الفصل الحادي عشر

التلوث البيئي

Enviromental pollution

يعد التلوث البيئي الشغل الشاغل منذ منتصف القرن الماضي (العشرين) للعديد من الهيئات والمنظمات والمراكز البحثية ووسائل الإعلام. وتم نشر العديد من الكتب والأبحاث والدراسات تتناول تدخل الإنسان المباشر وغير المباشر في التوازن الطبيعي المتمثل بتكامل مقومات الطبيعية الثلاثة وهي:

1- القشرة الأرضية (اليابسة)

2- الغلاف الهوائي

3- المحيط المائي

والتي قدر لها الخالق سبحانه وتعالى هذا التوازن العظيم الذي يفصح في حد ذاته عن عظمة الخالق جل علاه وحكمته.

سيظل الإنسان في المواجهة مع أزمة تلوث البيئة التي تكونت نتيجة لسوء التعامل في حماية البيئة من مخاطر التلوث مع النمو غير المبرمج للسكان الذي لا يهدد فقط الحصول على المستوى المعيشي المناسب للجماعات البشرية بل سيهدد فرص

2-11 : تعريف التلوث البيئي

مما تقدم بالإمكان التعرف على أهم الاتجاهات في إعطاء تعريف للتلوث البيئي ومن أبسطها ذلك الذي يعتبره شاملاً لأي تدخل في نقاوة الهواء والماء واليابسة.ويؤكد البعض الآخر أن التلوث هو كل ما يطرح إلى البيئة ويؤدي إلى الانحطاط في الخصائص البيئية. وتدور العديد من التعاريف حول اعتبار التلوث الحالة التي توجد فيها مادة أو مواد غريبة أوأي مؤثر في إحدى مكونات البيئة يجعلها غير صالحة للاستعمال أو يحد من استعمالها.

بذلك يكون التلوث البيئي هو التحول غير الملائم لمحيطنا كله أو معظمه نتيجة للفعاليات البشرية والطبيعية خلال تأثيراتها المباشرة أو غير المباشرة للتغيرات في أساليب الطاقة ومستويات الإشعاع والتركيب الفيزياوي والكيماوي ووفرة الكئنات الحية.

كما أن التلوث البيئي يطلق على عملية الإخلال بالتوازن الطبيعي للبيئة والذي يؤثر على حياة الكائنات الحية. أي أن أية تغيرات على سبيل المثال لبيئة الإنسان سوف تؤثر في التوازن الطبيعي البيئي Enviromental balance مما يقود إلى نوع من التلوث لبيئة ذلك الإنسان واستمرارية حياته تعتمد على إيجاد حلول لمشكلات رئيسة تشكل خطراً على بقائه وتتلخص هذه المشكلات بما يأتي:

1- كيفية التخلص من فضلاته التي تتزايد كمياتها بسرعة. وتحسين الوسائل التي يستطيع بواسطتها التخلص من نفايات صناعاته المتعددة بخاصة تلك النفايات غير القابلة للتحلل.

2- كيفية الوصول إلى مصادر جديدة للغذاء لتوفير الطاقة اللازمة لأعداده المتزايدة

3- كيفية التوصل إلى المعادلة السليمة في النمو السكاني أي تحديد عدد الافراد الذين يعيشون على رقعة محدودة من سطح الكرة الأرضية.

81-1 11-3: مخاطر النمو السكاني

يصبح التلوث أكثر المشاكل خطورة كلما ازداد عدد السكان الذي يؤدي إلى تطوير الصناعة وبأكثر كثافة. ولو نظرنا إلى بداية الإنسان فقد كانت حياته بسيطة وبنفوسه القليلة كان يتكيف مع بيئته على وفق حاجاته ويستمد منها حياته ومعيشته من منتجات زراعية ووقود وصيد.علما بأن هذه الأنشطة لم يكن لها تأثير واضح في البيئة. حيث كانت الزراعة لا تدمر صلاحية التربة للاستزراع كما أن الأخشاب التي تستخدم آنذاك بوصفها وقود لم تكن في احتراقها يؤثر في تلوث الجو بالدخان لمحدوديتها فضلا عن أن صيد الحيوانات البرية لم يقضي على بعض أنواعها نهائيا. وذلك لأن هذه الأنشطة البشرية كانت ضمن قابلية البيئة على احتوائها ومعالجة آثارها. لكن الانسان

