرعة الرياح . وقد بينت الدراسات أن تركيز الغبار في الحدائق العامة أقل بـ٤٢٪ منه في الأماكن الجرداء .

٣ـ وضع حدٍّ نهائي لقطع الأشجار وتخريب النباتات الطبيعية وضرورة إنشاء مصدات من الأشجار حول الحقول الزراعية .

٤ـ تشكيل لجان متخصصة لمكافحة التلوث (مهام وزارة البيئة بالتعاون مع الوزارات والهيئات الأخرى) :

وذلك لمكافحة التلوث بجميع أشكاله خاصة دخان السيارات والمصانع التي تطلق الأبخرة الضارة بالصحة والبيئة .

٥ـ منع التجارب النووية (مهام الدول الأخرى) :

حيث لا بد للإعلام البيئي أن يُعلن عن خطورة هذه التجارب التي تنقل الغبار الذري لمسافات بعيدة عن مكان التفجير (مثل قنبلة هيروشيما في اليابان عام ١٩٤٥ م ، ومفاعل تشرنوبيل في أوكرانيا عام ١٩٨٠م ، والتفجير في منطقة ريغان في صحراء الجزائر عام ١٩٤٢م) .

٦ـ إعادة تحليل الفضلات :

يمكن إعادة تحليل الفضلات والحصول على مواد عضوية مفيدة بدلاً من انتشارها وتلويثها الهواء (مثال : الهواء والروائح الفاسدة الناتجة عن الدباغات في الغوطة) .

٧ـ تحسين تقنيات صناعة المبيدات الكيميائية :

وذلك بابتكار مواد كيميائية أقل سمّية وخطورة على الكائنات الحية ، وإلغاء استخدام المبيدات الكيميائية القديمة والضارة بالبيئة مثل DDT .

٨ـ الصيانة الدائمة والمستمرة للمحركات بجميع أشكالها :

إن المراقبة الدائمة للمحركات كلها ، ولاسيما تلك التي تطلق الغازات السامة أمر مهمٌّ للتقليل من نسبة التلوث ، مع الأخذ بالحسبان ضرورة العناية والمراقبة الدائمة لوسائل النقل وإيقاف المحركات القديمة التي لا تعمل بشكل نظامي .

٩ـ التخطيط العلمي المدروس عند إنشاء أيِّ صناعة :

إن إنشاء أيِّ مصنع يتطلب أن تضع السلطات المسؤولة في الحسبان مجموعة من الشروط ليس أقلها مراعاة تضاريس المكان ، والمناخ السائد في المنطقة ، واتجاهات الرياح وذلك بهدف الوقاية من تلوث الهواء ، والتقليل من آثاره الضارة . ومصفاة حمص شاهد حي على أنها لم يلحظ في إنشائها اتجاه الرياح .

١٠ـ استخدام المُرشِّحات الهوائية :

إن الهدف من استخدام المرشحات الهوائية الإسهام في تنقية الهواء من التلوث وتختلف هذه المرشحات حسب نوعية والجزيئات الملوِّثة وحجمها مثل :

ـ المرشحات الإلكترونية التي تعتمد على الشحن الكهربائي لترسيب جزيئات الملوثات .

ـ المرشحات المعتمدة على التصادم اللزج .

ـ المرشحات المعتمدة على النوعية الكيميائية للملوثات حيث تُضاف مواد معينة تتفاعل مع الملوثات وتنقِّي الهواء .

١١ـ استبدال محركات السيارات القديمة بمحركات جديدة :

وهو أمر تفرضه الضرورة ؛ لأن نسبة الغازات الملوثة التي تطلقها

وسائط النقل ذات المحركات القديمة أكثر بحوالي ٢٥ مرة من المحركات حديثة الصنع .

١٢ـ تحديد التراكيز القصوى المسموح بها لملوثات الهواء :

وخاصة في هواء المدن السكنية والمناطق الصناعية ، وإنشاء جهاز خاص لمراقبة تراكيز ملوثات البيئة باستمرار . و فيما يلي جدول خاص بالتراكيز المسموح بها في المدن :

الملوثات الهوائية	التركيز ملغ/ م^3	
	الحد الأقصى	المتوسط
١ـ ثاني أكسيد الكبريت	٠,٥	٠,٠٥
٢ـ كبريت الهيدروجين	٠,٨	٠,٠٨
٣ـ الكلور	٠,١	٠,٠٣
٤ـ أول أكسيد الكربون	٠,٣	٠,١
٥ـ ثاني أكسيد الآزوت	٠,٨٥	٠,٠٨٥
٦ـ الغاز غير السام	٠,٥	٠,١٥
٧ـ خامس أكسيد الفوسفور	٠,١٥	٠,٠١
٨ـ غاز الفلور	٠,٠٣	٠,٠١
٩ـ حمض الكبريت	٠,٣	٠,٠١
١٠ـ الزئبق	ـ	٠,٠٠٠٣

جدول يُبيِّن التراكيز المسموح بها للملوثات الهوائية في المدن

* * *

الفصل الثالث
تلوث الماء خطر كبير يهدد الإنسان

الماء من أكبر نعم الله تعالى على الإنسان وباقي الأحياء ، وهو كل شيء بل هو الحياة ، كما يقول تعالى : ﴿وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ﴾ [الأنبياء : ٣٠] .

فالماء سر الحياة ولا يُعرف قدرُه إلا عند فقده ، وبدون الماء يموت الإنسان وينفق الحيوان ، ويهلك النبات ؛ لذا يجب علينا الاهتمام بالوسط المحيط بنا والمحافظة عليه لمنع تلوث الماء والتربة ، إن تلوث الماء يعتبر من المواضيع البيئية الهامة ، ويشكل خطراً كبيراً يهدد الإنسان أينما كان ، وبصورة عامة فإن كل عمل يدخل في الوسط الطبيعي عناصر غريبة عنه يشكل سبباً من أسباب التلوث ، وما يحدثه الإنسان من فساد للطبيعة هو خطر يهدد البشرية في عصرنا الحاضر والمستقبل ، يقول تعالى : ﴿ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [الروم : ٤١] .

أهمية الماء :

الماء سر الحياة لجميع الكائنات الحية من إنسان وحيوان ونبات . والماء بالنسبة للنبات أساسيٌّ في حياته وضروريٌّ للقيام بوظائفه . ففي الوسط المائي تتم جميع العمليات الفيزيولوجية من تحليل ، وتركيب ، وتنفس ، وتعرق ، وانتقال وغيرها . ويدخل الماء في كثير من التفاعلات

الكيميائية الحيوية في النبات ، وإذا انخفضت كميته إلى حد معيّن يذبل النبات ويموت . ويؤدي الماء دوراً مهماً في الصناعة والزراعة وحياة البشر وتوزعهم السكاني .

تتوزع المياه على الكرة الأرضية كالتالي : ٩٧٪ مياه البحار والمحيطات ، ٢٪ جليد دائم في القطبين وقمم الجبال العالية . فلا تشكّل سوى ٨ , ٠٪ من المجموع الكلي للمياه . وهذه المياه العذبة في تجدد دوري ، تتبخر بالحرارة مشكلة الغيوم وتهطل كأمطار على الأرض عند تبردّها ، وتشكل أنهاراً وسيولاً ، وهذا ما يُسمى دورة المياه في الطبيعة . والمياه العذبة ليست موزعة بشكل متساوٍ في الأرض . فهناك مناطق محرومة كلّياً من الماء مثل الصحارى . وبعضها يعاني من الشحّ (قلة الماء) .

وتبيِّن وثائق منظمة الصحة العالمية أن هناك ١٣٠مليون إنسان في ٧٥ بلداً يعانون من نقص المياه أو يستعملون مياهاً ملوثة . يضاف إلى ذلك الأهمية القصوى للمياه ، ذلك في الصناعة ؛ حيث إن أغلب الصناعات تتركز حول مصادر المياه من أنهار وبحيرات ، فالماء يُستخدم في التنظيف والتبريد وكمذيب ويدخل في صناعات عديدة . وغني عن القول الدَّور المهم الذي يؤديه في الزراعة لدرجة أن استقرار التجمعات البشرية منذ القِدم كان قائماً حول مصادر المياه . فمثلاً يحتاج المزارع إلى ٢٥٠لتراً من الماء لإنتاج حبوب تكفي لصنع رغيف واحد من الخبز ، وإذا كان الحيوان يأكل يومياً ١كغ من مادة نباتية جافة ؛ فإن هذا يعني أنه يحتاج إلى كمية من الماء تصل إلى ٨٠٠ لتر/ يومياً . وتحتاج نباتات الذرة الصفراء نحو٣٠٠٠ م^3 من الماء في الهكتار ، ونباتات القمح تحتاج بين ١٥٠٠ـ٢٠٠٠م^3 في موسم النمو الواحد . ويزداد حالياً استهلاك الماء في حاجات الإنسان اليومية إلى مابين ١٥٠ـ٦٠٠ لتر/ اليوم .

ملوثات الماء Water pollutants :

يمكن تعريف تلوث المياه العذبة بأنه : تغيّر تركيب عناصر الماء وخصائصه الطبيعية والكيميائية والبيولوجية التي تجعله غير صالح للشرب أو الاستهلاك المنزلي . ويصاحب التلوثُ الماءَ في كل مرحلة من مراحل دورته الطبيعية ؛ إذ يبدأ بتلويث الهواء بالغازات السامة حيث تتساقط هذه الملوثات مع الأمطار إلى التربة ، وتلوّث المياه السطحية ، كما تتسرب هذه الملوثات مع مياه الأمطار إلى المياه الجوفية ، أو تنجرف إلى الأنهار والبحيرات وتزيد من تلوثها .

وتتنوع مصادر تلوث الماء فمنها ما هو طبيعي في الجو والتربة ، ومنها ما يأتي عن طريق الإنسان وخاصة الملوثات الكيميائية والفضلات الصناعية الحاوية على مركبات سامة بنسب مختلفة كالمبيدات والمواد المشعّة وغيرها .

ويمكن تصنيف الملوثات المائية إلى :

ملوثات بيولوجية : فيروسات ، جراثيم ، وطفيليات مُمرضة .

ملوثات كيميائية : غازات ، مبيدات ، معادن ثقيلة ، وفحوم هيدروجينية .

ملوثات فيزيائية : ملوثات حرارية والملوثة عن المواد المشعة .

أهم الملوثات المائية :

١ـ التلوث الجرثومي :

ينتج التلوث الجرثومي عن مجاري مياه الفضلات والأوساخ الناجمة عن استعمالات الإنسان ، وتصبح المياه وسيلة للعدوى وانتشار الأمراض . وتتلوث المياه بالمواد العضوية التي توجد في مياه المجاري

وبعض المخلفات الصناعية ، وعند تحلل هذه المواد العضوية بواسطة الجراثيم فإن الأكسجين يُزال من الماء . ويؤدي انخفاض مستوى الأكسجين إلى درجة كبيرة إلى موت الأسماك وغيرها من الكائنات المائية .

٢ـ التلوث بالغازات والفضلات :

تعد شوارع المدن مثالاً حياً على هذا النوع من التلوث الذي يكاد يغطي الشوارع والمدن ، وكثيراً ما تسوق مياه الأمطار هذه الملوثات إلى الأنهار والبحيرات . إضافة إلى الغبار العالق بالهواء .

٣ـ التلوث بالمياه الناتجة عن المصانع :

تصدر هذه المياه الملوثة عن المصانع ، وأهمها مصانع الدباغة ومصانع الرصاص والزئبق والنحاس والنيكل والزنك ، ومصانع تعقيم الألبان والمسالخ ، ومصانع تكرير السكر وغيرها . وهذه الملوثات تتراكم في أجسام الكائنات الحية لدرجة تؤدي إلى تسمم الإنسان عبر السلسلة الغذائية . وتشكل هذه المياه ٦٠٪ من المياه الملوثة .

وهذه المياه مضرة بالحياة المائية ؛ لأنها تقضي على كثير من النباتات والحيوانات الموجودة في الأنهار أو البحيرات .

٤ـ الترسبات :

وهي عبارة عن حبيبات التربة والحبيبات الرملية والمعدنية المنجرفة من اليابسة إلى الماء ، وتتزايد أحياناً حتى تملأ الخزانات والموانئ . ومن العوامل المساعدة على تشكل هذه الترسبات استخدام التربة الجائر ، والسياسات غير الرشيدة التي تؤدي إلى تعرية التربة .

٥ـ المخلَّفات الطبيعية لأجسام الأحياء والمواد العضوية الميتة :

حيث تنتقل إلى المياه عن طريق مياه الأمطار ، كما تنقل مياه الأمطار المبيدات الكيميائية وغيرها من التربة إلى الأنهار والبحيرات . وتصبح المسطحات المائية عكرة وتؤدي إلى خلل في النظام البيئي ، مما يقلل نسبة الأشعة الشمسية الداخلة إلى الماء ، وبالتالي ينخفض التركيب الضوئي والإنتاج النباتي .

٦ـ التلوث الناتج عن الفحوم الهيدروجينية :

وهي ناتجة من مصافي البترول والسفن التي تنتقل في مياه الأنهار والبحار ، فتُلقي فيها الزيوت والفضلات المحترقة ، وتشكّل هذه الزيوت طبقة رقيقة عازلة على سطح الماء وتنتشر على مساحات كبيرة ، فتمنع تجديد الأكسجين في المياه ، وبالتالي تقضي على الحياة المائية .

٧ـ استهلاك مواد التنظيف الكيميائية :

يفرز استهلاك المواد الكيميائية في التنظيف للاستعمالات المنزلية والصناعية كمية كبيرة من المركبات الملوثة وهذه المركبات الكيميائية لا تتفكك حيوياً وتسبب تلوثاً مائياً ، هذا التلوث ناتج عن التكنولوجيا الحديثة في الصناعات الكيميائية . وبالتالي فإن هذه المواد الكيميائية تسبب أضراراً للأحياء المائية .

٨ـ المبيدات والأسمدة الكيميائية :

وهي إحدى النتائج الناجمة عن الزراعات الحديثة . فالسيول تجرف كميات كبيرة من المبيدات والأسمدة الكيميائية الحاوية على نتريت الأمونيوم وأملاح الفوسفور D.D.T ومركبات الكلور العضوية مثل تصل المبيدات الكيميائية إلى المسطحات المائية وتلوثها ، مما يسبب انخفاضاً

في احتياطي الأحياء البحرية كالأسماك والطحالب الخضراء التي تصنع المواد العضوية وتطلق الأكسجين .

تتراكم المواد الكيميائية السامة وتنتقل بواسطة السلسلة الغذائية إلى الإنسان . وقد بيّنت الدراسات أن وجود المواد الكيميائية في المياه أدى إلى تلوث كبير في بحار العالم مثل البحر الأبيض المتوسط والمحيط الأطلسي وغيرهما ، مما أدى إلى انخفاض احتياطي الأسماك فيهما . وتنتقل المبيدات إلى الأحياء البحرية ، حيث وصل تركيزها في أنسجتها إلى نسب عالية تفوق عشرات المرات تركيزها في الماء .

٩ـ المواد البترولية :

تعد المواد البترولية من أخطر ملوثات مياه البحار نظراً للحاجة الماسّة للبترول الذي يشكل المصدر الأساسي للطاقة . كما أن نحو ٢٠٪من بترول العالم يُستخرج من أعماق البحار ، وقد تحدث بعض الحوادث أو الإهمال أثناء حفر الآبار فيتسرب البترول إلى مياه البحر بكميات كبيرة .

وتُسهم ناقلات البترول العملاقة بالقسط الأكبر من التلوث حيث تصل الكمية إلى ٢ مليون طن بالسنة . وتلوُّث المياه بالمواد البترولية ناتج أيضاً عن غسيل الناقلات بالمياه الساخنة ، ثمَّ تُلقى هذه المياه المشبعة بالبترول في البحر . وعندما تفرّغ الناقلات حمولتها من البترول تعود وتملأ خزاناتها الواسعة بمياه البحر ؛ لأنها لا تستطيع السير فارغة لكي لا يختلّ توازنها نتيجة تعرضها لأمواج البحر العاتية . ثمَّ تفرّغ مياهها المشبعة بالبترول في البحر لتضيف مزيداً من الملوثات . هذا بالإضافة إلى تعرض الناقلات إلى حوادث مختلفة .

تُقدّر كمية البترول التي تُلقى في البحار بمليوني طن سنوياً موزعة على النحو التالي :

٤٥٪ من مصافي البترول والصناعات البتروكيميائية والمواد المختلفة .

٣٥٪ من تنظيف خزانات الناقلات .

١٠٪ تنتج عن غرق الناقلات والبواخر .

٢,٥٪ من قذف الزيوت المحترقة إلى البحر .

تدوم آثار البترول عند اختلاطها بالمياه طويلاً في مياه البحار وتشكل طبقة عازلة رقيقة تمنع دخول الأكسجين وثاني أكسيد الكربون والضوء إلى المياه ، وبالتالي تتوقف عملية التركيب الضوئي التي تعتبر المصدر الأساسي للأكسجين والتنقية الذاتية للماء ، ويتأثر نمو العوالق النباتية Phytoplankton ذات الأهمية الكبيرة في السلسلة الغذائية . وهي تتركز في الطبقة السطحية من المياه وتقوم بإنتاج حوالي ٧٠٪ من المادة الغذائية في المحيطات بواسطة التركيب الضوئي .

وينتج عن أثر تلوث الماء بالبترول اختلال التوازن الغازي للماء وهدم السلسلة الغذائية ، كما تتأثّر أعداد كبيرة من العوالق الحيوانية Zooplankton والكائنات الحية الأخرى كالأسماك .

ومن نواتج البترول أيضاً البنزوبيرين Benzopyrine وهو من المركبات العضوية المسرطنة والتي تسمم الحيوانات البحرية ، وبالتالي تنتقل إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية .

١٠ـ التلوث بالمواد المشعة (التلوث الإشعاعي) :

إن النظائر المشعة الناتجة عن التجارب الذرية وغيرها تشكّل خطراً واضحاً على الإنسان ، ولقد دلّت الدراسات الحديثة على أن السترونسيوم(٩٠) يتثبّت في العظام ، ويمكن أن يكون له تأثيرٌ مسرطنٌ

على الأطفال ، وكذلك في الأسنان عند الإنسان . وأهم مصادر التلوث الإشعاعي مايلي :

١ـ التفجيرات التجريبية في المحيطات .

٢ـ سقوط المواد المشعة في المياه .

٣ـ المياه الناتجة عن المحطات النووية الكهربائية .

٤ـ المواد الناتجة عن اليورانيوم ذي الفاعلية الإشعاعية .

٥ـ حوادث تصيب المولّدات الذرية المستعملة في الملاحة كالغواصات والبواخر ، هذا التلوث الإشعاعي الذي ينتشر في البحار لا يخلو من الخطر ؛ حيث إنه يُمتص من قبل البلانكتون plankton النباتي والحيواني ويتركز في أجسامها ، ويصبح البلانكتون بذلك مخزناً للعناصر المشعة في البيئة البحرية الطبيعية .

١١ـ التلوث بالمعادن الثقيلة :

إن أشهر المعادن الثقيلة هي الزئبق والرصاص والكادميوم ، وتعد المواد الكيميائية الحاوية عليها أكبر خطراً وسمّيةً من الفحوم الهيدروجينية . وعلى الرغم من أن تركيز هذه المواد قليل في الوسط البحري ، فإنها شديدة الخطر على الإنسان ، ويعود خطرها إلى تركيزها في البلانكتون النباتي والحيواني . وتنتقل هذه المواد من خلال السلسلة الغذائية إلى الإنسان ، وخاصة بعض المعادن السامة مثل الزئبق والكادميوم .

أ ـ الرصاص : يكثر انتشار الرصاص في أجواء المدن وهو ناتج عن عوادم السيارات ، وينتقل الرصاص بواسطة الأمطار إلى المسطحات المائية . وهو عنصر سام للأحياء المائية وينتقل إلى الإنسان من خلال تناول اللحوم البحرية الملوثة . إن تركيز الرصاص في أنسجة بعض

الحيوانات البحرية في المواقع البعيدة عن التلوث لا يزيد عن عدة أجزاء بالمليون PPM من الوزن الجاف للأنسجة ، أما في عينات المناطق الملوثة فقد وصل تركيز الرصاص إلى ١٥٠ وحتى ٤٨٠ PPM .

ب ـ **الزئبق** : ينتقل إلى المياه عن طريق الإنتاج الصناعي (صناعة الكلور والصودا الكاوي)ورمي النفايات في الماء ، وتُقدّر نسبة الحد الأعلى المسموحة في المياه بـ ٠,٥ PPM . وعنصر الزئبق له خواص تراكمية خلال انتقاله في السلسلة الغذائية ، فلقد وجد أن تركيزه في أنسجة بعض الأسماك التي تعيش في المناطق الملوثة يصل إلى ٥٠ PPM ، أي : إن مُعامل التراكم بين الماء الملوث والأسماك وصل إلى مئة مرّة . يسبب التلوث بالزئبق تسمم الإنسان ، وتتجلى آثاره السلبية على الجملة العصبية (بالعمى والطرش) كما يسبب الخلل الوراثي ؛ إذ ينتقل إلى الأطفال .

ج ـ **الكادميوم** : (والنحاس والتوتياء وغيرها . . .) :

تنتقل هذه العناصر إلى مياه البحار والمحيطات والأنهار عن طريق مياه المصانع . وهي من أخطر الملوثات المائية وخاصة الكادميوم المستخدم في صناعة التوتياء وأصبغة المواد البلاستيكية والدهانات ، ويتصف الكادميوم بخواصه التراكمية في أجسام النباتات والحيوانات . ويصل إلى الإنسان عن طريق الغذاء ، ومن أهم أعراضه السمِّية الاضطرابات في العظام (إعاقة تثبيت الكالسيوم في العظام وليونتها) وتغيير تركيب الدم وتلف الكليتين .

١٢ـ التلوث بالمواد الصلبة :

مثل النايلون الذي يتفكّك حيوياً ، ويتجمع في البيئة البحرية ، وكذلك مخلّفات صناعة الورق والسللوز التي تعتبر مصدراً لتلويث المسطحات المائية ، والألياف النباتية وقشور الأشجار التي يستهلك

تفككها كميات كبيرة من الأكسجين ؛ حيث يتغير لون الماء وطعمه ورائحته . وهذه الملوثات الصلبة تزيد كثيراً من أعداد الكائنات الدقيقة في الماء مما يسبب زيادة في تلوث الماء .

١٣ـ التلوث الحراري :

وينتج في الأغلب عن المحطات الكهربائية النووية التي ترمي في الأنهار والبحار مياهاً ساخنة ، ويمكن أن يكون لها تأثيرات سيئة على النباتات والحيوانات المائية فتسبب تغيرات مختلفة في النظام البيئي . ومن المعروف أن كمية الأكسجين المنحل تقل في المياه الدافئة عنها في المياه الباردة ، كما يوضح الجدول التالي :

درجة الحرارة	كمية الأكسجين المنحلة p.p.m
٠°	١٤,٦
١٠°	١١,٣
٢٠°	٩,٤
٢٥°	٨,٤
٣٠°	٧,٦
٣٥°	٧,١

جدول يبينّ كمية الأوكسجين المنحلّة في الماء العذب

إن انخفاض كمية الأكسجين المنحلّة في الماء يؤدي إلى انخفاض المستوى المطلوب لبقاء الكائنات البحرية على قيد الحياة ، وبصورة عامة كلما انخفضت نسبة الأكسجين في الماء ، قلّت الكائنات البحرية فيه .

أهمية الأكسجين في الماء :

إن انخفاض كمية الأكسجين المنحلّ في الماء هو السبب المباشر لموت الكائنات البحرية . وتُعدّ كمية الأكسجين المنحل في الماء مقياساً لنوعية الماء ؛ إذ تتطلب الأسماك كميات دنيا معينة منه وحسب درجة الحرارة . وهناك أربع عمليات تساعد على زيادة كمية الأكسجين المنحل في الماء هي : إعادة التهويةReaeration والتركيب الضوئي والتنفس وأكسدة الفضلات Oxidation .

إن عملية إعادة التهوية تعني : إعادة إدخال الأكسجين إلى الماء عن طريق تلامس سطح الماء مع الهواء الجوي . ويدخل الأكسجين الجوي إلى الماء بمعدل يتناسب طرداً مع نقصان التشبّع ، وبزيادة المساحة السطحية الملامسة للهواء الجوي يزداد انتقال الأكسجين وذوبانه في الماء ، وهكذا يذوب الأكسجين في الماء المتحرّك بسهولة أكثر من الماء الراكد .

ويؤدي التركيب الضوئي الذي يتم في النهار إلى زيادة كميات من الأكسجين تذوب في الماء ، وتزيد من نسبته فيه .

أما عملية التنفس فإنها تؤدي إلى إنقاص كمية الأكسجين بصورة مستمرة من الماء ، ويترتب على العمليات الثلاث (إعادة التهوية ، التركيب الضوئي ، **التنفس**) تباين يومي للأكسجين الذائب في الماء .

وآخر العمليات التي تؤثر في كمية الأكسجين المنحلّ في الماء هي **أكسدة الفضلات** ؛ حيث تستعمل الأحياء الدقيقة ، وخاصة الجراثيم بقايا الكائنات كغذاء لها ، وبذلك تحلل المواد العضوية المعقدة كالسكريات إلى مواد غير عضوية بسيطة . فيحدث التحلل بوجود الأكسجين ويُسمى التحلل الهوائي كما في المعادلة التالية :

تحلل

$$C_6H_{12}O_6 + O_2 \text{ ---------- } \rightarrow \text{ } CO_2 + H_2O + \text{طاقة}$$

ويُنزع الأكسجين من الماء Deoxegenation مما يؤدي إلى انخفاض كميته ، وبالنتيجة نجد أن المواد العضوية التي تلوث الماء تصبح غذاء للكائنات الدقيقة كالجراثيم الممرضة ، وتؤدي إلى تكاثر كبير في أعدادها فتستنفد الأكسجين من الماء ، ويصبح صعب المنال للكائنات الأخرى كالأسماك .

وقاية الماء من التلوث :

الماء ضروري لكل كائن حي إضافة لأهميته في الزراعة والصناعة ، وقد يكون الماء الملوث سبباً لأمراض عديدة تنتقل بواسطته .

يُعدّ تلوث الماء بالصرف الصحي السببَ الرئيسيَّ لنقل الأمراض إلى الإنسان بسبب وجود الفيروسات والجراثيم والطفيليات الممرضة . ويمكن السيطرة عليها والوقاية منها عن طريق تنقية مياه الشرب ، كما أن زيادة بعض المواد الكيميائية في ماء الشرب أو نقصانها يسبب أمراضاً مختلفة أيضاً ، مثل زيادة الكلور وزيادة مركبات أملاح الكربونات والكلوريدات وكبريتات الكالسيوم ، كذلك زيادة تركيز الفلور في الماء أو نقصانه . ونقصان نسبة اليود يسبب تورّم الغدة الدرقية ؛ لذلك لابد من تأمين الماء النقي للشرب دون شوائب جرثومية أو كيميائية ضارة .

تعدُّ المياه الجوفية النقية والينابيع من أهم موارد الشرب التي تزود التجمعات السكنية بالمياه ، ويمكن استعمال المياه السطحية (أنهار وبحيرات) كمصدر للمياه العذبة بعد تنقيتها وتحسين الصفات الطبيعية بإزالة العوالق والترسبات منها ، وإزالة الجراثيم الممرضة ، وجعلها صالحة للاستعمال المنزلي والشرب .

طرائق معالجة المياه والحماية من التلوث :

تهدف هذه الطرق إلى جعل المياه بحالة كيميائية وفيزيائية وبيولوجية بحيث لا تسبب ضرراً للإنسان والحيوان والنبات . ومن أهم الإجراءات للمحافظة على سلامة المياه من التلوث :

١ـ إنشاء محطات تنقية المياه بالترشيح البطيء والترشيح السريع ، بحيث تصبح المياه خالية من أي رواسب ضارة أو رواسب طافية ذات رائحة أو لون ، أو مواد سامة تضر بالأحياء .

وتتألف محطات الترشيح البطيء من أحواض ترسيب حيث تمر المياه بأحواض خاصة ولمدة محددة لترسيب نسبة كبيرة من المواد العالقة إلى قاع الأحواض .

أما محطات الترشيح السريع فتشمل أحواض ترسيب تُستعمل فيها المواد الكيميائية مثل (الشب/ كبريتات الألمنيوم) حيث يرسب الجزء الأكبر من المواد العالقة إلى قاع الأحواض .

٢ـ محطات تنقية المياه لأغراض خاصة ، مثال : إزالة عسر الماء المؤقت والدائم . وينجم عسر الماء المؤقت عن وجود أملاح بيكربونات الكالسيوم والمغنزيوم المنحلَّة ، وتتم إزالة هذا العسر بإضافة الكلس المطفأ الذي يتفاعل مع البيكربونات المنحلة مكوّناً أملاح الكربونات قليلة الانحلال ، والتي تترسب في أحواض خاصة . أما عسر الماء الدائم فينجم عن وجود أملاح الكبريتات أو كلوريدات المغنزيوم المنحلَّة . وتتم إزالة العسر بإضافة كربونات الصوديوم وهيدروكسيد الكالسيوم ؛ حيث تتشكل أملاح كربونات الكالسيوم وهيدروكسيد المغنزيوم غير المنحلة ، والتي تترسب في أحواض خاصة .

ومن أهم أضرار عسر الماء استهلاك كميات كبيرة من الصابون لتشكيل

الرغوة ، وإصابات معوية لغير المعتادين على هذه المياه ، بالإضافة إلى الإصابة بالتهابات جلدية وغيرها .

٣ـ معالجة المخلّفات السائلة : وهي ناتجة عن الفضلات البشرية والمخلفات الصناعية ، وتحتوي على مواد صلبة بعضها منحل والآخر عالق بالإضافة إلى مواد عضوية وغير عضوية .

والمخلفات السائلة تعطي المياه لوناً داكناً ورائحة كريهة من انطلاق غاز H_2S الناتج من التحلل اللاهوائي للمواد العضوية الموجودة فيها . وتحتوي هذه المياه على العديد من الجراثيم الممرضة والفيروسات والطفيليات ، مما يوجب العمل على التخلص من هذه العوامل الممرضة بطرق تحدّ من ضررها ، ومن انتشار الأمراض عن طريق وصولها للإنسان بطريق مباشر أو غير مباشر .

ويمكن معالجة هذه المياه معالجة كيميائية وبيولوجية والتعقيم بالكلور ، فيتم التخلص من الفضلات السائلة ؛ حيث يمكن استخدام هذه المياه المعالجة في ريّ الأراضي الزراعية ، بعد العملية السابقة تقوم الجراثيم الموجودة في التربة الزراعية بأكسدة ما بقي من مواد عضوية لم تتأكسد بعمليات المعالجة البيولوجية السابقة محوّلة هذه المواد العضوية إلى أملاح الآزوت يمكن أن يمتصها النبات المزروع كسماد .

٤ـ مراقبة المسطحات المائية المغلقة : كالبحيرات من تراكم المواد العضوية المختلفة الأمر الذي يؤدي إلى خلل في التوازن البيئي . ومن أفضل الوسائل لتحقيق هذا الهدف تشجير المناطق المحيطة بالمسطحات المائية .

٥ـ مراقبة المياه الجوفية المستخدمة للشرب من التلوث : بالترشيد والحدّ من البناء السكني أو المنشآت الصناعية المجاورة أو شق الطرق

العامة . كما ويُنصح بزراعة الأشجار المناسبة .

٦ـ وضع إجراءات بالمواصفات الضرورية لتحديد صفات المياه الكيميائية والبيولوجية (الأكسجين الحيوي المستهلك ، الرقم الهيدروجينيPH ، درجة الحرارة ، المواد العالقة واللون ، التلوث الجرثومي ، المواد الكيميائية السامة وغيرها) .

٧ـ الاهتمام بالبيئة المحيطة بالمياه ورصد تلوثها : ووضع كل الإجراءات لحمايتها من التلوث الكيميائي ، وخاصة المبيدات والعناصر المعدنية السامة التي تتراكم في أنسجة الكائنات الحية .

٨ـ مراقبة المياه مخبرياً بالتحاليل الكيميائية والحيوية الخاصة ، وإجراء تحاليل دورية لمراقبة تلوث الماء .

٩ـ إصدار قوانين وتشريعات خاصة للمحافظة على حماية الماء من التلوث الجرثومي والكيميائي ، والحدّ من وصول الملوثات إلى مصادر مياه الشرب (حرب جرثومية) .

* * *

الفصل الرابع

تلوث التربة الضارة بصحة الإنسان

ملوثات التربة Soil pollutants :

وهي مركبات ضارة بالأنظمة البيئية في التربة ، تنتقل ملوثات التربة بكافة أنواعها الحاوية على العناصر السامة (كالمبيدات الكيميائية) إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية (من التربة إلى النبات ، فالحيوان ، ثم الإنسان) وللإنسان دور كبير في تلوث التربة والمحيط من مخلفات صلبة وطرق الزراعة أو نفايات المصانع وغيرها ، يقول تعالى : ﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِي ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِي عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ .

[الروم : ٤١] .

تؤدي التربة دوراً مهمّاً في نمو النباتات وحياتها ، وهي الأساس الذي تقوم عليه الزراعة والحياة الحيوانية . كما تحتوي التربة على كثير من الكائنات الحية الدقيقة .

وتكمن أهمية التربة في كونها وسطاً استنادياً للنباتات تنمو فيها الجذور ، وعن طريقها تمتص النباتات الماء والأملاح المنحلة ، والنباتات الخضراء مهمة لإنتاج الغذاء بواسطة التركيب الضوئي ، ويتوافر في التربة الشروط البيئية المختلفة من الجفاف والرطوبة والتهوية والحرارة والملوحة وغيرها . وهي مركز لدورات العناصر الأساسية في الطبيعة .

مكونات التربة :

تعدّ مكوّنات التربة وسطاً حيوياً له دور كبير في التلوث والتملح Stalinization . ومن المكوّنات الحيوية للتربة نذكر : المواد المعدنية والمواد العضوية والكائنات الدقيقة والماء والهواء . فمن المواد المعدنية الشاردية الموجبة نجد أملاح الكالسيوم والصوديوم والمغنزيوم والألمنيوم والحديد وغيرها . ومن الشوارد السالبة الرئيسية : الفحمات الفوسفات النترات الكبريتات والسيليكات وغيرها المتواجدة في محلول التربة وتكون بشكل ممدد ، أما في الترب الملحية والقلوية فتصبح المحاليل مركزة (تملّح التربة لدرجة أن أنواع قليلة من النباتات تستطيع أن تعيش فيها) .

تحتوي التربة على كميات كبيرة نسبياً من الغضار ذي الأهمية الكبيرة لنمو النباتات ؛ حيث إن وجود كمية كبيرة من الغضار تعطي التربة قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء ، والتربة المتوازنة هي تلك التي تتألف من الغضار والكلس والرمل وهي أفضل الترب الملائمة للزراعة ؛ لأن الكالسيوم ينشّط تكوين البنية الحبيبية التي تحتفظ بنسبة عالية من الماء وتسمح بتهوية جيدة .

وتأتي المواد العضوية إلى التربة بشكل أساسي نتيجة التفكك الجزئي للبقايا النباتية ، وتحلل بقايا جثث الحيوانات ، وتشكل السماد الطبيعي المفيد للتربة .

وتشكل المواد العضوية في التربة المحور الأساسي لمعظم العمليات الحيوية التي تقوم بها الكائنات الحية من جراثيم وفطور في التربة ، كما تحتوي معظم أنواع الترب على مواد عضوية بمراحل التفكك وتشكل مواد

غير متجانسة داكنة اللون تسمى الدبال Humus المؤلف بصورة رئيسية من نواتج تفكك السيللوز والخشبين من البقايا النباتية . وتتميّز التربة الدبالية بدرجة حموضة عالية تنمو فيها غابات من أشجار الصنوبريات . وينتج عن فقر التربة بالمواد العضوية تحوّلها إلى ترب صحراوية وشبه صحراوية . أما التربة الخصبة فيكثر فيها الدبال والغضار التي تعطي تربة خصبة للزراعة بصفات فيزيائية وكيميائية خاصة .

تشتمل أحياء التربة Soil Organisms على الجراثيم والفطور والأحياء الدقيقة الأخرى التي تعمل على تفكيك السيللوز والمواد المشابهة لتشكل الدبال . كما تعمل بعض جراثيم التربة على تثبيت الآزوت . أما الفطريات فتعمل على تفكيك المواد العضوية في الترب الحمضية . ونذكر أخيراً من مكونات التربة حيوانات التربة وحيدة الخلية الحيوانية والديدان والحشرات وغيرها ، التي تفيد في خلخلة التربة مما يسهّل دخول الهواء وتوزّع الماء .

طبقات التربة :

يمكن تمييز ثلاث طبقات متتالية في التربة هي :

* **الطبقة السطحية** : لا يتجاوز عمقها عدة سنتيمترات وتحوي معظم المادة العضوية التي تتألف من بقايا الكائنات والحيوانات المتفاوتة بدرجة تحللها . وتعيش في هذه الطبقة معظم الكائنات الدقيقة والديدان والحشرات . ويؤدي الدبال دوراً مهماً في خصوبة التربة وفي خواصها الفيزيائية والكيميائية ، وهذه الطبقة السطحية معرّضة للانجراف والتخريب أكثر من غيرها .

* **الطبقة تحت التربة**Subsoil : وتلي الطبقة السطحية وتحتوي على قليل من الدبال والكائنات الدقيقة مقارنة بالطبقة السطحية .

* **طبقة الصخر (الأم)** : و هي طبقة الصخر الأصلي التي تكوّنت منها التربة ، والتي لم تؤثر فيها كثيراً عوامل تكوّن التربة .

والتربة نظام متوازن يقوم الإنسان فيه بعمليات متعددة من ريّ وتسميد واستخراج مواد البناء . وما يتبعه من تجريف التربة وتلوثها بالمبيدات والفضلات السائلة والصلبة والمخلفات الصناعية وغيرها مما يحوّل مساحات واسعة من الأراضي الخصبة إلى أراض مالحة غير منتجة .

وهناك أنواع عديدة للتربة منها التربة الدبالية ، والتربة الجافة ، والتربة الحمراء ، والتربة السمراء البنية ، والتربة **الصحراوية** وغيرها .

ملوثات التربة Soil pollutants :

وهي مركبات ضارة بالأنظمة البيئية في التربة ، تنتقل ملوثات التربة بكافة أنواعها الحاوية على العناصر السامة (كالمبيدات الكيميائية) إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية (من التربة إلى النبات فالحيوان ، ثم الإنسان) .

