بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

﴿ ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِي ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ ٱلَّذِي عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴾

صدق الله العظيم

(سورة الروم الآية:٤١)

مقّدمة الكتاب

إن التلوث يقيناً مشكلة العصر الحالي ،وهذا ما تتناوله الصحف ،والمحطات الفضائية يوميا. من الثابت أَن التلوث ناتج عن طريق فضلات الإنسان ممّا يجعل كوكبنا غير مسكون في المستقبل البعيد.

إن التلوث مشكلة بيئية متصاعدة تحتاج الى دراسة جدية وموضوعية .وهي من التحديات التي تواجه عالمنا المعاصر كالمجاعة، والحروب ،وانتهاك حقوق الانسان وغيرها.

ولغرض دراسة البيئة والتلوث لابد من تجزِئَتها الى اقسام مثل تلوث الهواء، والأرض ،والمياه ، والتلوث الضوضائي، والتربية البيئية، ومعالجة الاضرار الناتجة عن التلوث، ووضع الحلول والمعالجات الآنية، والمستقبلية، ولمعالجة مشكلة التلوث لابد من فهم بعض المعلومات الاساسية في علوم الحياة والكيمياء فضلاً عن الظواهر الفيزيائية البيئية.

إن الحاجة الى رفد طلبتنا الاعزاء بمصدر لمادة البيئية و التلوث دفعتنا الى تأليف هذا الكتاب المصدر لأبنائنا الطلبة حرصا مِنّ على خدمة المسيرة العلمية والتربوية .

إذ يلقي الكتاب الضوء على المفاهيم الأساسية بأسلوب ممتع ؛ لغرض خلق اتجاه علمي مسؤول تجاه التلوث البيئي؛ لكي يبدأ كل واحد منا ومن موقعه في مجابهة هذه المشكلات المحلية و العالمية .

نسأل الله العزيز القدير أَنْ يوفقنا في تحقيق الأَهداف الخاصّة والعامّة ،التي وضع من أَجلها هذا العمل المتواضع خدمة لأبنائنا الطلبة والمسيرة العلمية لجامعتنا

ومن الله التوفيق

المؤلفان

فهرس المحتويات

فهرس الكتاب		
ت	الموضوع	رقم الصفحة
١	مقدّمة الكتاب	٣
٢	الفصل الاوّل: البيئة	٩
٣	تركيب النظام البيئي	١٠
٤	التوازن البيئي	١١
٥	الفصل الثاني : التلوث	٢٣
٦	مصادر التلوث	٢٥
٧	مستويات التلوث	٢٧
٨	طبيعة المواد الملوثة	٢٨
٩	خواص الملوثات	٣٢
١٠	أثار التلوث	٣٣
١١	الفصل الثالث : تلوث الهواء	٣٤
١٢	أشكال التلوث	٣٥
١٣	تلوث الهواء	٣٦
١٤	طبيعة الغلاف الجوي	٣٨
١٥	مصادر التلوث الهوائي	٤٠
١٦	أنواع الملوثات	٤١
١٧	تاثيرات الدقائقيات	٤١
١٨	عوالق دقائقية خطرة	٤٥
١٩	**الفصل الرابع : التلوث الإشعاعي**	٥١
٢٠	التلوث الإشعاعي	٥٣
٢١	الملوثات الاشعاعية	٥٤
٢٢	مِصادر الإشعاعات الملوثة	٥٥
٢٣	أنواع الإشعاع	٥٦
٢٤	مكونات الإشعاع الملوث	٥٨
٢٥	وحدات مقياس الإشعاع	٦١
٢٦	تاثيرات الإشعاع الملوث	٦٣
٢٧	العوامل التي يعتمد عليها التاثير البايولوجي للإشعاع الملوث	٦٧
٢٨	الكوارث الصحية والبيئية للإشعاع الملوث	٦٩
٢٩	الفصل الخامس : ملوثات أهواء ذات الطابع العالمي	٧٣
٣٠	أهمية طبقة الاوزون	٨٠

٣١	أسباب تدمير طبقة الاوزون	٨١
٣٢	الأضرار الناتجة عن تأكل طبقة الأوزون	٨٣
٣٣	طرق المحافظة على طبقة الاوزون	٨٤
٣٤	الأضرار الناتجة عن الأمطار الحامضية	٨٦
٣٥	مكافحة اثار الامطار الحامضية	٨٧
٣٦	طرق لمعالجة والحد من تلوث الهواء	٨٨
٣٧	الفصل السادس : تلوث الماء	٩١
٣٨	أهمية الماء	٩٣
٣٩	الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه	٩٤
٤٠	ملوثات المياه	٩٧
٤١	العالجة والحد من التلوث	١٠٢
٤٢	طرق تنقية المياه	١٠٤
٤٣	الفصل السابع : تلوث التربة	١٠٧
٤٤	أهمية التربة	١٢٥
٤٥	مصادر تلوث التربة	١٢٥
٤٦	الفصل الثامن : التلوث المعنوي	١٢٦
٤٧	التلوث الضوضائي	١٢٧
٤٨	كيف نسمع الأصوات	١٢٨
٤٩	قياس شدة الصوت	١٢٨
٥٠	مصادر الضوضاء	١٢٩
٥١	التأثيرات الناتجة عن الضوضاء	١٢٩
٥٢	العوامل التي تتوقف عليها تأثيرات الضوضاء	١٣٠
٥٣	طرق مكافحة الضوضاء	١٣١
٥٤	الفصل التاسع : التربية البيئية	١٣٣
٥٥	مجالات التربية البيئية	١٣٥
٥٦	أهداف التربية البيئية	١٣٦
٥٧	سمات التربية البيئية	١٣٦
٥٨	الوعي والتربية البيئية وعلاقتهما تربويا	١٣٧

الفصل الأوّل

البيئة The Environment

تركيب النظام البيئي

التوازن البيئي

البيئة (The Environment)

هي المحيط الحيوي الذي يشمل القشرة الأرضية والمحيط المائي والغلاف الجوي وكافة الكائنات الحية الموجودة ضمن مدى (٦٠٠م) فوق سطح الأرض(١٠.٠٠٠ م) تحت سطح الأرض وعلاقتها بجميع الظروف والعوامل الخارجية التي تؤثر في نشأتها وتطورها في مختلف الظواهر الحيوية.

إذ يمكن وصفها بانها مجموعة من الأنظمة الطبيعية المتشابكة مع بعضها البعض لدرجة التعقيد، والتي نتعامل معها بشكل دوري، حيث يكون لكل نظام علاقات ديناميكية وتعايش طبيعي بين الكائنات الحية وغير الحية وبين العوامل الفيزيائية المحيطة بها بشكل متوازن مع مكوناتها تحقق استقرار الوسط الحسوس لاستمرارية الحياة على سطح الأرض.

إذن النظام البيئي = الوسط الفيزيائي + الكائنات الحية

إن الأنظمة البيئية عادة تكون مفتوحة ومكوناتها متصلة وهذا يعني ان الطاقة والمادة تستنفذ بشكل مستمر تبعا لاستهلاكها من قبل الكائنات الحية إما إذا لم يتم تجددها فإن النظام البيئي يموت.

ولقد قسم الباحثون البيئة على قسمين رئيسين:

- البيئة الطبيعية: وهي عبارة عن المظاهر التي لا دخل الإنسان في وجودها أو استعمالها مثل: الصحراء، المناخ، التضاريس، المسطحات المائية. وأن للبيئة الطبيعية تأثير مباشر، وغير مباشر على حياة الكائنات الحية.
- البيئة المشيدة: وهي البيئة الأساسية المادية التي شيدها الانسان من النظم الاجتماعية، والتي غيرت البيئة الطبيعية؛ لخدمة الحاجات البشرية مثل استعمال الأراضي الزراعية والمناطق السكنية والتنقيب.

تركيب النظام البيئي:

يتكون النظام البيئي من المكونات الرئيسة التالية:

١.مكونات غير حية:

وهي المركبات والعناصر العضوية وغير العضوية مثل: الكاربون، والهيدروجين، والماء، والفوسفات، والطاقة: كالطاقة الشمسية.

٢.مكونات حية:

وتشمل كافة الكائنات الحية المختلفة الأعداد والأحجام مثل: الإنسان، والحيوان، والنبات، والكائنات الدقيقة. واعتمادا على مصادر تغذيتها (أي مصادر الطاقة) يمكن تقسيمها كالاتي:

- كائنات منتجة: الكائنات ذاتية التغذية تصنع غذائها بنفسها كالنبات.
- كائنات مستهلكة: كائنات تستمد غذائها من كائنِ حي آخر نبات أو حيوان .
- كائنات محللة (الناضحة): كائنات تقوم بتحلل الجثث وبقايا الكائنات الحية وتحرر مواد بسيطة تفيد الكائنات المنتجة.

٣.عوامل طبيعية:

وهي عوامل فيزيائية يمارس فيها الكائن الحي نشاطه، ومنها: المناخية وغير المناخية كالحرارة ،الامطار، والهزات الأرضية...وغيرها.

التوازن البيئي(environmental stability)

تعد الأنظمة البيئية بقدرتها على ادامة نفسها و تنظيمها؛ لذا فإن علم السيطرة ذو أهمية تطبيقية في علم البيئة، وخاصَة إن الانسان يميل بشكل متزايد لتمزيق التوازن الطبيعي من خلال تعويض الاليات الصناعية بدلا من الطبيعية.

والتوازن الطبيعي للبيئة: هو التعبير الذي ينطبق عموما على ميل الأنظمة الحياتية لمقاومة التغير، وتبقى في حالة متوازنة وإن أي إخلال في التوازن الطبيعي لأي نظام بيئي يعد نوع من أنواع التلوث مما يدل على أنَ التوازن البيئي ذو أهمية لاستقرار مكونات ذلك النظام البيئي.

ويقصد بالإخلال في التوازن الطبيعي: التغيرات المفاجئة أو المتأثرة بإحدى العوامل أو أكثر من المكونات الحية أو غير الحية.

إن التوازن بين الكائنات الحية والبيئة يمكن الإبقاء عليه أيضا بعوامل تقاوم التبدل في النظام ككل، وإيجاد آليات السيطرة العاملة على مستوى النظام البيئي التي تنظم خزن وإطلاق المغذيات، وانتاج المواد العضوية وتحليلها.

إن تفاعل الدورات الطبيعية للمادة وتدفقات الطاقة في الأنظمة البيئية الواسعة تولد توازن طبيعي ذاتي التصحيح دون الحاجة الى سيطرة خارجية.

إن الإنسان مرهون ببيئته بل ومرتبط بها ارتباط وثيق، ومن هذا يفهم إن الإنسان له تأثير واضح وفعال في تحوير فعل الأنظمة والعمل على عدم استقرارها، مما يتطلب أنْ تهتم في زيادة الوعي البيئي للإنسان كي لا يؤثر سلبا في النظام البيئي.

بالإمكان تفهم العديد من مبادئ التوازن البيئي الطبيعي لتبادل الموارد بين الكائن الحي ومحيطه الذي يوجد فيه؛ وذلك من خلال عدد من الدورات وتشمل:

١.دورة الماء (Hydrologic cycle):

يعد الماء أساس لكل الكائنات الحية، ويشّكل الماء الجزء الأكبر من أجسام معظم الكائنات الحية بحدود (٦٠%- ٧٦%)، ويؤدي الماء دور مهم في استمرار الحياة على سطح الأرض. وفي جميع الفعاليات الحيوية عند ملاحظة انتشار الماء في الكرة الأرضية فإن اكثر من (٧٠%) تغطيها المياه التي تشكل المحيطات بصورة رئيسة.

شكل (١) دورة المياه في الطبيعة

في هذه الدورة يجري خلالها تبادل الماء بين الغلاف الجوي واليابسة والبحار والمحيطات، وبين الكائنات الحية والمنشأت الصناعية، حيث تتسم هذه الدورة بعدد من العمليات كالتبخر، والتكثف، وسقوط الأمطار، وانسيابه في الأنهار، والبحار، وامتصاص بعضها من قبل الأرض وخزنها داخلها كمياه جوفية.

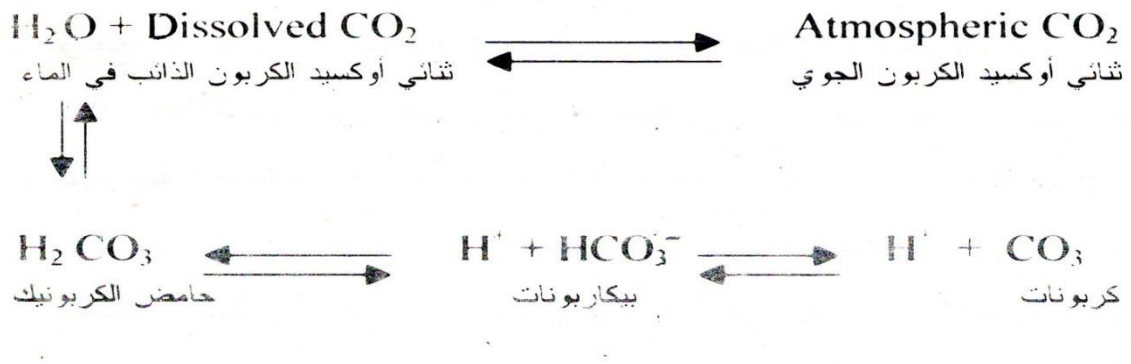
٢.دورة الكاربون (Carbon Cycle)

وتعد هذه الدورة من الدورات الكاملة لان عنصر الكاربون يعود الى المحيط البيئي بالكمية نفسها والسرعة التي يزول فيها، والذي يتمثل بغاز ثاني أوكسيد الكاربون.

يكون المسار الرئيسي للكاربون من الغلاف الجوي (الذي يكون المخزن الرئيسي لهذا العنصر) تمتصه الكائنات المنتجة (النباتات الخضراء)، ثم يؤخذ من قبل الكائنات المستهلكة ومن هاتين المجموعتين الى الكائنات المحللة؛ والتي تتمثل بالبكتيريا والفطريات ومنها ينتج ثاني أوكسيد الكاربون الذي يعود إلى الغلاف الجوي إمّا عن طريق عمليات التحلل أو عن طريق العمليات التنفسية للكائنات الحية.

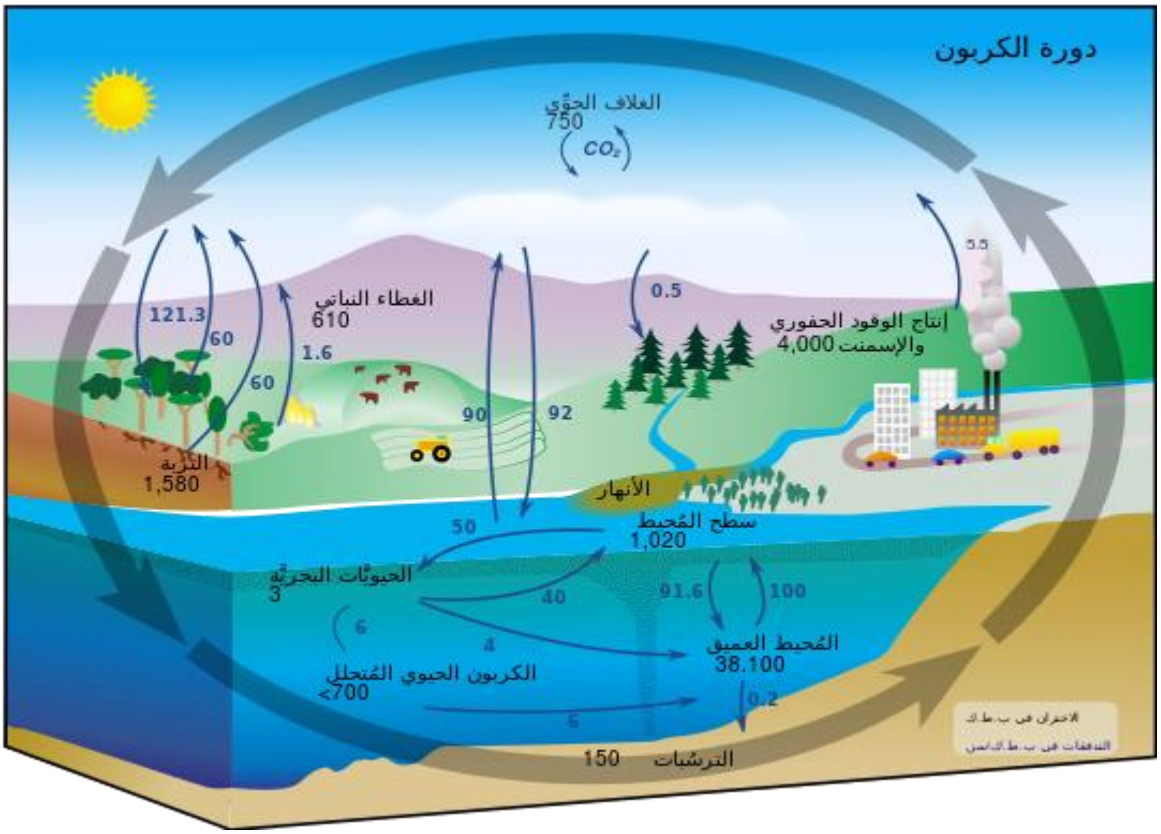
ثُم يتم تبادل غاز ثاني أوكسيد الكاربون بين الغلاف الجوي، والماء الموجود في التربة حيث يذوب هذا الغاز في الماء خلال سقوط المطر؛ وينتج حامض الكاربونيك الذي

يتحلل إلى أيون الهيدروجين وأيون البيكاربونات، ويمكن أن يتحلل الأخير إلى أيون الهيدروجين وأيون الكاربونات، كما يلاحظ في التفاعلات التالية:



كما هو واضح من التفاعلات أنّ جميعها تفاعلات عكسية وإن اتجاه التفاعل يعتمد على تركيز المكونات؛ لذلك فإن الإضمحلال الموقعي لثاني أوكسيد الكاربون في الجو سيؤدي إلى حركة الغاز من الحالة الذائبة إلى الهواء محفزا مجموعة من التفاعلات التعويضية.

إن الكاربون من العناصر المهمة إذ هو مكون أساسي في المركبات الحيوية، ومركبات الطاقة مثل: الخشب، والفحم، والجلوكوز، والنشا، والدهون. وأن نسبته في الغلاف الجوي (٠.٣%) فقط، أمّا الباقي مخزون في المركبات الحيوية.



شكل(٢):دورة الكاربون في الطبيعة

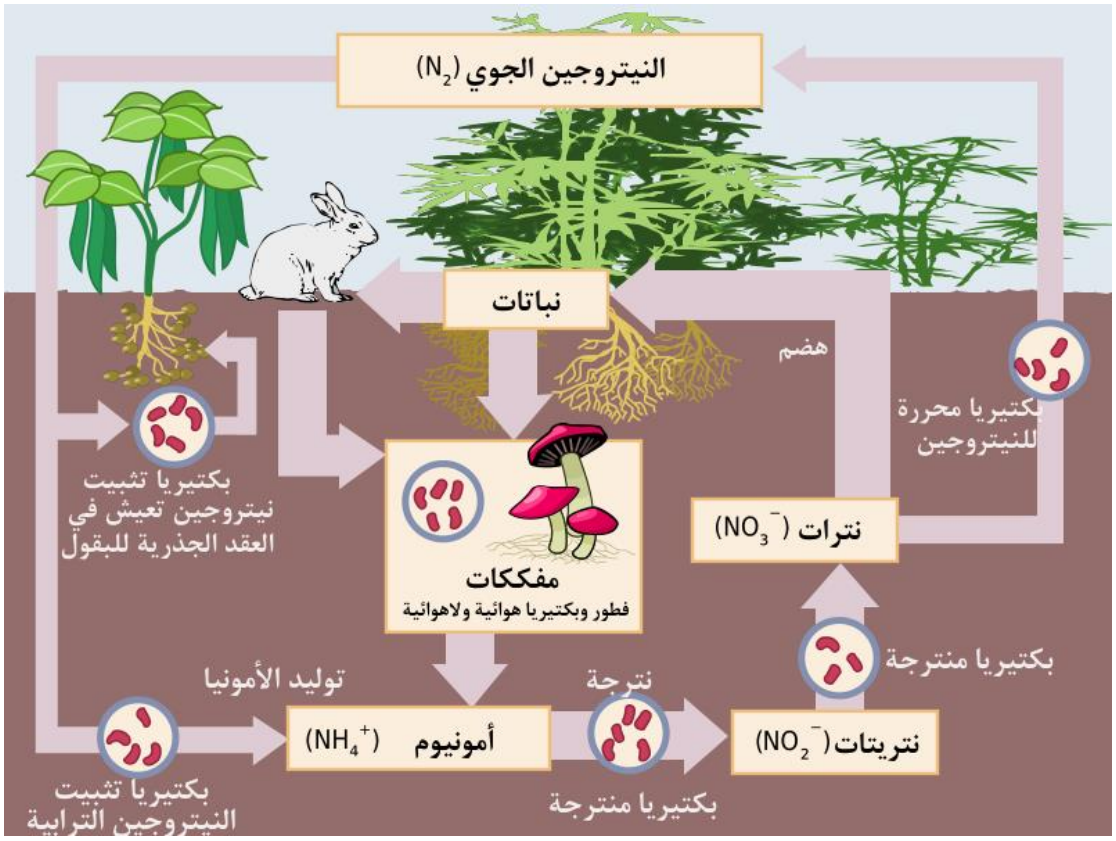
٣.دورة النتروجين (Nitrogen Cycle)

تمتص النباتات النتروجين من التربة بشكل نترات، وتحولها إلى بروتينات، حيث تتغذى عليها الحيوانات عن طريق اعتمادها على النباتات، وعند موت الكائنات الحية فإنها تتفسخ بفعل أحياء دقيقة خاصّة كالبكتريا، والفطريات لتحولها إلى مركبات نتروجينية عضوية تعيدها إلى التربة ثانية، وتوجد في التربة بكتريا خاصة (بكتريا البقوليات) تعتمد على مركبات النتروجين في فعالياتها الحيوية، حيث تحولها إلى مركبات نتروجينية لا عضوية وسطية كالامونيا والنتريت، ثم إلى نترات تمتص من قبل النباتات؛ وبذلك تتكرر الدورة.

ثم يوجد بكتريا أخرى يطلق عليها (بكتريا نازعة للنتروجين) تقوم بتحرير غاز النتروجين من تحلل النترات إلى الجو بنسبته الطبيعية الثانية (٧٥%) إنّ عنصر

النتروجين ضروري في بناء الأحماض الأمينية، والنووية التي تدخل في تكوين البروتينات، ومنها بقية المركبات العضوية.

ثم إن هناك نوع اخر من تثبيت النتروجين في الجو عند مرور صاعقة البرق خلال الغلاف الجوي، يتم اتحاد الأوكسجين مع النتروجين بفعل طاقة البرق مكونة نترات تسقط مع مياه الأمطار.



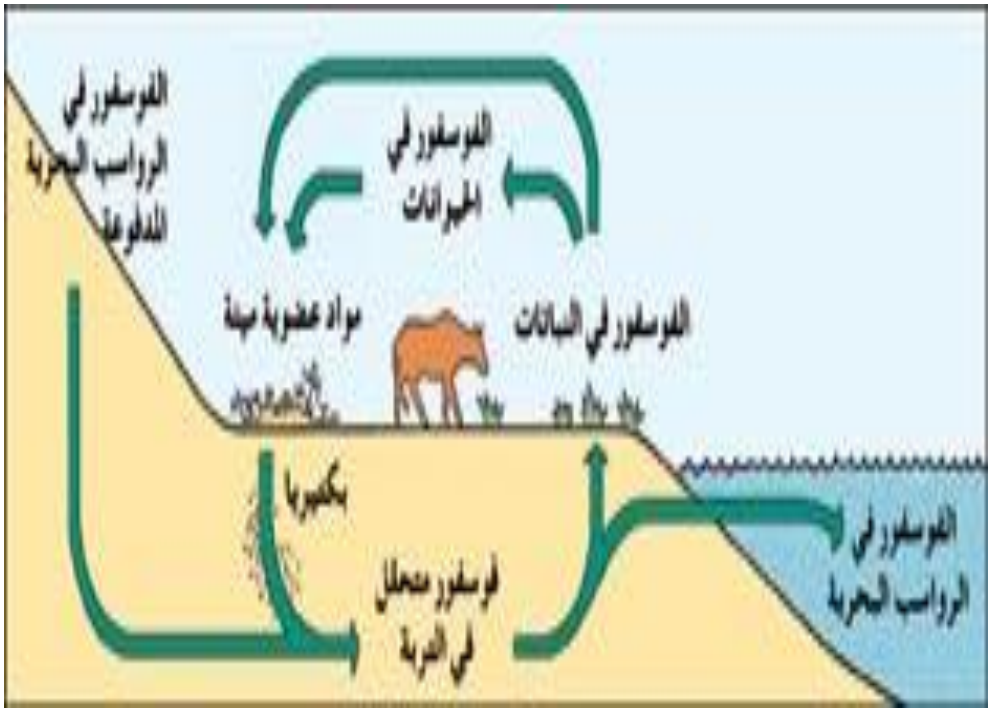
شكل(٣):دورة النتروجين في الطبيعة

٤.دورة الفسفور (Phosphate Cycle)

هو من العناصر الضرورية في تركيب الخلية الحية؛ إذ له دور رئيسي في العمليات الأيضية لإنتاج جزيئة (DNA) و (RNA) وكذلك في عمليات النمو.

يعد الفسفور اللاعضوي أقل وفرة في الطبيعة مقارنة مع النتروجين وخزينة الصخور الفوسفاتية، وبقايا فضلات الكائنات الحية والمتحجرات.

يتحرر الفسفور بسبب عمليات التعرية والانجراف والتنقيب، ويمتص من التربة على هيئة فوسفات، إذ تكون جاهزة ألامتصاص من قبل النباتات، وتمتص النباتات الفسفور اللاعضوي ويتحول الى حالة عضوية. ومنها ينتقل إلى الحيوانات المتغذية على النبات وعند موت هذه الاحياء سوف تعمل بكتريا خاصة موجودة في التربة والماء إلى تحويله إلى حالة غير عضوية لتكرر دورته في الطبيعة.



شكل(٤):دورة الفسفور في الطبيعة

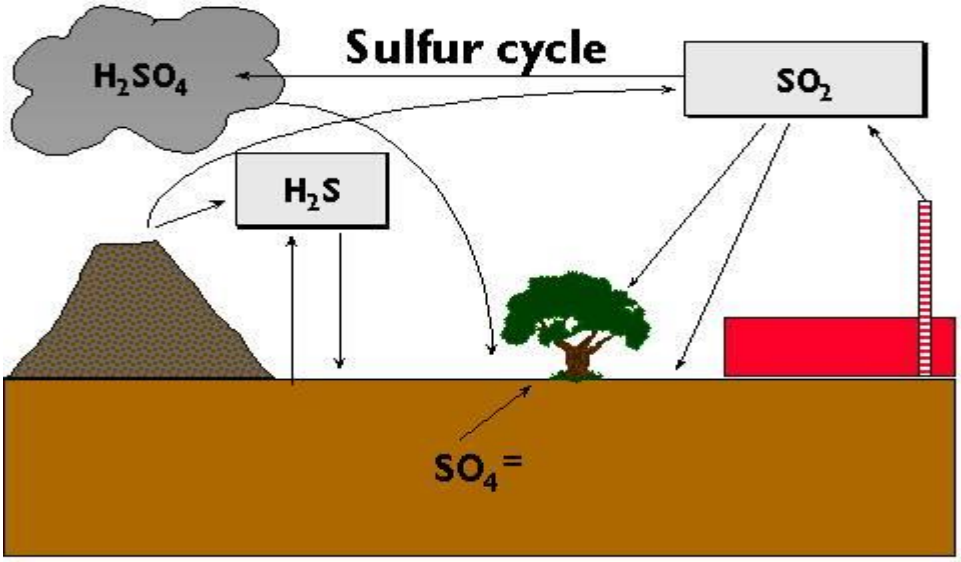
٥.دورة الكبريت (Sulfur Cycle)

تحتاج الكائنات الحية إلى الكبريت ومركباته لإنتاج بعض الأحماض الأمينية والبروتينات.

تشمل دورة الكبريت في الطبيعة على تدوير الكبريت بين مكونات البيئة حيث يوجد في الطبيعة على هيئة عنصر الكبريت، وأكاسيده مثل الكبريتات (So_4^{-2}) القابل للذوبان في الماء. يأخذ النبات الكبريتات ويتحول إلى بروتين خلوي فيها، ثم إلى الحيوان، وعند تفسخ الكائنات الميتة بفعل بكتريا كبريتية يتحرر الكبريت ومركباته الى البيئة ثانية كما

يمكن ان يختزل الكبريت في ظروف غير هوائية إلى كبريتيد الهيدروجين (H_2S)بواسطة التحلل البكتيري.

أما في المياه التي تحتوي على الأوكسجين المذاب فإن البكتريا تقوم بتحويل الكبريتيدات إلى الكبريتات، والتي تستغل لإنتاج البروتينات والمادة الوراثية؛ كما يستطيع الكبريت العضوي التحرر إلى الغلاف الجوي على هيئة (So_2) ثاني أوكسيد الكبريت نتيجة عمليات الاحتراق الغير تام للوقود الحجري والذي يعد من أهم الملوثات.



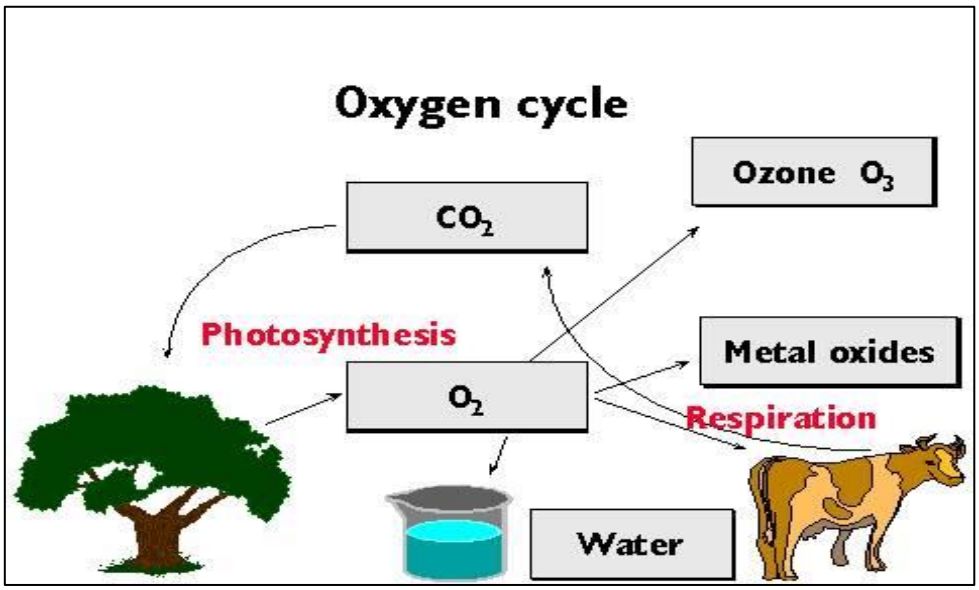
شكل(٥):دورة الكبريت في الطبيعة

٦.دورة الأوكسجين(Oxygen Cycle)

يُعَد الأوكسجين أحد المكونات الرئيسة لجميع الكائنات الحية؛ لذلك يجب أن تكون نسبته في الغلاف الجوي كافية؛ لتحقيق استمرارية الحياة.