مـــا يعـــرف بـــالتلوث البشـــري المنشـــأ Man-madepollution أو Anthropogenic يعود إلى ما تفرزه فعاليات الإنسان وأنشطته المختلفة من ملوثات إلى البيئة ومنها ما يأتي:

1- مياه الفضلات والمجاري من المناطق السكنية

2- المبيدات المستخدمة في دعم الإنتاج الزراعي سواء كانت نباتياً كالمحاصيل الحقلية أو حيوانياً كالدواجن والأغنام والأبقار لمعالجة الآفات الزراعية المختلفة.

3- المواد الكيماوية الصناعية كالمنظفات والمذيبات والحوامض والمعادن الثقيلة وغيرها وتشمل الفضلات الصناعية المختلفة.

4- الملوثات الغازية المنبعثة من أنشطة مختلفة كالنقل والمواصلات وحرق الفحم والنفط لإنتاج الطاقة وغيرها.

5- النفايات الصلبة كالقمامة والمخلفات الصناعية المختلفة وكذلك الزراعية كمجازر اللحوم على سبيل المثال.

82-1 11-4: التلوث الطبيعي Natural pollution

يقصد بالتلوث الطبيعي أن ليس للإنسان أي دخل فيه. حيث أن الطبيعة عرضة إلى التغير المستمر بسبب عدة عوامل ذاتية كالرياح والسيول والأمطار وحرائق الغابات بسبب زيادة درجات الحرارة وثورات البراكين والزلازل والمد والجزر في البحار وما تفرزه من ملوثات أهمها ما يأتي:

1. الدقائقيات في الهواء كدقائق التراب والرمال في الصحاري ودقائق الرماد والسخام الناتج من الحرائق الطبيعية للغابات وثورات البراكين وتأثيراتها السلبية على صحة الإنسان.
2. المواد العالقة كدقائق الطمى والغرين في مياه الأنهار وتأثيراتها السلبية بالثورة السمكية.
3. حالات التعرية Nudation للتربة والغطاء الخضري بسبب السيول الطبيعية الجارفة مما يؤثر في حياة الكائنات الحية.

4. نتيجة لعملية التبخر بخاصة المناطق الحارة فإن تركيز الأملاح سوف يزداد في المياه مما يزيد من تملح المياه بخاصة العذبة منها.
5. الغازات السامة المنبعثة من البراكين أو العيون المعدنية مثل غاز كبريتيد الهيدروجين وثنائي أوكسيد الكبريت وغاز الميثان، وغيرها. فضلاً من انبعاث المركبات الهيدروكربونية وخامات المعادن الطبيعية لما لها تأثير سام للأحياء.

علماً بأن ما تسببه الكوارث الطبيعية كالزلازل والإعصار والفيضانات البراكين من تلوث للبيئة إلا أن الإنسان لا يمكنه السيطرة التامة عليها. وعلى العكس من ذلك فإن التلوث البشري المنشأ يمكن معالجته أو الحد منه.

وإمكانية التعرف عليها، يمكن الأخذ بنظر الاعتبار الأمور الآتية:

أولاً: حسب خصائصها الطبيعية : وهي ثلاثة أنواع رئيسة :

1- ذات الطبعية الفيزياوية : هي ظواهر فيزاوية مادية مثل بعض الجسيمات الإشعاعية Radiant Particulates، أو غير مادية كالأمواج الكهرومغناطيسية Electromagnetic waves. إن هذه المواد الملوثة تتداخل مع الخصائص الفيزياوية لعناصر البيئة الحية أو غير الحية. ومن أكثر الملوثات الفيزياوية شيوعاً في البيئة هي الإشعاع والأمواج الكهرومغناطيسية والحرارة والضوء والضوضاء والاهتزازات المختلفة.

