

دار الكتب [www.dar-alkotob.com](http://www.dar-alkotob.com)

دار الكتب [www.dar-alkotob.com](http://www.dar-alkotob.com)

# البيئة ومشكلات التلوث

ا.د. حسن أحمد شحاتة  
أستاذ الكيمياء الفيزيائية  
كلية العلوم (بنين)  
جامعة الأزهر

ا.د. محمد حسان عوض  
أستاذ الجيولوجيا  
وكيل كلية العلوم (بنين)  
جامعة الأزهر

د. طه محمود المرسى  
مدرس الكيمياء التحليلية  
كلية العلوم (بنين)  
جامعة الأزهر



## المقدمة

البيئة هي الأم الرعوم والصدر الحنون للإنسان وكافة الكائنات الحية . وهي بيئة أحكم الله - سبحانه وتعالى - خلقها واتقن صنعها وأمدّها بمعطيات ومكونات ذات مقادير محددة وبصفات وخصائص معينة بحيث تكفل لها هذه المقادير وهذه الخصائص ، القدرة علي توفير سبل الحياة الملائمة للإنسان وبأقاي الكائنات الحية التي تشاركه الحياة علي هذه الأرض .

ويحظى موضوع البيئة باهتمام عالمي كبير نظرا لما ألمّ بالبيئة من تلوث احاط بمانها وهوائها وتريتها مما ترتب عليه تأثر الكائنات الحية وأولها الانسان بمخاطر التلوث البيئي . ولقد تناولت الدراسات البيئية ظاهرات التلوث التي أسهمت في زيادة الأمراض وتنوعها من جراء فساد مكونات البيئة إضافة إلى انقراض العديد من أنواع النباتات والحيوانات التي تأثرت بالملوثات الكيميائية بشكل مباشرة أو غير مباشر .

وتعد التغيرات المناخية التي تشهدها الأرض مؤشراً علي ازدياد شدة التلوث البيئي علي وجه الأرض بصفة عامة الأمر الذي يؤدي الي تفاقم ظاهرات التصحر وزيادة ثقب الأوزون . ولقد تضمن الكتاب هذه الموضوعات بالإضافة الي قضايا النفايات المشعة وتلوث الماء والهواء والترربة والتلوث الإشعاعي من حيث المفهوم والمصدر وفيه أيضا اطلالة علي كيفية وطرق مكافحة الملوثات لتلافي مخاطرها .

والحقيقة فإن قضايا البيئة متشعبة وتزداد خطورتها بالتفاعل المحموم للإنسان مع مكونات البيئة، ومن هنا فإن هذه القضايا تطرح نفسها باضطراد في المحافل الدولية نظرا لأن قضايا التلوث البيئي باتت خطراً يهدد البشرية بصفة عامة. ولقد بدأ الاهتمام بالبيئة وقضاياها في الستينات من

القرن العشرين الميلادي إبان ظهور الأمطار الحمضية التي أثرت على البيئة في شمال أوروبا، وبعد ظهور عديد من الأمراض الخطيرة التي لم تكن منتشرة من قبل مثل السرطانات.

ونقدم هذا الكتاب "البيئة ومشكلات التلوث" لكل قارئ اسهاما في نشر الوعي البيئي من خلال طرح بعض الموضوعات والقضايا المتعلقة بالبيئة وملوثاتها ، ومساهمة في دق نواقيس الخطر ، وإن كنا لا ندعي أننا قد طرحنا كل قضايا ومشكلات البيئة فقضايا البيئة ومشكلاتها متنوعة ومتشعبة . وفي البداية أوجزنا في الكتاب التشريعات البيئية التي اذا ما طبقت فإنها ستسهم في الحفاظ على البيئة وتحد من مشكلاتها وقضايا تلوثها .

ونحن إذ نقدم هذا العمل نرجوا من الله سبحانه وتعالى ان يتقبل هذا الجهد المتواضع وان ينتفع به ، وأن يحقق المراد من تأليفه .

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين

**المؤلفون**

فبراير ٢٠٠٧

## الباب الأول

### البيئة ومكوناتها

البيئة هي حيثما نعيش جميعا والتنمية هي كل ما يفعله الإنسان لتحسين الحياة في هذه البيئة وهذان المفهومان متلازمان لا ينفصلان ، ولقد تم تعريف البيئة في مؤتمر "الأمم المتحدة للبيئة البشرية"، الذي انعقد في استوكهولم في عام ١٩٧٢م بأنها : "رصيد الموارد المادية والاجتماعية المتاحة في وقت ما، وفي مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته". ومما لاشك فيه أن بيئتنا المحلية جزء من البيئة العالمية التي يجب أن نعمل على إيجاد الحلول لقضاياها المختلفة من تلوث أحاط بهوائها ومياهها وتربتها وأحيائها إلى ترشيد في استهلاك مواردها الطبيعية المختلفة حتى لا تقضى نتائج التذبذب الحالي في الموارد ويسرعة على الخيارات أمام الأجيال المقبلة فلا يجب أن نقترض من رأس مال البيئة للأجيال المقبلة دون توفر النية أو الإمكانية لسداد هذا القرض الذي يتمثل في التنمية البيئة .

إن البيئة هي ذلك الجزء من كوكبنا المحيط بالإنسان والكانونات الأخرى ، ومكونات هذا الجزء هي التي تشكل عناصر البيئة . والبيئة الأرضية بكل مقوماتها هي وطن بنى الإنسان أوجدها الله بحكمته وذلها بقدرته فجعل الأرض بساطاً ، كما سخر الشمس والقمر دائبين وأرسل الرياح وأنزل من السماء الماء الطهور لكي يحيا به الإنسان والحيوان والنبات ، فكل هذه النعم تجري بانتظام وحكمه دقيقة وفقاً لقوانين الله الثابتة في هذا الكون الفسيح .

#### مكونات البيئة :

وبناءً على ما تقدم، فإنه يمكن تصنيف المكونات الأساسية للبيئة إلى مجموعتين رئيسيتين، هما:

#### ١- المكونات اللاحيوية

تشمل المكونات اللاحيوية للبيئة جميع العناصر والعوامل الفيزيائية، كالعوامل المناخية من ماء وحرارة وضوء، وكذلك العوامل الجيولوجية التي تتمثل في طبيعة الأرض ونوعيتها وخصوصية تربتها. وتشمل أيضاً العناصر والمعادن والهواء وغيرها.

ويمكن تقسيم المكونات اللاحيوية إلى ثلاثة أقسام رئيسية، وهي: الغلاف الجوى، والغلاف المائى، والغلاف الصخرى. وهذه الأغلفة الثلاثة بالإضافة إلى الغلاف الحيوى تكوّن ما يطلق عليه "أغلفة الأرض".

#### ٢- المكونات الحيوية (الغلاف الحيوى)

تشتمل المكونات الحيوية على جميع الكائنات الحية - بما فيها الإنسان - على إختلاف أنواعها وأشكالها وفصائلها. ويطلق عليها إسم "الغلاف الحيوى".

وتصنف الكائنات الحية فى الأنظمة البيئية إلى ثلاث فئات ، وهى :

#### ( أ ) النباتات الخضراء

وهى الكائنات الحية الوحيدة التى تستطيع تحويل المواد المعدنية - الموجودة فى التربة - والماء إلى مواد عضوية مغذية.

وتعدّ النباتات الخضراء المصنع الأول للغذاء على سطح الأرض. فهي التي تنتج بنفسها الغذاء الضروري لنموها وتكاثرها، إلى جانب كونها طعاماً لأنواع عديدة من الكائنات الحية الأخرى.

#### (ب) آكلات الأعشاب

وهي تشتمل على جميع أنواع الحيوانات التي تتغذى بالحشائش والأعشاب. وهي الحلقة الثانية في السلسلة الغذائية بعد النباتات الخضراء، حيث تعدّ تلك الكائنات نفسها غذاءً مهماً وضرورياً للعديد من الكائنات الحية الأخرى.

#### (ج) آكلات اللحوم

وتشمل جميع الكائنات الحية التي تتغذى على لحوم حيوانات أخرى. وتتميز البيئة الطبيعية بوجود توازن دقيق وصارم قائم وبصفة مستمرة بين عناصرها المختلفة وهو ما يسمى بالنظام البيئي Ecosystem حيث يشمل عدة عناصر ترتبط ببعضها ارتباطاً وثيقاً لآزم لاستمرار الحياة وبقائها وهذه العناصر هي :

عناصر الإنتاج - وعناصر الاستهلاك - وعناصر التحلل والعناصر الطبيعية غير الحية وهي الهواء والماء والتربة ، ولكن الإنسان في عصرنا الحديث قد اندفع اندفاعاً محموداً نحو إشباع رغباته وشهواته من كل ما تقع عليه عيناه منبهراً بوسائل التقنية المتاحة فكان الإسراف في استنزاف موارد البيئة وثرواتها مما أدى إلى إرباك النظام البيئي على المستوى المحلي والعالمي الأمر الذي أدى إلى مختلف أنواع التلوث التي نعاني منها اليوم .



مما لاشك فيه أن بيئتنا المحلية هي جزء من البيئة العالمية التي يجب أن نعمل على إيجاد الحلول لقضاياها المختلفة من تلوث أحاط بهوائها ومياهها وتربتها وأحيائها إلى ترشيد في استهلاك مواردها الطبيعية المختلفة حتى لا تقضي نتائج التبذير الحالي في الموارد وبسرعة على الخيارات أما الأجيال المقبلة فلا يجب أن نفترض من رأسمال البيئة للأجيال المقبلة دون توفر النية أو الإمكانية لسداد هذا القرض الذي يتمثل في التنمية وليس في استهلاكها وتلويثها بشتى الطرق وباستخدام أحدث التقنيات .

وعندما نتحدث عن مستقبل الأجيال المقبلة في مجتمعاتنا لعنا نتذكر أن شريعتنا السمحاء قد علمتنا أننا مستخلفون في الأرض يقول تعالي (وَأذْ قَال رَبِّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً ... ) الخ الآية الكريمة ، وأن البيئة أمانة في أعناقنا وعلينا أن نتركها للأجيال المقبلة في أفضل حال مما ورثناها عن أسلافنا أو على الأقل كمثل ما إستملناها غير أن الواقع يقول عكس ذلك . حيث يضاف إليها كل عام ١٠٠٠ مادة جديدة وكثير منها مواد سرطانية.

#### أضرار التلوث البيئي

ولقد رأي الناس التقدم الرائع الذي تبلور في الآونة الأخيرة في الإنجازات العلمية والتقنية العظيمة ، ولكن لم يروا آثارها السلبية التي كادت تخرب البيئة ، حيث تزامن ارتفاع الإنسان مع تراكم أخطاء كثيرة كانت تعمل على خلخلة الاتزان البيئي ، وفي وقت قريب جدا ظهرت نتائج تلك الاخطاء وتبين للناس ما فعلوه بالبيئة .

وطبقا للتقارير التي أعلنتها منظمة الصحة العالمية في مارس ٢٠٠١ في مؤتمر دولي في بانكوك بتايلاند عن الصحة والبيئة فقد توفي ١,٣ مليون طفل دون الخامس في الدول النامية عام ٢٠٠٠ بسبب أمراض الإسهال الناتجة عن مصادر المياه الملوثة وسوء الأحوال الصحية ، وأن تلوث الهواء الداخلي بالمنازل من الأسباب الرئيسية الكامنة وراء وفاة ٦٠% من بين ٢,٢ مليون طفل دون الخامسة يموتون سنويا بسبب عدوات ميكروبية حادة بالجهاز التنفسي . حيث إن من أهم أسباب هذا التلوث حرق الكتل الحيوية واستخدامها كوقود من أماكن ضيقة مغلقة) ونقص التدفئة الكافية وغيرها.

كما يقول علماء الطب أن مخاطر التلوث البيئية تظهر على القلب تلك المضخة التي تتراجع عن وظيفتها بسبب التلوث وتخفص مهمتها في أداء نبضها إلى اقل من ٣ مليارات نبضة نتيجة للتوتر وشد الأعصاب والضوضاء وتلوث الهواء وما يترتب على ذلك من تصلب الشرايين وتلف الصمامات وضعف عضلة القلب والربو والحساسية وضعف التنفس والتزييق وغيره .

وأیضا لقد دلت الإحصاءات على إن أكثر من ٦٠٠٠٠٠ (ستمائة ألف) شخص شاركوا في تنظيف منطقة تشرنوبل من الرواسب الإشعاعية عقب انفجار مفاعل تشرنوبل عام ١٩٨٦ في الاتحاد السوفيتي سابقا إلا أن ٨٠% منهم أصبحوا عاجزين تماما عن الحركة بسبب تمكن الإشعاعات من أجسامهم ويقول العلماء إن الآثار السلبية ستكون أكثر وضوحا في عام ٢٠١٥ عندما يبدأ الاطفال الذين ولدوا في عام انفجار المفاعل سنة ١٩٨٦م عندما يبدأون في الزواج.

### استنزاف الموارد البيئية

لقد بات واضحا أن الموارد الموجودة في العالم تتعرض إلى عمليات استنزاف بالغة الخطورة ، ويكاد معظمها إن يختفي واحدا بعد الآخر ، ونضوب الموارد لا يحدث لغير المتجدد منها فقط بل الموارد المتجددة أيضا في طريقها للنضوب ، ويقل مخزون الأخشاب على سبيل المثال بسبب تدمير الغابات في المناطق الاستوائية ، وتجرف التربة ، وتتعرض للتعرية بسبب عوامل التصحر التي تتسبب في معظمها أنشطة الإنسان غير المرشدة ، ويرجع استنزاف الموارد إلى زيادة الاستهلاك نتيجة للتفجر السكاني ، والتي عدم انتظام توزيع هذه الموارد ، حيث يمكن إن تسحوذ دولة واحدة أو بضع دول في العالم على معظم المخزون من مورد واحد ، في حين تظل معظم بلاد العالم محرومة من هذا المورد ، كما تضيق الموارد بسبب سوء الإدارة وعدم التنبؤ بعواقب ممارسات الإنسان واستخدامه للتقنيات الحديثة في الزراعة والصناعة دون محاولة تلافي النواتج الضارة أو تخفيف آثارها السلبية على البيئة .

وتعرضت البيئة نتيجة للممارسات الخاطئة لكوارث من نوع آخر ، فالأوزون الذي يعمل كدرع واق يحمي النبات والحيوان من الأشعة فوق البنفسجية التي تصل من الشمس إلى الأرض ، تقل نسبته في طبقة الاستراتوسفير ، وتهدد زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو بارتفاع معدل درجة حرارة الجو واضطراب المناخ ، كما تقضي الأمطار الحمضية على الحياة في مستودعات المياه ، وتتساقط اشجار الأجرع بعد إن اختفت اورقها الخضراء بفعل الغازات السامة.

وتحدث الحروب والمنازعات المحلية والصراعات الإقليمية أكبر قدر من التخريب يمكن إن يتعرض له البيئة ، وليس هناك ادل علي ما تجلبه الحروب من دمار واساءة للبيئة مما أحدثته حرب الخليج في نهاية القرن العشرين في المنطقة ، لقد تسببت الحرب في أسوأ كارثة شهدها العالم حتى الآن ، بلغ حجمها حدا لم يسبق له مثيل ، حيث تتسع رقعة التلوث لتشمل الأجواء والبحار والتربة في آن واحد ، وتتعكس آثارها سلبا علي الثروة القومية والمصادر الطبيعية ، ومن أهم ما سببته عليها من أخطار الأضرار التي سوف تلحق بالثروة البشرية والاقتصادية والسياسية .. الخ ، وسوف تظل الكارثة البيئية التي ألمت بمنطقة الخليج شاهدا علي ما يرتكبه الإنسان في حق البيئة ، فمن المتوقع إن تستمر آثارها المدمرة لسنين طويلة .

ويسهم الاحتراق المتزايد للوقود الأحفوري في بناء ثاني أكسيد الكربون الجوي الذي سوف تؤدي زيادته عن القدر المعتاد في الجو إلي اضطراب المناخ العالمي ، وسوف تكون هذه المشكلة واحدة من القضايا البيئية الكبرى في العقود الآتية ، ولا تستطيع أية دولة بمفردها إن تعمل لمنع التغيرات أو تواجه النتائج المترتبة علي تأثير الزيادة في نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو ، وفي الوقت نفسه ، أثار اكتشاف الأحماض في الأمطار قضايا جديدة ، أخلاقية وقانونية ، لأن بعض الصناعات في بعض دول شمال المتوسط تطلق الغازات الحمضية غير عابثة بما يحدث لأجواء العالم .

وأينما يحدث التدهور في محصول من المحاصيل الزراعية فإنه يسهم في الزيادة الحقيقية لتكلفة إنتاج الطعام والمنتجات الزراعية الأخرى ، ففي سوق عالمي غير مستقر يتأثر الناس في كل مكان ، كما تسبب تعرية

الغابات أكبر ضرر في أماكن حدوثها ، ولكن ذلك ينعكس بطريقة ما على ارتفاع أسعار الأخشاب في الأسواق العالمية.

وتكاد مجالات التقنية المتقدمة إن تكون حكرًا على البلاد المتقدمة ، وعلى سبيل المثال الهندسة الوراثية التي تثبت كل يوم أنها وسيلة رائعة لتطوير الكثير من تقنيات الإنتاج الزراعي وصناعة الأدوية والعلاج ونظافة البيئة وتخليصها من الملوثات ، وأيضًا تقنية القضاء وخدمة الأنواء الجوية التي تقوم بمد شبكة الاتصالات والأقمار الصناعية والاستشعار عن بعد ، كلها تقنيات متقدمة تتوافر فقط في البلاد المتقدمة .

### المشكلات البيئية

تختلف المشكلات البيئية تبعًا لنوعية المجتمعات ، ففي البلاد المتقدمة تعاني البيئة من الآثار السلبية التي ولدتها التقدم الصناعي والتوسع العمراني . أما المشكلات البيئية في المجتمعات النامية فهي ذات طابع مختلف وتتمثل في عدم توافر المواد الأولية ، وإن توافرت فهي لا تصنع محليًا ، ولكنها غالبًا تصدر إلى البلاد الصناعية المتقدمة وذلك لندرة الكفايات الفنية وعدم توافر الأموال الضرورية لتشغيلها محليًا ، ولقد اضطر سكان البلاد النامية لأن يستغلوا مواردهم استغلالًا سيئًا لتخفيف ويلات الفقر والجوع واليأس مما جعلهم يواجهون مشكلات طويلة الأمد كالتصحر وتعرية التربة واختفاء الغابات .

وفي الآونة الأخيرة قويت الدعوة من أجل "بيئة أنظف وحياة أفضل" بعد أن أدرك الإنسان - الذي وصل بالبيئة إلى هذا المنعطف الرديء - أنه يجب إن يتحرك قبل فوات الأوان ليصلح ما أفسده .

ولقد برزت أزمة البيئة واضحة علي مستوى العالم بسبب الخطورة التي تواجهها الدول التي تستخدم الوقود النووي في التخلص من النفايات النووية ، وعلى الرغم من أن دفنها تحت الأرض يظل مشكلة كبيرة ، فإن الاتجاه للتخلص منها في المحيطات سوف يزيد من حجم المشكلة مما يضاعف قلق سكان العالم كله تحسبا لاحتمالات المخاطر الصحية التي سوف تصيب البحار والمحيطات .

وأكدت المعرفة الواسعة بطبقات الجو العليا اعتماد الأمم بعضها على بعض . فمنذ عقدين ، كانت فكرة تنظيم صناعة علب الرش تثير دهشة الكثيرين ، فلم يتخيل احد كيف تؤثر مركبات علب الفورميون الكيميائية في طبقة الأوزون ، أما الآن ، بعد أن وضع خطر هذه المواد فإن الدول تعمل مجتمعة على صياغة الاتفاقيات الدولية للحد من صناعة المركبات الكيميائية التي تكسر طبقة الأوزون بعد أن تأكد ظهور ثقب في طبقاته فوق القارة القطبية الجنوبية .

وتفرض المشكلات البيئة التي تواجهها البلاد النامية الا تأخذ هذه البلاد أزمة البيئة كفضية دولية بصفة مطلقة ، فهي قد تكون كذلك في بعض جوانبها عندما تعبر الأبخرة والغازات السامة والإشعاعات القاتلة الحدود بين البلاد المتقدمة والبلاد النامية حيث تتدفق الملوثات مع مياه البحار والمحيطات ولكنها ليست كذلك حينما تواجه الدول النامية مشكلات الغذاء والطاقة والسكن والتعليم والبحث العلمي ثم إن قضية توزيع الموارد الطبيعية لا تبشر بأي أمل في التعاون بين الشمال والجنوب لإعادة توزيع الثروات .

### التدهور البيئي

لقد استطاعت البيئة أن تقاوم الاضطرابات التي تحدث فيها على مدى فترات زمنية كبيرة ولكن هذه القدرة في المحافظة على الاتزان والتصدي للاعتداءات عليها لا بد وأن تقف عند حدود معينة. ولم تستطع البيئة أن تقاوم حتى النهاية ، وبدأت تعاني التغير، فبعد أن احتفظت لفترة طويلة بدرجة حرارة ثابتة ، وبالتركيب الكيميائي والفيزيائي لمكوناتها المادية ، فهي معرضة اليوم لنكسات كبيرة . ارتفاع معدل درجة الحرارة ، وتغير في التركيب الكيميائي في معظم الأنظمة ، في المحيطات والبحار والجو والتربة .. الخ .

ولقد ضاعفت من تدهور البيئة تشابك المشكلات التي تنشأ عن مصادر محلية ، ومع ذلك تتعدى تأثيراتها حدود الدول والاقاليم لتنتشر على مستوى العالم وتضر بمصالحة المشتركة ، ولم يعد هناك بلد أو إقليم أو إنسان أو كائن حي يشارك في البيئة نفسها لا يعاني من الآثار السيئة لتدهور البيئة بدرجة أو بأخرى ، فإن لم يشكو الإنسان من الفقر والجوع ونقص الموارد ، فإنه يشكو من التلوث واضراره المتعددة .

وبلغ تدهور البيئة حدا لا يمكن السكوت عليه ، ولم يعد هناك مفر من مواجهة الموقف الصعب والخرج في الوقت نفسه ، وفي العقدين الماضيين بدأت بعض الجماعات تحتج على الإساءة إلى البيئة وتدعو إلى أخلاقيات جديدة للتعامل معها ، وتحت ضغط هذه الجماعات تحركت الحكومات والمؤسسات الرسمية ، وامتد الاهتمام بالمحافظة على البيئة وحمايتها ضد الأخطار التي تتعرض لها إلى المستويات الدولية ، وأصبح ضمان سلامة

البيئة والحرص على استغلال الموارد الاستغلال الامثل هاجسا يؤرق كل الناس على جميع المستويات . ويرجع سبب هذا التدهور في الأنظمة البيئية التي تمادي الإنسان في اعتدائه على البيئة ، فهو يسبب استغلال الموارد ، فيدمر الغابات ويجرف الأراضي الزراعية ، والناس يتركون الريف بأعداد كبيرة ، وينتقلون إلى الحضر وتكبر المدن دون أي تخطيط ، وغالبا على حساب الأراضي الزراعية وجمال الطبيعة ، والأهم من ذلك كله الزيادة الهائلة في عدد السكان ، وماذا سوف يحدث لو استمرت هذه الاتجاهات ؟ ، زيادة استهلاك الوقود الأحفوري ، والاستمرار في التجارب النووية وبناء المفاعلات ، واستخدام الكيماويات دون حساب ، زيادة عدد السكان ... الخ . سوف تتأثر دون شكل كل الكائنات الحية وتتعرض للكوارث والفناء ، وما يحدث الآن للبيئة هو نتيجة حتمية لعدم إدراك الناس لعواقب الممارسات الخاطئة وآثارها السلبية على البيئة .

### **زيادة السكان واستنزاف الموارد**

تدل الأرقام دلالة واضحة على إن البلاد الفقيرة تزداد فقرا ، بينما البلاد الغنية ستواصل زيادة ثرواتها لأننا إذا أردنا أن نحافظ على مستوي كلا الطرفين كما هو الآن، يجب إن تنال الدول النامية النصيب الأكبر من الزيادة في الإنتاج العالمي وحتى عام ٢٠٢٥م وذلك بمعنى إن يزيد معدل الإنتاج في البلاد النامية إضعاف إنتاجها الحالي . كيف نفكر في زيادة الإنتاج في البلاد النامية والناس فيها نتيجة الضغط السكاني يضعفون من قوي الإنتاج لديهم . اضطر الفلاحون في البلاد النامية إلى إزالة الأشجار التي تغطي الأراضي الجبلية للحصول على أراض



للزراعة وللرعي ، ودمر السكان في مناطق الإحراج الاستوائية ملايين الهكتارات من الإحراج وهم لا يدرون إن التربة التي تنمو فيها الإحراج لا تحصل للزراعة .

ويحرق الفلاحون بقايا المحاصيل وروث البهائم ، وهم بذلك يتدخلون في الدوائر الطبيعية ، فهم أولا يخفضون من خصوبة التربة ، ويتركون الأرض للتعرية السنوية على الحقول المنحدرة بحوالي ٥٠ - ١٠٠ طن للهكتار ، وتزيد بذلك تعرية الإحراج المتبقية ، والخسارة المستمرة للمخصبات العضوية تحد من الإنتاج ومن قدرة المراعي على تغذية المواشي .