إنذ الأوكسجين ضروري لعمليات حياتية عديدة؛ منها التنفس، والاكسدة الأنزيمية للمركبات العضوية الموجودة في الغذاء وغير العضوية.

يحدث تبادل الاوكسجين والغلاف الجوي خلال عملية صنع الغذاء في النباتات الخضراء، حيث تأخذ النباتات ثاني اوكسيد الكاربون والماء للقيام بعملية التركيب الضوئي وبوجود ضوء الشمس ينتج عن هذه العملية الكاربوهيدرات محررة غاز الأوكسجين الذي يؤخذ من قبل النباتات، والحيوانات على حد سواء باستعمال عملية التنفس.



شكل(٦):دورة الاوكسجين في الطبيعة

إنّ دورة الأوكسجين في الطبيعة تشمل على امتصاص الأوكسجين في عملية الاحتراق، عملية التنفس، وفقدانه الى الجو في عملية التركيب الضوئي.كما ان هناك تبادل مستمر بين الأوكسجين وكافة المسطحات المائية على الارض. من كل هذا جعل كمية الاوكسجين في الغلاف الجوي ثابتة نسبيا بحدود (٢٠.٩%).

٧.الدورة الشمسية (Solar Cycle)

الشمس جهاز ضخم لإنتاج الطاقة، ويعتبر مفاعل نووي ضخم حيث يندمج كل أربعةأنوية من ذرات الهيدروجين لتعطي نواه واحدة من الهيليوم، وبما أن كتلة أنوية الهيدروجين الأربعة مجتمعة أكبر من كتلة نواة الهيليوم، فإن الفرق بين الكتلتين للتفاعل تتحول الى طاقة، بناءً لما أثبته العالم انشتاين بأن المادة تتحول إلى طاقة وفقا لمعادلة

$E = mc^2$ c–سرعة الضوء

ولقد وجد أنّ الطاقة الناتجة في التفاعلات الإندماجية النووية الشمسية هائلة حيث تبلغ حرارة سطح الشمس حوالي (5600c)، وتزداد هذه الدرجة في أعماق الشمس، وُتَعد الدرجات الحرارية العالية هي المسؤولة عن تأين ذرات الهيدروجين.

تنتقل الطاقة الشمسة مخترقة الغلاف الجوي الأرضي على شكل إشعاعات كهرومغناطيسية تتميز بأطوال موجية مختلفة (يعبر عنها بوحدات الميكرون) وتتألف الأشعة الشمسية من موجات قصيرة بنسبة (99%) من الإشعاع الكلي وهي إشعاعات مؤينة تضر الكائنات الحية، وتتمثل بالأشعة فوق البنفسجية، والأشعة السينية، واشعة كاما. وأَن حوالي (١%) من الأمواج الطويلة وهي: موجات ضرورية لاستمرار الحياة تتمثل بموجات مرئية وتحت الحمراء، وقد تمتد قليلا إلى موجات فوق البنفسجية.

لقد وجد العلماء أنَّ الطاقة لا تنتقل مباشرة إلى الأرض عبر الغلاف الجوي دون معرقلات، حيث أَنها تمتص وتنعكس أجزاء منها بأسلوب معقد يعرف (بدوره الاشعاعات الشمسية)، ويبلغ نسبتها التي تصل الى الارض حوالي (٢٠%) أما الباقي فيمتص من قبل مكونات الغلاف الجوي مثل (جزيئات بخار الماء وO_2 و Co_2)، ممّا يكسب الغلاف الجوي حرارته اللازمة لاستمرار الحياة على سطح الأرض.

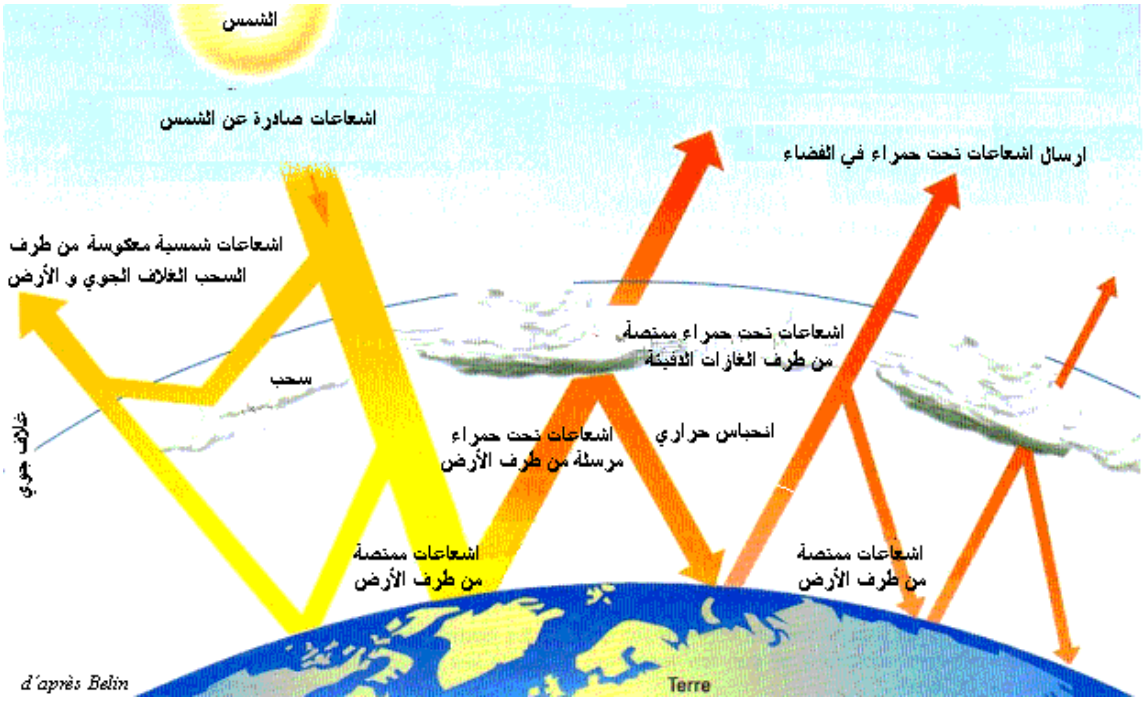
وقد يتشتت الإشعاع الشمسي وينعكس من قبل مكونات الغلاف الجوي مثل دقائق الغبار إلى الفضاء الخارجي؛ ليمتص من قبل طبقة الأوزون وخاصّة الموجات القصيرة الخطرة.

أمَّا الإشعاع الذي يصل الى الأرض فإنها تمتصه وتبعثه على شكل موجات تحت الحمراء، والتي تمثل المصدر الرئيسي للطاقة الحرارية في طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض، حيث يقدر بحوالي سعرتان حراريتان بالدقيقة لكل سنتمتر مربع، ونظراً لكروية الارض ودورانها المستمر حول نفسها، وحول الشمس فإنَّ الأشعة تسقط عليها في أماكن وأوقات وزوايا مختلفة تحدد ظواهر مناخية مختلفة، وكل عناصرها من ضغط، ورياح، ومطر يحتاج لتبخر الماء من المسطحات المائية إلى كميات من الطاقة الحرارية التي

تعرف بالطاقة الكامنة للتبخر، وعند تصاعد البخار للماء في الجو يرجع ويتكثف على شكل غيوم فاقدا الحرارة الكامنة للتكثف إلى الجو مرة ثانية باستعمال دورة الماء في الطبيعة.

كما أنَّ هناك نسبة ضئيلة لاتتعدى (٠.١%) من أشعة الشمس الكلية تمتصها مادة الكلوروفيل في النباتات الخضراء؛ للقيام بعمليات التركيب الضوئي لصنع الغذاء.

ونظراً لمِا سبق يبدو أنَّ التغير في المناخ يؤثر في كيفية سير دورة الطاقة ويعبر بذلك درجة حرارة الارض مؤثرا بذلك على المناخ.



شكل(٥):الدورة للاشعاع الشمسية

ويلاحظ أن الموارد الأساسية للكائنات الحية المختلفة ضمن الدورات المختلفة؛ بأنها مترابطة تكمل بعضها البعض وإنَّ قسم منها متجددة مثل النتروجين المتجدد باستعمال عدة عمليات من حالة عضوية الى حالة غير عضوية؛ ليتبعه حالة عضوية ثانية، في حين إنَّ بعض الموارد الطبيعية غير متجددة، كما هو الحال في الطاقة الشمسية التي تمتص من

قبل المادة ؛ لتتحول إلى طاقة كيميائية لتثبت ثاني أُوكسيد الكربون وتحويله إلى مادة عضوية في بناء جسم النبات فانها لا تتجدد مرة أُخرى إلى طاقة ضوئية.

إن التغيرات في تراكيز نسب عناصر الدورات سواء في حالة زيادة او نقصان يؤدي إلى اضطراب الدورات الطبيعية، ومن ثم اختلال التوازن البيئي، وبالتالي الحصول على تلوث مؤثر ضار على الكائنات الحية.

الفصل الثاني

التلوث The Pollution

مصادر التلوث

مستويات التلوث

طبيعة المواد الملوثة

خواص الملوثات

أثار التلوث

التلوث (The Pollution)

يتمثل بتحول غير ملائم لمحيطنا كله أو معظمه مما يؤدي إلى إخلال في عملية التوازن الطبيعي للبيئة نتيجة الفعاليات البشرية والطبيعية خلال تأثيراتها المباشرة أو الغير مباشرة للتغيرات في أساليب الطاقة، ومستويات الاشعاع ،التركيب الفيزياوي، والكيمياوي، ووفرة الكائنات الحية؛ مما يجعل مكونات البيئة غير صالحة للاستعمال أو يحد من استعمالها وبالتالي قد تشكل مخاطر صحية للانسان، وما يحيط به. يمكن تعريف التلوث بأنّه: كل تغير كمي أو نوعي في مكونات البيئة الحية وغير الحية لا تقدر الأنظمة البيئية استيعابها دون أن يختل توازنها كوجود أي مادة أو طاقة في غير مكانها وزمانها وكميتها المناسبة.

كما يمكن تعريفه بأنه ظاهرة تتمثل في ظهور عدد من المواد الجديدة في أوساط بيئية (الهواء– الماء– التربة) لم تكن موجودة فيه من قبل. أو إنها كانت موجودة؛ ولكن زاد تركيزها تسبب الأذى للكائنات الحية وتخل باتِّزان النظام البيئي.

مصادر التلوث (Pollution Sources)

لقد ظهرت حالات تلوث بيئية خطيرة نتيجة تداخل عوامل عديدة في مقدمتها الانفجار السكاني الذي حدث خلال النصف الثاني من القرن الماضي (القرن العشرين) وما رافقه من أنشطة تنموية، وتطورات صناعية، وزراعية لسد الحاجات المتزايدة لملايين البشر، فضلا عن ذلك إستنزاف الموارد الطبيعية بشكل سيء، واستغلال أراضي الغابات في إنشاء المصانع، والمعامل، والمدن السكنية، وشق الطرق.

لقد تزايد القلق بسبب استعمال الإنسان للوسائل المؤثرة، والناتجة عن التطور مما أصبح يهدد التوازن الطبيعي فعلا. ومن أمثلة ذلك: الإحتباس الحراري الناتج من زيادة ثاني أوكسيد الكاربون نتيجة استخدام مواد كيميائية تعمل على تفكك جزيئات الأوزون، وهناك العديد من هذه الامثلة.

إن مخاطر التلوث مع النمو الغير مبرمج للسكان يهدد المستوى المعاشي المناسب للبشرية؛ وكذلك يهدد فرص معالجة التلوث مما يسبب ظهور أخطار اجتماعية وسياسية من الصعب تجاوزها ؛ لذا أصبح من الضروري تصنيف مصادر التلوث وهي على نوعين:

١.مصدر طبيعي:

ويقصد به التلوث الذي ليس للإنسان أي دخل فيه ولا يمكنه السيطرة التامة عليه، حيث ان الطبيعة عرضة إلى التغير المستمر بسبب عدة عوامل ذاتية كالرياح، والسيول، وحرائق الغابات، والبراكين، وما تفرزه من ملوثات أهمها:

- الدقائق في الهواء كدقائق التراب والرمال من الصحارى ودقائق الرماد والسخام الناتج عن الحرائق الطبيعية للغابات حيث تأثيراتها السلبية على صحة الانسان.
- المواد العالقة كدقائق الطمي في مياه الأنهار، وتأثيراتها السلبية على الثروة السمكية.
- حالات التعرية للتربة والغطاء النباتي بسبب السيول الجارفة مما يؤثر على الكائنات الحية.
- نتيجة لعمليات التبخر في المناطق الحارة فإن تركيز الأملاح سوف يزداد في المياه مما يزيد تملح المياه خاصة العذبة منها.
- الغازات السامة المنبعثة من البراكين أو العيون الساخنة مثل: غاز كبريتيد الهيدروجين، وثاني اوكسيد الكبريت، وغاز الميثان وغيرها. فضلا عن ذلك إنبعاث المركبات الهيدروكربونية وخامات المعادن الطبيعية لما لها من تأثير سام على الأحياء.

٢.مصدر بشري:

ويقصد به التلوث الناتج عن ما تفرزه فعاليات الإنسان، وأنشطته المختلفة من ملوثات إلى البيئة ومنها:

- مياه الفضلات والمجاري من المناطق السكنية.
- المبيدات المستعملة في دعم الإنتاج الزراعي سواء كانت نباتية كالمحاصيل الحقلية، أو حيوانية كالدواجن، والأغنام لمعالجة الآفات المختلفة.
- المواد الكيميائية الصناعية كالمنظفات، والمذيبات، والحوامض، والمعادن، الثقيلة وغيرها وتشمل بذلك الفضلات الصناعية المختلفة.
- الملوثات الغازية المنبعثة من أنشطة مختلفة كالنقل، والمواصلات، وحرق الفحم، والنفط، لإنتاج الطاقة وغيرها.
- النفايات الصلبة كالقمامة المنزلية، والمخلفات الصناعية المختلفة، وكذلك الزراعية.

مستويات التلوث (Pollution Levels)

إعتماداً على كمية التلوث ومصادره، فهناك عدد من مستويات التلوث ألتي تؤثر على مستوى التوازن الطبيعي، وبالتالي على صحة الإنسان وبقية الكائنات الحية نذكر منها:

١.التلوث غير الخطر:

هو التلوث المنتشر فوق سطح الأرض، ولا يخلو أي مكان فيها منه كليا، ويمكن أن نطلق عليه التلوث المقبول، الذي يستطيع الإنسان التعايش معه بدون ان يتعرض للضرر او المخاطر، كما انه لا يخل بالتوازن الطبيعي البيئي وفي الحركة التوافقية بين عناصر هذا التوازن.

٢.التلوث الخطر:

وهو التلوث الذي يظهر له آثار سلبية تؤثر على الإنسان و البيئة التي يعيش فيها، ويمكن أن نطلق عليه (التلوث الحرج)، وخاصّة فيما يرتبط بالنشاط الصناعي بكافة أشكاله.

وإن خطورته تكمن في ضرورة اتخاذ الإجراءات الوقائية السريعة التي تحمي الإنسان من وجود خطر حقيقي يهدد حياته ولا يصح تجاهله، فالإنسان هنا غير مسموح له التعايش مع هذا النوع من التلوث مثل النوع السابق من التلوث غير الخطر.

٣.التلوث المدمر:

هو التلوث الذي يحدث فيه إنهيار للبيئة وللإنسان معا ويقضي على كافة أشكال التوازن البيئي ، أي أنه يدمر بدون إعطاء أي فرصة للإنسان، ويقف الانسان عاجزاً في تقديم أي حلول لإيقاف هذا التلوث وأَن هذا التلوث نجده متصل بالتطور التكنلوجي من النشاطات الإشعاعية والنووية.

إن الإصلاح لهذا النمط التلوثي يحتاج إلى سنوات طويلة، ونفقات باهظة الثمن، وأَن تأثيره يكون على أجيال عديدة من البشر، وعلى المدى الطويل.

طبيعة المواد الملوثة (Nature of Pollutants)

تشمل المواد الملوثة مدى واسع من المواد المختلفة تعرف بالفضلات، وهي عبارة عن مواد عضوية وغير عضوية في حالة سائلة، أو صلبة، أو غازية، و قد تكون طاقة تهمل لعدم الإستفادة منها، أو عدم الإحساس بها. ولا يمكن تلافي الفضلات إلا أَنه يمكن تصريفها بشكل لا مرضي، وقد تكون المواد الملوثة بعضا منها ضرورية لحياة الكائنات الحية كالحديد، والنحاس، والزنك على سبيل المثال ؛ لكنها قدتكون ذات سمية عالية عند وجودها بكميات وتراكيز عالية.

ومن أجل دراسة هذه المواد الملونة وإمكانية التعرف عليها، يمكن الأخذ بنظر الاعتبار الأمور التالية:

أولا: خصائصها الطبيعية : وهي ثلاثة أنواع:

١.ذات طبيعة فيزيائية:

وهي ظواهر فيزيائية مادية مثل الجسيمات الإشعاعية كجسيمات الفا وبيتا أو غير مادية كالأمواج الكهرومغناطيسية مثل: أشعة كاما أو الأشعة السينية والأشعة الفوق البنفسجية.

إن هذه الملوثات تتداخل مع الخصائص الفيزيائية لعناصر البيئة الحية وغير الحية، ومن أكثر الملوثات الفيزيائية شيوعا هي الإشعاعات والأمواج الكهرومغناطيسية، والحرارة، والضوء، والضوضاء، والإهتزازات المختلفة.

٢.ذات طبيعة كيميائية:

وهي ناجمة في الغالب على النشاط الزراعي والصناعي المتزايد لإشباع حاجات البشر.

وتشمل مدى واسع جدا من المواد الملونة والأكثر انتشارا في البيئة وتتزايد أعدادها على مر الزمن عند ظهور مركبات كيميائية جديدة مصنعة من قبل الإنسان. من ذلك الأسمدة، والمبيدات، وعبوات الرذاذ، والأدوية.

يتباين تأثيراتها بدرجة كبيرة ولفترات زمنية مختلفة، وعند وجودها بتراكيز عالية فإنها سوف تعمل على تغيير الخصائص الكيميائية، والفيزيائية للبيئة كظهور الأملاح في الماء.

فضلاً عن ذلك فهي تؤثر في البيئة حتى في التراكيز القليلة كما هو الحال في المعادن الثقيلة او بقايا المبيدات الموجودة في البيئة، والتي تظهر أثر بيولوجي في الكائنات الحية التي تتعرض لها وبضمنها الإنسان.

٣.ذات طبيعة بايولوجية:

يمكن في بعض الحالات أَن تكون الكائنات الحية كمواد ملوثة في البيئة على سبيل المثال تلك الكائنات المسببة للأمراض سواء أكانت للإنسان أم الحيوان أم النبات كما هو الحال في بعض أنواع البكتريا، والفطريات، والطفيليات، والحشرات. كذلك فأن الحيوانات (الناضحة) يمكن أن تسبب مشاكل بيئية وصحية عديدة، وبالتالي تتحول هذه الأحياء إلى ملوثات بيئية خاصة عندما تترك هذه البقايا من الحيوانات الميتة دون دفن أو القيام برميها في المصادر المائية الطبيعية التي يستعملها الإنسان كمصدر للشرب مثل الأنهار والبحيرات.

ثانيا: تركيبها الكيميائي: يمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين:

١.مواد عضوية:

تشمل تلك المواد التي تكون غنية بالكلور مثل المبيدات الحشرية كالكلورين والالدين ودي دي تي (DDT).

كما ان هناك مواد عضوية غنية بالفسفور مثل البراثيوم والملاثيون، وهناك مواد غنية بالمعادن والنيكوتين مثل التبغ الذي يستعمل في السجائر.

٢.موادغير عضوية:

قد تكون على هيئة أيونات موجبة مثل الزنك (Zn^{+}) والنحاس (Cu^{+}) والحديد (Fe^{++}) أو أيونات

سالبة مثل الفترات No_3^{-} والفوسفات Po_4^{-} أو تكون غير ايونية مثل المعادن الثقيلة كالزئبق، والرصاص، والكادميوم، والزرنيخ.

ثالثا: درجة تحللها: تشمل نوعين هما:

١.قابلة للتحلل:

وهي المواد التي يمكن تحللها أو تكسيرها في البيئة من قبل المحللات مثل البكتريا والفطريات، وتكون عادة أقل خطورة في تلوث البيئة علما أن تأثيرها السلبي يزول حال تحللها بصورة كاملة من قبل الكائنات الدقيقة.

٢.غير قابلة للتحلل:

وهي تشمل مواد كيميائية وصناعية ذات تأثير تراكمي في البيئة لا يمكن تحللها مثل مبيدات الحشرات، ومبيدات الفطريات ومواد بلاستيكية، والنايلون وبعض المنظفات، حيث إنها تبقى عالقة في التربة فترات طويلة قد تصل إلى خمس عشرة سنة.

رابعا: درجة سميتها

تعد بعض المواد الملوثة مواد سمية للكائنات الحية، ويقصد بالمواد السمية إنها تلك التي تسبب شلل لحركة الكائنات الحية، وتثبط نموها وتؤدي إلى موتها بناءاً على تأثيرها المباشر والفعال على إيقاف وعرقلة الفعاليات الايضية.

تتفاوت المواد السمية في تأثيرها على تركيبها الكيميائي وعلى تراكيزها، ومن الأنواع الرئيسة من الملوثات السمية هي كما يأتي:

١.المعادن:

وهي المعادن الثقيلة التي يكون مصدرها على الأغلب من العمليات الصناعية، والزراعية، كالرصاص، والنيكل، والزنك، والنحاس، والزئبق وغيرها.

٢.المركبات العضوية:

وتتمثل بالفضلات الصناعية، والزراعية، والمخلفات المنزلية كالمبيدات العضوية ومبيدات الادغال والهايدروكربونات النفطية والمركبات المعدنية العضوية والفينولات والفورمالديهايد.

٣.الغازات:

تتمثل بالغازات التي تنبعث من مداخن المعامل والحرائق، والمياه الساخنة كالكلور، والامونيا، وأول أُوكسيد الكاربون.

٤.الأيونات السالبة:

تُمثل أيضاً مخلفات الصناعية مثل أيونات السيانيد، والفلور، والكبريتيد، وفلوريد الهيدروجين.

٥.الحوامض والقلويات:

مصدرها مخلفات صناعية وزراعية ومنزلية مثل حامض الكبريتيك.

خواص الملوثات (Properties of Pollutants)

ستظل الملوثات مشكلة حقيقية وعلامة مميزة حتى لو كان ظهورها من حين إلى آخر. ولكي يتم تقييم مدى تأثير الملوثات على البيئة وحجم التلوث الذي يؤثر فيه لا بد من دراسة الخواص التي تتميز بها الملوثات وهي:

١.تأثيرها السام على المدى القصير والبعيد.

٢.ثباتها (مقاومتها للتحلل الحياتي) في النظام البيئي.

٣.خاصيتها في الإنتشار والتخفيف.

٤.تفاعلاتها الكيميائية والتجزؤ وما ينتج من تداخل بين نواتج التحلل.

٥.قابليتها على التراكم في أنسجة الكائنات الحية.

٦.سهولة السيطرة عليها عند المصدر الذي تنبعث منه.

٧.كميتها المصنعة او المتحررة.

ويمكن ملاحظة مامرَّ ذكره هناك أنَّ عمليات تتداخل فيها هذه العوامل أحيانا للوصول إلى مدى التأثير الكلي للتلوث.

آثار التلوث (The Effects of Pollution)

إن الاكتظاظ السكاني والصناعة البشرية هما سبب تفاقم خطر التلوث البيئي، فقد طال التلوث البيئة كلها بدءا من طبقات الجو العليا مرورا بالماء والهواء والتربة والحيوانات وصولا إلى الإنسان لتنقل اليه الأوبئة والأمراض، خاصّة السرطان بالإضافة إلى شحنات من الامراض النفسية التي لم نعهدها من قبل.

سنقوم في هذا البند بعرض الأضرار وآثار التلوث على البيئة والإنسان بصورة عامة.

فقد أدى التلوث إلى حدوث انقلاب خطير في النظام الكوني، فنجد أنّه قد اختلطت الفصول فلا يعرف الصيف من الشتاء، والخريف من الربيع، فإنَّ ظهور ظاهرة الإحتباس الحراري أثر على حركة الكتل الهوائية حول الكرة الأرضية وحدوث فيضانات في اماكن معينة من الكرة الأرضية، وانحسار حزام الأمطار عن أماكن أُخرى فأصابها الجفاف. كذلك تأكل في طبقة الاوزون سبب في زيادة معدلات الإصابة بالأمراض السرطانية، كما يلحظ إنقراض أعداد كبيرة من الحيوانات والنبات، وظهور أمطار حمضية أدى إلى تعرية الأرض والتأثير على المباني.

كذلك تغيرات جيولوجية للأرض نتيجة لأعمال الحفر والتنقيب، واستنزاف الموارد الطبيعية.

وهناك العديد من الأضرار الناجمة عن التلوث. لقد أصبح العالم اليوم مهدد بظاهرة التلوث وما ينجم عنها من آثار مدمرة فإن الإنسان ما لم يتخذ سبل مناسبة للوقاية فإن الأضرار ستتضاعف يوما بعد يوم.

لذا وجب أن تتظافر جهود الأفراد والمجتمعات والحكومات والمنظمات والجمعيات البيئية في إيجاد حلول مناسبة للحد من خطر التلوث.

الفصل الثالث

تلوث الهواء

أشكال التلوث

تلوث الهواء

طبيعة الغلاف الجوي

مصادر التلوث ا لهوائي

انواع الملوثات

تأثيرات ا لدقائقيات

عوأئق دقائقية خطرة

أشكال التلوث (Pollution shapes)

يعتبر الانسان أول عامل من عوامل التلوث وتدمير النظام البيئي الكوني مما صنعته يداه. لقد انتشر التلوث في البر والبحر والجو؛ ليفسد ما خلقه الله ويعود بالعواقب الوخيمة على الإنسان نفسه.

ومع ظهور الملوثات تظافرت كل العوامل الطبيعية رغما عنها على نشرها في كل ارجاء المعمورة، بحيث قَلّما يسلم اليوم منطقة في العالم من آثار التلوث. ولقد قسمت أشكال التلوث إعتمادا على وسط إنتشارها على ثلاثة أقسام رئيسة:

تلوث الهواء (Pollution Air)

يعتبر الغلاف الجوي أحد الشروط اللازمة لوجود الحياة على سطح الكرة الأرضية حيث بسببه توجد الأمطار وتثبت درجات حرارة سطح الارض ، كما أَنه يُعد درع لحماية الكائنات الحية من أضرار الإشعاعات الخارجية القادمة من الفضاء كذلك وسيلة لانتقال الصوت، ومنه تستمد الكائنات الحية كافة الغازات الضرورية للقيام بوظائفها الحيوية.

يُعد الهواء أكثر أشكال التلوث إنتشارا؛ نظرا لسهولة انتقاله من منطقة إلى أُخرى وفي زمن قصير، يحدث تلوث الهواء عند وجود تراكيز هائلة كماً ونوعاً من المواد الملونة في الهواء.

تكمن خطورة الهواء عند تلوثه في كونه قد لا يرى؛ لكن الإنسان يأخذه عن طريق جهاز التنفس ليدخل الرئتين، ثم إلى الدم، وبالتالي إلى مراكز حساسة في الجسم؛ ليكون لها تأثيرات صحية لا تظهر مباشرة على الإنسان؛ ولكن على مديات بعيدة، كما يظهر لتلوث الهواء العديد من العواقب الخطيرة في كون أَن لها تأثيرات مناخية أو اقتصادية كارثية سوف نتطرق إليها لاحقا في هذا الفصل.

طبيعة الغلاف الجوي (Atmosphere)

يتكون الغلاف الجوي من مزيج من الغازات يغلف الكرة الإرضية بإرتفاع يصل بين (−100 80) كم فوق سطح الارض، ويزداد ارتفاعه عند مناطق خط الاستواء ويقل عند مناطق القطبين.

إن الهواء هو ذلك الجزء من الغلاف الجوي الأقرب إلى سطح الأرض، عندما يكون جاف وغير ملوث، فإنه يتألف من عدة غازات أهمها من حيث النسبة غاز النتروجين الذي نسبته في الهواء (٧٨%)، ويليه غاز الأوكسجين الذي نسبته تقريبا (٢١%) ومجموعة كبيرة من الغازات الأُخرى بنسب منخفضة التراكيز. إن جميع النسب الغازية تكون عادة ثابتة في جميع أجزاء الغلاف الجوي؛ ولعموم الكرة الأرضية. أمّا بخار الماء وغاز Co_2 تختلف نسبهما بحسب الظروف المناخية وعوامل أُخرى.

ومهما كان الهواء خفيفا فهو يحتوي على شوائب كالميثان وأول أوكسيد الكاربون وثاني أوكسيد الكبريت والاوزون وثاني اوكسيد النتروجين، وهذه ان وجدت بنسب ضئيلة فإنها لا تشكل أي تلوث ضار.

يتألف الغلاف الجوي من عدة طبقات تحيط ببعضها، وهي اربعة طبقات تتمثل كما يلي:

١.طبقة التروبوسفير:

هي الطبقة السفلية من الغلاف الجوي والملامسة للأرض، وترتفع عنه بمقدار (١٥ km) ،تتميز هذه الطبقة بإحتوائها على بخار الماء متكثفا الى حالته السائلة بشكل غيوم وضباب أو إلى حالته الصلبة بشكل ثلج. كما أنها تتميز بانخفاض درجة حرارتها كلما زاد الارتفاع عن سطح الأرض، حيث تصل في حدودها العليا ما بين (٥٠−٦٠ c) تحت الصفر ، وأنها تتميز باحتوائها كتلة غازية تتراوح بين (٧٥−٨٠%) من كتلة الهواء الجوي.