ومن أهم ملوثات التربة نذكر ما يلي :

* **التلوث بالمخلفات الصلبة :**

تنتج هذه المخلفات عن تطور الصناعة وما تقدمه المصانع من نفايات صلبة تنتقل للتربة ، فتسهم بهدم النظام البيئي . وتختلف هذه النفايات في النتائج المترتبة على تلويثها ، فالمخلَّفات الصلبة النباتية (خشب أو ورق) أو الحيوانية (عظام أو جثث) في التربة ، تقوم الكائنات الدقيقة كالجراثيم والفطريات بتحليلها للحصول على الطاقة ، ثم تحرر المواد المعدنية التي تعود للتربة مرة ثانية . أما المخلَّفات الصلبة الصناعية (بقايا الحديد والألمنيوم والمواد البلاستيكية والمطاط الصناعي) فهي مواد غير

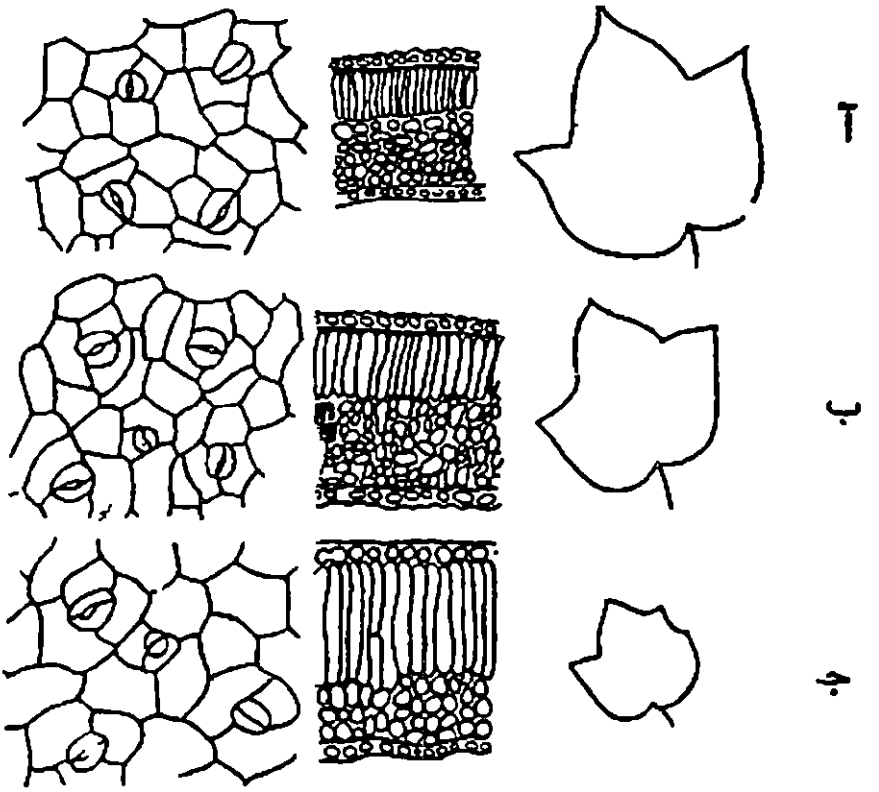
قابلة للتحلل بيولوجياً ، أو أن تحللّها بطيء جداً يحتاج لمئات السنين ، وبالتالي فإنها تتراكم تدريجياً وتضر بالأنظمة البيئية .

ظهرت نفايات منزلية صلبة نتيجة تزايد السكان والتطور العمراني لا بد من التخلص منها (كالزجاج والعلب المعدنية الفارغة وبعض اللدائن والورق وبقايا الأطعمة وغيرها) . عند تعرّض هذه النفايات للأمطار أو أي مصدر مائي يؤدي إلى تحلل جزء منها وتسرّب جزء آخر إلى التربة وتلويثها ، بالإضافة إلى أن بعض النفايات تسبب كثيراً من المشاكل الصحية ونقل الأمراض عبر الحشرات والقوارض .

*** التلوث بالمخلّفات السائلة :**

يقصد بالمخلّفات السائلة مياه المجاري ، ومخلّفات المصانع والدباغات ، ومياه المنظفات الكيماوية والزيوت المعدنية المستعملة ، وينتج تأثيرها الملوث من تسربها بواسطة المياه إلى التربة وتعمل على قتل الكائنات الحية فيها ، بالإضافة إلى ذلك فإن المخلّفات السائلة وعند اختلاطها بالمياه الملوثة تصبح بؤرة لانتشار الجراثيم والطفيليات الممرضة ، وتنتقل هذه الكائنات إلى الإنسان من خلال المزروعات ، وخاصة الخضراوات التي تؤكل طازجة دون طبخ .

وتؤدي المخلّفات السائلة المذكورة سابقاً إلى تملح التربة وهدم بنيتها الفيزيائية . ومن مظاهر ملوحة التربة أثرها الواضح على البنية المورفولوجية والتشريحية لأوراق النباتات الزراعية كما في أوراق نبات القطن النامي في تربة غنية بأملاح الكبريت والكلور ، كما في الشكل :



تأثير الملوحة في البنية المورفولوجية والتشريحية لأوراق نبات القطن النامي في ترب مختلفة الملوحة : أ . أوراق عادية ب . الأوراق النامية في تربة تحتوي أملاحاً كبريتية ج . في تربة تحتوي أملاحاً كلورية

ومن مقارنة أشكال أوراق القطن والبنية التشريحية لها نجد زيادة في سماكة الأوراق على حساب حجمها نتيجة زيادة نسبة الأملاح الكبريتية ، كما في الشكل (ب) والأملاح الكلورية كما في الشكل (ج) .

وخير مثال على تلوث التربة بالمخلّفات السائلة ما يشاهد في قرى دمشق وغوطتها الواقعة على نهر بردى الملوث بمختلف أنواع الملوثات المائية ، والتي تنتقل إلى الأراضي المزروعة وتقلل من إنتاجها .

المكافحة الحيوية Biological Control :

تعرّف المكافحة الحيوية : بأنها مجموعة طرق تعمد إلى استعمال كائنات حية تهاجم كائنات حية أخرى ضارة بالإنسان أو الحيوان أو النبات وتقضي عليها ، وتستخدم حديثاً بديلاً عن المبيدات الكيميائية ، ولها طرائق كثيرة ومتنوعة تعتمد على بيئة الحشرات الضارة وأنواعها وسلوكها . **ومن طرائق المكافحة الحيوية نذكر :**

١ـ استعمال الحشرات المفترسة للقضاء على الحشرات الضارة .

٢ـ استعمال الكائنات الطفيلية (فيروسات وجراثيم وفطريات) .

٣ـ استعمال المواد الجاذبة أو الطاردة للحشرات .

٤ـ تعقيم الحشرات الضارة .

٥ـ استعمال الحيوانات الآكلة للحشرات .

* ومن استعمالات المكافحة الحيوية حديثاً استخدام الهرمونات النباتية وبتراكيز معينة في مكافحة الآفات الزراعية ، مثال : الهرمونات التي تفرزها أشجار التنوب قاتلة لدورة حياة الآفات الزراعية (اليرقات) ، وتفرز أشجار الصنوبر هرمونات نباتية تقضي على الكثير من الحشرات الضارة .

وتوجد هرمونات نباتية أخرى لإيقاف النمو في بعض الحشرات . والأبحاث العلمية في تطور مستمر لإيجاد طرائق مختلفة للمكافحة الحيوية والإقلال من استخدام المبيدات الكيميائية الضارة بالكائنات الحية .

* * *

الفصل الخامس
التلوث الإشعاعي ومخاطره على الأحياء

التلوث الإشعاعي من أخطر أشكال التلوث ذات التأثير العالمي ؛ حيث يبقى الإشعاع في البيئة فترة طويلة جداً ويؤثر على الهواء والماء والتربة وينتقل للإنسان مباشرة عن طريق الغذاء والتنفس ، وتسبب هذه الإشعاعات تأثيرات هامة على الأحياء ، وخاصة الإنسان في تغيير تركيب الحموض الأمينية ، وفي المادة الوراثية مما ينتج عنها أمراض وراثية في مكونات الدم والجهاز الهضمي والجلد والغدد التناسلية ، وتنتقل هذه التشوهات عبر الأجيال من خلال الصفات الوراثية في الخلايا مما يؤدي إلى زيادة المرض وراثياً في الأجيال القادمة .

فمثلاً عند تفجير قنبلة ذرية واحدة ينتشر منها حوالي ٢٠٠ عنصر مشع تصل إلى البيئة والإنسان . يقول تعالى :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

أهم أنواع الإشعاعات الضارة هي :

١ـ أشعة ألفا : وهي عبارة عن نواة عنصر الهيليوم ، تحمل طاقة عالية ذات شحنة كهربائية موجبة تنطلق من بعض النظائر المشعة أثناء تفككها مصدرة أشعة شديدة الضرر بالخلايا التي تلامسها .

٢ـ أشعة بتا : تتألف من إلكترونات ذات شحنة كهربائية سالبة تتحرك بسرعة كبيرة جداً ، وهي أخف من أشعة ألفا ، وقدرتها على اختراق الأنسجة الحية أقل منها .

٣ـ أشعة غاما : تنطلق من نوى بعض العناصر المشعة ، طاقتها عالية جداً وتخترق الأجسام بسرعة هائلة ، سرعتها تساوي سرعة الضوء ، وغير مشحونة كهربائياً ، ولها قدرة على اختراق المادة والأنسجة الحية .

٤ـ الأشعة السينية (أشعة X) : وهي أمواج كهرومغناطيسية تشبه أشعة غاما ، تستخدم في المجال الطبي للتصوير الشعاعي وهي خطرة على الخلايا الحية ، وخاصة على الصفات الوراثية عند الجنين (لذا ينصح بعدم تصوير المرأة الحامل) .

٥ـ النترونات NEUTRONS : وهي إحدى مكونات نواة الذرة متعادلة الشحنة ، أي : لا تحمل شحنة كهربائية وقدرتها على اختراق الأجسام عالية ، وعند اختلاف عدد النترونات في العنصر الواحد تشكل النظائر المشعة . تنطلق النترونات من التفاعلات والتفجيرات النووية .

تدور الإلكترونات ضمن دارات في فراغ حول النواة ، ولو تصورنا النواة بحجم كرة تنس صغيرة فإن الإلكترونات تدور حولها عن بعد يقدر بـ ٣٠٠ متر .

٦ـ الأشعة فوق البنفسجية غير المرئية : تصدر عن الأشعة الشمسية وهي ذات أمواج قصيرة أطوال موجاتها تتراوح بين ٢ـ٤٠٠ ميلي ميكرون ، يمتص غاز الأوزون في الطبقات العليا من الجو الأشعة فوق البنفسجية ذات الأمواج القصيرة بين ٢ـ٢٨٦ ميلي ميكرون وهي ضارة بالأحياء .

٧ـ الغبار الذري :

ينطلق من التفجيرات النووية ويتألف من الأجزاء التالية :

١ـ الغبار الذري المؤلف من جزيئات كبيرة نسبياً ويسقط في منطقة التفجير .

٢ـ الغبار الذري المؤلف من جزيئات صغيرة نسبياً ينتقل بواسطة الهواء إلى مناطق أخرى ، وتلعب سرعة الرياح دوراً كبيراً في انتشار هذا الغبار .

٣ـ الغبار الذري الدقيق وهي جزيئات صغيرة جداً حجمها يقدر بأجزاء من الميكرون تبقى معلّقة في الطبقات الوسطى والعليا من الأتموسفير ، وتترسب هذه الجزيئات على الأرض خلال عدة سنوات .

تعتبر المواد المشعة والغبار الذري من أخطر ملوثات البيئة على الأحياء ، لكونها تنتقل من الوسط إلى الكائنات الحية مباشرة أو عبر السلسلة الغذائية وهي ذات صفة تراكمية .

مصدر الإشعاع :

مصادر الإشعاع متعددة منها طبيعية ومنها مصادر صنعية بشرية .

المصادر الطبيعية وتشتمل على :

أ ـ الأشعة الشمسية : وهي الأشعة التي تصل إلى سطح الأرض ضمن الأشعة الشمسية المباشرة وتحتوي على أشعة ألفا وبتا وغاما والأشعة السينية ، وقسم من الأشعة فوق البنفسجية غير المرئية وتزداد هذه الإشعاعات كلما ارتفعنا عن سطح البحر ، كما تختلف نسبتها حسب درجات العرض .

ب ـ **القشرة الأرضية** : تحتوي القشرة الأرضية على مواد مشعة مختلفة ، وتختلف هذه الأشعة حسب مكونات التربة والصخور بأنواعها . تنتشر هذه الإشعاعات عند استخدام مواد القشرة الأرضية من أتربة ورمال وصخور في عمليات البناء وغيرها .

ت ـ **الماء والغذاء** : يتعرض الإنسان يومياً بشكل مباشر وغير مباشر عن طريق الماء الذي يشربه والهواء الذي يستنشقه والغذاء الذي يأكله ويسمى هذا بالإشعاع الذاتي أو الشخصي للإنسان . فمثلاً يدخل لجسم الإنسان عن طريق الغذاء البوتاسيوم المشع ٤٠ والكربون المشع ٤ وغيره وتؤثر هذه الإشعاعات في جسم الإنسان وخاصة في العظام والرئتين .

تختلف كمية الإشعاع الصادرة من الطبيعة ، أي : الناتجة عن المصادر الطبيعية بحسب الموقع الجغرافي ، أي : الارتفاع عن سطح البحر ، فمثلاً الأحياء عند ارتفاع ١,٥ كم تتلّقى ضعف ما تتلقّاه الأحياء عند مستوى سطح البحر .

فالإنسان يتعرض للإشعاعات المختلفة من الأشعة الشمسية والتفجيرات النووية ، ومن المصانع ومن التربة ومياه الشرب ، ومن النباتات والحيوانات ومنتجاتها .

المصادر البشرية : وهي مصادر بشرية صنعية أهمها :

أ ـ **التفجيرات النووية** : لقد ظهر التلوث الإشعاعي النووي بعد تفجير القنابل الذرية وخاصة تفجير القنبلتين الذريتين على مدينتي هيروشيما وناكازاكي في اليابان عام ١٩٤٥م (فقد قتل حوالي ١١٧٠٠٠ في لحظة واحدة وأصيب ١٠٠٠٠٠ نسمة بالتشوه وإصابة ٨٠٪ من السكان البالغ عددهم ٤٥٠ ألف نسمة ظهرت عليهم تشوهات خلقية وتتابعت على الأجيال اللاحقة في منطقة الإصابة وما حولها) .

تشكل التجارب النووية خطراً عالمياً على تلوث البيئة فهي تلوث الهواء والماء والتربة والغذاء ، لذلك من الضرورة منع كافة التجارب النووية في العالم .

ب ـ **المفاعلات النووية** : وهي إحدى مصادر التلوث الإشعاعي للبيئة ؛ حيث ينتج عن **المفاعلات** النووية نفايات نووية يتم استخلاصها ودفنها بطرق فنية خاصة من الخرسانات المسلحة تحت سطح الأرض . ومن الأمثلة على التسرب الإشعاعي من المفاعلات النووية ما حدث في إحدى المحطات النووية في إنكلترا عام ١٩٥٧م حيث تلوث الهواء بكميات كبيرة من المواد المشعة ووجدت هذه العناصر المشعة في حليب الأبقار التي تبعد عن المحطة بـ ٥٠٠ كم . ومثال آخر عن التسرب الإشعاعي من مفاعل تشرنوبل للمحطات النووية والذي تم إغلاقه عام ٢٠٠٠م .

ت ـ **الاستخدامات الطبية** : تستخدم الأشعة وخاصة الأشعة السنية في الأغراض الطبية ، مثال التصوير الإشعاعي للكشف عن الكسور والأورام ، كما تستخدم الأشعة في علاج أمراض السرطان ، وتستخدم النظائر المشعة في الطب النووي لكشف ومعالجة الأمراض السرطانية .

ث ـ **استخدامات أخرى** : تستخدم المواد المشعة في الأبحاث العلمية في الطب والعلوم ، كما تستخدم أشعة غاما في حفظ اللحوم والأسماك وغيرها .

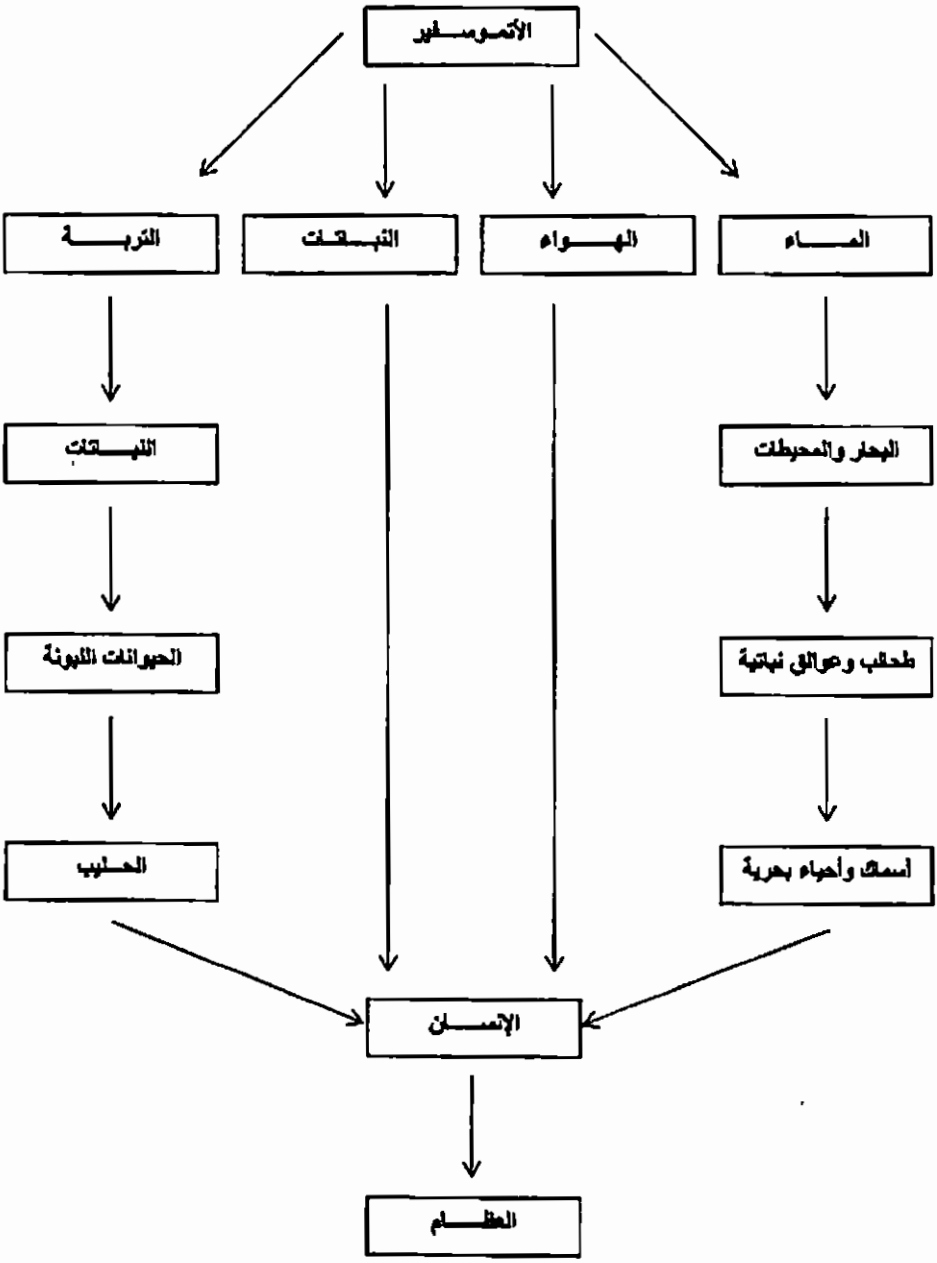
التلوث الغذائي بالإشعاع :

تتلوث الأغذية بالمواد المشعة والنظائر المشعة التي لها خصائص فيزيائية متميزة ، وتختلف العناصر المشعة بالفترة الزمنية التي تستغرقها

لتفقد إشعاعيتها ويطلق على هذه الفترة الزمنية اسم نصف العمر Half-Life ، أي : انخفاض التأثير الإشعاعي إلى النصف وتحول العناصر المشعة إلى عناصر غير مشعة . مثال : نصف عمر sr90 = ٢٨ سنة ، ونصف عمر الكربون المشع c14=٥٥٦٨ سنة ، ونصف عمر الكالسيوم المشع ca48=١٠x٧^ سنة ، وكلما زاد نصف العمر للعناصر المشعة زاد خطرها .

تتلوث الأغذية بالمواد المشعة نتيجة تلوث التربة فمثلاً في حال سقوط المواد المشعة في فترة حصاد المحاصيل فإن ضررها يكون أشد ؛ حيث ترسب المواد المشعة على سطح النباتات وتمتصها الأوراق من الهواء والجذور من التربة . ويكون ضرر المواد المشعة أكبر على النباتات ذات الأوراق العريضة (مثال الخس والسبانخ والملفوف) والفاكهة التي لا تنزع قشرتها عند أكلها (مثال عنب ، فريز ، توت وغيرها) .

ينتقل التلوث بالمواد المشعة عبر السلسلة الغذائية من الهواء إلى التربة إلى النبات ، ثم إلى الحيوان ثم الإنسان . كما تنتقل الأشعة في الماء إلى الطحالب وبلانكتون إلى الأسماك والأحياء البحرية ، ثم إلى الإنسان . كما يتم انتقال الأشعة مباشرة إلى الإنسان عبر الهواء أو النباتات ، كما في المخطط التالي :



مخطط يوضح انتقال العناصر المشعة السامة إلى الإنسان

تأثير الإشعاع على الكائنات الحية :

يؤثر الإشعاع على الكائنات الحية بتداخل فيزيائي بين الأشعة والخلية ، حيث تؤثر الأشعة حسب نوع الكائن الحي وعمره وحسب الفترة الزمنية التي يتعرض لها الكائن الحي . تسبب الإشعاعات في تغيير تركيب الحموض الأمينية وفي المادة الوراثية مما ينتج عنه أمراض وراثية تنتقل للأجيال اللاحقة .

وقد يحدث الضرر بالأشعة للكائن الحي بعد تعرضه للإشعاع في غضون عدة ساعات أو حتى عشرات السنين . ويؤثر الإشعاع في الخلايا التي تنقسم بسرعة أكثر من غيرها من الخلايا . ومن أكثر الأجهزة الحساسة بالأشعة هي خلايا الجلد والجهاز الهضمي والدم .

كما ويختلف تأثير الإشعاع عند النباتات حسب الأنواع النباتية المختلفة فبعض الأشجار لها مناعة كبيرة ضد الإشعاع وبعضها الآخر مناعتها أقل ، فالأشجار ذات الأوراق العريضة تتأثر بالإشعاعات بتراكيز أكبر من غيرها ، وإن زيادة تركيز الإشعاعات في البيئة يسبب القضاء على النظم البيئية الطبيعية .

مخاطر الإشعاعات على الإنسان :

الإشعاعات هي أشعة كهرومغناطيسية مؤلفة من جزيئات متناهية في الصغر وسرعتها كبيرة جداً تدخل إلى جسم الإنسان وتتركز خاصة في الأجهزة التالية :

١ـ مكونات الدم من كريات حمراء وبيضاء وصفيحات وتسبب فقر الدم وسرطانات الدم .

٢ـ الجهاز الهضمي وتسبب تقرحات في جدار المعدة والأمعاء مما يؤدي إلى اضطرابات هضمية .

٣ـ الجلد وتسبب الإشعاعات احمرار الجلد والحروق بعد تعرض الجلد للإشعاعات وبالنتيجة تسبب تساقط الشعر .

٤ـ الغدد التناسلية : تسبب الإشعاعات في العقم عند الجنين كما تسبب تشوهات وراثية في الجنين منها تشوهات جسمية وعقلية وتنتقل هذه التشوهات عبر الأجيال خلال الصفات الوراثية في الخلايا مما يؤدي إلى زيادة المرضى وراثياً في الأجيال القادمة .

ضرر الأشعة فوق البنفسجية :

إن الأشعة فوق البنفسجية ذات أطوال الموجات القصيرة بين (٢ـ٢٨٦ ميلي ميكرون) يمتصها غاز الأوزون قبل وصولها إلى سطح الأرض ولكن بعضها يصل إلى سطح الأرض في حال حدوث فجوات في طبقة الأوزون ، وهذه الأشعة ضارة بالأحياء حيث تؤثر في الجلد والعين ، ففي الجلد تسبب احمرار الجلد ثم ظهور أعراض أخرى كالحروق والتقيحات ، وفي العين تسبب عتامة في عدسة العين . كما أن التعرض للأشعة فوق البنفسجية الضارة ولفترة طويلة تسبب أمراض السرطان .

❊ ❊ ❊

الفصل السادس

التلوث بالضجيج أخطر ملوثات البيئة

ـ تعريف الضجيج أو الضوضاء .

ـ الصوت والضجيج .

ـ قياس شدة الضجيج .

ـ أنواع الضجيج .

ـ مصادر الضجيج .

ـ الفرق بين التلوث بالضجيج والملوثات الأخرى .

ـ مخاطر التلوث بالضجيج .

ـ الآثار السلبية على الإنسان (نفسية ، جسمية ، سمعية ، اقتصادية) .

ـ الآثار السلبية على الإنسان والحيوان .

ـ طرق الحد من آثار الضجيج .

التلوث بالضجيج أو الضوضاء (Noise) من أخطر ملوثات البيئة المحيطة بالإنسان وتعتبر آفة العصر .

وصلت إلينا مع تقدم الصناعة والتكنولوجيا الحديثة أخطار الضجيج وآثاره السلبية على الإنسان حتى سببت له أمراضاً كثيرة، وخاصة الأمراض

النفسية والجسمية والسمعية وغيرها ، يقول تعالى : ﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ .

لقد عرف الإنسان قديماً أن الأصوات المرتفعة هي مصدر الخوف وارتبطت بمظاهر الكون المخيفة كالأعاصير والزلازل والرعد لارتباطها بما تحدثه من الأذى والموت ، وقد استخدم الجيش الروماني ظاهرة الصوت المرعب في حروبه لإخافة الأعداء ، كما أن بعض القبائل الإفريقية تستخدم الأصوات المرتفعة والقرع على الطبول لإخافة الأعداء ، وفي الصيد تم تنفيذ بعض أحكام الإعدام عن طريق قرع الطبول بشكل مستمر حتى الموت . وحالياً تستخدم القنابل الصوتية لبث الخوف والرعب بين الأهالي في الحروب .

تعريف الضجيج أو الضوضاء Noise :

أبسط تعريف للضوضاء : هي أصوات غير مرغوب في سماعها . والتعريف الشامل للضجيج هو : مجموعة أصوات متنافرة غير مرغوب في سماعها وتسبب إزعاجاً للإنسان وتضر بصحته ورفاهيته الاجتماعية والنفسية .

لقد عرف الضجيج قديماً ، ثم مع تطور الصناعة والتكنولوجيا الحديثة وصلت إلينا أمراض العصر وما تحمله من أخطار بشكل مفاجيء دون أخذ الحيطة للأخطار الناجمة عنها ، ومن أهم هذه الأخطار التي يعاني منها مجتمعنا الحاضر هي مشكلة الضجيج أو الضوضاء .

لقد وصف دانتي (صاحب الكوميديا الإلهية) الضجيج بأنه اختراع الشيطان حيث يمنع العقل من التفكير والإبداع ، وقديماً كان يمنع في المدن الإغريقية والرومانية إصدار الأصوات ليلاً (منع ممارسة الضجيج)

في الأماكن التي يسكنها الفلاسفة ، حيث كانوا يقولون : إن الضوضاء تحد من قدرة الفلاسفة على التفكير والعطاء .

وفي منتصف القرن الماضي بدأ الضجيج يشغل اهتمام العالم بعد معرفة العلاقة بين الضجيج والأمراض المهنية الناتجة عنه مثال نقص السمع عند الحدادين ومن ذلك الوقت والضجيج يثير الاهتمام من جهة وتزاد شدته من جهة أخرى .

الصوت والضجيج Sound and Noise :

ينتقل الصوت على شكل درجات متتالية حيث تهتز جزيئات الهواء وتنتشر الموجات في جميع الاتجاهات المحيطة بمصدر الصوت عبر الهواء أو السوائل أو الأجسام الصلبة ، وتسمع عند وقوعها على جهاز السمع في الأذنِ ، ولا ينتقل الصوت بواسطة الفراغ ، ولولا وجود الغلاف الجوي لساد هدوء مخيف على كوكبنا ، حيث لابد من وسط مادي لانتقال الصوت .

الصوت طاقة لها شدة وتردد :

شدة الصوت : هي كمية الطاقة في الثانية المارة وحدة المساحات .

وتردد الصوت : هو عدد الاهتزازات التي يحدثها الجسم المهتز في الثانية الواحدة .

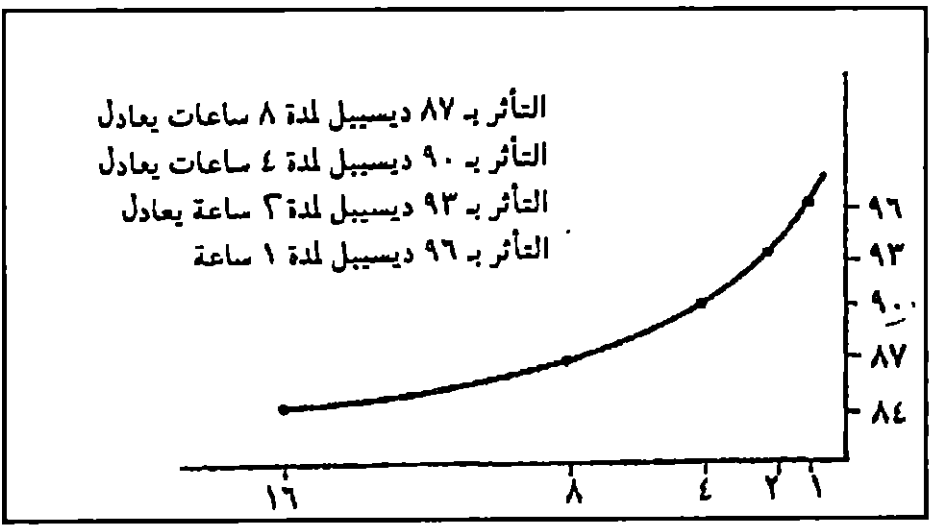
تقاس شدة الصوت بوحدة تسمى ديسيبل Decibel وتساوي ١/ ١٠ من البل Bel التي تشكل وحدة لقياس شدة (قوة) الصوت ويعبر عن التردد بالذبذبة في الثانية .

ونظراً لأن للصوت شدةً فإن له ضغطاً أيضاً ، وتتوقف شدة الصوت على الضغط الذي تمارسه موجاته الصوتية ، وتكون الأصوات الخافتة ذات ضغط ضعيف ، في حين الأصوات المرتفعة ذات ضغط شديد ، كما

تتناقص شدة الصوت المسموع بازدياد بعد السامع عن مصدر الصوت ، ويكون الصوت مسموعاً لدى الإنسان إذا كانت شدته تساوي ٢٠ ديسيبل وتردده ١٠٠٠ ذبذبة في الثانية ، وتتميز كل موجة صوتية بتردد خاص ويمكن للأذن البشرية السليمة أن تميز الأصوات بين ٢٠ـ٢٠,٠٠٠ ذبذبة/ ثانية ، وتقع الأصوات التي تستعمل في التخاطب بين ٢٠٠ـ٦٠٠٠ ذبذبة في الثانية .

وللفترة الزمنية وشدة الصوت دورٌ هامٌّ في تأثير الضجيج على الإنسان ؛ حيث إن محصلة الصوت = شدة x الزمن (فشدته عالية مع زمن قصير تعادل شدة قليلة مع زمن طويل) مثال : تعرض الإنسان لصوت شدة ٩٣ ديسيبل ولمدة ساعتين يؤدي لنفس التأثير لصوت شدته ٩٠ ديسيبل ولمدة ٤ ساعات .

لاحظ الشكل الذي يوضح تأثير شدة الصوت وعلاقته بالزمن .



خط بياني يوضح شدة الصوت والتأثر به بالنسبة للزمن

كما أن التعرض لصوت شدة ٩٣ ديسبل ولمدة ٨ ساعات يومياً يُخفض هذا التأثير على الإنسان إلى النصف عند التعرض لنفس الشدة ولمدة ٤ ساعات يومياً .

ويمكن الإشارة إلى أن زيادة شدة الصوت بمقدار ١٠ ديسيبل تعطي الإحساس للإنسان بمضاعفة شدة الصوت ، أي : إن صوتاً شدته ٧٠ ديسيبل يبدو أعلى مرتين من صوت شدته ٦٠ ديسيبل .

قياس شدة الضجيج :

تقاس شدة الضجيج كما ذكرنا بوحدة الديسيبل Decibel ويبدأ هذا القياس من الصفر حين تكون الأصوات ساكنة وبداية الإحساس بالسمع تبدأ عند٢٠ ديسيبل وحتى أعلى قيمة تتحملها الأذن ١٣٠ ديسيبل ، وما فوق ذلك تسبب الألم وفقدان السمع ، وفيما يلي جدول يبيّن بعض الأصوات وشدتها مقدرة بـالديسيبل :

نوع الضجيج	شدة الضجيج مقدرة بالديسيبل	أمثلة على الضجيج
١ـ مسموع (ساكن)	٠ـ١٠	ضربات القلب ـ هواء هادئ
٢ـ هادئ جداً	١٠ـ٣٠	همس ـ حفيف الأوراق
٣ـ هادئ	٣٠ـ٥٠	كلام على بعد متر ، آلة كاتبة ، مكاتب عمل .
٤ـ هادئ متوسط	٥٠ـ٧٠	حركة المرور (شارع مزدحم) جهاز تكيف الهواء ، التلفاز ، مكنسة كهربائية ، مطاعم ، نباح كلاب

٥ـ مرتفع	٧٠ـ٩٠	خلاط منزلي ـ آلة قطع أعشاب ـ غسالة كهربائية
٦ـ مرتفع جداً	٩٠ـ١٠٠	صفارة قطار ، زمور سيارة مرتفع ـ دراجة نارية على بعد ٨م ـ شاحنة بلدوزر
٧ـ مزعج	١٠٠ـ١٣٠	صوت مدفع ، طائرة نفاثة ، فرقة موسيقية صاخبة
٨ـ مزعج مع ألم (تخريب أجهزة السمع)	أكثر من ١٣٠	إطلاق صاروخ

أنواع الضجيج : للضجيج أو الضوضاء أنواع منها :

١ـ ضجيج متجانس (مستمر) مثال : عمل المكيف الهوائي ، يبدأ سماعة عند بدء تشغيله ، ثم يتباطأ السمع ويسمى النوع بالضوضاء البيضاء .

٢ـ ضوضاء متقطعة غير منتظمة ، مثال : الأصوات في الطرقات وحدادة السيارات ، بكاء طفل ، ويسبب ضغط وشدة نفسية .

٣ـ ضوضاء عالية مفاجئة ، مثال : انفجار عجلة سيارة ، خرق جدار الصوت للطائرات النفاثة ، انفجار بالون ، قنابل ذكية تحدث أصوات عالية . وتؤدي هذه الأنواع من الضوضاء إلى أحداث ترويع وتسبب قلقاً وعدم النوم .

مصادر الضجيج :

مصادر الضجيج كثيرة؛ حيث يمكن أن نسمعها في كل مكان حولنا ، في الشارع وفي العمل وفي المنزل وغيرها ، ونظراً لتقدم وسائل التقنية الحديثة (التكنولوجيا) لرفاهية الإنسان من أدوات منزلية كالراديو

والتلفاز ، والمكيف وأدوات المطبخ المختلفة ، قد غزا الضجيج حتى في أماكن الراحة ولم يجد الإنسان مكاناً يلجأ إليه في أي بقعة هادئة .

ويمكن حصر مصادر الضجيج فيما يلي :

١ـ وسائط النقل المختلفة .

٢ـ ضجيج آلات صناعية .

٣ـ ضجيج منزلي .

٤ـ ضجيج الجوار .

٥ـ مصادر أخرى (طبيعية ، عائلة ، حروب) .

١ـ وسائط النقل المختلفة :

وهي متنوعة من سيارات وباصات ودراجات نارية وقطارات وطائرات وغيرها .

أـ ضجيج السيارات : ازداد عدد السيارات في عصرنا الحاضر ففي العالم اليوم أكثر من ٦٠٠ مليون سيارة وينتج سنوياً حوالي ٤٥ مليون سيارة تطلق الغازات الضارة وتزعج الناس بضجيجها . ويلعب حجم السيارة وسرعتها وعجلاتها ونوع الطرقات دوراً كبيراً في درجة شدة الضجيج فكلما زاد حجم السيارة وسرعتها كثر ضجيجها والعكس صحيح ، وأشد الضجيج يأتي من محرك السيارة وخاصة في السرعات الكبيرة وفي الأجواء الحارة . وعند زيادة سرعة السيارة يزداد احتكاكها بالهواء ، وهذا ما يسبب أيضاً ضجيج بالريح .

تزداد شدة الضوضاء في المدن الكبرى من العالم الثالث وذلك لعدم تنبه الناس إلى خطورتها من جهة ولزيادة مصادرها من جهة ثانية ، ففي وسط مدينة دمشق مثلاً تصل شدة الضوضاء في ساعات الازدحام إلى ٩٥ـ١٠٠ ديسيبل .

ب ـ **ضجيج القطارات** : وهو أقل من ضجيج السيارات بسبب أن السكك الحديدية تكون بعيدة عن المدن ، وأما المباني الواقعة على جانبي السكك الحديدية فالضجيج الذي يحدثه القطار سواء من الصفارة أو نتيجة احتكاك العجلات الفولاذية بالقضبان الحديدية فيكون مزعجاً ، وقاطرات الديزل أكثر ضجيجاً من قاطرات البخار والقاطرات الكهربائية . ولا يتجاوز الضجيج الصادر عن القطارات ١٠٠ ديسيبل .

ج ـ **ضجيج الطائرات** : بمختلف أنواعها من طائرات عادية ونفاثة ومروحية وغيرها ، بالإضافة للمطارات المجاورة للمدن ، التي تسبب ضجيجاً بهبوط وإقلاع الطائرات ، ويزداد الضجيج بزيادة قوى المحرك وكثافة الحركة في المطارات ؛ حيث يبلغ الضجيج في المطارات الكثيفة الحركة ١١٠ ديسيبل ، وتسعى الشركات الصانعة إلى تخفيف ضجيج الطائرات الحديثة حتى أصبحت طائرات اليوم أقل ضجيجاً بنسبة ٥٠ـ٧٠٪ مما كانت عليه الطائرات السابقة . كما ينجم عن الطائرات النفاثة عند اختراق حاجز الصوت دويٌّ يشبه الرعد ؛ حيث إنها أسرع من الصوت (تكسير زجاج النوافذ) .

٢ـ ضجيج الآلات الصناعية :

وهو ناتج عن آلات المصانع وعمليات تصنيع آلات مختلفة فمنها الضجيج الناتج عن التصادم ، مثال : آلات الطبع والثقب وآلات الطحن والقطع وآلات الطرق اليدوية وغيرها ، وهناك ضجيج ناتج عن التحريك الهوائي ، مثال : المراوح والمحركات الكهربائية وآلات الحفر والبناء .

والضجيج الصناعي لا يزعج العمال فقط في أماكن التصنيع ، بل يزعج السكان القاطنين بالقرب منها أيضاً ؛ لذلك يجب إنشاء المصانع بعيداً عن الأماكن السكنية .

ويقدر الضجيج الصادر عن آلات ثقب الصخور بأكثر من ١٠٠ ديسيبل .

٣ـ ضجيج المنزل :

وهو ناتج عن استخدام الأجهزة المنزلية المختلفة كأجهزة الراديو والمسجلة والتلفاز ، والمكيف والغسالات والخلاطات ، والمكانس الكهربائية .

والجدول التالي يوضح مستوى الضجيج الصادر من الأجهزة المنزلية :

الجهاز المستخدم (مصدر الصوت)	مستوى الضجيج (ديسيبل)
مكنسة كهربائية	٦٠
جلاية صحون	٧٦
غسالة كهربائية	٨٢
ساعة منبه على بعد ١ م	٨٥
خلاط طعام	٩٠
آلة قطع أعشاب كهربائية	١٠٣

٤ـ ضجيج الجوار :

الضجيج الناتج عن محيط الموقع السكني مثل : الضجيج الذي يأتي من الشارع والسكن المجاور والطائرات أو المصانع المجاورة للأماكن السكن . وكلما بَعُدَ مصدر الضجيج قلَّت شدته . وعليه فإن شدة

الصوت تنقص بمقدار ٦ ديسيبل في حال تضاعف المسافة عن منبع الصوت . كما وتتأثر شدة الصوت باتجاه الرياح ودرجة حرارة الهواء ؛ حيث تكون شدة الصوت أكبر في الاتجاه القادم مع الرياح . كما أن الهواء الحار ينقل الصوت أسرع من الهواء البارد .