ويؤدي استنزاف الأخشاب إلى انكماش الغطاء النباتي إلى جانب الخسائر الفادحة في الكائنات الحية واضطراب التوازن البيئي . وعلى الرغم من إن انتقال سكان الريف إلى الحضر كان يتم منذ الاف السنين ، فإن معدل الهجرة قد ارتفع كثيرا في الآونة الأخيرة ، وتقوم الإحصائيات : إن حوالي ٤٠% من سكان العالم يسكنون الآن في الم المرتبطة بها ، وفي البلدان المتقدمة يذهب كل سنة مالا يقل عن ٢٣٠٠٠ من الأراضي الزراعية لأغراض التعمير وبناء المدن .

### **النظام البيئي**

هو جزء من البيئة، متكامل العناصر والمكونات (الحية وغير الحية)، والتي تتفاعل مع بعضها بعضاً، حيث يتأثر كلاً منها في الآخر حسب نظام دقيق ومتوازن في ديناميكية متزنة.

## مكونات النظام البيئي

حيث إن النظام البيئي هو جزء من البيئة بمكوناتها وعناصرها، فإنه يمكن تقسيم مكونات النظام البيئي إلى مجموعتين رئيسيتين، هما:

المجموعة الأولى : مجموعة العناصر غير الحية

وتشمل هذه المجموعة العناصر الجامدة، مثل: الماء والهواء بغازاته المختلفة وحرارة الشمس وضونها الذين يصلان إلى غلافنا الجوى وأرضنا. كما تشمل أيضاً على التربة والصخور والمعادن المختلفة. كذلك تشمل المباني والمنشآت وجميع ما استحدثه الإنسان من آلات وماكينات وغيرها. وكما هو واضح فإن هذه المجموعة تضم عناصر مقومات الحياة الأساسية.

المجموعة الثانية: مجموعة العناصر الحية

وهي تشمل جميع الكائنات الحية سواء كانت حيوانية أم نباتية، بالإضافة إلى الإنسان. ويمكن تقسيم هذه المجموعة من حيث إنتاجها للغذاء أو إستهلاكها له إلى ثلاث مجموعات، وهي:

١- مجموعة العناصر الحية المنتجة

وتتمثل في الكائنات الحية النباتية. ويطلق على هذه المجموعة اسم "مجموعة المنتجين"، لأنها تصنع وتنتج غذاءها بنفسها من عناصر المجموعة الأولى. وهي أيضاً توفر الغذاء لمجموعات أخرى غيرها. فالنباتات تصنع غذاءها بنفسها، وهي أيضاً تعدّ غذاءً ضرورياً للكثير من الكائنات الأخرى.

## ٢- مجموعة العناصر الحية المستهلكة

وهي تشمل الكائنات الحية الحيوانية التي تعتمد في غذائها على غيرها، ولذلك تسمى "مجموعة المنتفعين"، أو "مجموعة المستهلكين". وتشتمل هذه المجموعة على الإنسان، والحيوانات العشبية (آكلة العشب)، والحيوانات آكلة اللحوم. فهذه الحيوانات تعتمد على غيرها في توفير الغذاء اللازم لها.

## ٣- مجموعة العناصر الحية المحللة

وتضم هذه المجموعة الكائنات المجهرية الدقيقة، مثل: الفطريات، والبكتيريا. وتقوم هذه المجموعة بعملية تكسير أو تحليل للمواد العضوية سواء كانت نباتية أم حيوانية. وتلعب هذه المجموعة من العناصر دوراً مهماً في التخلص من بقايا الكائنات الحية، وتنقية البيئة وتخليصها من أنواع عديدة من الملوثات.

## المدخلات والمخرجات للنظام البيئي

يعدّ النظام البيئي دورة متصلة من مجموعة من العناصر التي تعرف بالمدخلات والمخرجات. ويطلق على تلك المجموعة من العناصر التي يعيش ويعتمد عليها الإنسان في غذائه وإحتياجاته الضرورية لإستمرار حياته كالنباتات والحيوانات والشمس والرياح والمياه، وغيرها إسم "مدخلات النظام البيئي"، على حين يطلق "مخرجات النظام البيئي" على تلك المجموعة

من العناصر التي تخرج نتيجة نشاطات الإنسان المختلفة، والدورات الطبيعية للعناصر في الطبيعة، مثل : المياه، والحرارة، والنبات، وغيرها.

### مدخلات النظام البيئي

تعد الشمس أهم عناصر النظام البيئي على الإطلاق، فهي تمدنا بالطاقة والضوء اللذين لا بد من استمرار الحياة على سطح الأرض. فضاء الشمس أحد العوامل الضرورية واللازمة لإتمام عملية التمثيل الضوئي في النبات، والتي من خلالها يتم تكوين غذاء النبات اللازم لنموه. والنباتات - كما هو معروف - هي الغذاء الرئيسي للعديد من الحيوانات، التي تعرف بـ "أكلات الأعشاب". وكذلك، تكون النباتات والحيوانات غذاءً مهماً وضرورياً للإنسان.

كذلك تساعد حرارة الشمس على تبخير كميات كبيرة من مياه البحار والمحيطات، مما يساعد على تكوين السحب التي تسقط الأمطار على مناطق متفرقة من سطح الأرض. وتعد الأمطار أحد مصادر مياه الري المهمة، وبخاصة في المناطق الصحراوية، والمناطق التي لا تمر بها الأنهار، أو التي تفتقر إلى المياه الجوفية ومياه العيون والآبار.

ومن مدخلات النظام البيئي أيضاً : الرياح ومياه الأنهار، حيث إنها تنقل بذور النباتات من مكان إلى آخر، وتسهم في إدخال أنواع متعددة من النباتات ونموها وإزدهارها.

ويمكن إعتبار الإنسان كعنصر من المدخلات في النظام البيئي، لأنه ينقل بذور النباتات، ويستنبط أنواعاً جديدة منها. كما نجح الإنسان في استخدام الأسمدة الكيميائية والمخصبات (الصناعية) لتقوية التربة، مما ينعكس على النباتات المزروعة بها.

وهكذا، نجد أنه كلما إزداد نشاط الإنسان وتقدمه التقنى، كان تأثيره على البيئة وعناصرها أكبر، بما يؤدي إلى زيادة مواردها.

### **مخرجات النظام البيئى**

يعدّ الماء أحد عناصر النظام البيئى، وهو يخرج مرة أخرى من النظام البيئى على هيئة بخار ماء من المسطحات المائية بفعل حرارة الشمس والتيارات الهوائية، أو من النباتات فى أثناء عمليات النتح، وتمثل هذه المرحلة إحدى مراحل الدورة المائية على سطح الأرض.

كذلك يخرج النبات من البيئة من خلال تغذية الإنسان والحيوان به. ويتم أيضاً إخراج الحيوانات من البيئة عن طريق صيدها أو موتها وفنائها.

وكما أن الإنسان يعدّ أحد مدخلات النظام البيئى، فهو أيضاً أحد عناصر مخرجات ذلك النظام من خلال موته وفنائه وإندثاره.

وهكذا، نجد أن النظام البيئى هو عبارة عن نظام مفتوح تدخله العناصر فى صور محددة وتخرج منه فى صور أخرى. تدخله نقيه وتخرج منه نقيه إلى حد كبير أو ملوثة بعض الشئ. ومع وجود هذا التلوث البسيط، فإن النظام البيئى يستطيع إستيعاب هذا التلوث المحدود، وعلى ذلك تدخل العناصر مرة أخرى بصورة نقيه.

ولكن، نتيجة التقدم التقنى الهائل فى الزراعة والصناعة ومختلف نواحي الحياة، وما صاحبه من تلوث فاق الحدود، فإن الأنظمة البيئية أصبحت غير قادرة على إستيعاب هذا الكم من التلوث الذى شمل كل عناصر النظام البيئى (المدخلات والمخرجات).

لقد أصبحت المدخلات ملوثة والمخرجات أكثر تلوثاً، مما أدى إلى تراكم جميع أنواع الملوثات، وبالتالي أضعف من الدور الذى تقوم به وتلعبه الدورات الطبيعية فى تدوير الملوثات وتشتيتها.

### **التوازن الطبيعي**

هناك علاقات تربط الكائنات الحية بعضها ببعض، كما أن هناك علاقات تربط بين هذه الكائنات الحية والعوامل الطبيعية التى تحيط بها. ولذا، نستطيع القول بأن أى خلل فى هذه العلاقات سيؤدى بشكل أو بآخر إلى الإخلال بالتوازن الطبيعي.

وهناك أساليب مختلفة للحفاظ على التوازن بين الأفراد والمجموعات فى أى نظام بيئى. وعلى الرغم من وجود تغيرات مستمرة فى مكونات بيئة ما، فإنه توجد عوامل تساعد على حفظ التوازن وبقائه وإستمراره.

ويحدث التوازن نتيجة عوامل طبيعية، مثل : الماء والغذاء والشمس والغازات والمعادن، وهو ما يسمى بالتوازن الطبيعي. كذلك قد يحدث الإرتزان (التوازن) نتيجة عوامل حيوية، مثل : الإقتراس والتطفل.

وقد يحدث الخلل فى التوازن البيئى نتيجة عدم توافر الكمية اللازمة من الطاقة الشمسية، وغاز ثانى أكسيد الكربون، حيث يؤدى ذلك إلى نقص الكمية المنتجة من المواد الكربوهيدراتية، مما يؤثر سلباً على آكلات الأعشاب (آكلات النباتات)، وبالتالي ينعكس ذلك على كائنات المرتبة التى تليها فى السلسلة الغذائية، وهى آكلات اللحوم. وهكذا يحدث الخلل فى التوازن الطبيعي.

وتلعب الكائنات الحية دوراً مهماً فى التوازن الطبيعى.. فإبادة نوع معين من الفرائس (كالحشرات بإستعمال مبيد الـ د.د.ت) يؤدى إلى نقصان عدد الكائنات التى تتغذى على الحشرات كالطيور مثلاً، وذلك يؤدى بدوره إلى نوع من التفكك فى السلسلة الغذائية.

ومن ناحية أخرى، فإن أى إزدياد غير محدود فى تعداد أفراد أية مجموعة سكانية سيؤدى بالضرورة إلى إستنفاد العناصر أو الكائنات التى يعتمد عليها أفراد هذه المجموعة، مما يؤدى إلى حدوث خلل فى التوازن البيئى، الذى يعدّ التلوث البيئى من أهم وأبرز سماته وصفاته.

ومن خصائص الأنظمة المختلفة أن تعيش فيها أنواع معينة من الكائنات الحية. فإذا إختفى منها نوع، إختل الإتران وأصبحت أنواع أخرى من هذه الكائنات مهددة بالإقراض. كما أن إبادة نوع من أنواع الحيوانات بسبب إستخدام مبيد قد ينتج عنه تكاثر نوع من الحشرات بشكل رهيب كانت الحيوانات التى تمت إبادتها تتغذى عليه وتحمى البيئة من شرور كثرة أعداده.

## الباب الثاني

### البيئة

#### بين القانون والتطبيق

يعد سطح الأرض هو البيئة الصالحة المناسبة التي يعيش فيها الإنسان وغيره من الكائنات الحية الحيوانية والنباتية .  
فياطن الأرض وسطحها وغلافها الجوي ، تزخر جميعها بالعناصر والمواد كافة اللازمة للإنسان خلال رحلته الطويلة على سطح الأرض ، وهي ما نطق عليه اسم " الموارد الطبيعية " . ولقد أثرت هذه العناصر - ومازالت تؤثر - في نشاط الإنسان وأسلوب حياته بطرق متباينة .  
ففي إحدى فترات التاريخ القديم ، كان الإنسان "عبداً للبيئة" ، يخضع خضوعاً مباشراً وقويًا لظروفها المناخية التي تحكمت في الإنسان ، وفي ما يقوم به من أنشطة ، فاقصر نشاطه على حرف الجمع والالتقاط والصيد ، دون أن يكون له القدرة على التأثير في تلك البيئة وظروفها المختلفة .  
ولكن .. ومع مرور العصور والأزمان ، نجح الإنسان في التعرف على العوامل والظروف المختلفة التي تحيط به ، ونجح في فهمها ، بل والتحكم فيها والسيطرة عليها . لقد نجح في التغلب على الظروف البيئية المختلفة ، وساعده على ذلك النجاحات المتتالية التي حققها في المجالات المتعددة ، مما أحدث تطورات ضخمة في النواحي التكنولوجية والاجتماعية والاقتصادية .  
وهكذا ... أصبح الإنسان "سيداً للبيئة" بعد أن كان عبداً لها ، وبدأت سيطرته على البيئة تزداد إحكاماً . وأصبح الإنسان - بفضل تقنياته الحديثة



- قادراً على التحكم في عناصر البيئة المختلفة من حوله ، وأصبح قادراً على استغلالها بالكيفية التي تحقق طموحاته ورغباته .

وراح الإنسان ... يستنزف العديد من الموارد الطبيعية للبيئة ، دون أن يراعى نوااميس الطبيعة وقوانينها ، ودون أن يراعى التوازن البيئي بين عناصر البيئة المختلفة. وبكل أسف ، فقد استنزف الإنسان - وما زال في فترات قصيرة جداً - تلك الموارد غير المتجددة ، مثل : البترول والفحم والمعادن ، وهي الموارد التي لا يمكن تعويضها ، لأن عمليات تكوينها استغرقت عصوراً طويلة .

كما نجح الإنسان في اكتشاف وابتكار أصناف من المركبات الكيميائية الجديدة ، والتي لم تكن معروفة من قبل ، تلك المركبات التي استخدمها الإنسان بإسراف ، فكان من نتيجة هذا الاستخدام غير الرشيد لتلويث كل الموارد الطبيعية ، من هواء ومياه وغذاء ، حتى إن التربة الجامدة لم تسلم من هذا التلوث الفتاك .

إن الإنسان في سبيل تحقيق مزيد من الرفاهية لنفسه ، وتحقيق أقصى عائد من استخدام موارد البيئة ، أسرف في استخدام التقنيات الحديثة ، دون أن يراعى البعد السلبي لها على البيئة ومواردها ، مما أدى إلى تلويث الهواء والمياه والغذاء والتربة .

ومن المؤكد ، أنه كلما زادت أعداد السكان في العالم ، ازدادت مخلفاتهم ونفاياتهم ، مما يزيد من معدلات التلوث وصوره وأشكاله .

لقد أصبح التلوث البيئي - في يومنا الحالي - أحد قضايا الساعة ، بل إنه القضية الأهم ، بعد أن صار قضية عالمية ، وليس قضية محلية أو إقليمية .

وبدا الإنسان - حديثا - يستشعر ويدرك مخاطر ما اقترفه في حق بيئته ، وفي حق المخلوقات الأخرى التي تشاركه في ذلك الكون الفسيح .  
ويقدر ما استطاع الإنسان من أن يحدد المشكلة وأبعادها الخطيرة ، إلا أنه مازال عاجزاً عن مواجهتها أو الحد من خطورتها والتغلب عليها .  
ولقد تعالت بعض الأصوات تطالب بإنشاء ما يسمى " شرطة البيئة " ، في حين يطالب بعض آخر بتطبيق القوانين الصارمة .  
وفي الحقيقة ، فإن - شخصيا - لي رؤية أخرى ، لا تختلف مع هؤلاء أو أولئك في الهدف ، ولكنها تختلف حتما في الأساليب المقترحة للوصول إلى الهدف الأسمى .  
نعم للقانون الصارم ... ونعم للشرطة الحارسة ، ولكن قبلهما هناك المعرفة والتوعية .  
إنني أرى أن الأسلوب الأمثل لمواجهة تلك السلوكيات والممارسات الخاطئة التي تصدر عن بعض البشر مسببة تلوث البيئة ، إنما يكون من خلال بعث المعرفة ونشر التوعية .  
ونعم للقانون ... عندما يصبح القانون ضرورة حتمية لمواجهة سلوك وسلوكيات تلك الفئة التي لاتدرك خطورة ما تقترفه من اعمال في حق بيئتها ومجتمعها .  
نعم للقانون .. حتي ينظم كيفية التعامل مع البيئة ومواردها ... نعم للقانون .. ليحدد المواد الخطرة والملوثة واتي تسبب الأضرار الخطيرة والمميتة للإنسان والكائنات الحية كافة . نعم للقانون .. ليفرض العقوبات الرادعة والكفيلة بأن تحد من تلك المواد الملوثة والخطرة والتي تهدد صحة الإنسان .

أهلاً بالقانون .. ليكون هو الحارس الحقيقي للبيئة طالما أن الإنسان قد تخلى عن دوره في الحفاظ على البيئة وصيانتها .. وهي بلا شك جزء من الأمانة التي تحملها الإنسان ... بعد أن أبت الأرض والسموات والجبال إن يحملنها وأشفقن منها وحملها الإنسان . كما جاء في قوله تعالى : " اتنا عرضنا الأمانة على السموات والأرض والجبال فأبين أن يحملنها واشفقن منها وحملها الإنسان إنه كان ظلوماً جهولاً " . سورة الأحزاب : الآية ٧٢ .

### البيئة والمحافظة عليها ... عبر التاريخ

- \* قد يكون أول قانون خاص بالبيئة " قانون فرعوني" ، هذا القانون يقدس نهر النيل ، فهو بالنسبة لقدماء المصريين " النهر المقدس" ، يحرم إلقاء القاذورات فيه ، كما يحرم التبول والتبرز في مياهه .
- \* كانت المدن الأخرقية والرومانية تفرض أوامر صارمة بمنع إصدار الأصوات المزعجة ليلاً ، بل وصل الأمر إلى الحد الذي جعلهم يفرشون الشوارع - حيث يسكن الفلاسفة والعلماء - بمواد تمتص أصوات العجلات وحوافر الخيل ، وذلك لأهم يعدون الضوضاء من الأشياء التي تحد من قدرة الفلاسفة على التفكير ، والعلماء على الاختراع والابتكار .
- \* اصدر محمد علي باشا قانوناً يمنع الباعة الجائلين من النداء للإعلان عن بضاعتهم في وقت القيلولة ، وذلك لعدم إزعاج الناس في الوقت الذي يخلدون فيه إلى الراحة والنوم .
- \* كان من مهام "المحتسب" مراقبة الأسواق والتأكد من سلامة الأغذية التي تباع بها ، والتأكد من طرق إعدادها ونظافتها . فقد ذكر عبد الرحمن بن نصر الشيزري في كتابه " نهاية الرتبة في طلب الحسبة " ما يلي :

"يكتب المحتسب في دفتره أسماء الخبازين ومواضع حوانيتهم ، فإن الحاجة تدعو إلى معرفتهم ، ويأمرهم بنظافة أوعية الماء وتغطيتها ، وغسل المعاجن ونظافتها ، وما يغطي به الخبز ، وما يحمل عليه . ولا يعجن العجان بقدميه ولا بركبتيه ولا بمرفقيه لأن في ذلك مهانة للطعام ، وربما قطر في العجن شيء من عرق إبطيه ويديه ، فلا يعجن إلا وعليه ثوب من غير كم ، ويكون مثلثاً أيضاً لأنه ربما عطس أو تكلم فقطر شيء من بصاقه أو مخاطه في العجن . ويشد علي جبينه عصابة بيضاء لنلا يعرق فيقطر منه شيء في العجن ، ويحلق شعر ذراعيه لنلا يسقط منه شيء في العجن . وإذا عجن في النهار فليكن عنده إنسان في يده مذبة يطرد عنه الذباب " .

هكذا كانت عناية المسلمين القدامى بنظافة الغذاء وحرصهم على سلامته !

#### **بعض القوانين البيئية المهمة**

هناك عديد من القوانين التي صدرت متفرقة لمعالجة بعض المشكلات، ولكنها لم تحظى بالتنفيذ نظرا لعدم وجود عقوبات رادعة ، أو ربما لأنه لم تكن هناك متابعة لتنفيذها . ومن هذه القوانين :

القانون رقم (٤٥) لسنة ١٩٤٩ : بشأن تنظيم استعمال مكبرات الصوت .

القانون رقم (٤٥٣) سنة ١٩٥٤ : بشأن المحال التجارية والصناعية .

القانون رقم (٦٦) لسنة ١٩٥٦ : بشأن تنظيم الإعلانات .

القانون رقم (٧٩) لسنة ١٩٦١ : بشأن الكوارث البحرية والحطام  
البحري .

القانون رقم (٩٣) لسنة ١٩٦٢ : بشأن صرف المخلفات السائلة .

القانون رقم (٣٨) لسنة ١٩٦٧ : بشأن النظافة .

القانون رقم (٥٧) لسنة ١٩٧٨ : بشأن البرك والمستنقعات ومنع  
أعمال الحفر .

القانون رقم (٥٢) لسنة ١٩٨١ : بشأن الوقاية من اضرار التدخين .

القانون رقم (٤٨) لسنة ١٩٨٢ : بشأن حماية نهر النيل والمجاري  
المائية من التلوث .

القانون رقم (١٠٢) لسنة ١٩٨٣ : بشأن المحميات الطبيعية .

القانون رقم (١٤٦) لسنة ١٩٨٤ : بشأن الطرق العامة .

القانون رقم (٧٢) لسنة ١٩٦٨ : بشأن منع تلوث مياه البحر بالزيت .

#### بعض الاتفاقات الدولية الهامة

ومما تجدر الإشارة إليه ، أنه مع بداية النصف الثاني من القرن  
العشرين الميلادي ، كانت هناك اهتمامات دولية عالمية بمشكلات البيئة  
والتلوث ، تبلورت في صورة اتفاقيات دولية يعنى العديد منها بحماية  
الشواطئ ومياه البحار والمحيطات من التلوث .

وقد وافقت مصر على العديد من تلك الاتفاقيات الدولية التي تهتم  
بحماية البيئة البحرية . ومن أهم تلك الاتفاقات :

- (١) اتفاقية لندن عام ١٩٥٤ (المعدلة في ١١ إبريل عام ١٩٦٢) .
- بشأن منع تلوث البحار بالنفط .
  - عمل بها اعتبارا من ٢٢ يولية عام ١٩٦٣ م.
  - انضمت مصر إلى هذه الاتفاقية بموجب القرار الجمهوري رقم ٤٢١ لسنة ١٩٦٣ ، وقد نشر في الجريدة الرسمية العدد ٥٥ في ١٠ من مارس ١٩٦٣ م.
- (٢) البروتوكول المتعلق بالتدخل في أعالي البحار (الموقع في لندن ١٩٧٣/١١٤/٢)
- بروتوكول خاص بحالات التلوث البحري الناجم عن مواد غير الزيت .
  - تم توقيع هذا البرتوكول في لندن في ١١/٢/١٩٧٣ م.
  - عمل بهذا البرتوكول في مصر اعتبارا من ٤/٥/١٩٨٩ م.
- (٣) اتفاقية منع التلوث البحري من السفن لعام ١٩٧٣ م.
- تم توقيع هذه الاتفاقية في عام ١٩٧٣ م .
  - انضمت إليها مصر بموجب القرار الجمهوري رقم ٤٣٦ لسنة ١٩٨٤ م.
- (٤) اتفاقية حماية البحر الأبيض المتوسط من التلوث
- تم العمل بهذه الاتفاقية اعتبارا من ٢٣ سبتمبر ١٩٧٩ م .
  - تم انضمام مصر إليها بموجب القرار الجمهوري رقم ٣١٩ لسنة ١٩٧٨ م.
- (٥) بروتوكول لندن عام ١٩٧٨

- هذا البروتوكول خاص بالمعاهدة الدولية لمنع التلوث من السفن سنة ١٩٧٣ م .
- تم توقيع هذا البروتوكول في "لندن" في ١٧ فبراير عام ١٩٧٨ م .
- تم العمل بهذا البروتوكول في مصر اعتبارا من ١٧ أغسطس ١٩٨٦ م ، حيث انضمت مصر إلى هذا البروتوكول بموجب القرار الجمهوري رقم ١٥٢ لسنة ١٩٨٦ ، والذي نشر في الجريدة الرسمية في العدد ٤٢ في ١٦/١٠/١٩٨٦ م .

(٦) بروتوكول أثينا عام ١٩٨٠

- بشأن حماية البحر الأبيض المتوسط من التلوث من مصادر برية .
- تم توقيع هذا البروتوكول في "أثينا" في ١٧/٥/١٩٨٠ م .
- عمل بهذا البروتوكول في مصر اعتبارا من ١٨/٦/١٩٨٣ ، حيث انضمت مصر إلى هذا البروتوكول بموجب القرار الجمهوري رقم ٤٥ لسنة ١٩٨٢ ، والذي نشر في الجريدة الرسمية في العدد ٥ في ٢/٢/١٩٨٢ م .

(٧) اتفاقية قانون البحار لعام ١٩٨٢

- تم توقيع هذه الاتفاقية في عام ١٩٨٢ م .
- انضمت مصر إلى هذه الاتفاقية بموجب القرار الجمهوري رقم ١٤٥ لسنة ١٩٨٣ ، والذي نشر في الجريدة الرسمية في العدد ٥ في ٢/٢/١٩٨٢ م .

(٨) الاتفاقية الإقليمية للمحافظة على بيئة البحر الأحمر

- تهتم هذه الاتفاقية بالمحافظة على بيئة البحر الأحمر وخليج عدن .
- تم التوقيع على هذه الاتفاقية والبروتوكول المرفق بها في مدينة جدة بالمملكة العربية السعودية في ١٤/٢/١٩٨٢م.
- عمل بها في مصر اعتباراً من ١٣/٩/١٩٩٠م ، حيث أنضمت إليها مصر بموجب القرار الجمهوري رقم ١٩٨ لسنة ١٩٩٠ ، والذي نشر في الجريدة الرسمية في العدد رقم (٥٠) في ١٣/٩/١٩٩٠م.