2- ذات الطبيعة الكيماوية: تشمل مدى واسعاً جداً من المواد الملوثة والأكثر انتشاراً في البيئة. وتتزايد أعدادها على مر الزمن عند ظهور مركبات كيماوية جديدة مصنعة من قبل الإنسان على سبيل المثال.وتتباين تأثيراتها بدرجة كبيرة ولفترات زمنية مختلفة. وعند تواجدها بتراكيز عالية فإنها سوف تعمل على تغيير الخصائص الكيماوية أو الفيزياوية للبيئة كظهور الأملاح في المياه. كما أنها قد تؤثر في البيئة حتى في تراكيز قليلة كما

هو الحال في المعادن الثقيلة أو بقايا المبيدات والتي قد تظهر أثراً بيولوجياً في الكائنات الحية التي تتعرض إليها وبضمنها الإنسان.

3- المواد الملوثة الأحيائية: يمكن في بعض الحالات أن تكون الكائنات الحية كمواد ملوثة في البيئة . وعلى سبيل المثال تلك الكائنات المسببة للامراض سواء للإنسان أم الحيوان أم النبات كما هو الحال في بعض أنواع البكتيريا والفطريات والطفيليات. كما أن الحيوانات النافقة يمكن أن تسبب مشاكل بيئية وصحية عديدة وبالتالي تتحول هذه الأحياء إلى ملوثات بيئية بخاصة عندما تترك هذه الحيوانات النافقة دون دفن أو رميها في المصادر المائية الطبيعية بخاصة تلك التي يستعملها الإنسان بوصفها مصدراً لمياه الشرب كالأنهار والبحيرات.

ثانياً: حسب تركيبها الكيماوي: يمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين هما:

1- مواد عضوية: تشمل تلك التي تكون غنية بالكلور مثل بعض المبيدات الحشرية كالكلوردين والأدلين ودي دي تي DDT. كما أن هناك مواد عضوية غنية بالفسفور مثل البراثيوم والملاثيون وأخرى غنية بالمعادن.

2- مواد غير عضوية: قد تكوعلى هيئة أيونات كالأيونات الموجبة مثل الزنك ZN^{+} والنحاس Cu^{+} والحديد Fe^{+++} أو اليابسة مثل النترات NO_3^{-} والفوسفات PO_4^{-} . أو تكون غير أيونية مثل المعادن الثقيلة كالزئبق والرصاص والكارميوم والزرنيخ.

ثالثاً: درجة تحللها : تشمل نوعين هما:

1- قابلة للتحلل: هي المواد التي يمكن تحللها أو تكسيرها في البيئية من قبل المحللات Decomposers كالبكتيريا والفطريات. وتكون عادة أقل خطورة في تلوث البيئة. علماً بأن تأثيرها السلبي يزول حال تحللها كاملاً من قبل الكائنات الدقيقة.

2- غير قابلة للتحلل: تشمل المواد الكيماوية والصناعية ذات التأثير التراكمي في البيئة التي لا يمكن تحللها مثل مبيدات الحشرات ومبيدات الفطريات ومواد البلاستيك والنايلون والبولي أثلين وبعض المنظفات Detergents.

وتركيزها المؤثر. ومن الأنواع الرئيسة من الموثات السمية كما يأتي:

1- المعادن: كالرصاص والنيكل والزنك والنحاس والزئبق وغيرها من المعادن الثقيلة التي يكون مصدرها على الأغلب من العمليات الصناعية والزراعية.

2- المركبات العضوية: كالمبيدات العضوية المكورة ومبيدات الأدغال والمركبات المتعددة الكلور ثنائية الفينول(PCB_s) والهايدروكربونات الأليفاتية المكلورة وبعض المذيبات والهايدروكربونات النفطية والمركبات الأروماتيكية المتعددة النوى وثنائية بيزودايوكسين المتكلور والمركبات المعدنية العضوية والفينولات والفورمالديهايد. علماً بأن مصادر هذه المواد مختلفة كالفضلات الصناعية والزراعية والمخلفات المنزلية.

3- الغازات: كالكلور والأمونيا وأول أوكسيد الكربون

4- الأيونات السالبة: مثل أيونات السيانيد والفلوروالكبريتيد والكبريدات وفلوريد الهيدروجين.

5- الحوامض والقلويات: مثل حامض الكبريتيك.