وفيما يلي جدول يبيِّن مستوى شدة الضجيج الصادر عن الجوار :

مصدر الضجيج وبعده عن المصدر	مستوى شدة الضجيج (ديسيبل)
خلاط إسمنت على بعد ١٥م	٧٥
قطار على بعد ٨٥م	٨٨
صفارة قطار على بعد ١٥٠م	٦٠
شاحنة ديزل على بعد ٧م	٩٢
دراجة نارية على بعد ٨م	٩٦
مثقب هوائي على بعد ١م	١٠٤
طائرة نفاثة تطير على مقربة منا	١١٠
إقلاع طائرة فوق صوتية	١٢٠

٥ـ مصادر أخرى للضجيج :

منها مصادر طبيعية مثل : الرياح الشديدة ، الأعاصير ، شلالات ، رعد ، وغيرها . ومنها ضجيج ناتج عن الحروب كصوت القنابل والمدفعية والألغام والصواريخ والطائرات الحربية وغيرها ، وأخيراً هناك ضوضاء عائلية . مثال بكاء الأطفال وشغب الأولاد ومشاكل عائلية في البيت .

الفرق بين التلوث بالضجيج والملوثات الأخرى :

توجد بعض الفروق بين التلوث بالضجيج وبين ملوثات البيئة الأخرى كملوثات الماء والهواء والتربة نذكر منها :

١ـ آثار الضجيج وقتية حيث ينقطع التأثير ومخاطر التلوث بمجرد توقف مصدرها ، بينما الملوثات الأخرى فيستمر تأثيرها على الأحياء والبيئة .

٢ـ ينحصر تأثر التلوث بالضجيج في المنطقة القريبة من المصدر ولا تنتقل آثاره إلى أماكن بعيدة كما هو الحال في تلوث الهواء والماء .

٣ـ ليس هناك وعي كاف لمشاكل التلوث بالضجيج ، والناس لم يدركوا خطورتها كما يميلون إلى الاحتجاج على مشاكل تلوث الماء والهواء أكثر من الضجيج .

٤ـ مستويات التلوث بالضجيج تكون مستمرة أو متقطعة كما في ضوضاء السيارات (٨٠ ديسيبل) إذا كانت متقطعة على فترات أو إقلاع الطائرات النفاثة (١٢٠ ديسيبل) .

مخاطر التلوث بالضجيج (الآثار السلبية على الإنسان والحيوان والنبات):

لقد عرف الإنسان قديماً أن الأصوات المرتفعة هي مصدر خوف وارتبطت بمظاهر الطبيعة المخيفة كالأعاصير والزلازل والرعد لارتباطها بالأذى والموت . وقد استخدم الجيش الروماني ظاهرة الصوت المرعب في حروبه لإخافة الأعداء ، كما أن بعض القبائل الإفريقية تستخدم الأصوات المرتفعة والقرع على الطبول لإخافة العداء ، وفي الصين تم تنفيذ بعض أحكام الإعدام عن طريق قرع الطبول بشكل مستمر حتى موت الشخص المحكوم عليه بالإعدام ، وحالياً تستخدم القنابل الصوتية

لبثّ الخوف والرعب بين الأهالي في الحروب .

وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن الصوت الهادئ ينشط عمليات التفكير وهو حافز ومثير لنشاط الجهاز العصبي لدى الإنسان .

لقد ميز العالم غاديك GADEKE ١٩٦٤م أربع مستويات من الضجيج المؤثرة على الإنسان وهي :

١ـ مستوى شدة الضجيج ٤٠ـ ٥٠ ديسيبل لها آثار نفسية (قلق ، توتر) وخاصة عند الأطفال .

٢ـ مستوى شدة الضجيج ٦٠ـ ٨٠ ديسيبل لها آثار سيئة على الجملة العصبية

٣ـ مستوى شدة الضجيج ٩٠ـ١٠٠ ديسيبل لها آثار على انخفاض شدة السمع .

٤ـ مستوى شدة الضجيج فوق ١٢٠ ديسيبل لها آثار ألم على الجهاز السمعي وأثر على الجهاز القلبي الوعائي وغيرها .

ومن الجدير بالذكر أن شدة الضجيج في المدن الكبرى تصل إلى ٩٥ـ ١٠٠ ديسيبل، أي: تشمل المستويات الثلاثة الأولى . وتصبح شدة الصوت مضرةً عند حدود ٧٥ ديسيبل وما فوق ، ومؤلمةً عندما يصل إلى ١٢٠ ديسيبل ، ومن أهم الآثار السلبية للضجيج نذكر :

١ـ الآثار النفسية .

٢ـ الآثار الجسمية .

٣ـ الآثار السمعية .

٤ـ الآثار الاقتصادية .

١ـ الآثار النفسية :

تتبع الآثار النفسية للتلوث بالضجيج عند الإنسان بحسب خصائص الضجيج والمتعلّقة بالعوامل التالية :

أـ شدة الصوت فكلما كانت شدة الصوت أعلى كان أثر الضجيج أكبر .

ب ـ طول فترة العرض (الزمن) كلما طال الزمن ازداد تأثير الضجيج .

ج ـ حدَّة الصوت : فالأصوات الحادة أكثر تأثيراً من الأصوات الغليظة ، كما أن الأصوات المرتفعة المفاجئة أكثر خطراً من الضجيج المستمر .

د ـ نوع النشاط الذي يعرقله الضجيج والحساسية الشخصية للضجيج .

إن مستويات الضجيج إذا كانت فوق (٦٠) ديسيبل فإنها تؤثر في قشرة المخ مما يؤدي إلى القلق واستثارة الغضب والتوتر وعدم الارتياح الداخلي وقلة التركيز الفكري وغيرها .

كما ينتج عن ارتفاع مستوى الضجيج زيادة نسبة الأدرينالين Aderenaline وانخفاض في نسبة السكر في الدم ، ويفسر ذلك بأن الجسم يأخذ وضعاً دفاعياً ضد تأثير الضجيج . وعند حدوث الغضب لدى الشخص من الممكن أن يدفعه غضبه إلى حدوث المشاجرات والإساءة للغير .

٢ـ الآثار الجسمية :

يسبب التلوث بالضجيج اضطرابات في الجهاز العصبي والجهاز

القلبي الوعائي وأعراضاً مرضيةً متعددة أهمها : أعراض مرض نقصان السمع واضطراب التوازن ، والأعراض الأكثر خطورة الناجمة عن الضجيج المرتفع والمستمر هي أمراض القلب والأوعية الدموية ، حيث يلاحظ عدم انتظام النبض وارتفاع ضغط الدم وتضييق الشرايين وزيادة ضربات القلب وانقباض العضلات واضطرابات في الهضم وأمراض في المعدة كالقرحة المعدية وضعف في القدرة الجنسية لدى الجنسين .

كما أن للأصوات الصاخبة والضجيج المرتفع تأثيراً في قشرة المخ التي تقوم بتنبيه وظائف المخ الأخرى مما ينتج عنه فقدان تدريجي للذاكرة ، وتقلُّ القدرة على التركيز الذهني بالإضافة لسوء إفراز الغدد الصم ويصبح الجسم أقل مقاومة للأمراض ، وخاصة العصبية منها بالإضافة للإصابة بالأمراض الخبيثة مما تسبب الشيخوخة المبكرة .

٣ـ الآثار السمعية :

إن طول فترة سماع الضجيج وشدته العالية تؤدي إلى نقص في السمع أو فقدانه ، وكما تؤدي الأصوات القوية والمفاجئة إلى فقدان السمع المؤقت عقب التعرض للضجيج ، ولكن يعود السمع إلى الشخص المصاب به في الساعة الأولى والثانية بعد توقف الضجيج . كما يلاحظ نقص السمع عند العمال الذين يتعرضون إلى ضجيج من مستوى ٨٠ ديسيبل وأكثر ، حيث يشعرون في البدء بطنين الإذن وصداع غير دائم ، ثم انخفاض في إدراك الأصوات ذات التردد المنخفض والمتوسط . ويزداد احتمال الإصابة بالصمم المهني كلما زاد مستوى الضجيج وطالت مدة التعرض للضجيج وخاصة المستمر منه . والجدول التالي يبيِّن درجة فقدان السمع لدى عمال من طبيعة عمل مختلفة وطول فترة التعرض للضجيج (فترة الخدمة) :

فقدان السمع (ديسيبل)	طبيعة العمل	طول فترة الخدمة (سنة)
٣٥	طباعة زنكوغراف	٢١
٤٣	سباكة حديدية	٣٦
٤٤	سائق باص	٢١
٥٥	صناعة المراجل (قازانات)	٣٥
٥٨	طباعة آلة نسيجية	٣١
٦٥	حدادة معدنية وتمديدات صحية	٢١

يختلف تأثير الضجيج على الإنسان من شخص لآخر حسب شدة الضجيج وطول فترة التعرض للضجيج ونوع الضجيج بالإضافة للحالة النفسية والصحية للإنسان والعمر وطبيعة العمل .

٤ـ الآثار الاقتصادية : (نقص القدرة على العمل وقلة الإنتاج) :

يؤثر ارتفاع مستوى الضجيج إلى نقص القدرة على العمل وقلة الإنتاج ، حيث أشارت بعض الدراسات إلى أن إنتاج العاملين في أوساط تبلغ شدة الضجيج فيها نحو ٧٠ ديسيبل يزيد مرتين على إنتاج العاملين (نفس المهنة) في أوساط شدة الضجيج فيها ١٠٠ ديسيبل وأكثر .

كما أن الأشخاص الذين يعملون في أجواء مستوى الضجيج فيها مرتفع يعانون من أمراض الجملة العصبية أكثر بثلاث مرات ممن يعملون في الأجواء الهادئة . مثلاً ضارب الآلة الكاتبه أو مستعمل الحاسوب تكثر أخطاؤه وتقل سرعته بازدياد الضجيج خلال عمله ، وفي الأوساط شديدة الضجيج يزداد الوقوع في الخطأ ويقل الإنتاج نتيجة إصابة العمال بأمراض

الجهاز العصبي والصداع ، والتعب السريع إضافة إلى الشعور بالضيق والانقباض ، وهذا كله ينعكس على قدراتهم على العمل والإنتاج . وفي الولايات المتحدة الأمريكية قدِّرت الخسارة الإجمالية الناجمة عن الحوادث المهنية والتغيب عن العمل والتعويضات المرضية وانخفاض الإنتاج بسبب الضجيج الصناعي بنحو أربعة مليارات دولار ، وذلك في سنة ١٩٧١م .

٥ـ الآثار السلبية للضجيج على الإنتاج الحيواني والنباتي :

أ ـ في الإنتاج الحيواني :

دلَّت التجارب التي أجريت على مزارع للإنتاج الحيواني في مناحل لتربية النحل وعلى مزرعة للأبقار والمداجن التي أقيمت قرب مطار يصدر الضجيج العالي فتبيَّن أن النحل أخطأ في مساره ولم يعد إلى مكانه وأن يرقات النحل ماتت . وفي الأبقار لوحظ نقص في كمية الحليب ثم أصابها هزال ثم انقطاع كلي من الحليب ، وفي مزرعة المداجن وجد امتناع الدواجن عن وضع البيض ، ثم سقوط الريش ، ثم الموت .

ب ـ في الإنتاج النباتي :

نتيجة شدة الضجيج الناتج عن سير المركبات المختلفة نجد قلة الأشجار النامية على حواف الطرقات وبجوار المصانع بالإضافة إلى تأثرها بالغازات السامة كما أجريت تجربة على مستوى نمو الأشجار وتأثير الضجيج عليها ، حيث غرست الأشجار بشكل دوائر منتظمة حول محرك (يصدر ضجيج) وضع في المراكز وتركت جميع الشروط البيئية الأخرى متساوية فوجد بعد فترة من الزمن ضآلة في النمو في الأشجار المحيطة بمصدر الضجيج في المركز وزيادة في النمو التدريجي في الأشجار البعيدة عن مركز الضجيج .

طرق الحد من آثار الضجيج :

يزداد خطر التلوث بالضجيج في عصرنا الحاضر ، حيث تعددت مصادره وازدادت أخطاره ، وحتى الآن لم يهتم الإنسان الاهتمام الكافي للوقاية من أخطار الضجيج بقدر اهتمامه بالوقاية من أخطار الملوثات الأخرى السامة(رغم إدراك آثاره السلبية على الإنسان) ويمكن الحد من آثار الضجيج والتحكم في تخفيضه باتباع الإجراءات التالية :

١ـ الاهتمام بتخطيط المدن : لتقليل من الضجيج وذلك بتعريض الشوارع وتشجيرها وزيادة مساحة الحدائق والمتنزهات والاهتمام بتصميم المساكن واستخدام مواد للبناء قليلة النفاذية للضوضاء .

٢ـ الاهتمام بزراعة الأشجار وإقامة الحواجز من الأحزمة الخضراء ، حيث تبيَّن أن الأشجار تشتت الصوت وتقلل من شدته بأكثر من ٢٠٪ .

٣ـ استعمال الزجاج المزدوج في المنازل حيث يمكن أن تقلل من شدة الصوت بنحو ٤٠ ديسيبل .

٤ـ إبعاد المدارس والمشافي عن مصدر الضجيج وخاصة الطرق العامة المزدحمة بالسيارات بحيث لا تزيد شدة الضجيج في المدارس عن ٤٠ ديسيبل ، وفي المشافي عن ٣٠ ـ ٣٥ ديسيبل وإحاطة المدارس والجامعات والمشافي بحزام من الأشجار ؛ حيث إن الأشجار تلعب دور المصدر والمشتت للأصوات ؛ حيث إن كل صف من الأشجار يخفض الضجيج بقدر ١,٥ ديسيبل .

٥ـ إبعاد المنشآت الصناعية عن مناطق السكن ووضع مواد عازلة للصوت .

٦ـ إبعاد المطارات عن المناطق السكنية بحيث لا يقل بُعد المطار عن المدينة عن ٢٥ـ٣٠ كم ، وعدم مرور الطائرات فوق المدن .

٧ـ إصدار قوانين تحد من ضجيج المركبات كمنع استعمال منبهات الصوت للسيارات ومراقبة وصيانة محركاتها ومنع مرور الشاحنات ضمن المدينة .

٨ـ مخالفة إزعاج الجوار الذين يرفعون أصوات أجهزة التسجيل بالراديو والتلفزيون ، وخاصة أيام الامتحانات .

٩ـ منع الموسيقى الصاخبة في المحلات والمنازل والشوارع والمقاهي والمحلات العامة لما تصدر من أصوات مزعجة للإنسان .

١٠ـ الحماية الشخصية من الضجيج عن طريق استعمال واقيات الصوت على الآذان حيث تخفض شدة الصوت بمقدار ٤٠ ديسيبل واستخدام ملابس خاصة تحمي الجسم من ضجيج العاملين في ورش صيانة الطائرات ومرشدي الطائرات .

١١ـ نشر الوعي البيئي بين أفراد المجتمع كافة عن طريق وسائل الإعلام المختلفة (المقروءة والمسموعة والمرئية) وهو منطلق شعار التربية البيئية السليمة .

وأخيراً ، وضعت منظمة الصحة العالمية معايير للصحة البيئية فيما يتعلّق بالتلوث من الضجيج للتنبيه على أخطاره والعناية بالصحة العامة وخاصة صحة الأطفال عماد المستقبل .

* * *

الفصل السابع
تلوث البيئة... الفساد في الأرض

لقد أدَّى ازدحام السكان في المدن الكبيرة إلى تلوث البيئة مما نتج عنها تعكُّر صفاء الماء والهواء والتربة ، وأوقع أضراراً فادحة طالت النبات والحيوان وأثَّرت تلك الأضرار على الإنسان ؛ إذ إن النبات والحيوان هما أساس غذاء الإنسان .

وبصورة عامة يمكن تعريف تلوث البيئة : بأنه كل تغيُّر في مكونات البيئة وخصائصها الطبيعية ويؤدي إلى إحداث خلل في التوازن البيئي ويؤذي سلامة الكائنات الحية، أي: بمفهوم آخر: هو الفساد في الأرض.

يقول تعالى : ﴿ وَلَا تَبْغِ ٱلْفَسَادَ فِى ٱلْأَرْضِ ۖ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ ﴾ [القصص : ٧٧] ، وفي سورة البقرة [١١ و١٢] يقول تعالى : ﴿ وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِى ٱلْأَرْضِ قَالُوٓا۟ إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ * أَلَآ إِنَّهُمْ هُمُ ٱلْمُفْسِدُونَ وَلَٰكِن لَّا يَشْعُرُونَ ﴾ وفي سورة المائدة [٦٤] يقول تعالى : ﴿ وَيَسْعَوْنَ فِى ٱلْأَرْضِ فَسَادًا ۚ وَٱللَّهُ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ ﴾ وفي سورة الشعراء [١٨٣] يقول أيضاً : ﴿ وَلَا تَبْخَسُوا۟ ٱلنَّاسَ أَشْيَآءَهُمْ وَلَا تَعْثَوْا۟ فِى ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴾ .

فالإنسان سيد هذا الكوكب والملوث الأكبر على سطح الأرض وفي البحر والفضاء ، والعامل الأهم في تخريب الطبيعة وعدم احترام قوانينها ، والإخلال بالتوازن البيئي الحساس، يقول تعالى: ﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

مكونات البيئة ودورها في انتقال التلوث عبر السلاسل الغذائية :

مكونات البيئة تعني : جميع العوامل الطبيعية والحيوية التي توجد على سطح الكرة الأرضية وبداخلها ، فالهواء والماء والضوء والحرارة والتربة بالإضافة إلى النبات والحيوان والإنسان تشكل مكونات البيئة ، وهذه المكونات يعتمد بعضها على بعضها الآخر ، فالإنسان يعتمد في غذائه على النبات والحيوان ، والحيوان يعتمد في غذائه على النبات ، والنباتات الخضراء تصنع المواد العضوية المختلفة بواسطة التركيب الضوئي .

وهكذا تنتقل العناصر الأساسية والمواد العضوية من كائن لآخر عبر السلسلة الغذائية food chain :

(نبات ← حيوان ← إنسان)

ويتم انتقال الطاقة من النظام البيئي بنسبة ١٠٪ بين مستويات السلسلة الغذائية كافة .

وتشكل عناصر الطبيعة وحدة متكاملة بمستوى الطاقة ، فعندما تنتقل الطاقة الشمسية إلى النبات يحولها النبات إلى طاقة كيميائية ، ثم تنتقل هذه الطاقة إلى الحيوان والإنسان ليستخدمها في النمو وتركيب مواده العضوية المختلفة ، وعندما تتحول الطاقة من هيئة لأخرى تفقد جزءاً من مخزونها نتيجة الجهد المبذول في عملية التحليل . وهكذا نجد أن المنتج الأول (المنتج الأخضر) يختزن حوالي ١٠٪ من الطاقة الشمسية ويحصل المستهلك الأول (الحيوان) على ١٠٪ من الطاقة التي يختزنها المنتج الأول ، ثم يحصل المستهلك الثاني على ١٠٪ من الطاقة التي يختزنها المستهلك الأول .

تأثير مكونات البيئة ببعضها :

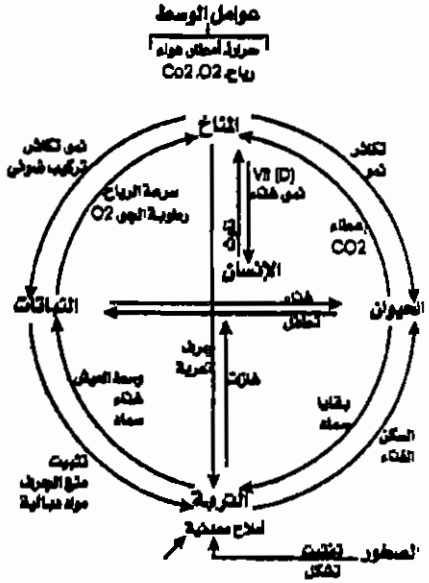
مكونات البيئة التي تعني : جميع العوامل الطبيعية والحيوية التي توجد على سطح الكرة الأرضية وبداخلها ، فالهواء ، والماء ، والضوء ، والحرارة ، والتربة ، بالإضافة للنبات والحيوان والإنسان تشكل مكونات البيئة ، وهذه المكونات يعتمد بعضها على البعض الآخر ، فالإنسان يعتمد في غذائه على النبات .

فالنباتات الخضراء وحدها التي تصنع المواد العضوية المختلفة اعتباراً من الماء والأملاح المعدنية البسيطة . وهكذا تنتقل العناصر الأساسية والمواد العضوية من كائن إلى آخر ضمن سلسلة غذائية ، وهناك علاقة عامة لمكونات البيئة المختلفة من عناصر طبيعية (تربة ، مناخ ، صخور . . .) وعوامل حيوية (نبات ، حيوان ، إنسان . . .) تربط هذه العناصر وتأثيرها ببعضها .

فالمناخ من أمطار ورياح وحرارة وأشعة الشمس هي عوامل أساسية تؤثر في نمو وتكاثر ووجود الحيوان والنبات ، كما أن النبات يؤثر في المناخ بتأثيره في سرعة الرياح ودرجة الحرارة والرطوبة وغازات الجو (الهواء) من غاز الفحم والأوكسجين ، والحيوان يعتمد في غذائه على النبات ، والنبات يعتمد في غذائه على التربة كمصدر للماء والأملاح المعدنية ويساعد في تثبيت التربة ومنع الانجراف ويضيف لها مواد بالية عن سقوط الأوراق ، كما أن الحيوان يؤثر في التربة من مخلفاته في حياته وبعد مماته ، وهكذا نجد أن علاقة مباشرة بين مكونات البيئة المختلفة من عناصر طبيعية وعوامل حيوية .

والخلاصة : توجد علاقات رئيسة بين مكونات البيئة المختلفة والعوامل الحيوية (النبات ، والحيوان ، والإنسان) وترتبط هذه

المكونات بعضها مع بعض كما في الشكل :



مخطط يبيِّن تأثير مكونات البيئة ببعضها

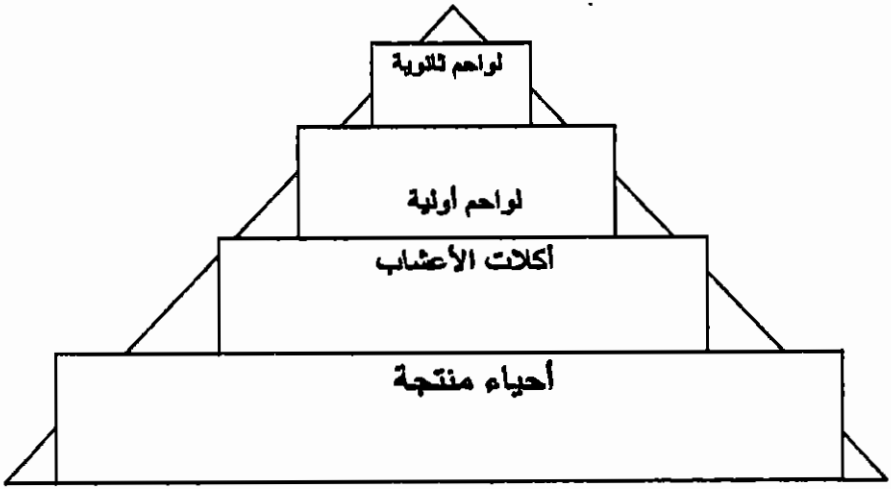
أهرامات الغذاء food pyramids :

هي علاقة تدفق الطاقة بين الأحياء المنتجة والأحياء المستهلكة سواء آكلات الأعشاب واللواحم عبر السلسلة الغذائية ، فلو كانت الطاقة المتوافرة في النباتات الخضراء ١٠٠٠ كيلو جول فإن ما يحصل عليه الحيوان العاشب هو ١٠٠كيلو جول ، وبدوره سوف يقدم للمستوى الأعلى ١٠كيلو جول ، معنى ذلك : أن الطاقة تنقص ١٠أمثال من مستوى غذائي إلى مستوى أعلى في السلسلة الغذائية وأن الطاقة تسير باتجاه واحد من المنتجات (النباتات الخضراء) إلى المستهلكات (الحيوانات) وأن الطاقة التي تبنيها النباتات الخضراء في أيِّ نظام حيوي هي أكثر من حاجة المستهلكين .

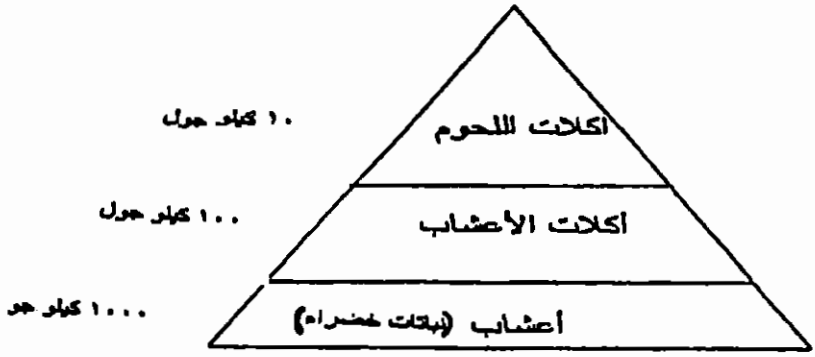
تسمى أهرامات الطاقة إذا بنيت على استهلاك الطاقة بين الأحياء .

وتسمى أهرامات الأعداد إذا بنيت على الكائنات الحية المختلفة .

كما في المخططين التاليين :



مخطط هرم الأعداد



مخطط هرم الطاقة

العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية :

توجد مجموعة من العلاقات الغذائية التي تربط الكائنات الحية بعضها ببعض في النظام البيئي (مثال : غابة أو حقل زراعي) وعند إحصاء هذه الكائنات الحية في النظام البيئي يسهل علينا أن نتصور المنافسة التي تحدث بين الكائنات الحية من أجل البقاء فالعلاقات الغذائية بين الأحياء متعددة نذكر منها :

١ـ التنافس :

يتم التنافس بين النباتات وبين الحيوانات من نوع واحد . مثال : الأشجار في الغابة تتنافس من أجل الحصول على الغذاء من الماء والضوء ، والأسماك في البركة تتسابق وتنافس فيما بينها للحصول على الغذاء ، وخاصة إذا كانت كمية الغذاء قليلة .

٢ـ التعاون :

ويحدث بين الكائنات الحية من نوع واحد . مثال : التعاون بين أفراد النحل حيث يعيش النحل حياة اجتماعية تعاونية يقوم كل كائن فيها بدور معين ، وتتكامل الأدوار في النهاية لخدمة استمرار الحياة في الخلية .

٣ـ التطفل :

وتشمل علاقة بين كائنين يعتمد أحدهما على الآخر في استمرار حياته ، ويلحق الضرر بالآخر . مثال : تطفل نبات الهالوك على البندورة أو تطفل الجراثيم والفطريات على النباتات الخضراء .

٤ـ التعايش :

وهو نوع من علاقات المنفعة بين نباتين أو حيوانين ، أو بين نبات وحيوان . مثال : تعايش نباتَي الفطر مع الطحلب لتشكيل كائنات نباتية

تسمى الشيبيات ؛ حيث يقدِّم الطحلب الغذاء للفطر عن طريق التركيب الضوئي ، وبالمقابل يمد الفطر الطحلب بالماء والعناصر المعدنية الأساسية لحمايته من الجفاف .

٥ـ الافتراس :

حيث يقوم كائن حي يُدعى المفترس بمهاجمة كائن حي آخر يدعى الفريسة ليلتهمه ، وظاهرة الافتراس تنتشر كثيراً بين الحيوانات الثديية . مثال : افتراس القطط للفئران ، والذئاب للأغنام ، والنمور للغزلان .

٦ـ الرمية :

وهي علاقة بين كائنات حية تحصل على غذائها من أجسام حيوانية أو نباتية ميتة . مثال : الأحياء الدقيقة كالجراثيم والفطريات التي تتغذى على الجثث الميتة ، حيث تفككها إلى عناصرها البسيطة وتستفيد منها .

المواطن البيئية :

يعرف الموطن البيئي : بأنه المكان المناسب لكائن حي معين ، أو مجموعة من الكائنات الحية لتمارس نشاطاتها الحيوية المختلفة في ذلك المكان ، ومع اختلاف الوسط والعوامل البيئية من مكان لآخر أدى إلى نشوء المواطن البيئية المختلفة المائية منها واليابسة في الأرض .

والمواطن البيئية المائية تنقسم إلى :

١ـ مواطن بيئية مائية مالحة (البحار والمحيطات) : تحتوي على كائنات حية كثيرة نباتية وحيوانية وتختلف أماكن وجودها حسب العمق ووصول الأشعة الضوئية كالطحالب والرخويات وغيرها .

٢ـ مواطن بيئية مائية عذبة (بحيرات ، أنهار ، ينابيع) : تحتوي على أنواع من الجراثيم والطحالب الخضراء المزرقَّة وغيرها .

المواطن البيئية اليابسة تقسم إلى :

مناطق حيوية مميزة بعضها عن بعض ، مثال : الغابات والصحاري ؛ حيث المثل القائل : (الغابات تسبق الشعوب والصحارى تتبعها) :

١ـ بيئة الغابات : وهي مجال حيوي تعيش فيه مجموعة متنوعة من الكائنات الحية النباتية كالأشجار والشجيرات ، ومن الحيوانات طيور وثدييات ، وللغابات أدوار حيوية مهمة سنذكرها فيما بعد .

٢ـ البيئة الصحراوية : تعرف الصحراء بأنها : منطقة حيوية جافة ذات أمطار قليلة نسبياً ومناخ حار صيفاً وبارد شتاءً ، وتقتصر الحياة فيها على أنواع من النباتات والحيوانات التي تتأقلم مع هذا المناخ ، مثال : من النباتات الصبار والشيح والعاقول ، ومن الحيوانات العقرب والأفاعي والحشرات وغيرها .

وقد أصبح التلوث سمة مميزة من سمات الحضارة وأحد مفرزات عصر الصناعة والآلة ؛ إذ أدى ازدحام السكن في المدن الكبيرة والمناطق الصناعية ، وما ينتج عنها من ملوثات ، إلى تعكُّر صفاء الماء والهواء والتربة ؛ مما أوقع أضراراً فادحة طالت النبات والحيوان وأثَّرت تلك الأضرار على الإنسان من خلال كون النبات والحيوان أساس غذاء الإنسان .

وبصورة عامة يمكن **تعريف تلوث البيئة** بأنه : كل تغيير في مكونات البيئة وخصائصها الطبيعية يؤدي إلى إحداث خلل في التوازن البيئي ، ويؤثر في سلامة الكائنات الحية .

يبقى الإنسان سيد هذا الكوكب والملوث الأكبر على سطح الأرض وفي الفضاء ، والعامل الأهم في تخريب الطبيعة وعدم احترام قوانينها والإخلال بالتوازن البيئي الحساس .

لقد تنوعت نشاطات الإنسان وتباينت كثيراً خلال رحلته الطويلة عبر العصور ، فقد قام باصطياد الحيوانات وقطف الثمار ، وحالياً يقوم الإنسان بحرب استنزاف ضد الطبيعة ، فهو ينشئ المصانع التي تنتج الغازات السامة التي يسببها الاحتراق وتكرير البترول والفحوم الهدروجينية الضارة والمواد المشعة والغبار الذري ، وتعد هذه الإنشاءات والأعمال حرباً غير مباشرة ومستمرة على الطبيعة .

وما يزال الإنسان يقوم باستثمار الخيرات البيولوجية التي تكونت منذ آلاف السنين (بترول ـ غابات ـ حيوانات) دون رادع أو تخطيط سليم مما يفقر الأرض ويفقدها خصوبتها .

ويزداد استنزاف الموارد الطبيعية كلما ازداد الطلب على المادة التي يستخرجها .

ومن أمثلة ذلك الآتي :

١ـ استخراج البترول وتكريره .

٢ـ قطع الغابات وصناعة الأعشاب .

٣ـ استخراج الفحم وحرقه .

٤ـ استخراج المعادن وصناعتها .

٥ـ صناعة المبيدات الحشرية .

٦ـ صيد الأسماك والطيور .

٧ـ زحف السكان إلى المناطق الخضراء وقطع الأشجار وزراعة الأحجار والإسمنت .

إن جملة النشاطات السابقة أدَّت دون أدنى شك إلى تقلُّص البيئة الطبيعية التي تفقد سكانها (من نبات وحيوان) شيئاً فشيئاً . وتزداد

المخاطر الناجمة تصاعداً مع زيادة إصرار الإنسان في حربه الاستنزافية ضد الطبيعة وتسخير مواردها لمآربه وأطماعه دون التفكير بما ينتج عنها في المستقبل من عواقب وخيمة تنعكس عليه وعلى البيئة .

ظاهرة التلوث في سورية :

نتيجة تطور الصناعة وبناء المصانع والمعامل المختلفة وتطور المشروعات الزراعية والتجارية والعمرانية في أنحاء القطر جميعها ، ورافق ذلك نشوء ظاهرة تلوث البيئة بأنواعها كلها : التلوث الهوائي ، والتلوث المائي ، وتلوث التربة في جميع المحافظات .

مصادر تلوث الهواء :

١ـ غازات مختلفة ناتجة عن عوادم السيارات المزدحمة في المدن ، وخاصة في دمشق وحلب والمدن الكبرى .

٢ـ غازات وتشكل السُّحب السوداء تغطي المدن الكبرى مما تطلقه المعامل المجاورة للمدينة ، كما يلاحظ سحابة سوداء تغطي المدينة وتشاهد في الصباح الباكر .

٣ـ غازات سامة ناتجة عن مصافي البترول (حمص وبانياس) ضارة بصحة الإنسان وبالكائنات الحية كافة .

٤ـ معامل الأسمدة والسكر وعمليات التدفئة المنزلية .

٥ـ معامل الإسمنت وانطلاق غبار الإسمنت منها ، وغيرها من المعامل .

مصادر تلوث الماء :

١ـ تلوث بالمخلَّفات السائلة من المصانع والمسالخ والدباغات .

٢ـ تلوث حوض نهر بردى والعاصي من منبعه إلى مصبّه (تلوث جرثومي وكيميائي) حيث أصبح مجرىً مائياً لتصريف مياه المجاري .

٣ـ تلوث مائي ناتج عن المخالفات السكنية ومخلّفات المشافي وغيرها .

٤ـ تلوث المياه بالزيوت المعدنية وتلوث جرثومي ناتج عن الفضلات المنزلية .

٥ـ تلوث مياه الساحل السوري بالنفط والشحن البري والعوالق الطافية بالقرب من الشاطئ .

مصادر تلوث التربة :

١ـ التلوث بالمخلفات الصلبة : ناتجة عن تطور الصناعة وتزايد عدد السكان في المدن ، منها النفايات المنزلية الصلبة كالزجاج ، والعلب المعدنية ، والبلاستيك .

٢ـ التلوث بالمخلّفات السائلة : وهي مخلّفات مياه المجاري ، ومخلّفات الدباغات (حول دمشق) والزيوت المعدنية المستعملة ، ومياه المنظفات الكيميائية جميعها تلوث المياه التي تسقي غوطة دمشق .

٣ـ التلوث بالمبيدات والأسمدة الكيميائية : هذه المواد تستخدم في الزراعة لوقاية المحاصيل الزراعية من الحشرات الضارة ، فيزداد تركيز العناصر السامة في نسج النباتات وتنتقل إلى الحيوانات (أبقار ، أغنام) ثم إلى الإنسان عبر السلسلة الغذائية (من التربة إلى النباتات ، ثم الحيوان ، ثم الإنسان) .

حل مشكلة التلوث :

يتم حل المشكلة بالتعاون بين جميع الجهات الرسمية والخاصة

والعمل على إصدار القوانين اللازمة للحد من تفاقم خطر التلوث على البيئة والصحة العامة ، وإجراء توعية بيئية عامة ودائمة لسكان المدن والشواطئ ، للمحافظة على البيئة وسلامتها الصحية .

* * *

الفصل الثامن

النباتات وحماية البيئة من التلوث

- تعريف الغطاء النباتي .
- دور الغطاء النباتي .
- فوائد الغطاء النباتي على الإنسان والطبيعة .
- الأخطار التي تهدده .
- حماية الغطاء النباتي .

تعريف الغطاء النباتي :

هو مجموع الأشجار والشجيرات والأعشاب التي تغطي سطح الكرة الأرضية . ويقسم الغطاء النباتي إلى قسمين : القسم الأول يضم الغابات بما فيها من أشجار وشجيرات ونباتات ، والقسم الثاني يشكل المروج والأعشاب .

وللغطاء النباتي بشكل عام أهمية كبيرة بالنسبة لحياة الإنسان والحيوان ، فهو الذي ينتج المواد العضوية اللازمة للكائنات الحية جميعها ، ويقوم بالتوازن البيئي وإنتاج الأوكسجين الذي يعدّ أساس الحياة على سطح الأرض . ولولا النبات الأخضر لانعدمت الحياة (الشمس ، والحياة ، واليخضور) . وللنباتات الشجرية والشجيرية والأعشاب فوائد كثيرة لا تعد ولا تحصى فهي غذاء ودواء وكساء ، ولها

فوائد طبية عديدة وصناعية كصناعة الأخشاب التي تلزم في أكثر من ٤٠٠٠ موضع يستخدمه الإنسان . إضافة إلى أنها مصدر لأعلاف الحيوانات والمادة الأولية التي يستخرج منها الإنسان المطاط والفلين والراتنج والزيوت والمواد الصباغية والعطرية والصمغية وغيرها . يقول الله تعالى :

﴿ وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ ﴾ [الأنعام : ٩٩] .

دور الغطاء النباتي :

يسهم الغطاء النباتي إسهاماً جدياً في الحفاظ على الماء وتنظيم جريانة ، فهو يؤثر في كمية المياه الهاطلة من **خلال عمليتين :**

١ ـ احتجاز النباتات للمياه الهاطلة .

٢ ـ حفظ المياه وعدم ضياعها .

فوائد الغطاء النباتي للإنسان والطبيعة وأثره في حمايتها من التلوث :

تعدّ الغابات بشكل خاص والغطاء النباتي بشكل عام ذوات أهمية كبيرة في حماية البيئة من التلوث ، لما لها من دور مهمٍّ في الطبيعة والمحيط الحيوي والسلسلة الغذائية وصولاً للإنسان ؛ إذ إن الغابات وهي الجزء الأساسي من الغطاء النباتي الأخضر الذي يغطي اليابسة تضم الأشجار الباسقة التي تنمو في ظلالها النباتات تحت الغابية المتنوعة والأحياء الدقيقة . يصل ارتفاع بعض أشجار الغابات في العالم إلى ١٠٠م ويتجاوز قطرها ١٠م وينمو تحتها أنواع مختلفة من النباتات .

الفوائد الحيوية للغابات :

للغابات فوائد حيوية كثيرة ومهمة نذكر منها :

١ـ إنتاج المواد العضوية :

ذلك أنها تسهم في تشكيل ٤٥٪ من الإنتاج الكلي للمادة العضوية على سطح الأرض .

وتقوم الغابات بتحويل الطاقة الشمسية وبوجود CO_2 والماء إلى مواد عضوية (بالتركيب الضوئي) ويستهلك معظمها الإنسان والحيوان .

٢ـ توفير الأكسجين :

تحرر الغابات الأكسجين بعملية التركيب الضوئي وتعطي يومياً آلاف الأطنان منه . وتزداد نسبة الأكسجين في الربيع والصيف في نصف الكرة الشمالي والخريف والشتاء في نصف الكرة الجنوبي . وتبقى هذه النسبة مرتفعة طوال السنة في المناطق الاستوائية وتتضاءل كثيراً في المناطق القطبية .