**دلائل اهتمام مصر بحماية البيئة**

- مما لا شك فيه إن جمهورية مصر العربية ، وهي إحدى الدول المحورية والفاعلة ، في المنطقة العربية ، تؤمن إيماناً عميقاً بدورها الريادي والقيادي في مختلف المجالات . ومن ضمن هذه المجالات وأهمها مجال الاهتمام بالبيئة والحفاظ عليها وصيانتها .
- ومن الدلائل والقرائن التي تشير إلى اهتمام مصر بحماية البيئة :
- ١ - العديد من القوانين التي صدرت بشأن الحفاظ على البيئة ومواردها وصيانتها ، مثل : القانون رقم ٩٣ لسنة ١٩٦٢ ، والقانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ ، وغيرها من القوانين التي سبق الإشارة إليها .
  - ٢ - إصدار السيد رئيس الجمهورية قراره رقم (٦٣١) لسنة ١٩٨٢م بإنشاء جهاز شئون البيئة برئاسة مجلس الوزراء .



٣ - إصدار القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ ولائحته التنفيذية الصادرة بقرار رئيس مجلس الوزراء رقم ٣٣٨ لسنة ١٩٩٥ . والذي يعد أول قانون كامل متكامل يعني بالبيئة ومشكلاتها والإجراءات الكفيلة بالمحافظة على البيئة ومواردها وصيانتها وحمايتها .

٤ - قرار رئيس مجلس الوزراء رقم ٢٨٨٣ لسنة ١٩٩٧ م ، وذلك بتشكيل لجنة لبحث مشكلات حماية البيئة . وقد أنشأت هذه اللجنة برئاسة وزير التنمية الريفية وعضوية وزراء السياحة والإسكان والمرافق والمجمعات العمرانية والإنتاج الحربي والصناعة والثروة المعدنية والصحة والسكان والتعليم العالي وشنون البحث العلمي وشنون البيئة .

٥ - المسارعة إلى المشاركة في جميع الاتفاقات والبروتوكولات التي تعنى بالبيئة والمحافظة عليها وحمايتها وصيانتها محليا ودوليا .

#### **حماية البيئة الهوائية من التلوث**

يمثل الهواء - في الكون - دعامة مهمة من دعائم الحياة ، بل بدونه تستحيل الحياة على الإطلاق . فلو لم يخلق الله - سبحانه وتعالى - الهواء ، ما كانت هناك رياح ولا أمطار ولا ضباب . وأكثر من ذلك ، أن السماء تبدو سوداء في أثناء النهار لأن زرققتها ناتجة عن انكسار أشعة الشمس عند اختراقها طبقة الهواء المحيطة بالكرة الأرضية . ولولا وجود الهواء ما أمكن سماع الأصوات ، لأن الهواء يعد الوسط الذي يتم من خلاله انتقال الموجات الصوتية من مصادر الصوت إلى عضو السمع وهو الأذن .

والهواء يلطف من درجات الحرارة في النهار إلى الدرجة التي تتحملها طبيعة الإنسان وأجهزته المختلفة . فالهواء يعمل كعازل يقي الأرض من أشعة الشمس الحارقة ، وهو موزع جيد للحرارة أيضاً حيث إنه يقوم بتوزيع الحرارة على سطح الأرض .  
كذلك ، فإن الهواء يعدّ كمظلة تقي سطح الأرض من تساقط الشهب والنيازك ، إذ إن احتكاكها بالهواء يقلل من سرعتها إلى درجة كبيرة بحيث تصل إلى الأرض بسرعة بطيئة لا تكاد تؤثر إلا في منطقة سقوطها .  
وعلى الرغم من أن الهواء أوفر العناصر المكونة للبيئة وأرخصها إلا أنه أئمنها وأغلاها .  
وتكمن أهمية وخطورة الهواء على حياة الإنسان في أنه يصعب التحكم في اختيار النوعية التي تستنشق منه ، وذلك على عكس الماء والغذاء اللذين يسهل التحكم في اختيار نوعيتهما .  
ولذلك كانت القوانين مهمة جداً للحفاظ على الهواء وحمايته من التلوث . فالقوانين تحدد النسب الآمنة لمكونات الهواء ، كما أنها تنظم وتحدد نسب الانبعاثات المختلفة الصادرة عن نشاطات الإنسان وتقنياته، كما سنري في مواد القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م.

## القانون رقم (٤) لسنة (١٩٩٤)

### المادة (٣٥) :

تلتزم المنشآت الخاضعة لأحكام هذا القانون في ممارستها لأنشطتها بعدم انبعاث أو تسرب ملوثات للهواء بما يجاوز الحدود القصوى المسموح بها في القوانين والقرارات السارية وما تحدده اللاحة التنفيذية لهذا القانون .

### جريمة (مخالفة) المادة (٣٥) :

عدم التزام المنشآت الخاضعة لأحكام القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م عند ممارستها لأنشطتها بمنع انبعاث أو تسرب المواد التي تسبب تلوث الهواء بما يجاوز الحدود القصوى المسموح بها في القوانين والقرارات ، وبما ورد بالملحقين (٥ ، ٦) من اللاحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م .

### العقوبة : المادة (٨٧)

تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألف جنيه ولا تزيد على عشرين ألف جنيه. وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة .

### المادة (٣٦) :

"لايجوز استخدام آلات أو محركات أو ماكينات ينتج عنها عادم يجاوز الحدود التي تقرها اللاحة التنفيذية لهذا القانون " .

**جريمة (مخالفة) المادة (٣٦) :**

استخدام آلات أو محركات أو مركبات ينتج عن تشغيلها أو إدارتها خروج أو اتبعات عادم يجاوز الحدود المسموح بها والتي تحددها وتوضحها المادة (٣٧) باللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ م ، حيث قُسمت أنواع المركبات إلى نوعين ، وهما :

**١ - المركبات الموجودة في الخدمة حالياً : تكون الإبعثات الصادرة عنها**

**طبقاً للنسب التالية :**

\* غاز أول أكسيد الكربون (CO) : تكون نسبته ٧% بالحجم عند السرعة الخاملة .

\* هيدروكربونات غير محترقة : تكون نسبتها ١٠٠٠ جزء في المليون عند السرعة الخاملة .

\* الدخان : تكون نسبته ٦٥% درجة عتامة أو ما يعادلها عند أقصى تعجيل.

**٢ - المركبات الحديثة (التي يجري ترخيصها اعتباراً من عام ١٩٩٥م)**

\* غاز أول أكسيد الكربون (CO) : تكون نسبته ٤,٥% بالحجم عند السرعة الخاملة\* .

\* هيدروكربونات غير محترقة : تكون نسبتها ٩٠٠ جزء في المليون عند السرعة الخاملة .

\* الدخان : تكون نسبته ٥٠% درجة عتامة أو ما يعادلها عند أقصى تعجيل.

\* السرعة الخاملة هي : (٦٠٠ - ٩٠٠ لفة / دقيقة)

**العقوبة : المادة (٨٦)**

"يعاقب بالغرامة لا تقل عن مائتي جنيه ولا تزيد على ثلاثمائة جنيه كل من خالف حكم المادة (٣٦) من هذا القانون . وللمحكمة أن تقضي بوقف الترخيص لمدة لا تقل عن أسبوع ولا تزيد على ستة أشهر . وفي حالة العود يجوز لها الحكم بإلغاء الترخيص" .

**المادة (٣٧)**

"يحظر إلقاء أو معالجة أو حرق القمامة والمخلفات الصلبة إلا في الأماكن المخصصة لذلك بعيدا عن المناطق السكنية والصناعية والزراعية والمجاري المائية . وتحدد اللاحة التنفيذية لهذا القانون ، المواصفات والضوابط والحد الأدنى لبعد الأماكن المخصصة لهذه الأغراض عن تلك المناطق . وتلتزم الوحدات المحلية بالاتفاق مع جهاز شئون البيئة بتخصيص أماكن إلقاء أو معالجة أو حرق القمامة والمخلفات الصلبة طبقا لأحكام هذه المادة" .

**جريمة (مخالفة) المادة (٣٧) :**

إلقاء القمامة والمخلفات الصلبة أو حرقها أو معالجتها في غير الأماكن المخصصة لذلك بعيدا عن الأماكن السكنية والزراعية والصناعية ، وطبقا للمواصفات والضوابط الموضحة بالمادة (٣٨) من اللاحة التنفيذية للقانون (٤) لسنة ١٩٩٤ ، وهي :

- ١ - أن تكون تحت الرياح السائدة للتجمعات السكنية .
- ٢ - أن تبعد (١٥٠٠) متر عن أقرب منطقة سكنية .

٣ - أن تكون سعة المحرق أو المحارق المخصصة تكفي لحرق القمامة المنقولة إليها خلال (٢٤) ساعة .  
٤ - إن يكون موقع المحرقة في مكان تتوافر به مساحة كافية لاستقبال القمامة المتوقعة طبقا لطبيعة النشاطات بالمنطقة الحضرية وتعداد سكانها .

العقوبة : المادة (٨٧) :

"تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألف جنيه ولا تزيد على عشرين ألف جنيه. وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

المادة (٣٨)

"يحظر رش أو استخدام مبيدات الآفات أو أي مركبات كيميائية أخرى لأغراض الزراعة أو الصحة العامة أو غير ذلك من الأغراض إلا بعد مراعاة الشروط والضوابط والضمانات التي تحددها اللاحة التنفيذية لهذا القانون ، بما يكفل عدم تعرض الإنسان أو الحيوان أو النبات أو مجاري المياه أو سائر مكونات البيئة بصورة مباشرة أو غير مباشرة في الحال أو المستقبل للآثار الضارة لهذه المبيدات أو المركبات الكيميائية " .

جريمة (مخالفة) المادة (٣٨) :

رش أو استخدام مبيدات الآفات أو مركبات كيميائية أخرى لأغراض الزراعة أو الصحة العامة بما يعرض الإنسان أو الحيوان أو النبات أو مجاري المياه أو سائر مكونات البيئة بصورة مباشرة أو غير مباشرة في

الحال أو المستقبل للآثار الضارة الناجمة عن هذه المبيدات والمركبات الكيماوية .

وقد حددت المادة رقم (٤٠) باللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م ، الشروط والضوابط والضمانات التي تضعها وزارة الزراعة ووزارة الصحة وجهات شئون البيئة ، وهي :

- ١ - يلزم عند رش المبيدات والآفات الزراعية إخطار الوحدات الصحية والبيطرية بأنواع مواد الرش ومضادات التسمم .
- ٢ - توفير وسائل الإسعاف اللازمة .
- ٣ - توفير ملابس ومهمات واقية لعمال الرش
- ٤ - تحذير الأهالي من التواجد بمناطق الرش
- ٥ - أن يقوم بالرش عمال مدربون
- ٦ - لا يتم الرش بالطائرات إلا في حالات الضرورة

العقوبة : المادة (٨٧)

تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألف جنيه ولا تزيد على عشرين ألف جنيه. وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة .

المادة (٣٩) :

تلتزم جميع الجهات والإفراد عند القيام بأعمال التنقيب أو الحفر أو البناء أو الهدم أو نقل ما ينتج عنها من مخلفات أو أتربة باتخاذ الاحتياطات اللازمة للتخزين أو النقل الآمن لها لمنع تطايرها وذلك على النحو الذي تبينه اللاحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٥م .

جريمة (مخالفة) المادة (٣٩) :

عدم الالتزام باتخاذ الاحتياطات اللازمة للتخزين أو النقل الآمن للمخلفات أو الأتربة الناتجة عن القيام بإعمال التنقيب أو الحفر ، طبقا لما حددته المادة (٤٠) من اللائحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ م ، وهي :

١ - إن يتم التشوين بالموقع بالأسلوب الآمن بعيدا عن إعاقة حركة المرور والمشاة وبراغي تغطية القابل للتطاير منها حتى لا يسبب تلوث الهواء .

٢ - نقل المخلفات والأتربة الناتجة عن أعمال الحفر والهدم والبناء في حاويات أو أوعية خاصة باستخدام سيارات نقل معدة ومرخصة لهذا الغرض .

٣ - إن تخصص الأماكن التي تنقل لها هذه المخلفات بحيث تبعد مسافة لا تقل عن ١٥ كم من المناطق السكنية .

٤ - إن تقوم المحليات بتحديد الأماكن التي تنقل لها المخلفات ، ولا يصرح بنقل أو التخلص من تلك المخلفات إلا بالأماكن المخصصة لذلك والمرخص بها من قبل المحليات المعنية .

العقوبة : المادة (٨٦) :

"يعاقب بالغرامة التي لا تقل عن ٥٠٠ جنيه ولا تزيد على ألف جنيه. كل ما يخالف حكم المادة (٣٩) من هذا القانون . وللمحكمة إن تقضي بوقف الترخيص لمدة لا تقل عن أسبوع ولا تزيد على ستة اشهر . وفي حالة العود يجوز لها الحكم بالغاء الترخيص " .



**المادة (٤٠):**

يجب عند حرق أي نوع من أنواع الوقود أو غيرها سواء كان في أغراض الصناعة أو توليد الطاقة أو الإنشاءات أو أي غرض تجاري آخر ، إن يكون الدخان والغازات والأبخرة الضارة الناتجة في الحدود المسموح بها ، وعلى المسنول عن هذا النشاط اتخاذ جميع الاحتياطات لتقليل كمية الملوثات في نواتج الاحتراق المشار إليها . وتبين اللاحة التنفيذية لهذا القانون تلك الاحتياطات والحدود المسموح بها ومواصفات المداخن وغيرها من وسائل التحكم في الدخان والغازات والأبخرة المنبعثة من عملية الاحتراق .

**جريمة (مخالفة) المادة (٤٠) :**

عدم الالتزام بالحدود المسموح بها عند حرق الوقود لأي غرض من الأغراض أو عدم التزام المسنول عن هذا النشاط باتخاذ جميع الاحتياطات الواردة بالمادة (٤٢) من اللاحة التنفيذية للقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ م ، والتي تنص على :

أ - الاحتياطات اللازم اتخاذها لتقليل كمية الملوثات في نواتج الأحتراق :

١ - يحظر الحرق المكشوف الذي لا يتوافر فيه التصميمات السليمة لضمان الأحتراق الكامل وتصريف العوادم من خلال مداخن طبقا للمواصفات الهندسية المناسبة.

٢ - إن يتم تصميم الموقد وبيت النار بحيث يحدث مزج كامل لكمية الهواء الكافية للحرق الكامل ضمانا للإقلال من انبعاث نواتج الحرق غير الكامل ، وبحيث لا يزيد ما ينبعث من الملوثات عن الحدود القصوى

- المسموح بها للتبعث ، وفقاً كما هو مبين بالملحق رقم (٦) باللائحة التنفيذية للقانون .
- ٣ - يحظر استخدام الفحم الحجري بالمناطق الحضرية وبالقرب من المناطق السكنية .
- ٤ - يحظر استخدام المازوت والمنتجات البترولية الثقيلة الأخرى والبترول الخام بالمناطق السكنية .
- ٥ - إلا تزيد نسبة الكبريت بالوقود المستعمل بالمناطق الحضرية وبالقرب من المناطق السكنية عن ١,٥% .
- ٦ - إن يتم تبعث الغازات المحتوية على ثاني أكسيد الكبريت عن طريق مداخن مرتفعة بالقدر الكافي بحيث يتم تخفيفها قبل وصولها إلى سطح الأرض .

ب - ارتفاع المداخن :

- ١ - المداخن التي يصدر عنها تبعث إجمالي للعدم ما بين ٧٠٠٠-١٥٠٠٠ كجم بالساعة ، يجب إن يتراوح ارتفاعها ما بين (١٨-٣٦) متراً .
- ٢ - المداخن التي يصدر عنها تبعث إجمالي أكثر من ١٥٠٠٠ كجم/ساعة ، يجب إن يكون ارتفاع المدخنة أكثر من مرتين ونصف على الأقل من ارتفاع المباني المحيطة ، بما فيها المبني الذي تخدمه لمدخنة .
- ٣ - المداخن التي تخدم الأماكن العامة كالمكاتب والمطاعم والفنادق والإغراض التجارية الأخرى وغيرها ، يجب إن يقل ارتفاعها عن ٣ متر عن حافة المبني (أعلى المبني) مع العمل على ارتفاع سرعة تسريب الغاز من المدخنة .

ج - الحدود القصوى للانبعاث من مصادر حرق الوقود

الملوثات	الحد الأقصى المسموح به
الدخان	١- (باستعمال كارت رنجلمان*)
الرماد المتطاير	١- رنجلمان (مصادر متواجدة بالمناطق الحضرية أو بالقرب من المساكن) ٢- رنجلمان (مصادر بعيدة عن العمران) ٢- رنجلمان (حرق النفايات)
ثاني أكسيد الكبريت	قائم : ٤٠٠٠ مجم/م <sup>٣</sup> جديد : ٢٥٠٠ مجم/م <sup>٣</sup> حرق نفايات : ٢٠ مجم/م <sup>٣</sup>
أدهيدات	حرق نفايات : ٢٠ مجم/م <sup>٣</sup>
أول أكسيد الكربون	قائم : ٤٠٠٠ مجم/م <sup>٣</sup> جديد : ٢٥٠٠ مجم/م <sup>٣</sup>

العقوبة : المادة (٨٧) :

تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألف جنيه ولا تزيد على عشرين ألف جنيه. وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة .

المادة (٤١) :

" يتعين على الجهات القائمة بأعمال البحث والاستكشاف والحفر واستخراج وإنتاج الزيت الخام وتكريره وتصنيعه أن تلتزم بالضوابط

\* رنجلمان = ٢٥٠ مجم/م<sup>٣</sup>

والإجراءات المنصوص عليها في هذا القانون ولاحتة التنفيذية والتي يجب إن تستمد من أسس ومبادئ صناعة البترول العالمية التي توفرها الجهة الإدارية المختصة .

#### جريمة (مخالفة) المادة (٤١) :

عدم الالتزام بالضوابط والإجراءات المنصوص عليها في القانون واللاحقة عند القيام بأعمال البحث أو الاستكشاف أو الحفر أو استخراج أو إنتاج الزيت الخام وتكريره وتصنيعه والتي يجب إن تستمد من الأسس العالمية لصناعة البترول والتي نصت عليها المادة رقم (٤٣) من اللائحة التنفيذية ، وهي إن تلتزم الجهات القائمة بالأعمال المنصوص عليها بالضوابط والإجراءات اللازمة لحماية البيئة والمستمدة من مبادئ صناعة البترول والتي توافق عليها الهيئة العامة للبترول .

كما يجب أن يلتزم القائم بالإعمال في النشاط البترولي بإتباع الإجراءات التي تتبعها الهيئة العامة للبترول التي تتعلق بتنفيذ وتحديد ونقل وحرق البتر وكيمائيات والغاز علي الأخص بالآتي :

- ١ - مراعاة تحديد المسافة الآمنة عند استخدام المتفجرات .
  - ٢ - تزويد الآبار بالمواد والمعدات والصمامات الضرورية لمنع الانفجارات ومنع تسرب الزيت .
  - ٣ - تركيب الأجهزة الخاصة .
- ولايجوز بأي حال من الأحوال أن تفيض الفضلات علي سطح الأرض أو علي الطرق العامة أو علي المجاري المائية والبحار وشواطئها .

**العقوبة : المادة (٨٧) :**

تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن مائتي جنيه ولا تزيد على عشرين ألف جنيه . كل من خالف حكم المادة (٤١) . وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة .

**المادة (٤٢):**

" تلتزم جميع الجهات والأفراد عند مباشرة الأنشطة الانتاجية أو الخدمية أو غيرها وخاصة عند تشغيل الآلات والمعدات واستخدام آلات التنبيه ومكبرات الصوت بعدم تجاوز الحد المسموح بها لشدة الصوت . وعلى الجهات مانحة الترخيص مراعاة أن يكون مجموع الأصوات المنبعثة من المصادر الثابتة في منطقة واحدة في نطاق الحدود المسموح بها ، والتأكد من التزام المنشأة باختيار الآلات والمعدات المناسبة لضمان ذلك . وتبين اللاحة التنفيذية لهذا القانون الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدة الفترة الزمنية للتعرض له " . .

**جريمة (مخالفة) المادة (٤٢) :**

عدم إلتزام الجهات والأفراد عند مباشرتها للأنشطة الانتاجية أو الخدمية أو غيرها خاصة عند تشغيل الآلات والمعدات واستخدام آلات التنبيه ومكبرات الصوت بالحدود المسموح بها لشدة الصوت" .  
كما إن علي الجهات المانحة للترخيص مراعاة أن يكون مجموعة الأصوات المنبعثة من المصادر الثابتة في منطقة واحدة في نطاق الحدود المسموح بها والتي وردت في نص المادة رقم (٤٤) من اللاحة التنفيذية للقانون حسب الجدول رقم (١) من الملحق رقم (٧) بالنسبة للحدود

المسموح بها لشدة الصوت بالنسبة لتشغيل الآلات ، أما بالنسبة لمجموع الأصوات فقد أحييت إلى الجدول رقم (٢) بالملحق رقم (٧) .

**العقوبة : المادة (٨٧) :**

"يعاقب بغرامة لا تقل عن مائة جنية ولا تزيد على خمسمائة جنية مع مصادرة الأجهزة والمعدات المستخدمة كل من خالف أحكام المادة (٤٢) من هذا القانون وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس أو الغرامة " .

**المادة (٤٣) :**

"يلتزم صاحب المنشأة باتخاذ الاحتياطات والتدابير اللازمة لعدم تسرب أو انبعاث ملوثات الهواء داخل مكان العمل إلا في الحدود المسموح بها ، والتي تحددها اللاحة التنفيذية لهذا القانون سواء كانت ناتجة عن طبيعة ممارسة المنشأة لنشاطها أو عن خلل في الأجهزة ، وأن يوفر سبل الحماية اللازمة للعاملين تنفيذاً لشروط السلامة والصحة بما في ذلك اختيار الآلات والمعدات والمواد وأنواع الوقود المناسبة ، على أن يؤخذ في الاعتبار مدة التعرض لهذه الملوثات وعليه أن يكفل ضمان التهوية الكافية وتركيب المداخن وغيرها من وسائل تنقية الهواء" .

**جريمة (مخالفة) المادة (٤٣) :**

عدم الالتزام باتخاذ الاحتياطات والتدابير اللازمة لعدم تسرب أو انبعاث ملوثات الهواء داخل مكان العمل سواء كانت ناتجة عن طبيعة ممارسة المنشأة لنشاطها أو عن خلل في الأجهزة

**العقوبة : المادة (٨٧)**

"تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألف جنيه ولا تزيد على عشرين ألف جنيه. لكل من خالف حكم المادة (٤٣) من هذا القانون . وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

**المادة (٤٤)**

"يلتزم صاحب المنشأة باتخاذ الاجراءات اللازمة للمحافظة على درجتي الحرارة والرطوبة داخل مكان العمل بما لا يجاوز الحد الأقصى والحد الأدنى المسموح بهما ، وفي حالة ضرورة العمل في درجتي حرارة أو رطوبة خارج هذه الحدود ، يتعين عليه إن يكفل وسائل الوقاية المناسبة للعاملين من ملابس خاصة وغير ذلك من وسائل الحماية . وتبين اللاحة التنفيذية لهذا القانون الحد الأقصى والحد الأدنى لكل من درجتي الحرارة والرطوبة ، ومدة التعرض لهما ، ووسائل الوقاية منهما " .

**جريمة (مخالفة) المادة (٤٤) :**

عدم التزام صاحب المنشأة باتخاذ الإجراءات اللازمة للمحافظة على درجتي الحرارة والرطوبة داخل مكان العمل وبما يجاوز الحد الأقصى والحد الأدنى المسموح به والذي حدده المادة رقم (٤٦) من اللاحة التنفيذية في الملحق رقم (٩) ، والذي حدد الحد الأقصى والحد الأدنى لكل من درجتي الحرارة والرطوبة ومدى التعرض لهما ومدى وسائل الوقاية منهم .

العقوبة : المادة (٨٧) :

" تكون العقوبة الغرامة التي لا تقل عن ألف جنيه ولا تزيد على عشرين ألف جنيه. لكل من خالف حكم المادة (٤٤) من هذا القانون . وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

المادة (٤٧) :

" لا يجوز إن يزيد مستوى النشاط الإشعاعي أو تركيزات المواد المشعة بالهواء عن الحدود المسموح بها والتي تحددها الجهات المختصة طبقا للاحة التنفيذية لهذا القانون " .

جريمة (مخالفة) المادة (٤٧) :

زيادة النشاط الإشعاعي أو تركيزات المواد المشعة بالهواء عن الحدود المسموح بها والتي حددتها المادة رقم (٤٩) باللائحة التنفيذية ، والتي جعلت وزير الكهرباء والطاقة هو صاحب الاختصاص في تحديد المستوي الإشعاعي أو تركيزات المواد المشعة بالهواء التي لا يجوز تجاوزها بعد الرجوع إلى وزارة الصحة وجهاز شئون البيئة .

العقوبة : المادة (٨٨) :

" يعاقب بالسجن مدة لا تقل عن خمس سنوات وغرامة لا تقل عن عشرين ألف جنيه . ولا تزيد على أربعين ألف جنيه كل من خالف حكم المادة (٤٧) من هذا القانون " .



## حماية البيئة المائية من التلوث

الماء لا يقل أهمية عن الهواء بالنسبة للإنسان ولمعظم الكائنات الحية وليس هناك أبلغ وصفا لأهمية الماء من قوله تعالى : "وجعلنا من الماء كل شئ حي" الآية ٣٠ سورة الأنبياء .