٢.طبقة الستراتوسفير:

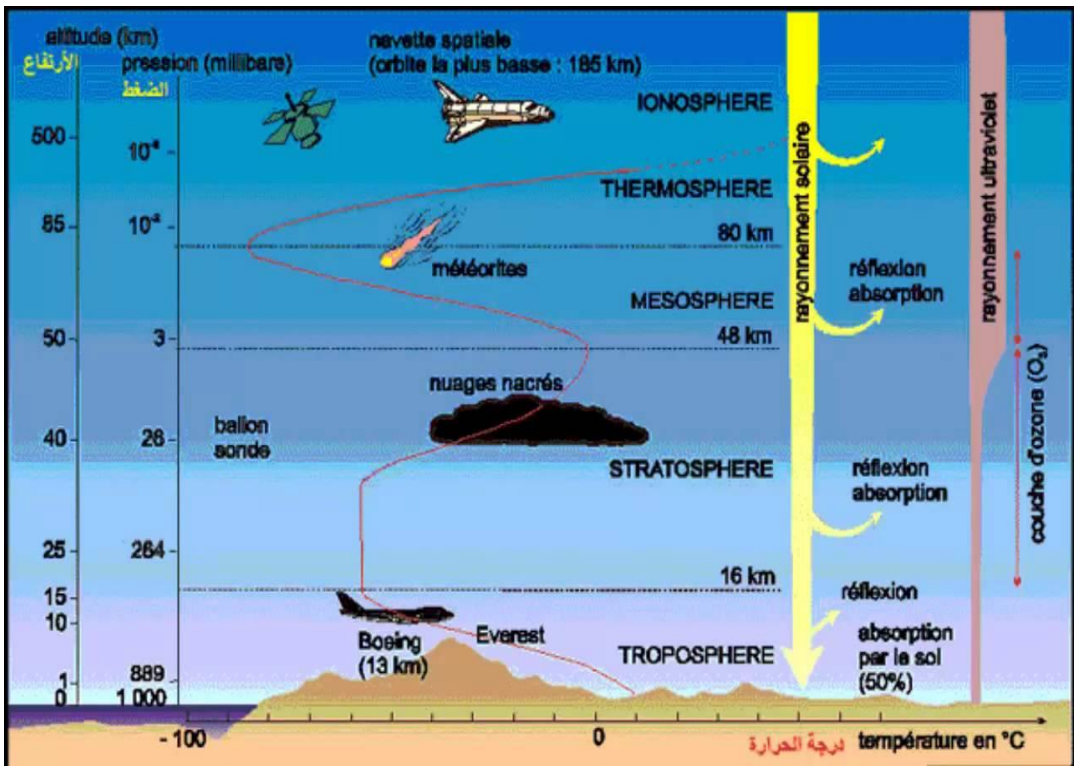
يتراوح إرتفاعها بين (12–50km) فوق سطح الأَرض تحتوي على كمية قليلة من بخار الماء واحيانا تخلو منه، وتتراوح درجات حرارتها بين (50–60c) فوق الصفر مع زيادة درجة الحرارة كلما زاد الارتفاع، إنّ الكتلة الغازية لهذه الطبقة تعادل (١٥%) من كتلة الهواء الجوي غير أَنها تحتوي على غاز الاوزون.

٣.طبقة الميزوسفير:

هذه الطبقة تمتد على ارتفاع يتراوح (50–80km) فوق سطح الأرض، تنخفض درجة الحرارة فيها مع زيادة الارتفاع حيث تصل في أجزاءها العليا حوالي (95c) تحت الصفر. تكون هذه الطبقة خالية من بخار الماء كما أنها تحتوي على غاز الأُوزون، وإن كتلتها الغازية أقل من نظيراتها في الطبقتين السابقتين.

٤.طبقة الثرموسفير:

تبدأ هذه الطبقة عند ارتفاع (80km) فوق سطح الأرض وأَن درجة حرارتها تزداد تدريجيا بازدياد الارتفاع من سطح الأرض لتصل في أجزائها العليا إلى (2000 C) فوق الصفر. كتبتها الغازية بين الجزء العلوي من طبقة الميزوسفير والجزء السفلي من طبقة الثرموسفير بطبقة الايونوسفير ويعود سبب تسميتها لوجود الايونات الحرة فيها.



شكل(٨):طبقات الغلاف الجوي وعلاقتها بدرجات الحرارة

مصادر التلوث الهوائي (Sources of Pollutions)

يحتوي الهواء الذي يستنشقه الانسان بصورة دائمة على بعض المواد الطبيعية التي يستطيع الانسان العيش معها.

يتلوث الهواء عندما توجد فيه مادة أو أكثر غازية سائلة او صلبة وربّما عندما يحدث تغير هام في نسب الغازات المكونةله. تؤدي هذه التغيرات تأثيرات ضارة مباشرة أو غير مباشرة للكائنات الحية والمواد غير الحية المكونة للبيئة أو تجعل ظروف العيش غير ملائمة، وقد تسبب الكثير من الخسائر.

يمكن التطرق إلى مصادر التلوث في الهواء الطبيعية والصناعية، وهي كما يلي:

- زيادة الكثافة السكانية أدت الى ظهور أنواع عديدة من البكتريا والفايروسات سببت العديد من الأمراض.

- في فصل الربيع حيث تبدأ النباتات بالتكاثر تنتشر حبوب اللقاح للازهار وهي السبب لأمراض الحساسية.
- احتراق مختلف الوقود لأجل الحصول على الطاقة كما في الاستعمالات الصناعية والمنزلية، ووسائط النقل كالرماد، والسخام وغازات سامة.
- الفضلات الغازية والغبار والحرارة والمواد المشعة وغيرها من العناصر التيتبث في الأجواء، مصدرها عمليات هدم التربة وحركة الرياح، وعمليات التنفس للكائنات الحية.

أنواع الملوثات (Pollution Types)

تقسم الملوثات في الهواء إلى المجاميع التالية:

أولا:ملوثات دقائقية Particulates

يقصد بها الأجسام المنتشرة في الهواء، والتي تشمل مدى واسع من الجزيئات الصلبة وقطيرات سائلة عالقة. تنتج الدقائق إمّا من مصادر طبيعية كالعواصف الرملية والبراكين وحرق الغابات، وتتمثل بالرمال وذرات التراب وذرات الأملاح بالقرب من شواطئ البحار. وإما مصادر ناتجة من نشاط الإنسان نشاطات صناعية مختلفة تتمثل بجزيئات عضوية وأُخرى غير عضوية.

تكون الدقائقيات متنوعة بأشكالها وأحجامها وتراكيبها الكيميائية وتأثيراتها السمية أو الصحية، ومن أهم المجاميع الرئيسية للدقائق هي:

- الرمال: دقائق صلبة عالقة في الهواء يزيد قطرها عن(500m)
- غبار طبيعي: دقائق صلبة عالقة في الهواء يزيد قطرها عن (200m−25)
- دخان: دقائق صلبة لا يزيد قطرها عن (2m) يشكل الكربون أغلبها
- الهواء الجوي: دقائق صلبة وسائلة معلقة في الهواء يقل قطرها عن (1m)
- ضباب: دقائق صلبة وسائلة تصل أقطارها الى (100m)
- السخام: دقائق متناهية في الصغر تتجمع بصورة سلاسل طويلة تشمل الكاربون

- غبار صناعي: دقائق معدنية أو أملاح معدنية ناتجة عن عمليات القطع والصقل
- حبوب اللقاح: دقائق عضوية تتميز بكبر حجمها

وتكون هذه الدقائق عادة معلقة في الهواء لفترات زمنية مختلفة يجعلها تعاني تفاعلات كيميائية تؤدي بالتالي إلى تكوين ملوثات ثانوية.

إن الدقائق الصغيرة الغازية والصلبة بإمكانها البقاء عالقة في الأجواء لأيام أُو أسابيع رُبّما شهور وسنوات حسب موقعها في طبقات الغلاف الجوي. فعلى سبيل المثال تبقى في طبقة التروبوسفير (٦-١٤) يوم بينما في طبقة اليتراتوسفير تبقى لمدة ستة أشهر، وفي طبقات العليا للستراتوسفير، فإنها يمكن أن تبقى (١-٣) سنوات وفي طبقة الفيروسفير تبقى لمدة (٥-١٠) سنوات ولحجم الدقائقيات أهمية كبيرة ذلك لأنه يحدد سلوكها أثناء حملها بالرياح والمسافة التي يمكن أن تصل اليها، والتأثير الذي تحدثه للكائنات الحية والتربة والمنشات وعلى الأساس هذا تقسم الدقائقيات إلى الأصناف التالية:

١.دقائق ساقطة:

وهي عبارة عن دقائق يزيد قطرها عن (10m) تنتج على الأكثر من عمليات الالية مثل الطحن والصقل وإنها تترسب على مسافات ليست بعيدة عن مسار تكوينها ويقدر سرعة ترسيبها (17cm/min) ويمكن أن تحملها الرياح الشديدة مرة ثانية، ويظهر هذا النوع من الدقائق تأثيراً كبيراً على النبات والحيوان والتربة والمنشات تصل معدلات سقوطه في المناطق الصناعية والمدن إلى ($270-300t/km^2$) في الشهر.

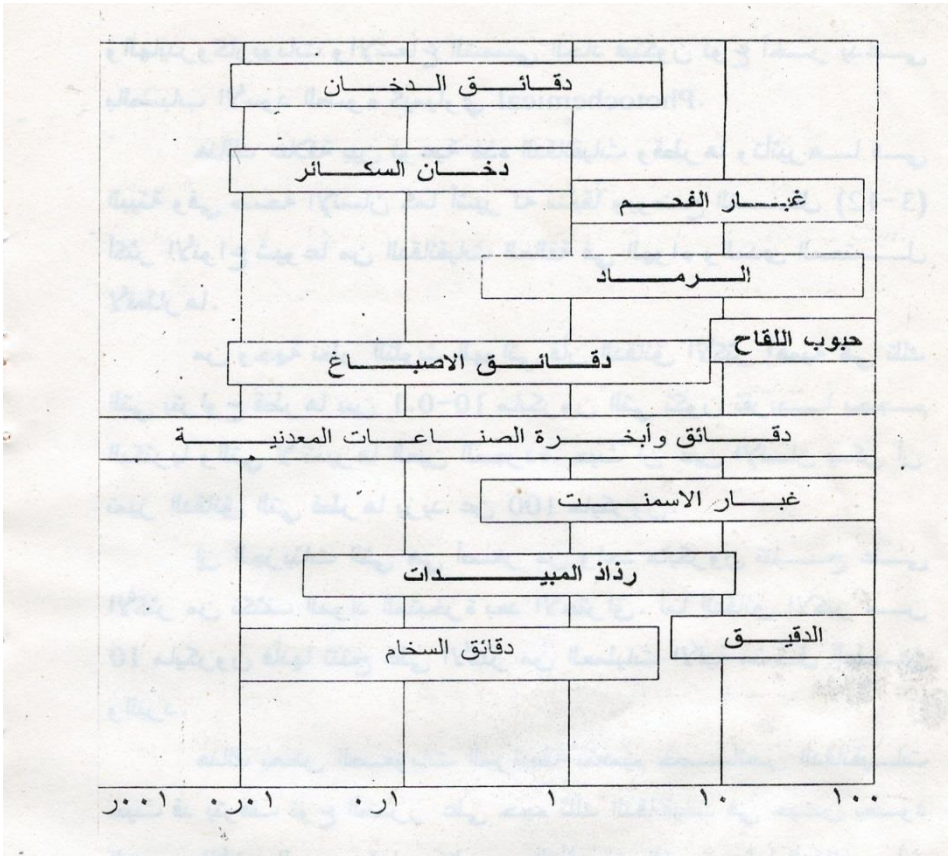
٢.دقائق معلقة:

وهي دقائق يتراوح قطرها بين (0.1-10m) ولا يمكن لعين الإنسان تمييزها وتبقى فترة طويلة معلقة في الهواء، أمّا ترسيبها فيكون بطيء، ويتوقف على الظروف المناخية من رطوبة ورياح

وغيرها. وتصل معدلات كمية الدقائق المعلقة في مناطق معامل الاسمنت كبيرة جدا وأَن الحد المسموح به هو ($0.5\ mg/m^2$).

٣.دقائق مجهرية:

وهي دقائق دقيقة جدا قطرها أَقل من ($0.1m$) تنتج من تكثف المواد المتبخرة بعد الاحتراق، ومن الصعب ترسيبها ولها حركة عشوائية (براونية) ويزداد حجمها أثناء تحررها إلى أكثر من ($1m$) يصل عددها في الهواء النقي ($100/\ cm^3$) اما في الاجواء الملوثة يصل عددها أكثر من ($10^5/\ cm^3$).



شكل(٨):الدقائق الصلبة في الهواء ومديات أقطارها

تأثيرات الدقائقيات (Particules Effect)

إن حجم الضرر بسبب التلوث الدقائقي في الهواء يتوقف على حجم تلك الدقائق، وعلى الزمن الذي تحتاجه للاستقرار في الأجواء، فإن حجم الدقائق الذي يزيد عن (50m) تكون خطورتها التلوثية قصيرة المدى.

هناك علاقة بين نوعية الدقائق وتراكيزها وتأثيرها على البيئة والصحة، نذكر من هذه التأثيرات:

- على الوسط البيئي:

تمتص الدقائق المعلقة في الهواء بعض من الإشعاع الشمسي، كما أنها تعكس قسم من الإشعاع وتعيده إلى الفضاء الخارجي قبل وصوله الى سطح الارض وبذلك فإنها تحجب الضوء عن سطح الأرض، والكائنات الحية.

إنّ زيادة قدرها (1%) من القدرة الانعكاسية تَتَسبب في خفض درجة حرارة الأرض بمقدار (17c). كما ان التركيز العالي للدقائق المختلفة تؤثر في انها تخفض نسبة اشعة فوق البنفسجية الطبيعية ممّا يزيد في زيادة البكتريا المرضية ويقل تشكيل فيتامين (D) تحت تأثيرها، فضلاً تراكيز الدقائق توفر أنوية تكاثف تزيد من الضباب الدخاني.

- على الكائنات الحية والتربة:

تُعَد الدقائق المعلقة في الهواء التي يزيد قطرها ما بين (10–0.1m) اكثر الجزيئات تأتياً وتلوثاً للهواء؛ وذلك لأنها:

أ.تشكل القسم الأكبر من الدقائق الملوثة

ب.تحدث أكبر ضرر بالجهاز التنفسي؛ لأنها تستطيع الوصول إلى أعماق الجهاز التنفسي، وتترسب على فتحات الثغور، وتقلل من مساحات التربة وتعيق تبادل الغازات وخاصة في الأوساط الزراعية الرطبة.

ج.تحتوي على دقائق معدنية وعضوية ومواد مشعة وبكتريا وعناصر ثقيلة التي يمكن ان تؤثر على الاحياء كافة تأثيراً سميا بما فيها أحياء التربة.

عوالق دقائقية خطرة (Dangerous Particles)

توجد بعض الجزيئات الدقائقية ألتي تكون خطرة جداً على حياة الكائنات الحية سواء التي تعيش فوق أو تحت سطح الأرض؛ نظراً لسميتها الشديدة نذكر منها:

١.الرصاص:

عند صناعة تكرير النفط يضاف الرصاص بنسبة تتراوح بين (0.4-0.84) على هيئة رابع اثيل الرصاص أو رابع مثيل الرصاص إلى الوقود وخاصة وقود السيارات كعامل لكتم الفرقعة التي تحدث عند اشتعال الوقود بالهواء في المحرك.

يتحول الرصاص العضوي إلى صورة غير عضوية، ويخرج من عوادم السيارة على شكل جزيئات محملة بالأملاح للرصاص المختلفة مثل أكاسيد وكلوريدات وبروميدات الرصاص التي تتحول في الجو إلى كاربونات الرصاص، والتي تكون معظم جزيئاته أصغر من 0.5m ممّا يجعلها سهلة الانتشار؛ إذ أَنها تحمل في الهواء الى مسافات بعيدة، ولا تترسب إلا بعد أيام، وتقدر كمية الرصاص المنبعث من السيارات بحدود 500 الف طن/ بالسنة.

إنَّ الرصاص معدن سام يشكل مخاطر بيئية وصحية كبيرة، حيث إنّه يتراكم في الانسجة ويسبب الصداع والضعف العام والام وتشنج، أمّا آثاره البعيدة فإنه يسبب التخلف العقلي وشلل المخ، وهناك علاقة بين تركيز الرصاص في جسم الاطفال وانخفاض مستويات الذكاء لديهم، إذ يوجد دلائل تشير إلى أنَّ له علاقة بحالات التشوه الخلقي كالصمم والعمى.

٢.الزئبق:

يتحول الزئبق اللاعضوي إلى صورة عضوية سامة هي مثيل الزئبق عن طريق بعض الكائنات الدقيقة، ويتركز في المنتجات الغذائية، وُيَعد الزئبق ملوثا خطيرا لأنه يوجد في صورة

بخار الزئبق ويسبب بخاره ضرراً للجهاز العصبي المركزي، وأهم مصادر الزئبق الجوي هي الأصباغ ومصانع محطات الطاقة التي تعمل بالفحم ومحطات تصنيع الزئبق.

٣.الفلور:

ينتج عن صناعة الألمنيوم والاسمدة الفوسفاتية، وله تأثيرات ضارة حتى لو كانت بتراكيز قليلة، يمتص من قبل أوراق النباتات ويتركز في الأنسجة ويتراكم في الخلايا بشكل تدريجي، ثم ينتقل إلى الإنسان من خلال التغذية النباتية والحيوانية. يتأثر النحل بالفلور حيث يبطئ نموه ويقلل إنتاجه من العسل؛ وذلك لأنه يصل إلى النحل عن طريق الرحيق للأزهار التي يتغذى عليها.

ثانيا: الملوثات الغازية (Pollutant Gases)

وهي مركبات غازية تشمل:

١.الهيدروكاربونات:

وهي عبارة عن مركبات عضوية في الحالة الغازية والسائلة والصلبة تتألف جزيئاتها من عنصر الكاربون والهيدروجين فقط بأشكال وأنواع مختلفة. تنبعث الهيدروكربونات نتيجة لنوعين من العمليات هي عملية التبخر وعملية الاحتراق الغير تام.

هناك نسب قليلة من مركبات الهيدروكاربونات التي تنتج طبيعيا من بعض الفعاليات الجيولوجية الحرارية، وكذلك التطاير من خزانات الوقود ومحطات التعبئة ومن العمليات النفطية والغاز الطبيعي والفحم الحجر، يقدر التلوث الناجم من هذا الغاز بحوالي (88Mt) في السنة.

مصدرها الرئيسي يتمثل بالميثان (CH) وهو غاز طبيعي المنشأ ينتج من عمليات التفسخ البكتيري في المستنقعات ومن تحلل المواد العضوية المطمورة في التربة أو الماء بتأثير نوع من البكتريا تعرف (ببكتريا الميثانية). تقدر كمية الغاز المنبعث سنويا حوالي (1,000 Mt) إنَّ هذا الغاز غير سام بحد ذاته للأحياء؛ ولكن وجوده في أماكن مغلقة تجعله يزيح الهواء ويحل محله

لكونه أثقل من الهواء وزن؛ لذلك يؤدي إلى الإختناق والموت، وكذلك هناك خطورة أُخرى كامنة في غاز الميثان حيث إنَّ له قابلية على الانفجار حتى دون مصدر اشتعال.

كذلك إنَّ مركبات الاثيلين لها دور ضار على النباتات فضلا عن تسببه في تكوين الفورمالديهايد بوصفها مادة مهيجة للعين في التفاعل الكيموضوئي لا تعد الهيدروكربونات مواد ملوثة خطيرة بحد ذاتها باستثناء الأنواع الاروماتية، منها، غير أَن خطورتها تكمن في تفاعلاتها مع ملوثات أُخرى بوجود أشعة الشمس والأُوكسجين ومواد أُخرى.

إن المواد الملوثة الناتجة عن تفاعل الأوزون والهيدروكربونات لها دور في الإصابة بانقباض الغدد والسعال والصداع واتلافها للحويصلات الرئوية والربو، إذ أنها تتلف المطاط والقطن والنايلون، وتسبب تقرح أوراق النباتات وضعف قوتها.

٢.أول أُوكسيد الكاربون:

يتكون هذا الغاز من اتحاد الكاربون والأوكسجين عند احتراق الوقود احتراقا غير تام أو تحت ظروف معينة، مصدره وسائط النقل وهو غاز سام عديم اللون والطعم والرائحة يُعد الحد الخطر منه في حدود ($34mg/m^3$) لمدة ٢٤ ساعة.

يعد هذا الغاز من أكبر الملوثات لأجواء المدن، إنَّ مستويات هذا الغاز لا تزداد بصورة مستمرة ؛ وذلك لوجود عمليات طبيعية تقف وراء زواله من الجو، يتميز بقدرته على الاتحاد مع هيموغلوبين الدم مكون مركب كاربوكسي يجعل الدم غير قادر على حمل الأُوكسجين مما يؤثر على التنفس وعلى القلب، ويؤدي الى الموت اعتمادا على تركيزه وطول مدة التعرض ومعدل نشاط التنفس .

٣.ثاني أُوكسيد الكاربون:

هو احد المكونات الطبيعية العادية في الهواء ومع ذلك فانه يعد من المواد الملوثة للجو، ينتج من عمليات الاحتراق للوقود عند زيادة تراكيزه فوق معدله الطبيعي؛ وإذ يؤدي إلى إرتفاع

درجات حرارة الغلاف الجوي المحيط بالأرض لانعكاس الحرارة المنبعثة من سطح الأرض بسبب هذا الغاز مما يؤدي إلى كوارث طبيعية مثل الفيضانات، وهناك عامل التعرية للصخور السليكية سببها وجود ثاني اوكسيد الكاربون في الهواء الملامس لسطح الأرض.

٤.أكاسيد النتروجين:

من أهم الغازات الملوثة لهذه المجموعة هو غاز أول أُوكسيد النتروجين (اوكسيد النتريك) وغاز ثاني اوكسيد الكاربون. يتكون هذين الغازين من اتحاد الاوكسجين والنتروجين في عمليات الاحتراق عند درجات حرارة تفوق (1100c)، ويتم ذلك في جميع وسائط النقل ومحطات توليد الكهرباء والمنازل ويطلق عليها (مصادر الاحتراقية بشرية المنشأ). وهناك مصادر أُخرى لانبعاث اكاسيد النتروجين من مصادر غير احتراقية بشرية المنشأ مثل من معامل صناعة الأسمدة النتروجينية الذي ينبعث منه غاز (No_2) بلونه البرتقالي المائل الى الحمرة، وكما ينبعث من الحقول الزراعية بعد عمليات التسميد الكيميائي والحيوان ومن صناعة حامض النتريك والمتفجرات، تقدر الكميات المنبعثة سنويا بحوالي (48Mt).

ويعد أُوكسيد النتريك غاز سام ومهيج خاصة للعيون والمسالك التنفسية، أما غاز ثاني اوكسيد النتروجين فتكون نسبته كبيرة في الهواء الملون، ويتميز برائحته الخاصة ويؤدي إلى التهاب الرئة قاتلا للإنسان إذا كان تراكيزه عالية يؤدي إلى انحلال الآليات للقطن والنايلون، ويعمل على تآكل أسلاك النحاس والنيكل.

يشترك (No_2) مع الهيدروكربونات بوجود الضوء في مجموعة من التفاعلات المعقدة التي تؤدي إلى ظاهرة الكيموضوئية.

٥.أكاسيد الكبريت:

تضم هذه الاكاسيد كلا من غاز ثاني أوكسيد الكبريت بالدرجة الرئيسة وغاز ثالث أوكسيد الكبريت بدرجة أقل.

إن غاز (So_2)غاز ذو رائحة نفاذه عديم اللون ناتج عن عمليات الاحتراق الوقود الاحفوري حيث يحتوي على الكبريت الذي يتأكسد الى (So_2).

ومن مصدر آخر لغاز (So_2) هو غاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S) في الجو وتفسخ المواد العضوية في المحيطات وعلى اليابسة، كما أَنَّ هذا الغاز ينبعث بعد انفجار البراكين، حيث يتسرب من الأماكن النفطية والغازية والمصادر الجيولوجية الأُخرى، وتقدر كمية المنبعثة طبيعيا حوالي (1Mt) سنويا، أما المصادر الناتجة عن فعاليات الإنسان فتقدر إنتاجه بحدود (3Mt) سنويا، يتضح مّما تقدم أن المصادر البشرية المنشأ تعد المصدر الرئيسي لتلوث الهواء بهذا الغاز.

يمكن لهذا الغاز (So_2) ان يتفاعل مع أَوكسجين الجو ليتحول الى (So_3) الذي يميل بشدة للذوبان في المياه ويتحول إلى حامض الكبريتيك (H_2So_4) الذي يساهم في تكوين الأمطار الحامضية مسببا كوارث بيئية.

تزداد الآثار التخريبية للغاز عندما ترافقه دقائق الغبار الصناعي حيث يتكون مما يعرف (بايروسول الكبريتات) وهي مادة خطرة تخرب أربعة آضعاف آثار غاز (So_2) حيث إن للايروسول قابلية تلوثية تعمل على الاختناق والتأثيرات الضارة على الرئة.

غاز (So_2) يعمل على إضرار في الجهاز التنفسي كما أن إمتصاصه من مسام الأوراق للنباتات يؤدي إلى قصور في نموها كما يدخل غاز (So_2) في تكوين الضباب الدخاني.

إنَّ الذي يزيد من خطورة التلوث بهذا الغاز هو أن المنظومات المعالجة للحد من تركيزه تعد معقدة وباهظة التكاليف، إذ وصل هذا الغاز إلى حدوده المنذرة بالخطر في عموم أنحاء العالم.

٦.كبريتيد الهيدروجين:

غاز عديم اللون سام جدا تبلغ درجة سميته بنفس درجة سمية غاز السيانيد تقريبا، وله رائحة نفاذة وكريهة تشبه رائحة البيض الفاسد يتحسس الإنسان بهذه الرائحة لتراكيز جداً ضئيلة لا تتجاوز (0.0005 جزء بالمليون). ينبعث هذا الغاز من مصادر طبيعية من البراكين الغير هوائية

التي تهاجم الكبريتات وتحولها بعملية اختزال إلى كبريتات ، كما يحدث عمليات التحلل في مواقع طمر النفايات تحت سطح الأرض، مّما يسبب في تلوث المياه الجوفية بسبب قابليته على الذوبان في الماء .

كما ينبعث هذا الغاز من العيون الكبريتية ومن أحواض تصفية مياه المجاري بسبب عمليات التفسخ، وينتج أيضا من الأنشطة الصناعية مثل عملية الدباغة بسبب أستعمال المركبات الكيميائية، وكذلك من عمليات تصفية النفط الحاوي على تراكيز عالية من الكبريت.

تكمن خطورة هذا الغاز على صحة الإنسان خلال التعرض الطويل الأمد أو عند التراكيز العالية لفترات قصيرة حيث يمكن له اختراق أغشية الحويصلات الرؤية بسهولة. يسبب الصداع والغثيان مع تخدش العين وأن الحد المسموح لهذا الغاز (٧جزء من المليون) وتكون مدة التعرض (٨ ساعة).

الفصل الرابع

التلوث الإشعاعي

الملوثات الإشعاعية

مصادر الإشعاعات الملوثة

أنواع الإشعاع الملوث

وحدات قياس الإشعاع

تاثيرات الإشعاع الملوث

العوامل التي يعتمد عليها التاثير البايلوجي للإشعاع الملوث

الكوارث الصحية والبيئية للإشعاع الملوث

الملوثات الاشعاعية(Radiation Pollution)

يعد الإشعاع ظاهرة طبيعية تحيط بالإنسان في كل مكان ولقد أدى نشاطات الإنسان الصناعية إلى زيادة تراكيزه في بعض المواقع فعملت إشعاعاته على تلوث البيئة بكل أشكالها، فحدث التلوث الإشعاعي في الهواء والماء والتربة والغذاء، وبسبب حوادث عرضية أو مشاكل صناعية معينة حصلت في المفاعلات النووية او في النفايات المشعة أو في سوء استعمال المصادر المشعة أدت إلى انبعاث الإشعاع بجرعات ضارة تعمل على تدمير الخلايا للكائن الحي بشكل مباشر أو غير مباشر عند التعرض لها مما سبب حالات خطيرة ومميتة للإنسان والكائنات الأُخرى اعتمادا على مستوى الجرعات ونوعها.

يعرف الإشعاع: بأنه شكل من أشكال انبعاث الطاقة على هيئة أمواج أو جسيمات، ويكون الانبعاث إما تلقائي أو صناعي.

مصادر الاشعاعات الملوثة

توجد بعض المواد المشعة طبيعيا في الغلاف الجوي وفي الماء والتربة، وقد تنتشر إلى البيئة بفعل عوامل طبيعية بحته لا دخل للإنسان فيها، وفي الوقت نفسه فإن هناك مواد مشعة من تحضير الإنسان، وتعزى أسباب تسربها إلى البيئة مِنْ فعاليات الإنسان غير المنضبطة، وعلى ضوء ذلك يمكن تقسيم مصادر التلوث بالمواد المشعة على قسمين:

- مصادر طبيعية

يتعرض الإنسان إلى ثلاثة أنواع من الإشعاعات الطبيعية:

١.اشعاعات الفضاء الخارجي:

وهي الإشعاعات الناتجة من المجرات والنجوم البعيدة ومن الشمس التي تدخل إلى الغلاف الجوي من الفضاء الخارجي، وتعتمد كمية الإشعاع الكوني المستلمة من قبل الكائنات الحية على ارتفاع الموقع عن مستوى سطح البحر، وعلى خطوط العرض على سطح الارض. مثال ذلك،

السكان القانطون على ارتفاع (1.5km) يتعرضون إلى ضعف ما يتعرضه السكان على مستوى سطح البحر أو على خط الإستواء، تتفاعل هذه الاشعاعات مع مكونات الغلاف الجوي مكونة جسيمات اقل طاقة من ph, e, x, n, p وبذلك تزداد جرعة هذه الإشعاعات.

٢.اشعاعات القشرة الأرضية

تنبعث الاشعاعات من القشرة الأرضية بصورة مستمرة على هيئة غازية الى الجو؛ وذلك نتيجة تفاعلات النوى المنشطة التالية:

(اليورانيوم–٢٣٨)، (الثوريوم–٢٣٤)،(الراديوم–٢٢٦,٢٢٣) الموجودة في الصخور الكيراتينية التي تحتوي على أصداف بحرية ومواد عضوية، وكذلك من مواد البناء الطبيعية، حيث تنتشر المواد المشعة (نظائر مشعة) انتشارا كبيرا فتعطي إشعاعات ذات جرعات غير ضارة للكائنات الحية ضمن الحدود المسموحة. ولكن نجد أن الجرعات الإشعاعية من هذا المصدر تكون عادة اكثر نسبة من الإشعاع الكوني ، إن مستوى النشاط الإشعاعي في القشرة الأرضية متقارب في معظم الأماكن.