وهكذا تبدو الأرض وحدة حيوية متكاملة ، وإن قوة الحياة ناتجة عن مصدر الأكسجين المهم لتنفس الأحياء الموجودة على اليابسة وفي الماء .

تحرر الغابات يومياً في البلاد المعتدلة من ١ إلى ٣ أطنان من الأوكسجين في كل كم^2 واحد . ويستفيد منه الحيوان والإنسان وباقي الكائنات الحية في التنفس . وهكذا تعدّ الأشجار والغابة القريبة من المدينة بمثابة رئة لها في إعطاء الأكسجين وتنقية الجو من CO_2 . وتشير الدراسات إلى أن أشجار الحور المزروعة في كم٢ واحد تعطي خلال الفصل الإعاشي لنموها ١٢٠٠ طن من الأوكسجين .

٣ـ تنقية الجو من الجراثيم والفيروسات :

تؤدي الغابات دوراً كبيراً في تنقية الجو وتعقيمه من الجراثيم والفيروسات بإفرازها مواد مختلفة هي Phytocide التي لها تأثير مثبط

وقاتل للجراثيم والفطور والأحياء الدقيقة المرضية ، كما تفرز الأشجار المواد العطرية الطيارة ؛ التي تمتاز بتأثيرها المميت على الجراثيم والفيروسات ، حيث تؤثر على الأحياء الدقيقة فتموت خلال ١٠ـ١٥ دقيقة ، مثال : أشجار الصنوبر والبلوط والزيزفون والغار والعرعر وغيرها . وشجيرات الآس Myrtus communis تفرز مواد سامة تؤثر حتى بتراكيز 10 ppm (جزء بالمليون) قاتلة لجراثيم السل وغيرها ، ولهذا السبب تقل نسبة الجراثيم في هواء الغابات بـ ٢٠٠ مرة عنه في هواء المدن . ولذلك من الأهمية بمكان زيادة نسبة الأشجار والحدائق في المدن وخاصة حول المستشفيات والمصحّات وفي المنازل والمدارس وغيرها . وتظهر الدراسات الحديثة مدى تأثير هواء الغابات والحدائق على صحة الإنسان ؛ إذ تزيد من نشاط الجملة العصبية والنشاط العام للجسم ، واكتساب المناعة لمقاومة الأمراض المختلفة .

٤ـ حفظ رطوبة التربة والجو :

تحافظ الغابات على رطوبة التربة والجو بداخلها وفي جوارها بسبب بخار الماء الناتج عن التعرق ، ففي الغابة الكثيفة يعطي كل كيلومتر مربع واحد ٣٥٠ كيلو غرام من بخار الماء في اليوم الواحد . وبالتالي تخفف من كميات الأمطار الهاطلة خاصة في المناطق الجبلية ، ويعود السبب في ذلك أن الغابات تؤدي لخفض درجة حرارة الهواء مما يرفع من رطوبته ، وأن بخار الماء في الغيوم التي تلامس الأشجار يتكاثف على أوراق الأشجار وأغصانها على شكل ندى ، ويطلق عليه اسم الأمطار الأفقية . إن تأثير الغابات ، على كمية الأمطار ليست مقتصرة على مكان وجود الغابات ، وإنما تصل إلى مسافات بعيدة عنها .

٥ـ دور الغابات في تجمع الثلوج وتأخير ذوبانها :

تؤثر الغابات على كميات الثلوج الهاطلة فيها فتزيد من تجمعها بالمقارنة مع المنطقة الجرداء . كما يتأخر ذوبان الثلوج في المناطق المشجرة مقارنة مع المناطق الجرداء مدة ٢٥ـ٣٥ يوماً ؛ وذلك لأن درجة الحرارة ضمن الغابة أقل منها في المناطق الجرداء ، وبالتالي فإن تربة الغابات تتلقّى كميات إضافية من المياه الناتجة عن الذوبان البطيء للثلوج التي ترشح داخل التربة وتزود الينابيع والمياه الجوفية ، ومن المعروف أن الينابيع أكثر غزارة في مناطق الغابات عنها في المناطق الجرداء .

٦ـ خزن المياه في التربة :

تمتص الغابات الماء وقت هطول الأمطار لتبخّره بالتعرّق أيام الجفاف ، وتتساقط الأمطار على الأوراق والأغصان والسوق فتخفّ سرعة سقوطها قبل أن تمتصها التربة ، كما وتقوم الأوراق في الغابات الشمالية الباردة بحمل كميات كبيرة من الثلوج الهاطلة ، ثم تذوب ببطء وتستفيد منها التربة ، وتذهب الأمطار إلى المياه الجوفية والأحواض المائية لتختزن هناك . فالغابة تؤدي دوراً كبيراً في تنظيم المياه السطحية والجوفية ، ولهذا السبب نجد كثرة الينابيع وانتظامها في الأماكن التي تكثر فيها الغابات (مثال : في سورية ينابيع الفرولق والكفرون والدريكيش وغيرها) .

وهكذا نجد أن الغابات تقوم بدور مهم في تنظيم المناخ وخاصة في المناطق المعتدلة التي تتعاقب فيها فصول الجفاف والرطوبة . فالغابات تؤثر على رطوبة المناخ المحلي وجوارها وعلى المستوى الإقليمي للمنطقة كلها .

٧ـ حفظ التربة من الانجراف :

تمنع الغابة السيول الجارفة في موسم الأمطار فتخزن التربة ماء المطر بدلاً من أن ينجرف إلى المنحدرات ، وتساعد الغابة أيضاً على تماسك التربة من التعرية والجرف بواسطة جذورها الممتدة في أعماق التربة . وكثيراً ما تحولت أراضي الغابات التي قطعت أشجارها من مناطق خصبة إلى صحارى وأشباه صحارى في مناطق كثيرة من العالم . كما أن الغطاء النباتي تحت الغابات يحفظ ماء المطر من الضياع ، فقد وجد أن كل متر مكعب من الطحالب التي تغطي أرض الغابة يحتفظ بكيلو غرام ماء بعد المطر الشديد . إن الغابات والأشجار المزروعة في المنحدرات تفيد كثيراً في امتصاص الأمطار ومنع انحدارها الشديد وانجراف التربة معها .

٨ـ أثر الغابات في تشكل التربة الدبالية :

تساعد الغابات على تشكل التربة الدبالية بما تفرزه من حموض ومواد أخرى ، وبما تفتته بواسطة أغصانها وأعضائها المختلفة (جذور ، وسوق) من صخور كبيرة وصغيرة وتحويل المواد القاسية في الأرض إلى تربة خصبة ، وتشكل البقايا النباتية والحيوانية المختلفة التي تتراكم تحت أشجار الغابة الطبقة العضوية من التربة التي تدعى بالدبال ، ويأتي ذلك نتيجة لسقوط الأوراق والأغصان والثمار والأزهار بالإضافة إلى فضلات الحيوانات التي تفرزها أجسامها بعد موتها . وعلى ذلك تتكون تربة زراعية خصبة تحتاج إلى قرون زمنية طويلة ، وتدل الأبحاث على أن تكوين طبقة ترابية خصبة سماكتها ٣ سم تحتاج إلى زمن يقدر بـ ٤ـ١٠ قرون حسب المنطقة وطبيعة الأرض والغطاء النباتي .

ومن هنا نتبيَّن آثار الخطر الشديد على خصوبة الأرض الناجم عن

خسارة كميات كبيرة من الأتربة الخصبة بفقدان الأشجار الكثيفة أو قطعها ؛ لأن الأرض استغرقت مئات بل آلاف السنين حتى كونتها .

٩ـ تخفيف سرعة الرياح الشديدة :

تحدث الرياح الشديدة ضرراً على الكائنات الحية وتسهم الغابات في حماية المدن والسهول والأراضي الزراعية من الأضرار التي تسببها الرياح من قلع المزروعات وتكسير الأشجار وتعرية التربة وحمل الغبار وغيرها . ويأتي دور الغابات في الحماية وتخفيف الضرر من سرعة الرياح العاتية ؛ مما يؤدِّي إلى خفض كمية التبخُّر من التربة والنبات وزيادة الإنتاج النباتي .

١٠ـ التخفيف من ارتفاع الحرارة في المناطق الحارة :

تتدنَّى درجة الحرارة في المناطق التي تكثر فيها الغابات نتيجة لأسباب عدة منها :

أ ـ امتصاص الغابات لقسم كبير من الأشعة الشمسية (٢٥ـ٣٠٪ من الأشعة التي تسقط عليها) وبذلك تقل كمية الحرارة المنعكسة إلى الجو فتتدنَّى درجة الحرارة محلياً .

ب ـ زيادة رطوبة الجو بسبب الغابات التي تساعد على انتظام المناخ .

ج ـ تساعد الغابات على عملية التبخُّر والتعرُّق التي تحدث في فصل الجفاف والحرارة مما يؤدي إلى خفض درجة الحرارة .

١١ـ إنتاج الفحم والخشب :

قدّرت كمية الخشب التي تنتجها الغابات سنوياً بـ ٤٠ مليار طن تستهلك معظمها الأحياء الحيوانية في الغابة ، ويستخدم الفحم والخشب في الحصول على الطاقة ، ولهذا تزداد حاجة العالم إلى الأخشاب

وصناعتها . وتستخدم الأخشاب في صناعات مختلفة وخاصة صناعة الورق التي تستهلك قسماً كبيراً منها .

١٢ـ امتصاص الغبار :

يتجمع الغبار على الأوراق والأغصان والجذوع ومن ثم يتساقط على الأرض مع الأمطار ، كما وتمتص حيوانات الغابة ونباتاتها أنواعاً من السموم الموجودة في الجو الملوث ، وهكذا تتأكد ضرورات المساحات الخضراء الواسعة القريبة من المدن لتخفيف الغبار وتنظيف الجو منه .

١٣ـ امتصاص الغازات السامة :

تقوم الغابات بتنقية الجو من هذه الغازات السامة عن طريق أوراقها وتنتقل إلى المجموع الجذري ، ثم تفرزها في التربة . ومن هذه الغازات أكاسيد الآزوت وأكاسيد الكبريت وغيرها .

ومن أهم الأشجار التي تقوم بالامتصاص : الحور ، والصنوبر ، والزيزفون ، والسنديان ، والبلوط وغيرها .

١٤ـ فوائد المسطحات الخضراء :

أضحى تواجد مساحات خضراء حول المدن الحديثة وتوسيع المدن القديمة ضرورة حياتية ، الأمر الذي أوجب على القائمين على إنشاء تلك المدن وتوسيعها لَحْظَ ذلك وأَخْذَه في الحسبان ، هذا بالإضافة إلى تكثيف تواجد النباتات الخضراء في الحدائق وحول التجمعات السكنية ذات الكثافة العالية . كما يجب تحديد أماكن خاصة لإنشاء المصانع التي تسبب تلوث الهواء والماء .

وتقدر المساحة الخضراء اللازمة لكل شخص في المدينة بـ ٥٠ م^2 ؛

لذلك يفترض أن تكون نصف مساحة المدينة تقريباً مغروسة بالأشجار . وأخيراً يمكن الاهتمام بالغابات الاصطناعية التي تساير الغابات الطبيعية والبرية واختيار النباتات التي تتناسب مع المناخ والتربة « في بعض الدول تُزرع شجرة لكل طفل يولد ولكل طالب يسجل في المدرسة ولكل عامل في المصنع أو في مؤسسة عامة ، وفي دول أخرى لا تُعطى شهادات التخرج من الجامعة إلا بوثيقة زراعة عدد من الأشجار » .

١٥ـ فوائد الغابات الترفيهية والجمالية :

للغابات قيمة جمالية مهمة وخاصة لسكان المدن المزدحمة ، وتعدّ الغابات والحدائق المكان المفضل للسياحة والاستجمام ؛ لأنها تنقي الجو من الغبار والجراثيم والغازات الملوثة بالإضافة لوفرة الأكسجين النقي . وللغابات تأثير إيجابي على الأعصاب سمعاً وبصراً ، فسمعاً راحة للأذن بالهدوء وقلة الضجيج ، وبصراً راحة للعين بالرؤية فاللون الأخضر في النباتات يريح العين وتسكن إليه النفس ويساعد على نشاط الجسم وزيادة المقدرة العقلية وصفاء الفكر .

يقول تعالى : ﴿ أَمَّنْ خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ وَأَنزَلَ لَكُم مِّنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَنۢبَتْنَا بِهِۦ حَدَآئِقَ ذَاتَ بَهْجَةٍ مَّا كَانَ لَكُمْ أَن تُنۢبِتُوا۟ شَجَرَهَآ ۗ أَءِلَٰهٌ مَّعَ ٱللَّهِ ۚ بَلْ هُمْ قَوْمٌ يَعْدِلُونَ ﴾ [النمل : ٦٠] .

دور النباتات في حماية البيئة من التلوث :

تعدّ النباتات في الواقع دروعاً واقية من التلوث ، وتلوث البيئة ينتج من المصانع وازدحام عدد السكان وخاصة تلوث الهواء والماء والتربة ، وهي مسألة مهمة جداً في بقاء الكائنات الحية الأخرى ، فالتلوث يدق ناقوس الخطر على الإنسان على سطح الأرض . تقوم النباتات بدور تنقية التربة من السموم وتنقية الهواء من الملوثات .

يقول تعالى : ﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى ٱلْأَرْضِ كَمْ أَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ * إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُم مُّؤْمِنِينَ﴾ [الشعراء: ٧ـ٨] .

مخاطر ملوثات الهواء على النباتات :

تؤثر الغازات الجوية الصادرة عن المصانع على نمو النباتات وتسبب له أضراراً كبيرة تؤدي أحياناً إلى موت النباتات ، ومن بين هذه الغازات ذات التأثير المهم غاز الأوزون وغاز ثاني أكسيد الكبريت وغاز فلور الهيدروجين . فغاز الأوزون يؤثر على السطوح السفلى للأوراق والتي تصبح لامعة ذات لون فضي ، كما يظهر الضرر على أوراق نبات الليلك Lilac فتلتف الأوراق على بعضها كما تلتف حواف الأوراق ؛ لأن تأثير الأوزون يؤدي إلى تخريب الخلايا ويسبب غاز SO_2 ضرراً بالغاً على النباتات ، فتصفر الأوراق ، ويتقزم طول النبات ، وإذا كان التأثير مستمراً فإنه يؤدي إلى جفاف البروتوبلاسما وموت النبات ، كما يسبب غاز فلور الهيدروجين ضرراً في حواف الأوراق ويؤدي إلى موتها نتيجة دخوله إلى خلايا الأوراق النباتية وأنسجتها ، لهذا نجد أن النباتات تعد دروعاً واقية من التلوث .

الأخطار التي تهدد الغابات(الغطاء النباتي) :

يسهم الإنسان بشكل سلبي وغير مباشر في الإضرار بالغابات وتراجع مساحتها ورقعتها ، مما يحول تلك البقاع إلى أراض جرداء ويؤدي إلى زحف الصحراء عليها ، غير أن على الإنسان وبني البشر ومن خلال نشاطاتهم الإنسانية ، أن يعيدوا إلى الحياة مساحات كبيرة أصبحت جرداء أو شبه جرداء ، إضافة إلى دوره المهم في المحافظة على الغابات القائمة . ومن الأخطار التي تهدد الغابات نذكر الآتي :

١ـ **فلاحة أراضي المراعي الطبيعية** : تراجعت المراعي الخصبة نتيجة فلاحة أراضي المراعي الطبيعية ، وقد أبيدت الأشجار والشجيرات والأعشاب المختلفة التي تشكل غذاء أساسياً للماشية ، وازداد غزو النباتات الضارة والسامة لهذه الأراضي بعد إبادة الغطاء النباتي فيها ، وازداد الانجراف الهوائي للتربة ؛ مما سبب زحف الصحراء .

وتدل الدراسات على أن خلخلة التربة المتراصة وإزالة الغطاء النباتي تجعلها سهلة الانجراف وخاصة بفعل الرياح الشديدة ؛ حيث يمكن أن تنقل الرياح جزيئات التربة لمسافات بعيدة .

٢ـ **الرعي الجائر** : يؤدي إلى تخريب الغطاء النباتي عن طريق انقراض الأنواع النباتية ذات القيمة الغذائية العالية ، ويقل تكاثر النباتات بالبذور بسبب الرعي المبكر الذي لا يتيح لها أن تبلغ مرحلة الإزهار والإثمار ، مما يؤدي إلى سوء نموها . ولا تستفيد الماشية من الأعشاب الفتية الفائدة نفسها المحتملة في النبات كامل النمو .

٣ـ **تغير المناخ وارتفاع درجة الحرارة فوق معدلاتها** : بما يؤدي إلى تراجع الغطاء النباتي بسبب زيادة الجفاف .

٤ـ **قطع الغابات** : للاستفادة من الأخشاب في الصناعة ، ومن المعروف أنه بازدياد عدد السكان تزداد الحاجة للطاقة والغذاء وتتقهقر الغابة ، بالإضافة لبناء المصانع وشق الطرق وإنشاء البيوت وغيرها .

٥ـ **حرق الغابات** : حيث تُحرق وتحول إلى مراعي تصبح فقيرة بعد مدة من الزمن مما يضطر إلى حرق مناطق جديدة من الغابات . وقد ساهم هذا الحرق في تقهقر الغابة وزحف الصحراء . وتعتبر الحرائق من أشد الأخطار التي تهدد غابات العالم .

٦ـ **الحشرات الضارة** : تسبِّب الحشرات الضارة خسائر كبيرة في

الغابات فتكون مدمرة ، بالإضافة إلى صيد الحيوانات كالطيور المفيدة للغابة والتي أصبحت الآن نادرة جداً ؛ حيث فقدت الملجأ والظل ومصدر الغذاء .

٧ـ **تربية المواشي** : من الغنم والماعز وخاصة في البلاد العربية دون رقابة كافية حيث يسمح لها بالانتقال ضمن مساحات واسعة من الأراضي دون أن تأخذ بالحسبان طبيعة الحياة النباتية وعدم التقدير الدقيق للضرر الواسع الذي تُلحقه المواشي في المنطقة الموجودة فيها .

٨ـ **تلوث الهواء** : إن الهواء الملوث يضر الغابات عن طريق تثبيط نمو الأشجار خاصة القريبة من المدن والمناطق الصناعية ، ومن أهم الملوثات الضارة بالنباتات مركبات الكلور والكبريت وغيرها .

حماية الغابات وطرق تحسينها :

تتطلب حماية الغابات إجراء جملة من الإجراءات نلخصها كالآتي :

١ـ منع قطع الأشجار والاهتمام بالأنواع الشجرية ، وتنظيم قطعها ولاسيما أشجار وغابات حوض البحر المتوسط (كالسنديان) .

٢ـ منع دخول الماشية إليها والاهتمام بإنشاء مراعٍ خاصة لمنع دخول الماشية للغابة .

٣ـ ترك بعض الغابات احتياطاً طبيعياً ومنع الدخول إليها . كإنشاء محميات نباتية لمنع الماشية من دخولها والرعي الجائر الذي يسبب تراجع الأنواع النباتية وتدهورها .

٤ـ مكافحة الحرائق : حيث يمكن زرع حواجز من الأشجار المقاومة للنار بين الغابات ، كما يمكن ترك مساحات غير مشجرة بين الغابات كأراضٍ زراعية ، ويمكن الاعتماد على بعض الحواجز الطبيعية كالصخور والوديان وغيرها .

٥ـ مكافحة الأمراض التي تصيب أشجارالغابات من الحشرات التي تفتك بها ، وذلك باستخدام المكافحة الحيوية .

٦ـ إنشاء مراكز لتحسين بذار الأنواع النباتية الجيدة ذات الفائدة الاقتصادية العالية ، والعمل على تحسينها .

٧ـ تأمين الماء الكافي للزراعة عن طريق جمع المياه التي تسيل على السفوح الصخرية أو بإنشاء السدود وتخزين المياه السطحية .

٨ـ الاهتمام بالحيوانات البرية من حيث تصنيفها ، ومعرفة مناطق انتشارها ، وإنشاء محميات خاصة بالحيوانات لتكون ملجأها توفر لها الغذاء الكافي والتكاثر الآمن ، والمحافظة على التنوع الحيوي .

٩ـ إعادة تشجير الأراضي الجرداء : وهو من الأعمال المهمة في إعادة بناء الغابات مما يحسّن المناخ الإقليمي ، ويزيد من خصوبة التربة في المنطقة (مثال : الحزام الأخضر في الجزائر لمنع زحف الصحراء نحو الشمال ، ومشاريع التحريج في سورية بزراعة أشجار الصنوبر وغرسها في أماكن مختلفة سنوياً) .

وأخيراً تُقاس حضارة الأمم اليوم بمدى حب شعبها للأرض وماتنتجه عليها . وليكن شعارنا : ازرع ولا تقطع .

أهم الغابات في سورية :

إن مساحة الغابات في سورية حالياً لا تتجاوز ٢,٥٪ من المساحة الإجمالية للقطر بينما تدل الدراسات أن الغابات في سورية كانت تشكل ٣٠٪ من المساحة العامة وقد تراجعت بسبب عوامل مختلفة من قطع الأخشاب والرعي والحرائق وغيرها ، وتتركز الغابات حالياً في سورية في الجزء الشمالي الغربي من القطر وأهمها غابات المنطقة الساحلية وغابات المنطقة السهبية .

١ـ غابات المنطقة الساحلية : وتوجد هذه الغابات في الجزء الغربي والشمالي من سورية ، وفي هذه المنطقة نجد أنواع الغابات التالية :

أ ـ غابات الخرنوب والبطم : وتوجد هذه الغابات في السفح الغربي القريب من البحر وعلى التُّرب المتوسطية الحمراء ، وهي غابة دائمة الخضرة تحتوي على أنواع سائدة مثل الخرنوب والبطم والسنديان والحور وغيرها .

ب ـ غابات السنديان : توجد هذه الغابات على السلسلة الجبلية الموازية للبحر وهي أكثر الغابات انتشاراً ، ومن أهم الأنواع النباتية المتشكلة في هذه الغابات هي :

السنديان والبلوط والآس وغيرها . وتتطلب هذه الغابات حرارة منخفضة نسبياً ، وتوجد على ارتفاع ٤٠٠ـ٨٠٠م فوق سطح البحر .

ج ـ غابات الصنوبر : توجد في منطقة اللاذقية (البسيط ـ كسب) ممتدة من سطح البحر وحتى ارتفاع ٨٠٠ ـ١٠٠٠م فوق سطح البحر ، يسود في هذه الغابات أشجار الصنوبر البروتي pinus prutie إلى جانب أشجار من السنديان والبطم .

تُعدُّ هذه الغابة من أهم غابات القطر من حيث قيمتها الاقتصادية بالإضافة لقيمتها الطبيعية والسياحية .

د ـ الغابات المخروطية : توجد في المناطق المرتفعة ١٣٠٠ـ١٥٠٠ فوق سطح البحر (منطقة صلنفة) وتتألف من غابات الأرز اللبناني cedrus libani ونباتات الشوح Abies ونباتات العرعر Juniperus .

٢ـ غابات المنطقة السهبية Steepe Forest : وهي عبارة عن منطقة ذات غطاء نباتي سهبي تضم أشجاراً وشجيرات متفرقة في أماكن ذات شروط بيئية جيدة ، والتي لم تتعرض للتخريب الكبير ، وأهم الأشجار المشكلة

للغابات السهبية نجد اللوز ، والزعرور ، والسنديان ، والبطم الأطلسي Pistacia atlantica ، وأشجار الحور الفراتي populus على طول امتداد نهري الفرات والخابور مشكّلةً أشرطة خضراء على جانبي النهرين .

* * *

الفصل التاسع
التصحُّر أخطاره ومكافحته

التصحُّر Desertification :

يعني : التدهور في النظام البيئي ، أي إخلال بمكونات النظام البيئي وتدهور خصائصها الحيوية وقلة إنتاجها إلى درجة عجز هذه الأنظمة عن توفير متطلبات الحياة الضرورية للإنسان والحيوان .

ويمكن أن يقال : التصحر البحري أو تصحر الأنظمة المائية وتعني : خللٌ في مكونات النظام البيئي ومن أنظمة التصحر تملح التربة وجفاف الآبار أو انخفاض مستوى الماء فيها .

أما **زحف الصحراء** Desertization فهو تعبير عن تقدُّم حدود الصحراء واكتساب المناطق الحدية المجاورة للصحراء صفات الصحراء(وهو أيضاً نتيجة تخريب النظام البيئي لهذه الأراضي) .

إن ظاهرة التصحر وزحف الصحراء كليهما نتيجة هدم النظام البيئي للأرض .

يلعب الإنسان دوراً كبيراً في إيقاف زحف الصحراء أو يساهم في تقدمها لتجتاح أراضي كانت خضراء ، وبإمكان الإنسان أيضاً إعادة الحياة إلى مساحات كبيرة أصبحت جرداء أو شبه جرداء .

يقول تعالى ﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [الروم : ٤١] .

تكتسح الصحراء سنوياً مساحات كبيرة من الأراضي الخصبة ذات الإنتاجية العالية . مثل ما أصاب السهل الإفريقي من سنوات الجفاف غير العادي ؛ مما سبب هلاك البشر والمواشي وفقدان المحاصيل ؛ كذالك تصحرت أراض في شرق إفريقيا نتيجة قطع الأشجار وإحراقها وتحولت المروج نتيجة دخول الماشية إليها إلى سهوب جرداء وتكشفت السهوب شيئاً فشيئاً وتصحرت .

وتساهم اليونسكو UNESCO في معالجة مشكلة التصحُّر وتضع التوصيات الهامة لتوحيد الجهود العالمية لمكافحة التصحُّر .

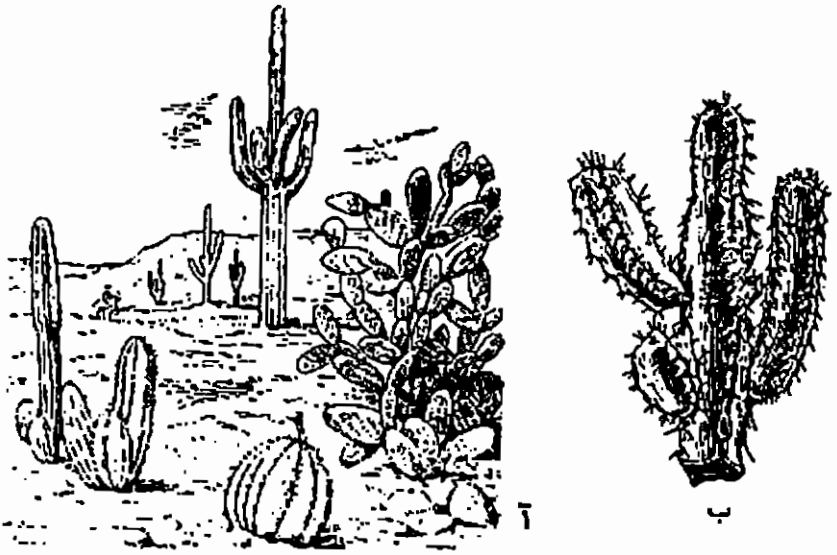
ومن مظاهر البيئة الصحراوية والتي تساهم في زحف الصحراء :

تكشف الجذور الجانبية وجفافها بعد انحسار الرمال عنها ، كما في الشكل :

التربة الصحراوية :

تتميز التربة الصحراوية بلونها الفاتح وقلة المادة العضوية فيها وتراكم فحمات الكالسيوم في طبقات قليلة العمق ، ومظاهر التعرية واضحة في هذه التربة .

توجد التربة الصحراوية في المناطق الجافة التي تقل فيها نسبة المياه الهاطلة ؛ لذلك تنمو فيها النباتات الجفافية ، وأثر البيئة الجافة على حياة النبات واضح ؛ حيث تقاوم النباتات الجفاف إما بفقدان كمية كبيرة من مائها وتسمى بالنباتات القاسيةSclerophytes مثال : نبات الشيح Artemisia أو تختزن كميات كبيرة من المواد المنحلة في نسجها وهي النباتات العصارية Succulente كما في الفصيلة الصبارية Cactaceae مثال : نبات الصبار ونبات العملاق ، كما في الشكل :



شكل نباتات البيئة الجافة : أ ـ نبات الصبار ـ ب ـ نبات العملاق

الأخطار التي تزيد من التصحُّر وتهدد دول العالم نذكر ما يلي :

١ـ القطع : تقطع الغابات حالياً لصالح الإنشاءات الكبرى كالمطارات والأتوسترادات والمصانع وبناء المساكن والمدارس مما يزيد في قطع عدد كبير من الأشجار المزروعة ، وحسب إحصاءات منظمة الأغذية والزراعة العالمية FAO : إن ما يتلفه القطع سنوياً يقدر بعشرة آلاف هكتار .

٢ـ ازدياد عدد السكان والحاجة الماسة للأراضي الزراعية : كما يحدث في غابات الصين حالياً ، وأيضاً ازدياد حاجة السكان إلى الفحم والخشب المستخدم في الصناعة .

٣ـ الحرائق : وهي من أشد الأخطار التي تهدد غابات العالم حالياً رغم الجهود الكبيرة المبذولة على الصعيد العالمي للحد من هذه الحرائق ومكافحتها بالسرعة اللازمة ؛ حيث تستخدم الآن الأقمار الصناعية لاكتشاف حرائق الغابات في أي جزء من العالم .

وتقدير منظمة الأغذية والزراعة العالمية أن مايتلفه الحريق من الغابات يقدر بـ ٣٥,٠٠٠ هكتار سنوياً .

ومن أسباب حرائق الغابات في الوقت الحالي نذكر :

أـ محاولة حرق الغابات من قبل سكان المناطق المجاورة لها للاستفادة منها في الزراعة ؛ إذ إن هذه الأراضي تعطي مردوداً زراعياً وافراً بعد حرق الغابة مباشرة . وغالباً ما تتحول الأرض إلى صحراء قاحلة بعد عدة سنوات .

ب ـ كثرة المتنزهين الذين يوقدون النار في الأحراج أيام العطل للاستفادة منها في حاجاتهم ويتركون بقاياها للرياح تنثرها في الغابة وتهددها .

ج ـ حرق الغابات لتحويلها إلى أراضٍ للبناء أو الزراعة رغم أن القطع ممنوع من قبل السلطة المحلية بينما يسمح للبناء على الأراضي التي تلفت غاباتها .

د ـ تعرض بعض الغابات أحياناً للحرائق بسبب العواصف أو احتكاك الأسلاك الكهربائية أو من المصانع القريبة .

ومن أكثر الغابات المهددة بالحرائق غابات حوض البحر الأبيض المتوسط ؛ حيث يساعد المناخ الحار والجفاف على انتشار الحرائق .

كما أن كثيراً من أشجار هذه المنطقة هو من النوع الصمغي الذي تنتشر فيه النار بسرعة .

٤ـ **تلوث الهواء** : ويكثر الهواء الملوث في المناطق الصناعية والمدن الكثيفة بالسكان . وقد ظهرت بعض الأمراض النباتية التي لم تكن معروفة من قبل في هذه الغابات القريبة من المصانع وتتحول الغابات فيما بعد إلى أراضٍ جرداء قاحلة وتلال رملية خالية من الحياة .

وفي المناطق الملوث هوائها تنمو النباتات بصعوبة وخاصة الهواء الملوث الحاوي على مركبات الفلور والكبريت والمواد السامة الأخرى .

بالإضافة إلى أن الغبار المنتشر في الجو الناتج عن المصانع والمداخن وحركة السير وغيرها تحجب قسماً من ضوء الشمس مما يقلل من الطاقة التي يستفيد منها النبات في عملية التركيب الضوئي .

٥ـ **الحشرات الضارة** : إن العالم اليوم يولي أهمية كبيرة لمكافحة الحشرات الضارة بالغابات دون إلحاق الضرر بالحيوانات الأخرى حيث يلجأ علماء الحياة إلى اعتماد المكافحة البيولوجية Biological Control في كثير من الأحيان ، أي : محاربة الحشرات الضارة بأخرى غير ضارة . مثال في الغابات الأوروبية استخدم أعشاش النمل الأحمر الذي يقوم

بعمليات تنظيف الطفيليات التي تأكل الأشجار ، وكانت النتيجة إيجابية جداً .

كما استخدم جرائيم بعض الأمراض التي تقتل أنواعاً معينة من الحشرات أو الحيوانات الضارة دون أن تضر بالحيوانات الأخرى .

٦ـ **الحروب** : تزداد الحاجة إلى الأخشاب والمحروقات وبذلك تتلف الغابات المجاورة ، ولقد سببت **الحروب** الفيتنامية إتلاف كثير من الغابات الاستوائية الكثيفة تاركة مكانها أراضي جرداء قاحلة . كذلك في **الحرب** العالمية الأولى والثانية مما سبب قطع عدد كبير من أشجار الشوح اللبنانية .

يمكن مكافحة التصحر Desertification **والحد منه باتباع الإجراءات التالية :**

١ـ الحماية والحفاظ على الغطاء النباتي وتطوير الغابات الطبيعية .

٢ـ إنشاء الأحزمة الخضراء لمنع التصحر وزحف الصحراء ، واعتبار التشجير جزء هام من الإنتاج الزراعي .

٣ـ المسح البيئي لتحديد النظم البيئية التي تدهورت أراضيها وتصحرت والتي لا تزال تتمتع أراضيها ببعض التوازن البيئي .

٤ـ إقامة مصدات الرياحWindbreaks : حول المزارع لمنع الضرر بالأراضي الزراعية ، وذلك بزرع نباتات مؤلفة من الأشجار والشجيرات تعمل كمصدات هوائية .

٥ـ تثبيت الكثبان الرملية المتحركة لمنع انتقالها وذلك بتغطية الرمال بالأغصان أو أوراق النخيل وغيرها من المواد النباتية الميتة وبصورة مائلة مع اتجاه الرياح لتقاوم الرياح وتخفف من شدتها ، كما وتستخدم طرق

أخرى لتغطية الرمال بالمشتقات النفطية والمواد الكيميائية ، حيث ترش على الرمال وتلتصق بحبات الرمل وتؤدي إلى تثبيتها وعدم حركتها ، وتجري عملية الرش عندما تكون الرمال رطبة والرياح هادئة .

٦ـ الحفاظ على المراعي الطبيعية وذلك بوقف الرعي الجائر والمبكر في هذه المراعي الطبيعية لإعطاء فرصة للنبات باستعادة قدرتها على التكاثر والنمو .

٧ـ وقف توسع الزراعة البعلية على حساب المراعي الطبيعية ، واتباع الدورات الزراعية لإغناء التربة بالعناصر المعدنية اللازمة .

٨ـ تنظيم الزراعة المروية واستخدام الوسائل الحديثة في الري بما يحقق استخدام أمثل للمياه (أسلوب الري بالتنقيط ، أو الري بالرش) حتى لا يؤدي الإسراف في استعمال الماء تملح التربة .

٩ـ حماية التربة من الانجراف وخاصة الأراضي المنحدرة لمنع جريان الماء وذلك بإنشاء مصاطبTerraces ترابية وزرعها بالنباتات لمنع الانجراف وتماسك التربة .

١٠ـ إغناء التربة بالمواد العضوية المفيدة لنشاط وعمل الكائنات الدقيقة التي تعيش في التربة حيث تعمل هذه الكائنات على تهويتها ونفاذيتها للماء ، وتزيد من نمو النبات ، وبالتالي تحفظ التربة من انجرافها بواسطة الرياح أو الماء .

* * *

الفصل العاشر
الظواهر البيئية وضررها على الأحياء

يبقى الإنسان سيد هذا الكوكب والملوث الأكبر على سطح الأرض وفي الفضاء والعامل الأهم في تخريب الطبيعة وعدم احترام قوانينها والإخلال بالتوازن البيئي .

وبصورة عامة يمكن تعريف تلوث البيئة بأنه : كل تغيُّر في مكونات البيئة وخصائصها مما يسبب خللاً في التوازن البيئي ويؤثر في سلامة الكائنات الحية .

يقول تعالى : ﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

ولا يزال الإنسان يقوم باستثمار الخيرات البيولوجية التي تكونت منذ آلاف السنين (بترول ـ غابات) دون رادع أو تخطيط سليم مما سبَّب تشكُّلَ ظواهر بيئية ضارة بالأحياء كافة من إنسان وحيوان ونبات ، ومن الظواهر البيئية الأمطار الحامضية التي تسبب في تراجع الإنتاج النباتي وخاصة الغابات ، وظاهرة الاحتباس الحراري تسبب تبدلات في المناخ والأحياء ، أما ظاهرة الضباب الدخاني والكيماوي فتسبب أضراراً عديدة بصحة الإنسان وخاصة على العيون ، واضطرابات في الجهاز التنفسي . ومن أخطر هذه الظواهر البيئية ظاهرة تآكل طبقة الأوزون في الغلاف الجوي التي تسبب أضراراً لا تُحمد عقباها بوصول الأشعة فوق

البنفسجية ذات الأمواج القصيرة ، والتي تحدث أمراضاً مسرطِنة متنوعة للإنسان .

أهم الظواهر الناتجة عن تلوث الهواء :

١ـ ظاهرة الأمطار الحمضية (المياه الحمضية) Acid rains .

٢ـ ظاهرة الاحتباس الحراري .

٣ـ ظاهرة الضباب الدخاني smog .

٤ـ ظاهرة تآكل طبقة الأوزون O_3 .

١ـ ظاهرة الأمطار الحمضية (المياه الحمضية) :

وهي ناتجة عن انحلال الغازات المنطلقة من المصانع كغاز CO_2 ، Co ، SO_2 في بخار الماء العالق في الهواء .

وتعدُّ ظاهرة الأمطار الحمضية نتيجةً لتطور الصناعات الحديثة ، وخاصة في الدول الصناعية مثل أوروبا وأمريكا ، وتؤثر الأمطار الحمضية في التربة ، وتهدد التوازن الطبيعي في البيئة .

تنقل آثار الأمطار الحمضية من منطقة إلى أخرى ، أي : ليس بالضرورة أن تهطل الأمطار فوق نفس المنطقة التي تنطلق منها الغازات المشكلة لها ، بل قد تصيب الدول المجاورة والبعيدة عنها ، مثال : تهطل الأمطار الحمضية فوق السويد ، النرويج ، وسويسرا ، ومصدرها المناطق الصناعية في بريطانيا ، فرنسا ، ألمانيا ، وهولندا ، حيث تحملها الرياح إلى تلك البلاد .

خطر المياه الحمضية على النباتات :

تؤثر المياه الحمضية على التربة فتسبب زيادةً في حموضتها . مما يؤدي إلى انخفاض نشاط الكائنات الدقيقة كالجراثيم المثبتة للآزوت ، وبالتالي انخفاض في الإنتاج النباتي وخاصة الغابات .

وللأمطار الحمضية أثر سلبي في التربة الزراعية حيث تسبب هذه الأمطار في بيئة غير صالحة لزراعة بعض المحاصيل . كما تؤثر المياه الحمضية على النباتات وخاصةً الغابات ، مما يؤدي إلى تراجعها كما تؤثر المياه الحمضية على المباني الحجرية الكلسية والإسمنتية فتؤدي إلى تشققها وتخريبها .

يمكن تخفيض أخطار المياه الحمضية عن طريق تخفيض الغازات المنطلقة بالجو والمسببة للأمطار الحمضية ، مثال : تركيب مراشح للمداخن والمصانع .