- تلوث التربة soil pollution
- هو اضافة مواد ناتجة عن النشاط الانساني الى التربة بتراكيز تزيد عن حدها الطبيعي تؤثر في صفات التربة الكيميائية و الفيزيائية و الاحيائية و يطلق على هذه المواد xenobiotic
- اضرار تلوث التربة :
- من اضرار تلوث التربة هو التاثير السيء على صحة الانسان و الحيوان و افساد المياه الجوفية و المياه الحرة ، و التاثير على نمو النبات و قتل الاحياء الدقيقة المفيدة للتربة مثل , Rhizobium Azotobacter , Mycorrhiza وغيرها .
- تقسم ملوثات التربة الى :-

١. الملوثات العضوية : مثل مياه الصرف الصحي و الاحياء الدقيقة المرضية التي ترافقها و الزيوت و الدهون و المركبات الهيدروكاربونية و بعض منتجات البترول .
٢. الملوثات غير العضوية (المعدنية) : مثل العناصر (الثقيلة) السامة للانسان و الحيوان مثل الزرنيخ As– الكاديوم Cd– و الزئبق Hg– الكلور Cl– و الرصاص Pb– و المركبات النتروجينية – (العناصر)النظائر المشعة – مركبات البولي اثيلين و الحديد و الصخور و بعض العناصر المرافقة للاسمدة المعدنية و مبيدات الحشرات و الحشائش و الفطريات و البكتريا .

- ومن اهم تطبيقات الاحياء الدقيقة في مجال بيئة التربة هي :-
- المعالجة الحيوية Bioremediation
- وهي احدى التقنيات لاستغلال النشاط الحيوي لبعض الاحياء في التخلص من ملوثات التربة .
- مثلا عند رش التربة بالمبيدات الحشرية pesticides و الفطرية و مبيدات الحشائش ، فتؤدي الى قتل او تثبيط انواع كثيرة من البكتريا و الفطريات التي تقوم بالعمليات الحيوية المهمة في التربة مثل البكتريا المحللة للمادة العضوية و معدنتها و مثبتات النتروجين بنوعيه التعايشي و غير التعايشي و مذيبات الفسفور ، و تستطيع بعض الميكروبات تحليل هذه المبيدات و التخلص منها او قد تكون مركبات اكثر سمية اثناء تحللها ، لذا فانه يتم انتقاء الميكروبات ذات الكفاءة العالية في التخلص من المبيدات و اكثارها مختبرياً ، و استخدامها في تلقيح التربة ومن امثلة هذه الاحياء , Pseudomonas Mucor , Trichoderma .

- و قد تتلوث التربة بمخلفات المواد البترولية و للتخلص منها تستخدم سلالات خاصة من الميكروبات قادرة على اكسدة المواد الهيدروكاربونية و تحويلها الى كحول او مواد ابسط ثم الى ثاني اوكسيد كاربون و ماء :

- $R\text{-}CH_2 – CH_3 \rightarrow$ Arthrobacter $\rightarrow R\text{-}CH_2 – CHO \rightarrow H_2O + CO_2$

- و قد تستخدم مياه المجاري المعالجة لري المحاصيل الزراعية و نظراً لاحتوائها على مركبات الملوثة مثل الكيل بنزيل سلفونيت (ABS)الذي يدخل في صنع المنضفات الصناعية المنزلية .

- يمكن التخلص من هذه الملوثات بعمل (مرشحات مكروبية) باستخدام انواع خاصة من الاحياء التي تحلل المواد الهيدروكاربونية و مركبات (ABS) في نفس الوقت تمتص بعض العناصر الثقيلة التي قد توجد في مياه المجاري كالرصاص و الزئبق و من هذه الاحياء .

- Arthrobacter , Pseudomonas , Mucor , Xanthomonas , Cyanobacteria

- و يتم اكثار هذه المكروبات مختبريا و تلقح التربة بها لغرض التخلص من هذه المركبات ، وهناك مكروبات اخرى تستخدم للقضاء على مكروبات اخرى غير مرغوب فيها و يطلق عليها بالمقاومة الحيوية Biocontrol و تتميز هذه المكروبات بمقدرتها على افراز مضادات حيوية او مواد مثبطة لنمو كائنات حية اخرى ، مثل تلقيح التربة بفطر يطلق عليه الفطر الصائد للنيماتودا nematode trapping fungi (NTF) Arthrobotrys conoides الذي يهاجم النيماتودا و يحللها و يقلل من خطر وجودها في التربة و على جذور بعض النباتات ، واستخدام فطر Trichoderma لمقاومة فطر Fusarium الذي يسبب ذبول النباتات .