٣.اشعاعات الكائنات الحية

تحتوي أجسام الكائنات الحية عادة وبشكل طبيعي على نظائر مشعة في تركيب أجسامهم مثل (البوتاسيوم–٤٠) (والرادوم–٢٢٦) (والفوريوم–٢٢٢) (والكاربون–١٤) (والفسفور–٣٢). كما يمكن الحصول عليها نتيجة نوع تغذيتها، بالتالي فإنها تدخل عن طريق الجهاز الهضمي على شكل ماء أو غذاء فتصبح جزء منه أو عن طريق التنفس.

لقد وجد أنَّ المعدل الإجمالي للإشعاع الناتج من المصادر الطبيعية التي يتعرض اليها الكائنات الحية حوالي (105 mrem/y) وله تأثيرات ضارة طفيفة جدا على المدى البعيد فقد تحدث طفرات وراثية لدى الجنس البشري.

- مصادر صناعية

يتعرض الإنسان إلى إشعاعات ضارة ناتجة عن صنع يديه بسبب النشاطات الصناعية التي أنشأها لتلبية حاجاته. وهي على ثلاثة أنواع من الإشعاعات:

١.اشعاعات من المجال الطبي:

نتيجة استعمال النظائر المشعة في التصوير أو التخطيط أو التحليل؛ وذلك لمعالجة الأمراض السرطانية، وكذلك للتعقيم وللبحوث العلمية لتطوير التقنيات الطبية الإشعاعية ، فضلاً عن إستعمال الإشعة السينية في التشخيص بناءاً على الصور المقطعية للعظام وفي طب الاسنان، ويقدر معدل الجرعة من الأشعة السينية للشخص الولحد حوالي (32mrem).

يُعد الاطباء والمصورون الشعاعيون أكثر الاشخاص تعرضا للإشعاعات لهذا النوع، ورغم أهميتها لكن يجب أن يقتصر إستعمالها في الحالات الضرورية القصوى، وعند إستعمالها لا بد من أخذ الاحتياطات الكافية في حماية الأجزاء الأُخرى من الجسم، وتجنب الإفراط من التعرض إلى الجرعات الإشعاعية، والتي يكون لها تأثيرات وراثية.

٢.إشعاعات التجارب النووية العسكرية:

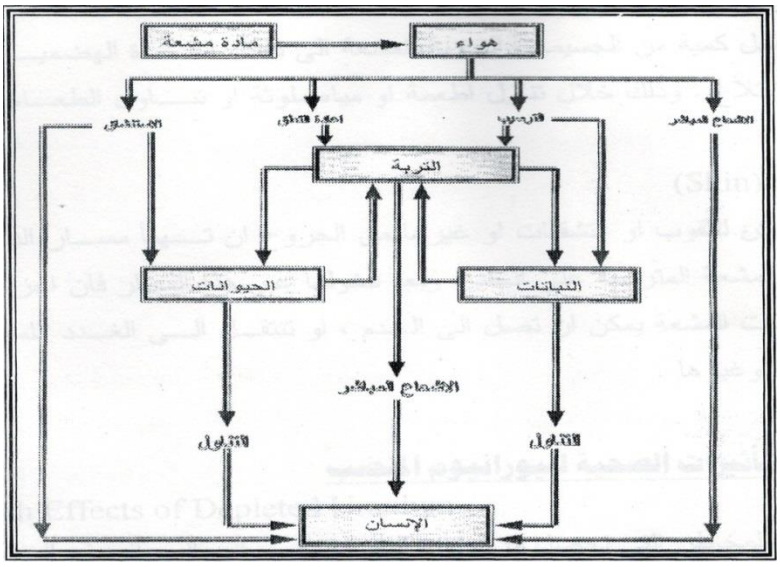
وهي الإشعاعات النووية الناتجة عن تجارب لاغراض عسكرية، والتي تجري في الهواء وعلى الارض وتحت سطح الارض وتحت البحار، والتي هي ناتجة عن الإنشطارات النووية لبعض النوى المشعة مثل (الكاربون-١٤)و(السترانتيوم-٩٠) و (اليود-١٣١) و (السيزيوم).

تنتشر هذه المواد المشعة في الجو وبحسب حجم المتفجرات فان كانت كبيرة الحجم (مليون طن) فان النظائر المشعة، الإشعاعات تصل إلى طبقة الستراتوسفير حيث تبقى لمدة قد تصل إلى عشرات السنين أمَأ النظائر المتولدة من تفجيرات صغيرة (كيلو طن) فإن الإشعاعات الناتجة تبقى في طبقة الستراتوسفير لمدة تبلغ بضعة أسابيع أو شهر، وقد تعاني هذه النظائر المزيد من التحلل الإشعاعي في الجو إلى نواتج صلبة تتساقط على سطح الأرض بهيئة غبار ذري يؤدي

إلى تلوث الحشائش، وما له من آثار ضارة على الحيوانات والمنتجات الغذائية من الصعب تقدير كمية النظائر المشعة التي تحررت إلى الجو بسبب القنابل النووية ؛إذ قُدرت بحوالي (140 mrem/y).

٣.اشعاعات صناعية :

تتمثل بالنظائر المشعة في المفاعلات النووية لتوليد الطاقة الكهربائية وتصنيع الوقود النووي، حيث يستعمل لها خامات (اليورانيوم–٢٣٨) كمادة أولية أساسية وما يرافقها من تفاعلات انشطارية تكون نواتجها نظائر مشعة واشعاعات هائلة وكميات كبيرة من الحرارة التي تستعمل لتدوير المحركات التوربينية المولدة للطاقة الكهربائية، كما ينتج عن المفاعلات النووية نفايات مشعة وفضلات غازية مثل (يود–١٢٤) و (كربتون–٨٥) تطلق إلى الجو ثم تحلل إشعاعيا إلى أنواع صلبة تتساقط على الأرض كغبار نووي ومن الفضلات الساقطة (T–3) ونظائرها، Fe ، Co– 60 وفضلات صلبة عالية الفعالية يحتمل تسرب المواد المشعة بسبب وجود مشاكل في صعوبة تخزين العناصر المشعة ونظرائها وفضلاتها وذلك لأنها ذات الأعمار النصفية الطويلة الأمد لمئات الاف من السنين تبقى تبعث الإشعاعات دون التمكن من إيقافها أو تعجيل تحللها.



شكل (١٠) طرق انتقال المواد المشعة إلى الإنسان

أنواع الإشعاع

يمكن أن نصف الإشعاعات أعتماداً على طبيعته الى نوعين:

١.ذات طبيعة جسيمية

الإشعاع ذات المكون الجسيمي يكون شعاع غير مرئي ذات مدى من الترددات والطاقة العالية مكون من دقائق متناهية في الصغر بعضها مشحون كهربائيا بالشحنة الموجبة مثل أَشعة x, p والبعض مشحون بالشحنة السالبة مثل أَشعة B والبعض متعادل كهربائيا مثل أشعة n.

تنطلق هذه الدقائق أثناء عملية التحلل النووي لنواة العنصر المشع تلقائيا الى نواة اصغر، وقد يصاحب انطلاقها انبعاث فوتونات أشعة أو قد لا يحدث أعتمادا على طبيعة العملية وعلى الخواص الفيزيائية لحالة النواة الأم قبل التحلل وبعد التحلل.

يعبر عن سرعة التحلل بعمر النصف: هو الزمن اللازم لتحلل نصف العدد من الانوية المشعة في نموذج العنصر المشع إلى أنوية غير نشطة إشعاعيا، يختلف زمن نصف العمر؛ إذ يتراوح بين أجزاء من الثانية إلى ملايين السنين.

٢.ذات طبيعة موجية

عند التأثير على ذرات الأجسام بطاقة خارجية يحصل تبادل في الطاقة مع إلكترونات الذرة التي تنتقل بسبب امتصاص الطاقة من مداراتها إلى مدارات ذات طاقة عالية؛ وبذلك تصبح الذرة غير مستقرة وعند هبوط الإلكترونات إلى مداراتها الأصلية فإنَّ العملية تكون مصحوبه بانبعاث فوتونات على هيئة موجات كهرومغناطيسية تسير بسرعة الضوء.

$(3 \times 10^8 \text{ m/s})$ في الفراغ وطاقته تساوي كما في المعادلة التالية:

$$E_{ph} = E_2 - E_1$$

تمثل الفروق بين طاقة الإكترون في المدارين .

إنَّ هذه الموجات يمكن أن تكون مرئية او غير مرئية؛ وذلك تبعا لترددداتها واطوالها الموجية في مناطق الطيف الكهرومغناطيسي، وعلى ضوء ذلك سوف تقسم على نوعين من الموجات من حيث تأثيرها الملوث:

١.موجات عالية الطاقة:

هي موجات كهرومغناطيسية أطوالها الموجية تقل عن (4000 A) والتي تشمل الاشعة الفوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة كاما وهي أشعة غير مرئية ذات طاقة عالية وقدرة كبيرة على النفاذ خلال الأجسام لها خواص واحدة من حيث الجوهر إلا إنها لها تأثيرات مختلفة من حيث تفاعله مع المواد اعتمادا على طولها الموجي وترددها وطاقتها.

٢.موجات منخفضة الطاقة:

وهي موجات كهرومغناطيسية أطوالها الموجية أكبر من(4000 A) والتي تضم الأشعة المرئية وهي أشعة يمكن رؤيتها وادراكها تتمثل بالضوء العادي كما تشمل الأشعة الراديوية والمايكرويفية والأشعة التحت الحمراء، إلا إنها اشعة غير مرئية لها خواص حرارية وكهربائية ومغناطيسية يختلف تأثير تفاعلها على الاجسام باختلاف طاقتها.

مكونات الاشعاع الملوث

تتميز ذرات العناصر الثقيلة بعدم استقرارها فإنها تميل إلى التفكك لنواها إلى نوى أخف وأكثر استقرارا؛ مما يؤدي ذلك إلى إصدار أنواع مختلفة من الإشعاعات تتألف من مكونات جسيمية أو موجية نذكر منها الإشعاعات المتكونة منها:

١.اشعة الفا(α):

هو عبارة عن نواة الهليوم (He) المكونة من بروتونين ونيوترونين وهي بذلك عبارة عن جسيمات مشحونة بالشحنة الموجبة.

تتميز هذه الجسيمات بإن سرعتها بطيئة نسبيا (20000 km/s) حيث لا يتجاوز مسارها في الهواء بضعة سنتمترات ، فهي لا تمتلك قابلية عالية على اختراق الحواجر أياً كانت فقد يتعذر عليها اختراق ورقة كتابة اعتيادية ، ولقد وجد أَنَّ نفوذها في الأنسجة الحية والماء لا يتجاوز عن الملمتر.

تقوم هذه الجسيمات بتأين كهربائي أثناء تفاعلها مع الأجسام الساقطة عليها وعلى طول مسارها، حيث تنتج تقريبا (20000–40000) زوج من الأيونات خلال سنتمتر واحد.

مصدرها تحلل نواة اليورانيوم والراديوم والثوريوم كما في المعادلة:

$$_{92}U^{238} \longrightarrow {}_{90}Th^{234} + {}_{2}He^{4} \quad (\alpha)$$

٢.اشعة بيتا (B):

وهي أشعة أخف وزنا من اشعة الفا سبعة الاف مرة تقريبا؛ لذلك فإن قدرة نفوذها داخل الاجسام أكبر، وقد تصل حتى(2cm) في الأنسجة الحية، وقد تخترق المعادن بعمل ملمتر واحد أمَّا في الهواء فيقدر إنها تقطع مسافة مترين.

تقوم هذه الجسيمات بتأين كهربائي مخفف نسبيا بحدود (20–40) زوج من الإيونات خلال سنتمتر واحد.

جسيمات بيتا هي جسيمات سالبة الشحنة تنطلق نتيجة تحول النيترون داخل النواة غير المستقرة إلى بروتون وإلكترون كما في المعادلة

$$_{90}Th^{234} \longrightarrow {}_{91}P^{234} + {}_{-1}e^{0}$$

ويمكن أن تكون دقائق بيتا جسيمات موجبة الشحنة (بوزترون) تتحرر عندما يتحول البروتون داخل النواة غير المستقرة إلى نيوترون وبوزترون كما في المعادلة

$$_{15}P^{30} \longrightarrow {}_{14}Si^{30} + {}_{+1}e^{0}$$

وفي كلا العمليتين خلال تحرر دقائق بيتا يمكن أَنْ يصاحبه انطلاق فوتونات أشعة كاما.

٣. أَشعة كاما:

وهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية على هيئة فوتونات تنطلق بإحدى الطريقتين: إمّا انبعاثها من النوى المثارة أثناء عملية التحلل وتكون ذات طاقة عالية جدا مساوية لمقدار طاقة إثارة النواة.

وأما انبعاثها نتيجة تحول المادة إلى طاقة، وتحدث هذه العملية مرافقة لتحلل البوزترون من النواة ويكون انطلاقه بسرعة عالية وعند تباطؤه نتيجة سلسلة اصطدامات مع الكترونات الذرة، فيصبح بإمكانه الاتحاد مع الكترون مكونا ذرة تعرف بالبوزترونيوم عمرها قصير تتحلل هذه الذرة الى طاقة على شكل أشعة كاما، وتكون طاقتها مساوية الى مجموع الطاقة الساكنة للالكترون والبوزترون بحدود (1.02 Mev) كما في المعادلة

$$_{-1}e^{0} + {}_{+1}e^{0} \longrightarrow 2$$

تتميز هذه الأشعة بأنها تسير بسرعة الضوء وتتكون من فوتونات تحمل شحنة متعادلة كهربائيا لها القدرة على اختراق الأنسجة الحية، وإن مسارها في الهواء فائق الحد بدرجة كبيرة. وإن لها قدرة على التأين الكهربائي للمادة عن طريق انتزاعها لإلكترونات الذرة إلا أنّ تأينها أقل شدة من تأثير B , x بمائة مرة. يمكن الحصول على هذه الأشعة صناعيا من النوى المشعة (Co–60) ، (Cs–137) ، (I–131).

٤.الأشعة السينية (X–Ray)

وهي عبارة عن فوتونات الموجات الكهرومغناطيسية ذات طول موجي يتراوح بين $(10^{-5} - 10^{2})$.

يمكن الحصول عليها طبيعيا من الشمس نتيجة إثارة الذرات داخل الشمس،ويمكن الحصول عليها صناعيا من انبوبة الأشعة السينية والمعجلات؛ وذلك نتيجة تعجيل الإلكترونات خلال مجال كهربائي وعند اصطدامها بهدف معدني ذات درجة انصهار عالية وعدد ذري كبير مثل معدن التنكستن، فسببت الاصطدامات تغير مواقع الإلكترونات في ذرات الهدف، وعند عودتها إلى حالتها الأصلية حصل انبعاث الفوتونات لإشعة السينية بطاقة لا تزيد عن (500eV) وأصبح صناعيًا بالإمكان الحصول على طاقات عالية للإشعة السينية من المعجلات يتراوح طاقتها بين عدة ملايين ev الى عدة بلايين ev.

ولهذه الأشعة القابلية على النفاذ خلال الأجسام الصلبة، وتقوم بتأين كهربائي بطريقة غير مباشرة حيث يتم تحرر إحدى الجسيمات المشحونة نتيجة التفاعل والتي بدورها تقوم بعملية التأين خلال مسارها.

٥.الأشعة النيترونية (n)

وهي جسيمات متعادلة الشحنة كهربائيا تنطلق من احدى التفاعلات التالية:

١- الانشطار النووي: وتتم هذه العملية داخل المفاعلات النووية حيث ينشطر نواة عنصر اليورانيوم مثلا تتبعه سلسلة من الانشطارات نتيجة امتصاصه للنيوترون طاقته الحركية بحدود (0.025 ev) ينتج عن هذا التفاعل تحرير نيوترونات وفقا للمعادلة

$$_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{92}U^{236} \longrightarrow {}_{54}Xe^{140} + {}_{38}Sr^{44} + {}_{0}2n^{1} + 200ev$$

٢- التفاعلات الاندماجية: وهي عملية يتم فيها اندماج نوى العناصر الخفيفة مكونا نواة عنصر أثقل كما في المعادلة

$$_{1}D^{2} + {}_{1}D^{2} \longrightarrow {}_{2}He^{3} + {}_{0}n^{1} + 3.3\ Mev$$

٣- اشعة النيوترونات: هي أشعة لها طاقة عالية، ولها قابلية على تأين الوسط الذي تمر فيه بصورة غير مباشرة.

وحدات قياس الإشعاع

توجد أكثر من وحدة قياس للجرعات الإشعاعية الممتصة منها:

١.الراد (Rad) (وحدة قياس كمية الطاقة الإشعاعية الممتصة)

هو عبارة عن كمية الأشعة التي يمتصها كيلوغرام من المادة المعرضة للإشعاع أو كمية الطاقة الإشعاعية الممتصة التي تعادل 10^{-5}J/g من الانسجة، وتعد هذه الوحدة مساوية في شدتها لوحدة الروتنجن تقريبا.

٢.الريم (Rem) (وحدة قياس التأثير البايولوجي للاشعاع الممتص)

هو عبارة عن كمية الطاقة الإشعاعية التي تحدث تأثيرا بيولوجيا يعادل واحد راد، وإن ريم واحدمن أي إشعاع هو كمية الإشعاع التي إذا تعرض اليها الجسم للانسان ليس اي نسيج حي) فانها تسبب تأثير مكافئ لامتصاص جرعة قيمتها روتنجن واحد.

٣.الكري(Gray) (وحدة قياس التأثير عن امتصاص الاشعة)

الذي يعادل ١٠٠راد أو يعادل جول واحد من الاشعة لكل كيلوغرام من المادة المعرضة للاشعاع (١ جول/ كيلوغرام من الانسجة الحية)

٤.السيفرت (Sv) (وحدة قياس التأثير الناتج عن امتصاص الأشعة)

يساوي (١٠٠ريم) ويعادل كذلك (١٠٠راد) أي إن الكري والسيفرت متساويان

٥.الكوري(Ci) (وحدة قياس الاشعة الصادرة)

وحدة لوصف فعالية المصدر المشع أي معدل الانحلال المتسلسل الإشعاعي في الثانية الواحدة لكتلة غرام واحد من عنصر الراديوم $1Ci=3.7x10^{10}d/s$

٦.الروتنجن(R) (وحدة قياس الاشعة الصادرة)

هي وحدة وصف مقدار التعرض إلى الأشعة السينية أو إلى أشعة كاما وتعرف: بأنها الأشعة المؤدية إلى إنتاج أيونات تحمل شحنة مجموعتها يساوي ($2.1x10^9$) من وحدات الشحنة الكهربائية.

تأثيرات الإشعاع الملوث

إن التأثيرات البايولوجية التي يحدثها الإشعاع في الأنسجة الحية إعتمادا على طاقتها المنبعثة يمكن تقسيمها على نوعين:

- تأثيرات مؤينة

إن الإشعاعات ذات الطاقة العالية مثل أشعة كاما، أشعة الفا، الأشعة السينية، أشعة بيتا يكون لها قابلية على تأين المواد والانسجة الحية التي تمر فيها، وتسبب خلل كيميائي خطير في الخلايا الحية التي تتعرض لها، ويمكن تفسير هذا النوع من التأثيرات من النظريتين التاليتين:

١.**نظرية التأثير الغير مباشر**: ويتم ذلك من خلال عدة مراحل:

أ.المرحلة الفيزيائية:

وفيها تنقل طاقة الإشعاع إلى جزيئات الماء في الخلية الذي يعتبر المكون الرئيسي لكافة انسجة الجسم وعند تأين الجزيئات ينتج ايون موجب H_2O^+ مع (e) ويكون الايون غير مستقر؛ وإذ سرعان ما يتحلل إلى أيون موجب (H^+) واحد اكاسيد الهيدروجين (OH). وان ايون الهيدروجين الموجب يمتص احد الإلكترونات الحرة مكونا ذرة الهيدروجين التي تتحد مع

جزيئة أوكسجين مكونا (H_2O) أحد أكاسيد الهيدروجين، وهذا بدوره يستطيع التفاعل مع مثيله مكونا أوكسيد ثالث هو H_2O_2 وفق المعادلات التالية:

$$H_2O \longrightarrow H_2O^+ + e^-$$

$$H_2O \longrightarrow H^+ + OH$$

$$H^+ + e \longrightarrow H$$

$$H^+ + O_2 \longrightarrow HO_2$$

$$HO_2 + HO_2 \longrightarrow H_2O_2 + O_2$$

ب. المرحلة الكيميائية:

إنَّ أكاسيد الهيدروجين هي مركبات كيميائية تعتبر مواد سامة تتفاعل مع مكونات الخلية الحية (مركبات عضوية) مسببة تلفها وخاصة مكونات النواة (الكروموسومات).

ولقد لوحظ أن تأثيرات الإشعاع في المحاليل القاعدية تزيد بسبب وجود جزيئات الأوكسجين في الأنسجة الحية؛ لذلك تزداد حساسية هذه الانسجة للإشعاع.

ج.المرحلة البايولوجية:

تظهر آثار التغيرات الكيميائية التي حدثت في الخلية، منها موت الخلايا أو منع إنقسامها أو زيادة معدل نموها، وانقسامها أو إحداث تغيرات مستديمة في الخلية تنتقل وراثيا عند إنقسام الخلية.

٢.نظرية التأثير المباشر:

في هذه النظرية فإن الإشعاع يصيب مباشرة الأجزاء الحساسة في الخلايا كالكروموسومات أو مركبات عضوية أُخرى.

على إفتراض إنَّ (RH) يمثل جزيئة مركب عضوي في الخلية فإنَّ هذا الجزيء يتحول إلى أحد الجذور، نتيجة لفقدانه ذرة هيدروجين تحت تأثير الإشعاع كما في المعادلة:

$$RH \longrightarrow R^{*} + H^{*}$$

R^{*} –جذر عضوي H^{*} –ذرة هيدروجين فعالة

تتفاعل ذرة الهيدروجين مع جزيئة عضوية أُخرى؛ لنحصل على جذر عضوي آخر وجزيئة هيدروجين ، كما توضحه المعادلة:

$$RH + H^{*} \longrightarrow R^{*} + H_2$$

إن مدى الانتشار لهذه الجذور يكون صغير جدا حيث لا يتجاوز (30A)، مما يوضح أن عمليات التخريب تتم في الخلايا المجاورة والقريبة من مسار الأشعة المؤينة.

- تأثيرات غير مؤينة

يعد هذا النوع من الاشعاعات ذات طاقة ضعيفة نسبيا ليس لها القدرة على التأين لمكونات الخلايا الحية مثل الأمواج الراديوية، المايكرويف، تحت الحمراء، الضوء.

إنَّ لهذه الإشعاعات تأثيرات ضارة متنوعة، ويطلق على التأثيرات هذه (بالتلوث الكهرومغناطيسي) تتكون الموجات الكهرومغناطيسية من مجالات كهربائية وأُخرى مغناطيسية متلازمان مع بعضهما وتنتشر في الفراغ والأوساط المادية.

يتعرض سطح الأرض إلى مجالات كهرومغناطيسية بشكل دائم؛ اذ ينتشر المجال الكهربائي الساكن من الغلاف الجوي وسطح الأرض فيبلغ متوسط شدته (120 v/m)، وتزداد هذه القيمة بشكل أكبر عند حدوث العواصف الرعدية بحوالي (20,000 – 40,000 v/m)؛ مما يسبب شعورنا بالقلق والاختناق.

كذلك ينتشر مجال مغناطيسي أرضي طبيعي متوسط شدته عند مستوى سطح البحر (50 MT)، وتؤدي الرياح الشمسية والاضطرابات الكونية الى تغيرات في شدة المجال المغناطيسي الأرضي. كما أَنَّ جسم الانسان يحتوي على مجالات كهربائية ومغناطيسية ناتجة عن النبضات الكهربائية في المخ ناتجة عن هرمونات معينة تفرزها الغدد، وإن هذه المجالات تتحكم في نشاط خلايا الجسم.

يمكن للإنسان التعامل والتعايش مع هذه الإشعاعات الطبيعية دون ضرر لكن مع التقدم التكنلوجي ظهرت مصادر عديدة تبعث بإشعاع كهرومغناطيسي خارجي مثل: البث الفضائي، والاتصالات اللاسلكية، ومحطات الضغط العالي، ومحولات الطاقة الكهربائية، والاجهزة الكهربائية المنزلية، والافران المايكرووف حتى امتلأت السماء فيها بما يشبه الضباب الكهرومغناطيسي.

فعند تعرض الإنسان إلى مجالات كهرومغناطيسية خارجية فإنها تسبب تشويه المجالات الطبيعية مما تؤدي إلى خلل في نشاط الخلايا الحيوية وفي وظائف الأعضاء، ثم إنَّ لوجود عنصر الحديد في مكونات الإنسان فإنها تتأثر بالمجال المغناطيسي الخارجي وتتشكل حسب خطوطه، وقد تظهر جسيمات مشحونة بسبب التفاعل بين الإشعاع والخلية الحية يمكن أن تتفرغ كهربائيا إلى الخارج عند ملامسة أجسام أُخرى كما نراه في بعض الأحيان أنَّ موجات هذا التلوث غير مرئية ورغم أن طاقتها صغيرة الإ أنَّ التعرض لها لفترات طويلة يعطي تأثير مساوي لتأثير الإشعاع ذو الطاقة العالية في زمن قصير من التعرض وان من العوامل التي يعتمد عليها امتصاص الإشعاع الكهرومغناطيسية:

- طاقة الموجات
- المسافة بين المصدر والإنسان
- طبيعة الجسم من حيث الوزن والعمر
- الاستعدادات الوراثية للأمراض

وعموما تنقسم التأثيرات الضارة من التلوث الكهرومغناطيسي إلى:

١.تأثيرات عرضية:صداع، عدم اتزان، عدم تركيز، فقدان وعي.

٢.تأثيرات خطيرة:أمراض السرطان (اللوكيميا)، أمراض القلب وامراض العيون، قصور في الخصوبة.

بالرغم من الفوائد الجمة لهذه الأمواج ذات الطاقات الواطئة إلاّ أن بعض المصادر تولد آثار ضارة جدا منها:

١.الرنين المغناطيسي التي يستخدم فيها مغانط فائقة التوصيل تصل شدته الى($15x10^4G$)

٢.منظومة الكشف المغناطيسي المستعملة في المطارات والأسواق؛ لغرض المراقبة

٣.تيارات النضائد التي تزود محركات وسائل النقل والأجهزة المحمولة بالقوة الكهربائية

٤.خطوط الفولتية العالية وخطوط النقل تحت الأرض (الميترو)

٥.أَجهزة الفصل المغناطيسي مثل جهاز رافع الحديد الخردة، وأجهزة فصل العناصر مثل فصل الكبريت من الفحم الحجري المسحوق وفي تنقية مياه المجاري

٦.أَجهزة التلفزيون والحاسب الآلي وأَجهزة الهاتف ومجفف الشعر وأفران الميكروويف

العوامل التي يعتمد عليها التأثير البايولوجي للإشعاع الملوث

إن التأثير الضار الناتج عن الاشعاعات الملوثة تعتمد على العوامل التالية:

١.الجرعة الاشعاعية:

توجد علاقة طردية بين معدل الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الإنسان والتأثير الضار عليه على فرض أنَّ الخلية هي هدف واحد للإشعاع المؤين، نفرض ان N عدد الخلايا الاصلية ، D جرعة إشعاعية، dN عدد الخلايا المتأثرة بجرعة إشعاعية فإنَّ عدد الخلايا المتأثرة بالإشعاع.

$$dN = -\frac{1}{Do} N\, dD$$

$K = \frac{1}{Do}$ ثابت التخريب

الإشارة السالبة تعني أنَّ مقدار (N) في تناقص بازدياد الجرعة الإشعاعية

$$\frac{dN}{N} = -KdD$$

$$\frac{N}{No} = e^{-KD} \quad \longrightarrow \quad s = e^{-KD}$$

ومن حل المعادلة:

S هي النسبة المتبقية من الخلايا غير المتأينة

Do هومعدل الجرعة الإشعاعية القاتلة: وهي مقدار الجرعة الإشعاعية التي تؤدي إلى القضاء على (٦٣%) من مجموع الخلايا الموجودة في النموذج أي أنَّ (s) تكون مساوية الى (٣٧%) في هذه الحالة.

٢.طبيعة وحالة المادة البايولوجية:

إن المادة في جسم الإنسان تتميز بأعداد ذرية، وبكثافات مختلفة حيث يبلغ العدد الذري للأنسجة العضلية (٧.٤) وكثافته ($1g/cm^3$) مثل كثافة الماء إلا أنَّ العدد الذري للشحوم (٥.٩٢) وكثافته ($0.91\ g/cm^3$) أمّا العظام فعددها الذري (١٣) وكثافته ($1.85\ g/cm^3$)؛ لذلك تختلف معاملات الامتصاص لتلك الأوساط، ويمكن حسابها من المعادلة:

$$I = I_0\, e^{-Mx}$$

I_0 شدة الاشعاعات الساقطة I شدة الاشعاع الخارج

X سمك الوسط M معامل الامتصاص

يلحظ أنَّ معامل امتصاص الأنسجة العضلية أكبر من معاملات الامتصاص بشحوم والعظام حسب الترتيب أي إنَّ معامل الامتصاص للإشعاع يتناسب عكسيا مع الأعداد الذرية للمادة البايولوجية؛ ولكن نجد ان العدد الذري للشحوم قليل بسبب قلة الأَوكسجين فيه، أما العظام فإن العدد الذري كبير؛ لوجود عنصر الكالسيوم.

٣.نوع الاشعاع:

كما ذكرنا سابقا بأن الإشعاع المؤين يتكوم من إمّا جسيمات أو موجات يعتمد التأثير البايولوجي الضار على طاقة الإشعاع المنبعثة من المصدر لإن نوع الإشعاع هو عبارة عن مقياس لقدرة الإشعاع على النفاذ في أعماق المادة وأحداث الضرر أثناء تأين الخلايا الحية.