٢ـ ظاهرة الاحتباس الحراري (ظاهرة الاحترار ، أو ظاهرة الدفيئة):

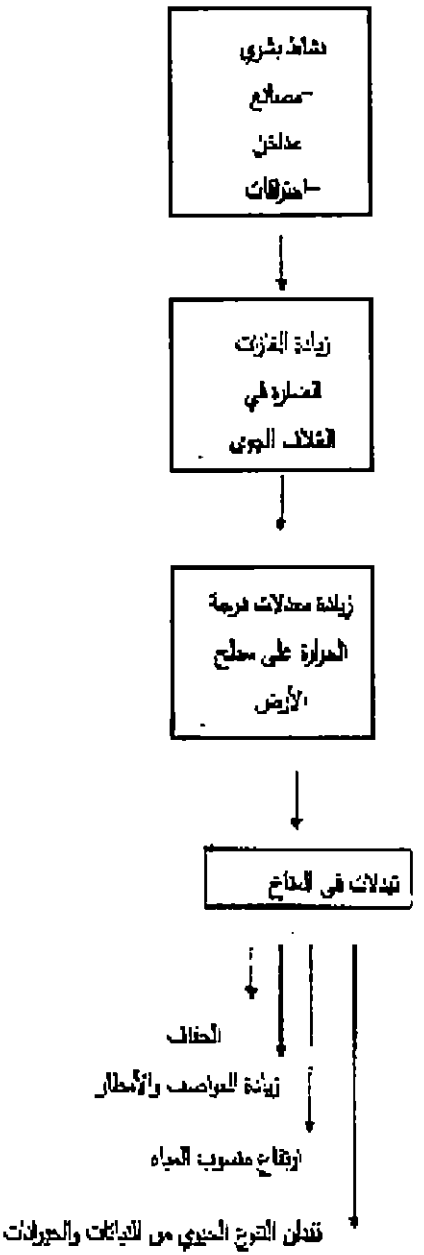
وهي ناتجة عن ارتفاع نسبة الملوثات الغازية المختلفة وأهمها غاز CO_2 وغاز الميتان ، وأكسيد الأوزون والكلور وفلور الكربون ، بالإضافة إلى بعض الغازات الأخرى وتكون النتيجة زيادة الطاقة بالقرب من سطح الكرة الأرضية ، فتزيد حرارة الجو الخارجي .

وتعمل الغازات والجزيئات الموجودة في الغلاف الجوي على امتصاص جزء من الأشعة التي تعكسها الأرض ، وتعيد جزءاً منها ، وبذلك تحتبس الحرارة بنفس مبدأ البيوت الزجاجية ، ولكي يتم التوازن الحراري على سطح الكرة الأرضية ، لا بد أن تتساوى كمية الحرارة التي

تمتصها الأرض من الأشعة الشمسية مع الحرارة التي تفقدها بالإشعاع الأرضي خلال نفس المدة .

إن الغازات في الغلاف الجوي وخاصة غاز CO_2 تسمح بمرور الإشعاعات ذات الموجات القصيرة القادمة من الشمس ، لكن الإشعاعات ذات الموجات الطويلة تعكسها الأرض إلى الفضاء الخارجي .

إن زيادة معدلات تلوث الهواء يؤدي إلى تزايد معدل حرارة الأرض ؛ وبالتالي ينتج عن ذلك تغيرات وتبدلات مناخية ضارة بالبيئة ، حيث يسود الجفاف في أقاليم واسعة من العالم ، في حين أن تزايد الأمطار في أقاليم أخرى قد تؤدي إلى نشوب العواصف وإذابة كمية كبيرة من الجليد في القطبين مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب البحار والمحيطات من المياه . وما يشكله ذلك من تهديد لغمر الكثير من المدن ، والمناطق السياحية بالمياه ، وقد تؤدي التغيرات المناخية السريعة إلى انقراض أنواع من النباتات الطبيعية والحيوانات ، بسبب عدم قدرتها على التأقلم مع البيئة الجديدة (كارتفاع الحرارة مثلاً) . ويمكن تمثيل الأثر السلبي للاحتباس الحراري وزيادة معدل حرارة الأرض على المناخ والأحياء بالمخطط التالي :



مخطط يوضح التأثيرات السلبية للاحتباس الحراري
وزيادة معدل حرارة الأرض على المناخ والأحياء

٣ـ ظاهرة الضباب الدخاني smog :

يتشكل الضباب الدخاني نتيجة تلوث الهواء الناتج عن دخان المصانع إضافة إلى ما تنفثه وسائل النقل المختلفة ، ويتألف من غازات مختلفة أهمها ؛ أكاسيد الآزوت والفحوم الهيدروجينية مع الأشعة الشمسية ، ويظهر الضباب الدخاني جلياً في الصباح الباكر فوق المدن المزدحمة بالسكان والمصانع والسيارات . وهناك نوع آخر من الضباب يدعى بالضباب الكيماوي : وهو عبارة عن مجموعة من الملوثات مثل أكاسيد الآزوت والتي تتفاعل مع الأشعة UV وتشكل الأوزون ، بالتفاعل الكيموضوئي التالي :

$$NO_2 + \text{ضوء} \longrightarrow NO + O \quad (\text{أكسجين ذري})$$

$$O_2 + O \longrightarrow O_3 \quad (\text{الأوزون})$$

ثم يتفاعل الأوزون في الجو مع أول أكسيد الآزوت ويشكل ثاني أكسيد الآزوت :

$$O_3 + NO \longrightarrow NO_2 + O_2$$

يتركز الضباب الكيماوي في المدن ذات المناخ الحار والجاف والمشمس ، في وقت ما بعد الظهيرة ، ومن أشهر المدن التي تعاني من هذه المشكلة (لوس أنجلوس ، سيدني ، القاهرة ، وغيرها . . .) . إن الفحوم الهيدروجينية المنطلقة من عوادم السيارات تتفاعل مع أكسيد الآزوت NO وتوقف تحول الأوزون مما يؤدي إلى تراكم الأوزون في الجو . ويفرز الضباب الدخاني والكيماوي آثاراً سلبية على النباتات ، فيؤدي إلى تلف الأنسجة النباتية ، وإلى انخفاض معدل التركيب

الضوئي ، وزيادة معدل التنفس وتخريب الصانعات الخضراء ، بالإضافة إلى تأثيره الضار على صحة الإنسان ، وخاصة أثره على العيون ؛ إذ يؤدي إلى تهيجها ، كما يسبب اضطرابات في الجهاز التنفسي .

٤ـ ظاهرة تآكل طبقة الأوزون o_3 Ozone :

يتركز غاز الأوزون في طبقات الجو على ارتفاع ١٥ـ٣٥ كم فوق سطح الأرض ، ما بين طبقة تربوسفيرا وستراتوسفيرا ، وتشمل طبقة البيوسفيرا الوسط البيولوجي بأجزائه الهوائية والمائية والتربة ، وهذا الجزء من الغلاف الجوي يعاني من التلوث الشديد في الوقت الحاضر .

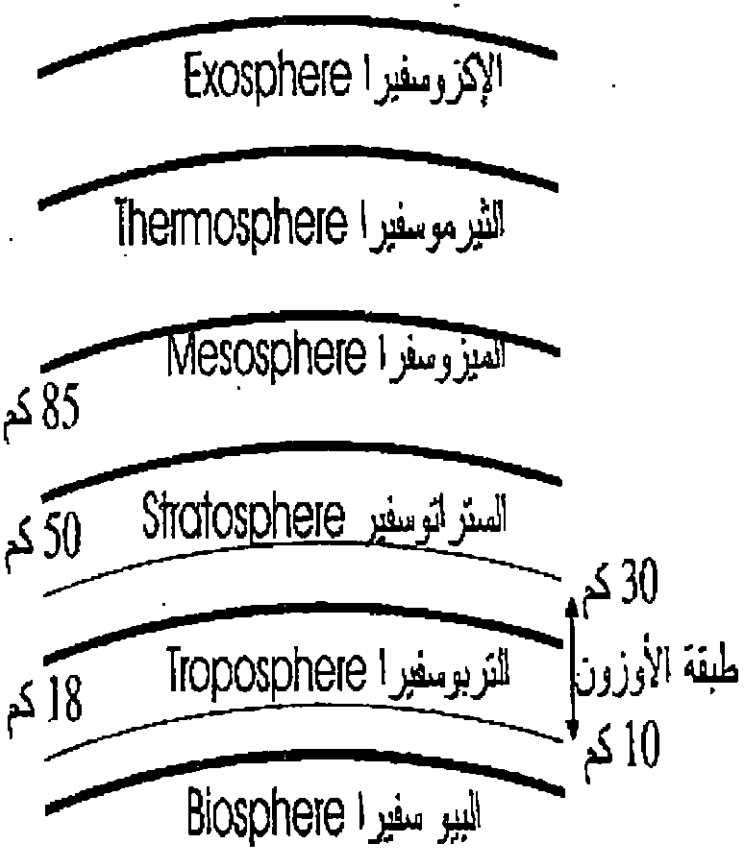
الغلاف الجوي Atmosphere :

Biosphere : **الغلاف** الحيوي ويشمل الوسط البيولوجي من أجزائه الهوائية والمائية والتربة .

Troposphere : ويشمل الجزء السفلي من الأتموسفيرا ١٠ـ ١٨ كم فوق سطح الأرض .

Stratosphere : من ١٨ـ٣٠ كم فوق سطح الأرض وتحتوي طبقة الستراتوسفيرا على أكثر من ٦٠٪ من كمية الأوزون الجوي .

Mesosphere : من ٣٠ـ١٠٠ كم فوق سطح الأرض تتناقص درجة الحرارة فيها حتى تصل إلى ناقص عشرة درجة مئوية (ـ١٠م) .



مخطط يوضح طبقات الغلاف الجوي ومكان طبقة الأوزون في الجو

وقد أطلق على طبقة الجو التي يكون فيها تركيز الأوزون مرتفعاً اسم أوزوسفيرا .

إن كمية الأوزون في الجو تؤدي دوراً مهماً في امتصاص الأشعة فوق البنفسجية ذات الأمواج القصيرة الضارة على الأحياء جميعها (إنسان ، حيوان ، نبات) والتي لو وصلت إلى سطح الأرض لقضت على الحياة فيها .

إن كمية الأوزون التي تصل إلى سطح الأرض قليلة نتيجة امتصاص النباتات لها ولا تشكل أكثر من ١٪ من الطاقة الشمسية ، وقد سبب غاز الأوزون موت كثير من أشجار الغابات في أوروبا ، كما أن للأوزون آثاراً ضارة على الإنسان ؛ فهو يؤثر علة الجهاز التنفسي ويسبب السعال والتهيج وتخريش للعيون ، وتقلص العضلات الصدرية ، كما يؤثر سلباً على النباتات فيؤدي إلى تغير نفوذية الأغشية الخلوية ، ويعرقل نشاط الأنزيمات ويخرب الشبكة الإندوبلاسمية الداخلية ، ويقلل من معدل التركيب الضوئي .

ويعود سبب تآكل (نقص الأوزون) في الجو إلى زيادة مادة فلورو كلور الكربون والمعروفة باسم الفريون ، ويزداد استخدام مركبات الكلور والفلور في صناعة الدهانات وغازات البرادات وأجهزة التبريد المختلفة .

ومن الملوثات الأخرى التي تتلف الأوزون التفجيرات النووية والطائرات النفاثة التي تطلق في الجو وعلى ارتفاع ٣٠ـ١٠ كم كميات كبيرة من NO أول أكسيد الآزوت الذي يتفاعل مع الأوزون ويتحول إلى O_2 أوكسجين .

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

$$NO + O \longrightarrow NO + O_2$$

$$O + O_3 \longrightarrow NO + 2O_2$$

كما أن مركبات الفلوركلور الكربون المتعددة مثل : $CFCL_3$ و$CFCL_2$ ، تكون خاملة في طبقات الهواء السفلي ، ولكن عندما ترتفع إلى الأعلى تتفكك بواسطة الأشعة فوق البنفسجية ، وتعطي الكلور النشيط والذي يتفاعل بدوره مع الأوزون ليشكل الأوكسجين :

$$CFCL_2 - CFCL_3 + \text{ضوء} \longrightarrow CF + CL$$

$$CL + O_3 \longrightarrow CL + O_2$$

وهكذا نجد أن الكلور وأول أكسيد الآزوت إذا وصلا إلى طبقة الأوزون وتفاعلا معه لحوّلاه إلى أكسجين ، وبالتالي إلى نقصان كمية O_3 .

ومن أهم الأضرار التي تحصل جراء تآكل طبقة الأوزون ، ومن ثم وصول الأشعة UV الضارة إلى سطح الأرض هي :

١ـ زيادة حرارة الأرض ؛ لأن O_3 يسهم في امتصاص الأشعة الشمسية الساقطة .

٢ـ زيادة تلوث الهواء ، في أجواء المدن ؛ لأن الأشعة فوق البنفسجية تساعد على إحداث الضباب الدخاني والكيماوي .

٣ـ تآكل طبقة o_3 في طبقات الجو ، ويسهم في تغيرات خطيرة في المناخ من رياح وأمطار وغيرها .

٤ـ تآكل الأوزون O_3 يساعد على وصول الأشعة فوق البنفسجية ذات الأمواج القصيرة الضارة ٢٨٦ ميلي ميكرون ، والتي تسهم في تخريب الخلايا في النباتات والحيوانات .

٥ـ إن وصول الأشعة فوق البنفسجية القصيرة تقلّل من عملية التركيب الضوئي في أوراق النباتات ؛ مما يسبب تناقص إنتاج المحاصيل الزراعية الأساسية .

٦ـ أثر الأشعة فوق البنفسجية في نقصان التركيب الضوئي في الطحالب والنباتات البحرية ؛ مما يسبب نقصان الإنتاج الغذائي للبحار .

٧ـ تسبب الأشعة فوق البنفسجية ذات الأمواج القصيرة حدوث سرطان الجلد والذي يؤدي إلى موت الخلايا الحية أو تحولها إلى خلايا سرطانية نتيجة تخريب DNA وتحدث طفرات .

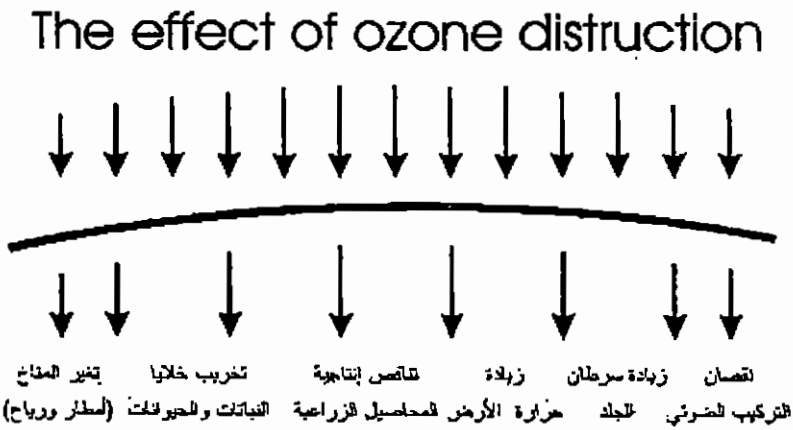
٨ـ إضعاف نظام المناعة عند الإنسان ، فالأشعة UV القصيرة تقلل من القدرة الدفاعية للأمراض المعدية والأورام .

٩ـ تسبب الأشعة UV أضراراً في العين ، وإصابة عدسة العين بالعتمة ثم العمى .

١٠ـ أثر الأشعة UV الضارة بالأحياء ، ترهل البشرة وتجعدها .

والمخطط التالي يوضح الآثار السلبية الناجمة عن تآكل طبقة الأوزون في الجو ووصول الأشعة فوق البنفسجية الضارة .

تأثير نقصان نسبة الأوزون في الجو يؤدي إلى زيادة نسبة الأشعة فوق البنفسجية الضارة .



وهكذا نجد مدى الأضرار الجسمية التي تصيب الكائنات الحية ومناخ الكرة الأرضية نتيجة تآكل الأوزون . إن حماية طبقة الأوزون مسؤولية دولية تقع على عاتق الدول الصناعية ، ويجب احترام الاتفاقيات المعقودة بشأن حماية البيئة وسلامتها ، وتخفيض كمية المواد المنبعثة إلى الجو والتي تسبب تآكل طبقة الأوزون .

غاز الأوزون O_3 :

يوجد غاز الأوزون في طبقات الجو اعتباراً من ٣٠ـ١٠ كم فوق سطح الأرض . كمية الأوزون في الجو تلعب دوراً هاماً في امتصاص الأشعة فوق البنفسجية القصيرة (ذات أطوال موجات بين ٢ـ٢٨٦ ميلي ميكرون) الضارة على كافة الأحياء من إنسان وحيوان ونبات . وإن كمية الأوزون التي تصل إلى سطح الأرض تمتصها النباتات ، ولا تشكل أكثر من ١٪ من الطاقة الشمسية . ولقد سبّب غاز الأوزون موت كثير من أشجار الغابات في أوروبا ، وإن تغير نسبة الأوزون في طبقات الجو يعود إلى تغيرات في عوامل المناخ من حرارة وأمطار ورياح وغيرها .

تأثير غاز الأوزون O_3 :

للأوزون إذا وجد بكميات كبيرة آثاراً ضارة على الإنسان فهو يؤثر في الجهاز التنفسي ويسبب السعال والتهيج والتخريش للعيون والحلق وتقلص في العضلات الصدرية .

كما يؤثر غاز الأوزون سلباً على النباتات فيؤدي إلى تغيُّر نفوذية الأغشية الخلوية ويعرقل نشاط الأنزيمات ويخرّب الشبكة الإندوبلاسمية الداخلية ويقلل من معدل التركيب الضوئي .

وهكذا نجد مدى الأضرار الجسيمة التي تصيب الكائنات الحية ومناخ

الكرة الأرضية نتيجة تآكل الأوزون . إن حماية طبقة الأوزون مسؤولية دولية تقع على عاتق الدول الصناعية ، ويجب احترام الاتفاقيات المعقودة بشأن حماية البيئة وسلامتها ، وتخفيض كمية المواد المنبعثة إلى الجو والتي تسبب تآكل طبقة الأوزون .

الفصل الحادي عشر
أهمية العوامل الحيوية في البيئة

تلعب العوامل البيئية دوراً هاماً في البيئة بتأثيرها على بعضها البعض من النباتات والحيوانات والإنسان ، فالأحياء الدقيقة من جراثيم وفطور تؤثر على الكائنات الحية الأخرى (النباتات والحيوانات) وتسبب لها أمراضاً مختلفة ، كما وتؤثر الحيوانات (كالحشرات) على النباتات الأخرى فتقضي عليها ، كما وتؤثر النباتات على بعضها البعض في الوسط الذي تعيش فيه كالتطفل والتعايش . وهناك صراع بين الأحياء من أجل البقاء . يعتبر الإنسان من أهم العوامل التي تقضي على الحيوانات بالصيد الجائر وعلى النباتات بالرعي الجائر ، وقطع الأشجار واستهلاك الغذاء ، وتفسد الأرض بالمبيدات السامة .

يقول تعالى : ﴿ وَلَا تَبْغِ ٱلْفَسَادَ فِى ٱلْأَرْضِ ۖ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ ﴾

[القصص : ٧٧]

وفي سورة الأعراف [٥٦] يقول الله تعالى : ﴿ وَلَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَٰحِهَا ﴾ .

وفي سورة الشعراء [١٨٣] يقول الله تعالى : ﴿ وَلَا تَبْخَسُوا۟ ٱلنَّاسَ أَشْيَآءَهُمْ وَلَا تَعْثَوْا۟ فِى ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴾ .

وفي سورة ق [٧] يقول تعالى : ﴿ وَٱلْأَرْضَ مَدَدْنَٰهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَٰسِىَ وَأَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍۭ بَهِيجٍ ﴾ .

العوامل الحيوية كعوامل بيئية

العوامل الحيوية Biotic Factores :

هي علاقة مختلف الكائنات الحية النباتية والحيوانية بعضها مع بعض اعتباراً من وحيدات الخلية وحتى الكائنات الراقية بما فيها الإنسان ، وهي أحد العوامل البيئية التي تؤثر تأثيراً كبيراً في الوسط الذي تعيش فيه . تؤثر العوامل الحيوية في المناخ والتربة وذلك حسب أنواع هذه الكائنات ومدى استخدامها للعناصر المتوفرة . كما تؤثر هذه الكائنات بعضها بالبعض وتشكل علاقات مختلفة ، كالتطفل والتعايش . وللعوامل البيئية الأخرى تأثير مباشر على نشاط الكائنات الحية وانتشارها .

تعيش الكائنات الحية في جماعات مرتبطة بمكان محدد ، فالجماعة Poplulation ، هي مجموعة أفراد تنتمي إلى نوع معين وتعيش في وسط محدد ، أما النوع Species فهو مجموعة أفراد متشابهة فيما بينها تتكاثر وتعطي نسلاً خصباً يشبه الأبوين ، والفرد Individual هو كل كائن حي ، ينتمي إلى نوع معين . أما المجتمع Coenose فهو مجموعة أنواع طبيعية تعيش مع بعضها ، وتربطها ظاهرة الاستفادة المتبادلة ، ويمكن أن يكون المجتمع نباتاً Phytocoenose أو حيواناً Zoocoenose .

وتدعى المجموعة النباتية المتواجدة في مكان محدد باسم الغطاء النباتي Flora ، بينما تسمى الجماعات الحيوانية التي تعيش في جزء من الأرض باسم الغطاء الحيواني Fauna ، وتمتاز الحيوانات بقدرتها على الحركة مثال : هجرة الطيور وحركة الأسماك ، وعلى الوقاية من الظروف البيئية غير الملائمة لحياتها بينما تتحمل النباتات عديمة الحركة التغيرات التي تحدث ، ويعتبر وجودها دليل على تكيفها مع الظروف السائدة ،

وهذه الظروف تحدد انتشار الكائنات الحية وتوزعها على سطح الأرض مثال : النباتات الجبلية والنباتات الساحلية وغيرها . يطلق اسم الغلاف الحيوي Biosphere على الجزء من الكرة الأرضية التي تقطنها كافة الكائنات الحية سواء فوق سطح الأرض أو تحتها في التربة أو في الهواء والماء ، ويمثل الغلاف الحيوي طبقة ضئيلة بالمقارنة مع نسبة الأغلفة الأخرى ، فلو وزعت الكائنات الحية بشكل منتظم على سطح الكرة الأرضية ، لشكلت قشرة لا تزيد سماكتها عن ١٠ سم ، بالمقارنة مع سماكة الأغلفة الأخرى المحيطة بالأرض ، كما في الجدول التالي :

نوع الغلاف	السماكة المقدرة بالمتر
الغلاف الجوي Atmosphere	١٢٠٠٠
الغلاف الحيوي Biosphere	٠,١
الغلاف المائي Hydrosphere	٢٧٠٠
الغلاف الجليدي Cryosphere	٦٠٠
القشرة الأرضية Lythosphere	١٦٠٠٠

جدول يوضح سماكة الأغلفة الطبيعية مقدرة بالمتر

تأثير الأحياء الدقيقة على النباتات :

تؤثر الأحياء الدقيقة من جراثيم وفطور وكائنات وحيدة الخلية في حياة النباتات ، وتوجد هذه الأحياء الدقيقة في وسط التربة المحيطة بالنباتات ، وتقوم بنشاط كبير فبعضها تثبت الآزوت الهوائي وتدخله في مركبات عضوية يستفيد منها النبات ، وبعض الكائنات الحية الدقيقة تقوم

بتخريب المواد العضوية النباتية والحيوانية فتحولها إلى مواد معدنية قابلة للامتصاص من قبل النباتات الأخرى ، كما توجد جراثيم مطلقة للآزوت فتحول النترات إلى آزوت حر غير قابل للتمثيل ، مثال : جراثيم باكتريوم كولي Bactrium coli .

أما الجراثيم المثبتة للآزوت ، مثال : جراثيم الريزوبيوم Rhizobium تشكل عقد جذرية على الجذور وخاصة في النباتات القرنية ، ويستفيد النبات من الآزوت المثبت لصنع المواد البروتينية اللازمة له . وهناك بعض الفطور التي تتطفل على النباتات الراقية ، وتسبب لها أمراضاً مثل فطر البلاسموبارا فيتيكوتا Plasmopara viticota الذي يتطفل على نبات الكومة Vitis ويسبب مرض يدعى بالبياض الزغبي Mildiou وذلك عن طريق الأبواغ الحيوانية التي تنمو في فصل الربيع على سطح الأوراق العلوية وينتشر هذا المرض في نبات الكومة بواسطة الأكياس البوغية التي تحملها الرياح من ورقة إلى أخرى . كما نجد بعض الفطور في التربة تتعايش مع جذور النباتات الحراجية وتشكل ما يسمى الميكوريزا Mycorhize .

تأثير الحيوانات على النباتات :

بصورة عامة تعتمد الحيوانات في غذائها على النباتات ، لذلك تقوم الحيوانات في الطبيعة بعملية استهلاك كبير للنباتات التي هي الأصل في الغذاء على سطح الأرض . تقوم بعض الحشرات بوضع بيوضها على النباتات سواء على سوق أو أزهار أو أوراق النباتات وعندما تنمو اليرقات تستمد غذائها من النباتات كما تسبب الحشرات انتفاخات على الأوراق تدعى الأورام أو العفصة gall Crown . وتسبب بعض الحشرات تلف وضرر في الأوراق ، كما في الشكل سواء في صفيحة الأوراق أو في معلاقها ؛ مما يؤدي إلى موت الأوراق .

شكل تلف الأوراق بسبب بعض الحشرات

وهناك أمثلة عديدة على تطفل نبات على نبات آخر نذكر منها :

التطفل : تطفل نبات الهالوك Cuscuta على سوق النباتات الراقية ، كما في الشكل :

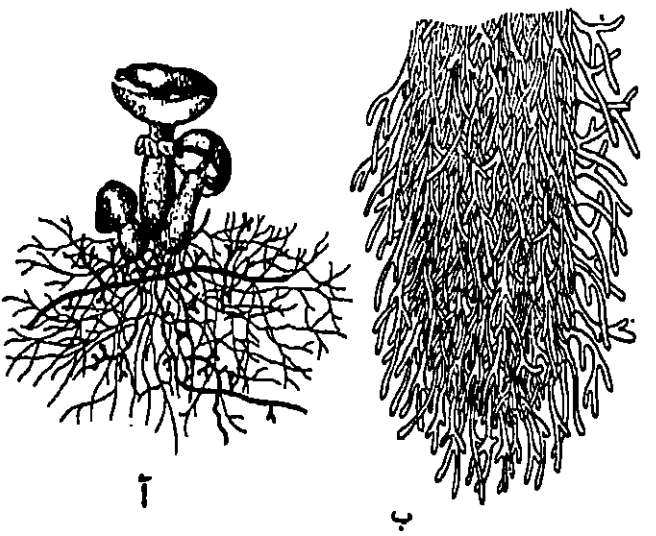
شكل تطفل نبات الهالوك Cuscuta

أما التعايش Symbiosis : فهو اشتراك وتعاون بين شريكين (نباتين) يستفيد كل منهما من الآخر ، وأحياناً يتوقف إنتاج النباتين في حال غياب أحد الشريكين مثال : تعايش بعض الأشنيات Lichens وهي عبارة عن وحدة حيوية متعايشة بين نباتين النبات الأول وهو الفطر يغلف الأشنة ويقيها من الجفاف بينما تقدم الأشنة المواد العضوية إلى الفطر .

شكل تطفل نبات Ciatanche

وهنالك نموذج آخر لتعايش النباتات ، مثال : تعايش بين الفطور وجذور النباتات لتشكل الميكوريزا Mycorhize وأحياناً تشكل محفظة حول الجذر كما في الشكل أو تعايش الريزبيوم Rhizobium والنباتات القرنية ، فيمتص الريزوبيوم الآزوت ويثبته ويقدمه ليستفيد منه النبات ويأخذ منه المواد العضوية .

هناك مراحل انتقالية بين التطفل والتعايش ، ففي بعض الحالات يطغى أحد النباتات على الآخر ، مما يؤدي إلى هلاك أحدهما ، كما في الشكل :



شكل الميكوريزا Mycorhize من تعايش الفطور مع جذور النباتات (آ) وتشكل المحفظة حول الجذر (ب)

أو أن يستفيد أحد النباتات من النبات الآخر بنسبة معينة ، ففي بعض حالات التعايش بين الريزوبيوم والنبات القرني ، يلاحظ أن الريزوبيوم يتكاثر بصورة كبيرة مما يؤدي لهلاك النبات القرني أو أن النبات القرني يهضم الريزوبيوم وحالات أخرى يكون التعايش هو السائد بينهما ، ولذلك لا توجد حواجز فاصلة بين التطفل والتعايش .

تأثير التطفل على النبات الآخر :

يؤثر النبات الطفيلي على النبات المضيف بعدة أشكال منها :

١ـ يسبب الطفيلي أحياناً تبدلات فيزيولوجية في النبات المضيف دون التبدل في الشكل ، مثال : تطفل الدبق الأبيض Viscum album على نبات التفاح .

٢ـ يؤثر الطفيلي على غذاء المضيف ، فينمو على حساب مدخراته مما يؤدي إلى إضعاف تغذية المضيف وإيقاف نموه مثال : تطفل Cuscuta على المضيف .

٣ـ يسبب التطفل أحياناً تبدلات شكلية في المضيف ويحدث تورمات تسمى العفصة Calle فإذا كان سببها نباتاً سميت بالعفصة النباتية وإذا كان سببها حيواناً سميت بالعفصة الحيوانية ، والعفصة Calle عبارة عن خلايا منقسمة في مكان الإصابة تتجمع فيها المواد السكرية وتقل فيها المواد البروتينية ، وقد فسر العلماء آلية تشكل العفصة في النباتات بأن النبات الطفيلي يستهلك باستمرار المواد الغذائية من المضيف مما يجعله مركز استناد ترد إليه المواد المنحلة بكثرة ، وتتجمع فيها المواد السكرية ، وغالباً ما تأخذ العفصة شكل الكرة الصغيرة على الأوراق ، ففي الأوراق المصابة في النباتات القرنية تأخذ شكلاً قريباً من ثمرتها .

تأثير التطفل على البنية الداخلية للنباتات :

يؤثر النبات الطفيلي على البنية الداخلية للنبات المضيف فيحدث تبدلات في النسج النباتية تتجلى في :

١ـ توقف النمو واستطالة الخلايا بشكل عام .

٢ـ تضخم الخلايا المصابة بالطفيلي .

٣ـ تكاثر الخلايا وازدياد عددها دون ازدياد حجمها في مكان الإصابة .

٤ـ تبدل أساسي في التمايز ، فإذا كانت الإصابة في الأوراق ، فلا نجد تمايز النسيج الحباكي والفراغي ، وإنما نسيج متجانس فقط .

أما إذا كانت الإصابة في مكان تمايز الحزم الوعائية الغربالية ، فلا

يظهر التمايز وتصبح نسج بارنشيمية فقط . ويعود التبدل في التمايز والتكاثر في الخلايا في مكان الإصابة إلى أن الخلايا في مكان الإصابة بالطفيلي ، تلعب دوراً مغذياً وتتجمع فيها المواد المغذية ليستفيد منها الطفيلي على حساب النبات المضيف .

تأثير التطفل على الأزهار :

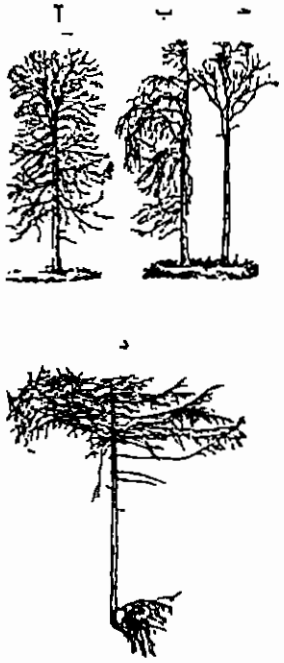
يؤدي التطفل إلى تبدلات هامة في الأزهار ، فكثيراً ما تتحول الأوراق ، الكأسية والتويجية في الزهرة إلى أوراق عادية ، أو أن تتحول الأسدية والمدقة إلى وريقات تويجية . وقد تزول الأزهار بكاملها تحت تأثير التطفل ، كما في نبات النعنع Mentha Piperita وعندما يصاب نبات Anemone بفطر Puccimia لا يزهر وإذا أزهر النبات تظهر تشوهات في أعضاء الزهرة تصيب الأعضاء المذكرة (الأسدية) والأعضاء المؤنثة (المدقة) . وبصورة عامة يؤدي التطفل إلى عدم نمو الأزهار وإذا نمت تكون مشوهة أو عقيمة .

تأثير النباتات على شكل النباتات الأخرى :

تؤدي الشروط البيئية المحيطة بالنباتات إلى تغيرات في شكل النباتات الأخرى فتتغير شكل الأغصان في نبات الزان Fagus النامي في طرف حرش من النباتات الأخرى ، أما النبات نفسه النامي في مكان مفتوح (ليس ضمن غابة أو طرف حرش) فيأخذ شكل عادي وعندما يوجد نبات الزان ضمن غابة كثيفة تنمو الأغصان في نهاية النبات .

كما تأخذ أشجار التنوب شكل مظلة ، أي : الفروع والأغصان العلوية من النبات هي النامية عندما تكون محجوبة بغابات من أشجار التنوب الأخرى .

ويعـود السبـب فـي أشكـال النبـاتـات السـابقـة إلـى العمليـات الفيزيولوجية ؛ من سرعة النمو والتشكل ، والمتأثرة بالعوامل البيئية الخارجية في الوسط المحيط بها .



شكل يوضح تغيرات الشكل العام للأغصان حسب الشروط البيئية المحيطة بالنبات :

أ ـ نبات الزان النامي في مكان مفتوح .

ب ـ النبات نفسه النامي في طرف حرش .

ج ـ نبات الزان النامي في غابة كثيفة .

د ـ شكل المظلة في نبات التنوب النامي ضمن غابة من أشجار التنوب .

فالعوامل الحيوية من نبات وحيوان وإنسان تؤدي دوراً هاماً في البيئة والنظام والتوازن البيئي ، فهناك صراع بين الأحياء من أجل البقاء ، وسيطرة القوي على الضعيف .

يقول تعالى في سورة الرعد [١٧] : ﴿ فَأَمَّا ٱلزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَآءً ۖ وَأَمَّا مَا يَنفَعُ ٱلنَّاسَ فَيَمْكُثُ فِى ٱلْأَرْضِ ۚ كَذَٰلِكَ يَضْرِبُ ٱللَّهُ ٱلْأَمْثَالَ ﴾ صدق الله العظيم .

* * *

الفصل الثاني عشر
أهمية النظام البيئي

النظام البيئي : عبارة عن مجموعة العلاقات المتبادلة بين الطاقة والمادة التي تجري في وسط معين نتيجة نشاط مختلف الكائنات الحية التي تعيش في هذا الوسط من تركيب المواد العضوية وتحليلها وعمليات الاستقلاب والنمو والتكاثر والموت ، وبمعنى آخر معرفة الطريقة التي تستطيع بها الأحياء استغلال مختلف العناصر المحيطة بها وانتقال الطاقة عبر السلسلة الغذائية من النبات إلى الحيوان إلى الإنسان .

وهناك تعريف آخر للنظام بأنه : نظام متكامل لحياة كافة الأحياء في الوسط ، ويسهم الإنسان عن قصد ، أو غير قصد في تخريب النظام البيئي فيلجأ إلى قطع الغابات وإحراقها ويعمد إلى إنشاء السدود ويقوم بتشييد المدن وشق الطرق وبناء المعامل ، وقيام الحروب المدمرة ونشر التلوث الإشعاعي ؛ مما يؤدي والحال هذه إلى تلوث البيئة وهدم النظام البيئي والإضرار بالإنسان نفسه ، كما ويعبر عن تخريب النظام البيئي بفساد الأرض وتلوثها ، وهذا الفساد لا يحدث في الطبيعة من تلقاء نفسه ولكن دائماً يحدث بفعل فاعل ، ألا وهو الإنسان .

يقول الله تعالى في سورة البقرة [٦٠] : ﴿وَلَا تَعْثَوْا فِي ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ﴾ وفي سورة المائدة [٦٤] : ﴿وَيَسْعَوْنَ فِي ٱلْأَرْضِ فَسَادًا ۚ وَٱللَّهُ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ﴾ .

وفي سورة القصص [٧٧] : ﴿ وَلَا تَبْغِ ٱلْفَسَادَ فِى ٱلْأَرْضِ ۖ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ ﴾ وفي سورة الشعراء [١٥١-١٥٢] : ﴿ وَلَا تُطِيعُوٓا۟ أَمْرَ ٱلْمُسْرِفِينَ ۝ ٱلَّذِينَ يُفْسِدُونَ فِى ٱلْأَرْضِ وَلَا يُصْلِحُونَ ﴾ . صدق الله العظيم .

يتألف المجتمع الحيوي Biocoenose من جميع الكائنات الحية النباتية والحيوانية ؛ التي تعيش في وسط معين وتستطيع استغلال هذا الوسط ، نتيجة نشاطها ، وتقسم هذه الأحياء إلى الأقسام التالية :

- الأحياء المنتجة .
- الأحياء المستهلكة .
- الأحياء المفكّكة أو المحلِّلة .

١ـ الأحياء المنتجة Producers :

وهي الكائنات ذاتية الاغتذاء Autotrophs أي : الكائنات الحاوية على اليخضور وقادرة على صنع المواد العضوية وتركيبها اعتباراً من المواد المعدنية والماء وغاز الفحم باستخدام الطاقة الضوئية ، وتحويلها إلى طاقة عضوية كيميائية :

فعملية التركيب الضوئي في النباتات الخضراء تستطيع إنتاج مواد عضوية مختلفة كالسكاكر وغيرها لاستهلاكها في عملية التنفس والنمو ، والباقي يختزن في أعضاء الادخار لوقت الحاجة .

فالأحياء المنتجة هي النباتات الخضراء المسؤولة عن إنتاج المواد العضوية وعلى حسابها تتغذّى باقي الكائنات الحية الأخرى .

٢ـ الأحياء المستهلكة Consumers :

وهي الكائنات متغايرة الاغتذاء Heterotrophe أي : الكائنات الحية عديمة اليخضور ، فهي لا تستطيع صنع المواد العضوية ، وإنما تأخذها

من كائنات أخرى ، وتقسم إلى ثلاثة أقسام :

آ ـ أحياء مستهلكة أولى : وهي الأحياء التي تعتمد في تغذيتها على استهلاك النباتات الخضراء دون غيرها مثل الأبقار والفيلة .

ب ـ أحياء مستهلكة ثانية : وهي الأحياء التي تعتمد في تغذيتها على استهلاك النباتات الخضراء أو غير الخضراء ، أو الاثنين معاً . مثال : الإنسان .

ج ـ أحياء مستهلكة ثالثة : وهي الأحياء التي تتغذّى على الكائنات غير النباتية (آكلة اللحم الإجبارية) أي : هذه الأحياء المستهلكة الثالثة ليس لها القدرة على استهلاك النباتات . مثال الكلاب والقطط وغيرها .

٣ـ الأحياء المفكّكة والمحلِّلة Decomposers :

وهي كائنات حية غير ذاتية الاغتذاء رمية Saprophytes تعتمد في غذائها على بقايا نباتية أو حيوانية ميتة ، أي : تعتمد في تأمين متطلبات غذائها على المواد العضوية الميتة فتحللها إلى حالتها المعدنية مستفيدة منها كمصدر للغذاء والطاقة . ومن أمثلة الأحياء المفكّكة : الأحياء الدقيقة والجراثيم وبعض فطريات التربة .

انتقال الطاقة في النظام البيئي :

تعتبر الشمس المصدر الرئيسي للطاقة على سطح الأرض ولولاها لما كانت الحياة ؛ حيث إن الكائنات الحية تستهلك جزءاً من الطاقة للقيام بوظائفها الحيوية ، وخاصة النباتات الخضراء المنتجة ، تعتمد على الطاقة الضوئية في صنع المواد الهامة فهي تستهلك جزءاً من الطاقة ، وجزءاً آخر يختزن في جسمها على شكل مواد عضوية .