والماء هو المكون الأساسي لمعظم الكائنات الحية ، إذ أن ثلثي وزن جسم الإنسان عبارة عن ماء . ويشكل الماء ٩٠% من دم الإنسان . كما أن (٨٠ - ٩٥%) من وزن كثير من الخضروات هو الماء .

ونعتمد في حياتنا على المياه في مجالات شتى وأغراض متعددة ، فالمياه يشربها الإنسان والحيوان ويرتوي منها النبات ، كما أنها تعتبر مصدرا من مصادر الغذاء . والمياه عامل ملطف للحرارة على اليابسة ، فهي تساعد في خفض درجات الحرارة المرتفعة . والمياه من أشهر المذيبات المعروفة . كما أن المياه تلعب دورا فعلا في عمليات الانتقال على سطح الأرض وذلك من خلال استغلال البحار والمحيطات والأنهار كمجاري مائية تسير من خلالها السفن والقوارب .

والماء النظيف الصحي له تركيبة معروفة . ولكن نتيجة نشاطات الإنسان وتقنياته فقد تم إدخال مواد إلى المياه غيرت من صفاته وخصائصه ، وجعلته غير صالح ليؤدي وظيفته في استقامة الحياة على سطح الأرض . ولذلك كان القانون والقوانين البيئية مهمة لحماية المياه وصيانتها والحفاظ عليها من تعديات الإنسان وتجاوزاته . فكانت المواد المنظمة لنوعية المواد ونسبها والتي يمكن إن تصل إلى المجاري المائية حتى نحافظ عليها .

وسوف نعرض لبعض تلك القوانين فيما يلي :

**المادة (٦٩) :**

" يحظر علي جميع المنشآت بما في ذلك المحال العامة والمنشآت التجارية والصناعية والسياحية والخدمية تصريف أو إلقاء أية مواد أو نفايات أو سوائل غير معالجة من شأنها إحداث تلوث في الشواطئ المصرية أو المياه المتاخمة سواء تم ذلك بطريقة إرادية أو غير إرادية مباشرة أو غير مباشرة ، ويعتبر كل يوم من استمرار التصريف المحظور ، مخالفة منفصلة " .

**جريمة (مخالفة) المادة (٦٩) :**

قيام المحال العامة والمنشآت التجارية والصناعية والسياحية والخدمية تصريف أو إلقاء أية مواد أو نفايات أو سوائل غير معالجة من شأنها إحداث تلوث في الشواطئ المصرية أو المياه المتاخمة .  
ويندرج تحت هذه المخالفة تصريف العائمات والسفن مخلفاتها إلى مياه النهر أو مياه البحر .

**العقوبة : المادة (٨٧) :**

"يعاقب بالغرامة التي لا تقل عن مائتي جنيه ولا تزيد على عشرين ألف جنيه كل من خالف حكم المادة (٦٩) من هذا القانون . وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

**المادة (٧٠) :**

" يشترط للترخيص بإقامة أية منشآت أو محال علي شاطئ البحر أو قريبا منه ينتج عنها تصريف مواد ملوثة بالمخالفة لأحكام هذا القانون والقرارات المنفذة له أن يقوم طالب الترخيص بإجراء دراسات التأثير البيئي

ويلتزم بتوفير وحدات لمعالجة المخلفات ، كما يلتزم بأن يبدأ بتشغيلها فور بدء تشغيل تلك المنشآت .

**جريمة (مخالفة) المادة (٧٠) :**

عدم قيام المنشآت أو المحال المقامة على شاطئ البحر أو القريبة منه وينتج عنها مواد ملوثة للبيئة بإجراء دراسات التأثير البيئي أو عدم توفيرها لوحدات معالجة المخلفات الصادرة عنها .

**العقوبة : المادة (٨٧) :**

"يعاقب بغرامة لا تقل عن مائتي جنيه ولا تزيد على عشرين ألف جنيه كل من خالف حكم المادة (٧٠) من هذا القانون . وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة المنصوص عليها في الفقرات السابقة " .

**المادة (٧١) :**

" تحدد اللاحة التنفيذية لهذا القانون المواصفات والمعايير التي تلتزم بها المنشآت الصناعية التي يصرح لها بتصريف المواد الملوثة القابلة للتحليل وذلك بعد معالجتها . وعلى الجهة الادارية المختصة المحددة في اللاحة التنفيذية المذكورة إجراء تحليل دوري في معاملها لعينات المخلفات السائلة المعالجة واطار الجهات الادارية المختصة بنتيجة التحليل . وفي حالة المخالفة يمنح صاحب الشأن مهلة مدتها شهر واحد لمعالجة المخلفات لتصبح مطابقة للمواصفات والمعايير المحددة . فإذا لم تتم المعالجة خلال المهلة المشار إليها أو ثبت من التحليل خلالها إن استمرار الصرف من شأنه إلحاق أضرار جسيمة بالبيئة المائية ، يوقف التصريف بالطريق

الإداري ويسحب الترخيص الصادر للمنشأة وذلك دون الإخلال بالعقوبات الواردة بهذا القانون .  
كما تحدد اللاحة التنفيذية المواد الملوثة غير القابلة للتحلل والتي يحظر على المنشآت الصناعية تصريفها في البيئة المائية .

#### جريمة (مخالفة) المادة (٧١) :

مخالفة المواصفات والمعايير التي تلتزم بها المنشآت الصناعية التي يصرح لها بتذويب المواد الملوثة القابلة للتحليل وذلك بعد معالجتها وتلك المواصفات والمعايير محددة بالمادة (٥٨) والتي أوجبت بأن تقوم تلك المنشآت بتصريف تلك المواد بعد معالجتها ومطابقتها للمواصفات والمعايير المنصوص عليها في الملحق رقم (١) من اللاحة التنفيذية . وفي حالة المخالفة يمنح صاحب المنشأة مهلة لمدة شهر واحد لمعالجة المخلفات ، فإذا لم تتم المعالجة يوقف التصريف بالطريق الإدارية ويسحب الترخيص .

#### العقوبة : المادة (٩٠)

"يعاقب بالغرامة لا تقل عن مائة وخمسين ألف جنيه ولا تزيد على خمسمائة ألف جنيه ، وفي حالة العود تكون العقوبة الحبس والغرامة " .

### الباب الثالث

#### التغيرات المناخية و أثرها البيئي

يعتبر الاشعاع الشمسي هو المحرك الاساسي في نظام المناخ والاشعاع الشمسي يعتمد علي دوران الأرض حول محورها ودورانها حول الشمس . ولكي تحافظ الكرة الأرضية علي متوسط درجة حرارتها لا بد وأن تشع إلي الفضاء الخارجي نفس كمية الطاقة الحرارية التي تتلقاها من الشمس وهي تفعل ذلك عن طريق اصدار اشعاع موجات طويلة في المنطقة تحت الحمراء من الطيف في درجة حرارة قدرها نحو ١٩ - درجة سيليزية في حين إن المتوسط السنوي لدرجة حرارة الكرة الأرضية هو ١٥ درجة سيليزية وذلك نتيجة لوجود الغازات في الجزء الادني من الغلاف الجوي مثل الأوزون والميثان ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء . وهذه الغازات تمتص بعضا من الاشعاع الصادر عن الأرض وتعيد اشعاع بعض منها إلي الفضاء الخارجي وبعضه الاخر إلي سطح الأرض والمقدار الذي تتم اعادة اشعاعه إلي سطح الأرض يسخن هذا السطح . وهذا التسخين لسطح الأرض الناتج عن الطاقة التي يعيد الغلاف الجوي اشعاعها إلي سطح الأرض يعرف بالاحتباس الحراري .

ويمكن توقع ارتفاع درجة حرارة سطح الأرض بسبب زيادة الاحتباس الحراري . ولما كان نظام الكرة الأرضية معقدا جدا فإن ارتفاع درجة حرارة سطحها يعتمد علي عمليات التغذية المرتدة بين مختلف أقسام هذا النظام فعلي سبيل المثال إن أي زيادة في عدد الجسيمات الدقيقة في الجو سواء نتيجة لإحراق الوقود الاحفوري أو نتيجة لنشاط بركاني ، من شأنها إن تبرد

الغلاف الجوي لأن هذه الجسيمات تعمل علي بعثرة وامتصاص جزء من الأشعة القادمة من الشمس قبل أن تصل إلي سطح الأرض . وهكذا فإن أي تغير في التوازن الإشعاعي للأرض بما في ذلك التغيير الذي تسببه الزيادة في غازات الاحتباس الحراري أو الهباء الجوي من شأنه أن يغير درجات حرارة علي الأرض مما يؤثر في أنماط الطقس والمناخ وبالتالي في أشكال الحياة وفي المنظومة البيئية والمنظومة الاجتماعية - الاقتصادية علي كوكبنا .

#### تأثيرات الإنسان في المناخ

لقد كانت في الماضي تردد تقلبات المناخ إلي الطبيعة بصورة اساسية وبتأثير قليل او من دون أي تأثير من الإنسان غير ان العامل البشري قد اضيف إلي المعادلة المناخية حيث أن اطلاق بعض الغازات المسببة للاحتباس الحراري في الجو ادي إلي تغير كبير في تركيزات هذه الغازات مقارنة بما كانت عليه قبل التقدم الصناعي . وعلي سبيل المثال فإن تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الجو قد ازدادت نسبه حتى وصل تركيزه تقريبا الي ٣١ % فبلغ ٨٦٨ جزءا في المليون (868 ppm) ، كما ازداد تركيز غازي الميثان واحادي أكسيد النتروجين بنسبة ١٤٥ و ١٥% علي الترتيب . ان ظاهرة الاحتباس الحراري الطبيعية موجودة منذ ملايين السنين ، الآ أن تزايد غازات الاحتباس الحراري في الجو نتيجة للأششطة البشرية ينذر بأخطار حدوث تغير مناخي ، والتغيرات التي حدثت في طرق استخدام الأرض ، واحراق الوقود الاحفوري مؤخرا ادت إلي اضافة أكثر من ١٨٠ بليون طن من ثاني أكسيد الكربون في الجو . والجدير بالذكر أن التغيرات

المناخية المتوقعة من الممكن ان تغير مناطق التبريد الجارية وتنقلها الى جهات اخري من الارض عن طريق تغير اتماط الرياح ..

تستند التنبؤات المستقبلية للمناخ على نماذج مناخية حسابية تتضمن تمثيلا للغلاف الجوي والمحيطات والغلاف الجليدي والسطوح الأرضية ، والتأثيرات فيما بينها وهي مبنية على القوانين الفيزيائية التي تصف حركة الغلاف الجوي والمحيطات وتتضمن تمثيلا للسحب والمحيطات للكرة الأرضية كاملة .

وتتولى منظمة الارصاد الجوية العالمية باستمرار تقييم صلاحية هذه النماذج للتأكد من مدي قدرتنا علي التنبؤ بالتغير المناخي الذي يمكن ان تحدثه الأنشطة البشرية ويتم تشغيل هذه النماذج في الحاسب الآلي لتغطي فترات طويلة ممتدة في المستقبل بمعزل عن أي تغير في المؤثرات الخارجية مثل الزيادات في تركيزات غازات الاحتباس الحراري وفي هذه المرحلة يمكن مقارنة النتائج التي يتوصل إليها النموذج بالتسجيلات الفعلية للمناخ الحالي . ومن ثم تشغيل هذه النماذج مع إضافة التغيرات المتوقعة إلى المؤثرات الخارجية وهكذا فان الفرق بين المناخين يوفر لنا تقديرا للتغيرات المناخية التي ستسببها هذه العوامل الخارجية .

وتؤكد التنبؤات المناخية أن متوسط درجات حرارة الكرة الأرضية سوف يرتفع ما بين درجة واحدة و ٣٥ درجة سيلزية في نهاية القرن الحادي والعشرين . كما تظهر هذه التنبؤات ان ارتفاع مستوي سطح البحر الذي سيصاحب ارتفاع درجة الحرارة المتوقعة سوف يتراوح بين ١٥ و ٩٥ سنتيمترا ، وسوف تستمر الحرارة ومستوي سطح البحر في الارتفاع بعد ذلك نتيجة للأنشطة البشرية المتنامية .

تشير تقديرات التغيرات المناخية إلى ان الخسائر التي سوف تنجم عن تسخين الكرة الأرضية بمقدار ٢,٥ درجة سيلزية سوف تتراوح ما بين واحد و ١,٥% من الناتج القومي الاجمالي سنويا في الدول المتقدمة ، وما بين ٢ و ٩% في الدول النامية .

### ثقب الأوزون

تعد التركيزات العالية من غاز أول أكسيد الكلور احد الملوثات التي تسبب اتماش طبقة الأوزون في طبقة الاستراتوسفير .

ويقياس تركيزات غاز أول أكسيد الكلور اثناء عدة رحلات قامت بها مركبات الفضاء فوق مناطق خطوط العرض الوسطي من الكرة الأرضية اتضح ان تركيز هذا الغاز يزداد كل عام عن سابقة وذلك نتيجة للتقدم الصناعي . ويرى العلماء ان بقاء تركيز الغاز علي ذلك النحو دون انخفاض يمكن ان يتسبب في تآكل الأوزون في المنطقة المتأثرة بحوالي ٢% مؤديا إلي تكوين ثقب اوزوني في المستقبل القريب يؤكد هذه الحقيقة انخفاض الأوزون بنسبة تتراوح ما بين ٣ إلى ٦% في المناطق الوسطي الشمالية من الكرة الأرضية خلال العقدين الماضيين .

بالرغم من أنه لم يتأكد بشكل قاطع علاقة نقصان طبقة الأوزون بغاز أول أكسيد الكلور ، إلا ان بعض النظريات تؤكد هذه العلاقة ، ومن تلك النظريات ان انخفاض درجة حرارة غاز أول أكسيد الكلور في القطبين اثناء فصل الشتاء يؤدي إلي تكون سحابة ثلجية تؤدي الي تحول غاز الكلور إلي غاز أول أكسيد الكلور النشط . وتمنع الرياح القطبية الباردة



هذه السحابة الثلجية من الاختلاط بالرياح الدافئة حول المناطق الوسطى وبالتالي تبعتها من هذه المناطق اثناء الفترة ما بين اكتوبر إلى ديسمبر . وفي شهر فبراير تتحرك هذه الرياح متجهة إلى شمال الكرة الأرضية حاملة معها سحابة أول أكسيد الكلور الذي يتفاعل مع الأوزون فيقلل من نسبته وبالتالي تقلص طبقة الأوزون في الغلاف الجوي .

ويتسبب الهواء البارد اثناء سيره باتجاه خط الاستواء في تجميع ذرات دقيقة من حامض الكبريتيك التي تتفاعل مع الكلور في الجو فيتحول بدوره إلى أول أكسيد الكلور الذي يتركز في المناطق الوسطى من الكرى الأرضية . وبما إن النشاط الصناعي الذي يتسبب في زيادة الكلور في الجو يتركز في المناطق الشمالية من الكرة الأرضية ، وبالتالي فإن تركيز أول أكسيد الكلور سيزداد في نصف الكرة الشمالي .

#### النظم البيئية المائية

مما لا شك فيه بأنه سوف يكون لارتفاع مستوى مياه البحار والمحيطات تأثيراً اجتماعياً واقتصادياً كبيراً عندما تصبح الجزر المنبسطة والموانئ والمناطق السياحية والأراضي الساحلية مهددة كلها بأن تغمرها المياه نتيجة للتغيرات المناخية المفترضة . ولقد اصبح ذلك واضحا وترجمته الكارثة البيئية التي حلت بمناطق شرق آسيا خاصة مناطق جزر اندونيسيا والجزر التايلاندية وسريلانكا والمناطق الساحلية بالهند وغيرها من مناطق شرق آسيا التي داهمتها امواج المد السونامية خلال شهر ديسمبر من عام ٢٠٠٤م نتيجة للارتفاع في مستوى مياه المحيط الهندي

وستكون الدول الساحلية التي تتشارك في اهورار او بحيرات ضحلة متصلة بالبحر ، كتلك الموجودة في شمال افريقيا وغربها وشرقها ، عرضه إلى مزيد من تآكل الشطآن واصابة الحيويد البحرية المرجانية بالضرر مع ما يستتبع ذلك من اثار وخيمة في الصناعة السياحية ، كما ان زيادة ملوحة المناطق الساحلية سوف تؤثر في الزراعة الساحلية وامدادات المياه ، ومع ارتفاع مستوي سطح البحر يصبح نحو مئات الملايين من البشر مهددين بفيضان ساحلي .وإذا ما وصل هذا الارتفاع إلى ٥٠ سنتيمتر فان عدد المهديين سوف يتضاعف وتشير بعض الارصاد العلمية الحديثة إلى ان تلوث المياه بالملح سجل على مسافة ٨٠ كيلومترا في اعلي مجري نهر زامبيزي وعلى مسافة ١٢٠ كيلومترا في اعلي مجري نهر كامبيا خلال فصل الجفاف ومع ارتفاع مستوي سطح البحر ستتأثر أنماط الدورة المحيطية . وقد يطرأ تغير على توفر الغذاء البحري وعلى بنية النظم البيئية البحرية.

ان تغير درجة حرارة المياه ونظم جريانها يمكن ان يؤثر في نمو الكائنات الحية وتكاثرها ، وبالتالي في استمرار الأنواع وتنوعها وتوزيعها الجغرافي وسوف تكتسب نوعية المياه اهمية اكبر إذا ما تغير التوازن المائي نتيجة لما يصب ويلقى في المياه من مخلفات صناعية او زراعية اصبحت تزداد يوما بعد يوم من جراء التقدم لاصناعي والزراعي .

لقد بلغت خسائر الكوراث الطبيعية في اوربا الناتجة عن التغيرات في الطقس والمناخ الي أكثر من ٩٦٠ بليون دولار ، في نهاية القرن العشرين . ولقد كارثة امواج المد السونامي في منطقة شرق آسيا التي خسائر في

الأرواح وصلت الي ٢٥٠٠٠٠٠ فرد والي خسائر اقتصادية تعدت الثلاثة  
مليارات دولار حتي هذا الشهر (يناير ٢٠٠٥م) .

#### ما الذي نستطيع ان نفعله حيال التغير المناخي

ان حماية الغلاف الجوي هو مسعى واسع النطاق ومتعدد الأبعاد يشمل  
قطاعات مختلفة من الأنشطة الاقتصادية وعليه فإن الاحتياجات المستقبلية  
من الطاقة والطعام والمياه لابد وان تتم من دون ان يؤثر ذلك في المناخ ،  
وهذا يعني ان علي البشرية ان تتبنى استراتيجيات من شأنها ان تلبى  
الاحتياجات الحالية والمستقبلية من الطاقة والطعام دون ان يتسبب ذلك في  
زيادة مستمرة في غازات الاحتباس الحراري في لجو ومثل هذه  
الاستراتيجيات يمكن ان تشمل على ما يلي :

١ - نشر السلوكيات الاجتماعية والاقتصادية التي تحافظ على البيئة  
وتنفيذ الاتفاقيات الدولية التي تهدف إلى التقليل من الانبعاث الغازي  
للمحافظة على التوازن في الغلاف الغازي مثل بروتوكول كيوتو الملحق ،  
واتفاقية الامم المتحدة حول التنوع الاحيائي واتفاقية الأمم المتحدة الخاصة  
بمحاربة التصحر والاتفاقيات الخاصة بحماية طبقة الأوزون .

٢ - اعتماد استراتيجيات فعالة وصديقة للبيئة في عمليات التطوير  
الاقتصادي ، بما في ذلك زيادة الاعتماد على المصادر النظيفة والمتجددة  
لتوليد الطاقة مثل الرياح والأشعة الشمسية والطاقة المائية التي قد تقلل من  
انبعاث غازات الاحتباس الحراري .

٣ - استخدام استراتيجيات من شأنها تلبية احتياجات العالم من الطعام  
والتقليل من تلويث مصادر المياه العذبة بفعل الأنشطة الزراعية .

٤ - والحفاظ على الغابات باعتبارها مخلصا حيويا لغاز ثاني أكسيد الكربون . خاصة مع ازدياد عدد السكان وتنامي الحاجة الى الأراضي الصالحة للزراعة لانتاج الطعام والكساء .

٥ - نشر الوعي والفهم لدى الشعوب للأخطار المحتملة للتغير المناخي والى ضرورة اتخاذ الإجراءات الكفيلة بالتصدي لهذه الأخطار .

٦ - مراقبة كل التغيرات التي تطرأ على الأرض والتي تؤدي الى التغيرات المناخية من خلال شبكة معلومات شاملة .

## التصحّر

التصحّر هو تقصان أو هدم وتخريب الأرض المستغلة مما يؤدي بها الى حالات شبيهة بالصحراء . ولقد أصبحت ظاهرة التصحر من الخطورة بمكان مما دعى الهيئات المختصة الى الشروع في تخطيط وتنفيذ مشاريع للتعرف على مشاكل التصحر وإيجاد الحلول لمكافحتها حسب نمط استخدام الأرض .

ولقد عرف التصحر كظاهرة بيئية في سبعينات القرن العشرين بعد ما ظهرت آثاره على الانسان وجميع الكائنات الحية . ومنذ ذلك الحين وضعت الهيئات المعنية خطط وبرامج لمكافحة ظاهرة التصحر .

### حجم مشكلة التصحر

لقد وجد ان ظاهرة التصحر تؤثر على ٨٠% من مراعى العالم الطبيعية في الأراضي القاحلة ، وعلى ٦٠% من أراضي الزراعة البعلية

بالإضافة إلى ٣٠% من الأراضي المروية. ولقد تعرضت بعض المناطق للتصحر حيث فقدت أكثر من ٢٥% من إنتاجيتها وتحتاج إلى إستصلاح هائل (شكل ١) كما أن هناك أراضي مهددة بالتصحر من جراء النشاطات البشرية غير المرشدة.



شكل (١)  
زحف الرمال إلى التربة الزراعية يؤدي إلى زيادة ظاهرة التصحر

وتعتبر المنطقة العربية من أكثر البلاد التي تعرضت للتصحر ، إذ أن ٨٥% من مساحة البلاد العربية تقريبا الواقعة في آسيا قد تضررت من التصحر إضافة إلى بعض البلدان العربية في الشمال الأفريقي .

### الصحاري وأنماطها في العالم

تصل مساحة الصحاري في العالم إلى حوالي ٥٠ مليون كم<sup>٢</sup> أي ثلث مساحة الكرة الأرضية تقريبا وتقسم إلى :

- ١ - صحاري شبه مدارية .
- ٢ - صحاري شاطئية باردة
- ٣ - صحاري ظهور الجبال
- ٤ - صحاري داخلية (داخل القارات)

وتعتبر معظم أراضي الوطن العربي ضمن نطاق الأراضي الجافة وشبه الجافة ، مما يجعلها عرضة لعمليات التصحر .

#### **مظاهر التصحر**

- وللتصحر اوجه عديدة ومن ابرز مظاهر التصحر ما يلي :
- ١ - زحف الرمال على هيئة كتبان رملية بأشكالها المختلفة أو على شكل حصار رملية.
  - ٢ - وقلة الغطاء النباتي وتدهور المراعي .
  - ٣ - رى الأراضي بكميات زائدة من الماء فتصبح غير صالحة لنمو النباتات الوسطية أو الجفافية الري بالغمر الزائد مما يؤدي الي تمليح الاراضي.
  - ٤ - تعرية تربة المحاصيل الزراعية من جراء السيول التي تؤدي الي تجريف التربة .
  - ٥ - إزالة الغطاء النباتي بالاحتطاب والوقود وصناعة الأثاث الخشبي.
  - ٦ - استنزاف المخزون المائي الجوفي أو السطحي من جراء الاستهلاك غير المرشد في الري .
- ويتضح بذلك ان التصحر ينجم عن التغير في العناصر البيئية خاصة العوامل المناخية اضافة الي العامل البشري الذي يلعب دورا كبيرا في زيادة التصحر من جراء الأنشطة البشرية .

#### **تدهور الغطاء النباتي**

يتعرض الغطاء النباتي في الكرة الأرضية للتدهور الذي يعمل على التقليل من المساحة الخضراء وذلك بالقضاء على الغابات والمراعي حيث

ن الأشجار والغابات التي تغطي الأرضي اخذت في التلاشي خاصة في العالم الثالث، وذلك نتيجة الإحتطاب والصناعات الخشبية اضافة لتلوث الهواء والأنشطة الصناعية التي ادت الي تكوين الامطار الحامضية التي اثرت علي الغابات في اوربا حيث بلغت المساحات المتضررة عشر مليون هكتار تقريبا في اوربا . وذلك كله ناتج عن سوء إستخدام الإنسان للمصادر والثروات البيئية، وكذلك نتيجة للنشاط الصناعي وما ينتج عنه من تلوث هوائى أوكيمياى أو إشعاعى، وأيضاً فإن الحرائق تلعب دورا كبيرا في القضاء علي الغابات .

#### مكافحة التصحر :

ان وسائل مكافحة التصحر متعدد منها :

- ١ - التوعية البيئية بشتى الوسائل لتوضيح اهمية المحافظة علي البيئة .
- ٢ - تنظيم عمليات الرعى للحد من عمليات الرعى الجائر الذى يسهم فى القضاء علي الغطاء النباتى.
- ٣ - إيقاف زحف الرمال بتثبيتها بالطرق المختلفة كزراعتها او رشها او وضع مصدات للرياح التي تعمل على إعاقة حركة الرمال.
- ٤ - ترشيد استهلاك المياه الجوفية فى الزراعية
- ٥ - ترشيد عملية الإحتطاب فى الغابات ووضع طرق للوقاية من حرائق الغابات .
- ٦ - سن وتطبيق القوانين الرادعة لتحذ من تصرفات البشر غير المرشدة مع مكونات البيئة .