٤.البعد بين مصدر الاشعاع والانسان:

إن النسبة لنفاذ الإشعاع تعرف: بأنها النسبة بين التعرض الخارجي والتعرض الساقط على المادة الحية؛ إذ إنَّ إزدياد نسبة النفاذ تعني كبر الجرعة الاشعاعية الممتصة من قبل المادة اعتمادا على قانون التربيع العكسي

$$X_1 \times \frac{1}{L1} \ , \ X_0 = \frac{1}{L0} \ \longrightarrow \ \frac{X0}{X1} = \left(\frac{L1}{L0}\right)^2$$

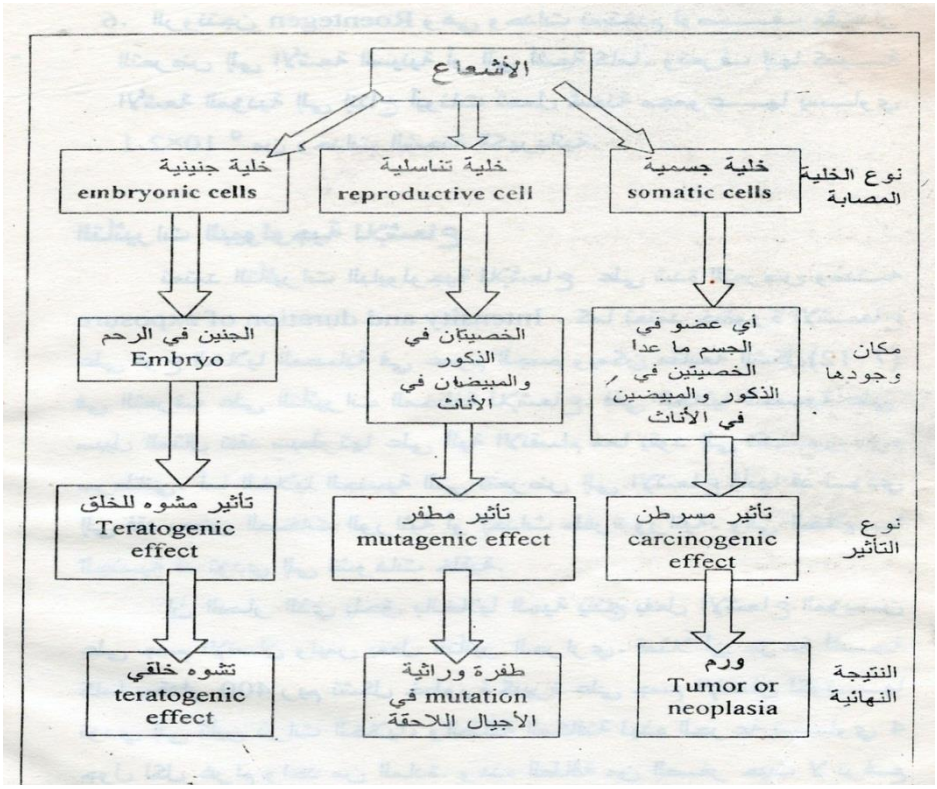
مثال: إذا كان سمك النسيج (30m) وأن بعده عن المصدرالمشع (L1=10cm) وعند وضع النسيج على بعد (L2=30cm) على فرض أَنَّ التعرض الخارجي لكليهما واحد، اثبت أنَّ نسبة الإشعاع الممتص في الأول اكبر من نسبة الإشعاع الممتص الثاني

$$\frac{X0}{X1} = \left(\frac{L1}{L0}\right)^2 \ \longrightarrow \ X_1 = \left(\frac{L0}{L1}\right)^2 X_0 = \left(\frac{13}{10}\right)^2 X_0 = 169\% \ X_0$$

$$\frac{X0}{X2} = \left(\frac{L2}{L0}\right)^2 \ \longrightarrow \ X_2 = \left(\frac{L0}{L2}\right)^2 X_0 = \left(\frac{33}{30}\right)^2 X_0 = \frac{121}{100} \ X_0 = 121\% \ X_0$$

الكوارث الصحية والبيئية للإشعاع الملوث

تعتمد التأثيرات الضارة للإشعاع على شدة التعرض، ومدته، كما تعتمد خطورة الإشعاع على نوع الخلايا المصابة في عموم الجسم ففي الخلايا الجسمية على سبيل المثال تفقد سيطرتها على الية الإنقسام، مما يقود إلى تكوين أورام سرطانية، أمّا الخلايا الجنسية التي تتعرض للإشعاع فإنها تؤدي إلى فقدان بعض الصفات الوراثية أو إحداث طفرة وراثية في الخلايا الجنينية مما يؤدي إلى تشوهات خلقية، ويمكن ملاحظة التأثيرات الإشعاعية على خلايا الجسم في الشكل الموضح.



شكل (١٠) التأثيرات الإشعاعية على خلايا الجسم

إنَّ الدمار الذي يلحق بالخلايا الحية ينتج بفعل الإشعاع المؤين، وليس بفعل التأثير الحراري؛ فإن جرعة أشعة كاما بمقدار (400rem) تشكل خطورة كبيرة على جسم الإنسان؛ لكونها تؤدي إلى التأين وأنَّ الطاقة المكافئة لهذه الجرعة تساوي (4J/g)، وأنَّ هذه الطاقة من الصفر حيث لا ترفع درجة الحرارة لغرام واحد من الماء أكثر من (0.001c) إنَّ مجرد وصول الإشعاع إلى الدورة الدموية فإنها تظهر أعراض بالصداع المصحوب بإرتفاع درجة الحرارة والإسهال والآم البطن وإن الجرعة المميتة للإشعاع هي بحدود (1000 rad) حيث تكون نسبة الوفاة (١٠٠%).

لا بد من تذكر كارثة هيروشيما في اليابان عندما ألقت الولايات المتحدة الامريكية عليها بقنبلة ذرية عام (١٩٤٥) راح ضحيتها ($١٠^{٥}$) شخص وجرح نصف مليون وتدمير ٧٥% من الابنية ولا تزال آثار التشوه الخلقي في اجيالها.

ثُمَ إنَّ هناك كارثة التلوث الإشعاعي في العراق الذي نتج من مصدرين العسكري الذي استعمل فيه القذائف والأسلحة المصنوعة من معادن مشعة وبشكل استثنائي اليورانيوم.

والمصدر الطبي الذي استعمل فيها الإشعاعات لغرض التشخيص والعلاج، كل هذه الإشعاعات انتشرت في المناطق المصابة والمجاورة ولم تسلم فيها الكائنات الحية مسببة أضرار في الجهاز المناعي، واعتلال في وظائف الكبد والكليتين، وزيادة حالات السرطان، وتأثرت الحيوانات، والنباتات حيث تصل إلى الإنسان جرعات من الإشعاع عن طريق السلسلة الغذائية من اللحوم والبيض والحليب والفواكه والخضار.

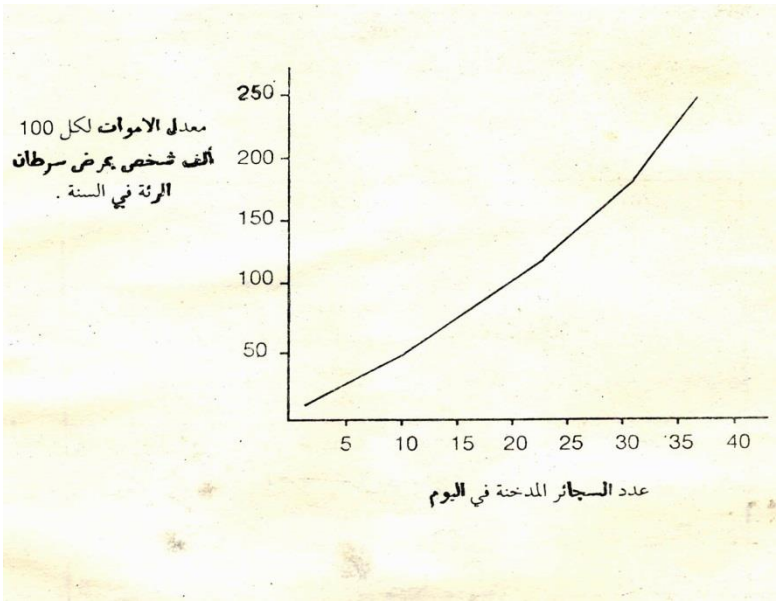
سرعة التعرض	تأثيرات محتملة
١٠٠-٢٠٠	غثيان وقتي، تنزل بعض خلايا الدم
٢٠٠-٣٠٠	غثيان، فقدان الشهية اسهال نحول
٣٠٠-٦٠٠	تساقط الشعر نزيف دموي وفاة بعد اسبوع بنسبة٥٠%
٦٠٠‹	التهاب الفم والبلعوم ارتفاع درجات الحرارة والموت١٠٠%

تأثيرات محتملة للجرعات الإشعاعية على عموم الجسم

<u>رابعا: التدخين</u>

دخان نبات التبغ: هو عبارة عن حبيبات صغيرة من الدخان تحتوي على اكثر من (٣٨٠٠) مادة كيميائية مثل: Co, H_2S, NH_3 ، الفورمالدياید HCHo، الاستيالديهايد CH_3CHo ، وسيانيد الهيدروجين HCN، حامض الكاربونيك وكاربون ورق السجائر وبعض الأحماض مثل حامض النتريك، وحامض الخليك، وحامض الفورميك. وهو إلى ذلك توجد في الدخان ذرات صغيرة من القطران ومادة البنزوين المسببة للسرطان.

يعمل دخان السجائر على تدمير الخلايا المنتجة للأهداب والمخاط، وإن غشاء الأهداب المخاطي الواقي وجهاز التنظيف يجعل سعال المدخن أمراً لا بد منه؛ مما يسبب تلف المسار التنفسي ومن ثَمَّ يؤدي إلى التهاب القصبات الهوائية. ثُمَّ إنَّ وجود النيكوتين في الدخان يعد منبه للجهاز العصبي المركزي ويسبب تغيرات فسيلجية ونفسية ، ثُمَّ إنَّه يؤثر في الدورة الدموية التي تؤدي إلى أمراض القلب كزيادة نبضاته ورفع ضغط الدم ومؤثر على الغدد الإدرينالية محدثة إنفعالات في الجهاز العصبي، علما أَنَّ الجرعة القاتلة من النيكوتين (60mg) حيث تكون مميتة إذا حقنت في الدم؛ لذلك فإن التدخين يعد سبب في هلاك عدة ملايين من البشر.



شكل (١١) رسم بياني يمثل العلاقة بين عدد السجائر ومرض سرطان الرئة

أمّا التدخين السلبي الناتج عن مخالطة غير المدخنين فتؤكد بعض الدراسات بأنّه يسبب زيادة الوفاة نتيجة الاصابات بسرطان الرئة، وأمراض القلب بنسبة (٣٠%) عن معدلها، وأَنَّ المرأة أكثر حساسية تأثيرا بالدخان من الرجل، وذلك يعود لأسباب فسيلجية بحتة ولاسيما أثناء مدة الحمل حيث تكون أضراره جسيمة على الجنين.

الفصل الخامس

ملوثات الهواء ذات الطابع العالمي

أهمية طبقة الأُوزون

أسباب تدمير طبقة الأُوزون

الأضرار الناتجة عن تأكل طبقة الأُوزون

طرق المحافظة على طبقة الأُوزون

الأضرار الناتجة عن الأمطار الحامضية

مكافحة آثار الأمطار الحامضية

طرق لمعالجة والحد من تلوث الهواء

ملوثات الهواء ذات الطابع العالمي

إن الهواء وسط متحرك لا يمكن تحديده جغرافيا في دولة واحدة، حيث إنَّ الغلاف الجوي يعد مشترك عالمي تقوده حركة الكتل الهوائية المتغيرة دائما. حيث ان الملوثات الدقائقية والغازية والإشعاعية يمكن انتقالها من منطقة إلى أُخرى بسهولة مؤثرا في مناطق جغرافية عديدة فقد تصل إلى كل مناطق الكرة الأَرضية مسببا كوارث بيئية متعددة في أنحاء متفرقة من العالم، أدت بحياة مئات من البشر والحيوانات والاحياء الأُخرى ، وتحدث هذه الكوارث باستمرار، ولأسباب مختلفة، يمكننا التعرف على بعض الكوارث ذات الطابع العالمي الناتجة عن التلوث الهوائي ، ومن هذه الكوارث:

١.الاحتباس الحراري (الظاهرة الدفيئة) (Global Warming)

وهي كارثة بيئية ناتجة عن تزايد نسبة الغازات الدفيئة ذات القدرة على امتصاص أشعة الشمس المنعكسة عن سطح الارض.

وللتقدم الصناعي الحاصل فقد أخذت الغازات الدفيئة بالتراكم بشكل متزايد وباستمرار في الغلاف الجوي نتيجة زيادة إستهلاك الوقود بكل أشكاله المختلفة خلال عمليات الاحتراق واستعمال معدات التبريد، وتكييف الهواء ، ومن صهر الالمنيوم ، وتخصيب اليورانيوم ، وصناعة أشباه الموصلات.

ثُمَّ إنَّ العمل على تدمير مساحات شاسعة من الغطاء النباتي ولاسيما الغابات فضلاً عَن تحلل مخلفات الكائنات الحية. ومن الغازات الدفيئة التي لها القابلية على حبس الحرارة (الأشعة تحت الحمراء) ونسبة امتصاصه هي:

-ثاني أُوكسيد الكاربون(CO_2) نسبة امتصاصه (٥٥%)

-مركبات الكلوروفلوركاربون (CF_2CL_2) نسبة امتصاصه (٢٤%)

-الميثان(CH_4) نسبة امتصاصه (١٥%)

-أُوكسيد النتروز (N_2O) نسبة امتصاصه (٦%)

يتميز غاز (CO_2) على خلاف مكونات الهواء الأُخرى بخاصية امتصاص الأشعة تحت الحمراء، وبسبب تراكيزه العالية في الغلاف الجوي فإنّه يساهم بنسبة (٧٠%) من ارتفاع درجات حرارة الجو، إلا أَنَّ قدرة الغازات الدفيئة الأخرى على الحبس الحراري تفوق قدرة (CO_2) بالآف المرات ، غير أنَّ نسبة تراكيزها منخفضة في الغلاف الجوي إضافة إلى ذلك قلة مصادرها على سطح الارض ، وهذا ما يجعل غاز (CO_2) المسؤول الأول لظاهرة الاحتباس الحراري.

من المعروف عند سقوط الأشعة الشمسية والمتمثلة بالاشعة المرئية التي تحددها مديات الأطوال الموجية(400–700nm) فإن من خصائص هذه الأشعة قدرتها العالية على اختراق طبقات الغلاف الجوي دون مقاومة وعند اصطدامها بسطح الأرض الذي يكون كجسم صلب فإنه سيسخن ويكتسب حرارة، ثم يقوم باطلاق جزء منها إلى المحيط الخارجي على شكل أشعة حرارية بموجات طويلة تتمثل بأشعة تحت الحمراء ، تمتص هذه الأشعة من قبل جزيئات ثاني أوكسيد الكاربون والغازات الأُخرى في الغلاف الجوي ولا تسمح بنفاذها إلى الفضاء الخارجي فتحبسها في طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض عاكسة إياها إلى الأرض مرة أُخرى.

ومع تزايد تراكيز الطاقة الخارجية تكون الطاقة المحتجزة أكبر من الطاقة المعادة الى الفضاء الخارجي مما تسبب زيادة الطاقة الحركية لجزيئات الهواء ثم زيادة تصادمها مع بعضها البعض مولدة طاقة. إضافية تساهم في ارتفاع درجات الحرارة ؛ لذلك لا بد لدرجة حرارة جو الأرض من أن ترتفع.

ومن انعكاسات الاحتباس الحراري:

١.إنَّ زيادة بمقدار(١٠%) من تركيز (CO_2) بالخصوص في الغلاف الجوي (كما حدث في القرن الماضي) قابل زيادة متوسط درجة الحرارة بمقدار (0.3c) أدى إلى ذوبان غير معكوس للجليد سواء في القطبين أو على قمم الجبال الشاهقة ، وبالتالي أدى إلى زيادة مستوى المحيطات

والبحار بمقدار (٠.٣-٠.٧) قدم مسببا تدمير المدن الساحلية ثم الهجرة العشوائية للسكان وإخلال في التوازن المائي واليابس.

٢.زيادة حدة التقلبات المناخية وتغيرات في أوقات فصول السنة ، وازاحة الاقاليم المناخية مما أثر على تغير نظام الأمطار وطرق توزيعها على سطح الكرة الأرضية بحيث زادت في العروض المرتفعة مع تزامن حدوث جفاف في مناطق شاسعة في العروض المتوسطة ثُمَّ أدى إلى حدوث العواصف والأعاصير المدمرة.

٣.زيادة درجة حرارة ، وملوحة ، وحموضة البحار، والمحيطات.

٤.انقراض أنواع عديدة من الحيوانات ، والنباتات.

٥.انتشار أمراض مدارية في العروض الوسطى مثل الملاريا.

٦.الحروب ، والصراعات نتيجة نقص الماء العذب ومشاكل اقتصادية مختلفة.

الشكل(١٢) ظاهرة الاحتباس الحراري

٢.الضباب الدخاني

من المعلوم أَنَّ التوزيع الحراري الطبيعي في منطقة التروبوسفير يعتمد على الإنخفاض التدريجي كلما زاد الارتفاع عن مستوى سطح البحر، وبذلك يتم تصريف الملوثات في الظروف الطبيعية نتيجة الحركة العمودية للهواء، حيث يسخن الهواء القريب من سطح الأرض وتصبح كثافته قليلة مما يساعد على ارتفاعه إلى الأعلى ليحل محله هواء بارد من الطبقات العليا ذات الكثافة العالية، وأثناء صعودها إلى الأعلى ينخفض الضغط فيها وتتمدد الطبقة الهوائية فتنخفض درجات الحرارة داخلها، ويطلق على هذا الانخفاض مع الارتفاع عن مستوى سطح الارض (بمعدل الهبوط الادياباتكي) الذي يساوي (1c) لكل (100m) ارتفاع وهذا يحدث طبيعيا. لهذا تكون طبقة الهواء التي تحوي على الملوثات غير مستقرة فتختلط مكوناتها بمكونات الهواء النقي الذي يحيط بها، وبالتالي سوف تنتشر الملوثات بسرعة فيقل تركيزها. أمَّا إذا انخفضت درجة حرارة الطبقة الملوثة بمعدل أقل من معدل الهبوط الادياباتيكي فإن الطبقة تتوقف عن الارتفاع وتبقى كطبقة هواء راكد محملة بالملوثات بين طبقتين باردتين يمنع انتشار الملوثات فتتراكم، ومما يزيد في عملية ركودها وجود عوائق طبيعية في المنطقة مؤثرة على الحركة الأفقية للهواء والتي تساهم في تصريف الملوثات مثل وجود التلال، والاشجار العالية، والوديان؛ لذلك فإن تصريف الملوثات يعتمد بالدرجة الأولى على الحركة العمودية للهواء فقط.

وبما إِنَّ هذه الظاهرة تحصل في جو صحو فإن ذلك يسمح بمرور مقادير عالية من الإشعاعات الشمسة التي تصل إلى مناطق التراكم للملوثات وحدوث تفاعلات كيموضوئية تسبب تكوين ملوثات ثانوية لم تكن موجودة أصلا مثل الأُوزون الأرضي والهيدروكربونات المؤكسدة وغيرها، وبسبب انخفاض درجات الحرارة في الطبقة الملوثة عن درجات حرارة الطبقتين الآخريتين، مما يحدث ارتداد لهذه الطبقة عند وصولها إلى الطبقة الاكثر درجة حرارة (طبقة الانقلاب)؛ وبذلك تنخفض إلى سطح الأرض مما تجعل أجواء المدينة ملوثة بشكل ضباب كثيف مؤثرة على أنواع الحياة على سطح الأرض، ويطلق على هذه الظاهرة (التدرج الحراري المقلوب) كما يوضحه

الشكل، تحدث هذه الظاهرة في المناطق الصناعية الأكثر ازدحاما بالمعامل والمصانع ، وعلى هذا الأساس يظهر نوعان من الضباب الدخاني (الصخيان):

١.الضباب الدخاني الصناعي:

يحدث في الصباح الباكر في فصل الشتاء مع وجود الرطوبة يكون لونه رمادي نتيجة الملوثات (غبار، دخان، رماد، اكاسيد الكبريت وغيرها) حيث يحدث نتيجة الترسيب.

٢.الضباب الكيموضوئي:

يحدث في منتصف نهار فصل الصيف عند ارتفاع درجات الحرارة لونه بني ذو رائحة نتيجة للملوثات الصادرة عن عوادم السيارات، والمصانع وهي NO ، HCL ، وبوجود الضوء تحدث سلسلة من التفاعلات منتجة ملوثات ثانوية مثل الفورمالدهايد، والاوزون، وثاني اوكسيد النتروجين، إنَّ وجود طبقة الضباب الدخاني وما تحتويه من ملوثات بسبب العديد من الكوارث الطبيعية والصناعية كالبراكين وكارثة انفجار مصنع المبيدات في سويسرا والهند التي كونت غمامة كيميائية سامة ساعد سكون الهواء بقاءها فوق المدينة لفترة مسببة موت أكثر من ٢٠٠٠ شخص وأعداد هائلة من الحيوانات الداجنة والحشرات والسعال وصعوبة التنفس يعود ذلك الى اوكسيد الكبريت التي وصلت الى (٩.٦-٣٨.٤) جزء بالمليون من الغلاف الجوي، ولقد سببت ظاهرة الضباب الدخاني عاهات مستديمة وتشوهات الأجنة وفقدان البصر والعقم وتلف مواد عضوية كالمطاط ،والقطن، وتأثير سلبي على النبات.

٣.نضوب طبقة الاوزون

غاز الأُوزون أحد المكونات الطبيعية للهواء تبلغ نسبته الحجمية (٠.٠٠٢) جزء بالمليون؛ لذلك فإنه يعد من الغازات النادرة حيث لا تتجاوز كتلة الكلية في كامل الغلاف الجوي (٢٠٠) مليون طن . وهو غاز لونه أزرق يتركز في طبقة الستراتوسفير بتراكيز تمتد على إرتفاع (-10

59 km) فوق سطح الارض وأن أقصى تركيز له حوالي (٩٠%) يكون على ارتفاع (25–22 km) حيث يلاحظ أنَّ أكثر ارتفاع لهذه الطبقة عند خط الإستواء واقل انخفاضا كلما ابتعدنا عنه باتجاه القطبين؛ وذلك بسبب بطئ دورة الهواء التي ترفع الأوزون من طبقة التربوسفير الى الستراتوسفير.

تُعد سماكة الأُوزون هي الكمية الاجمالية لجزيئات لأُوزون في عمود رأسي في الهواء، حيث وجد إنَّ متوسط سمك طبقة الأُوزون حوالي (3 mm) في الغلاف الجوي، إلا أنُّه يختلف سمكه لإسباب عديدة فيزداد سمكه عند القطبين الشمالي والجنوبي ويقل عند مناطق خط الاستواء. ثُم إنَّ سمكه يزداد في فصل الربيع أكثر منه في فصل الصيف، كما إنَّ سمكه في القطب الشمالي أكبر من سمكه في القطب الجنوبي خلال فصل الربيع وتعكس الحالة في فصل الخريف.

يوجد الأُوزون في الغلاف الجوي في حالة توازن راينميكي ؛ إذ يتولد باستمرار حينما تقوم الأشعة فوق البنفسجية المتضمنة في الأشعة الشمسية بتحويل جزيئات الأَوكسجين في الغلاف الجوي إلى حالة ذرية بتفاعلات فيما بينهن يؤدي إلى تكوين غاز الأُوزون كما هو موضح في المعادلات التالية:

$$O_2 + uv \longrightarrow 2O$$

$$2O + 2O_2 \longrightarrow 2O_3$$

أهمية طبقة الأُوزون

١.حماية الكائنات الحية والحياة على سطح الأرض:

يقوم الأُوزون بامتصاص الأشعة فوق البنفسجية الضارة والتي تم تصنيفها حسب اطوالها الموجية ذات التأثيرات الضارة:

–أشعة (uv–c) يتراوح اطوالها الموجية بين (200–280nm) وهي أشعة خطرة تسبب طفرات وراثية

-أشعة (uv.B) يتراوح اطوالها الموجية بين (280-300nm) وهي أشعة ضارة تسبب الحروق وأَمراض سرطان الجلد

-أشعة (uv.A) يتعدى طولها الموجي (320nm) وهي أشعة غير ضارة بالكائنات الحية وتساعد على تمثيل فيتامين (D) الضروري للعظام في عناصر الكالسيوم.

٢.تنظيم درجات الحرارة سطح الارض:

يعتمد تنظيم الحرارة على تركيز غاز الاوزون في طبقات الجو السفلى والعليا؛ إذْ بينت الدراسات أَنَّ زيادة تركيز الأُوزون في الطبقات السفلى تؤدي إلى زيادة الامتصاص للأشعة تحت الحمراء ، ويترتب على ذلك إرتفاع درجات حرارة الأرض، مما تساهم في تغيير العوامل المناخية للأرض.

أما طبقات الجو العليا فإن تركيز الأُوزون يعمل على تنظيم درجات الحرارة الطبيعية لسطح الأرض؛ لتحقيق حالة توازن طبيعي للغلاف الجوي.

أسباب تدمير طبقة الاوزون

لغاز الأُوزون، وبوجود الاشعة الشمسية ميل شديد على التفاعلات الكيموضوئية مع ملوثات او مع الجذور الغازات الناتجة، منها مسببة تدمير (O_3) حيث تتمثل الملوثات بمواد كيميائية تحتوي على عناصر ذات نشاط كيميائي عالي مثل الكاربون، والهيدروجين، والكلور، والنتروجين حيث توجد في طبقات الغلاف الجوي العليا، ونتيجة تحلل المركبات الغازية الملوثة في الهواء من قبل الأشعة الشمسية؛ لذلك يزول باستمرار غاز الأُوزون خلال عدة تفاعلات تحوله مرة أُخرى إلى جزيئات الأُوكسجين؛ ومن أمثلة على الملوثات وعلاقتها بتدمير الأُوزون نذكر منها:

١.أكاسيد النتروجين:

يتمثل بغاز أُوكسيد النتروز الذي يُعَد المصدر الرئيسي لأكاسيد النتروجين الأُخرى الموجودة في طبقة الستراتوسفير، مثل أول أُوكسيد النتروجين (No) وثاني أوكسيد النتروجين(No_2) الناتج

من أثر التفاعلات البكتيرية النتروجينية، وكذلك نواتج النفط ثُمَّ إنهما ينطلقان من بعض الطائرات التي تطير بمستوى طبقة الأُوزون، ويمكن ملاحظة كيفية تكسير جزيئات الاوزون من خلال التفاعلات التالية:

$$O_3 + No \longrightarrow NO_2 + O_2$$

$$No + 2O \longrightarrow No + O_2$$

$$O + O_3 \longrightarrow 2O_2$$

وهكذا نجد أن غاز (No) يلعب دور الوسيط في تحول O_3 الى O_2 .

٢.المركبات الكلورية العضوية:

مثل المبيدات الحشرية (D.D.T) والالدرين والكلوردين ومركبات الفنيل الكلورية ومركبات بروموفلوركاربون والكلورفلوركاربون. يُعد المركب الاخير المعروف باسم (الفريون) من أكثر المركبات الكيميائية فعالية في تدمير الاوزون حيث يستخدم في كثير من الأغراض الصناعية مثل في أجهزة التبريد، والتكييف ، والثلاجات، وكمذيب عضوي، وفي عبوات الرش تكون هذه المركبات ذات أعمار طويلة تبقى معلقة في الهواء لفترة قد تمتد الى مائة سنة، ويكون تأثيرها الضار عند طبقات الغلاف الجوي العليا، وتحت تأثير (uv) حيث تتفاعل معه لتحرر الفلور والكلور اللذان يتصفان بالنشاط الكيميائي حيث يبدأ كل منهما بتحفيز سلسلة من التفاعلات تؤدي إلى تفكيك أكثر من ($١٠^{٥}$) جزيء أوزون، ويمكن توضيح ذلك وفق ألتفاعلات التالية:

$$CF_2CL_2 + uv \longrightarrow CF_2CL + CL$$

$$F_2CL_3 + uv \longrightarrow CFCL_2 + CL$$

يتحد الكلور الحر ذات النشاط الكيميائي مع جزيئات الأُوزون فيقوم بتحويله إلى أُوزون ذري كما توضحه المعادلات التالية:

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

$$CLO + O \longrightarrow CL + O_2$$

٣.غاز الهالون (غاز الميثان):

يُعَد هذا الغاز من أكثر الغازات الهيدروكاربونية تركيزا في الغلاف الجوي في ظروف معينة، يتم تكسير اواصر الترابط ما بين ذرات الكاربون والهيدروجين، فيحل عنصر الفلور أو الكلور أو البروم محل عنصر الهيدروجين مثل (CF_4) او (CcL_4)، وتكون هذه المركبات ثقيلة من حيث الوزن الذري، وكذلك من حيث أصرة الترابط ؛ لذلك فإنها تترسب بسرعة ولقد استعملت هذه المركبات في إطفاء الحرائق.

ولكن من جهة أخرى فإنها تتفاعل مع الأُوزون وتسبب تدمير طبقة إضافة لما سبق من مركبات مدمرة للأُوزون، فإن هناك عوامل أُخرى تعمل على إستنزاف غاز الأُوزون ؛ منها غازات البراكين والمتفجرات النووية واستعمال الأسمدة الاوزونية ، وتأثير النشاط الشمسي تعمل جميعها في التأثير السلبي لجزيئات الاوزون ، لقد وجد من بين المعطيات وخلال عمليات النشاط الشمسي فإن كمية الأُوزون تتغير حوالي ٨% على ارتفاع (45km) من سطح الارض، وهو إلى ذلك فإن هذه الاسباب جعلت طبقات الغلاف الجوي شفافة أمام الأشعة فوق البنفسجية وما يترتب عليها من أضرار.

الاضرار الناتجة عن تاكل طبقة الاوزون

رغم التركيز الضئيل لغاز الأوزون في طبقة إلا أنَّه يُعد كافياً وضرورياً لحماية الحياة على سطح الأرض، حيث وجود التوازن الطبيعي. إنَّ تآكل طبقة الأُوزون سبب ظهور ثقب في أجواء مناطق قريبة من القطب الجنوبي ممتدا فوق أجزاء من استراليا، والبرازيل، ونيوزلندا، وارغوايا مما

أدى إلى السماح للإشعاعات الضارة القادمة من الفضاء الخارجي الدخول إلى سطح الأرض وما يترتب عليها من تأثيرات ضارة على البيئة ، والصحة، ويمكن إيجاز هذه التأثيرات:

١.إرتفاع درجات الحرارة وتغيرات بيئية:

لقد ازدادت درجات الحرارة في الآونة الاخيرة من هذا القرن في جو الأرض ، ولاسيما في المناطق الشمالية مما سبب زيادة الأمطار بينما ظهر الجفاف في أماكن أُخرى، مما أدى إلى زيادة عمليات التبخر، والتأثير على التربة إذْ زادت نسبة ذوبان الثلوج في القطبين مما أدى الى ارتفاع مستوى المياه وسبب الفيضانات.