ويصل إلى الأرض حوالي (٢,١٥ × ١٠^٨) حريرية/ م٣/ سنة) من

الطاقة الشمسية ، وتستخدم النباتات الخضراء (٩٠٪) من الطاقة في بناء أجسامها والقيام بالعمليات الحيوية خلال حياتها ويبقى الجزء الذي يمكن أن ينتقل بين كافة مستويات السلسلة الغذائية . وتشكل عناصر الطبيعة وحدة متكاملة لمسرى الطاقة من عامل لآخر ، ومن هيئة إلى هيئة أخرى فعندما تدخل الطاقة الشمسية إلى النباتات يحولها إلى طاقة كيميائية ، ثم تنتقل هذه الطاقة إلى الحيوان والإنسان لتستعمل في نموه وتركيب المواد العضوية المختلفة وعندما تتحول الطاقة من هيئة إلى هيئة أخرى تفقد جزءاً منها نتيجة للجهد المبذول في عملية التحويل ، وهكذا نجد أن (الحيوان) يحصل على ١٠٪ من الطاقة التي يختزنها المنتج الأول ، ثم يحصل المستهلك الثاني (الإنسان) على ١٠٪ من الطاقة التي يختزنها المستهلك الأول (الحيوان) ، ويمكن أن نتصور مثلاً أنه لإنتاج شخص وزنه ١٠٠كغ يلزمنا ١٠٠٠ كغ من لحم الحيوان ولإنتاج هذا الحيوان يلزمنا ١٠,٠٠٠ كغ من الحبوب والعلف .

أمثلة على النظام البيئي في الطبيعة :

يوجد بعض الأمثلة على النظام البيئي في الطبيعة نذكر منها :

المستنقع :

وهو شكل بسيط محدود المساحة توجد فيه مختلف الكائنات الحية من أحياء منتجة (نباتات خضراء) وأحياء مستهلكة (فطور عديمة اليخضور) وأحياء مفككة (الجراثيم الرمية) التي تتغذّى على الكائنات الميتة وتحللها إلى مركبات أبسط منها للاستفادة من الطاقة الناتجة عنها يتركز نشاط الأحياء المفككة في قاع المستنقع بعد أن تترسب بقايا الكائنات الميتة .

الغابة :

وهي مجتمع نباتي كثيف يغطي مساحات واسعة من الأرض كالأشجار وتوجد معها شجيرات ، وبينها أعشاب مختلفة ، والكائنات الحية الموجودة في الغابة هي : الأحياء المنتجة (كالأشجار والشجيرات) ، والأحياء المستهلكة (كالحشرات والطيور التي تتغذَّى على النباتات) ، أما الأحياء المفككة فهي جراثيم التربة أو الفطريات المحللة لبقايا المواد العضوية .

إنتاج النظام البيئي :

يطلق تعبير إنتاج النظام البيئي على كمية المادة الحية الناتجة في وحدة المساحة خلال فترة زمنية محددة وتحسب على أساس (غ/ م^{٢}/ يوم) ، ويمكن حسابها خلال فترات أطول كالإنتاج البيئي الشهري أو الفصلي أو السنوي ، وذلك حسب الكائنات الداخلة في تركيبه .

ويطلق الإنتاج الصافي على كمية المادة العضوية المركبة بعد أن يستهلك جزءاً منها في علميات الاستقلاب والتنفس والتعرق ، وغيرها من مختلف العمليات الحيوية داخل النبات ، وهذا القسم من المادة العضوية الصافية يختزن عادة في بعض أعضاء النبات .

ويمكن دراسة تقدير الإنتاج الصافي في أوساط بيئية مختلفة من صحارى وسهول وبحار ، فنجد أن أكبر قيمة للإنتاج الصافي يكون في الأراضي الخصبة والسهول ، حيث يزيد عن (١٠/ م^{٢}/ يوم) بينما تقل عن ذلك في باقي الأوساط البيئية وخاصة في الصحارى المحيطة كما في الجدول التالي :

الوسط البيئي	الإنتاج الصافي (١٠غ/ م٢/ يوم)
١ـ الصحارى والمناطق الجافة	٠,٥
٢ـ البادية والزراعات المؤقتة	٠,٥ـ٣
٣ـ الغابات والزراعات العادية	٣ـ١٠
٤ـ السهول والأراضي الخصبة	١٠ـ٢٥
٥ـ شواطئ البحار والبحيرات والمستنقعات	٠,٥ـ٣
٦ـ المحيطات	أقل من ١

جدول يوضح الإنتاج الصافي (غ/ م٢/ يوم) في الأوساط البيئية المختلفة

مكونات البيئة :

مكونات البيئة تعني جميع العوامل الطبيعية والحيوية التي توجد على سطح الكرة الأرضية وبداخلها ، فالهواء ، والماء ، والضوء ، والحرارة ، والتربة بالإضافة للنبات والحيوان والإنسان تشكل مكونات البيئية ، وهذه المكونات تعتمد على بعضها البعض ، فالإنسان يعتمد في غذائه كلياً على النبات والحيوان ، والحيوان أيضاً يعتمد في غذائه على النبات .

فالنباتات الخضراء وحدها التي تصنع المواد العضوية المختلفة اعتباراً من الماء والأملاح المعدنية البسيطة .

وهكذا تنتقل العناصر الأساسية والمواد العضوية من كائن لآخر ضمن سلسلة غذائية .

وهناك علاقة عامة لمكونات البيئة المختلفة من عناصر طبيعية (تربة ، مناخ ، صخور . . .) ، وعوامل حيوية (نبات ، حيوان ، إنسان) تربط هذه العناصر وتأثيرها ببعضها ، كما في الشكل .

فالمناخ من أمطار ورياح وحرارة وأشعة الشمس هي عوامل أساسية تؤثر في نمو وتكاثر وتواجد الحيوان والنبات ، كما أن النبات يؤثر على المناخ بتأثيره على سرعة الرياح ودرجة الحرارة والرطوبة وغازات الجو (الهواء) من غاز الفحم والأكسجين ، والحيوان يعتمد في غذائه على التربة كمصدر للماء والأملاح المعدنية ويساعد في تثبيت التربة ومنع الانجراف ويضيف لها مواد بالية عن طريق سقوط الأوراق ، كما أن الحيوان يؤثر في التربة من مخلفاته في حياته وبعد مماته ، وهكذا نجد أن علاقة مباشرة بين مكونات البيئة المختلفة من عناصر طبيعية وعوامل حيوية .

حلقات العناصر الأساسية في الطبيعة :

دورة الفحم في الطبيعة :

إن للفحم دوراً مهماً في عالم الأحياء ، فهو محور الحياة التي لا وجود لها دونه وتعتبر عملية التركيب الضوئي هي العملية الأساسية في دورة الفحم في الطبيعة التي تتم عن طريق النباتات الخضراء وبوجود أشعة الشمس ، ومن ثم ينتقل عنصر الفحم إلى الحيوان وبعدها إلى الإنسان في مركبات عضوية من خلال السلسلة الغذائية .

يوجد الفحم بحالتين : حالته الطبيعة كوجوده في غاز الفحم الهوائي أو منحل في البحار أو منطلقاً من البراكين والمياه المعدنية ومن المصانع ، كما يوجد الفحم بحالته العضوية في النبات والحيوان والإنسان (بشكل مركبات عضوية مثل : سكاكر ، مواد بروتينية ، مواد دسمة) ،

وينتقل عنصر الفحم من حالة إلى أخرى ، وبذلك تتشكل دورة كاملة لعنصر الفحم الطبيعية .

فينتقل الفحم العضوي إلى شكل غاز الفحم الهوائي عن طريق تنفس الأحياء (نبات ، حيوان ، إنسان) وأيضاً من احتراقات المواد العضوية (مصانع ، احتراق المواد البترولية) وعن طريق تحلل بقايا النباتات بفعل جراثيم وفطور التربة ، ثم يعود ويتركب الفحم العضوي عن طريق التركيب الضوئي في النباتات الخضراء ، أو عن طريق التركيب الكيميائي في بعض الجراثيم .

دور الآزوت في الطبيعة :

يكون غاز الآزوت نحو ٧٨٪ من الهواء ، وهو عنصر رئيسي لكل الكائنات الحية ، فالآزوت الهوائي يثبت في مركبات يستفيد منها النبات ويركب المواد البروتينية ، ومن ثم تتحول المواد البروتينية في بقايا النباتات إلى دبال في التربة وتتحلل من نشادر إلى نتريت ونترات بواسطة عضويات خاصة وجراثيم تقوم بعملية التحليل ، فهناك جراثيم تقوم بعملية النشادر وعن طريق تشكل النتريت NO_2 بواسطة جراثيم Netrosomonas .

وأخيراً هناك جراثيم تقوم بإرجاع النترات إلى آزوت حر مثل جراثيم Bactarium coli وغيرها ، وهي عملية معاكسة لعملية النترجة ، أي : أنها تستخدم النترات NO_3 كجسم مؤكسد بدلاً من الأوكسجين الهوائي . وهكذا تعيد المركبات الآزوتية سيرتها الأولى ، ومن ثم تقوم بتركيب مواد بروتينية من جديد .

دور الفوسفور في الطبيعة :

الفوسفور من العناصر الضرورية للحياة فهو يدخل في تركيب العظام والأسنان وتنتقل الطاقة من مركب إلى آخر في الخلية بواسطته ، فمخزون

الفوسفور الرئيسي في الطبيعة يوجد في الصخور بشكل فوسفات وينتقل إلى الأحياء عن طريق تسميد التربة بالأسمدة الفوسفاتية ؛ حيث يمتصها النبات وينتقل عنصر الفوسفور بالسلسلة الغذائية من النبات إلى الحيوان والإنسان ، كما ينتقل الفوسفور من الأحياء إلى الطبيعة عن طريق مخلّفات الأحياء (عظام الحيوانات) وبتحلل بعض الجراثيم لبقايا الحيوانات التي تشكل أملاح الفوسفور . ومخزون الفوسفور لا يتجدد مثل مخزون الفحم والآزوت في الطبيعة ، فالإنسان يستهلك كميات كبيرة من أسمدة الفوسفات لا يمكن تعويضها بواسطة العمليات البيئية الطبيعية .

دور الماء في الطبيعة :

إن للماء دوراً أساسياً في حياة النبات والحيوان والإنسان ودون الماء لا توجد الحياة على سطح الأرض . ويوجد الماء بشكل بخار أو مياه ويشكل الأنهار والبحار والمحيطات ، كما يوجد على شكل جليد في المناطق الباردة والقطب الشمالي . وللماء في أشكاله الثلاثة (بخار ، سائل ، جلدي) دورة رئيسية تجعله مصدراً متجدداً في الطبيعة ، فالمحيطات تمثل ٩٧٪ من المخزون الرئيسي للمياه على سطح الكرة الأرضية ، ويتبخر يومياً مقدار ٨٧٥ كيلو متراً مكعباً من الماء وتعود نحو ٧٧٥ كيلومتراً يومياً إلى المحيطات ، عن طريق مياه الأمطار ، أما الباقي فنحو ١٠٠ كيلو متراً مكعباً يومياً إلى المحيطات ، عن طريق مياه الأمطار ، أما الباقي فنحو ١٠٠ كيلومتراً مكعباً تحمله الرياح على هيئة بخار : يستهلك النبات والحيوان والإنسان المياه بامتصاصه لها ويفيد النبات والحيوان بعض هذا الماء على شكل بخار من عمليات التعرق والتبخر والزفير وغيرها .

والماء العذب مهم ، لاستمرار الحياة على الأرض ، وهو المستهلك

من قبل الأحياء ومصدره الأمطار ، والأنهار ، والمياه الجوفية ، التي تشكلت نتيجة تسرب المياه في طبقات الأرض ، ثم تجمعت بشكل آبار وينابيع . ويؤدي المناخ دوراً مهماً في دورة المياه في الطبيعة من هطول الأمطار أو الثلوج أو سير الغيوم والرياح ، كما يؤثر المناخ على امتصاص النباتات للماء وفقدانها له بعمليات التبخر والتعرق في الجو .

* * *

الفصل الثالث عشر

الأمن البيئي

ـ الأمن البيئي الصحي .

ـ الأمن البيئي المائي .

ـ الأمن البيئي النووي .

يعد الأمن البيئي من أولويات واهتمامات مختلف دول العالم ، فهو لا يقل عن الاهتمام بالأمن العسكري والغذائي وغيره ، والأمن البيئي يشكل منظومة متكاملة تضم جميع العلاقات الدولية دون استثناء فمنع الحروب مثلاً من الأمن البيئي ؛ إذ إن الحروب تؤدي إلى كوارث بيئية عديدة ، وأن الهدف من الحروب الاستيلاء على الخامات والموارد الطبيعية والطرق الإستراتيجية وغيرها .

تعريف الأمن البيئي :

هو حماية العمليات المباشرة وغير المباشرة التي يقوم بها الإنسان لعدم الإضرار بالبيئة ، وبتعبير آخر : الأمن البيئي هو سلوك البشرية الإيجابي في المحافظة على البيئة التي لا تسبب خللاً في النظام البيئي ، والأمن البيئي يرتبط بالزمان والمكان ، وهو يتعلق بفترة زمنية طويلة أو قصيرة الأمد ، وقد يكون محلياً وإقليمياً وعالمياً ، فالأمن البيئي طويل الأمد الذي يقوم على منع ضرر الأجيال القادمة مثل استخدام المبيدات

والمواد الكيماوية والتأثيرات الإشعاعية التي تظهر تأثيراتها في الأجيال القادمة.

وأهم العمليات التي تؤدي إلى الإخلال بالأمن البيئي في عصرنا الحاضر :

١ـ التلوث النووي .

٢ـ التلوث الصناعي .

٣ـ التلوث الزراعي بالمبيدات ، وهذا يعني : تلوث البيئة في الهواء والماء والتربة وإدخال الملوثات إلى الأحياء .

الأمن البيئي الصحي :

أي : العناية بالصحة العامة للإنسان ، فالصحة أهم ما يمتلكه الإنسان وتتعلق بنظافة الماء والطعام ، وسلامة الهواء ، أي : المحافظة على بيئة نظيفة . وخاصة عندما تتعرض البيئة لأخطار مختلفة كانتشار الأمراض الوبائية والأمراض البيئية ؛ حيث تنتقل هذه الأمراض بطرق مختلفة للإنسان .

يقول أحد العلماء :

إن الغنى والفقر يعملان شيئاً واحداً يؤدي كل منهما للموت المبكر فالغنى يسبب أمراضاً صحية كأمراض القلب والأوعية ، والفقر يسبب أمراض سوء التغذية ، وإن كثيراً من سكان العالم اليوم يعانون من نقص العناية الصحية وخاصة شعوب الدول الفقيرة ، ومن الأمراض الواسعة الانتشار في البلدان الفقيرة في المناطق الحارة والتي تهدد الصحة العامة مرض البلهارسيا والملاريا والأمراض الفيروسية المختلفة ، والتي تسببها الحشرات المفصلية . فمرض الملاريا مثلاً ينتشر في المناطق المدارية وشبة المدارية ؛ حيث ينتقل المرض بسبب لدغة البعوض ، أو عن طريق

نقل الدم المصاب لشخص آخر . ويصاب بهذا المرض سنوياً ملايين البشر ، حيث يموت بسبب الملاريا سنوياً ٢ . ٥ـ٥ مليون إنسان ، نصفهم من الأطفال دون الخامسة .

وتقوم منظمة الصحة العالمية بمكافحة هذه الأمراض عالمياً للقضاء عليها . ومن الأمور التي تهدد الأمن البيئي الصحي أيضاً استخدام بعض الأدوية الضارة بالصحة التي صدرت تحذيرات عالمية بشأنها والتي تسبب ولادة أطفال مشوهين . وما يقال عن الأدوية الطبية المحظورة ينطبق على المبيدات الكيميائية أيضاً . وبعض العناصر الكيميائية مثل الزرنيخ والكادميوم والرصاص والزئبق وغيرها .

ولحماية الأمن البيئي الصحي لا بد من العناية بالأمن الصحي العالمي لوقاية البشر من الأمراض عن طريق التوعية والإرشادات الصحية ، ومكافحة جميع الأمراض السارية ، وتقديم اللقاحات الضرورية والعناية بالأمن الصحي والقومي .

الأمن البيئي المائي :

الماء نعمة من نعم الله على الأحياء كافة ؛ لأن الماء قوام الحياة ، لا بد من المحافظة على الماء لاستمرار الحياة ومن دون الماء يموت الإنسان وينفق الحيوان ويهلك النبات، ولا تعرف قيمة الماء إلا بعد فقده.

توزع الماء :

يشكل الماء ٣/ ٤ مساحة الكرة الأرضية ، ومياه البحر والمحيطات تشكل ٩٧٪ من المياه الكلية فلو نظرنا لكوكبنا من الفضاء لشاهدنا كرة مائية وليس كرة أرضية يابسة . أما المياه العذبة فتشكل أقل من ٣٪ من جملة المياه على الكرة الأرضية ، وهي متوزعة بشكل غير متساو على سطح الأرض .

فكثير من دول العالم في المناطق الجافة وشبه الجافة يعاني من نقص المياه العذبة التي تستخدم في الشرب والصناعة والزراعة ، كما وتشح المياه في فترات الجفاف ؛ مما يؤدي إلى نقص الإنتاج الغذائي ، وكل سنة جفاف تعمل على تراجع الغطاء النباتي وتوسيع المناطق الصحراوية على المناطق الزراعية .

دورة المياه ومخزونها :

يؤدي المناخ دوراً رئيسياً في دورة الماء على سطح الأرض فالماء يتبخر بالحرارة وينتشر بفعل الرياح والتيارات الهوائية ، ثم يتكاثف ويتساقط على سطح الأرض بشكل أمطار ويتجمع في البحار والمحيطات من جديد ، وهكذا تتم دورة الماء في الطبيعة .

من المعلوم أن كل كم^3 من الماء يحوي مليار طن من الماء ، والأنهار تطرح في المحيطات كل عام ٤٠,٠٠٠ كم^3 من الماء ، كما يسحب من أنهار العالم ١٥٠ كم^3 من الماء للأغراض المنزلية والصناعية والزراعية وهو لا يشكل أكثر من ١٪ فقط من المخزون السنوي الثابت للمياه .

أهمية المحافظة على الماء :

بتزايد عدد سكان العالم وزيادة استخدام المياه في الزراعة والصناعة ، لم يعد هناك مصدر مائي إلا ويعاني من التلوث بشكل مباشر أو غير مباشر . وإن مسألة الأمن البيئي المائي قد تسبب حروباً بين الدول من أجل الاستيلاء على منابع المياه .

تستخدم ٨٠ـ٩٠٪ من مياه الوطن العربي في الزراعة مما يؤدي لعجز مائي مستمر فلا بد من ترشيد استهلاك المياه وذلك لتشجيع المواطن على الاقتصاد من كمية المياه واستخداماتها المختلفة ، المنزلية والصناعية

والزراعية ، بالإضافة لحملات إعلامية للمحافظة على الموارد المائية وترشيد استخدامها ووقايتها من التلوث . كما يجب التركيز على التربية البيئية في جميع مراحل الدراسة في المدارس والجامعات .

فالأمن البيئي المائي هو المحافظة على المياه وترشيد استخدامها ووقايتها من التلوث .

الأمن البيئي النووي :

هو حماية ومراقبة التلوث الإشعاعي الناتج عن المصادر المختلفة الطبيعية والصناعية ، ومن هذه المصادر :

١ـ الأشعة الشمسية (أشعة ألفا وبيتا وغاما والأشعة فوق البنفسجية القصيرة) .

٢ـ العناصر المشعة في القشرة الأرضية (مثل اليورانيوم والراديوم والكربون المشع وغيره) .

٣ـ مياه الشرب والغذاء حيث تنتقل العناصر المشعة إلى الإنسان عبر الماء والغذاء الذي يتناوله الإنسان .

٤ـ تجارب التفجيرات النووية ، وهي من المصادر الرئيسية للتلوث الإشعاعي ، حيث تتوزع المادة المشعة في الغلاف الجوي حسب حجم الانفجارات النووية وتبقى في الجو عشرات السنين .

يهدد التلوث الإشعاعي بكل أشكاله ومصادره الحياة في كل دول العالم وليس له حدود جغرافية ؛ لأنه ينتقل عبر الهواء والماء والتربة والنبات والغذاء إلى الإنسان في النهاية .

ويمكن وضع برنامج وطني للأمن البيئي النووي باتباع الخطوات التالية:

١ـ نشر الوعي البيئي للتغيرات البيئية التي تحدث في الدول المجاورة.

٢ـ مراقبة المنشآت الزراعية والصناعية لتقويم الضرر الذي تلحقه بالبيئة .

٣ـ ضرورة وجود نظام رصد ومراقبة بيئية محلية وإقليمية وربطها مع الرصد العالمي لحقوق الأمن البيئي في العالم .

ولتحقيق الأمن البيئي النووي لا بد من اتباع ما يلي :

١ـ إقامة تعاون بيئي بين دول العالم لمصلحة الإنسان .

٢ـ منع الحروب والتفجيرات النووية .

٣ـ تدمير المخزون النووي وذلك لضمان الأمن البيئي النووي العالمي .

الاهتمام العالمي بالحياة الحيوانية والنباتية :

تتخذ دول مختلفة من العالم إجراءات لحماية الحياة الحيوانية والنباتية والحفاظ على التنوع الحيوي ، وخاصة بعض الأنواع الحيوانية المهددة بالإنقراض ومن هذه الإجراءات :

١ـ إنشاء محميات نباتية وحيوانية لتحسين الأنواع المهددة بالانقراض باختيار الأرض والمناخ المناسب .

٢ـ ترك مساحات من الغابات الطبيعية والعناية بها .

٣ـ المحافظة على النباتات والحيوانات في أماكن وجودها الطبيعي وحمايتها .

٤ـ توفير الماء والغذاء لنمو النباتات وتغذية الحيوانات .

الأضرار التي تصيب الحياة الحيوانية والنباتية :

هناك أضرار وأخطار تهدد الحياة الحيوانية والنباتية أهمها :

أ ـ **المواد السامة** : مثل المبيدات الكيميائية وهي من أخطر السموم الضارة بالحياة الحيوانية والنباتية وخاصة العناصر السامة التي لا تذوب في المياه وتبقى في التربة وتلوثها مدة طويلة ، ومن العناصر السامة نذكر الرصاص والزرنيخ والزئبق وغيرها .

ب ـ **تغيُّر معالم الطبيعة** : تتغير معالم الطبيعة نتيجة أعمال كثيرة أهمها :

١ـ قطع الأشجار وبذلك يتدهور الغطاء النباتي .

٢ـ صيد الحيوانات وخاصة النادرة منها حتى أصبحت أنواع كثيرة من الحيوانات مهددة بالانقراض .

٣ـ تلوث البيئية بالمواد السامة ، وتلوث المياه العذبة ، وتلوث الهواء والتربة .

٤ـ نقل الحيوانات من بيئاتها الطبيعية إلى بيئة أخرى . مثال : نقل الحيوانات النادرة من مكان وجودها إلى أماكن صنعية ومثال آخر : نقل الحيوانات البرية إلى حديقة الحيوان أو نقل الطيور لأقفاص صغيرة .

يجب الاهتمام بالحياة الحيوانية والنباتية للمحافظة على الأمن البيئي والتوازن البيئي الطبيعي ، كما يجب الإبقاء على الوسط الطبيعي الصحيح ، والاهتمام بحماية البيئة من التلوث .

* * *

الفصل الرابع عشر
الإنسان والبيئة

(التوازن البيئي)

أصبحت المحافظة على البيئة ، والسهر على صيانتها من التلوث من الهموم الإنسانية المعاصرة ، وغدت تستأثر باهتمام قطاعات واسعة من أوساط الرأي العام في العالم ، ولعل مصدر هذا الاهتمام عائد إلى اعتقاد أصبح يترسَّخ يوماً بعد يوم ، وهو أن سكان الأرض مشتركون جميعاً في ملكية بيئتها وحمايتها وفي ضوء ذلك أخذت تتكاثر مراكز البحوث والدراسات التي تعنى بدراسة البيئة التطبيقية ، وأخذت البحوث تترى حول تلوث البيئة .

ومما لا شك فيه أن الأسباب الكامنة وراء التلوث البيئي كثيرة ومتنوعة ، يتصدرها التزايد المطرد لعدد سكان الأرض ، وما يحمله ذلك من زيادة في الطلب على الغذاء ، وما يعكسه من نقص في الموارد الطبيعية واستنزافها وتلوثها ، ونضيف إلى ذلك ما تفرضه الحياة من صراع للأحياء على الأرض من أجل البقاء والنتائج المترتبة على الصراع التي تغلب نوعاً من الكائنات الحية على نوع آخر يؤدي في نهاية المطاف إلى استئصاله .

ويسهم الإنسان عن قصد أو عن غير قصد في تخريب البيئة وتلوثها ، فيلجأ إلى قطع الغابات أو إحراقها ، ويعمد إلى إنشاء السدود ويقوم

بتشييد المدن ؛ مما يؤدي والحال هذه إلى تلوث البيئة والاضرار بالإنسان نفسه .

يقول تعالى : ﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [الروم : ٤١] .

البيئة : هي العلاقة ما بين الكائنات الحية والوسط الذي تعيش فيه .

الإنسان والبيئة : وهي دراسة العلاقة المتبادلة بين الإنسان والوسط المحيط به ، فقد بدأ أثر الإنسان في البيئة منذ القدم ، ثم تطور هذا التأثير باختلاف مراحل تطور الحياة البشرية على سطح الأرض .

هناك علاقة مترابطة ما بين البيئة الطبيعية والبيئة البشرية ، فالبيئة الطبيعية تشتمل على مجموع العوامل الطبيعية وعلاقتها مع الأحياء .

أما البيئة البشرية فتشتمل على تفاعل الإنسان بالوسط المحيط به . وتختلف البيئة البشرية باختلاف الظروف الطبيعية السائدة ودرجة تأقلم الإنسان مع تلك الظروف ودرجة استثمار واستنزاف الموارد الموجودة في الطبيعة ، وهذه النشاطات كلها سببت مشاكل بيئية خاصة تمثلت بتلوث البيئة .

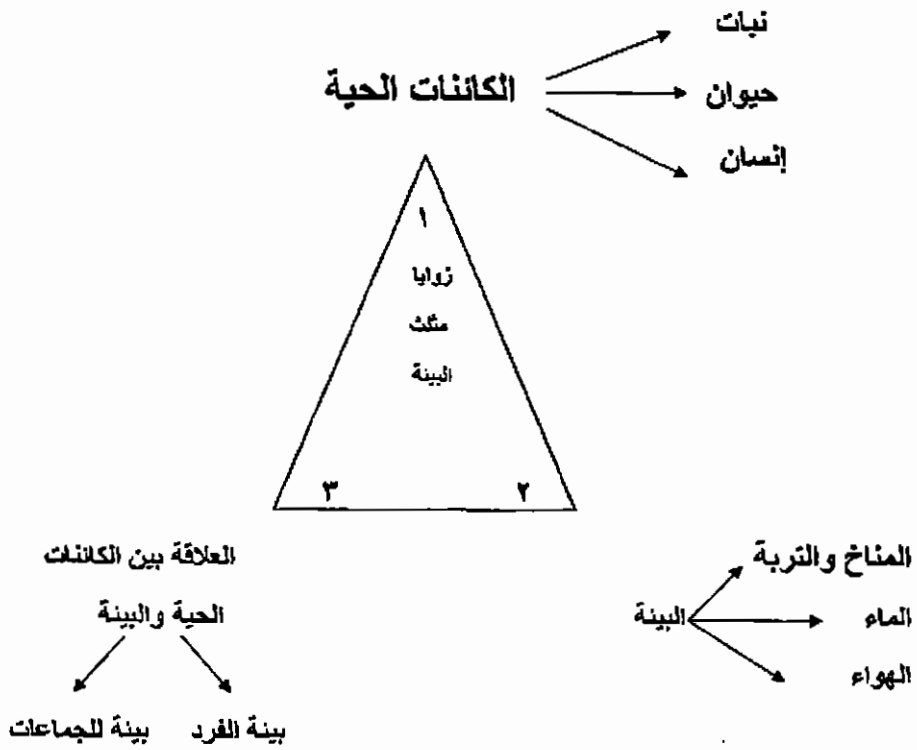
زوايا مثلث البيئة :

يتألف من ثلاث زوايا وهي :

١ـ الكائنات الحية .

٢ـ البيئة .

٣ـ العلاقات بين الكائنات الحية والبيئة .



(١) الكائنات الحية تتألف من :

أ- بيئة النبات : وهي العلاقة المتبادلة بين المجموعات النباتية والوسط .

ب- بيئة الحيوان : وهي العلاقة المتبادلة بين الحيوانات بعضها مع بعض وعلاقتها بالبيئة .

ج- البيئة البشرية : وهي العلاقة المتبادلة بين الإنسان والبيئة .

(٢) البيئة وتتألف من :

أ- التربة والمناخ : تتضمن العوامل غير الحية (ضوء ، حرارة)

ب- البيئة المائية : وتشكل معظم مساحة الكرة الأرضية من أنهار وبحار .

ج ـ **بيئة الهواء** : وتشتمل على الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية وما يحتوي من الغازات الجوية .

(٣) العلاقات بين الكائنات الحية والبيئة وتتضمن :

أ ـ **بيئة الفرد** : أي : النوع الواحد وهو علاقة الكائن الحي مع عناصر البيئة .

ب ـ **بيئة الجماعة** : وهي العلاقة بين مجموعة من الكائنات الحية وعلاقتها ببعضها البعض والبيئة التي تعيش فيها .

يمكن أن نميِّز بين بيئات كثيرة بحسب النشاط الاقتصادي للإنسان :

١ـ **البيئة الزراعية** : وهي اعتماد السكان على زراعة الأرض ومنتجاتها .

٢ـ **البيئة الرعوية** : وهي انتقال السكان وراء تربية الحيوانات .

٣ـ **البيئة الصناعية** : وهي اعتماد السكان على الصناعات المختلفة .

وقد توسع علم البيئة من دراسته للكائنات الحية النباتية والحيوانية إلى دراسة الإنسان والبيئة .

فالإنسان يترك أثراً سلبياً باستثمار الموارد الطبيعية باستمرار ؛ لذلك يجب تحقيق التوازن البيئي ومكانة الإنسان في البيئة ودوره في الحفاظ عليها ، وبيان الخطر الذي يهدد الحياة البيئية والآثار السلبية على مختلف الكائنات الحية بما فيها الإنسان .

المنظومات البيئية :

هي تجمُّع الكائنات الحية من نبات وحيوان إضافة إلى الإنسان لتستطيع العيش والحياة في منطقة ما ، وتتفاعل فيما بينها للتكيُّف واستمرار الحياة . فالإنسان له القدرة على التنقل من منظومة بيئية إلى

أخرى بما يملك من التكيُّفات البيئية في منظومة بيئية .

كل منظومة بيئية لها عناصر أساسية تقوم بوظائف محددة ، فالنباتات الخضراء مثلاً تقوم بصنع المواد العضوية بوجود مصدر الطاقة كالأشعة الشمسية ، ووجود كائنات أخرى كالأحياء الدقيقة تستفيد من المواد العضوية التي تصنعها النباتات الخضراء لتحولها إلى مواد بسيطة تستفيد منها ، وتستطيع هذه الأحياء الدقيقة أن تحلل المواد العضوية سواء كانت نباتية أو حيوانية . فكل نوع من المنظومة البيئية يؤدي وظيفة خاصة في إطار منظومة بكاملها . وهذه الدورة للمواد الغذائية الكيمائية تمر عبر المنظومة البيئية من التربة إلى النبات والحيوان والإنسان ، ثم تعود إلى التربة لتعيد دورة الحياة من جديد مرة أخرى .

تطور العلاقة بين الإنسان والبيئة :

بدأت العلاقة بين الإنسان والبيئة ، ثم تطورت هذه العلاقة باختلاف مراحل تطور الحياة البشرية .

وبداية العلاقة ما بين الإنسان والبيئة كانت مرحلة لجمع الثمار والأوراق والاعتماد على الأشجار لغذائه وملبسه ومسكنه . ثم انتقل الإنسان لمرحلة صيد الحيوانات وحرق الغابات ، ثم تطورت العلاقة إلى مرحلة تربية الماشية ورعي الحيوانات ، ثم بدأ الإنسان بممارسة الزراعة واستثمار الأراضي والري واستخدام السدود لتحسين مردود المحاصيل الزراعية حيث قامت حضارات حول تجمُّع المياه واستعمالها للشرب والري . ثم تطورت العلاقة بين الإنسان والبيئة بتقدم الزراعة وتطور الصناعة باستخدام المواد الأولية (البترول) ، ثم ظهرت مرحلة زيادة عدد السكان والتوسع في إنشاء المدن والمصانع المختلفة ، ثم مرحلة غزو الفضاء .

لقد رافق التطور وزيادة عدد السكان على زيادة الطلب على الغذاء واستنزاف الموارد البيئية المختلفة عن طريق الزراعة والصناعة مما سبب مشكلات بيئية عديدة .

التوازن البيئي :

وهو العلاقات المتوازنة بين جميع مكونات البيئة ، أي : بين عوامل الوسط الحيوية وغير الحيوية وعلاقتها بجميع الأحياء النباتية والحيوانية والإنسان ، هناك اختلال يصيب التوازن البيئي على سطح الكرة الأرضية وسببه ما أدخله الإنسان للبيئة من تلوث وإنشاء المصانع وحرق الغابات وغيرها ، **ومن أهم مظاهر عدم التوازن البيئي نذكر :**

١ـ ظاهرة التلوث بجميع أشكاله في الماء والهواء ، والتربة والتلوث الإشعاعي .

٢ـ ظاهرة التصحُّر وزحف الصحراء .

٣ـ تقهقر الغابات وتراجعها .

٤ـ انقراض كثير من الكائنات الحية النباتية والحيوانية .

٥ـ استنزاف الثروات الطبيعية .

٦ـ الرعي الجائر والقضاء على الغطاء النباتي .

٧ـ صيد الحيوانات .

٨ـ استخدام المبيدات الكيمائية .

٩ـ ظاهرة الأمطار الحامضية Acid rain

١٠ـ ظاهرة الاحتباس الحراري .

١١ـ ظاهرة الضباب الدخاني Smog

١٢ـ ظاهرة تآكل الأوزون (ثقب الأوزون) .

إن هذه الظواهر الحاصلة أدت إلى إضطرابات وتقهقر مستمر في بيئة الأرض انعكست على الكائنات الحية وخاصة الإنسان ؛ لأنه أكثر الكائنات الحية حساسية ، مما أدى إلى الانتباه لمواجهة المشكلات البيئية والاهتمام بحماية البيئة من التلوث ودور التربية البيئية في حل المشكلات البيئية وعلاقتها بالتنمية المستدامة وأهمية الأمن البيئي .

في المحافظة على بيئة سليمة لا تسبب خللاً في التوازن البيئي . وأمام هذا الوضع المتردِّي لبيئة الكرة الأرضية وبعد نداءات من دول العالم المختلفة عقدت مؤتمرات عالمية بيئية ، كان الهدف منها حماية البيئة من أجل الأجيال الحاضرة والقادمة ولخدمة البشرية كافة وزاد الاهتمام بالبيئة حتى في كل دولة أنشئت وزارة تهتم بالشؤون البيئية والحفاظ على مكونات البيئة ونشر الوعي البيئي لحل المشكلات البيئية وتحسين العلاقة بين الإنسان والبيئة .

التوازن البيئي الطبيعي :

هو تفاعل بين مختلف عناصر الطبيعة مع العوامل الحيوية وتأثيرها بعضها في بعض . فعناصر البيئة تشكل الوسط المحيط من الهواء والماء والتربة والأشعة الشمسية . والعوامل الحيوية تشكل النبات والحيوان والإنسان ، وتقوم الكائنات الحية (اللاحمة والمتطفلة) بدور فعال في حفظ التوازن في النظام البيئي .

التوازن الحيوي :

تقوم الكائنات الحية بحفظ النظام البيئي بطريقة حيوية ، فعندما يزداد عدد أفراد نوع ما فإن أنواعاً كثيرة من الكائنات الأخرى تقوم بالتهام أفراد هذا النوع واستعمالها كغذاء لها ، وهذا ما يعرف بالتوازن الحيوي .

الإخلال بالتوازن البيئي :

يعتبر الإخلال بالتوازن البيئي الطبيعي نتيجة زيادة عدد السكان في العالم واستنزاف المواد الطبيعية والتلوث البيئي ، فالإنسان يقوم بصناعات مختلفة ومن مخلّفاتها ما يهدم التوازن البيئي .

فيتم القضاء على الغابات وتلوث الأنهار والبحيرات وتتحول الأراضي الزراعية إلى صحراء وغيرها ، كما أدخل الإنسان الكثير من الملوثات البيئة التي تشكل خطراً حقيقياً على التوازن البيئي وتهدد حياته في الغذاء والماء والهواء المحيط به .

وقد ينشأ الإخلال بالتوازن البيئي نتيجة لتغير بعض الظروف الحيوية المبنية على علاقات الكائنات الحية التي تعيش في البيئة **مثال** : إدخال كائن حي جديد إلى البيئة أو انقراض كائن حي كان يعيش في البيئة .

أسباب الإخلال بالتوازن البيئي :

هناك أسباب عديدة للإخلال بالتوازن البيئي نذكر منها :

١ـ تغيُّر الظروف البيئية الطبيعية :

مثال : حدوث الجفاف كما حصل في جنوب الصحراء الكبرى بإفريقيا ، لقد سبب هذا الجفاف القضاء على الغطاء النباتي وانجراف التربة وموت الكثير من الكائنات الحيوانية وهجرة ملايين الناس ؛ مما أدى إلى تفاقم المشكلات وتدهور الهيكل الأساسي للبيئة .

٢ـ إدخال كائن حي جديد إلى البيئة :

مثال : إدخال الأرانب إلى أستراليا التي تكاثرت بصورة كبيرة وكانت النتيجة أن تحولت ملايين الهكتارات من المراعي الخصبة إلى صحارى عارية وأرض جرداء ، وأدى ذلك إلى إخلال بالتوازن البيئي في تلك البيئة

ومثال آخر سبب خللاً في التوازن البيئي نتيجة إدخال القطط إلى بعض جزر المحيط الهادي بهدف الحد من أعداد الفئران والجرذان ، فقد قضت هذه القطط على جماعات من الطيور التي تتميز بعدم القدرة على الطيران .

٣ـ القضاء على بعض أحياء البيئة :

إن انقراض أو انخفاض أعداد من أنواع الكائنات الحية قد يعرض النظام البيئي إلى التدهور مثال صيد الصقور والبوم التي هي عدو طبيعي للفئران أدى إلى تكاثر الفئران التي سببت خسائر في المحاصيل الزراعية مما أدى إلى تحريم صيد البوم والصقور حفاظاً على التوازن البيئي . كما أن الطيور اللاَّحمة (كالنسور والصقور وغيرها) التي تتغذَّى على الحيوانات الميتة تحول دون انتشار الأمراض . والحيوانات المفترسة أيضاً تؤدي دوراً هاماً في التوازن البيئي ، فمثلاً الذئب يفترس الحيوانات البرية كالأرانب والحيوانات الأخرى ذات الفراء مما حدا ببعض الدول القيام بمحاولة القضاء عليه مما سبب انتشار بعض الأمراض بين الحيوانات التي تفترسها ؛ ذلك لأن الذئب لا يستطيع اللحاق بالطريدة صحيحة الجسم أما المريضة أو الضعيفة فهي فريسة سهلة له ، وبقضائه على الحيوانات المريضة يقضي وبشكل غير مباشر على بؤرة المرض ويعوق انتشاره .