#### دور التشجير في مكافحة التصحر

لقد أصبح الزحف الصحراوي يهدد خمس المساحات فى الكرة الأرضية، ويخشى علماء البيئة من تحول جزء كبير من الأراضى الزراعية والتي لا تزيد عن ١٥% من مساحة الكرة الأرضية إلى صحراء نتيجة للتدهور البيئي وإستمرار الكوارث الطبيعية كإستمرار سنوات الجفاف المتلاحقة التى أثرت فى العديد من بقاع العالم وكذلك الاستخدام البشري الخاطئ لقواعد ونظم البيئة والإخلال بالتوازن البيئي عن طريق الزراعة فى المناطق الجديدة والرعى الجائر بتحمل وحدة المساحة الرعوية أكثر من طاقتها الرعوية، والتوسع العمرانى والإعتداء على أراضى الغابات وذلك بقطع الأشجار والشجيرات وشق الطرق داخل الغابات، وبالرغم من أن الجفاف عامل أساسى من عوامل التصحر بإعتباره حالة مناخية فوق طاقة البشر إلا أن الإنسان كمستغل للموارد الطبيعية يعد فى أغلب الأحيان هو المسبب الرئيسى لحالات التصحر.

لقد وهب الله سبحانه وتعالى بعض النباتات خصائص تمكنها من مقاومة الجفاف ومن هذه الخصائص ما يلى :

- ١ - كبر مجموعها الجذرى حيث يشغل مساحة كبيرة من التربة .
- ٢ - تغلغل الجذر داخل التربة للوصول إلى مستوى الماء الأرضى .
- ٣ - صغر حجم اوراق بعض النباتات الصحراوية لتقليل النتج .
- ٤ - تساقط اوراق بعض النباتات الصحراوية فى مواسم الجفاف .
- ٥ - تميز اوراق بعض النباتات الصحراوية بسبك ادمتها نتيجة لترسيب المواد الدهنية والشمعية عليها لمساعدتها فى عكس أشعة الشمس مما يساعد على عدم رفع درجة حرارة النبات، وبالتالي لا يفقد كمية كبيرة من المياه.



٦ - فى بعض نباتات الصحراء يلاحظ أن ترتيب الأوراق على الساق يكون بشكل تبادلى مما يساعد على تضليل الأوراق لبعضها وبالتالي حمايتها من اشعة الشمس.

٧ - تميز بعض النباتات الصحراوية بقلة عدد الثغور التى يتم عن طريقها نتج الماء، وبعض النباتات توجد ثغورها فى تجاويف محمية بالأوبار.

#### **الأخطار التى تواجه نباتات الصحراء ؟**

ونظرا للاستخدامات المتعددة للنباتات الصحراوية فى الأغراض الدوائية كوقود ، وفى صناعة الأثاث وايضا كعلف للماشية فإنه يتضح الدور الخطير الذى يقوم به الإنسان بصورة مباشرة أو غير مباشرة فى التأثير على نباتات الصحراء، ومن أبرز الظواهر السيئة لأنشطة الإنسان التى يمارسها دون أي اعتبار للضوابط البيئية والحيوية ما يلي :

أ - الرعى الجائر : إذ أن الرعى الجائر عامل مهم فى إزالة الغطاء النباتى وإتهاك التربة

ب- الإحتطاب : وعلى الرغم من التقدم العلمى وإستخدام الإنسان للأجهزة الكهربائية والبتروولية فى الوقود والتدفئة إلا أنه لازال يستعمل الحطب والفحم فى التدفئة كما تقطع الأشجار للإستفادة من جذوعها وسيقاتها فى الأثاث المنزلى بصورة تهدد النباتات الصحراوية بالفاء .

#### **أهمية المحافظة على نباتات الصحراء :**

من الصعوبة أن يستعاض عن هذه النباتات الصحراوية ذات المقدرة التحملية للإجهادات البيئية بنباتات مزروعة تتطلب رعايتها الكثير من

التكلفة. والنباتات بشكل عام من أهم الثروات البيئية الطبيعية والتي تلعب دوراً بارزاً ومهماً في التوازن البيئي، ولذا قام علماء البيئة بالمناداة بالمحافظة على النباتات الطبيعية والإهتمام بها وأنشئت الهيئات المتخصصة التي تبين خطورة العمل على إنقراض النباتات ومن بينها نباتات الصحراء، ولقد أسست الجمعيات العلمية المعنية بالبيئة واصبح لها دور كبيراً في التوعية البيئية ومنها الدور المتنامي في المناداة وسن القوانين للمحافظة على النباتات الصحراوية للمحافظة على التوازن البيئي .

### زحف الرمال

تمثل الأراضي الصحراوية بيئة خاصة، ولونا فريداً ، يبدو قاسياً ولكنه في الحقيقة نظام فريد من الأنظمة البيئية المختلفة التي أوجدها الله في هذا الكون. يتميز بمشكلاته التي تنشأ عن الجفاف وشدة الحرارة، وهي عوامل تؤثر في مكونات القشرة الأرضية فتفتتها إلى حبيبات صغيرة من الرمال والحصى مختلفة الأحجام تكون في مجموعها مسطحات رملية تختلف طبقاً لمكوناتها. وهذه الرمال الصحراوية تحملها الرياح الي مسافات بعيدة فوق سطح الأرض، فالحبيبات الناعمة تعلوم مع الهواء أثناء العواصف الترابية وقد تصل إلى ارتفاع كيل واحد (كيلومتر) أو أكثر، وتكون سحابة ترابية، أما حبيبات الرمل الأثقل فالرياح يمكن أن ترفعها عن سطح الأرض إلى حوالي متر أو أكثر قليلاً، وينتج عن ذلك السحب الرملية الكثيفة القريبة من سطح الأرض التي نلاحظها أثناء العواصف.

وتعد الآثار الضارة الناتجة عن إنتقال الرمال والتراب بواسطة الرياح والمشكلات المصاحبة أموراً في غاية الأهمية يجب أخذها في الإعتبار أثناء

مراحل تخطيط وتصميم مشروعات التنمية وصيانتها فى المناطق الصحراوية، ويؤدى عدم العناية بدراسة هذه التأثيرات إلى معاناة هذه المشروعات من التكلفة الباهظة والقصور فى أدائها ، ومن الآثار الواضحة للعواصف الرملية ما يلى :

- ١ - تعرية التربة.
  - ٢ - تآرية الرواسب السطحية الحديثة، نحت الأسطح المعرضة لها .
  - ٣ - نقل الرواسب التى تفتت إلى مسافة بعيدة حيث تترسب ثانية على هيئة أكوام كبيرة حول المباني والطرق والمزارع والمنشآت الأخرى .
- ولمعالجة مشكلات زحف الرمال يهمننا فى المقام الأول أن نحسب كميات الرمل التى تنتقل سنوياً تحت تأثير الرياح السائدة فى المنطقة، وكذلك طبيعة تجمعات الكثبان الرملية .

#### **تثبيت الكثبان الرملية**

هناك طرق مختلفة لتثبيت الكثبان الرملية وهى

أولاً - الطرق الميكانيكية :

- ١ - نقل الرمل بواسطة السيارات والآليات، إلا أن هذه الطريقة لم تستخدم إلا عند الضرورة القصوى كحماية مرفق هام.
- ٢ - حفر الخنادق بأعماق مختلفة لكسر حدة تدفق الرمال والحفر يكون على مسافات متقاربة .
- ٣ - إنشاء حواجز (كاسرات رياح) بعيداً عن المناطق المراد حمايتها، لكسر التموجات الريحية .

#### ثانياً - طرق التغطية :

- ١ - التغطية بخام زيوت البترول.
- ٢ - تغطية الكثبان بخليط الأسمت والرمل بنسب معينة
- ٣ - رش الكثبان بمواد كيمياوية مثبته منها أكاسيد الحديد

#### ثالثاً - الطرق الزراعية :

- ١ - زراعة الأشجار كمصدات للرياح .
- ٢ - زراعة الكثبان الرملية بالنباتات التي تعمل على تثبيتها .

### المحافظة على التربة

ان العامل الرئيسي المسبب للتصحر هو النشاط البشري المحموم والتمثل في سوء إستغلال الأراضى وإدارتها، وفى المغالاة فى الإستفادة من الغطاء النباتى، كما ان الجفاف يعجل بحدوث ظاهرة التصحر .وتقدر مساحة الأراضى الزراعية التى يفقدها العالم نتيجة للتصحر لتحويلها إلى أغراض غير زراعية بسبب التوسع العمرانى والصناعى ما يعادل ١١ مليون هكتار سنوياً إضافة الى حوالى ٧ مليون هكتار من المراعى تفقد سنوياً نتيجة للرعى الجائر.

### تدهور التربة

ان تدهور التربة يؤدي الى إنخفاض إنتاجها النباتى وهناك عوامل تؤدي الى تدهور التربة منها :

#### ١ - التشبيح المائي :

ويقصد بالتشبيح المائي تشبيح التربة بالرطوبة عند إرتفاع منسوب سطح الماء إلى منطقة المجموع الجذري مما يؤدي إلى إنخفاض إنتاج معظم المحاصيل الزراعية لعدم قدرتها على العيش في التربة دون وجود كمية كافية من الهواء . ويأتي ذلك من تخلل مياه الري للتربة وتجمعها مع مرور الوقت فوق التربة قليلة النفاذية. وقد يحدث نتيجة لتسرب المياه أفقياً من الأراضي المرتفعة إلى الأراضي المنخفضة المجاورة ويمكن التحكم في هذه العملية بتحسين اساليب الري وعمل قنوات صرف لمياه الري الزائدة .

#### ٢ - التملح والتغدق :

التملح هو زيادة تركيز الأملاح في منطقة الجذور في مناطق الزراعة نتيجة لتراكم الأملاح في التربة السطحية، حيث يؤدي ذلك لاعاقسة نمو النباتات نتيجة لصعوبة إمتصاص جذورها للرطوبة ولتضرر أنسجة أوراقها الخضراء.

ويحدث نتيجة التملح استخدام مياه مرتفعة الملوحة في تربة قليلة النفاذ أو عندما تكون كمية مياه الري غير كافية لغسل التربة من الأملاح. وتختلف النباتات في درجة تحملها للملوحة، ومن هنا تأتي أهمية إختيار أنواع النباتات التي يمكنها التكيف مع درجة ملوحة التربة.

#### ٣ - الإيضغاط

تظهر مشكلة الإيضغاط في المناطق الزراعية التي تعتمد على إستعمال التقنيات الزراعية حيث ويؤدي الإيضغاط إلى الحد من تخلل الماء والجذور في أعماق التربة. ويمكن التحكم في إيضغاط التربة بتغيير نمط استخدام الآلات الزراعية وتقليب الأرض. وقد ينتج الإيضغاط من جراء سقوط

الامطار علي التربة العارية مما يؤدي إلى تفكك مكوناتها وحملها ثم ترسيبها فتتكون في التربة قشرة سطحية تؤدي إلى إعاقة ظهور النباتات وإلى زيادة سرعة جريان الماء فوقها وبالتالي إتجراف التربة مع جريان الماء عليها .

#### ٤- التلوث :

يؤدي تلوث التربة بالمخلفات الصناعية والبلدية والنفايات الإشعاعية والمبيدات والأسمدة الكيميائية إلى زيادة تركيز المواد والعناصر الضارة بالإنسان في المنتجات الزراعية والحيوانات التي تعتمد في غذائها على تلك المنتجات مما يؤدي إلى إنخفاض إنتاج الأراضى أو خرابها. يؤدي تلوث التربة بالمخلفات البلدية أوالصناعية أوالإشعاعية أو بالأسمدة الكيميائية والمبيدات الي تركيز المواد الضارة بالإنسان في المنتجات الزراعية وكذلك يؤذى الحيوانات التي تعتمد في غذائها على العلفه الخضراء. وكل ذلك يؤدي بدوره الي انخفاض إنتاجيتها وتدهورها .

## الباب الرابع ملوثات البيئة .. وأنواعها

### مفهوم التلوث

إن التقدم الإقتصادي والصناعي والتقني الذي يعيشه العالم اليوم يعتبر نتيجة مباشرة لبراعة العلماء في تسخير أنواع الطاقة المتاحة وإستبدال القوة العضلية بالقوة الميكانيكية (قوة الآلة). إن إستعمال الإنسان لمصادر الطاقة له عواقب بيئية مهمة تؤثر في الحياة العامة والخاصة لكل منا، وهذه العواقب لا يمكن إحتواؤها الآن في داخل الحدود الدولية، وعليه فإن التلوث الصادر في مكان ما من عالمنا الصغير قد تجنى عواقبه في مكان آخر بعد آلاف الأميال عنه. لقد أصبح التلوث البيئي ظاهرة عالمية واكبت التقدم العلمي حتى أنها شملت الدول النامية المتقدمة أيضاً ولكن مع إختلاف نوعية التلوث. فبالنسبة للدول المتقدمة فإنها تعاني من تلوث وصل إلى التلوث الذري، أما بالنسبة لمناطق دول العالم النامي والتي دخلت مجال التصنيع في الخمسينات والستينات فإن التلوث بالنسبة لها يرجع أساساً إلى سببين رئيسيين ، وهما :

- ١ - سوء إدارة الأنظمة البيئية .
  - ٢ - إغفال عنصر البيئة عند وضع خطط التنمية.
- وتعتبر مشكلة التلوث البيئي لهذه الدول ذات بعدين رئيسيين ، وهما:
- ١ - تلوث ناجم عن النشاط الصناعي.

٢- تلوث نتيجة للتدهور الناجم من العوامل الاقتصادية والاجتماعية. وهذا النوع من التلوث له أسباب عديدة لعل من أهمها شيوع حالة الفقر وعدم كفاية الهياكل الأساسية، وكذلك تفشى الجهل والمرض وعدم توافر التوعية المناسبة وعلى وجه الخصوص فى مجالات الصحة والأمن الغذائى. وتعتبر مشكلة التلوث البيئى من أهم مشاكل الإنسان مع البيئة فى نشاطه المستمر للإستثمار والإنتاج، وتنعكس مشكلة التلوث البيئى بشكل حاد على حركة الإستثمارات والتنمية سواء فى الدول النامية أو المتقدمة على السواء.

ويعرف البنك الدولى التلوث بأنه " كل ما يؤدى نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو الغلاف الأرضى فى شكل كى تؤدى إلى التأثير على نوعية الموارد وعدم ملامتها وفقدانها خواصها أو تؤثر على إستقرار إستخدام تلك الموارد ".

ويعرف العالم البيئى أوديم "Odum" التلوث البيئى بأنه : "أى تغير فيزيائى أو كيميائى أو بيولوجى مميز، ويؤدى إلى تأثير ضار على الهواء، أو الماء أو الأرض أو يضر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وكذلك يؤدى إلى الإضرار بالعملية الإنتاجية كنتيجة للتأثير على حالة الموارد المتجددة".

ويعرف بعض العلماء تلوث الهواء بأنه وجود شوائب غازية أو صلبة أو سائلة فى الهواء، ويعتبر الهواء ملوثاً عندما توجد تلك الشوائب بتركيزات تبقى به لفترات زمنية كافية لإحداث ضرر بصحة الإنسان أو ممتلكاته أو بالحيوان أو النبات أو تتداخل فى ممارسة الإنسان لحياته العادية. كما يرى البعض أنه يمكن تعريف التلوث بأنه : " كل ما



يؤدى بطريقة مباشرة أو غير مباشرة إلى التأثير سلبياً على سلامة الوظائف المختلفة لكل الأنواع أو الكائنات الحية على الأرض (إنسان، حيوان، نبات)، وكذلك كل ما يؤدى بشكل مباشر أو غير مباشر إلى الإضرار بالعملية الإنتاجية نتيجة للإقلال من كمية أو نوعية الموارد المتجددة المتاحة لهذه العملية .

وتعرف الدكتورة منى قاسم: التلوث بأنه : " كل ما يؤدى بشكل مباشر أو غير مباشر إلى الإضرار بكفاءة العملية الإنتاجية للتأثير السلبى والضرر على سلامة الوظائف المختلفة لكل الكائنات الحية على الأرض سواء النبات أم الحيوان ، وبالتالي يؤدى إلى ضعف كفاءة الموارد وزيادة تكاليف العناية بها وحمايتها من أضرار التلوث البيئى" ، إذ أن التلوث البيئى يؤثر على العملية التبادلية للمواد بشكلها الجماعى للإنتاج فى اتجاهين، الإتجاه الأول : أنه يهدد البيئة الطبيعية بالتدهور ، والإتجاه الثانى : إنعكاس تدهور الموارد الطبيعية على البيئة التكنولوجية التى يستخدمها الإنسان فى التعامل مع البيئة الطبيعية لإنتاج سلع وخدمات تشبع حاجاته ورغباته.

ومن وجهة نظرى الخاصة يمكن تعريف التلوث بأنه : " الفساد الذى يصيب كافة مكونات البيئة فيؤثر فيها ويغير من صفاتها وخواصها بما قد يؤدى إلى إتلافها أو هلاكها". وهذا ما أشار إليه القرآن الكريم فى قوله تعالى : " ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدى الناس ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون" سورة الروم : الآية ٤١ .

## أنواع الملوثات

يعتبر التلوث من أهم الظواهر البيئية المميزة للعصر الحديث. وفي الحقيقة فإن التلوث - بآثاره المختلفة - يجب أن يتسع مفهومه ليشمل تلوث المياه والهواء والتربة، وكذلك التلوث الناجم عن الضوضاء والإشعاع.

ويمكن تقسيم الملوثات إلى عدة أنواع طبقاً لنشأتها، طبيعة تأثيرها، قابليتها للتحلل ومن حيث كيفية تأثيرها.

أولاً - تقسيم الملوثات طبقاً لنشأتها

تنقسم الملوثات حسب طريقة تكوينها إلى قسمين :

### ١- الملوثات الطبيعية :

وهي الملوثات ذات المصدر الطبيعي والتي تنتج من مكونات البيئة ذاتها دون تدخل الإنسان، أي أن الإنسان وحضارته ليس لهما أي دور في إنتاج تلك الملوثات وبثها إلى البيئة ، مثل : الغازات والأتربة التي تقذفها البراكين، وأكاسيد النيتروجين التي تتكون في الهواء نتيجة للتفريغ الكهربائي، وحبوب اللقاح التي تنتقل وتنتشر من النباتات الزهرية وتسبب بعض أمراض الحساسية. وفي الحقيقة فإن تأثير هذه الملوثات الطبيعية على البيئة ضئيل جداً، بل يصل إلى الدرجة التي يمكن القول بأن هذه الملوثات تصبح ذات تأثير غير ملوث أو ضار بالإنسان أو النبات أو الحيوان إذا ما قورنت بما يسببه الإنسان ذاته وحضارته الحديثة من تلوث للبيئة ولجميع الكائنات الحية من حوله.

ومن أمثلة هذه الملوثات الطبيعية :

( أ ) مخلفات أجسام الكائنات الميتة والتي تجد طريقها إلى المياه فتلوثها.  
(ب) الرواسب والمواد الذائبة التي تحملها مياه الأمطار أثناء مرورها فوق التربة والصخور، [شكل ١] وهذه الرواسب تحوي الرواسب المعدنية والفضلات العضوية الناتجة من تعفن النباتات الميتة.



شكل (1-3)  
مياه الأمطار تحمل الرواسب والمواد الذائبة أثناء مرورها فوق التربة والصخور إلى المياه السطحية

(ج) المواد السامة التي تجد سبيلها إلى المياه عن طريق إذابة مياه الأمطار أثناء تساقطها، لغازات  $SO_x$  ،  $NO_x$  [حيث  $x = 1, 2, 3$ ] وغيرها والتي توجد في الهواء الجوى، وهذا ما يسمى بالمطر الحمضى.

(د) الحرائق : وخاصة حرائق الغابات التي تلوث الجو بنواتج إحتراق الأشجار.

(هـ) الأملاح الذائبة والتي توجد في مياه البحار بنسب عالية جداً، مما يتسبب عنه تسمم مياه تلك البحار بحيث تصبح غير صالحة للحياة، فتندثر منها الأحياء المائية بجميع أنواعها ، مثل : مياه البحر الميت. كما أن هذه الأملاح قد تصل إلى التربة الزراعية بنسب عالية فتفسدها وتجعلها مالحة جداً وغير صالحة للزراعة.

(و) البراكين : تغذف البراكين في الجو كميات كبيرة من الغازات والملوثات الأخرى [شكل ٢].

## ٢- الملوثات غير الطبيعية



وهي تلك الملوثات الناتجة من فعل الإنسان وإستخدامه للأجهزة والتقنيات الحديثة ، كذلك الناتجة عن شتى التفجيرات النووية ووسائل النقل والمواصلات وكذلك النفايات الصناعية.

وتعتبر هذه الملوثات هي الضريبة التي فرضتها الحضارة الحديثة والتقنيات المتقدمة على بنى البشر ومجتمعاتهم التي يعيشون فيها. ويدخل ضمن قائمة الملوثات غير الطبيعية.

شكل (2)  
كميات كبيرة من الغازات  
والملوثات تطلق من البراكين  
فى الجو

( أ ) المخلفات الصناعية وهي المواد الكيميائية الناتجة عن الصناعات المختلفة.

(ب) المخلفات الناتجة عن إحتراق الوقود وخاصة وقود السيارات والناقلات .

(ج) الإشعاعات الناتجة عن التفجيرات النووية . مثال ذلك : الإشعاعات التي نتجت عن إلقاء قنبلى هيروشيما ونجازاكي عام ١٩٤٥م. [شكل ٣] والإشعاعات المتسربة أيضاً من بعض المفاعلات النووية أو التي تصاحب إنفجار هذه المفاعلات كما حدث فى مفاعل تشرنوبيل بالإتحاد السوفيتى السابق، حيث غطت آثار الإشعاعات النووية مساحات كبيرة من دول العالم، وأثرت هذه الإشعاعات على مصادر الغذاء النباتية والحيوانية.



(د) المبيدات الحشرية  
المستخدمة للقضاء  
على الآفات  
والحشرات الضارة  
بالتربة  
والمزروعات أو  
بالإنسان. حيث  
تتراكم المبيدات في  
التربة وتغير من  
خواصها وتغير ما  
يزرع فيها من  
محاصيل، كما أنها  
قد تصل إلى

شكل (3)  
كميات كبيرة من الغارات والملوثات فذفت  
من القنبلة التي سقطت على مدينتي ناجازاكي  
وهيروشيما في اليابان عام 1945

الإنسان من خلال غذائه وشرابه أو الهواء الذي يتنفسه، فتسبب له  
المتاعب والأمراض أو قد تفتك به وتؤدي إلى هلاكه.

ثانياً - تقسيم الملوثات حسب طبيعة تأثيرها :

#### ١- ملوثات إحيائية (بيولوجية)

وهي الملوثات الناتجة عن الأحياء التي إذا وجدت في مكان أو زمان  
بكم غير مناسب تسبب أضراراً للإنسان والنبات والحيوان، مثل :  
الفيروسات والبكتيريا التي تنتشر أنواعها في الهواء والماء وتسبب أمراضاً  
للكائنات الحية. ومثال ذلك أيضاً حبوب لقاح بعض النباتات الزهرية والتي

تنتشر فى مواسم معينة مسببة أمراض الحساسية فى الجهاز التنفسى  
للإنسان.

#### ٢- ملوثات كيميائية

وتشمل الغازات المتصاعدة من المصانع والسيارات، والمبيدات  
بأنواعها، وكذلك الجسيمات الدقيقة التى تنتج من مصانع الأسمنت،  
والأسيستوس، والكيمياويات السائلة التى تلقى فى التربة أو الماء مما يسبب  
أضراراً بالكائنات الحية جميعها. فمصانع الورق والحديد والصلب والأسمنت  
والأسمدة والألومنيوم وغيرها تسهم فى ارتفاع نسبة الأتربة الناتجة من  
دخان تلك المصانع ومخلفاتها. ومن الأخطار التى تهدد سكان بعض المناطق  
إنتشار نسبة السليكا الحرة وثانى أكسيد السيليكون، حيث تنعكس آثارها  
على الرئتين وتصابان بما هو معروف بمرض السلكين. كما أن إنتشار غبار  
الأسبيستوس (Asbestos dust) يسبب مرض الأسبيستية (Asbestic  
disease).

#### ٣- ملوثات فيزيائية

مثل الضوضاء والتلوث الحرارى والإشعاعات بأنواعها وخاصة  
الإشعاعات الصادرة عن المفاعلات النووية. وتشكل المواد المشعة خطراً  
كبيراً على الإنسان كماً ونوعاً، فالأشعة تحطم الخلايا الحية بجسم الإنسان  
وتتلفها وتسبب مرض سرطان الدم أو سرطان الجلد أو سرطان العظام ،  
كما أنها تؤثر على الصفات الوراثية.

ثالثاً - تقسيم الملوثات من حيث قابليتها للتحلل

#### ١- ملوثات قابلة للتحلل العضوى:

وهى تلك الملوثات التي يمكن للعوامل الطبيعية والمناخية والبيئية تفكيكها وإمتصاصها ويندرج تحتها غاز ثاني أكسيد الكربون ومركبات النترات.

#### ٢- ملوثات غير قابلة للتحلل العضوي:

وهى تلك الملوثات التي لا يمكن تفتيتها عضوياً أو أن عملية تفتيتها تستغرق زمناً طويلاً. ومثل تلك الملوثات تظل عالقة في الأنظمة الطبيعية وتؤدي إلى تلويثها مما يمنع أو يحد من إستخدامها بواسطة الإنسان ، ومنها المخلفات المعدنية ، مثل : المطاط والزجاج، وكذلك المخلفات الصناعية ، مثل : منتجات البلاستيك، مساحيق ومواد النظافة المنزلية والكيمائيات المختلفة. وتعتبر الصناعات وخاصة التحويلية منها هي المصدر الأساسي للملوثات الغير قابلة للتحلل العضوي بفعل الأنظمة البيئية. كذلك فإن الصناعات التحويلية من المصادر الهامة للملوثات السامة ، مثل : مركبات المعادن الثقيلة كالرصاص والزنك والكاديوم وغيرها.