٢.تأثيرات ضارة على الكائنات الحية:

إنَّ الموجات (uv) ذات الأطوال القصيرة (uvB وuvC) لها القدرة على تدمير الاحماض النووية (DNA) و (RNA) ؛ مما تسبب تغير التركيب الكيميائي للمادة الوراثية وبالتالي حدوث تشوهات جنينية خطرة، ولها تأثير على البروتينات، وكذلك على القدرات الدفاعية للجهاز المناعي في الجسم فضلاً عن زيادة نسبة الإصابة بسرطان الجلد، واعتمام عدسة العين، والشيخوخة المبكرة ثم إنَّ أثر تدمير الأُوزون على المحاصيل الزراعية وانخفاض الإنتاج لمصادر الغذاء البحري؛ وذلك بسبب تأثير الأشعة على الطحالب المائية التي تُعَد مصدر أساسي للكائنات البحرية.

٣.عوامل مناخية:

نتيجة لزيادة درجات حرارة جو الأرض أدى إلى تغيرات خطيرة في عوامل المناخ من حيث كمية الأمطار والجفاف الذي أدى إلى هجرة الكائنات الحية من مواطنها الأصلية إلى أماكن أُخرى.

كما تمتد الأضرار للثقب الأُوزوني على حدوث تلف في مواد الطلاء والزجاج والبلاستيك المستخدمة في المباني والصناعة.

طرق المحافظة على طبقة الاوزون

١.الحد من استعمال مركبات الكلورفلوركاربون، وغاز الميثان، وغيرها واستبدالها بمواد اقل خطورة .

٢.عدم استعمال الأسمدة الازوتية بشكل واسع ومحاولة ايجاد البدائل مثل روث الحيوانات.

٣.المحافظة على الغابات خاصّةً في المنطقة الإستوائية والمدارية؛ لتزويد الغلاف بالأوكسجين .

٤.دراسات وأبحاث علمية تقام للوصول إلى مدى أخطار الأشعة (uv) والمواد الكيميائية ، وتأثيراتها على الكائنات الحية.

٥.رفع درجات الوعي للمواطن ولفت انتباهه إلى حجم الأخطار الناجمة عن تخريب طبقة الأُوزون عن طريق ، وسائل الاعلام، والنشرات التثقيفية.

٤.الامطار الحامضية

تُعَد من أخطر المشاكل العالمية التي يتعرض لها قطاع كبير من البيئة، إذ تتكون الأمطار الحامضية من تفاعل ملوثات غازية مع أُوكسجين الجو مكونة ملوثات ثانوية، منها ما يبقى معلق في الهواء الجوي، ومنها ما يترسب على سطح الأرض، يمكن تعريف الامطار الحامضية: بأنها الامطار التي تكسب الصفة الحامضية نتيجة لتحلل الملوثات الغازية في الماء مكوناً أحماض مختلفة.

ووفقا لطرق ترسيب الغازات والجسيمات الملوثة يمكن أن نطلق على الأمطار الحامضية (بالترسيب الحامضي) ، وتكون على نوعين:

١.ترسيب حمضي رطب:

تتصاعد الغازات الملوثة إلى الجو مثل أكاسيد الكاربون، والنتروجين ،والكبريت من نشاطات طبيعية، وصناعية على حد سواء تتفاعل مع جزيئات الأُوكسجين مكونة ملوثات ثانوية بمساعدة ضوء الشمس الذي يزيد من سرعة التفاعل، وعند اتحادها من بخار الماء الجوي ينتج محاليل حامضية تبقى معلقة في الهواء بشكل قطيرات صغيرة تنقلها الرياح من مكان إلى آخر وعندما تصبح الظروف ملائمة لسقوط الأمطار تذوب هذه القطيرات في ماء المطر، ويسقط على الارض بهيئة أمطار حامضية.

٢.ترسيب حمضي جاف:

يقدر بضعف حامضية الغلاف الجوي الذي يصل إلى الأرض من خلال الرواسب الجافة، والتي تغطي سطح الأرض بعد ترسيبها من الغلاف الجوي، وتقوم الرياح بدورها بحمل هذه الجسيمات، والغازات الحامضية وترسبها على مسافات بعيدة على المباني، والسيارات، والمنازل، والاشجار، وعند سقوط الأمطار تحمل هذه الملوثات الحامضية في مياه الأمطار مكونة أمطار حامضية، ومن مصادر الأمطار الحامضية هي:

١. So_2 ‹— H_2So_4 **حامض الكبريتيك**

٢. No_2 ‹— H_2No **حامض النتريك**

٣. Co_2 ‹— H_2Co_4 **حامض الكاربونيك**

٤. CL ‹— HCL **حامض الهيدروكلوريك**

وإنَّ أسبابه هي دخان المصابغ ووسائط النقل ، ومحطات توليد الكهرباء.

الاضرار الناتجة عن الامطار الحامضية

تؤدي هذه الأمطار بصورة عامة إلى إحداث تأُيرات ضارة بيئية وصحية ومن أهم أضراره:

١.على الكائنات الحية:

عند سقوط الأمطار الحامضية يزداد حامضية الأنهار، ومياه الينابيع والأنهار، والمياه الجوفية، كما تساعد الأمطار الحامضية على التفاعل مع المركبات المعدنية الموجودة في التربة، وقد يكون من بناء معادن سامة لتحولها الى معادن حرة مثل معدن الزئبق السام، وعند دخولها إلى الانهار يؤدي ذلك إلى إضرار في التربة والاحياء النباتية والبيئة البحرية فينخفض الإنتاج الزراعي والبحري وانقراض الطيور المائية وموت القشريات والضفادع، وبالتالي يؤثر على الإنسان .

٢.على صحة الإنسان:

بسبب وجود المعادن الحرة المذابة في مياه الأنهار ووجود الأحماض إذ هي تتفاعل مع الرصاص، والنحاس في أنابيب المياه للشرب سببه تكون الماء مّما يؤدي إلى تدمير الكلى والكبد في الإنسان، وعلى إحتقان الأغشية المخاطية.

٣.على الغابات:

تؤثر الأمطار الحامضية على الغابات وذلك من خلال تأثيرها على أوراق الأشجار، وعلى جذورها مما تسبب ضعف نموها وانخفاض جودة أخشابها.

٤.على البيئة:

تحدث الأمطار الحامضية أضرار على المباني والتماثيل والآثار التاريخية ثم إنَّ لها تأثير على الصخور الكلسية، والرخامية، كما يتضح تفاعلها من المعادلة التالية:

$$CaCo_3 + H_2So_4 \longrightarrow CaSo_4 + Co_2 + H_2o$$

مكافحة آثار الأمطار الحامضية

١.الإقلال من حرق الوقود في وسائط النقل، واستعمال الفحم ذو الكبريت المنخفض.

٢.استعمال طريقة احتراق منضغطة لتخليص الفحم من ملوثات حامضية.

٣.إزالة غاز الكبريت من دخان مداخن المصانع.

٤.استعمال الجير لمعالجة مياه الأنهار، ومعادلة الحموضة.

٥.طلاء المنشات بنوع خاص؛ لمنع تفاعله مع المعادن.

طرق لمعالجة والحد من تلوث الهواء

تلجأ الدول المتقدمة الصناعية إلى سن قوانين للحد من تدهور نوعية الهواء وقوانين السلامة المهنية والصحية نتيجة التعرض لملوثات الهواء؛ وذلك من خلال النقاط التالية:

١.اختيار مواقع المنشات الصناعية بعيدة عن المناطق السكنية، وعزلها بأحزمة من الغابات على أن لا تكون في ظل الرياح السائدة.

٢.معالجة النفايات الصناعية المختلفة غازية، سائلة، صلبة، قبل إطلاقها إلى البيئة.

٣.وضع قوانين تلزم أصحاب المصانع على استعمال جزء من الأرباح الى عمليات الإصلاح، وتحسين البيئة.

٤.استغلال مصادر الطاقة البديلة، والنظيفة، كالطاقة الشمسية وحرارة الأرض والرياح والمد والجزر.

٥.تخطيط المدن وفق أُسس بيئية أخذين في نظر الاعتبار نموها السكاني ونشاطها الصناعي وزيادة توفير مساحات خضراء والتي يجب أن لا تقل عن (٥١%) من المساحة الكلية للمدينة، وتشجيع على بناء مدن صغيرة، وعدم السماح بإقامة أنشطة صناعية جديدة.

٦.إنشاء مراكز ومحطات القياس والتخدير للإبلاغ عن مديات التلوث ومراقبتها.

٧.نشر الوعي البيئي بين الجمهور، ومشاركتهم للحد من التلوث.

ومن المساهمات التي ظهرت في سبعينيات القرن الماضي للحد من التلوث في الهواء هي تحقيق الأفكار التالية:

١.التخلص من عوادم السيارات من خلال:

أ.خفض أكاسيد النتروجين والرصاص؛ وذلك بصناعة محركات صغيرة وفعالة تعمل ببدائل للطاقة (الطاقة الشمسية) او باستعمال وقود خالي من الرصاص.

ب.خفض نسبة أول أوكسيد الكاربون والهيدروكربونات ؛ وذلك بإعادة تدوير الغازات للعوادم وحجزها في غرفة تفاعل حراري عالي ولمدة زمنية طويلة.

٢.التحكم في الملوثات الدقائقية:

أ.خفض نسبة الدخان والغبار بوساطة مرسبات كهروستاتيكية.

ب.خفض نسبة الملوثات الغازية: بوساطة وسائل كيميائية عن طريق:

-ذر الملوثات بدقائق الماء بوساطة (جهاز غسل الغازات)، ثم التخلص منها، عن طريق الترشيح أو الإمتصاص خلال كاربون منشط.

-تحويلها إلى مواد خاملة أو مترسبة أو غير ضارة.

الفصل السادس

تلوث الماء

أهمية الماء

الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء

ملوثات المياه

المعالجة والحد من التلوث

طرق تنقية المياه

اهمية الماء:

يشكل الماء غلاف يحيط بالكرة الأرضية يسمى الغلاف المائي (الهيدروسفير)، حيث تشكل البحاروالمحيطات (٩٧%) من كمية المياه على سطح الأرض، وتشكل المياه العذبة (٣%) فقط من كمية المياه الكلية.

يعد الماء عصب الحياة؛ إذ بدونه لا توجد حياة، وهو أكثر المركبات الغير عضوية وفرة في جسم الانسان ، وللكائنات الحية الأُخرى حيث تصل نسبته (٨٠%) أو أكثر. ثُم إنّه يُعَد الوسط الحيوي التي تحدث فيه جميع التفاعلات الحيوية والكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية.

وله أهمية خاصّة في حياة الإنسان ، يمكن تلخيص بعض من مجالات استعمال المياه من قبل الإنسان في النواحي التالية:

١.للأغراض المنزلية، وتشمل مياه الشرب، والطبخ، والغسيل والنظافة العامة.

٢.للأغراض الصناعية والمرافق التجارية.

٣.لأغراض التبريد، وتوليد البخار، وفي تصنيع المواد، وتصريف الفضلات.

٤.في توليد الطاقة الكهربائية من جريان مياه الأنهار والشلالات.

٥.في الصناعات الغذائية، وفي تربية الحيوانات، والانتاج الزراعي.

٦.لأغراض الترفيه في مختلف أشكال الرياضة المائية.

٧.هو أحد وسائل النقل المهمة في العالم.

ومع إنَّ الماءَ مركب كيميائي ثابت التكوين؛ فإنّه يحتوي على عناصر ومركبات متباينة مفيدة عندما تكون نسبها الطبيعية إلا إنّه عند زيادة نسبها عن الحد المطلوب فانها تتلوث وتصبح غير صالحة للاستعمال .

لذا يعّرف التلوث المائي بأنَّهُ : زيادة الخواص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية بتراكيز وصفات تجعل الماء ضار للكائنات الحية.

ويمكن تعريفه:بأنّه يصبح الماء ملوثاً عندما لا يكون بنوعية عالية المواصفات بما يتلائم متطلبات عيشة الإنسان ولاسيما للشرب والاستعمال؛ إذ ساهم الإنسان، ومنذ تطور أقدم الحضارات بتلويث المياه الطبيعية بأشكال ودرجات مختلفة مع أنَّ للطبيعة سلاحها الذاتي في مقاومة وتخفيف التأثيرات الضارة لتدخلات الإنسان.

الخواص الفيزيائية والكيميائية

الخواص الفيزيائية والكيميائية للمياه دور مهم في توزيع الكائنات الحية وتكيفها وتعدد انواعها في مختلف المسطحات المائية ومن هذه الخواص:

١.التوصيل الكهربائي (electrical conductivity)

تعتمد هذه الخاصية على الأملاح المذابة في الماء حيث يتناسب طرديا مع تركيز الأملاح، ويعبر عن التوصيل الكهربائي بكمية المايكروسمنز، حيث إن للطاقة الحرارية تأثير على التوصيل الكهربائي ،علما أنَّ قيمته مساوية إلى الصفر في الماء المقطر، وتزداد كلما كان الماء يجري فوق التربة والصخور الغنية بالاملاح الذائبة. إنّ قيمة التوصيل الكهربائي للمياه الطبيعية تزيد عن الصفر.

٢.الملوحة (solinity)

تعد ملوحة المياه إلى وجود أيونات مختلفة مثل الكاربونات، والكبريتات، والكلوريدات، والصوديوم، والمغنيسيوم، والكالسيوم، والبوتاسيوم وغيرها، علما أنَّ المياه العسره تخلو من ايونات البوتاسيوم والمغنيسيوم في حين تحتوي مياه البحار والمحيطات على درجة ثابتة من الملوحة تقدر بين (١٥-٣٥) جزء بالالف، وقد تصل إلى (٤٠) جزء بالألف في المسطحات المائية عالية التبخر مثل الخليج العربي، إن للامطار ومصبات الأنهار دور كبير في تخفيف ملوحة المياه.

لملوحة المياه علاقة مباشرة بتنظيم الضغط الأزموزي لخلايا الكائنات الحية ثُم إنَّ لبعض الحيوانات والنباتات القدرة على التكيف الفسلجي في المناطق التي تتغير فيها مستويات الملوحة في الماء، إذ لوحظ أنَّ بعض مجموعات الطحالب يزداد معدل التنفس فضلاً عن البناء الضوئي في مستويات ملوحة منخفضة.

٣.الأُوكسجين المذاب (Dissolved Oxygen)

إنَّ البيئة المائية تتأثر بكمية الأوكسجين المذاب؛ لكونها تحتاج إلى هذا الغاز؛ ليحوي عملية التنفس (بإستثناء الكائنات اللاهوائية)، إنَّ احتباس هذا الغاز يؤدي إلى اختناق الكائن الحي مما يسبب تلف النظام وتدميره بالكامل.

تتحكم درجة الحرارة والملوحة والضغط في تركيز التشبع بالأوكسجين المذاب حيث يزداد تركيزه في الإذابة والإشباع بانخفاض درجات الحرارة.

وتختلف نسب الأوكسجين المذاب في المسطحات المائية حسب طبيعة ونوع المسطح وتيارات المياه، ثُم إنَّ لنوعية الكائنات الحية النباتية والحيوانية تأثير على استهلاك وإنتاج غاز الأوكسجين المذاب حيث هناك أربع عمليات تؤثر في الأُوكسجين المذاب:

١.الاحتكاك بالهواء (التهوية)

٢.البناء الضوئي للنباتات المائية

٣.عملية التنفس

٤.أكسدة الفضلات

ولطبيعة الملوثات وعمليات التحلل المستهلكة لهذا الغاز تأثير في تذبذب حسب تراكيزه في المسطحات المائية سواء العذبة أو المالحة، ولاسيما الضحلة كما تؤدي التغيرات الفصلية وما يرافقها من انقلاب ربيعي أو خريفي إلى تغير في نسب الأُوكسجين المذاب في الماء.

وتعد متطلبات الأُوكسجين للنباتات أوطئ منها للحيوانات المساوية لها في الوزن، فعندما يحدث التنافس بينهما على الأُوكسجين المتاح فإن الحيوانات تموت قبل النباتات؛ لإن الاخيرة لها القدرة على إنتاجه في عملية التركيب الضوئي، ولقد قدر نسبة كمية الأُوكسجين المذاب في المياه الصالحة للشرب بقيمة تتراوح (1.5–0.7 mg)، حيث يُعد الماء نقيا تبعا للمصادر المائية ذات النوعية الجيدة التي يمكن استعمالها للشرب فتتراوح ما بين (3 mg–1)

٤.الاس الهيدروجيني (PH)

تختلف الأحياء المائية اختلاف واسع من حيث احتياجها إلى تراكيز لايون الهيدروجين، وتتراوح قيم الاس الهيدروجيني للحياة الطبيعية بصورة عامة ما بين(٥–٩) وللمياه العذبة (٨.٥–٦.٥) ويبلغ لمياه الأمطار الطبيعية غير الملوثة (٧–٦.٨).

٥.اللون (color)

تعد المياه النقية عديمة اللون وعكسه يعد ملوثا بمواد ملونة ذائبة، ويرجع السبب إلى ذوبان مواد عضوية ناتجة عن التحلل وتفسخ الاحياء المائية تعرف (بالدبال)، ثُم إنَّ مركبات أكسيد النحاس والمنغنيز وغيرها تسبب تكون المياه فضلا عن بعض الأصباغ التي ترمز إلى المياه أو خلال مخلفات صناعية.

٦.الكدره(Turbidity)

عكرة الماء سببها وجود عوالق من الطين والغرين فضلا عن الهائمات النباتية والحيوانية؛ مما بسبب عرقلة وصول الضوء إلى أعماق معينة من الماء مما يؤدي إلى تثبيط عملية البناء الضوئي للهائمات النباتية ؛ وتقليل الإنتاج المائي لذلك المسطح.

إنَّ الكدره تكون تشبها في المياه المتحركة كالأنهار أكبر من تشبها في المياه الساكنة (البحر)، وتقاس الكدره بوحدات الكدره الغفلومترية (NTu) والتي يجب أن تكون قيمتها مساوية إلى

(1NTu) في مياه الشرب الصالح للاستعمال، وعند زيادتها عن (5Ntu) تصبح المياه غير صالحة للشرب.

٧.كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

تحتوي بعض المسطحات المائية في طبقاتها الأرضية كميات من هذا الغاز كما في بعض البرك والبحيرات، فينتج هذا الغاز من المواد العضوية المتحللة ويؤدي زيادتها إلى تدمير أشكال الحياة المائية، فبعض الحيوانات مثل الأهلاب وبعض صفائحية الخياشيم تستطيع تحمل تراكيز معينة من هذا الغاز. إلا إنها بين الحين والآخر تقوم بالصعود إلى طبقات سطح الماء للحصول على كميات كافية من الأوكسجين لاستمرار أفعالها الحيوية، ويعد وجود غاز (H_2S) أحد الادلة على التلوث العضوي للماء ، إلا إن هناك عيون كثيرة ساخنة تتميز بوجود تراكيز عالية من هذا الغاز تكون غير صالحة للشرب.

٨.المواد ذات النشاط الإشعاعي (Radioactivity materials)

تصل إلى المياه مواد مشعة قادمة من القشرة الأرضية بصورة مباشرة، حيث توجد بشكل طبيعي منتشرة في البيئة وغير ضارة دون تدخل الإنسان وتشمل مؤيدات مشعة مثل (Sr−90)، (C−14)، وعندما تكون نسبتها ضمن الحد المقبول بحدود (3−10) فإن المياه تعد صالحة للشرب.

ملوثات المياه

هو تغير في الخواص الفيزيائية والكيميائية للماء حيث يجعله غير صالح للاستعمال، إذ يوجد عدة طرق لتصنيف ملوثات المياه من بينها التصنيف المستعمل من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية:

١)الفضلات المتطلبة للأُوكسجين (Oxygen Demanding Wastes)

هناك طرق متعددة لقياس علاقة الأُوكسجين المذاب بالتلوث الحاصل في المياه ومن أكثرها استعمالاً هي:

أ.الطلب أو الاحتياج الحيوي للأُوكسجين:

هو مقياس لتقدير كمية الفضلات العضوية في نموذج الماء أثناء قياس كمية الأُوكسجين المستهلكة من قبل البكتيريا اللازمة لأكسدة الفضلات هوائيا الى غاز ثاني أُوكسيد الكاربون والماء ويرمز له بالرمز (BoD).

تتكون قيمة الماء النقي بإنْ لا يتجاوز عن واحد جزء بالمليون، وتكون النقاوة مقبولة في قيمة (٣) أجزاء بالمليون، وقد تتجاوز القيمة إلى (١٠٠٠٠) جزء بالمليون في مياه الفضلات الصناعية لبعض الصناعات الغذائية، ويكون عند قيمة (٤٠٠) جزء بالمليون لمياه المجاري في المجمعات السكنية؛ وبذلك يمكن معرفة المياه الملوثة بهذا النوع من التلوث.

ب.المتطلب أو الاحتياج الكيميائي للأُوكسجين:

هو مقياس لتقدير كمية المواد والمركبات القابلة للتأكسد كيميائيا مثل مركبات الحديد، والنحاس، والمغنيسيوم، والمركبات النتروجينية، والكبريتية، المستهلكة للاوكسجين؛ لغرض أكسدتها . ويرمز له بالرمز (CoD)، وتكون قيمتها أكثر من (BoD) بسبب الاكسدة التامة لها، وذلك لأنها عاجزة عن الأكسدة التامة لبعض المركبات العضوية المذابة.

٢) العوامل المسببة للمرض (Disease Causing Agents)

تشمل جميع الكائنات الدقيقة الممرضة التي تدخل الماء مع الفضلات للكائن الحي، وتنتقل إلى الآخرين عن طريق الشرب أو الاستخدامات المختلفة، وتشمل البكتيريا والأحياء المجهرية وحيدة الخلية والطفيليات المعوية التي تنقل على هيئة بيوض فضلا عن الفيروسات مسببة أمراض في الجهاز الهضمي، والتهابات كبدية ذات العدوى الانتقالية حيث إنَّ المصدر الرئيسي لها هي براز وبول الحيوانات.

إنَّ بكتيريا القولون Eshrechia coli، والذي يكون مصدرها البراز هي دليل حيوي في حالة العثور عليها في المياه تقييم جودة المياه من عدمه، فهناك حدود معينة يمكن القبول بها عندما يكون مقدارها في المياه لا يزيد عن (٣) بكتيريا لكل ($100cm^3$) من الماء في نماذج عشوائية متتالية، وتكثير البكتيريا والفيروسات في مياه فضلات المجاري، ومنها تنتقل إلى مصادر المياه الطبيعية.

وتعد مؤسسات أسالة الماء المسؤولية عن مراقبة المياه المجهزة للمواطنين للكشف، وتخليص الماء من المسببات المرضية المختلفة .

٣) المركبات العضوية المصنعة (Synthetic Organic Compounds)

تشمل المبيدات والمنظفات والكيمياويات الصناعية والتركيبية المختلفة، وأَنَّ معظمها سام للكائنات الحية، تتكون هذه المركبات من مساحيق الغسيل، والتي تكون على ثلاثة أنواع:

١.مادة ذا فعالية سطحية تحضر من المسطحات النفطية لتنظيف الدهون .

٢.مواد منشطة والتي تقوم بحجز الأيونات المسببة لعسرة الماء ثمّ إنّها تتحلل بالماء وتعطي محلول قاعدي يساعد كثيرا في عملية التنظيف.

٣.مواد إضافية متنوعة كالألوان، والروائح، ومضادات التاكل، وإنزيمات منشطة لعملية التنظيف.

ومن آثار مساحيق الغسيل هي:

–تراكم الركوة وصعوبة تشكلها، ممّا يسبب عرقلة التبادل الغازي بين الماء والهواء.

–وجود الفسفور في هذه المركبات يساعد على نمو الطحالب التي تستهلك الأوكسجين وتضم مجموعتين:

أ.المبيدات الحشرية: مثل الهيدروكربونات الكلور كالكلورين و DDT.

ب.مبيدات الأدغال: مثل مشتقات حامض الفيدوكس خليك مبيد الأعشاب ، إنَّ المبيدات سلاح ذو حدين، حيث تصل إلى المسطحات المائية خلال عمليات الرش، ولا سيما بوساطة الطائرات وخلال تصريف مياه المجاري الصناعية والمنزلية، إنَّ مدة بقاء المبيدات في البيئة تكون مختلفة وتتراكم في أجسام الحيوانات ثم تنتقل عبر سلاسل الغذاء لتصل الى الانسان مسببة له الاضرار.

هناك حالات معروفة لانقراض أصناف عديدة من الطيور والفراشات بسبب إستعمال المبيدات ،ثُمَّ إنَّ المبيدات الفطرية غالبا ما تحتوي على بعض المعادن السامة مثل الزرنيخ ، والكبريت، والنحاس، والزنك، والزئبق.

٤) المغذيات النباتية (Plant Nutrient)

هي مواد غنية بالنتروجين والفسفور والحديد تصرف من الأراضي الزراعية، وعند تجهيزها في المياه تقود إلى الحالة المسماة بالإثراء الغذائي مسببة تحفيز نمو الطحالب والنباتات المائية المختلفة، وبذلك تتناقص عمليات التبادل الغازي بين الماء والهواء منشئة مناطق معزولة عن الهواء مما يبرز موت الأحياء المائية في الطبقات السفلية للمسطح المائي ثم يبدأ التحلل واستهلاك كميات من الاوكسجين؛ وبذلك سوف تموت العديد من الأحياء المائية؛ ولاسيما الأسماك كما يؤدي العزل الهوائي إلى نشاط البكتيريا اللاهوائية إلى إطلاق الروائح الكريهة من المسطح المائي.

٥)الكيمياويات الغير عضوية والمواد المعدنية (Inorganic Chemical and Mineral Substances)

وتشمل الحوامض اللاعضوية والمعادن الثقيلة، تصرف هذه المواد من مياه المناجم والمصانع، وهي مواد ذات خواص قلوية وحامضية.

تتكون المياه الحامضية نتيجة أكسدة كبريتيد الحديد (البايريت)، وفي سلسلة من التفاعلات تتكون خلالها الكبريتات وحامض الكبريتيك وأكاسيد الحديد، ثُمَّ تحتوي المياه الحامضية على مركبات فلزية.

أمّا المواد المعدنية الثقيلة فإنها تتسرب إلى البيئة المائية عن طريق المخلفات الصناعية أو عن طريق الامطار من الجو بوساطة الانجراف والسيول والتعرية الارضية . وإن زيادة سرعة التسرب للمعادن الثقيلة إلى البيئة يعود إلى وفرتها في الطبيعة، ومن خواصها التلوثية أنها تترسب في أنسجة الكائن الحي فتحدث أضرار مهلكة بعد مديات بعيدة.

٦)الترسبات (Sediments)

تشمل حبيبات التربة والحبيبات الرملية والمعدنية التي تنجرف من اليابسة لتترسب في قاع الأنهار والبحيرات ، وغيرها حيث تعمل على إحياء الحياة في القاع وتضر بمياه المحار والمرجان والقواقع والديدان ثُمَّ إنها تعمل على ملئ الخزانات وطمر قيعان الموانئ والشواطئ.

ومن أهم مصادر الترسبات، هي : عمليات تعرية التربة، فضلاً عن الأنشطة للإنسان الحضرية والتعديلية مثل حراثة الأراضي ، وشق الطرق ، والتعدين السطحي.

إنَّ أكثر أنواع التربة المترسبة في المياه هي الرمال (So_2) أمّا التربة الطينية (سليكات الألمنيوم) فقد تبقى معلقة لفترة تعتمد على طبيعة سكون وجريان المياه.

للترسبات آثار سلبية عندما تكون عالقة في المياه ، فهي تقلل نفاذية الضوء مما يؤثر على عملية التركيب الضوئي للهائمات النباتية فضلا عن كونها تجعل المياه غير صالحة للاستعمالات المنزلية والصناعية.

٧) المواد المشعة (Radioactivity Materials)

هناك العديد من المواد المشعة المصنعة من قبل الانسان كعمليات تعدين خامات المواد المشعة، وإنتاج الأسلحة النووية أو في إنتاج الطاقة الكهربائية. ومن أهم هذه المواد وأخطرها على البيئة هي (الثوريوم–٣٢٠) و (الراديوم–٢٠٦) إذْ تتسرب هذه العناصر إلى البيئة من الجو بفعل القنابل النووية . عن طريق الأمطار، وتمتص من قبل أرضية المسطحات المائية ثُمَّ إنَّ استعمال

المياه في تبريد المفاعلات النووية من أكبر أسباب تلوث المياه ، والمواد المشعة في الوقت الحالي.

٨)التلوث الحراري (Thermal Pollution)

إنَّ الكائنات المائية موجودة في أوساط بيئية وراسبة حراريا لفعالياتها ، وإنَّ التبادلات الكبيرة في مديات درجات الحرارة للمياه بشكل واضح ، ولاسيما الحيوانات ذوات الدم البارد التي لا تتمكن من موازنة الاختلافات المفاجئة في البيئة المحيطة . إن التلوث الحراري هو حالة تسلم كمية زائدة من الحرارة تدخل إلى المسطحات المائية من مصادر مختلفة لها تأثير موقعي لمساحة محدودة من المسطح المائي يسبب خفض كميات الأوكسجين المذابة وبالتالي التأثير على أشكال الحياة في المياه.

ومن المصادر التي تساعد على زيادة الحرارة في المياه وذلك بناءً على من خلال استعمال مياه محطات توليد الطاقة الكهربائية، والمفاعلات النووية، ومعامل الحديد، والصلب، ومعامل تكرير النفط التي تطرح في المسطحات القريبة منها بكميات هائلة من المياه الساخنة ، تقوم برفع درجة حرارة الماء مما يؤدي إلى زيادة التفاعلات الكيميائية من وجهة نظر الثرموداينامك فتزداد أنشطة العمليات الايضية، وبالتالي نقص الأوكسجين وأضرار بالأحياء خاصة الأسماك .

المعالجة والحد من التلوث

إنَّ المياه النقية هي تلك المياه الخالية من المسببات المرضية والأملاح والمواد الكيميائية السامة والعضوية المنحلة والمعلقة والتي تكسبها الوان وطعم غير مرغوب فيه إضافة إلى الأضرار التي تسببها للإنسان والحيوان والنيات والتربة ، وأيا كان مصدر المياه فإنها لا توجد في الطبيعة نقية بشكل كامل، مما فيها الامطار؛ لذلك أصبح لا بد من معالجة حالات التلوث الخطر الذي يهدد الكائنات الحية من خلال تسرب المياه الملوثة، ومن هذه المعالجات:

١.معالجة الفضلات المتطلبة أو الاحتياج الحيوي للأوكسجين: التي تعمل على رفع قيمة (BoD) فإن التركيز صب على السيطرة في منع وتقليل تدفق الفضلات العضوية والمغذيات النباتية إلى مصادر المياه الطبيعية.

٢.معالجة العوامل المسببة للأمراض: فإنه من الضروري التوصل إلى المعايير البكتيرية والفايروسية لجودة ونوعية مياه الشرب والاستحمام من خلال استعمال الكلور إلى المياه قبل الاستعمال؛ ولكن ظهر عدم جدوى هذه المعالجة بالنسبة لمياه المجاري ، حيث إنَّ بقاء جزء من الكلور الحر في الماء بنسبة (٣%) كافي لقتل الأسماك ، وتعطيل دورة التحلل المسؤولة عن التنظيف الذاتي للمياه.