لقد خلق الله الطبيعة (التوازن البيئي) وفق قوانين خاصة ومعقدة ، وأيُّ تغيُّر في هذه النظم البيئية يؤدي إلى خلل في النظام البيئي الطبيعي .

٤ـ تدخل الإنسان :

يعتبر الإنسان المخرب الأول للتوازن البيئي فتدخُّله غير الرشيد في النظام البيئي يؤدي إلى إخلال هذا التوازن مثال : ما يقوم به الإنسان من

الرعي الجائر واقتلاع أشجار الغابات والاحتطاب أدى إلى تراجع الغطاء النباتي ، وأيضاً الصيد الجائر أدى الى انقراض أنواع حيوانية أليفة .

لقد ظهرت الدراسات أن الغزال العربي كان الغذاء الأساسي للسكان أيام الخليفة هارون الرشيد أن طريق دمشق حلب بغداد كانت وسط الأشجار الكثيفة ، وكانت النمور والأسود على ضفاف نهر الفرات ، فماذا حصل اليوم ؟

الغلاف الحيوي والتوازن البيئي :

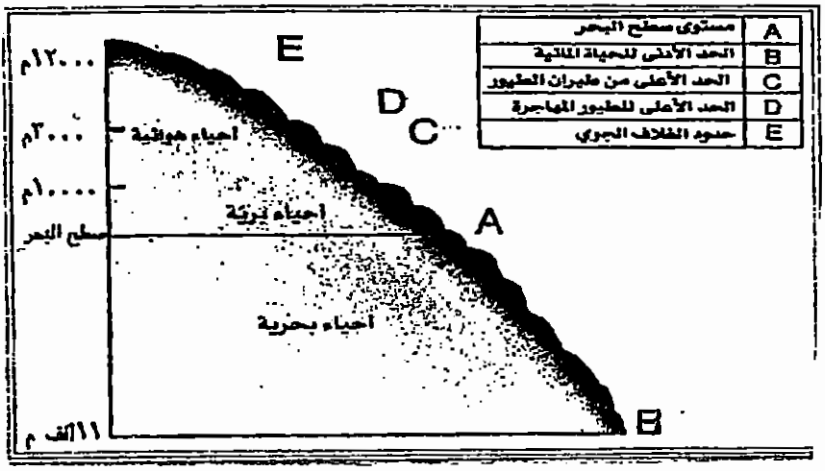
الغلاف الحيوي : هو جزء من الأرض الذي تجري فيه الحياة من غلاف جوي ومائي وصخري .

يبلغ ارتفاع الغلاف الجوي (بين ١٠ـ١٣كلم) عن سطح الأرض لكن تتركز معظم الكائنات الحية في الغلاف الجوي في الجزء الأسفل منه حتى ارتفاع (٧٠م) فوق سطح الأرض . وبعد هذا الارتفاع تبدأ الكائنات الحية بالتناقص وفوق / ١٠٠٠م/ فوق سطح الأرض تصبح قليلة جداً . أما حدود الغلاف الحيوي في أعماق التربة والمياه مشروطة بوجود الأكسجين والضوء ومعظم الأحياء تعيش في الطبقة العليا التي لا تتجاوز عمقها عدة أمتار .

حدود المجال الحيوي :

يمتد الغلاف الحيوي المائي من سطح المياه حتى أعماق المحيطات / ١١كلم/ لكن معظم الأحياء البحرية تتركز بالطبقة السطحية من الماء حتى عمق / ٥٠م/ أما النباتات فتعيش إلى العمق الذي تصله أشعة الشمس حتى أعماق / ٢٠٠ـ٤٠٠م/ تحت مستوى سطح الماء ، وتحت ذلك تعيش الأحياء الدقيقة حتى عمق / ١١كلم/ .

والشكل يبيِّن حدود المجال الحيوي الذي تعيش ضمنه الكائنات الحية .



شكل يبيِّن حدود المجال الحيوي للكائنات الحية

أهمية الغلاف الحيوي : للأحياء دور رئيسي في الغلاف الحيوي يتمثل في الأمور التالية :

١ـ تقوم الكائنات الحيوانية والنباتية بتفتيت الصخور وتحللُّها بواسطة جذور النباتات ، وللحيوانات دور في تكوين التربة من خلال حفر الأنفاق وتخلخل التربة وزيادة تهويتها .

٢ـ تسهم النباتات بتطور التربة من زيادة المادة العضوية فيها وتؤثر كيميائياً من خلال العناصر الكيميائية التي تحتويها النباتات (تسهم أوراق نبات الصنوبر في زيادة حموضة التربة وتشكل التربة الدبالية .

٣ـ تقوم النباتات الخضراء بامتصاص الطاقة الشمسية وتحويلها إلى مواد عضوية بواسطة التركيب الضوئي ؛ حيث تتغذَّى الحيوانات على النباتات آكلات الأعشاب .

٤ـ تسهم النباتات بتنقية المياه وتوفير الأكسجين كما تقوم النباتات على اليابسة بامتصاص ملوثات الهواء وجزيئات الغبار ، وبذلك تسهم النباتات في تنقية البيئة من التلوث .

٥ـ تسهم الكائنات الحية البحرية سواء النباتية أو الحيوانية في مناطق البحار الحارة وقليلة العمق بتكوين التضاريس وظهور الجزر المرجانية عن طريق تراكم هذه الكائنات الحية .

التنوع الحيوي : أبسط تعريف للتنوع الحيوي : الحياة بكل أبعادها عن سطح الأرض ، ويمكن تعريف التنوع الحيوي بأنه : الجزء الحي لملايين الأنواع من الكائنات الحية المتنوعة في أشكالها وحجومها وألوانها وطرائق معيشتها ، ويؤدي كل نوع أو صنف أو سلالة من هذه الكائنات دوراً مهماً في التوازن البيئي على سطح هذا الكوكب .

والتنوع الحيوي هو تنوع المورثات وتوزعها في جميع الكائنات الحية باعتبار أن سر الحياة وجوهرها يتجلّى بمخزونها الوراثي الجيني الـDNA وما يحتويه من مليارات الرموز الوراثية التي تضمن نمو وسلامة واستمرار كل أشكال الحياة من أدناها إلى أعلاها في سلم التصنيف .

تتناقص حالياً إمكانية التنوع الوراثي في أنواع حيوية كثيرة ، وبالتالي تنخفض قدرتها على التكيُّف والعيش مع التغير المناخي العالمي والأمراض والتلوث وغيرها من أشكال تدهور البيئة .

كما أن خسارة التنوع الوراثي تهدد رفاهية الإنسان أكثر من كونها خسارة في الأنواع الحيوية .

يعدُّ الانقراض في أنواع الكائنات الحية حقيقة من حقائق الحياة منذ نشوئها ، وازدادت معدلات الانقراض الحالية التي تسببها النشاطات

البشرية ، حيث تتراوح معدلات الانقراض بين ٤٠ـ١٤٠ نوعاً في اليوم .

مثال : انقراض بعض الحيوانات في سورية كالغزال العربي والدب البني السوري والنمر العربي ، أما الطيور فيتعرض العديد من أنواعها لخطر الانقراض نتيجة للصيد الجائر وتدمير موائل تعشيشها وحياتها كالنسر الأسود والعصفور الدوري ، أما النباتات والغطاء النباتي فهناك تراجع ملحوظ لهذا الغطاء نتيجة للنشاطات البشرية الصناعية والزراعية التي غالباً ما تكون على حساب الغطاء الأخضر ، لقد تراجعت الغابات الطبيعية في سورية حيث كانت تغطي ٣٠٪ من مساحة سورية ، أما الآن فلا تتجاوز مساحة الغابات أكثر من ٢,٥٪ .

أسباب تدهور التنوع الحيوي :

إن تدهور التنوع الحيوي يشكل خسارة اقتصادية كبيرة وهذا يعني : اضطراب النظم البيئية ، فمثلاً تؤدي الحيوانات المفترسة دوراً مهماً في توازن النظام البيئي فلولا وجود الثعلب والذئب والطيور الكواسر التي تتغذى بالأرانب والفئران لتكاثرت هذه الأخيرة وازدادت أعدادها إلى حد كبير ؛ حيث تتلف فيه النباتات بمعدلات تزيد على نموها وإنتاجها ، وهذا يعني : تدهور الغطاء النباتي والإخلال بالتوازن البيئي .

من أسباب تدهور التنوع الحيوي نذكر :

١ـ **خسارة الموئل المناسب لنمو وتكاثر الكائن الحي** : فلكل كائن حي بيئة مناسبة للعيش فيها وتخريب هذا الوسط يعني : حرمان الكائن الحي من تلبية احتياجاته وبالتالي تهديده بالانقراض .

٢ـ **الصيد وتخريب الغطاء النباتي** : وخاصة الصيد الجائر في موسم تكاثر الحيوانات بالإضافة لتخريب وتدهور الغطاء النباتي .

٣ـ **التلوث** : حيث يعتبر تلوث البيئة بجميع أشكاله خطراً كبيراً يهدِّد

النظم البيئية ، مثال : تلوث الهواء والمياه بالأمطار الحامضية تسبب موت الغابات ، أيضاً تلوث المياه يسبب خسارة في عدد الأسماك في البحر واستخدام المبيدات الكيميائية يهدد حياة الكائنات الحية بسبب سميتها وخواصها التراكمية وبطء تفككها .

أهم الإجراءات لحماية التنوع الحيوي :

١ـ مكافحة التلوث بجميع أنواعه للحفاظ على المحيط الحيوي نظيفاً وخاصة من التلوث والمخلَّفات الصناعية الحاوية على مواد سامة ، كذلك ترشيد استعمال المبيدات الكيميائية الحشرية والنباتية .

٢ـ تأمين الموئل الآمن للأحياء البرية وذلك بتأمين الغذاء للحيوانات الأليفة والمحافظة على بيئة الأحياء البرية وأعشاش الطيور وجحور الحيوانات المختلفة .

٣ـ إنشاء الحدائق الوطنية : وهي مناطق طبيعية تحتل مساحات كبيرة تحتوي على النباتات والحيوانات المحمية من التعديات كلها ، لتعيش هذه الحيوانات البحرية تامة كأنها في وسطها الطبيعي .

٤ـ حماية المراعي الطبيعية والغابات : ويجب لتحقيق ذلك اتباع سلوك التربية البيئية وعلاقتها بالتنمية المستدامة للحفاظ على البيئة والتنوع الحيوي واحتياجات الأجيال القادمة .

٥ـ منع صيد الطيور والحيوانات المائية والبرية المهددة بالانقراض وخاصة الصيد الجائر في فترة تكاثر الحيوانات ، وتحريم استعمال المواد المتفجرة في صيد الأسماك ، وترشيد طرائق الصيد البري والبحري .

٦ـ إنشاء المحميات البيئية : التي تضم مساحات كبيرة أو صغيرة من الأنظمة البيئية على استمرارية التنوع الحيوي ، وهذه المحميات تحمي من النشاط والاستثمار البشري .

من أهم المحميات الطبيعية في سورية نذكر منها :

أ ـ محمية الشوح والأرز : تتصف بغابات من نباتات الشوح والأرز اللبناني .

ب ـ محمية أم الطيور : وتتصف بنباتات مميزة لغابة البحر المتوسط المتدهورة .

ت ـ محمية البلعاس (شرق مدينة حماة) : وتتصف بأشجار السرو والصنوبر والبطم الأطلسي .

ث ـ محمية جبل عبد العزيز (في محافظة الحسكة) : تنتشر في هذا الجبل أشجار البطم الأطلسي وأشجار اللوز والزعرور وبعض النباتات الرعوية كالشيح وتحتوي حيوانات برية مفترسة وعاشبة والطيور ، وتم مؤخراً إدخال الغزال العربي .

ج ـ محمية التليلة : (شمال مدينة تدمر) على بعد ٢٧ كم تحتوي على شجيرات رعوية وأعشاب متنوعة وبعض الحيوانات البرية المتنوعة ، وتم إدخال المها والغزال العربي .

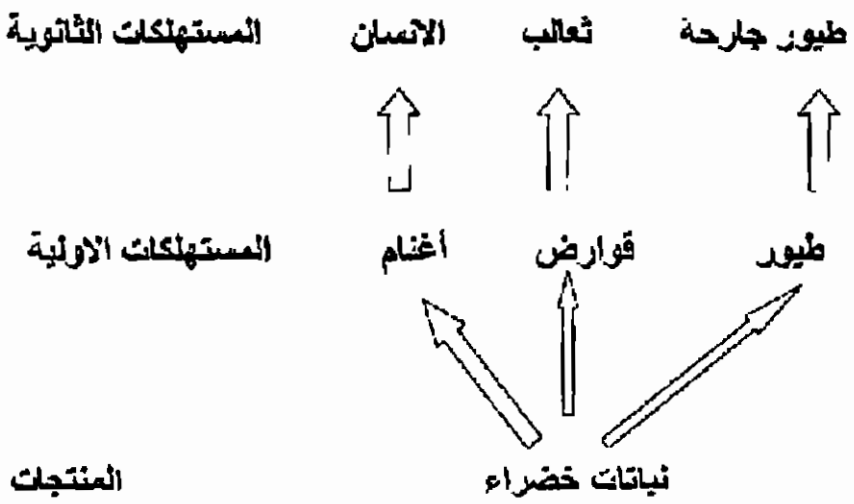
وهناك محميات أخرى في جبل العرب جنوب سورية ، ومحمية الصلنفة وكسب شمال اللاذقية ، ومحمية الفرات شمال غرب دير الزور وغيرها .

السلسلة الغذائية FOOd chain :

هي سلسلة من الكائنات الحية في النظام البيئي يعتمد بعضها على بعض في الغذاء .

نبات (منتج) ⟸ حيوان (مستهلك أولي) ⟸ إنسان (مستهلك ثانوي) .

ومثال على ذلك : هناك سلسلة غذائية في بيئة برية وسلسلة غذائية في بيئة بحرية كما في المخططين التاليين :



مخطط لسلسلة غذائية في بيئة بحرية

كما تعني السلسلة الغذائية : تحويل طاقة الطعام المستمدة من مصدرها عن طريق سلسلة من أنواع الكائنات الحية يأكل فيها كل نوع ما يسبقه في السلسلة . مثال : الحشرات تتغذّى على الأعشاب ، والضفادع تتغذّى على الحشرات والأفاعي تتغذّى على الضفادع .

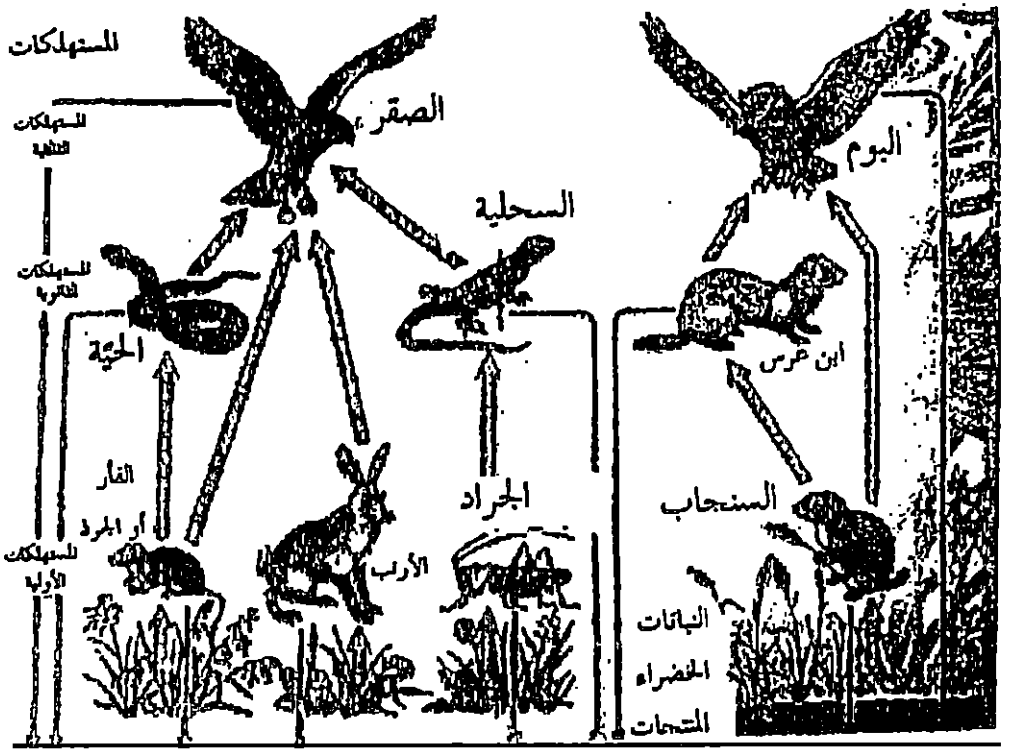
الأعشاب (نباتات خضراء) ⇐ الحشرات ⇐ (آكلات الأعشاب) ⇐ الضفادع (آكلات الحشرات) ⇐ الأفاعي (آكلات اللحم)

تبدأ السلسلة الغذائية دائماً بالنباتات الخضراء ؛ لأنها الكائنات الحية الوحيدة التي تستطيع بناء المواد العضوية من مواد غير عضوية مستمدَّة الطاقة اللازمة من الضوء ، وبذلك نجد أن النباتات الخضراء هي التي تقوم بتجهيز الطاقة (عبر السلسلة الغذائية) لتتغذَّى بها جميع الكائنات الحية ، وعليه فلا بد من وجود النباتات في نظام بيئي .

الشبكة الغذائية :

هي مجموعة من السلاسل الغذائية المتداخلة بعضها مع البعض الآخر ففي السلسلة الغذائية يعتمد الكائن الحي بالتغذية على نوع واحد من الكائنات الحية ، أما في الشبكة الغذائية فلا يعتمد على نوع واحد بل على عدة أنواع من الكائنات الحية .

مثال : الشبكة الغذائية في بيئة برية كما في الشكل فالشبكة الغذائية هي علاقة غذائية متنوعة بين الكائنات الحية ، مثال : اعتماد بعض الحيوانات في تغذيتها على حيوانات أضعف منها فالآكل يجب أن يكون أقوى من المأكول لذلك تحتل أقوى الحيوانات قمة الشبكات الغذائية بعض الصقور تتغذى على الجرذان أو على بعض الطيور ويستفاد من الشبكات الغذائية في المكافحة الحيوية لمكافحة الحيوانات الضارة التي تلحق الضرر بالإنسان والحيوان والنبات ، وذلك عن طريق توفير الظروف الملائمة للمفترسات والطفيليات وإكثارها ثم نشرها في المنطقة المصابة وإن كثيراً من دول العالم استبدلت المكافحة الكيميائية بالمكافحة الحيوية ؛ لأنها صديقة البيئة .



شكل يوضح الشبكة الغذائية في بيئة برية

الفصل الخامس عشر
التربية البيئية

تعريف التربية البيئية :

هي نشر الوعي البيئي لدى أفراد المجتمع كافة لحل المشكلات البيئية ، وتحسين طبيعة العلاقات بين الإنسان والبيئة .

بدأ الاهتمام بالتربية البيئية عندما ظهرت المشكلات البيئية باعتبارها مشكلات اجتماعية متعددة المجالات ، وحلها يحتاج إلى وسائل علمية وسلوكية ، وتضافر اختصاصات مختلفة كعلم الاقتصاد والاجتماع والجغرافية والعلوم الطبيعية والكيمياء والفيزياء وعلم النفس وغيرها ؛ لأن كل مشكلة بيئية لها جوانب متعددة .

في النصف الثاني من القرن العشرين بدأ الاهتمام بالبيئة والمشكلات البيئية على المستوى الدولي والوطني وأصبحت هناك مؤسسة تهتم بحماية البيئة ، ثم تم إنشاء وزارة البيئة للاهتمام بسلامة البيئة وحمايتها ، ورفع قدراتها الإنتاجية ، وتحسين سلامة المواطن .

المشكلات البيئية :

تعني المشكلات البيئية : حدوث خلل أو تدهور في النظام البيئي مما ينجم عنه أخطار بيئية تضر بمظاهر الحياة على سطح الأرض .

الواقع أن المشكلة البيئية لا يقتصر ضررها على مجرد حدوثها بل يمتد

ليشكِّل احتمالات حدوث الخلل أو التدهور البيئي في المستقبل ؛ مثال : تزايد عدد السكان وتناقص معدل إنتاج الغذاء في المستقبل ، ومن ثم يجب أن نتصدَّى لحل هذه المشكلة من الآن لمنع حدوثها ؛ فمفهوم المشكلة البيئية لا يقتصر على ما هو قائم فعلاً ، وإنما تمتد لما يمكن أن يحدث في المستقبل . من هنا تبرز أهمية التخطيط البيئي وصيانتها من أي تدهور .

أهم المشكلات البيئية في سورية :

١ـ مشكلة استنزاف الموارد المائية نتيجة عوامل أهمها :

أ ـ انخفاض منسوب المياه في الآبار ؛ مما أدى إلى تراجع الأراضي الزراعية .

ب ـ نقص مردود ينابيع المياه العذبة أو جفاف هذه الينابيع كمصدر لمياه الشرب .

ج ـ تراجع منسوب المياه (الأمطار) وغزارتها في الأنهار .

د ـ زيادة مستوى الملوحة في المياه الجوفية .

٢ـ تدهور الأراضي الزراعية : نتيجة تزايد المنشآت الصناعية وتلوث المناطق الزراعية القريبة منها ؛ مثال : مصفاة النفط (في حمص وبانياس) ، وغبار الإسمنت الصادر من معامل الإسمنت وغيرها .

٣ـ تدهور الموارد الطبيعية والتنوع الحيوي : نتيجة زيادة النشاطات البشرية من صيد ورعي جائر ، وتدمير الموائل الطبيعية ، والتوسع السكاني وغيرها ، فقد تناقصت مكونات التنوع الحيوي وتراجعت النظم البيئية مما أدى إلى حدوث انقراض بعض الأنواع الحيوانية (مثال : الغزال العربي) .

وتعدُّ سورية مهداً للأصول الوراثية للعديد من الأنواع البرية للقمح والشعير والأغنام والماعز وغيرها من السلالات والأصول الوراثية التي تتعرض لخطر الاختفاء نتيجة استبدالها بأنواع مدخلة غريبة .

التربية البيئية ودورها في حل مشكلات البيئة :

تعتبر المشكلات البيئية من أهم المشكلات التي تعاني منها البشرية اليوم وتهدد مستقبلها ، وهذه المشكلات البيئية أصبحت واقعاً ملموساً يعاني منه كل إنسان في هذا العالم .

ومن المشكلات البيئية نذكر :

تلوث البيئة ، التصحُّر وزحف الصحراء ، زيادة عدد السكان ، استنزاف الموارد الطبيعية ، نقص الغذاء ، انتشار الأمراض البيئية (الأمن الصحي) وغيرها .

ولمعالجة مشكلات البيئة يرى البعض أنها تتم عن طريق التكنولوجيا الحديثة والبعض الآخر يرى الحل بالتربية البيئية السليمة ، وتعاون جميع أفراد المجتمع لتحقيق تغيرات في مظهر البيئة المحيطة به .

ولتحقيق التربية البيئية لابد من :

١ـ ضرورة المحافظة على التوازن البيئي والاهتمام لحل المشكلات البيئية .

٢ـ توفير المعلومات الضرورية للمواطنين عن مشكلات البيئة وتحديد الأسلوب الصحيح للتعامل معها .

٣ـ توفير المهارات اللازمة التي تسهم في حل مشكلات البيئة .

تسعى التربية البيئية إلى تطوير المفاهيم والمهارات لدى أفراد المجتمع لتغيير أنماط سلوكهم ، والتعامل مع البيئة المحيطة بهم لضمان

استمرارية جميع الأحياء وحل المشكلات البيئية ، وهذا يتطلب تصحيح العلاقة بين الإنسان والبيئة . ولابد من الاهتمام بقدرة الموارد الطبيعية على التجدد وضمان بقاء التنمية المستدامة .

التربية البيئية وعلاقتها بالتنمية المستدامة :

لقد عرفت التنمية المستدامة بأنها سد الحاجات الأساسية للبشر دون المساس بحقوق الأجيال القادمة في الموارد الطبيعية المتوفرة ، ويمكن بالتربية البيئية توعية جميع أفراد المجتمع لحاضرهم ، دون التعرض لمستقبل الأجيال المقبلة على تلبية حاجاتهم والحفاظ على الموارد الطبيعية دون تدهورها وتدميرها .

بعض الأمثلة عن معوقات التنمية المستدامة :

١ـ **قطع الغابات** : حيث يتم سنوياً قطع الغابات الاستوائية على مساحات واسعة لا تقل عن ٤٠ مليون هكتار وهذا يسبب تدهوراً خطيراً في البيئة المحلية والعالمية ، وينتج عنه مشكلات بيئية عديدة منها : انجراف التربة في مناطق قطع الغابات ، وأيضاً التصحُّر في مناطق شاسعة من العالم ، وزيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون وما يتبعه من ارتفاع في حرارة الغلاف الجوي ، وهذا النوع من النشاط الإنساني فيه تدهور لمتطلبات أجيال المستقبل .

٢ـ **تلوث الهواء** : يتلوث الهواء وخاصة في الدول الصناعية ، ويشمل هذا التلوث تساقط الأمطار الحامضية وترقيق طبقة الأوزون مما يسبب وصول الأشعة فوق البنفسجية الضارة بالأحياء إلى سطح الأرض ، بالإضافة للغازات السامة المنطلقة من المصانع المختلفة .

٣ـ **تدهور الأراضي** : وذلك بفلاحة أراضي المراعي الطبيعية وإزالة

الغطاء النباتي مما يؤدي إلى استنزاف الموارد الطبيعية وجعلها عرضة للتصحُّر ، فيجب المحافظة على الأراضي الطبيعية وخاصة الغابات للاستفادة منها في الأجيال القادمة .

متطلبات التنمية المستدامة :

تتطلب التنمية المستدامة الاحتياجات التالية لصيانة الموارد لأجيال المستقبل .

١ـ توفير الأمن البيئي (الأمن المائي ، والصحي ، والنووي) .

٢ـ المحافظة على المصادر الزراعية .

٣ـ حماية البيئة من التلوث .

٤ـ التقليل من خطر استخدام التكنولوجيا بطرق غير سليمة .

٥ـ تطوير المصادر البشرية عن طريق التعليم والتدريب .

أهداف التربية البيئية :

من أهداف التربية البيئية :

١ـ تمكِّن الإنسان من فهم الطبيعة المعقدة للبيئة نتيجة تفاعل بين جوانبها المختلفة : البيولوجية ، والفيزيائية ، والاجتماعية ، والثقافية .

٢ـ معرفة الإنسان بالعلاقات البيئية المختلفة في المكان والزمان .

٣ـ استخدام الموارد الطبيعية بعقلانية بما يخدم مصالح الإنسان حاضراً ومستقبلاً .

٤ـ نشر الوعي الوطني بين أفراد المجتمع بأهمية البيئة والتنمية الاقتصادية والاجتماعية والثقافية .

٥ـ ومن أهداف التربية البيئية إقناع الناس بأن المشكلات البيئية

لا تعرف حدود جغرافية ، فالآثار السلبية تنتشر على النطاق المحلي والإقليمي والدولي (مثال التلوث الإشعاعي) .

ولتحقيق أهداف التربية البيئية ندرسها في المجالات التالية : المعرفة والمهارات والانفعال .

١ـ **المعرفة** : توفير المعلومات لفهم النظام البيئي ومكوناته وفهم المشكلات البيئية .

٢ـ **المهارات** : وهي أنشطة عقلانية بهدف اكتساب مهارات عملية لحل المشكلات البيئية .

٣ـ **الانفعال** : وهو تعامل الإنسان مع البيئة للحفاظ عليها وتحسينها .

خصائص التربية البيئية :

من أهم خصائص التربية البيئية نذكر :

١ـ حل مشكلات محددة للبيئة البشرية عن طريق تعاون أفراد المجتمع كافة .

٢ـ اعتماد التربية البيئية على الفروع الدراسية العلمية المختلفة من (جغرافيا ، كيمياء ، فيزياء ، أحياء) لإعطاء نظرة شمولية في حل المشكلات البيئية .

٣ـ اعتماد التربية البيئية وعلاقتها مع التنمية المستدامة .

٤ـ الاهتمام بالبيئة من نواحي مشاريع التخطيط والتنمية .

٥ـ التعاون المحلي والإقليمي والدولي لحماية البيئة وحل مشكلاتها .

تقنيات التربية البيئية :

يمكن استخدام مجموعة من التقنيات في تدريس التربية البيئية ، سواء عن طريق التربية النظامية أو غير النظامية لفهم وحل المشكلات البيئية ومنها :

١ـ التقنيات الفكرية في حل المشكلات البيئية ؛ إذ يبقى العقل مفتوحاً لكشف حلول جديدة (العقول كالمظلات لا تعمل إلا إذا فتحت) .

٢ـ فهم وإدراك مخاطر تلوث البيئة وحل المشكلات البيئية التي تنجم عنها .

٣ـ إدراك التفاعلات بين الجوانب البيئية والاجتماعية والاقتصادية .

٤ـ تطوير المهارات والتفكير العلمي في حل المشكلات البيئية .

فالتربية البيئية : هي وعي كامل للعلاقة بين الإنسان والبيئة ووضع حلول للمشكلات البيئية المختلفة ، وتؤدي **وسائل الإعلام المختلفة** (المقروءة والمسموعة والمرئية) دوراً إيجابياً في نشر المعرفة والوعي البيئي ، وطرح مشكلات البيئة ، بالإضافة للتربية البيئية النظامية التي تتم في المدارس والجامعات .

وأخيراً تهدف التربية البيئية إلى خلق ضمير بيئي عند الإنسان يحدد سلوكه بتعامله مع البيئة في جميع مجالاتها . وعلى الإنسان التعايش مع البيئة ، وبذلك يمكن للتربية البيئية أن تسهم في حماية البيئة وتحسينها في الحاضر والمستقبل .

يقول تعالى : ﴿ ۞ وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِيٓ ءَادَمَ وَحَمَلْنَٰهُمْ فِي ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ وَرَزَقْنَٰهُم مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ وَفَضَّلْنَٰهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا ﴾[الإسراء : ٧٠] .

* * *

فهرس الآيات القرآنية
حسب ترتيب الفصول

المقدمة :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [الروم : ٤١] .

﴿ وَلَا تَبْغِ ٱلْفَسَادَ فِى ٱلْأَرْضِ ۖ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ﴾ [القصص : ٧٧] .

﴿ وَيَسْعَوْنَ فِى ٱلْأَرْضِ فَسَادًا ۚ وَٱللَّهُ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ﴾ [المائدة : ٦٤] .

﴿ وَلَا تَبْخَسُوا۟ ٱلنَّاسَ أَشْيَآءَهُمْ وَلَا تَعْثَوْا۟ فِى ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ﴾ [الشعراء : ١٨٣] .

﴿ وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ قَالُوٓا۟ إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ۞ أَلَآ إِنَّهُمْ هُمُ ٱلْمُفْسِدُونَ وَلَٰكِن لَّا يَشْعُرُونَ﴾ [البقرة : ١١ـ١٢] .

﴿ وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِى ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَمَا فِى ٱلْأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ﴾ [الجاثية : ١٣] .

﴿ هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَ لَكُم مَّا فِى ٱلْأَرْضِ جَمِيعًا﴾ [البقرة : ٢٩] .

﴿ وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ﴾ [الأنعام : ٩٩] .

﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا۟ إِلَى ٱلْأَرْضِ كَمْ أَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۞ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَةً ۖ وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُم مُّؤْمِنِينَ﴾ [الشعراء : ٧ـ٨] .

﴿ ۞ وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِىٓ ءَادَمَ وَحَمَلْنَٰهُمْ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ وَرَزَقْنَٰهُم مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ وَفَضَّلْنَٰهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا﴾ [الإسراء : ٧٠] .

ماذا تعلم عن تلوث البيئة :

﴿ أَفَرَءَيْتُمُ ٱلْمَآءَ ٱلَّذِى تَشْرَبُونَ ۞ ءَأَنتُمْ أَنزَلْتُمُوهُ مِنَ ٱلْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ ٱلْمُنزِلُونَ ۞ لَوْ نَشَآءُ جَعَلْنَٰهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴾ [الواقعة : ٦٨ـ ٧٠] .

التقديم ، وماذا تعلم عن تلوث البيئة :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

﴿ وَلَا تَبْغِ ٱلْفَسَادَ فِى ٱلْأَرْضِ ۖ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ ﴾ [القصص : ٧٧] .

﴿ وَلَا تَبْخَسُوا۟ ٱلنَّاسَ أَشْيَآءَهُمْ وَلَا تَعْثَوْا۟ فِى ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴾ [الشعراء : ١٨] .

﴿ أَفَرَءَيْتُمُ ٱلْمَآءَ ٱلَّذِى تَشْرَبُونَ ۞ ءَأَنتُمْ أَنزَلْتُمُوهُ مِنَ ٱلْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ ٱلْمُنزِلُونَ ۞ لَوْ نَشَآءُ جَعَلْنَٰهُ أُجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ ﴾ [الواقعة : ٦٨ـ ٧٠] .

﴿ صُنْعَ ٱللَّهِ ٱلَّذِىٓ أَتْقَنَ كُلَّ شَىْءٍ ﴾ [النمل : ٨٨] .

﴿ وَفَوْقَ كُلِّ ذِى عِلْمٍ عَلِيمٌ ﴾ [يوسف : ٧٦] .

﴿ وَٱلْأَرْضَ مَدَدْنَٰهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَٰسِىَ وَأَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ شَىْءٍ مَّوْزُونٍ ۞ وَجَعَلْنَا لَكُمْ فِيهَا مَعَٰيِشَ وَمَن لَّسْتُمْ لَهُۥ بِرَٰزِقِينَ ۞ وَإِن مِّن شَىْءٍ إِلَّا عِندَنَا خَزَآئِنُهُۥ وَمَا نُنَزِّلُهُۥٓ إِلَّا بِقَدَرٍ مَّعْلُومٍ ۞ وَأَرْسَلْنَا ٱلرِّيَٰحَ لَوَٰقِحَ فَأَنزَلْنَا مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَسْقَيْنَٰكُمُوهُ وَمَآ أَنتُمْ لَهُۥ بِخَٰزِنِينَ ﴾ [الحجر : ١٩ـ ٢٢] .

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

﴿ يُؤْتِى ٱلْحِكْمَةَ مَن يَشَآءُ ۚ وَمَن يُؤْتَ ٱلْحِكْمَةَ فَقَدْ أُوتِىَ خَيْرًا كَثِيرًا ۗ ﴾ [البقرة : ٢٦٩] .

الفصل الأول : « تلوث الهواء بالغازات السامة » :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

﴿ ۞ وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِىٓ ءَادَمَ وَحَمَلْنَٰهُمْ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ وَرَزَقْنَٰهُم مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ وَفَضَّلْنَٰهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا ﴾ [الإسراء : ٧٠] .

الفصل الثاني : « ملوثات البيئة الضارة بصحة الإنسان » :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

الفصل الثالث : « تلوث الماء خطر كبير يهدد الإنسان » :

﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ ۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴾ [الأنبياء : ٣٠] .

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

الفصل الرابع : « تلوث التربة الضارة بصحة الإنسان » :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

الفصل الخامس : « التلوث الإشعاعي ومخاطره على الأحياء » :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

الفصل السادس : « التلوث بالضجيج أخطر ملوثات البيئة » :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

الفصل السابع : « التلوث البيئي الفساد في الأرض » :

﴿ وَلَا تَبْغِ ٱلْفَسَادَ فِى ٱلْأَرْضِ ۖ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ ﴾ [القصص : ٧٧] .

﴿ وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ قَالُوٓا۟ إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ۞ أَلَآ إِنَّهُمْ هُمُ ٱلْمُفْسِدُونَ وَلَٰكِن لَّا يَشْعُرُونَ ﴾ [البقرة : ١١ـ١٢] .

﴿ وَيَسْعَوْنَ فِى ٱلْأَرْضِ فَسَادًا ۚ وَٱللَّهُ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ ﴾ [المائدة : ٦٤] .

﴿ وَلَا تَبْخَسُوا۟ ٱلنَّاسَ أَشْيَآءَهُمْ وَلَا تَعْثَوْا۟ فِى ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴾ [الشعراء : ١٨٣] .

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

الفصل الثامن : « النباتات وحماية البيئة من التلوث » :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾ [الروم : ٤١] .

﴿ وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِى ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَمَا فِى ٱلْأَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴾ [الجاثية : ١٣] .

﴿ هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَ لَكُم مَّا فِى ٱلْأَرْضِ جَمِيعًا ﴾ [البقرة : ٢٩] .

﴿ أَوَلَمْ يَرَوْا۟ إِلَى ٱلْأَرْضِ كَمْ أَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۞ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَةً ۖ وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُم مُّؤْمِنِينَ ﴾ [الشعراء : ٧ـ٨] .

﴿ وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ ﴾ [الأنعام : ٩٩] .

﴿ ۞ وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِىٓ ءَادَمَ وَحَمَلْنَٰهُمْ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ وَرَزَقْنَٰهُم مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ وَفَضَّلْنَٰهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا ﴾ [الإسراء : ٧٠] .

﴿ أَمَّنْ خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ وَأَنزَلَ لَكُم مِّنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَنۢبَتْنَا بِهِۦ حَدَآئِقَ

ذَاتَ بَهْجَةٍ مَّا كَانَ لَكُمْ أَن تُنۢبِتُوا۟ شَجَرَهَآ ۗ أَءِلَٰهٌ مَّعَ ٱللَّهِ ۚ بَلْ هُمْ قَوْمٌ يَعْدِلُونَ﴾ [النمل : ٦٠] .

الفصل التاسع : « التصحُّر أخطاره ومكافحته » :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [الروم : ٤١] .

الفصل العاشر : « الظواهر البيئية وخطرها على الأحياء » :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [الروم : ٤١] .

الفصل الحادي عشر : « أهمية العوامل الحيوية في البيئة » :

﴿ وَلَا تَبْغِ ٱلْفَسَادَ فِى ٱلْأَرْضِ ۖ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ﴾ [القصص : ٧٧] .

﴿ وَلَا تُفْسِدُوا۟ فِى ٱلْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَٰحِهَا﴾ [الأعراف : ٥٦] .

﴿ وَلَا تَبْخَسُوا۟ ٱلنَّاسَ أَشْيَآءَهُمْ وَلَا تَعْثَوْا۟ فِى ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ﴾ [الشعراء : ١٨٣] .

﴿ وَٱلْأَرْضَ مَدَدْنَٰهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَٰسِىَ وَأَنۢبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍۭ بَهِيجٍ﴾ [ق : ٧] .

﴿ فَأَمَّا ٱلزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَآءً ۖ وَأَمَّا مَا يَنفَعُ ٱلنَّاسَ فَيَمْكُثُ فِى ٱلْأَرْضِ ۚ كَذَٰلِكَ يَضْرِبُ ٱللَّهُ ٱلْأَمْثَالَ﴾ [الرعد : ١٧] .

الفصل الثاني عشر : « أهمية النظام البيئي » :

﴿ وَلَا تَعْثَوْا۟ فِى ٱلْأَرْضِ مُفْسِدِينَ﴾ [البقرة : ٦٠] .

﴿ وَيَسْعَوْنَ فِى ٱلْأَرْضِ فَسَادًا ۚ وَٱللَّهُ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ﴾ [المائدة : ٦٤] .

﴿ وَلَا تَبْغِ ٱلْفَسَادَ فِى ٱلْأَرْضِ ۖ إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُحِبُّ ٱلْمُفْسِدِينَ﴾ [القصص : ٧٧] .