ومن المعروف أن الصناعات التحويلية لا تبعث بمخلفات قابلة للتحلل العضوي إلا أن هناك بعض الصناعات الغذائية تنتج ملوثات قابلة للتحلل العضوي، ولكن الجزء الأكبر من ملوثات الصناعات التحويلية هي ملوثات غير قابلة للتحلل مما يؤدي إلى تزايد مشاكل التلوث البيئي.

#### رابعا - تقسيم الملوثات حسب تأثيرها

##### ١- تلوث مباشر

مما لا شك فيه أن مصادر التلوث وأنواعه عديدة وآثاره وخيمة، ومما يؤدي إلى تضخم المشكلة وتفاقمها هو أن الكمية اللازمة لإحداث

التلوث ضئيلة جداً، خاصة عند تعرض الإنسان بطريقة مباشرة لمصادر التلوث دون وسيط يخفف من درجة التلوث وحدته.

ومن أمثلة التلوث المباشر :

( أ ) تعرض الإنسان للإشعاعات الصادرة من جسم مشع أو أى مصدر للإشعاع كالكوارث النووية التى زادت حدتها فى الأعوام الماضية ومنها حادث الانفجار فى مفاعل تشرنوبيل بولاية الأوكران بالإتحاد السوفيتى السابق وما تبع ذلك من تسرب للإشعاعات النووية التى أثرت بطريقة مباشرة على أولئك الناس الذين يعملون فى تلك المحطة النووية وعلى آخرين مما يسكنون أو يعملون بالقرب من هذه المنطقة.

(ب) إستنشاق هواء ملوث بغازات أو أبخرة سامة من تلك التى تبثها فى كل لحظة المصانع والمحاجر وعوادم السيارات وغيرها.

(ج) تعرض الإنسان لرداؤ متطاير من أنف أو فم مريض مصاب بأحد الأمراض الفيروسية المعدية.

٢- تلوث غير مباشر

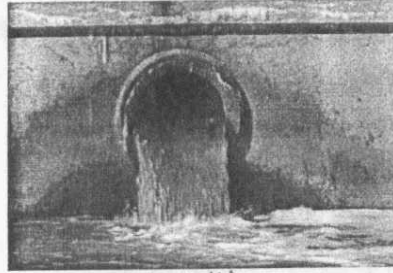
قد يتعرض الإنسان لمصادر التلوث بطريقة غير مباشرة من خلال غذائه أو شرايه أو ممارسته لحياته اليومية ، ومن أمثلة ذلك :

( أ ) تلوث مياه الشرب :

حيث يعتبر الثلج المحضر من مصادر ملوثة أو غير مأمونة والمستخدم فى تبريد مياه الشرب أحد أسباب تلويث المياه. ومن أهم مصادر



تلوث مياه الشرب المستحضرات الكيميائية المستعملة في معالجة التربة والنباتات، كمبيدات الحشرات والأسمدة الكيميائية التي قد يتسرب جزء منها إلى مياه الشرب، أو قد تنتقل سمومها إلى الإنسان عن طريق منتجات الحيوانات التي تشرب ماءً ملوثاً كالأبقار والدواجن.



(شكل 4)  
تلوث مياه الشرب بتسرب محتويات  
شبهكات المجارى إليها

ومن المصادر  
الخطيرة لتلوث مياه  
الشرب شبكات  
المجارى، إذ قد  
تتسرب بعض  
محتويات شبكات  
المجارى، إن لم تكن  
معزولة بإحكام، إلى  
مياه الشرب فتلوثها [شكل 4].

ومن الأمراض الشائعة التي يعتبر الماء وسيطاً ممتازاً لنقلها أمراض الكوليرا والجدري والتيفويد. وتعزى ١,٥% من وفيات الأطفال دون سن السادسة إلى أمراض تنقل عن طريق ماء الشرب الملوث.

#### (ب) حمامات السباحة :

تعتبر حمامات السباحة مرتعاً خصياً لجراثيم الأمراض الجلدية وغيرها من الجراثيم والفيروسات التي تصيب الأنف والفم والحلق والأذن والعين، والتي تنتقل من خلال شخص مصاب يستخدم مياه حمام السباحة أو

أى مصدر آخر يؤدي إلى تلوث المياه نتيجة عدم العناية بحمام السباحة وتعقيمه بطريقة دورية سليمة.

#### (ج) الأغذية الملوثة :

قد يتلوث الغذاء بعناصر كيميائية ضارة وجدت طريقها إلى الغذاء بسبب الإضافة المتعمدة أو بسبب معالجة الحيوانات بالأدوية أو بسبب تعرضها للمواد الكيميائية التي تلوث المراعى، كما تختلط العناصر الكيميائية بالغذاء بسبب الإهمال خلال مراحل الإنتاج الغذائى. ويعتبر تلوث التربة ومياه الري والمحاصيل الزراعية من أهم أسباب التلوث الغذائى.

#### خامساً - تقسيم الملوثات حسب حالتها

تقسم الملوثات والمواد الملوثة حسب حالتها الموجودة عليها إلى ثلاثة أنواع ، هى:

١

#### - الملوثات الصلبة

وهى تلك النفايات الموجودة على الهيئة الجامدة ، مثل : المخلفات الناتجة عن العديد من الصناعات أو بعض أنواع المبيدات التى تستخدم للقضاء على الآفات والحشرات الضارة أو الغبار وتلك الأتربة الناتجة عن بعض الصناعات كصناعة الأسمنت وغيرها.

#### ٢ - الملوثات السائلة

وهي تلك النفايات الموجودة على الهيئة السائلة الجارية، كمحاليل المواد الكيماوية التي تُقذف بها المصانع فى المجرى المائية، ومياه المجرى بما فيها من مخلفات ومواد ضارة (شكل ٥). يضاف إلى ذلك بعض أنواع المبيدات. ويعد التلوث بالنقط ومشتقاته من أهم الملوثات المائية السائلة وأوسعها إنتشاراً. وغالباً ما يحدث التلوث بالنقط عن طريق تسرب النقط من ناقلات البترول أو غرق تلك الناقلات .

### ٣- الملوثات الغازية

وهي تلك النفايات التي تكون موجودة على هيئة الغاز، كالغازات الضارة المتصاعدة من مداخن المصانع أو الغازات الناتجة فى عوادم السيارات، أو الغازات الناتجة عن البراكين وغيرها [شكل ٥].



تشكل رغبة الإنسان فى الراحة والإستجمام سبباً من أسباب التلوث. فنجد أن الإنسان طور الكثير من المواد المصنعة التي تلوث البيئة من أجل توفير وقته وجهده وماله. وببذل المزيد من الجهد يمكن التخلص من

(شكل 5) تلوث الهواء بتصاعد أنغارات المختلفة من مداخن لحد محطات توليد الكهرباء

التلوث الناتج عن هذه المواد. ولكن بالنظر إلى أن الوقاية من التلوث تعد غالباً باهظة التكلفة. فإنها كثيراً ما تعد مسألة غير عملية. ويعطى إستخدام مواد التعبئة التي ترمى مباشرة بعد إستخدامها مثلاً يوضح كيف أن رغبتنا

فى الراحة تسبب وتساعد فى تلوث البيئة. ويمكن الإحتفاظ بتلك العبوات مثل علب الألومنيوم والصلب والقوارير الزجاجية والبلاستيكية وإعادة إستخدامها، أو يمكن طحنها حيث تستخدم كمادة أساسية مرة أخرى. لكن الكثير من الناس يفضلوا إلقاء هذه الأوعية مباشرة.

### النفائات المشعة

تعتبر النفائات المشعة الناتجة عن استخدام المصادر المشعة عقبة أساسية امام الاستغلال الأمثل للطاقة النووية إضافة الى انها من المشكلات المعقدة حول جدوى الاستغلال الأمثل للطاقة النووية.

يعتمد مستقبل الصناعة النووية إلى حد بعيد على مدى قدرة هذا النوع من الصناعة على التحكم والسيطرة على المخلفات والنفائات المشعة المتولدة من استخدام المصادر المشعة . ولا يخلو أي أسلوب لتوليد الطاقة من توليد نفائات يجب إيجاد الطرق الملائمة لحماية الإنسان والبيئة من أثارها السلبية، لاسيما من حيث حجم النفائات المتولدة وخطورتها المباشرة على الإنسان والبيئة ومدى اضمحلال أو تفاقم أثارها السلبية مع مرور الزمن. فعلى سبيل المثال فإن توليد ألف ميغا وات من الطاقة الكهربائية يحتاج يوميا إلى ١٠٠٠ طن من الفحم الحجري ، وينتج عن هذه العملية انطلاق ٣٠٠ طن من ثنائي أكسيد الكبريت وخمسة أطنان من الرماد الذي يحتوى على عناصر أخرى مثل الكلور والكادميوم والزرنيخ والزنبق والرصاص بالإضافة إلى بعض العناصر المشعة. وفي المقابل ينتج عن

توليد نفس الطاقة الكهربائية في محطة قوى نووية ٥٠٠ متر مكعب من النفايات في العام.

#### مصادر النفايات المشعة

تتنوع مصادر النفايات المشعة تبعا لنوع عمليات التصنيع الناجمة عنها ومن تلك المصادر ما يلي:-

- ١- محطات القوى النووية.
- ٢- جميع عمليات ومراحل دورة الوقود النووي ونتاج الاسلحة النووية .
- ٣- استخراج الخامات النووية ، مثل اليورانيوم والثوريوم.
- ٤- استخدام النظائر المشعة في البحث العلمى وفى الصناعة والتعدين والزراعة.
- ٥- الطب النووى بما فيه التشخيص والعلاج ونتاج العقاقير والمصادر المشعة.

وعلى الرغم من أن جميع الأنشطة المرتبطة بالمصادر يتولد عنها نفايات ، إلا أن حجم هذه الأنشطة يختلف من دولة إلى أخرى ، ففي حين توجد جميع الأنشطة المذكورة في الدول الصناعية النووية ، تكاد لا تخلو دولة نامية من جميع أو معظم الأنشطة الثلاثة الأخيرة ، ويوضح الجدول (١) بعض النظائر المشعة الرئيسية التي تشكل الجانب الأكبر من النفايات المشعة.

جدول (١) النظائر المشعة الرئيسية التى تشكل الجانب الأكبر من النفايات المشعة.

نوع الأشعاع الصادر	العمر النصفى (سنة)	النظير
بيتا	٢٩	سترنشيوم ٩٠
بيتا	<sup>٧</sup> ١٠×١,٦	يود ١٢٩
بيتا وجاما	<sup>٦</sup> ١٠×٢	سيزيوم ١٣٥
بيتا وجاما	٣٠	سيزيوم ١٣٧
بيتا	<sup>٥</sup> ١٠×٢	تكنيتيوم ٩٩
ألفا	٧٣٤٠	ثوريوم ٢٢٩
ألفا	<sup>٤</sup> ١٠×٧,٧	ثوريوم ٢٣٠
ألفا	<sup>٦</sup> ١٠×٢,١	نيتونيوم ٢٣٧
ألفا	٢٤٠٠٠	بلوتونيوم ٢٣٩
ألفا	٦٥٨٠	بلوتونيوم ٢٤٠
ألفا	٤٦٠	امريسيوم ٢٤١
ألفا	٧٣٧٠	امريسيوم ٢٤٣
ألفا	٣٢	كيوريوم ٢٤٣
ألفا	١٨	كيوريوم ٢٤٤
السينية (x)	<sup>٤</sup> ١٠×٨	نيكل ٥٩
بيتا وجاما	<sup>٤</sup> ١٠×٢	نيوبيوم ٩٤
جاما	٥,٣	كوبلت ٦٠

### تصنيف النفايات المشعة

ليس هناك تصنيف دولي موحد للنفايات المشعة ، حيث أن ذلك يعتمد إلى حد كبير على أنظمة كل دولة وعلى المعايير التي استخدمت كأساس لتعريف النفايات المشعة ، كما يعتمد كذلك على مدى تطور الصناعة النووية في تلك الدولة وحجم الأنشطة ونوعها.

لجأت العديد من الدول والمنظمات الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع إلى تصنيف النفايات المشعة آخذة في الحسبان الطرق المقترحة لحفظها ومعالجتها والتخلص منها ، وعلى ضوء ذلك فإن النفايات المشعة تصنف إلى مايلي:-

- نفايات ذات مستوى إشعاعي عال ، وهي النفايات المشعة الناتجة عن الوقود النووي المعالج أو المستنزف ، وتتميز بأنها ذات أعمار نصفية طويلة وينبغي حفظها في مظامير دائمة.
- نفايات ذات مستوى إشعاعي متوسط ، وتنتج عن عمليات إنتاج أو استخدام بعض النظائر المشعة. وفي حين أنه يمكن تصنيف النفايات السائلة ذات المستوى الإشعاعي المتوسط اعتمادا على الأنشطة الإشعاعية للنفايات وطرق معالجتها ، إلا أن الأمر أكثر تعقيدا في حالة النفايات المشعة الصلبة ، حيث يجب الأخذ في الحسبان - إلى جانب العوامل السابقة - نوع الإشعاع الصادر والعمر النصفى للمادة وسميتها الإشعاعية ، بالإضافة إلى العوامل التي يجب مراعاتها عند الحفظ. فعلى سبيل المثال - ولأغراض التخلص من النفايات - فإن

النفائيات المشعة السائلة المتوسطة المستوى هي تلك التي يزيد نشاطها الإشعاعي عن ٣,٧ جيجا بيكرل في المتر المكعب.

• نفائيات ذات مستوى إشعاعي منخفض ، وتشمل جميع النفائيات التي لا تدخل ضمن التصنيفين السابقين ، وتشكل الذرء الأكبر من النفائيات المشعة ، حيث تصل في بعض الأحيان إلى مايزيد عن ٧٠% من إجمالي النفائيات. وتنتج بشكل أساسي من استخدام النظائر والمصادر المشعة في الطب والبحث العلمي والتطبيقات الصناعية.

أما فيما يتعلق بالنفائيات المشعة الغازية فنظرا إلى أن نطاق النشاط الإشعاعي لها يكاد يكون محدودا ، وبالتالي قلة طرق معالجتها ، فإنه لا يمكن اعتماد التصنيفات السابقة الذكر في حالة النفائيات المشعة الغازية ، حيث يتم التصنيف حسب مستوى النشاط الإشعاعي الكلى لكل وحدة كجم.

#### **إدارة النفائيات المشعة وطرق التخلص منها :**

إن الهدف الأساسي لأي برنامج لإدارة النفائيات المشعة والتحكم فيها هو الوصول إلى الوضع الذى يضمن حماية الإنسان والبيئة من مضر تلك النفائيات ، وقد يعنى ذلك - لاسيما في بعض حالات النفائيات ذات المستوى الإشعاعي المنخفض - معالجتها ثم إطلاقها في البيئة ، حيث أن معالجتها أو حفظها أو كلاهما قد تؤدي إلى خفض مستواها الإشعاعي إلى حد يقل عن مستواها الإشعاعي الطبيعي ، يعنى ذلك أيضا الاضطرار إلى حفظ تلك النفائيات لمئات أو آلاف السنين ، ويبرز ذلك جليا في حالة النفائيات ذات المستوى الإشعاعي العالى.



ولا يعنى اصطلاح "حماية الإنسان والبيئة" بالضرورة عدم احتمال وجود الخطر ، ولكن قد يعنى أن ذلك الاحتمال قابل للمواجهة والمعالجة ، أو أن الفائدة للمجتمع من تحمل وجودة تبرر بقاءه.

ويمكن التخلص من النفايات المشعة حسب مستواها الإشعاعى

كمايلى:-

#### ١- النفايات ذات المستوى العالى

هناك عدة طرق مقترحة لحفظ النفايات ذات المستوى الإشعاعى العالى ، وإضافة إلى أن الكثير منها لا يزال فى طور التجربة فهى باهظة التكاليف ، ومن هذه الطرق مايلي:-

( أ ) الدفن فى مطامر دائمة فى أعماق مختلفة وفى تكوينات جيولوجية مستقرة.

(ب) تغيير التركيب الذرى من خلال قذف النفايات بجسيمات فى معجلات أو مفاعلات انشطارية أو اندماجية.

(ج) الدفن تحت الجليد فى أعماق بعيدة تحت المحيط المتجمد.

(د) الطرح فى الفضاء الخارجى.

(هـ) الدفن تحت قاع المحيطات.

ومن الجدير ذكره أن الدفن فى تكوينات جيولوجية مستقرة لا يزال هو الطريقة التى تحظى باهتمام الكثيرين فى الوقت الحاضر ، ويجب عند تبنى هذه الطريقة الأخذ فى الحسبان عوامل عديدة مثل نوع الصخور ونشاط الزلازل فى المنطقة والتكوينات المائية الموجودة فى المنطقة أو

القريب منها ، بالإضافة إلى العوامل النفسية وتقبل الرأي العام لوجود مثل هذه المدافن.

وللتدليل على مدى تأثير العوامل النفسية وتأثير الرأي العام في مثل هذا المجال يجدر بالذكر هنا أنه لا يوجد في الولايات المتحدة الأمريكية في الوقت الحاضر أي مدافن دائمة للنفايات ، حيث لا تزال تحفظ بصورة مؤقتة في ٦٠ موقعا تمثل مواقع محطات للقوى النووية، ويتوقع أن يصل هذا الرقم إلى أكثر من ٤٠ ألف طن في عام ٢٠١٠م.

## ٢- النفايات ذات المستوى الإشعاعي المتوسط والمنخفض

ويمكن التخلص من أثرها الإشعاعي حسب حالتها سواء أكانت سائلة أم صلبة حسب مايلي:-

### ( أ ) النفايات المشعة السائلة

تحدد عادة الجهة المختصة بالحماية من الإشعاع في كل دولة مستوى النشاط الإشعاعي الذي يجب أن تصل إليه النفايات المشعة السائلة قبل السماح بإلقائها في شبكة الصرف الصحي العامة. وتتم عملية إدارة النفايات المشعة السائلة خلال الخطوات والمراحل التالية :-

(١) التجميع : ويعمل به في حالة كون النفايات المشعة السائلة ذات مستوى إشعاعي منخفض ولكن أعلى من المسموح به من الجهة المختصة لإلقائه في شبكة الصرف الصحي العامة ، فإنه يتم تجميعها في أوعية من البلاستيك ذات أحجام مختلفة ، أو أوعية زجاجية في حالة وجود مواد عضوية عالقة ، ويتم بعد ذلك القياس الدوري

لمستوى الإشعاع ، وعند وصوله إلى المستوى المسموح به فإنه يتم تصريف النفايات من خلال شبكة الصرف الصحي. وعندما يكون حجم النفايات كبيرا جدا يتم حفظها في خزانات متصلة بعضها ببعض ، وعندما يمتلئ أحد الخزانات يتم تحويل النفايات إلى خزان اخر ، ويتم مراقبة المستوى الإشعاعي في الخزانات السابقة.

(٢) **المعالجة :** في حالة احتواء النفايات السائلة على نويدات ذات عمر نصفى طويل فإن ذلك يستدعى معالجتها قبل التخلص منها . والمعالجة الكيميائية هي الأكثر شيوعا ، وتستخدم فيها طرق مشابهة لتلك التى تستخدم فى معالجة المياه ، مثل الترسيب والتبخير والتبادل الأيونى . وتتميز هذه الطرق بكلفتها القليلة وإمكان معالجة عدد كبير من النويدات المشعة .

#### (ب) النفايات المشعة الصلبة

فيما يتعلق بالنفايات المشعة الصلبة فإنها تمر خلال المراحل التالية:-  
(١) التجميع والفصل : حيث يتم تحديد مركز للتجميع تجلب إليه النفايات الصلبة ومن ثم يتم فرزها وتصنيفها من حيث قابليتها للاحتراق من عدمه ، ومن حيث قابليتها لإكماش الحجم ، وذلك لتسهيل المعالجة والتخلص ، كما يتم فرز تلك التى لا تزال نشطة إشعاعيا من غيرها.

(٢) **المعالجة :** وتشمل مايلي:-

أ - الحفظ المؤقت : وذلك فى حالة النفايات التى تشمل نويدات ذات عمر نصفى قصير والتى يمكن حفظها حتى وصول

نشاطها الإشعاعى إلى الحد المسموح به من قبل الجهة المختصة لاعتبارها مادة غير نشطة.

ب - الحرق : ويؤدى إلى تخفيض شديد فى حجم هذه المواد ، وبالتالي إلى سهولة الحفظ إلا أن ذلك لا يخفض من المحتوى الإشعاعى الكلى.

ج - الدفن : ويعد أكثر الطرق شيوعا بالنسبة للمواد الصلبة التى يصعب اعتبارها أو تحويلها إلى نفايات عادية . ويتم الدفن فى مداخل مفتوحة ، أو فى مداخل مغلقة قريبة من السطح.

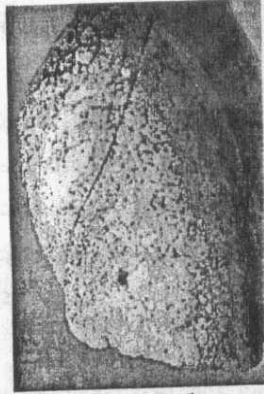
#### غاز الرادون وتأثيراته البيئية

يحظى غاز الرادون بأهمية متزايدة فى الأوساط العلمية لما يعتقد من تأثيره على الصحة إذ أنه مصدر من مصادر الإشعاع التى يمكن أن تدخل الجسم البشرى عن طريق التنفس. وقد اهتمت به الهيئات المعنية بالبيئة إهتماما واضحا ، وصنعت أجهزة لقياسه. ووضعت الحكومات المختلفة حدودا لتركيزه فى الهواء وأوصت بعدم بناء منازل فى المناطق التى يزداد تركيزه فيها.

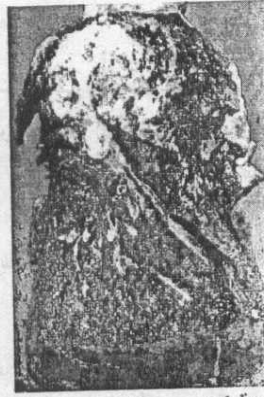
يصنف الرادون على أنه من الغازات الخاملة (مثل الهيليوم والنيون والارجون) والتى لا تتفاعل كيميائيا ، وهو مع ذلك أكثر حركة من كثير من الغازات المعروفة ، فهو يخرج من عمق عدة أمتار من الأرض خلال الشقوق الأرضية وينتشر فى هواء المنازل بحيث يدخل هو أو سلالته إلى الرنة.

## الرادون وسرطان الرئة

بدأ الاهتمام بالرادون في الثلاثينيات عندما لوحظ زيادة الإصابة بسرطان الرئة لدى عمال المناجم ، حيث تزداد نسبة تركيزه في هواء كهوف المناجم . وفي الخمسينيات قدمت دراسات تثبت أن سبب الزيادة الملحوظة في السرطان ليس الرادون بالدرجة الأولى بل سلالاته ، فكون الغاز مشعاً لجسيمات يعني أنه يتحول إلى عنصر آخر عند إطلاق هذه الجسيمات . والجسيمات المنطلقة من الرادون هي جسيمات ألفا الثقيلة الوزن نوعاً ما .



رئة شخص غير مصاب



رئة شخص مصاب بسرطان

(شكل 6)  
التعرض الطويل لغاز الرادون أو أحد سلالاته وكذلك التدخين  
من أهم الأسباب سرطان الرئة

والعنصر الذى يتحول إليه الرادون هو بدوره عنصر مشع سيطلق جسيمات أخرى ليتحول إلى عنصر آخر ، وهكذا إلى أن نصل في نهاية المطاف إلى عنصر الرصاص غير المشع ، وهذا هو المقصود بالسلسلة . وسلسلة الرادون من النظائر المشعة ليست خاملة كالرادون ، بل تلتصق بدقائق الغبار الصغيرة العالقة في الهواء الجوى وعند تنفس هذه الدقائق فإنها تدخل إلى الجهاز التنفسي ، وقد يتم إيقاف وتصفية الدقائق الأكبر حجماً في الأنف أو الجزء العلوى من الجهاز التنفسي إلا أن الدقائق الصغيرة تصل إلى الشعب الهوائية الدقيقة وتلتصق بالغشاء المخاطى وتبقى لفترة معينة قبل أن يطردها الجسم ، كما تصل بعض الدقائق إلى الحويصلات الهوائية في نهاية الشعب الدقيقة لتبقى فترة طويلة فيها أو تنقل للدم . وتكثف الدقائق المترسبة في الشعب الهوائية الدقيقة وفي الحويصلات جسيمات ألفا - الثقيلة نوعاً ما - التي تبتد طاقتها في منطقة موضعية صغيرة مسببة تأيناً كثيفاً في ذلك الموضع مما يؤدي إلى تلف الخلايا الحية في هذا الموضع أو إحداث تغيرات في صفاتها لسلسلة الرادون بحوالي ٥٠٠ ضعف جرعة الرادون ذاته في بعض الحالات.