٣.معالجة المركبات العضوية المصنعة: فقد تم التوصل إلى إنتاج بعض المركبات البديلة للفوسفات، ومنها ملح الصوديوم لمادة النايترولي ثلاثي حامض الخليك ، وذلك لرخص ثمنه وسهولة تحضيره وقابليته للتحلل البكتيري وحجزه للايونات العسره، حيث يكون مع هذه الأيونات معقدات ثابتة ودائمية في الماء.

كما يجري تحضير بدائل للمبيدات على إن تكون قابلة للتحلل العضوي مع تأكسد الحد والتقليل من استعمالها لمكافحة الآفات والآمراض، وكذلك إنتاج شلالات مقاومة لهذه الافات والامراض، إن هناك طرق مبتكرة أُخرى تعتمد على استعمال الجاذبات الكيميائية للاحياء الضارة حيث تجمع وتقتل أو بوساطة السيطرة الجينية التي تنتج ذكور عقيمة فضلا عن عمليات السيطرة وغيرها من البدائل عن المبيدات الكيميائية.

٤.معالجة المغذيات النباتية: فقد وضعت عدة مقترحات للسيطرة على النظام الغذائي لمنع وصول تدفق المغذيات إلى المياه والتحكم بازالة الفوسفات من المنظفات المنزلية، وكذلك التحكم باستعمال كبريتات النحاس ومركب عضوي مزيلة للطحالب الخضر المزرقة فضلاً عن إدخال أنواع من الأسماك تقتات على الطحالب لتحد من انتشارها أو إصابتها بأمراض فايروسية للقضاء عليها.

٥.معالجة الكيميائيات الغير عضوية: تتم معالجتها في الصناعة في غمرها بالمياه أو عزلها عن الهواء لمنع أكسدة البايريت ومن ثُمَّ منع إنتاجها قرب مصادر المياه أو معادلتها مع الجير.

كما تعتمد طرق إزالة المعادن الثقيلة في المياه بترسيبها كيميائيا عن طريق تحويله إلى مركبات غير سامة أو حصرها في مواقع معينة لتقليل تأثيرها وإنتشارها وأضرارها.

طرق تنقية المياه

يوجد نوعان من المياه التي يصل فيها التلوث إلى حد كبير، وتحتاج إلى القيام بتنقيتها منها:

١.مياه المجاري:

لتنقية مياه المجاري يستعمل فيها المعالجات التالية:

معالجة أولية: تعتمد على وسائل فصل الكتل الصلبة بوساطة شباك الصيد وباستعمال الحصى، والطحن، والتلبيد، والترسيب.

معالجة ثانوية: فتشمل طرق الأكسدة العضوية للمواد الغروية، والعضوية بوساطة كائنات حية دقيقة.

معالجة ثالثة: فقد تستعمل هذه المعالجة للحصول على نوعية جيدة من المياه حيث يتطلب الأمر إزاحة أكثر المتطلبات الحيوية للأُوكسجين مع تخليص المياه من البكتيريا والمركبات السامة كافة، فضلا عن إزالة المواد المغذية.

يستعمل المعالجة الأولية فقط في حالة رمي المياه في البحر، بينما المعالجة الثانوية ضرورية للتوجه إلى إلقاء المياه مجددا في المصادر المائية (أمّا المعالجة الثالثة فيراد منها استعمال المياه للشرب مجددا).

٢.مياه المخلفات الصناعية:

تحتاج هذه المياه إلى طرق تنقية أعقد تبدأ من وسائل التخثير الترسيب؛ لغرض إزالة المواد المذابة والعالقة والمستحلبة، ثم عمليات التعويم لجعل المواد تطفو على سطح الماء ثُمَّ تضاف القواعد

لرفع الاس الهيدروجيني والفضلات الحامضية، وقد يستعمل التقطر لفصل المواد العضوية والمذيبات وقد تبرز الحاجة إلى طرق الأكسدة أو أجراء عمليات التنافذ الإلكتروني أو المبادلات الأيونية والإهتزازات على الكاربون النشط لإزالة المواد شديدة السمية.

٣.المياه الملوثة بالنفط:

ينتج تلوث المياه بالنفط أثناء تسرب النفط ومشتقاته إلى المياه نتيجة إنفجار أو غرق ناقلات النفط عبر البحار، والمحيطات، أو تنظيف خزاناتها، أو قذف المحروقات، والمنتجات الصناعية ومنتجات مصافي النفط في المياه مما يؤدي إلى أضرار جسيمة من الأحياء المائية وموت الملايين من الأسماك والطيور والعديد من النباتات.

والحد من هذا التلوث يجب التأكد على سلامة عمليات التحميل وإجراءات الوقاية في الموانئ النفطية البحرية وإنشاء أجهزة خاصّة لمعالجة المياه التي تطرحها البواخر في مياه البحر.

هناك العديد من طرق المعالجة مثل استعمال الأحزمة والحواجز الطافية او العوامات البحرية التي يمكن فصل النفط ومنع انتشارها ثُمَّ تستعمل المواد الماصة، حيث يتم جمعها والتخلص منها بالحرق أو ترسيبها في القاع نتيجة التصاقها بجزيسات النفط مما يؤدي الى زيادة ثقلها. كما تستعمل مواد عضوية كالحشائش الجافة، والقش، والتبن، والصوف الزجاجي، أو مواد غير عضوية مثل البولي يورثين، والنايلون الذي يكون على هيئة رغوه، حيث ترش هذه المواد بوساطة شباك ثم التخلص منها بالحرق أو استعادة المواد النفطية منها.

هناك طريقة ميكانيكية لإزالة النفط بإستعمال عملية التحليل العضوي بوساطة بكتيريا تعمل على أكسدة الهايدروكربونات، وتحويلها إلى مواد بسيطة هي البرافينات ذائبة في الماء أقل خطورة. تعد عملية حرق البقع الزيتية النفطية هي أكثر المعالجات ضرراً على البيئة المائية من التلوث نفسه.

الفصل السابع

تلوث التربة

أهمية التربة

مصادر تلوث التربة

اهمية التربة

تعد التربة عنصر مهم للحياة حيث تتكون من عناصر أربعة رئيسة هي: الماء، والهواء، والمعادن، والمواد العضوية؛ والتي تكون مرتبة بنظام فيزيائي وكيميائي معقد يجعل من التربة قاعدة أساسية صلبة لتثبيت النباتات وتزويدها بما يحتاجه من الماء والعناصر الضرورية عن طريق جذورها من جزيئات التربة، وبالتالي توفير بداية السلسلة الغذائية التي تعتمد عليها الحيوانات، والنباتات ثُمّ إنَّ التربة تعد موطن للعديد من الأحياء المجهرية المختلفة كالبكتريا والديدان وأنواع الحشرات وغيرها.

ولذا فإن المحافظة على التربة سليمة كانت أو نظيفة هي أساس للحفاظ على حياة الكائنات الحية التي تعيش عليها.

مصادر تلوث التربة

يدرج الإنسان عبر التأريخ الطويل اعتدائه على البيئة من خلال إستنزاف الموارد الطبيعية، والتي راحت بدورها تتضاعف ونتيجة صناعته المكثفة شكل ذلك أساليب انتشار التلوث، ومن أهم ملوثات التربة والأضرار التي تلحقها وطرق معالجتها يمكن ذكر منها:

١)الأسمدة

تعني جميع المواد المضافة إلى التربة لغرض توفير عناصر غذائية ضرورية لنمو النبات يسهل أخذها وهي على نوعين:

أ.الأسمدة الكيميائية: هي عبارة عن مركبات أو عناصر كيميائية مثل الأسمدة النتروجينية أو الفوسفاتية أو البوتاسية.

ب.الأسمدة العضوية: وهي عبارة عن مركبات من أصل نباتي أو حيواني مثل مخلفات الابقار، والاغنام، والدواجن، أو ما يتبقى من محاصيل بعد الحصاد فضلاً عن الاسمدة الخضراء التي تزرع ثم تقلب بالتربة.

يظهر التلوث نتيجة الاستعمال الخاطئ بكميات كبيرة من الأسمدة الكيميائية، بالخصوص قد أثر سلبا على خصوبة التربة وعلى سبيل المثال فإن الإفراط في استعمال هذه الاسمدة يؤدي إلى الاخلال بالتوازن الطبيعي لأحياء التربة المختلفة من خلال موت الأحياء المجهرية والحشرات.

٢) المبيدات:

تتعرض المحاصيل الاقتصادية لآفات كثيرة متنوعة ، منها الأدغال والحشرات، والفطريات، والديدان، مما يؤدي إلى أضرار كبيرة في تلك المحاصيل المهمة، ولابادة الآفات الزراعية تم استعمال المبيدات، والتي هي مركبات كيميائية عضوية أو غير عضوية تستعمل بطرق مختلفة كالرش على النباتات، أو على التربة، أو بمعاملة بذور المحاصيل وغير ذلك.

ولما كانت هذه المبيدات هي مركبات تحتوي على الآف المواد الكيميائية فإنها بالتأكيد لها اضرار على الكائنات الحية، فإن دخولها إلى التربة لن يخلو من تأثيرات جانبية غير مرغوبة وخطرة، حيث تمتاز هذه المواد بخاصية التراكم في جزيئات التربة مما يؤدي إلى موت أو انقراض أعداد كبيرة من الحيوانات كالطيور والأحياء المجهرية المسؤولة على الفعاليات الحيوية مثل تحول المادة العضوية، وتثبيت النتروجين الجوي الضروري لخصوبة التربة، وبالتالي سيؤدي ذلك إلى موت النبات، فضلا عن تراكمها في السلسلة الغذائية للكائنات؛ الحية لذا تكمن الخطورة للمبيدات وفق بقائها في البيئة لمدة قد تتجاوز عدة سنوات وبجرعات سمية يطلق عليها بالثبات البيئي الذي يمثل المدة الزمنية اللازمة لتحويل (٧٥%) من المادة الفعالة للمبيد إلى مركبات غير سامة أي زوال فعالية المبيد.

٣) المخلفات الصلبة:

إنَّ التلوث بالفضلات المنزلية والصناعية هي أحد مظاهر العصر الحديث ويلحظ أنَّ التربة تصلها مخلفات متنوعة تبعا لمصادرها العديدة اغلبها قابلة على التحلل والتفسخ وينطوي على هذه العملية مخاطر جسيمة تعتبر جريمة بحق الأرض والإنسان والأجيال اللاحقة.

يمكن تصنيف مصادر المخلفات الصلبة إلى ما يلي:

١.القمامة ومخلفات الشوارع والحياة الاجتماعية الأُخرى تقدر نسبتها (٧%)

٢.الفضلات والمخلفات الصناعية الناتجة من المعامل ومحطات إنتاج الطاقة تقدر نسبتها (٣%)

٣.مخلفات ناتجة عن عمليات الحفر، والهدم، والمناجم، ويقدر نسبتها (٣٠%)

٤.مخلفات زراعية ويقدر نسبتها (١٥-٢٠%) في البلدان الزراعية المتقدمة

٥.مخلفات حيوانية وفضلاتها يقدر نسبتها (٤٠%)

إنَّ ترك المخلفات والفضلات وتراكمها في الطرقات وعلى الأراضي الزراعية وأطراف المجمعات والأحياء السكنية، وعدم تصريفها بطرق علمية يمكن أن يؤثر على البيئة والصحة وبدرجات وأشكال مختلفة، منها ما يلي:

١.المناظر المقززة والمنافية للذوق الإنساني السليم.

٢.مصدر للروائح الكريهة مسببة مخاطر صحية عديدة.

٣.زيادة تلوث الهواء بما يصدر عنها من غازات وغبار ضار.

٤.زيادة إحتمال حدوث حرائق وإنبعاثات الغازات السامة الملوثة.

٥.تصبح وسط لتكاثر الحشرات كالذباب والصراصير والديدان الناقلة للأمراض الفتاكة مثل التيفوئيد، والزهار، وأمراض التلوث، كالتراخوما.

٦.تصبح مرتع لتغذية وتكاثر القوارض والفئران، وقد تسبب انتقالها إلى الطريق مسببة أضرار اقتصادية بالمزروعات، فضلا عن نقلها للأمراض كمرض الطاعون.

٧.تُعد سبب لتكاثر وتواجد القطط والكلاب السائبة، وما ينجم عنها من مخاطر صحية مثل أمراض داء الكلب، والأكياس المائية.

٨.زيادة في تلوث المياه السطحية بما ينجرف، منها من سوائل عند نزول المطر، وتلويث المياه الجوفية، بما يرشح منها داخل التربة من مواد سامة.

٩.تكون بعض المخلفات الصناعية خطرة جدا، بعضها سام كالمبيدات والمعادن الثقيلة وأخرى يسلك نشاط إشعاعي.

١٠.تؤثر على خصوبة التربة والتوازنات الطبيعية وفق مخلفات البناء من إتلاف مساحات واسعة من الأراضي الزراعية.

ومن منطلق اقتصادي وبيئي يهدف إلى المحافظة على الموارد الطبيعية وحماية البيئة والتلوث فقد انبعث عدة طرق لمعالجة صرف الخلفات الصلبة :

١.الطمي الأرضي:

ويتم التخلص من المخلفات الغير قابلة للاحتراق كمادة مالئة لردم الحفر واستصلاح الأراضي أو طمرها في أماكن بعيدة.

٢.التحلل والتبدل:

هي تحويل المواد العضوية الموجودة في المخلفات الصلبة إلى مواد جافة عديمة الرائحة أثناء عملية التعفن والتخمر تضاف كمحسنات للتربة، وتزيد من قابليتها في مسك الماء الميسر للنبات وتحسن من خواصها ، إضافة إلى احتوائه على بعض المخصبات الضرورية كالنتروجين، والفسفور.

٣.الطمر البحري:

تستعمل هذه الطريقة في الدول التي تمتلك سواحل على البحر، وهي طريقة مرفوضة بشدة من كافة الجهات، إذ تسبب تلوث خطير للشواطئ وأضرار كبيرة للحياة البحرية وسلسلة الغذاء للإنسان.

٤.الرزم المصفوفة:

هي ضغط المخلفات الصلبة بعد إزالة الإجسام الحديدية والقطع الصلبة بمعدات خاصة، ثم نقلها ورصفها أو دفنها في الأرض وهي طريقة جيدة لتقليص حيز الأرض المستغلة من قبل المخلفات، وبالتالي تقليل التلوث وعدم تطاير المخلفات عند هبوب الرياح.

٥.الحرق الالي:

هي عملية تحويل المواد القابلة للاشتعال في المخلفات إلى مواد خاملة، وغازات، والاستفادة من الطاقة الحرارية الناتجة من هذه العملية في العديد من التطبيقات الصناعية كالتجفيف، وانتاج بخار الماء، وتوليد الطاقة الكهربائية، والتدفئة باستعمال محارق تمنع تسرب الغازات والرماد والزجاج والمعادن إلى البيئة لمنع حدوث تلوث الهواء والماء، والتربة.

لقد نشطت الدراسات البيئية الحديثة في مجال تدمير المخلفات، وإعادة استعمالها للتخلص من المشاكل البيئية عن تراكم الفضلات الصلبة؛ لتوفير المواد الاولية والتقليل من استنزاف الموارد من أجل أنْ تكون الفضلات إنتاج مرغوب فيه بدلا من أن يكون عبئاً كبيراً على البيئة إذ لا يصلح لحياة الانسان؛ ولكي نبين أهمية موضوع استعانة تدمير الفضلات نذكر الأمثلة التالية:

١.إنتاج قطران، والزيوت، وغازات، ومواد هيدروكاربونية نتيجة التقطير الاتلافي لاطارات السيارات.

٢.استعمال الرماد الناتج عن عمليات الاحتراق في صناعة نوع من الطابوق للبناء.

٣.استعمال مسحوق الزجاج من الفضلات بمزجه مع الاسفلت للحصول على مادة بنائية محسنة الخواص.

٤.تحويل فضلات المنازل إلى مواد شبيهة بالنفط بطريقة السحق الحراري.

٥.استعادة عنصر الرصاص والنحاس والحديد والألمنيوم من الفضلات الصلبة بنسبة مقدارها (٥٠%) من كمية تصنيعها.

٦.الحصول على السماد النباتي من الفضلات الورقية.

٤) الأمطار الحامضية

إنَّ تصاعد غازات الأكاسيد المختلفة إلى الجو مثل اوكسيد الكاربون، واكاسيد النتروجين، والكبريت يؤدي إلى تفاعلها مع جزيئات بخار الماء. وبالتالي تتكون الأمطار الحامضية فتتساقط على شكل حامض الكاربونيك والنتريك والكبريتيك؛ إذ تؤدي هذه الأمطار إلى إحداث تغير في طبقة التربة الزراعية، وتذيب عدد من العناصر والمركبات التي تسري إلى جوف التربة وقد تظهر في المياه الجوفية عناصر ذائبة خطرة وسامة مثل المعادن الثقيلة كالزئبق، والرصاص، وبما أنها تستعمل للشرب أو لسقي المزروعات فإنها سوف تسبب الأضرار.

إنَّ الأمطار الحامضية تسبب زيادة حامضية للتربة، مما تؤثر على خصوبتها وموت جذور النباتات والأحياء المجهرية فيها.

٥)المعادن الثقيلة

يقصد بالمعادن الثقيلة كافة المعادن التي تزيد كثافتها عن ($5gm/cm^3$)، وما يقل عنها تدعى بالمعادن الخفيفة.

تؤدي بعض المعادن دور مهم في حياة الكائنات الحية وفاعاليتها الحيوية المختلفة، والحديد له أهمية معروفة في تركيب الدم والإنزيمات، وكذلك عناصر المنغنيز والزنك، والتي لها محفزات انزيمية، ولكن تصبح هذه المعادن سامة وخطيرة في تراكيز معينة مع كونها ضرورية للحياة في تراكيز واطئة جدا قد لا تتجاوز قسم منها عن (0.05mg/l).

ومما يزيد من خطورة المعادن الثقيلة في التلوث البيئي هو عدم إمكانية تفسخها بوساطة البكتيريا والعمليات الطبيعية الأُخرى، فضلا عن عدم ثبوتيتها والتي يمكنها من الانتشار لمسافات بعيدة عن مواقع نشوئها أو مصادرها؛ ولعل أخطر ما فيها يعود إلى قابلية بعضها على التراكم في أنسجة وأعضاء الكائنات الحية سواء في الحيوانات أو النباتات المائية والبرية.

إنَّ مصادر تلوث البيئة للمعادن الثقيلة هي نشاط الانسان من عمليات الاستخراج والتعدين، مما يعرضها إلى ظروف التأكسد والتعرية الحيوية حيث يتسرب إلى البيئة عن طريق الهواء، والماء من خلال احتراق كازولين المركبات والطائرات كما في حالة الرصاص الموجود في رابع اثيلات الرصاص، أو تسرب خلات فينايل الزئبق المستعمل لتعفير الحبوب كمبيد، وبعضها يتسرب نتيجة احتراق الوقود الثقيل مثل الفناديوم، والنيكل إلى البيئة مباشرة.

ثُم إنَّ الصناعات المختلفة تقذف أعداداً وكميات كبيرة من المعادن الثقيلة بهيئة نفايات غازية، وسائلة، وصلبة وفي النهاية تستقر في التربة، ويمكن أن تتضاعف تراكيز المعادن الثقيلة بوساطة السلاسل الغذائية إذ تستقر في أجسام الأحياء مثل معادن الباريوم، والكادميوم، والنحاس.

إنَّ لبعض المعادن الثقيلة خواص إشعاعية أي إنها تكون بمثابة نظائر مشعة مما يؤدي إلى مخاطر مزدوجة من جهة كونها سامة ومشعة في الوقت نفسه، ومن الأضرار التي تحدثها المعادن الثقيلة، والتي تختص بها كل مما يأتي:

١.الزئبق:

إنَّ الزئبق ومركباته تعد مواد سامة للأحياء بالرغم من أهميته الصناعية حيث تتحول بعض مركباته الحيوية في الجسم أو البيئة إلى مركبات زئبقية أكثر سمية من الزئبق نفسه مثلا ميثايل الزئبق حيث تعمل السموم على ايقاف بعض الإنزيمات وتثبيطها ثم إنَّ له آثار تدميرية على المستوى البنية الخلوية.

إنَّ للزئبق ميل شديد إلى التراكم في الجسم ويستهدف الأنسجة الدهنية، أمّا الأعضاء الغنية بالدهون كالدماغ فإنه يميل للذوبان فيها مما يسبب أعراض مرضية خطيرة في الجهاز العصبي، وتعرف بالبكاء الزئبقي ، ثُمَّ إن لابخرة الزئبق القدرة على الانتقال إلى الدم خلال جدران الرئه.

٢.الكادميويم:

مصدر هذا العنصر مياه صرف منجم الرصاص والزنك إذ يوجد مع خامات الرصاص وخامات الزنك. بالرغم من أهميته الصناعية فقد ظهرت دراسات حديثة يبين خطورة الكادميوم في تهديم البنية الخلوية للكائنات الحية، ولاسيّما المايتوكوندريا والغشاء النووي ثُمَّ إنه يؤثر على عمليات الايض الدهني فضلا عن تأثيراته الضارة على دورات الحياة والنمو الجيني.

يمتص عنصر الكادميوم بسهولة من قبل الجهاز الهضمي والتنفسي ويتأثر هذا الامتصاص بعوامل عديدة منها العمر ونقص الكالسيوم والجسم ونقص الحديد والبروتين كما يعتمد على الشكل الكيميائي للملح. إن الإمتصاص الرئوي يتوقف على حجم الدقائق الداخلة إلى الرئتين وذوبانها وعلى عمق التنفس وسرعته. يؤدي استنشاق الكادميوم إلى مشاكل تنفسية تؤدي للشعور بجفاف الفم والبلعوم وصعوبة التنفس والصداع والتشنج عند زيادة التعرض وقد تتطور بحالة امتلاء الرئتين بالسوائل (الاستشفاء الرئوي)، وحالة التهاب كلوي وتغيرات في نسيج الكبد.

٣.الرصاص:

يعد الرصاص من العناصر ذات الوجود الطبيعي في القشرة الأرضية يبلغ معدل تركيزه حوالي (16mg/leg) في التربة ويوجد في الطبيعة على شكل خامات معدنية وهي كبريتيد الرصاص (pbs) ثُمَّ يوجد بأشكال أخرى ايضا أما المصادر الصناعية لتلوث هذا العنصر فإنه يدخل في العديد من الصناعات كالأصباغ وحروف المطابع والمقذوفات النارية والبطاريات وأسلاك اللحام للمعادن ثم إنه يضاف إلى البنزين لتحسين اشتعاله (رابع اثيلات الرصاص) ومع أنّه بطئ أمتصاصه من القناة الهضمية فهناك العديد من حالات التسمم بهذا العنصر؛ ولكنها ذات حالات فردية، كما يدخل عن طريق الاستنشاق، ويعتمد الامتصاص الرئوي له على حجم دقائق الرصاص الداخلة وعلى عمق التنفس ومعدله.

ويعد الجهاز الهضمي والتنفسي هو المنفذ لهذا العنصر لجسم الإنسان وإصابته بالأضرار.

٤.معادن ثقيلة أُخرى:

ومنها النحاس والزنك والخارصين والحديد والتي تعد من العناصر الغذائية الضرورية لأجسام الكائنات الحية في تراكيز معينة، وعند زيادة التراكيز سوف تسبب أضرار صحية مختلفة.

يعد معدن الكوبلت معدن سام عند وجوده بتراكيز عالية كذلك معدن القصدير والنيكل والزرنيخ حيث تؤثر على هذه المعادن سلبا في نمو الأحياء أثناء تثبيط الفعاليات الحيوية المختلفة.

٦)التصحر:

هو تحول الأراضي الزراعية والمراعي الطبيعية المستمر أو بفعل استغلال الإنسان لها بصورة غير منتظمة ومفرطة، وتكون الكثبان الرملية وشبه الرملية تراكم الأملاح ويمكن تعريفه بأنها: عملية تدهور البيئة في عناصر التربة والموارد المائية والنبات الطبيعي مما يؤدي إلى قلة الإنتاجية لموارد الثروات الطبيعية سواء بفعل استغلال الإنسان الغير أمثل لها، أو بفعل زحف مظاهر التصحر في المناطق الجافة وشبه الجافة وتحت الرطبة.

أي إنَّ ظاهرة التصحر وليدة تفاعل بين الظروف الطبيعية، وينتج عن عدة عوامل، منها تغيرات المناخ ونشاط الإنسان، وهي ظاهرة ليست بالجديدة ولكن الشيء الجديد واللافت للنظر هو السرعة التي أصبحت تنتشر بها حاليا.

أولا:عوامل طبيعية

١.المناخ:

يساهم المناخ بشكل فعال في توليد ظاهرة التصحر من خلال عناصره

أ.ارتفاع درجات الحرارة:

ترتفع معدلات درجات الحرارة في اشهر الصيف ثم إن صفاء السماء وخلوها من السحب إذ يساعد الإشعاع الشمسي للوصول إلى سطح الارض بشكل كامل عموديا أو شبه عموديا طوال فترة النهار تؤدي جميعها إلى ارتفاع درجات الحرارة لسطح الارض ولاسيما التربة الرملية، فضلاً عن تجريف التربة ثم تعريتها بوساطة الريح ونقلها إلى مناطق أُخرى.

ب.قلة الامطار وتذبذبها:

إنَّ قلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة تؤدي إلى ارتفاع كمية البخار مما يجعل القيمة الفعلية للامطار الساقطة قليلة جدا مما يؤدي إلى مردود سلبي على نوع النبات الطبيعي وكثافته وعلى تفكك التربة مما يجعل مظاهر الجفاف أكثر سيادة من مظاهر الرطوبة، وبالتالي يؤدي إلى قلة كمية المياه الجارية في الأنهار وانخفاض مستوى المياه الجوفية وقلة رطوبة التربة.

ج.الرياح:

للرياح دور فعال في عملية التصحر للمناطق التي تهب عليها خاصة في فصل الصيف حيث إن جفاف الرياح وشدة سرعتها تؤدي الى زيادة معدلات التبخر، وبالتالي يؤدي إلى جفاف التربة وموت النبات.

٢.التربة:

أ.انسجة التربة:

يقصد بها التوزيع النسبي لمجاميع الأحجام المختلفة لدقائق التربة (الرمل- الغرين- الطين) وهو دليل على مدى نعومة وخشونة التربة ، فإن التربة التي تشكل فيها دقائق الرمل نسبة عالية تكون معرضة للتعرية؛ لكونها ذات مسامات كبيرة وقابليتها على الاحتفاظ بالماء واطئة وقوة التماسك بين دقائقها ضعيفة.

ب.ملوحة التربة:

عادة ما يقع التربة المتأثرة بالملوحة في المناطق ذات المناخ الجاف وشبه الجاف، حيث إن كمية الأمطار الساقطة أقل بكثير من المياه المتبخرة وإن العوامل المناخية المشجعة لتكوين التربة المالحة هي:

جفاف عالي وارتفاع درجات الحرارة وانخفاض نسبة الرطوبة وارتفاع معدلات التبخر . إن زيادة كمية الأملاح في التربة تجعل الأرض غير صالحة للزراعة ثم تصحرها وتدهور الإنتاج بمرور الزمن.

ج.تعرية التربة:

وتتمثل في التربة المائية والتعرية الريحية ، تختلف التعرية المائية في الشدة من حيث سطح التربة فتكون كبيرة في السطوح ذات الإنحدار الشديد.

اما التعرية الريحية فتتمثل في نقل دقائق التربة عن طريق الرياح من المناطق التي تسود فيها ظروف الجفاف ، إن عملية تعرية التربة تؤدي دور مهم في انتشار مظاهر التصحر.

ثانيا:عوامل بشرية:

إنَّ الاستثمار للإنسان غير منضبط لموارد الطبيعة والتوسع في أنشطته المختلفة يؤدي إلى زيادة انتشار مظاهر التصحر ومن هذه الأنشطة:

أ.الري غير المتقن:

إنَّ إتباع الري العشوائي في الزراعة الأروائية واستهلاك كميات كبيرة من المياه بشكل غير متقن في غير اوقاتها المحددة، ولكل نوع من أنواع المحاصيل دون الانتباه الى طرائق تصريف المياه الفائضة (المبازل) يؤدي ذلك الى زيادة نسبة ملوجحة التربة حيث أصبح أكثر من (٢٥%) من الأراضي المروية في العالم غير صالحة للزراعة بسبب التملح.

ب.الرعي الجائر:

يؤدي الرعي غير المنضبط إلى تدهور الأراضي وتركها جرداء عرضة لعوامل التعرية الطبيعية.

ج.الافراط في قطع الاشجار:

يؤدي الغطاء النباتي دور كبير في تثبيت التربة والحفاظ عليها، وزيادة مقاومتها لعوامل التعرية ولاسيما إذا كانت على شكل أشجار إذ إنَّ وجودها يزيد من تماسك التربة ويقلل من سرعة المياه السطحية، وكذلك يقلل من سرعة الرياح التي يمكن أنْ تزيل التربة السطحية إذ إن القطع المفرط فضلا عن الحرائق تؤدي إلى جعل التربة أكثر عرضة لمظاهر التصحر.

د.زراعة المناطق الهامشية:

يقصد بالمناطق الهامشية تلك الأراضي الواقعة بين المناطق ذات الأمطار الكافية للزراعة الديمية، والمناطق الجافة التي تتكون الامطار غير كافية للزراعة، حيث تترك كمراعي أو تزرع عن طريق الري. إن استغلال هذه الأراضي للزراعة تكون معرضة للتصحر بسبب عمليات الحراثة لترتبها القليلة الرطوبة فتكون معرضة للنقل من قبل الرياح إلى مناطق أُخرى.

مكافحة التصحر

هو منع تدهور الأراضي الزراعية التي تنتج الخشب، والمحاصيل، والكلأ مصوره عامة أي كافة الأراضي التي يكسوها الغطاء النباتي، والتي تكون صالحة للزراعة.

ومن وسائل مكافحة التصحر:

١.الوسائل التقنية:

وتعني النظم البيئية التي تحقق التنمية المتواصله للإنتاج، وتقليل التدهور بالأرض .

صون التربة: المحافظة على خصوبتها وحمايتها من أضرار التعرية، والانجراف، والتلوث، والتملح.

صون النمو النباتي: يعني زيادة القدرة على تحسين نوعية الإنتاج، والمحافظة على قدرة النمو النباتي، والذي بدوره يقوم بحماية التربة من عوامل التعرية.

صون المياه: أي ترشيد استعمال المياه والعمل على زيادة البحث عن موارد إضافية للمياه مثل تحلية مياه البحر، وإعادة استعمال مياه الصرف الزراعي والصحي والصناعي.