﴿ وَلَا تُطِيعُوٓا۟ أَمْرَ ٱلْمُسْرِفِينَ ۝ ٱلَّذِينَ يُفْسِدُونَ فِى ٱلْأَرْضِ وَلَا يُصْلِحُونَ﴾ [الشعراء : ١٥١ـ ١٥٢] .

الفصل الثالث عشر : « الأمن البيئي » :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [الروم : ٤١] .

﴿ ۞ وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِىٓ ءَادَمَ وَحَمَلْنَٰهُمْ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ وَرَزَقْنَٰهُم مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ وَفَضَّلْنَٰهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا﴾ [الإسراء : ٧٠] .

الفصل الرابع عشر : « الإنسان والبيئة (التوازن البيئي) » :

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ﴾ [الروم : ٤١] .

﴿ فَأَمَّا ٱلزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَآءً ۖ وَأَمَّا مَا يَنفَعُ ٱلنَّاسَ فَيَمْكُثُ فِى ٱلْأَرْضِ ۚ كَذَٰلِكَ يَضْرِبُ ٱللَّهُ ٱلْأَمْثَالَ﴾ [الرعد : ١٧] .

الفصل الخامس عشر : « التربية البيئية » :

﴿ ۞ وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِىٓ ءَادَمَ وَحَمَلْنَٰهُمْ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ وَرَزَقْنَٰهُم مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ وَفَضَّلْنَٰهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلًا﴾ [الإسراء : ٧٠] .

* * *

فهرس الجداول والأشكال

١ـ جدول يبيِّن النسبة المئوية من حجم الهواء للغازات في الهواء الجوي .

٢ـ جدول يبيِّن التراكيز المسموح بها للملوثات الهوائية في المدن .

٣ـ شكل تأثير الملوحة في البنية المرفولوجية والتشريحية لأوراق نبات القطن النامي في ترب مختلفة الملوحة .

٤ـ مخطط يوضح انتقال العناصر المشعة السامة للإنسان .

٥ـ خط بياني يوضح شدة الصوت والتأثر به بالنسبة للزمن .

٦ـ جدول يبيِّن بعض الأصوات وشدتها مقدرة بالديسبل .

٧ـ جدول يوضح مستوى الضجيج الصادر من الأجهزة المنزلية .

٨ـ جدول يبيِّن مستوى شدة الضجيج الصادر عن الجوار .

٩ـ جدول يبيِّن درجة فقدان السمع لدى عمال من طبيعة عمل مختلفة وطول فترة التعرض للضجيج(فترة الخدمة) .

١٠ـ مخطط يوضح تأثير مكونات البيئة ببعضها .

١١ـ مخطط هرم الأعداد .

١٢ـ مخطط هرم الطاقة .

١٣ـ شكل تكشف الجذور الجانبية وجفافها بعد انحسار الرمال .

١٤ـ شكل نباتات البيئة الجافة (نبات الصبار ونبات العملاق) .

١٥ـ مخطط يوضح التأثيرات السلبية للاحتباس الحراري وزيادة معدل حرارة الأرض على المناخ والأحياء .

١٦ـ مخطط يوضح طبقات الغلاف الجوي ومكان طبقة الأوزون .

١٧ـ مخطط يوضح الأثار السلبية الناجمة عن تآكل طبقة الأوزون في الجو .

١٨ـ جدول يبيِّن سماكة الأغلفة الطبيعية .

١٩ـ شكل تلف الأوراق بسبب بعض الحشرات .

٢٠ـ شكل تطفل نبات الهالوك Cucuta .

٢١ـ شكل تطفل نبات ciaranche .

٢٢ـ شكل الميكوريزا Mycorhize .

٢٣ـ شكل يوضح تغيرات الأغصان حسب الشروط البيئية المحيطة بالنبات .

٢٤ـ جدول يوضح الإنتاج الصافي (غ/ م٢/ يوم) في الأوساط البيئية المختلفة .

٢٥ـ مخطط زوايا البيئة .

٢٦ـ شكل يبيِّن حدود المجال الحيوي للكائنات الحية .

٢٧ـ مخطط لسلسلة غذائية في بيئة بحرية .

٢٨ـ مخطط لسلسلة غذائية في بيئة برية .

٢٩ـ شكل يوضح الشبكة الغذائية في بيئة برية .

* * *

المصادر والمراجع

References

١ـ الإنسان ومعجزة الحياة : د . خلود باقي ، مؤسسة الرسالة ، دمشق ، ١٩٨٩م .

٢ـ العلم في حياة الإنسان : د . عبد الحليم منتصر ، الكتاب العربي ، ١٩٨٤م .

٣ـ العلم والدين مناهج ومفاهيم : د . أحمد عروة ، دار الفكر بدمشق ، ١٩٨٧م .

٤ـ الله والعلم الحديث : عبد الرزاق نوفل ، دار مصر للطباعة .

٥ـ الله يتجلى في عصر العلم : ترجمة د . الدمرداش ، دار إحياء الكتب العربية ، القاهرة ، ١٩٦١م .

٦ـ حركة الأرض ودورانها : محمد علي الصابوني ، دار القلم ، ١٩٩١م .

٧ـ مع الله في السماء : د . أحمد زكي ، دار الهلال ، القاهرة .

٨ـ معجزة القرآن : محمد متولي الشعراوي ، المختار الإسلامي ، مصر ، القاهرة .

٩ـ الإسلام والحقائق العلمية : محمود القاسم ، دار الهجرة ، مصر ، القاهرة .

١٠ـ القرآن وعلوم العصر الحديث : إبراهيم فواز عراجي ، دار النهضة العربية ، مصر ، القاهرة .

١١ـ موسوعة الإعجاز العلمي في القرآن والسنة : د . محمد راتب النابلسي ، دار المكتبي ، دمشق ، ٢٠٠٥م .

١٢ـ جغرافيا البحار والمحيطات : د . شاهر جمال آغا ، منشورات جامعة دمشق ، دمشق ، ١٩٨٩م .

١٣ـ علم النبات الزراعي : د . سعيد محمد الحفار ، جامعة دمشق ، كلية الزراعة ، دمشق ، ١٩٧٤م .

١٤ـ العلوم أحياء وبيئة : د . سليمان الخطيب ، د . يحيى العمارين ، منشورات جامعة دمشق ، كلية التربية ، ٢٠٠٣م .

١٥ـ أساسيات علم البيئة النباتية ـ الجزء العملي : د . سهيل نادر ، وفيقة إبراهيم ، منشورات جامعة دمشق ، ٢٠٠٥م .

١٦ـ الجراثيم الطبية وأثرها على التغذية وصحة البيئة : د . الفاضل العبيد عمر ، دار المطبوعات الحديثة ، جدة ، ١٩٩٠م .

١٧ـ الإعجاز العلمي في القرآن الكريم : محمد سامي محمد علي ، دار المحبة للطباعة والنشر ، دمشق ، ١٩٩٣م .

١٨ـ خواطر علمية من كتاب الله تعالى : محمد صفوح الموصلي ، سلسلة أهل الذكر(٣) ، دمشق ، ٢٠٠٢م .

١٩ـ الزراعة المحمية : نبيل تاجي ، الأردن ، عمان ، ١٩٧٦م .

٢٠ـ الزراعة للهواة: سمير ماردیني ، دار الهجان ، دمشق، ١٩٨٣م.

٢١ـ النبات الاقتصادي : ألبرت هيل ، ترجمة عبد الحليم نصر ، الناشر مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٦٢م .

٢٢ـ الإشنيات والبيئة البحرية : د . وفاء بغدادي ، د . حامد ميهوب ، منشورات جامعة دمشق ، ١٩٨٢م .

٢٣ـ علم المناخ والحرارة : د . شاهر جمال آغا ، منشورات جامعة دمشق ، كلية الآداب ، ١٩٧٨م .

٢٤ـ الجغرافية الحيوية : د . عماد الدين الموصلي ، منشورات جامعة دمشق ، دمشق ، ١٩٨١م .

٢٥ـ الجيولوجيا العامة : د . محمد نصوح الخيمي ، محمد أنور محفوظ ، مطبعة رياض ، دمشق ، ١٩٨٥م .

٢٦ـ كرتنا الأرضية : د . سمير ماردیني ، دار الإيمان ، دمشق ، ١٩٨٥م .

٢٧ـ الأشجار والنجم الثمرية : الأمير مصطفى الشهابي ، دمشق ، ١٩٨٠م .

٢٨ـ الوجيز في الفيزيولوجيا النباتية : د . سعيد محمد الحفار ، المطبعة التعاونية ، دمشق ، ١٩٧٧م .

٢٩ـ الفيزيولوجيا النباتية : د . حمزة قاسم حمزة ، منشورات جامعة حلب ، كلية العلوم ، حلب ، ١٩٨٢م .

٣٠ـ أساسيات فسيولوجيا النبات : د . محمد جمال الدين حسونه ، دار المطبوعات الجديدة ، القاهرة ، ١٩٧٩م .

٣١ـ تاريخ الحياة : ماك ألستر ، ترجمة : د . فؤاد العجل ، مطبعة الجامعة ، دمشق ، ١٩٧٨م .

٣٢ـ التلوث البيئي والأمن الصناعي : د . أحمد الشلاح ، د . فؤاد الصالح ، المطبعة الجديدة ، دمشق ، ١٩٨٤م .

٣٣ـ الإنسان غرائب وعجائب : سليمان سليم البواب ، دار الحكمة ، دمشق ، ١٩٨٤م .

٣٤ـ الإنسان والبيئة : إيفور أداباشيف ـ ترجمة عن اللغة الروسية ، دار مير للطباعة والنشر ، موسكو ، ١٩٨٥م .

٣٥ـ أساسيات علم الحِراج : د . إبراهيم النحال ، منشورات جامعة حلب ، حلب ، ١٩٧١م .

٣٦ـ أساسيات ومبادئ علوم الغابات والحراج : د . معين الزغت ، منشورات كلية الزراعة ، دمشق ، ١٩٦٩م .

٣٧ـ قاموس البيولوجيا العامة : د . يوسف بلتو ، د . يوسف الأشقير ، مؤسسة الزهران للطباعة وللنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، الجامعة الأردنية ، عمان ، ١٩٩٤م .

٣٨ـ نافذة على كوكب الحياة : د. طالب عمران ، دمشق، ١٩٨٠م.

٣٩ـ الماء تلك المادة العجيبة : أ . بتريانوف ، ترجمة عن اللغة الروسية ، د . عيسى مسوح ، دار مير ، موسكو ، ١٩٨٨م .

٤٠ـ الأرض رعايتها حياتنا : نوفيكوف ، ترجمة : حسام شاة ، دار مير ، موسكو ، ١٩٨٠م .

٤١ـ مبادئ فسيولوجيا النبات : د . عماد الدين الشيشيني ، د . أحمد فتحي يونس ، دار المعارف ، الطبعة الأولى ، مصر ، الإسكندرية ، ١٩٦٢م .

٤٢ـ أصول الجغرافيا المناخية : حسن سيد أحمد أبو العينين ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر ، بيروت ، ١٩٨٥م .

٤٣ـ علم البيئة النباتية : حسين علي أبو الفتوح ، منشورات جامعة الملك سعود ، الرياض ، ١٩٩٥م .

٤٤ـ علم المناخ والأرصاد الزراعية : د . عبد الله أبو زخم ، منشورات جامعة دمشق ، كلية الزراعة ، دمشق ، ١٩٩٧م .

٤٥ـ البيئة والإنسان : إبراهيم سلمان الأحدب ، منشورات مكتبة فهد الوطنية ، الرياض ، ٢٠٠٤م .

٤٦ـ التلوث مشكلة العصر : أحمد مدحت سلام ، عالم المعرفة ، ١٩٩٠م .

٤٧ـ البيئة والغطاء النباتي : د . يوسف بركودة ، د . محمد العودات ، مجلة علوم الحياة ، عدد خاص ، دمشق ، ١٩٧٩م .

٤٨ـ البيئة وتوزع النبات الجغرافي : د . يوسف بركودة ، منشورات جامعة دمشق ، كلية العلوم ، دمشق ، ١٩٨٦م .

٤٩ـ علم البيئة النباتية : بوران حاتوغ ، دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان ، ١٩٩٣م .

٥٠ـ التلوث البيئي وأثره على النظام الحيوي : حسن أحمد حسان ، دار الفكر للطباعة والنشر ، عمان ، ٢٠٠٠م .

٥١ـ ملوثات البيئة : محمد إبراهيم الحسن ، إصدار مكتبة الخريجي ، الرياض ، ١٩٩٥م .

٥٢ـ أساسيات علم البيئة : أحمد مصطفى حياتي ، إصدار مكتبة المتنبي ، السعودية ، الدمام ، ٢٠٠٦م .

٥٣ـ علم البيئة : د . أحمد رشيد ، منشورات معهد الإنماء العربي ، بيروت ، ١٩٩٠م .

٥٤ـ الطاقة وتلوث البيئة : أحمد مدحت سلام ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٩م .

٥٥ـ أخطار البيئة والنظام الدولي : عامر طراف ، بيروت، ١٩٩٨م .

٥٦ـ علوم الصحارى : عالم الفكر ، مجلد ١٧ ، عدد ٣ ، وزارة الإعلام ، الكويت ، ١٩٨٦م .

٥٧ـ الجغرافيا النباتية : د . محمد العودات ، محمد عبيدو ، عمادة شؤون المكتبات جامعة الملك سعود ، الرياض ، ١٩٨٥م .

٥٨ـ سيكولوجيا التلوث : عبد الرحمن العيسوس ، دار المراتب الجامعية ، بيروت .

٥٩ـ علم السرطان البيئي : د . سعيد محمد الحفار ، دار الفكر ، دمشق ، ١٩٨٣م .

٦٠ـ تأثير الهواء الملوث بمدينة دمشق ، د . عدنان نظام ، هيفاء قاسم ، مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية ، مجلد ١٧ ، عدد ٢ ، دمشق ، ٢٠٠١م .

٦١ـ الطحالب وتلوث الحياة : د . حمودي حيدر ، جامعة المختار ، ليبيا ، ١٩٩٢م .

٦٢ـ الإشعاع النووي : سعود رعد ، طرابلس ، لبنان ، ١٩٨٦م .

٦٣ـ النفايات الخطرة والبيئة : خالد عنافرة ، الأهلية للنشر والتوزيع ، دمشق ، ١٩٨٨م .

٦٤ـ التلوث وحماية البيئة : د . محمد العودات ، الأهالي للطباعة والنشر والتوزيع ، دمشق ، ١٩٨٨م .

٦٥ـ النباتات الطبية واستعمالها : د . محمد العودات ، د . جورج لحام ، الأهالي للطباعة والنشر والتوزيع ، دمشق ، ١٩٨٧م .

٦٦ـ المدخل إلى العلوم البيئية : سامح الغرايبة ، دار الشروق ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٠م .

٦٧ـ النظائر المشعة في الحياة اليومية : منشورات هيئة الطاقة الذرية ، دمشق ، ١٩٨٥م .

٦٨ـ دور الاستشعار عن بعد في رصد ظاهرة الجفاف : عبد الحليم لولول ، مجلة الاستشعار عن بعد ، العدد ١٣ ، دمشق ، ٢٠٠١م .

٦٩ـ الإنسان والبيئة : إصدار المنظمة العربية للتربية والتقانة والعلوم ، القاهرة ، ١٩٧٧م .

٧٠ـ الإنسان ومشكلات البيئة : د . سعيد محمد الحفار ، منشورات جامعة قطر ، الدوحة ، ١٩٨١م .

٧١ـ بيئة من أجل البقاء : د . سعيد محمد الحفار ، منشورات جامعة قطر ، الدوحة ، ١٩٩٠م .

٧٢ـ البيئة العامة : د . أكرم خوري ، د . محمد عبيدو ، مطبعة الاتحاد ، دمشق ، ١٩٩٠م .

٧٣ـ العلوم أحياء وبيئة : د . عمر أبو عون ، فياض سكيكر ، منشورات جامعة دمشق ، كلية التربية ، دمشق ، ٢٠٠٣م .

٧٤ـ الطاقة وتلوث البيئة : د . أحمد مدحت سلام ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٩م .

٧٥ـ الإنسان والبيئة : د . مصطفى طلبه وآخرون ، سلسلة الكتاب العربي ، الكويت ، ١٩٩٠م .

٧٦ـ مشكلات البيئة : د . محمد العودات ، مطبعة الأهالي ، دمشق ، ١٩٩٥م .

٧٧ـ أساسيات علم البيئة وتطبيقاته : د . إبراهيم نحال ، منشورات جامعة حلب ، حلب ، ١٩٨٨م .

٧٨ـ الإنسان والتلوث البيئي : د . صالح وهبة ، دار الفكر ، دمشق ، ٢٠٠١م .

٧٩ـ علم البيئة النباتية : أحمد محمد مجاهد ، عمادة شؤون المكتبات ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، ١٩٨٧م .

٨٠ـ علم البيئة : أحمد محمد مجاهد ، جامعة الملك سعود ، الرياض ، ٢٠٠١م .

٨١ـ البيئة النباتية : سمير نصير ، مديرية الكتب والمطبوعات ، جامعة تشرين ، ١٩٨٤م .

٨٢ـ علم البيئة النباتية : أحمد الباز يونس ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٩٠م .

٨٣ـ صفوة التفسير : محمد علي الصابوني ، منشورات دار النمير ، دمشق ، ١٩٩٤م .

٨٤ـ البيئة النباتية : غورشينا ، ترجمة عن اللغة الروسية ، موسكو ، ١٩٧٩م .

٨٥ـ الفيزيولوجيا النباتية : أ . ليبرت ، ترجمة عن اللغة الألمانية ، فيينا ، ١٩٧٦م .

٨٦ـ النبات العام : أحمد محمد مجاهد ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٩٦م .

٨٧ـ الطحالب وتلوث المياه : حمودي حيدر ذرب ، منشورات جامعة عمر المختار ، ليبيا ، البيضاء ، ١٩٩٢م .

٨٨ـ التنوع الحيوي في سورية : منشورات جامعة دمشق ، كلية العلوم ، ٢٠٠٩م .

٨٩ـ فيزيولوجيا البيئة النباتية : د . محمد غسان سلوم ، جامعة دمشق ، ٢٠١١م .

٩٠ـ البيئة النباتية : د . محمد غسان سلوم ، الطبعة الرابعة ، مطبعة خالد بن الوليد ، دمشق ، ١٩٩٠م .

٩١ـ البيئة التطبيقية والتلوث : د . محمد غسان سلوم ، د . عدنان نظام ، جامعة دمشق ، ٢٠١٠م .

٩٢ـ الفيزيولوجيا النباتية : د . محمد غسان سلوم ، د . سليم زيد ، جامعة دمشق ، ٢٠٠٩م .

٩٣ـ التغذية والنمو ـ قسم النمو : د . محمد غسان سلوم ، جامعة دمشق ، ٢٠٠٩م .

٩٤ـ علم البيئة النباتية : د . محمد غسان سلوم ، د . سهيل نادر ، جامعة دمشق ، ٢٠٠٨م .

٩٥ـ أسرار عالم النبات : د . محمد غسان سلوم ، دار المكتبي ، دمشق ، ٢٠٠٩م .

٩٦ـ الغازات الجوية وأثرها على بقاء الحياة : د . محمد غسان سلوم ، مجلة الطيران المدني ، عدد ٦١ ، دمشق ، ١٩٨٢م .

٩٧ـ تلوث الهواء بالغازات السامة : د . محمد غسان سلوم ، مجلة التقدم العلمي ، عدد ٢٥ ، الكويت ، ١٩٩٩م .

٩٨ـ تلوث الهواء خطر كبير يهدد الإنسان : د . محمد غسان سلوم ، مجلة المنهل ، عدد ٥٦٠ ، جدة ، ١٩٩٩م .

٩٩ـ ملوثات البيئة الضارة بصحة الإنسان : د . محمد غسان سلوم ، مجلة البيئة والتنمية ، عدد ١٢ ، بيروت ، ١٩٩٨م .

١٠٠ـ النبات وحماية البيئة من التلوث : د . محمد غسان سلوم ، مجلة الفيصل ، عدد ٢٦٦ ، الرياض ، ١٩٩٨م .

١٠١ـ التصحر أخطاره ومكافحته : د . محمد غسان سلوم ، مجلة الخفجي ، عدد ١١ ، الرياض ٢٠٠٥م .

١٠٢ـ فوائد الغابات والأخطار التي تهددها : د . محمد غسان سلوم ، مجلة نهج الإسلام ، عدد ٨٧ ، دمشق ، ٢٠٠٢ م .

١٠٣ـ الضجيج آفة العصر : د . محمد غسان سلوم ، مجلة المعلم العربي ، عدد ٤٣٤ ، دمشق ، ٢٠٠٩م .

١٠٤ـ التربية البيئية : د . محمد غسان سلوم ، مجلة المعلم العربي ، عدد ١ ، دمشق ، ٢٠٠٩م .

١٠٥ـ الإنسان والأمن البيئي : د . محمد غسان سلوم ، مجلة الباحثون ، عدد ١٢ ، دمشق ، ٢٠٠٨م .

١٠٦ـ مخاطر التلوث الإشعاعي : د . محمد غسان سلوم ، مجلة تقانة وفكر ، عدد ١٢ ، دمشق ، ١٤٣١ هـ .

١٠٧ـ الإنسان والبيئة : د . محمد غسان سلوم ، مجلة نهج الإسلام ، عدد ١٠١ ، دمشق ، ٢٠٠٦م .

١٠٨ـ الظواهر البيئية وضررها على الأحياء : د . محمد غسان سلوم ، مجلة نهج الإسلام ، عدد ١٠٣ ، دمشق ، ٢٠٠٧م .

١٠٩ـ أهمية النظام البيئي : د . محمد غسان سلوم ، مجلة نهج الإسلام ، عدد ١٠٥ ، دمشق ، ٢٠٠٧م .

١١٠ـ العوامل الحيوية ودورها في البيئة : د . محمد غسان سلوم ، مجلة نهج الإسلام ، عدد١٠٦ ، دمشق ، ٢٠٠٧م .

١١١ـ تلوث البيئة. . . . الفساد في الأرض : د . محمد غسان سلوم ، مجلة نهج الإسلام ، عدد١٠٩ ، دمشق ، ٢٠٠٨م .

١١٢ـ النباتات دروع واقية من التلوث : د . محمد غسان سلوم ، مجلة تقانة وفكر ، عدد٦ ، دمشق ، ١٤٢٩ هـ .

١١٣ـ النباتات الخضراء وأثرها على البيئة والإنسان : د . محمد غسان سلوم ، مجلة تقانة وفكر ، عدد٤ ، دمشق ، ١٤٢٩ هـ .

١١٤ـ الأرض والنبات : د . محمد غسان سلوم ، مجلة القافلة ، عدد٣ ، مجلد٤٧ ، الظهران ، ١٩٨٧م .

١١٥ـ التكاثر في الزمر النباتية : د . أنور الخطيب ، د . محمد غسان سلوم ، مطبعة الإحسان ، دمشق ، ١٩٨٠م .

١١٦ـ بيولوجيا الأحياء : د . عدنان نظام ، منشورات جامعة دمشق ، دمشق ، ٢٠٠٥م .

١١٧ـ الطحالب : د . كمال الأشقر ، منشورات جامعة دمشق ، كلية العلوم ، دمشق ، ٢٠١١م .

١١٨ـ المدخل إلى العلوم البيئية : سامح غرايبة ، إصدار دار الشروق ، عمان ، الأردن ، ٢٠٠٠م .

* * *

المحتوى

الموضوع	الصفحة
الإهداء	٥
المؤلف في سطور	٧
تقديم الدكتور علي القيم	٧
تقديم الدكتور محمد أبو حرب	٩
تقديم الدكتور عبد القادر الكتاني	١٣
تقديم الأستاذ مروان مراد	١٧
كلمة شكر وعرفان وتقدير	٢١
ماذا تعلم عن تلوث البيئة... الفساد في الأرض	٢٥
المقدمة	٢٧
فصول الكتاب	٣٢

الفصل الأول

« تلوث الهواء بالغازات السامة »

ـ الغازات السامة	٣٣
ـ ملوثات الهواء	٣٤

الفصل الثاني

« ملوثات البيئة الضارة بصحة الإنسان »

ـ الجزيئات الصلبة ٤١
ـ جزيئات بعض المعادن السامة ٤٣
ـ جزيئات الأميانت ٤٣
ـ جزيئات الرصاص ٤٣
ـ جزيئات الزئبق ٤٤
ـ الفحوم الهيدروجينية ٤٥
ـ الضباب الدخاني ٤٥
ـ المبيدات الكيميائية ٤٦
ـ تلوث الهواء بالجراثيم ٤٦
ـ تأثير تلوث الهواء في الأبنية والمنشآت ٤٧
ـ تأثير الغازات الهوائية السامة في النبات ٤٧
١ـ تأثير غاز SO_2 في النبات ٤٧
٢ـ تأثير أكاسيد الأزوت NO ، NO_2 في النبات ٤٨
٣ـ تأثير غاز أول أوكسيد الكربون CO في النبات ٤٨
٤ـ تأثير الرصاص في النبات ٤٨
ـ ضرورة التحكم بتلوث الهواء ٤٩
ـ الطرائق الوقائية للمحافظة على سلامة الهواء من التلوث ٤٩

الفصل الثالث

« تلوث الماء خطر كبير يهدد الإنسان »

ـ أهمية الماء ٥٣

ـ ملوثات الماء ٥٥
ـ أهم مصادر التلوث الإشعاعي ٥٩
ـ التلوث بالمعادن الثقيلة ٦٠
أـ الرصاص ٦٠
ب ـ الزئبق ٦١
جـ ـ الكادميوم ٦١
ـ التلوث بالمواد الصلبة ٦١
ـ التلوث الحراري ٦٢
ـ أهمية الأوكسجين في الماء ٦٣
ـ وقاية الماء من التلوث ٦٤
ـ طرائق معالجة الماء ٦٥

الفصل الرابع

« تلوث التربة الضارة بصحة الإنسان »

ـ ملوثات التربة ٦٩
ـ مكونات التربة ٧٠
ـ طبقات التربة ٧١
ـ ملوثات التربة ٧٢
ـ التلوث بالمخلّفات الصلبة ٧٢
ـ التلوث بالمخلّفات السائلة ٧٣
ـ المكافحة الحيوية ٧٥

الفصل الخامس

« التلوث الإشعاعي ومخاطره على الأحياء »

ـ أهم أنواع الإشعاعات الضارة ٧٧
ـ الغبار الذري ٧٩
ـ مصدر الإشعاع ٧٩
أـ مصادر طبيعية ٧٩
ب ـ مصادر بشرية ٨٠
ـ التلوث الغذائي بالإشعاع ٨١
ـ تأثير الإشعاع على الكائنات الحية ٨٤
ـ مخاطر الإشعاعات على الإنسان ٨٤
ـ ضرر الأشعة فوق البنفسجية ٨٥

الفصل السادس

« التلوث بالضجيج أخطر ملوثات البيئة »

ـ تعريف الضوضاء أو الضجيج Noise ٨٨
ـ الصوت والضجيج sound and noise ٨٩
ـ الصوت طاقة لها شدة وتردد ٨٩
ـ قياس شدة الضجيج ٩١
ـ أنواع الضجيج ٩٢
ـ مصادر الضجيج ٩٢
١ـ وسائط النقل المختلفة ٩٣
أـ ضجيج السيارات ٩٣

ب ـ ضجيج القطارات ٩٤
ج ـ ضجيج الطائرات ٩٤
٢ـ ضجيج الآلات الصناعية ٩٤
٣ـ ضجيج المنازل ٩٥
٤ـ ضجيج الجوار ٩٥
ـ الفرق بين التلوث بالضجيج والملوثات الأخرى ٩٧
ـ مخاطر التلوث بالضجيج (الآثار السلبية على الإنسان والحيوان
والنبات) ٩٧
١ـ الآثار النفسية ٩٩
٢ـ الآثار الجسمية ٩٩
٣ـ الآثار السمعية ١٠٠
٤ـ الآثار الاقتصادية ١٠١
٥ـ الآثار السلبية على الإنتاج الحيواني والنباتي ١٠٢
١ـ في الإنتاج الحيواني ١٠٢
٢ـ في الإنتاج النباتي ١٠٢
طرق الحد من آثار الضجيج ١٠٣

الفصل السابع

« التلوث البيئي الفساد في الأرض »

مكونات البيئة ودورها في انتقال التلوث عبر السلاسل الغذائية ... ١٠٦
تأثير مكونات البيئة ببعضها ١٠٧
أهرامات الغذاء Food pyramids ١٠٨
العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية ١١٠

١ـ التنافس ١١٠
٢ـ التعاون ١١٠
٣ـ التطفل ١١٠
٤ـ التعايش ١١٠
٥ـ الافتراس ١١٠
٦ـ الرمية ١١١
المواطن البيئية ١١١
مواطن البيئة المائية ١١١
١ـ مواطن بيئية مائية مالحة ١١١
٢ـ مواطن بيئية مائية عذبة ١١١
مواطن البيئة اليابسة ١١٢
١ـ بيئة الغابات ١١٢
٢ـ البيئة الصحراوية ١١٢
ظاهرة التلوث في سورية ١١٤
مصادر تلوث الهواء ١١٤
مصادر تلوث الماء ١١٤
مصادر تلوث التربة ١١٥
حل مشكلة التلوث ١١٥

الفصل الثامن

« النباتات وحماية البيئة من التلوث »

تعريف الغطاء النباتي ١١٧
دور الغطاء النباتي ١١٨

فوائد الغطاء النباتي للإنسان والطبيعة وأثره في حمايتها من التلوث ١١٨
الفوائد الحيوية للغابات ١١٨
١ـ إنتاج المواد العضوية ١١٩
٢ـ توفير الأكسجين ١١٩
٣ـ تنقية الجو من الجراثيم والفيروسات ١١٩
٤ـ حفظ رطوبة التربة والجو ١٢٠
٥ـ دور الغابات في تجمع الثلوج وتأخير ذوبانها ١٢١
٦ـ خزن المياه في التربة ١٢١
٧ـ حفظ التربة من الانجراف ١٢٢
٨ـ أثر الغابات في تشكل التربة الدبالية ١٢٢
٩ـ تخفيف سرعة الرياح الشديدة ١٢٣
١٠ـ التخفيف من ارتفاع الحرارة في المناطق الحارة ١٢٣
١١ـ إنتاج الفحم والخشب ١٢٣
١٢ـ امتصاص الغبار ١٢٤
١٣ـ امتصاص الغازات السامة ١٢٤
١٤ـ فوائد المسطحات الخضراء ١٢٤
١٥ـ فوائد الغابات الترفيهية والجمالية ١٢٥
دور النباتات في حماية البيئة من التلوث ١٢٥
مخاطر ملوثات الهواء على النباتات ١٢٦
الأخطار التي تهدد الغابات ١٢٦
١ـ فلاحة أراضي المراعي الطبيعية ١٢٧
٢ـ الرعي الجائر ١٢٧
٣ـ تغير المناخ ١٢٧

٤ـ قطع الغابات ١٢٧
٥ـ حرق الغابات ١٢٧
٦ـ الحشرات الضارة ١٢٧
٧ـ تربية المواشي ١٢٨
٨ـ تلوث الهواء ١٢٨
حماية الغابات وطرق تحسينها ١٢٨
أهم الغابات في سورية ١٢٩
١ـ غابات المنطقة الساحلية ١٣٠
٢ـ غابات المنطقة السهبية ١٣٠

الفصل التاسع

« التصحُّر أخطاره ومكافحته »

التصحُّر ١٣٣
زحف الصحراء ١٣٣
التربة الصحراوية ١٣٥
الأخطار التي تزيد من التصحُّر وتهدد دول العالم ١٣٦
أسباب حرائق الغابات ١٣٦
مكافحة التصحُّر ١٣٨

الفصل العاشر

« الظواهر البيئية وخطرها على الأحياء »

أهم الظواهر الناتجة عن تلوث الهواء ١٤٢
١ـ ظاهرة الأمطار الحمضية (المياه الحمضية) ١٤٢

٢ـ ظاهرة الاحتباس الحراري (ظاهرة الاحترار أو ظاهرة الدفيئة) ١٤٣
٣ـ ظاهرة الضباب الدخاني Smog ١٤٦
٤ـ ظاهرة تآكل طبقة الأوزون Ozone O_3 ..... ١٤٧
الغلاف الجوي Atmosphere ١٤٧
غاز الأوزون O_3 ..... ١٥٢
تأثير غاز الأوزون O_3 ..... ١٥٢

الفصل الحادي عشر

« أهمية العوامل الحيوية في البيئة »

العوامل الحيوية Biotic factores ١٥٦
تأثير الأحياء الدقيقة على النباتات ١٥٧
تأثير الحيوانات على النباتات ١٥٨
التطفُّل ١٥٩
التعايش ١٦٠
تأثير التطفُّل على النبات الآخر ١٦١
تأثير التطفُّل على البنية الداخلية للنباتات ١٦٢
تأثير التطفُّل على الأزهار ١٦٣
تأثير النباتات على شكل النباتات الأخرى ١٦٣

الفصل الثاني عشر

« أهمية النظام البيئي »

النظام البيئي ١٦٧
المجتمع الحيوي ١٦٨

١ـ الأحياء المنتجة ١٦٨
٢ـ الأحياء المستهلكة ١٦٨
٣ـ الأحياء المفكِّكة أو المحلِّلة ١٦٩
انتقال الطاقة في النظام الحيوي ١٦٩
أمثلة على النظام البيئي ١٧٠
المستنقع ١٧٠
الغابة ١٧١
إنتاج النظام البيئي ١٧١
مكونات البيئة ١٧٢
حلقات العناصر الأساسية في الطبيعة ١٧٣
دورة الفحم في الطبيعة ١٧٣
دور الآزوت في الطبيعة ١٧٤
دورالفوسفور في الطبيعة ١٧٤
دور الماء في الطبيعة ١٧٥

الفصل الثالث عشر

« الأمن البيئي »

تعريف الأمن البيئي ١٧٧
١ـ الأمن البيئي الصحي ١٧٨
٢ـ الأمن البيئي المائي ١٧٩
توزع الماء ١٧٩
دورة المياه ومخزونها ١٨٠
أهمية المحافظة على الماء ١٨٠

٣ـ الأمن النووي ١٨١
الاهتمام العالمي بالحياة الحيوانية والنباتية ١٨٢
الأضرار التي تصيب الحياة الحيوانية والنباتية ١٨٢

الفصل الرابع عشر

« الإنسان والبيئة (التوازن البيئي) »

الإنسان والبيئة ١٨٦
زوايا مثلث البيئة ١٨٦
١ـ الكائنات الحية ١٨٧
٢ـ البيئة ١٨٧
٣ـ العلاقات بين الكائنات الحية والبيئة ١٨٨
المنظومات البيئية ١٨٨
تطور العلاقة بين الإنسان والبيئة ١٨٩
التوازن البيئي ١٩٠
التوازن البيئي الطبيعي ١٩٠
التوازن الحيوي ١٩١
أسباب الإخلال في التوازن البيئي ١٩٢
حدود المجال الحيوي ١٩٤
أهمية الغلاف الحيوي ١٩٥
التنوع الحيوي ١٩٦
أسباب تدهور التنوع الحيوي ١٩٧
أهم الإجراءات لحماية التنوع الحيوي ١٩٨
أهم المحميات الطبيعية في سورية ١٩٩

السلسلة الغذائية ١٩٩
الشبكة الغذائية ٢٠١

الفصل الخامس عشر
« التربية البيئية »

تعريف التربية البيئية ٢٠٣
المشكلات البيئية ٢٠٣
المشكلات البيئية في سورية ٢٠٤
التربية البيئية ودورها في حل مشكلات البيئة ٢٠٥
التربية البيئية وعلاقتها بالتنمية المستدامة ٢٠٦
بعض الأمثلة عن معوقات التنمية المستدامة ٢٠٦
متطلبات التنمية المستدامة ٢٠٧
أهداف التربية البيئية ٢٠٧
خصائص التربية البيئية ٢٠٨
تقنيات التربية البيئية ٢٠٩
فهرس الآيات القرآنية حسب فصول الكتاب ٢١١
فهرس الأشكال والجداول ٢١٧
المصادر والمراجع ٢١٩
المحتوى ٢٣١

❊ ❊ ❊

المؤلف في سطور

١ـ الدكتور محمد غسان سلوم مواليد دمشق شام ٩ـ١١ـ١٩٤١م .

٢ـ أستاذ في جامعة دمشق كلية العلوم قسم علم الحياة النباتية .

٣ـ دكتوراه في علم الأحياء عام ١٩٧٤م ، اختصاص الفيزيولوجيا النباتية والبيئية .

٤ـ شهادة البكالوريوس العامة في العلوم BSC (كيمياء + نبات) جامعة دمشق ١٩٦٦م .

٥ـ شهادة الدكتوراه في علم الأحياء ph.D جامعة كييف Kiev أوكرانيا .

٦ـ عضو الهيئة التدريسية في كلية العلوم جامعة دمشق ١٩٧٤م .

٧ـ إيفاد مهمة بحث علمي إلى إنكلترا جامعة نيوكاسل Newcastl ١٩٩٨ م ـ١٩٩٩ م .

٨ ـ تأليف الكتب الجامعية والمرجعية التالية :

كتاب التكاثر في الزمر النباتية .

كتاب البيئة النباتية .

كتاب التغذية النمو قسم النمو .

كتاب الفيزيولوجية النباتية .

كتاب الفيزيولوجية النباتية الجزء العلمي .

كتاب البيئة التطبيقية .

كتاب علم البيئة النباتية .

كتاب أسرار عالم النبات .

كتاب تلوث البيئة . . . . الفساد في الأرض .

٩ـ نشر أبحاث علمية في مجلاَّت مُحكَّمة في مجال علم الأحياء باللغات العربية ، والروسية ، والإنكليزية .

١٠ـ نشر مقالات علمية (٥٠ مقالة) في مجلات محلية وعربية (سورية ولبنان والكويت والسعودية) .

١١ـ تقييم أبحاث علمية باللغة العربية والإنكليزية لعلماء عرب وأجانب ، في مجال الفيزيولوجيا النباتية والبيئة .

١٢ـ تقييم وفحص الإنتاج العلمي ؛ لتعيين وترقية أعضاء الهيئة التدريسية في جامعة دمشق ، وجامعة حلب ، وجامعة الإمارات ، وجامعة البحرين ، وعدة جامعات عربية أخرى .

١٣ـ براءة تقدير من المجلس الأعلى للعلوم ، وزارة التعليم العالي بدمشق .

١٤ـ تدقيق كتب علمية لمنشورات جامعة دمشق في كلية العلوم ، وكلية التربية ، وجامعة التعليم المفتوح .

١٥ـ حضور ومشاركة بمؤتمرات وندوات علمية في دمشق ، والقاهرة ، ونيوكاسل ، وكامبرج بإنكلترا .

١٦ـ شهادات تعلم اللغات الأجنبية : الإنكليزية والروسية والألمانية .

١٧ـ لقاءات علمية في إذاعة دمشق والتلفزيون العربي السوري ، وعدة فضائيات عربية .

١٨ـ إلقاء محاضرات في المراكز الثقافية ، ونقابة المعلمين ، والأندية ، والجمعيات العلمية بدمشق .

١٩ـ مستشار علمي Sceientific Advieser في مركز الدراسات الإسلامية بدمشق .

٢٠ـ نشر السيرة الذاتية CV في موقع أعضاء الهيئة التدريسية في جامعة دمشق كلية العلوم ـ قسم الحياة النباتية ، وفي موسوعة الأسر الدمشقية ، وفي موسوعة أعلام سورية في القرن العشرين .

٢١ـ عضو نقابة المعلمين في سورية منذ عام ١٩٦٦م ، وعضو جمعية علوم الحياة ، وعضو الجمعية الجغرافية السورية .

* * *