#### مصادر وصفات الرادون

هناك نظائر مشعة كثيرة موجودة في البيئة بصفة طبيعية تطلق الإشعاعات بصورة مستمرة . فهناك ثلاث سلاسل أساس تبدأ كل منها بنظير معين يتحلل إلى نظائر أخرى مشعة منها الرادون وتنتهي بنظير غير مشع أى مستقر . تبدأ السلسلة الأولى بنظير اليورانيوم ٢٣٨ ، والثانية بالثوريوم ٢٣٢ ، والثالثة باليورانيوم ٢٣٥ . ويبين الجدول سلسلتى

اليورانيوم والثوريوم وهما الأكثر وفرة في الطبيعة كما يبين عمر النصف لكل نظير فيها ونوع الإشعاعات الصادرة منه.

وتوجد عناصر السلاسل الإشعاعية الطبيعية التي تنتج الرادون بصورة رئيسية في التربة ، لذلك تعد التربة المصدر الرئيسي لغاز الرادون . ويزداد الرادون في المناطق الصخرية خاصة في الصخور البركانية والجرانيتية بسبب وجود كميات كبيرة نسبيا من اليورانيوم والثوريوم فيهما مقارنة بالتربة الرسوبية . لذلك يزداد تركيزه بصورة عالية في المناجم عموما وإن لم تكن مناجم لليورانيوم . فقد وجد مثلا أن تركيزه في مدينة واشنطن ١٢ ضعف تركيزه في الاسكا . وهناك تفاوت يومي كبير في التركيز قد يصل إلى ١٠٠ ضعف في وقت معين عنه في وقت آخر ، وللضغط الجوي ودرجة الحرارة أثر كبير على تركيزه ، فإذا قل الضغط الجوي عموما أدى ذلك إلى زيادة إطلاق الغاز من التربة ، ويفوق تركيز الرادون تحت سطح التربة تركيزه في هواء الغرفة بمئات المرات ، لذلك فإنه في حالة انخفاض الضغط داخل الغرفة بسبب سحب الهواء إلى الخارج مثلا بآلات لسحب الهواء أو ارتفاع درجة حرارة الغرفة أعلى من الخارج ، فإن الرادون يسحب من التربة بمعدل أسرع.

وينخفض تركيز الرادون بازدياد الرطوبة في الجو أو بالمطر ، وقد لوحظ أن أعلى تركيز له يكون في الساعات الأولى من النهار وأقل تركيز في الساعات المتأخرة بعد الظهر . كما يعتمد تركيزه على نفاذية التربة . فالترربة عالية النفاذية تسمح له بالخروج من الطبقات السفلى للأعلى . وللتهوية أثر شديد الفاعلية في تركيزه بل تكاد تكون العامل الأساسي في تخفيف تأثيره.

وتؤثر مواد البناء المستخدمة وخاصة الأسمنت والخرسانة على تركيز غاز الرادون داخل المنازل إذ تحتوي هذه المواد على نسب متفاوتة من اليورانيوم ٢٣٨ والثوريوم ٢٣٢ وبالتالي تمثل مصدرا مستمرا للرادون . كما يوجد اليورانيوم والثوريوم في مادة الجبس الفسفوري المستخرج من بقايا مصانع الفوسفات. لذلك يمكن أن يكون تركيز الرادون في المنازل الشعبية المبنية من الآجر والطين أقل مما في الأبنية الحديثة.

#### الرادون في الماء

تعد بعض مصادر المياه الجوفية العذبة المستخدمة للشرب والنظافة مصدرا مهما للرادون ، حيث أن الرادون يذوب في الماء وعند مرور الماء على الصخور فإنه يسحب منه غاز الرادون . فإذا كانت الفترة الزمنية منذ ضخ المياه من تحت الأرض وحتى إيصالها إلى المنازل قليلة يكون تركيز الرادون فيها عاليا وخاصة الرادون ٢٢٢ ذو نصف العمر ٣,٨ يوما . أما الرادون ٢٢٠ والرادون ٢١٩ فيكون مستواهما قليلا أو معدوما نظرا لصغر العمر النصفى لهما ، وقد ينخفض تركيز الرادون إذا خزن الماء فترة معينة تكفي لتفكيك الرادون ٢٢٢ . ومن ناحية أخرى قد توجد كميات صغيرة من الرادون ٢٢٦ في المياه الجوفية والذي ينحدر منه الرادون ٢٢٢ . وقد وجد أن تركيز الرادون في الماء يتفاوت من مكان إلى آخر تفاوتاً يزيد على عشرات المرات ، كما أنه يزداد في المياه العميقة عنه في المياه القريبة من السطح . وقد وجد كذلك أن تركيز الرادون في الماء يرتفع في حمامات المنازل عدة مرات عنه في بقية الغرف إن لم تكن هناك تهوية جيدة ، ويعتقد أيضا أن لحركة المياه الجوفية دورا واضحا في زيادة نسبة الرادون داخل المناجم ، إذ تصحب المياه السارية معها هذا الغاز من مناطق بعيدة



إلى جو المنجم . وفى إحدى الدراسات وجد أن ٨٥% من الرادون ناتج من التربة و ١١% من الهواء خارج المنزل و ٣% من مواد البناء وأقل ومن ١% من الماء . إلا أنه من المؤكد أن لا تنطبق هذه الأرقام على جميع المنازل لتغير طبيعة الأرض ومواد البناء ومصادر الماء من مكان إلى آخر . ومما يجدر ذكره أن وجود الرادون فى الماء لن ينتج عنه جرعة إشعاعية محسوسة للجهاز الهضمى ، بل يكون تأثيره فى زيادة تركيز الرادون فى الهواء وبالتالي تأثيره على الجهاز التنفسى . ويمكن أن يكون الغاز الطبيعى المستخدم فى المنازل مصدرا من مصادر الرادون أو سلالته لكونه يؤخذ من تجاويف أرضية عميقة يتسرب إليها الرادون من الصخور المجاورة . وقد وجدت أعضاء من سلالة الرادون مترسبة على مواسير وخزانات محطات معالجة الغاز حيث قد يصحبها الغاز معه عند مروره فيها.

#### مستوى الإشعاع والحماية الإشعاعية

من الصعب حساب أو قياس الجرعات الإشعاعية الناتجة عن الرادون و سلالته ، وهناك نماذج حسابية مختلفة إضافة إلى نماذج علمية تجريبية لتقويم تلك الجرعات ، وترجع الصعوبة فى تقويم جرعات الرادون لعوامل ومتغيرات كثيرة مثل التوزيع الكتلنى والحجمى لدقائق الغبار ، ومعامل التصاق تلك الدقائق وأحجام الدقائق التى تدخل إلى الشعب الهوائية وحجم المنطقة التى تؤثر فيها الإشعاعات وهكذا .

حفظت الجرعات العالية من الرادون الدوائر العالمية المختصة لتقديم توصيات حول تركيبات الرادون ومستوياته ، إلا أن هذه التركيزات أشارت الكثير من الجدل .

وقيل الإشارة إلى المستويات المقبولة وغير المقبولة من الرادون ينبغي توضيح بعض أمور الحماية الإشعاعية ، وخاصة ما يتعلق منها بالإشعاعات الطبيعية ، فالإشعاعات الطبيعية موجودة منذ وجد الإنسان والرادون جزء منها . ولقد ثبت بما لا يدع مجالاً للشك أن نسبة الإصابة بالسرطان تزداد بازدياد عدد المتعرضين لها . فلو فرضنا أن هناك مدينة معينة تعدادها ١٠ ملايين نسمة تعرضت لمستوى معين من الإشعاعات (كالرادون مثلاً) وأن هناك ١٠ حالات سرطانية تظهر سنوياً نتيجة لذلك ، فإن عدد حالات سرطانية تظهر سنوياً نتيجة لذلك ، فإن عدد حالات السرطان تقل إلى النصف أي خمس حالات لو قل مستوى الإشعاعات أو قل عدد المتعرضين للنصف . إن وجود الإشعاعات لا يعنى بالضرورة الإصابة بالسرطان بل إن نسبة معينة فقط هي التي تصاب به ، وتزداد هذه النسبة بازدياد مستوى الإشعاعات أو بزيادة عدد المتعرضين . لذلك فإن مبدأ الحماية الإشعاعية حالياً ينص على خفض الجرعات الإشعاعية إلى أقل مستوى يمكن إتجازة عملياً .

والحدود التي أوصت بها المنظمات الدولية المختلفة للعاملين فى مجال الإشعاعات والذين تقتضى مهنتهم التعرض لها هى الحدود التى تتساوى فيها مخاطر المهنة مع مخاطر المهن الأخرى . أما لعموم الجمهور من غير العاملين فى مجال الإشعاعات فتقل الحدود إلى مستويات تقل بأكثر من عشرين مرة .

والسؤال الذى لا يختلف فى جوابه بعض المختصين هو هل نسبة الأصابة بسرطان الرئة تتناسب مع تركيز الرادون فى الجو حتى عند التركيز المنخفض؟ . وهل العلاقة بين عدد الإصابات والتركيز لأى مجموعة معينة

من الأشخاص هي خط مستقيم على ورقة الخطوط البيانية ؟ . أى إذا تضاعف التركيز تضاعفت الأصابة ؟.

إن الدراسات الخاصة بتركيز الرادون في هواء المناجم وإصابات سرطان الرئة لدى عمال المناجم تثبت أن العلاقة قريبة من أن تكون طردية . فقد جاء في دراسات متابعة عمال المناجم لعشرات السنين مثل الدراسة التي تمت في تشيكوسلوفاكيا وكندا والسويد أنه مهما كان تركيز الرادون قليلا فهناك احتمالات هي بدورها قليلة للإصابة بسرطان الرئة .

وقد أوصت اللجنة الدولية للحماية الإشعاعية (ICRP) وكذلك المجلس الوطنى للحماية من غاز الرادون.

#### الحدود الإشعاعية للرادون فى المنازل

أوصت اللجنة الدولية للحماية الإشعاعية بأن الجرعة الإشعاعية لعموم الجمهور واحد مللى سيفرت فى السنة وهو ما اتخذته معظم دول أوروبا وهو ما يعادل ٤٠٠ بيكرل فى المتر المكعب من الهواء . وقد اتخذت كثير من دول أوروبا مستوى ١٠٠ بيكرل للمتر المكعب كمستوى يسمح فيه ببناء المساكن الجديدة . ومع ذلك فهناك حوالى عشرين ألف منزل فى إنجلترا يزيد المستوى فيها عن الحد الأقصى . وهناك أرقام مشابهة فى الدول الأخرى . أما بعض الدول الأوربية مثل فنلندا فقد اتخذت ٨٠٠ بيكرل فى المتر المكعب حدا أقصى فى المنازل القديمة و ٢٠٠ بيكرل للمنازل الجديدة ، ومع ذلك هناك حوالى ١,٤% من المنازل زاد تركيز الرادون فيها عن ٨٠٠ بيكرل فى المتر المكعب . أما الولايات المتحدة فقد اتخذت ١٥٠ بيكرل فى المتر المكعب (٤ بيكوكورى / لتر) كحد أقصى ويعتقد أن

٢٠% من المنازل تزيد على هذه النسبة . وهناك عدد لا بأس به يصل فيه المستوى عشرات أضعاف هذا المستوى بل مئات الأضعاف . ويعتقد حدوث ما بين ٥٠٠٠ و ١٠٠٠٠ حالة وفاة في السنة من سرطان الرئة بسبب الرادون في الولايات المتحدة، وهي وحدها تمثل ٦-١٢% من جميع حالات الوفاة بالسرطان. ومما يجب ذكره هنا أن هناك حد آخر لمستوى الرادون في الهواء يسمى " مستوى العمل " (WIL) اتخذ أصلا لعمال المناجم ويعادل ٣٧٠٠ بيكرل / متر مكعب (١٠٠ بيكوكوري / لتر) .

وبالرغم من أن الحد الأعلى في الولايات المتحدة أقل منه في أوروبا إلا أنه كان مثارا للجدل الواسع إذ يقول المنتقدون أن هذا الحد يعطي نسبة خطورة أعلى بحوالي مائة ضعف من نسبة الخطورة التي وضعتها لجنة التنظيمات النووية الدولية الأمريكية للإشعاع الناتج عن الطاقة النووية . ويعتقد أن نسبة السرطان من الرادون هو ٥٠٠ ضعف ذلك الناتج عن الطاقة النووية . وفي حين تشدد اللجنة على إنفاق المبالغ لحماية البيئة وإنقاذ الأرواح البشرية من خطر الإشعاعات من الطاقة النووية فإنها أكثر تساهلا مع الرادون. وتبين الدراسات في الولايات المتحدة أن التعرض بصورة مستمرة إلى ٤ مستويات عمل في السنة يؤدي إلى موت ١٣٠ شخص نتيجة سرطان الرئة لكل ألف شخص، بينما جاءت الدراسات في السويد بأنه تحدث حالة سرطان واحدة من كل ٣٠٠ شخص نتيجة لزيادة تركيز الرادون بمقدار حوالي ٣٧ بيكرل في المتر المكعب (١ بيكوكوري / لتر).

### قياس الرادون فى الهواء

نظرا لأن الإشعاعات الصادرة من الرادون وأعضاء سلالاته هى جسيمات ألفا وبيتا وإشعاعات جاما لذا فإنه من حيث المبدأ يمكن استخدام أى كاشف لهذه الجسيمات للكشف عن الرادون إذا وجد بتركيز مناسب للكاشف. إلا أنه فى الحالات التى تشمل فيها القياسات مناطق كثيرة ومتعددة كالمنازل مثلا فيجب أن يكون الكاشف قليل الكلفة وسهل الاستعمال وقابل للنقل بسهولة.

## الباب الخامس

### تلوث الهواء

#### الهواء

يمثل الهواء - في الكون - دعامة مهمة من دعائم الحياة، بل بدونها تستحيل الحياة على الإطلاق.

ويعد الهواء من أهم العناصر المكونة للبيئة، وعلى الرغم من أنه أوفرها وأرخصها إلا أنه أثمنها وأغلاها. فهو أساس الحياة الذي لا يمكن أن تستغنى عنه جميع الكائنات الحية، وفي مقدمتها الإنسان. فبينما نستطيع أن نستغنى عن الماء لعدة أيام، وعن الغذاء لعدة أسابيع، فإنه لا يمكننا الاستغناء عن الهواء.. ولو لدقائق معدودات.

والهواء لا يرى بالعين، ولكن يمكن الإحساس به، فنحن نشعر بحقيقة وجوده عند إهتزاز أغصان الأشجار، وارتفاع أمواج البحر، وسير السفن الشراعية، وما شابه ذلك من ظواهر طبيعية مختلفة.

#### مكونات الهواء

قديماً، وحتى الربع الأخير من القرن الثامن عشر الميلادي، كان الهواء يعدّ أحد العناصر الأربعة المكون للكون، وهي : الماء والتراب والنار والهواء. وحتى ذلك التاريخ كان الهواء يعدّ عنصراً مستقلاً بذاته، وليس مزيجاً من غازات مختلفة كما نعرفه اليوم. ومن الأسباب التي أدت إلى تأخر

إكتشاف حقيقة الهواء ومكوناته، أن الغازات المكونة له جميعها عديمة الرائحة واللون. ولذا ، يصعب تمييز الواحد منها عن الآخر.

وفي عام ١٧٧٥م، أثبت العالم الفرنسي "لافوازييه" (La voisier) أن الهواء يتكون من أكثر من غاز، وأن أحد الغازات المكونة للهواء هو غاز الأوكسجين.

وقد دلت التجارب على أن الهواء الجوى خليط معقد من عدة عناصر وغازات، يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام، وهى :

القسم الأول : غازات تظل في الحالة الغازية تحت أى ظروف جوية.

القسم الثانى : بخار الماء، وهو متغير، فقد يتحول من الحالة الغازية إلى السائلة أو الصلبة.

القسم الثالث : بعض الأجسام الصلبة، مثل: ذرات الغبار والسناج، وغيرها.

والغازات التى يتكون فيها الهواء الجوى هى مزيج من غازات النيتروجين والأوكسجين وثانى أكسيد الكربون وبخار الماء، وبعض الغازات النادرة وأهمها: الأرجون، ويوضح الجدول (١) التركيب الكمى لما نسميه بالهواء النظيف الجاف. وقد استثنينا من الجدول نسبة بخار الماء، الذى يوجد في الهواء الجوى بنسب تختلف حسب الموقع الجغرافى، وذلك لأن بخار الماء ليس له تكوين موحد على سطح الأرض.

وتختلف كمياته من مكان لآخر، ومن وقت لآخر معتمدة على درجة الحرارة، ونسبة الرطوبة، ومعدل التبخير من المصادر الطبيعية. وبصفة عامة، فإن كمية بخار الماء في الجو تتراوح ما بين (0.01%) إلى (5%). وغالباً ما تكون ما بين (1%) إلى (3%).

جدول (١): التركيب الكمي للهواء النظيف

م	المكون	الرمز الكيميائي	التركيز (%)	الكتلة الكلية (مليون طن)
1	نيتروجين	N <sub>2</sub>	78.90	4.220.000.000
2	أكسجين	O <sub>2</sub>	20.95	1.290.000.000
3	أرجون	Ar	0.93	72.000000
4	ثاني أكسيد الكربون	CO <sub>2</sub>	0.032	2.700000
5	نيون	Ne	0.0018	10.000
6	هيليوم	He	0.00052	4.000
7	ميثان	CH <sub>4</sub>	0.00015	4.600
8	كريتون	Kr	0.00010	16.200
9	هيدروجين	H <sub>2</sub>	0.00005	190.00
10	أكسيد النيتروز	N <sub>2</sub> O	0.00002	1.700
11	أول أكسيد الكربون	CO	0.00001	540.00
12	زينون	Xe	0.000008	2.010
13	أوزون	O <sub>3</sub>	0.000002	190.00
14	أمونيا (توشادر)	NH <sub>3</sub>	0.0000006	21.00
15	ثاني أكسيد النيتروجين	NO <sub>2</sub>	0.0000001	9.00
16	أكسيد النيتروجين	NO	0.00000006	3.00
17	ثاني أكسيد الكبريت	SO <sub>2</sub>	0.00000002	2.00
18	كبريتيد الهيدروجين	H <sub>2</sub> S	0.00000002	1.00

وبإمعان النظر في الجدول (٢) ، فإننا نجد أن النيتروجين والأكسجين هما الغازات الأكثر شيوعاً وانتشاراً في الجو. وهما يكونان معاً نحو (٩٩%) من حجم خليط الغازات الموجودة في الهواء الجوى. كما أن الغازات الأربعة :

الأكسجين والنيتروجين والأرجون وثاني أكسيد الكربون، فإنها تكون مجتمعة نحو (٩٩,٩٩%) من حجم ذلك الخليط. وفي الحقيقة، فإن النسبة الضئيلة الباقية تشتمل على أنواع عديدة من الغازات، والتي - غالباً - ما يكون مصدرها عوامل طبيعية.



فمثلاً، نجد أن غازات، مثل : كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ )، وثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) ، وأول أكسيد الكربون ( $CO$ )، تأتي إلى الجو نتيجة النشاطات البركانية. في حين أن غازات، مثل الميثان ( $CH_4$ )، والنوشادر ( $NH_3$ )، تنتج من التحلل اللاهوائي للنباتات والحيوانات. كما نجد أن أكاسيد النيتروجين المختلفة ( $NO_2$ ,  $NO$ ,  $N_2O$ ) تنتج من تأثير التفريغ الكهربى الذى يحدث في أثناء البرق. كذلك، تنتج الحرائق التى تحدث في الغابات أطنانا عديدة من غاز ( $CO_2$ ) في كل عام. ومما تجدر الإشارة إليه، أن بعض تلك الغازات تعتبر سامة، مثل النوشادر والميثان وأول أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز.

وبالإضافة إلى الغازات السابقة، فقد يحتوى الغلاف الجوى على كميات ضئيلة جداً من بعض الغازات الأخرى. فهو قد يحتوى على بعض الغازات الخاملة، مثل: الهيليوم والزينون والنيون.

ويختلط بالهواء كذلك كثير من الشوائب الأخرى غير الغازية، إلا أن هذا يكون دائماً على إرتفاعات محدودة من سطح الأرض.

فقد يحتوى الغلاف الجوى على بعض حبوب اللقاح النباتية والتي قد توجد أحياناً على إرتفاع يبلغ حوالى ستة أميال من سطح الأرض. كذلك، قد يحتوى على بعض ذرات التراب التى تحملها الرياح من تربة الأرض أو مما تنفثه البراكين. وهناك أيضاً ذرات الفحم الدقيقة والتي توجد عالقة في الهواء، وخاصة حول المناطق الصناعية. كذلك توجد أنواع من البكتيريا التى تسبح في الهواء. بالإضافة، إلى ذرات الملح التى تتطاير مع بخار الماء من سطوح الأرض.

وبخلاف مما سبق، فهناك ما يسمى بـ "تراب النجوم" الذي يأتي من الفضاء الخارجي، وتقدر كمية هذا التراب التي تدخل غلافنا الجوي بحوالي (٢٠٠٠) طن كل يوم.

#### هواء المدن الصناعية

يتميز الهواء الجوي بتركيبته الثابتة، غير أن الهواء الموجود فوق المدن الصناعية أو المناطق التي تكثر فيها المصانع، يحتوي على كثير من المكونات الإضافية التي تنتج من احتراق أنواع الوقود المختلفة في محطات التوليد والمصانع والآلات والسيارات [شكل ١-٤].



وعندما يحرق

الوقود الحفري، مثل:

الفحم أو البترول أو

الغاز الطبيعي، فإن

النواتج الرئيسية هي:

غاز ثاني أكسيد

الكربون ( $CO_2$ )،

والماء ( $H_2O$ ).

(شكل 1-4)  
تلوث الهواء في المدن الصناعية نتيجة لتصادم  
الغازات المختلفة من مداخن المصانع

ولا يعدّ غاز ثاني أكسيد الكربون أو الماء سامين، ولكن استمرار تزايد كمياتهما قد يؤدي إلى إحداث آثار خطيرة على المناخ. فثاني أكسيد الكربون في الجو قادر على أن يعمل كالزجاج في البيت الدافئ، الذي يمرر أشعة الشمس ولا يسمح بمرور الأشعة تحت الحمراء، ففي البيت الزجاجي

الدافئ، تمتص النباتات أشعة الشمس المارة عبر الزجاج، ثم تعيد إطلاق جزء مما امتصته كأشعة تحت حمراء لا تقدر على النفاذ إلى الخارج.

لذلك، فهذه الأشعة المحتجزة ترفع درجة الحرارة داخل البيت الزجاجي عن محيطه. ونفس الظاهرة تفسر ارتفاع درجة الحرارة داخل السيارة إذا كانت مغلقة النوافذ والأبواب ومعرضة لأشعة الشمس الساطعة. كذلك، فإن غاز ثاني أكسيد الكربون ينقل الضوء المرئي في نفس الوقت الذي يحجز فيه الضوء تحت الأحمر.

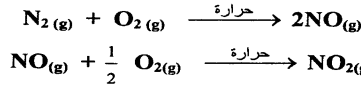
وعلى ذلك، فإن زيادة تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو قد يتسبب في إحداث ما يسمى "أثر البيت الزجاجي"، مما يؤدي إلى ارتفاع متوسط درجة الحرارة على سطح الأرض. وإذا حدث ذلك، فقد ينصهر الجليد عند القطبين وعلى قمم الجبال، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى المحيطات والبحار لتفويض على مساحات واسعة من القارات، مسببة فيضانات ضخمة وعاتية، يمكن أن تدمر كل شيء على سطح الأرض.

كذلك، فإن درجات الحرارة الأعلى، ستؤثر - حتماً - على أنماط الترسيب، ومعدلات سقوط الأمطار، والأحوال المناخية، بشكل عام.

ورغم أن ظاهرة البيت الزجاجي قد تصبح على المدى البعيد أكثر نتائج التصنيع ضرراً، إلا أن هناك خطراً أقرب يتمثل في النواتج الجانبية لعملية الاحتراق. فالوقود الحفري، الذي يستخدم في الأغراض المختلفة، ليس كله كربوناً نقياً أو هيدروكربونياً نقياً، وإنما توجد به كميات لا بأس بها من الكبريت، الذي يكون عند احتراق الوقود غازات (SO<sub>x</sub>)، التي تشمل غازي : SO<sub>2</sub> ، SO<sub>3</sub> ، وهما مادتان مؤذيتان، يمكن أن تسببا ضرراً بالغاً على الأغشية المخاطية في المجارى التنفسية.

وكما هو معروف، فإنّه عند الظروف الفعّلية ، يحترق الوقود إحتراقاً غير كاملاً ، حيث تتكون حبيبات من الكربون (العنصرى)، وغاز أول أكسيد الكربون CO، وتتبقى كمية من الوقود دون إحتراق. وتحمل الغازات الساخنة السناج والوقود (غير المحترق) إلى الجو. كما أن حرق الفحم يؤدى إلى تكوين كميات كبيرة من البقايا غير العضوية، التى تسمى 'رماداً'، حيث يحمل هذا الرماد إلى الجو كغبار شديد القلوية.

وفى الأحوال الجوية العادية، يعدّ غاز النيتروجين خاملاً ولا يتحد مع الأوكسجين. لكن، عند درجات الحرارة التى تسود لدى حرق الوقود، وبخاصة فى آلات الإحتراق الداخلى فى السيارات، يتحول النيتروجين الجوى ( $N_2$ ) إلى أكاسيد، أبرزها أكسيد النيتريك (NO)، الذى يتحول بسهولة إلى ثنائى أكسيد النيتروجين ( $NO_2$ )، طبقاً لما يأتى :



وفى الحقيقة ، فإن وجود الغازات :  $CO$  ,  $SO_2$  ,  $SO_3$  أو  $NO_2$  ، وحبيبات السناج بكميات قليلة فى الهواء الجوى ، فإنها لا تمثل أى خطر على الصحة أو البيئة بوجه عام . ويرجع ذلك إلى أن عمليات الإنتشار فى الجو قادرة على توزيعها بما يجعل نسبة وجودها فى حدود التراكيز الآمنة، مما يقلل ويكفى تأثيراتها الضارة على البيئة .