صون الغابات والشجيرات: يعني استزراع الأشجار على هيئة أحزمة واقية كمصدات للرياح، وتصبح كمراعي معمرة ومصادر للوقود.

صوت المراعي: ويتم ذلك وفق تنظيم الرعي من جهة عدد الحيوانات في وحدة المساحة، ومدة بقاء الحيوانات في المراعي ومواسم الرعي.

وكذلك استنبات انواع من نباتات العلف والحشائش والبقوليات، فضلاً عن شجيرات العلف، وبالتالي سوف يؤدي هذا الى تحقيق تكامل بين موارد الرعي الطبيعي، وبين الموارد الإضافية لغذاء الماشية.

٢.الوسائل الاقتصادية:

إنَّ الزراعة مثل الصناعة أصبحت مورد اقتصادي هام في الوقت الحالي إذّ تعتمد على الإنتاج الكثير من خلال عمليات صناعية للمنتجات الزراعية، كالتغليف أو التعليب، واستخراج منتجات ثانوية من تصنيع المنتج الخام كالحليب الذي يستخرج منه الجبن، والزبد، واللبن.

لذلك وضعت خطط العمل العالمي التي ينصها اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر من خلال مشروعات دعم مالي بالإضافة إلى العون الفني وإعطاء فترات زمنية طويلة لرد القروض.

ومن أجل تحقيق التنمية المستديمة يجب العمل على ما يلي:

– منع أو خفض تردي الاراضي

– إعادة تأهيل الأراضي التي ساءت جزئيا

– استصلاح الأراضي المتصحرة

– تنمية موارد الأراضي الجافة والصحراوية؛ وذلك بتحويلها إلى أراضي زراعية إروائية مثل النهر الصناعي العظيم في ليبيا.

٣.الوسائل الاجتماعية:

هي مشاركة الناس في تخطيط وتنفيذ مشروعات التنمية المتواصلة عامة لمكافحة التصحر، وتستلزم أمرين أساسيين :

– برامج التعليم والتدريب والنوعية لتعريف الناس على بينة مقاصد مشاركهم.

– التنظيم الاجتماعي من خلال الجمعيات أو التعاونيات أو الشركات المساهمة وغير المساهمة؛ وذلك لحشد إسهامات الناس في تنفيذ مشاريعهم.

الفصل الثامن

التلوث المعنوي

التلوث الضوضائي

كيف نسمع الأصوات؟

قياس شدة الصوت

مصادر الضوضاء

التاثيرات الناتجة عن الضوضاء

العوامل التي تتوقف عليها تأثيرات الضوضاء

طرق مكافحة الضوضاء

التلوث الضوضائي

تُعد الضوضاء من مظاهر المدن المعاصرة، وضريبة باهظة يدفعها البشر من صحة أجسامهم ونفسياتهم وعقولهم، وتُعد الضوضاء صورة خطيرة من صور التلوث البيئي التي تسبب أضرار بالغة للإنسان، منها ما هو نفسي، وعضوي، وعصبي.

ويمكننا القول عن الضوضاء بأنها: كل الأصوات الغير مناسبة والغير مرغوب بها في المكان والزمان الغير مناسبين.

ويعبر عن الضوضاء فيزيائيا: إنها مزيج من الاصوات الغير متجانسة التي تؤثر على وظيفة الجهاز العصبي، ويعتبر كملوث بيئي مؤقت لا يترك أثر بيئي وهو محلي يقتصر تأثيره على المناطق القريبة من مصادر الصوت وموجود في كل مكان حيث يوجد الإنسان.

إنَّ التلوث الضوضائي لا يقتصر تأثيره على الإنسان فقط ؛ بل يمتد الى الحيوانات ، ولاسيما المواشي والدواجن مما يسبب خفض إنتاجها من اللبن والبيض

كيف نسمع الاصوات

يجمع صيوان الأذن الإهتزازات الصوتية في الهواء ويوجهها الى القناة السمعية ثم إلى غشاء طبلة الاذن الذي يتأثر بهذه الاهتزازات، ثم تدخل الأُذن الوسطى فالاذن الداخلية ثم الى نهاية الاعصاب السمعية المغمورة في الليف التي تنقل الإهتزازات إلى العصب السمعي ثم إلى مركز السمع في المخ الذي يميز هذه الأصوات.

قياس شدة الصوت

هناك أنظمة مختلفة لقياس شدة الأصوات وأنظمتها هو الديسبل الذي يمثل وحدة قياس شدة الصوت، وإن أضعف صوت تسمعه الاذن البشرية (1dB). إنَّ مدى الترددات التي تسمعها ألأُذن للإنسان العادي تتراوح بين (16–20000Hz) وينخفض هذا المدى مع تقدم العمر أو التعرض للامراض أو الإصابات بالحوادث.

إن الأصوات التي تكون دون (16Hz) تسمى تحت السمعية لا يمكن للأُذن سماعها، أمّا الأصوات التي ترددها اعلى من (20000Hz) فإنها يطلق عليها الفوق سمعية . وإن على حد للأصوات والتي يطلق عليها حد الألم بحدود (200dB) حيث تسبب الإزعاج والضزضاء هي تمثل الحد الأعلى للإدراك والحس.

مصادر الضوضاء

١.مصادر طبيعية:

تشمل الإنفجارات البركانية والزلازل، والرعد، والاعاصير، وأمواج الماء العالية، فانها تسبب مضايقات بيئية سرعان ما تختفي باختفاء المصدر المؤثر ، إنَّ الضوضاء الطبيعية عادة وقتها قصير بالمقارنة مع الضوضاء التي يكون الإنسان سبب لها.

٢.مصادر غير طبيعية:

أ.مولدات الكهرباء الاصلية:

انتشرت في العراق في السنوات الأخيرة عشرات الآف من مولدات الطاقة الكهربائية في المدن حتى صارت أبرز مصادر التلوث الضوضائي فضلا عن إنها مصدر تلوث الهواء والتربة.

إنَّ مولدات الأحياء والشوارع يصل مستوى الصوت فيها إلى 90 dB ، وهي تعمل معظم ساعات اليوم بسبب انقطاع التيار الكهربائي المستمر، ولساعات طويلة؛ لذلك فإنها تؤثر بالدرجة الأولى على العاملين في تشغيل وصيانة تلك المولدات، فضلا عن تأثيرها على الدور السكنية والبنايات الغريبة فيها ويجب مراعاة أن يكون موضع هذه المولدات في أطراف الأحياء السكنية وباتجاه الرياح والتي تكون عكس اتجاه المساكن.

ب. وسائط النقل:

تعد وسائل النقل من المصادر الرئيسة التي تساهم في التلوث الضوضائي فضلا عن دورها في التلوث الهوائي المباشر وغير المباشر في تلوث الماء والتربة. إن الضوضاء الصادرة عن حركة المرور ذات مستويات مرتفعة عادة ، إلا أَنَّ الأذى الذي تسببه في الأوضاع الاعتيادية قليل نسبيا؛ وذلك لقلة حدوث التذبذبات الصوتية لها ولكن يزداد الاذى في حالات الاستمرارية والتركيز.

ولقد برز هذا النوع من التلوث في العراق عام (٢٠٠٣) بسبب زيادة اعداد السيارات والمركبات التي تدخل الى البلد بدون رقابة مما أدى الى ازدياد حدوث الاختناقات المرورية وارتفاع نسبة التلوث أثناء استعمال سائقوا المركبات والشاحنات للمنبهات، فإن تركيز هذه الأصوات في منطقة الازدحام تحدث حالة تذبذب صوتي غير منسجم المؤذي للإنسان مما يؤثر سلبا على حواس الإنسان والجهاز السمعي والعصبي.

ج.الضوضاء الصناعي:

ينتج هذا الضوضاء عن المصانع والمعامل والورش الصغيرة والكبيرة ، ويصبح هذا النوع مشكلة موقعية واجتماعية في آن واحد كونها تؤثر في صحة وسلامة العاملين أولا، والمجتمع الذي يعيشون فيه ثانيا. ويزداد هذا التلوث ولاسيماعندما تكون الالات والمكائن قديمة ومستهلكة.

د.عمليات البناء والتشييد:

مثل اصلاح الطرق والآت الحفر الكهربائية وآلات البناء الشاهق، وهذا ما نجده في المدن الكبيرة، وفي حملات البناء والتعمير للدور القديمة أو فتح الطرق الحديثة نتيجة توسع المدن الناتج عن النمو السكاني والتقدم الحضاري.

هـ.الضوضاء الاجتماعي:

ويأتي هذا الضوضاء من المحيط السكني بسبب تربية الحيوانات الاليفة كالكلاب والدواجن أو الأنشطة المنزلية كاستعمال الاجهزة الكهربائية من الخلاطات، والغسالات، ومكانس الكهرباء، والتلفزيون ،والراديو واستخدام مكبرات الصوت أثناء المناسبات أو أصوات الأشخاص.

التأثيرات الناتجة عن الضوضاء

تؤثر الضوضاء على صحة الإنسان وتؤثر بصورة غير مباشرة على الناحية الاقتصادية، والتعليمية، والاجتماعية، نذكر من مخاطر الضوضاء ما يلي:

١.الاضطرابات السمعية:

لقد أثبتت الدراسات أنه عند تعرض الإنسان إلى صوت شدته (70dB) يبدأ الإحساس بالانزعاج، وعندما يكون شدته (90dB) تبدأ الأعضاء بالتأثير وإذا استمرت الضوضاء فترة طويلة يصاب الإنسان بالصمم يطلق عليه (الصمم العصبي)، حيث يعاني المصاب من قلة الانتباه بالتدريج، وفقدان الشعور بالأصوات المحيطة حتى الضوضاء ذاتها، ويشمل الانحرافات التالية:

أ.الانحراف المؤقت في عتبة السمع أو الفقد السمعي المؤقت من خلال تأثيرها في خفض القدرة السمعية للخلايا الشعرية الحسية في الجسم الحلزوني داخل الأُذن في نهاية فترة العمل اليومي، وأن هذا التأثير يزداد بعد عدة ساعات. وإن تعرض الفرد للضوضاء يوميا لمدة (٦) أيام في الاسبوع سوف يؤدي إلى ضعف القدرة السمعية احيانا بسبب عدم تمكن الخلايا الحسية من إزالة التأثير المستمر عليها خلال اليوم، وإن هذا التأثير يعتمد على شدة الضوضاء، ومدة التعرض والمسافة بين الشخص ومصدر الضوضاء.

ب.الانحراف الدائم في عتبة السمع أو الفقد الدائم الذي يحدث إذا تعرض الفرد للضوضاء بمستوى أكثر من (85dB)، يؤدي إلى تلف الخلايا الشعرية في الجسم الحلزوني في الأُذن الداخلية مما يفقدها جزء من حساسيتها إلى الأبد. ويصاب الحامل احيانا بالصمم المهني، والذي يعرف : بأنّه

النقص التدريجي في كفاءة الجهاز السمعي نتيجة تعرضه المستمر للصوت ل ٨ ساعات يوميا ول ٥ أيام اسبوعيا ولمدة تزيد عن ٥ سنوات.

٢.الاضطرابات النفسية والفسلجية:

تتشكل الضوضاء نوع من الضغط النفسي على الإنسان الذي يؤثر بدوره على الصحة العامة والنفسية للإنسان في مختلف سنوات عمره. ويكون ذلك في صورة قلق وارتباك وقلة تركيز وتفكير وارهاق ذهني وعصبي وعقلي . ومن المعروف أن الحالة الفسيولوجية ترتبط إلى حد كبير بالحالة التنفسية كما هو معروف.

إن العمال يتميزون عن الآخرين بنوع من العصبية وسرعة في الضيق إذ قد شرع بعض منهم إلى الانتحار نتيجة الضوضاء التي يتعرضون لها يوميا وتتوقف هذه التأثيرات على شخصية الفرد ومدى عمله، كما تقوم الضوضاء بتشتيت الأفكار والمشاعر أثناء النوم والراحة او عند القراءة ، وقد يدفع بالفرد للتصرف بشكل غير متزن.

٣.اضطرابات عصبية:

تؤثر الضوضاء بشكل كبير على وظائف الجهاز العصبي بشكل عام مما يؤدي إلى انخفاض إنتاجية الفرد وزيادة في الاخطاء عند اداء الواجب تقدر (٥٠%) من الاخطاء الانتاجية و (٢٠%) من الحوادث المهنية. ثُم يؤثر الضوضاء على مختلف احساسات الجسم ويجعلها متهيجة، فضلا عن تأثيرها على أجهزة التوازن الموجودة في الأُذن الداخلية التي تؤدي إلى الشعور بالدوار والغثيان والقيء.

٤.أثر الضوضاء على السيدات الحوامل:

ان وجود السيدة الحامل في وسط تسوده الضوضاء يجعلها عرضة للاشطرابات العصبية والنفسية مما يؤثر على الجنين ، ومن المعروف إنَّ الام العصبية تنجب أطفال صغار في الحجم أو ناقصي نمو. وأحيانا تجهض ولا يكتمل الحمل، ولقد ثبت أن التلوث الضوضائي يؤثر على

تكوين الجهاز العصبي للاجنة في أرحام الأمهات كما يؤثر على اتساع عين الإنسان مما يؤثر على قوة الإبصار.

٥.اثر الضوضاء على تلاميذ المدارس:

تؤثر الضوضاء على تلاميذ المدارس مثل قلة الاستيعاب، والتركيز، وفهم الدروس، والواجبات، وعدم القدرة على حل أبسط العمليات الحسابية والارهاق العصبي والدوار والشعور بالمرض ثُم يؤثر على سلوك التلاميذ مثل العنف، والاندفاع، والقلق، وعدم التركيز.

العوامل التي تتوقف عليها تأثيرات الضوضاء

يرتبط تأثيرات الضوضاء بعدة عوامل منها:

١.مدة التعرض: كلما زادت مدة التعرض للضوضاء زادت معها تأثيرات المسببة لها مثل الأصوات العالية والمفاجئة والمتقطع أخطر من الأصوات المستمرة .

٢.حدة الصوت: تعتبر الأصوات الحادة اكثر تأثيرا في الأصوات الغليظة.

٣.شدة الصوت: كلما زادت شدة الصوت زاد التأثير الناتج عنه.

٤.المسافة بين مصدر الصوت والسامع، كلما قلت المسافة زاد تأثير الضوضاء.

٥.عمر الفرد والعوامل الوراثية.

٦.المناخ المحلي من حيث اتجاه الرياح.

طرق مكافحة الضوضاء

تتمثل أهم طرق تقليل الضوضاء فيما يلي:

١.التوعية الشاملة عن طريق وسائل الإعلام المختلفة

٢.اصدار تشريعات وقوانين صارمة للحد من الضوضاء

٣.أن تكون المساكن، والمدارس، والمستشفيات بعيدة بمسافة كافية عن المصانع والمطارات

٤.وضع نطاق تشجير حول المنشات لما للاشجار من دور مهم في حجب الأصوات وتقليل شدتها.

٥.الصيانة المستمرة للآلإت والمكائن المستعملة وتزييتها، وتقليل احتكاكها واستعمال مواد تمتص الاصوات وتغليف الجدار وسقوف المصانع.

٦.يجب أن تكون الشوارع واسعة بدرجة كافية، وأن يتناسب عرض الشارع مع ارتفاعات المباني.

٧.منع استعمال مكبرات الصوت وأجهزة الموسيقى ذات الأصوات الحادة في المناسبات.

٨.استعمال المواد العازلة للصوت بقدر الإمكان في عمليات البناء للمساكن والمدارس والمستشفيات والمكاتب العامة.

٩.جعل نصيب الفرد من المساحات الخضراء الحدائق كبير حول المساكن والمدارس.

١٠.وضع خطط مرورية تضمن انسياب حركة السير؛ وذلك لتجنب الاختناقات .

١١.عدم استعمال الالات التنبيه إلا في الحالات الضرورية.

١٢.يجب اتخاذ الإجراءات الكفيلة بخفض مستوى الضوضاء في المصانع وتقليل ساعات العمل في هذه الاماكن.

الفصل التاسع

التربية البيئية

مجالات التربية البيئية

أهداف التربية البيئية

سمات التربية البيئية

الوعي والتربية البيئية وعلاقتها تربويا

التربية البيئية

يعد التعليم البيئي احد اهم وسائل وطرائق تحقيق الأهداف لحماية البيئة، وهو علم في المعرفة الممتدة في العلوم كافة.

لقد كان للتطور التقني في الكيمياء أثر خطير في انتاج أنواع جديدة من المواد التي لم تكن معروفة مثل المنسوجات، والمطاط ، والادوية، والبلاستيك، والاسمدة، والمبيدات، ومن نتائج التوسع في التصنيع زادت الحاجة إلى استغلال مصادر الوقود، فزاد التلوث نتيجة عمليات الاحتراق، ولاجل حماية البيئة وصيانتها كان لا بد للتعليم البيئي أو التربية البدئية أن تأخذ طريقها نحو اتجاهات، ومفاهيم، ومهارات ؛ لتحقيق الأهداف التي يضعها المفكرون من أجل رفاهية وتنمية المجتمعات في ظل بيئة متوازنة.

إن مفهوم التربية البيئية ينص على أنَّ التعليم البيئي هو أُسلوب، ونمط التعرض على أحسن ما في الكون وإيضاح الأفكار والاراء التي تساعد على تطوير المهارات الضرورية، والسلوك اللازم لفهم وتطوير العلاقات المتداخلة بين البشر، ومدى ما يتمتعون به من ثقافة ، وما تمثله البيئة التي تحيط بهم.

مجالات التربية البيئية

وهي تشمل المجالات التالية:

١.تعليم الجمهور

ويعني نقل المعرفة إلى المواطنين كافة على اختلاف شرائحهم للتعرف على المشكلات البيئية في حياتهم اليومية، بما يتطلب مشاركة جهات مختلفة رسمية وشعبية ومنظمات وجمعيات ونقابات، فضلا عن مساهمات الأجهزة الإعلامية المختلفة.

٢.تعليم الفئات المهنية والاجتماعية

ويتم ذلك من خلال دورات تدريبية، وتنفيذية، وتثقيفية للمهندسين، والأطباء وخبراء التخطيط ورجال القضاء والزراعة والصناعة والهيئات التدريبية .

٣.التعليم النظامي التدريسي

يتم خلال دمج موضوع التربية البيئية بالمراحل التعليمية كافة ، وفقا للخصائص وغايات كل بلد أو منطقة ، وبحسب المعطيات الاجتماعية، والاقتصادية، والبيئية.

٤.التعليم الغير المدرسي

يشمل تعليم وتدريب القطاعات كافة خارج إطار المدارس والمعاهد خلال دورات التعليم المستمر أو الجامعات المفتوحة، ولقد ساعدت شبكة الاتصالات الدولية في دعم هذا النوع من التعليم في العالم.

أهداف التربية البيئية

هناك ثلاثة اهداف رئيسة للتربية البيئية هي:

١. أهداف معرفية: تشمل فهم البيئة وعناصرها ومشكلاتها.

٢. أهداف وجدانية: اكتساب القيم والوعي والتقدير للجهود المبذولة لصيانة البيئة وبناء التنمية.

٣.أهداف مهارية: هي القدرة على التحليل والاستنباط واتخاذ القرارات والمشاركة الفكرية في حل المشكلات.

يمكن الاتفاق على وضع الأهداف المشتركة التي تعمل على تشجيع التقدم الإنساني، وصيانة، البيئة وتحسينها ضمن المحورين :

اولا: تحسين وتطوير علاقات التعايش البيئي بين البشر انفسهم وبين الطبيعة المحيطة بهم أي تطوير المجتمع البشري الواعي.

ثانيا: تنمية المفاهيم والمهارات والخبرات والسلوك والحوافز التي تتصدى لحل المشكلات، والحد من ظهور مشكلات جديدة.

سمات التربية البيئية

للتربية البيئية خصائص يمكن حصرها في المحاور التالية:

١.أنَّ تتجه إلى حل مشكلات محددة للبيئة الإنسانية:

من الضروري فهم وإدراك مشكلات البشر بغض النظر الى فئاتهم السكانية او مستوياتهم، والوقوف على أسبابها وتقويم الطرائق والوسائل الكفيلة بحل هذه المشكلات من خلال مشاركة جماعية بأنشطة هادفة.

٢.الأخذ بالمنهج الجامع لفروع المعرفة في تناولها للمشكلات البيئية:

يعمل هذا المنهج على تجاهل الحدود الفاصلة بين العلوم التخصصية ، ويعني بإعطاء فكرة أكثر شمولية تحقق اطار مرجعي تدمج في داخل المساهمات الخاصة بالعلوم المختلفة ، إن الوصول إلى التربية الجامعية ليس بالأمر اليسير فهي تستدعي وجود اتصالات ميسرة بين المعلمين والمختصين لوضع نظام ملائم وبأخذ الاعتبار الروابط الفكرية والمنهجية بين مشروع العلم المختلفة.

٣.الاتصاف بطابع الاستمرار والتطلع الى المستقبل:

نظرا للتقدم العلمي والتقني الذي أدى إلى ظهور نظم اقتصادية واجتماعية وثقافية جديدة سببت ظهور مشكلات جديدة؛ ولكي يبقى السكان بمعزل عن تطور المعارف، فان التربية البيئية يجب أن تحرص على إعادة صياغة توجيهاتها ومضمونها واساليبها وتبقى المعارف المتطورة متاحة للجميع لكي تبقى في إطار ما يسمى التربية المستديمة.

الوعي والتربية البيئية وعلاقتها تربويا

يتأثر الإنسان في سلوكه ببيئته كما يؤثر فيها؛ لذلك فإن سن القوانين والتشريعات وحدها لا يمكن أن تؤدي إلى ضمان التصرف السليم من قبل الانسان فالعنصر التربوي مهم جدا لتنمية سلوك الافراد باتجاه احترام القوانين والتشريعات فضلا عن المشاركة الفعلية في سنها وتشريعها.

لقد أكدت التوصية رقم ٩٦ لمؤتمر ستوكهولم عام (١٩٧٢) ضرورة إعداد برنامج لتربية الأفراد لتعديل سلوكهم المدمر اتجاه البيئة؛ لذا يجب ان ينطلق وعي الإنسان لبيئته ومشكلاتها في أثناء تنمية الادراك الكامل للعوامل الاجتماعية، والاقتصادية، والسياسية للمشكلات. ثُمَّ إن عليه أن يجد العودة إلى التناغم مع الطبيعة، وبما يساعد في إزدهار طاقات الإنسان ووضعها في خدمة التوازن للنظام البيئي الذي هو جزء أساسي فيه.

إنَّ التربية البيئية والوعي الناتج لا يمكن الايفاء بالعرض المطلوب دون التزويد بالوسائل التي تساعد في حل المشكلات البيئية والمساهمة الفعالة في التنمية.

إنَّ من اصعب المهام التي تواجه الشعوب المتحضرة هي مهمة النهوض التنموي، ونجاح خططه، وتجاوز العقبات مرهونة بتظافر جهود شرائح المجتمع وقطاعاته كافة، بحيث تشمل المسؤولية بضع رجال السياسة والقانون والتخطيط وبقية العلماء والمفكرين والمربين في خضم المسؤولية للعمل على تكامل البيئة والتنمية لرفع وتيرة الوعي البيئي وجعلها في خدمة تصعيد وتيرة التنمية المستديمة.

يدرس موضع التربية البيئية في دول العالم في المستوى الإبتدائي، والثانوي، والجامعي تحت عناوين مختلفة "كالدراسات الاجتماعية" أو "الانسان والبيئة" او "التلوث البيئي" ثُمَّ انعقدت ندوات إقليمية عن دمج التربية في التعليم الجامعي؛ وذلك في إطار دعم برنامج اليونسكو البامبيئية الدولي للتربية البيئية.

المصادر

- احمد ، فاضل حسن (١٩٩٦) **هندسة الببيئة منشورات** جامعة عمر المختار البيضاء ، ليبيا
- ادم ، كوركيس عبد ال (ترجمه ١٩٨٨) **التلوث البيئي** جامعة البصرة ، البصرة
- اغا ، شاهر جمال (١٩٧٨) **علم المناخ والمياه** الجزء الثاني – علم المياه مطبعة الاحسان ، دمشق
- البرادعي ، زكريا احمد (ترجمه ١٩٧٧) **البيئة واثرها على الحياة السكانية** . مكتبة الوعي العربي ، الفجالة
- جامعة الدول العربية ، المنظمة العربية للتربية الثقافة والعلوم بالتعاون مع برنامج الامم المتحدة للشؤون البيئة (١٩٧٨). **الانسان والبيئة مرجع في العلوم البيئة للتعليم العالي والجامعي** . القاهرة.
- حديد ، احمد وفاضل الحسني (١٩٨٤) . **علم المناخ** جامعة بغداد ، بغداد
- الحفار، سعيد محمد (١٩٨٥) **نحو بيئة افضل ومفاهيم قضايا استراتيجيات** دار الثقافة ،الدوحة .
- الحلي، مجيد رشيد وحكمت عباس العاني (١٩٨٩) **علم البيئة النباتية** ،جامعة بغداد بغداد
- الراوي ، محمد عمار وعبد الرحيم محمد عشير (ترجمه ١٩٨٩) **التلوث البيئي** . جامعة بغداد ، بغداد
- السعدي ، حسين علي (١٩٩٤) البيئة المائية في العراق ومصادر تلوثها . **وقائع المؤتمر العربي للبحث العلمي ودورة في حماية البيئة من التلوث** . الحرر حسين علي السعدي الصفحة ٥٩ – ٨٨ ، ٢٦ -٢٨ ايلول / ١٩٩٣ . دمشق (منشورات اتحاد مجالس البحث العلمي العربية . بغداد) .
- السعدي ، حسين علي (١٩٩٨) **تلوث البيئة المائية في العراق** . مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة . (١) : ٨١ – ٩٤

- السعدي ، حسين علي (٢٠٠٢) **التربيه البيئة فى المناهج الدراسية للمرحلة الابتدائية والثانوية دراسة تحليلية** . مجلة المعلم الجديدي. بغداد . (تحت الطبع)
- السعدي ، حسين علي وبهر ام خضر مولد (١٩٩٠) واقع البيئة المائية في جنوب العراق . **دراسة قدمت الى المؤتمر العلمى الحادي عشر لجامعة علوم الحياة العراقية للمدة ٢٧ شباط – ١ اذار ١٩٩٠** . البصرة
- السعدي ، حسين علي وبهرام خضر مولود (١٩٩١) .البيئة المائية العراقية في خدمة التنمية . **مجلة كليه التربية للبنات** ، جامعة بغداد . ٢ : ٨ – ١١
- السعدي ، حسين علي ونجم قمر الدهام وليث عبد الجليل الحصان (١٩٨٦) . **علم البيئة المائية**. جامعة البصرة ، البصرة
- صالح ، ريزان محمد وبشير علي النعمة (ترجمه ١٩٩٠) **مبادئ علم البيئة** ، جامعة صلاح الدين ، اربيل
- صالح ، طارق محمد وقيصر نجيب صالح وعبد الهادي صالح السلطان (ترجمه ١٩٩٨٠) . **مدخل الى العلوم البيئية**، جامعة الموصل ، الموصل .
- صالح ، قيصر نجيب وسهيلة عباس الدباغ وطارق محمد صالح (ترجمه ١٩٨٤) **علم البيئة ونوعية بيئتها** . جامعة الموصل ، الموصل . ترجمة (١٩٨٢) المفاهيم الاساسية لعلم البيئة . جامعة الموصل ، الموصل
- الصحاف ، مهدي (١٩٧٦) **الموارد المائية فى العراق ، صيانتنها من التلوث** . دار الحرية للطباعة . بغداد .
- العاني ، حكمت عباس ورعد هاشم بكر (١٩٨٤) **علم البيئة** . جامعة بغداد ، بغداد
- العاني ، عبد الله نجم (١٩٨١) **علم التربة** . جامعة بغداد ، بغداد
- عبد الجواد ، احمد عبد الوهاب (١٩٩٥) **منظفات البيئة** . الدار العربية للنشر والتوزيع . القاهرة
- عبد الجواد ، احمد عبد الوهاب (٢٠٠١) **تلوث المياه العذبة . دائرة المعارف البيئية** . الدار العربية للنشر والتوزيع، القاهرة .
- عبد الحميد ، زيدان هندي ومحمد ابراهيم عبد المجيد (١٩٩٦) **الملوثات الكيميائية والبيئة** . الدار العربية للنشر والتوزيع نصر .

- عبد اللطيف ، عصام (ترجمة ١٩٧٩) **الانسان والبيئة . الموسوعة الصغيرة رقم ٣٩** . منشورات وزارة الثقافة والفنون . بغداد
- عبد الواحد ، أنور محمود (ترجمه ١٩٧٢) **مكافحة تلوث البيئة تقرير اصدارته الجمعية الكيمياوية الامريكية** . مكتبة النهضة المصرية . القاهرة .
- عبدول ، كريم صالح وفرهاد حسن عزيز (ترجمه ١٩٩٠) **مقدمة لبيئة الجماعات النباتية** . جامعة صلاح الدين ، اربيل
- عفيفي ، فتحي عبد العزيز وعصمت محمد كامل (٢٠٠) **السموم والملوثات : الديناميكية واستجابة الجهاز التناسلي والبولي لهما** . دار الفجر للنشر والتوزيع . القاهرة
- اعلمر ، مثنى عبد الرزاق (٢٠٠) **التلوث البيئي** ، دار وائل للنشر . عمان
- غرابيه ، سامح ويحيى الفرحان (١٩٨٧) .**المدخل الى العلوم البيئية** . دار الشروق للنشر والتوزيع .عمان
- فروجة ، صبري ميخائيل وفؤاد ابراهيم قنبور (١٩٨٩) **. تلوث البيئة** . جامعة بغداد ، بغداد
- فضيل ، عبد خليل وعلوان جاسم الوائلي (١٩٨٥) **علم البيئة** . جامعة الموصل ، الموصل
- كربن، عبد الاله رزوقي وماجد سيد ولي محمد (١٩٨٦) **علم الطقس والمناخ** . جامعة البصرة ، البصرة
- مساعدة ، عدنان (١٩٩٧) **كيمياء التلوث البيئي** . دائرة المكتبة الوطنية أربد .
- مولود ، بهرام خضر وحسين احمد شريف الاعظمي (ترجمة ١٩٩٠) **علم البيئة اساسيات وتطبيقاته** . جامعة بغداد . بغداد
- مولود، بهرام خضر وحسين علي السعدي وحسين احمد شريف الاعظمي (١٩٩١) **علم البيئة والتلوث** . جامعة بغداد ، بغداد
- وزارة التعليم العالي والبحث العلمي (٢٠٠٢) **مقررات والمؤتمر العلمي عن تأثير أسلحة اليورانيوم المنضب في الانسان والبيئة في العراق . ٢٦ – ٢٧ اذار ٢٠٠٢ . بغداد** .