إلا أنه إذا أطلقت كميات كبيرة من هذه الغازات، تبلغ مئات أو آلاف الأطنان منها ، فى منطقة ما ، وفى خلال وقت (فترة) زمنية قصيرة ، فإن

الظروف الجوية وعمليات الإمتشار وإعادة التوزيع الطبيعية تصبح عاجزة عن مواجهة هذه الكميات ، وعاجزة عن إعادة توزيعها ، مما يؤدي إلى زيادة تركيزها ، وحدوث آثارها الضارة والخطيرة على الإنسان والحيوان والنبات ، بل وعلى كل عناصر البيئة .

### **تعريف تلوث الهواء**

يعرف تلوث الهواء بأنه : " إدخال مباشر أو غير مباشر لأيّة مادة إلى الغلاف الجوى بالكمية التي تؤثر على نوعية الغلاف الجوى وتركيبته ، بحيث ينجم عن ذلك آثار ضارة على الإنسان والبيئة والموارد الطبيعية ، وعلى إمكان الانتفاع من البيئة وعناصرها بوجه عام" .

### **مصادر تلوث الهواء الجوى**

يمكن تقسيم مصادر تلوث الهواء الجوى إلى قسمين رئيسيين، وهما: المصادر الطبيعية والمصادر البشرية.

#### **أولاً : المصادر الطبيعية**

نقصد بالمصادر الطبيعية تلك العوامل التي تحدث نتيجة ظواهر ونشاطات الطبيعة دون أن يكون للإنسان أو نشاطاته أو تقنياته المختلفة أى دور فى حدوثها، حيث تبت تلك الظواهر الطبيعية إلى الهواء الجوى بكميات - غير قليلة - من الأبخرة والأبخرة والغازات والجسيمات الدقيقة. ومن أمثلة العوامل الطبيعية : الزلازل ، والبراكين ، والرياح ، والأعاصير، وحرائق الغابات.

#### أ - الزلازل :

الزلازل هو إهتزاز القشرة الأرضية في مكان ما من سطح الأرض . وتتفاوت شدة الزلازل حسب قوة الإهتزاز وطبيعة القشرة الأرضية في منطقة حدوث الزلازل. ويتعرض سطح الأرض بما عليه في تلك المناطق إلى موجات تسبب إتهيار المنازل والجسور وتشقق الطرقات . كما تنفجر خطوط المياه والنفط والصرف الصحي . وتتقطع أسلاك الكهرباء والهاتف ، وتتدلع الحرائق . وينتج عن ذلك إنبعاث كميات هائلة من الأثرية والغازات إلى الهواء الجوى، مما يتسبب في تلوثه.

#### ب- البراكين :

يعرف البركان بأنه خروج الصخور المنصهرة (الصهير) من باطن الأرض إلى سطحها نتيجة وجود شقوق وشروخ بها في منطقة حدوث البركان. ويرتفع صهير في الجو لمسافات مرتفعة، وهو ذات درجة حرارة عالية، ويكون في الحالة السائلة، حيث يجرى الصهير على سطح الأرض، ويتجمد كلما إنخفضت درجة حرارته مكوناً صخوراً وتلالاً في المناطق التي يبرد عندها.

وتمثل البراكين كارثة أرضية، وبخاصة عند حدوثها بالقرب من الأراضي الزراعية، حيث يؤدي إندفاع صهير البركان (المجما Magma) إلى سطح الأرض إلى دفن الأراضي الزراعية وتغطيتها بأكوام من الصخور البركانية [شكل ٢-٤]. وتحتوى "المجما" على كميات مختلفة من الغازات المنحلة ، التي تكون محتجزة في الصخر المنصهر الداخلى بالضغط المحكم،

حيث تلعب هذه الغازات - عند إطلاقها - دوراً كبيراً في تلويث الهواء

الجوى.

ويعدّ الماء هو المادة الرئيسية الطيارة في "المجما"، وهو يتسرب من

المادة البركانية على شكل بخار ماء، كما أن غاز ثنائي أكسيد الكربون

(CO<sub>2</sub>) ، غاز كربوني شائع ومعروف جداً في الانفجارات البركانية، وكذلك

غاز النيتروجين (N<sub>2</sub>) . وتحتوى "المجما" أيضاً على بعض مركبات

الكبريت، مثل : كبريتيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>S) وأكاسيد الكبريت الأخرى،

والتي يستدل عليها برائحتها الكريهة. بالإضافة إلى ذلك، فإن

كميات قليلة من غازات أخرى تنطلق، مثل : أول أكسيد الكربون

(CO)، والهيدروجين (H<sub>2</sub>)، والنوشادر (NH<sub>3</sub>)، والميثان (CH<sub>4</sub>)،

وغيرها.

ويعدّ الماء هو المادة الرئيسية الطيارة في "المجما"، وهو يتسرب من

المادة البركانية على شكل بخار ماء، كما أن غاز ثنائي أكسيد الكربون

(CO<sub>2</sub>) ، غاز كربوني شائع ومعروف جداً في الانفجارات البركانية، وكذلك

غاز النيتروجين (N<sub>2</sub>) . وتحتوى "المجما" أيضاً على بعض مركبات

الكبريت، مثل : كبريتيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>S) وأكاسيد الكبريت الأخرى،

والتي يستدل عليها برائحتها الكريهة. بالإضافة إلى ذلك، فإن

كميات قليلة من غازات أخرى تنطلق، مثل : أول أكسيد الكربون

(CO)، والهيدروجين (H<sub>2</sub>)، والنوشادر (NH<sub>3</sub>)، والميثان (CH<sub>4</sub>)،

وغيرها.

ويعدّ الماء هو المادة الرئيسية الطيارة في "المجما"، وهو يتسرب من

المادة البركانية على شكل بخار ماء، كما أن غاز ثنائي أكسيد الكربون

(CO<sub>2</sub>) ، غاز كربوني شائع ومعروف جداً في الانفجارات البركانية، وكذلك

غاز النيتروجين (N<sub>2</sub>) . وتحتوى "المجما" أيضاً على بعض مركبات

الكبريت، مثل : كبريتيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>S) وأكاسيد الكبريت الأخرى،

والتي يستدل عليها برائحتها الكريهة. بالإضافة إلى ذلك، فإن

كميات قليلة من غازات أخرى تنطلق، مثل : أول أكسيد الكربون

(CO)، والهيدروجين (H<sub>2</sub>)، والنوشادر (NH<sub>3</sub>)، والميثان (CH<sub>4</sub>)،

وغيرها.

ويعدّ الماء هو المادة الرئيسية الطيارة في "المجما"، وهو يتسرب من

المادة البركانية على شكل بخار ماء، كما أن غاز ثنائي أكسيد الكربون

(CO<sub>2</sub>) ، غاز كربوني شائع ومعروف جداً في الانفجارات البركانية، وكذلك

غاز النيتروجين (N<sub>2</sub>) . وتحتوى "المجما" أيضاً على بعض مركبات

الكبريت، مثل : كبريتيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>S) وأكاسيد الكبريت الأخرى،

والتي يستدل عليها برائحتها الكريهة. بالإضافة إلى ذلك، فإن

كميات قليلة من غازات أخرى تنطلق، مثل : أول أكسيد الكربون

(CO)، والهيدروجين (H<sub>2</sub>)، والنوشادر (NH<sub>3</sub>)، والميثان (CH<sub>4</sub>)،

وغيرها.

(شكل 2-4)

انديفاع صهبر البركان (المجما) إلى سطح الأرض يؤدي إلى

دفن الأرض الزراعية ونظيها بأحواض من الصخور البركانية



ويوضح الجدول (٢) التوزيع العام للغازات الموجودة بـ (المجما) عند إنفجار البركان.

جدول (٢) نسبة الغازات الموجودة في المجما

م	الغاز	رمزه	نسبته المئوية
1	بخار الماء	H <sub>2</sub> O	70.75
2	ثاني أكسيد الكربون	CO <sub>2</sub>	14.07
3	الهيدروجين	H <sub>2</sub>	0.33
4	النيتروجين	N <sub>2</sub>	5.45
5	أرجون	Ar	0.18
6	ثاني أكسيد الكبريت	SO <sub>2</sub>	6.40
7	ثالث أكسيد الكبريت	SO <sub>3</sub>	0.10
8	الكلور	Cl <sub>2</sub>	0.05

وبالإضافة إلى الغازات المنبعثة في أثناء الإنفجار البركاني، تنطلق أيضاً كميات ضخمة من الفتاتات البركانية الصلبة - وبخاصة الغبار الناعم - تقدر بآلاف الأطنان ، والتي تقذف في الجو لمساحات تبلغ عشرات الكيلومترات ، حيث تصل إلى طبقة "الستراتوسفير" ، لتبقى في الجو عدة أشهر مؤثرة بذلك على كمية الأشعة الشمسية العابرة من خلاله ، وبالتالي على درجة حرارة سطح الأرض . هذا إلى جانب الآثار الحيوية المباشرة للغازات ومركباتها المختلفة.

وهكذا، يمكن حصر الدور الذي تسهم به البراكين في تلويث الهواء الجوي، على النحو التالي :

١ - الغازات الناتجة عن البراكين ومركباتها المختلفة .



- ٢- الفتاتان الصخرية الناعمة والخشنة، والغيبار .  
٣- الحرارة العالية لتلك المقذوفات البركانية ، سواء الصلبة منها أو الغازية، والتي تسبب حدوث التلوث الحرارى للجو.

**ج- الرياح والأعاصير والعواصف :**

تنشأ الأعاصير نتيجة إلتفاف الهواء البارد حول الهواء الساخن مكوناً الإخفاض الجوى (الإعصار) ، حيث تدفعه الرياح العكسية من الغرب إلى الشرق ، ويتحرك الإعصار بسرعة تتراوح ما بين (45) إلى (60) كيلومتراً فى الساعة .

وتتسبب الرياح والعواصف الترابية فى إندلاع الحرائق فى أماكن متفرقة ، مما يتسبب فى إنبعاث كميات من الأتربة والسدخان والجسيمات الدقيقة إلى الهواء الجوى.

ونذكر هنا العاصفة الترابية التى إجتاحت مدينة القاهرة من الغرب فى اليوم الثانى من شهر فبراير عام ١٩٨٨ ، فى أعقاب مرور منخفض جوى شديد العمق. فقد حملت هذه العاصفة كمية هائلة من الرمال والأتربة المثارة من الصحراء، مما أدى إلى حجب الرؤية فى منطقة الأهرامات الواقعة على أطراف مدينة الجيزة.

**د - الحرائق الطبيعية فى الغابات :**

تمثل الحرائق الطبيعية التى تحدث فى كثير من الغابات - بسبب إرتفاع درجات الحرارة والجفاف - أحد العوامل الطبيعية التى تؤدى إلى تدهور البيئة النباتية، والقضاء على الكساء النباتى. وتؤدى هذه الحرائق

إلى القضاء على مظاهر الحياة بتلك الغابات. كما تؤدي إلى إختفاء أنواع من الحيوانات والطيور من تلك التي كانت تعيش في هذه الغابات.

#### ثانياً : المصادر البشرية

وهي تشمل جميع المصادر الصناعية أو تلك التي تنتج نشاطات الإنسان وتجاريه المختلفة في مجالات الأبحاث، وحضارته وتقنياته المختلفة.

وسوف نتناول بالتفصيل أهم المصادر البشرية التي تؤدي إلى حدوث تلوث الهواء الجوي، وهي :

##### ١ - قطاع النقل والمواصلات ويشمل :

- المركبات المزودة بمحركات البنزين.
- المركبات المزودة بمحركات الديزل.

ويعد قطاع المواصلات، وبخاصة السيارات والشاحنات، من أهم مصادر التلوث في الوقت الحاضر، ويرجع ذلك لسببين، وهما :

١- الأضرار الصحية الخطيرة الناشئة عن نواتج إحتراق وقود تلك المركبات.

٢- تركيز الملوثات الناتجة عن تلك المركبات وزيادة نسبتها في أجواء المدن.

٢- قطاع الصناعة والإنتاج : تعدّ الصناعة وخطوط الإنتاج هي أهم مصدر للجسيمات (الهباء)، كما أنها المصدر الثاني لأكاسيد الكبريت ( $SO_x$ ).

وتولد المصادر الصناعي مجموعة من المواد الملوثة تتوقف على الأساليب المستخدمة والآلات المستخدمة. وأهم تلك المواد الملوثة المنبعثة :

- أول أكسيد الكربون (CO) .
- الجسيمات.
- أكاسيد النيتروجين ( $NO_x$ ) .
- الهيدروكربونات.
- ثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) .



### ٣- التفجيرات النووية :

إن الممارسات الخطيرة التي تنتهجها بعض الدول المتقدمة في مجال بحوث تطوير إستخدامات إندماج الذرة وإنشطارها، تعدّ من المصادر الرئيسية لتلوث الهواء الجوي. وتشكل تجارب التفجيرات النووية والأسلحة الذرية مصدراً مهماً من مصادر الإشعاع الذري [شكل ٣-٤].

(شكل 3-4) انتشار كم هائل من الأتربة المشعة والغازات الملوثة نتيجة لاختبار نووي تم تحت الأرض في منطقة الاختبار بولاية نيفادا الأمريكية في سنة 1970

ولقد شهدت السنوات الأخيرة ، تزايد إنتشار المواد المشعة فى الجو بصورة كبيرة لم تكن معروفة من قبل ، وأصبحت تشكل خطراً على الصحة العامة .

#### ٤- الأسلحة الكيميائية :

إتجهت بعض الدول الكبرى إلى إدخال السلاح الكيماوى كأحد الأسلحة الحديثة التى تزود بها جيوشها . وأقدمت هذه الدول على إستخدام الأسلحة الكيميائية وذلك فى أثناء حروبها أو معاركها مع دول أخرى، أو لتصفية بعض المتمردين على نظامها.

ومن أنواع تلك الأسلحة الكيميائية :

- غازات الأعصاب ، كالزارين
- الغازات الكاوية مثل ، الخردل (غاز حارق)
- غازات الدم ، مثل : حمض الهيدروسيانيك
- الغازات الخائفة ، مثل : الفوسجين
- الغازات المقيئة ، مثل : الأدمسيت
- الغازات المسيلة للدموع ، مثل : الكلورواسيتومينتون
- غازات الهلوسة

وهذه الغازات قاتلة أو تعمل على شل القدرة . وتستمر هذه الغازات فى الجو لمدة زمنية معينة . فغازات الأعصاب تستمر من (12) ساعة إلى عدة أيام . والغازات الأخرى تبقى من عدة دقائق إلى بضع ساعات .

كذلك، فإن أبخرة غاز سيانيد الهيدروجين سامة جداً ، ولها تأثيرات مباشرة على أنزيمات التنفس بالذات ، مما يؤدي إلى موت الخلية في النهاية . وتعدّ هذه الأبخرة السامة متلفة للجهاز التنفسي .

#### **السلوكيات الخاطئة :**

مما لا شك فيه ، أن الكثير من الممارسات والسلوكيات الخاطئة الصادرة عن العديد من الأشخاص تؤدي إلى تلوث الهواء بالدرجة التي تسبب الأذى والضرر للإنسان نفسه وللكاننات الحية التي تشاركه الحياة على سطح هذه الأرض .

ومن أهم السلوكيات والممارسات الخاطئة الصادرة عن الإنسان ونشاطاته، والتي تسبب تلوث الهواء :

- التلوث الناتج عن حرق المخلفات والقمامة
- التلوث الناتج عن تدخين التبغ
- تلوث الهواء الناجم عن منطقات الجو والمعطرات والمبيدات الحشرية المنزلية
- الإستخدام الخاطيء للمخلفات
- تلوث الهواء الناجم عن استخدام وسائل التدفئة

#### **تصنيف الملوثات طبقاً لحالتها الفيزيائية**

تقسم الملوثات الهوائية طبقاً لخواصها الفيزيائية إلى ملوثات صلبة وسائلة وغازية . وسوف نتناول هذه الأقسام بشئ من التفصيل:

## أولاً - الملوثات السائلة والغازية

وتشمل عديد من المركبات التي تختلط بمكونات الهواء . وتختلف هذه الملوثات في تركيزها ونوعيتها وتركيبها الكيميائي باختلاف مصادرها . وتقدر ملوثات الهواء الغازية بنحو (90%) من مجموع الملوثات التي تقذف إلى الهواء الجوى . وأهم هذه الملوثات:

### 1 - أول أكسيد الكربون (CO)

يوجد غاز أول أكسيد الكربون (CO) فى الهواء الجوى بنسبة (0.00001) حجماً. وهى نسبة صغيرة وضيئلة جداً بمقارنتها بنسب وجود الغازات الأخرى، مثل : الأوكسجين والنيتروجين.

وتعدّ عمليات الإحتراق هى المصدر الرئيسى لغاز (CO) المتسرب إلى الهواء الجوى، وفيها يتأكسد الكربون جزئياً إلى أول أكسيد الكربون بدلاً من الأوكسدة الكاملة إلى ثانى أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>).

وتقدر كمية الغاز التي تنطلق إلى الجو بسبب إستعمال وسائل المواصلات المختلفة بحوالى (75%) من كمية الغاز المنطلقة بسبب النشاطات البشرية. كما تسهم حرائق الغابات والمزارع ومخلفات الفحم بنسبة (11.5%) . كذلك ، تسهم عمليات التخلص من النفايات الصلبة عن طريق الحرق بحوالى(5%) . بينما تسهم عمليات توليد الكهرباء (من حرق الفحم والبتروول والغاز) بنسبة ضئيلة نسبياً تصل إلى حوالى (0.5%). ويوضح الجدول (4) المصادر المختلفة لغاز أول أكسيد الكربون ونسبة كل منها.

وعلى الرغم من الكميات الهائلة لأول أكسيد الكربون التي تنطلق إلى الهواء الجوى فى كل عام ، إلا أن التركيز العام للغاز فوق سطح الأرض يكاد يكون ثابتاً . ويرجع ثبات تركيز غاز (CO) فى الجو إلى أن هناك

جدول (٤) : مصادر غاز أول أكسيد الكربون (CO) فى الهواء الجوى

م	المصدر	نسبة غاز (CO) المتسابة فى الجو (%)
١	تأكسد غاز الميثان	77.6
٢	نمو وتحلل الكلوروفيل	2.6
٣	الطحالب والأحياء الأخرى	3.9
٤	مصادر طبيعية مختلفة	6.5
٥	النشاطات البشرية	9.4

أنواعاً عديدة من التربة لها القدرة على إمتصاص الغاز من الجو. وعملية الإمتصاص هى عملية بيولوجية فى طبيعتها، والعامل النشط لهذه العملية هو (I4) نوعاً من الفطريات. وتبلغ سعة إمتصاص هذه التربة للغاز حوالى ثلاثة أضعاف الكمية التي تدخل إلى الجو سنوياً. وعلى الرغم من ذلك، فإن تركيز الغاز لا يتناقص بسبب هذه النوعية من التربة. ويرجع ذلك إلى أن إنتشار هذه الأنواع من التربة ليس منتظماً على سطح الأرض، كما أن الأماكن التي تنتج الغاز بكميات كبيرة تفتقر إلى هذه النوعية من التربة.

ولقد تم تتبع أول أكسيد الكربون لبضع سنوات فى الأماكن المأهولة، وأوضحت البيانات أنأا لمتوسط على جانب الطرق فى شوارع خمس مدن

كبرى خلال ثلاث سنوات (1964-1966) بلغ (7.3) جم/م، كان الحد الأدنى (6.7) جم/م، والحد الأعلى (7.9) جم/م، بينما وصل التركيز - في بعض الحالات - إلى (100) جم/م، وخاصة بجوار مناطق حركة المرور الثقيلة في الأماكن المحصورة.

ويظهر ارتباط تركيز غاز (CO) بحركة المرور في دراسة تمت في مدينة نيويورك في عام (1967). ففي موقع بأحد شوارع ظل مستوى الغاز من التاسعة صباحاً حتى الساعة مساءً عند (15) جم/م. ولكنه بين الساعة الواحدة والثانية صباحاً، إنخفض المستوى إلى (2.1) جم/م.

#### الآثار السلبية لغاز CO

##### أ - على الإنسان

يتحد غاز (CO) مع مادة الهيموجلوبين المتواجدة في خلايا الدم الحمراء بدرجة أعلى بكثير من قابلية اتحاد هذه المادة مع غاز الأكسجين (قابلية اتحاد الهيموجلوبين بغاز CO تفوق إتحادها بغاز الأكسجين بحوالي 300 مرة). ويؤدي ذلك إلى منع توصيل الأكسجين بالكميات اللازمة والضرورية من خلال مادة الهيموجلوبين إلى أنسجة الجسم وخلايا المخ.

ولهذا، فإن وجود غاز (CO) في الهواء بنسبة صغيرة يؤدي إلى شعور الإنسان بالصداع والإرهاق وإنخفاض القدرة الذهنية. وفي حالة زيادة نسبة (CO) في الهواء الجوي إلى حوالي (3500) جزء في المليون (0.35%)، فإن ذلك يؤدي إلى الإختناق.

ويوضح الجدول(٥) التأثير الصحي لكمية (CO) في هيموجلوبين الدم.



جدول (٥) التأثير الصحي لكمية (CO) في الدم

م	نسبة (CO) في الدم	التأثير الصحي
١	أقل من (0.1%)	لا شيء
٢	أقل من (0.1-2%)	بعض التأثيرات السلوكية
٣	أقل من (2-5 %)	- تأثيرات على الجهاز العصبي - إضعاف في حدة الرؤية وفي حدة الوضوح
٤	أقل من (5-10%)	تغيرات في وظائف القلب والرئتين
٥	أقل من (10-80%)	صداع - تعب - حمول ونعاس - غيبوبة
٦	أقل من (90%)	عطل في التنفس - حدوث الوفاة

ب - على النباتات

يعتمد التأثير الناتج عن الغاز على تركيزه في الهواء المحيط. ولم يلاحظ أي تأثير للغاز على النباتات والأعشاب حتى عندما يبلغ مستوى تركيزه (100) جزء في المليون. ولكن التأثير على الإنسان أكثر حدة عند تراكيز تقل بكثير عن هذا الرقم، كما أوضحنا سابقاً.

٢ - أكاسيد النيتروجين (NO<sub>x</sub>)

تحتوي لأغلب أنواع الوقود على نسبة صغيرة من بعض المركبات العضوية المحتوية على النيتروجين في تركيبها . وعند إحتراق هذا الوقود تتأكسد هذه المركبات النيتروجينية ، ويتحد ما بها من نيتروجين مع

أكسجين الهواء مكوناً مجموعة من الأكاسيد، أهمها: أول أكسيد النيتروجين (NO) الذي يتحول في الهواء إلى ثاني أكسيد النيتروجين ( $\text{NO}_2$ ).

وأكاسيد النيتروجين بأنواعها المختلفة ( $\text{NO}_2$ , NO,  $\text{N}_2\text{O}$ ) هي أكاسيد حمضية، تكوّن عند إتحادها مع الماء حمضاً قوياً هو حمض النيتريك ( $\text{HNO}_3$ ).

وتنبعث هذه الأكاسيد إلى الجو، إما من مصادر طبيعية وإما بفعل النشاطات البشرية المختلفة، فغاز ( $\text{N}_2\text{O}$ ) الموجود بالجو مصادره الطبيعية، أما غام (NO) فينتج من مصادر طبيعية بنسبة (80%)، في حين تعدّ النشاطات البشرية هي مصدر نسبة الـ (20%) الباقية. ولكن، بالنسبة لغاز ( $\text{NO}_2$ ) فإن مصادره الرئيسية هي النشاطات البشرية المختلفة.

وعلى الرغم من أن كميات غازات ( $\text{NO}_x$ ) التي تنتج من المصادر الطبيعية تعادل ثلاثة أضعاف ما تنتجه النشاطات البشرية، إلا أنه لا توجد تأثيرات مباشرة لهذه الغازات. ويرجع ذلك إلى بطء إنتاجها وإبعائها، مما يجعل عملية الإنتشار الطبيعي كفيلة بتخفيف تركيزها، وبالتالي تقليل تأثيراتها الضارة على البيئة. في حين أن الأنشطة البشرية تنتج كميات من تلك الغازات وفي حيز ضيق، مما يؤدي إلى تركيزات محلية وعالية. وهذا ما يجعلها ذات تأثيرات ملوثة وضارة بالبيئة.

ويوضح الجدول (٦) أهم مصادر إنبعاث غازات ( $\text{NO}_x$ ) ، التي ترجع للأنشطة البشرية.

جدول (٦) : أهم مصادر إنبعاث غازات (NO<sub>x</sub>) التي ترجع للأنبشطة البشربة

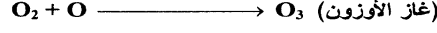
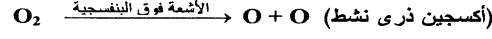
م	المصدر	نسبة غازات (NO <sub>x</sub> ) (%)
١	وسائل المواصلات	51.5
٢	إبأراق الوقود وتولبد الكهرباء	44.1
٣	العملببات الصنابعفة المأأألفة	0.9
٤	أأرائق فى الغاباب والمزارع	1.8
٥	أأأأأ من النفاباب الصلبة	1.7

وعلى الرغم من أن الكمية الكلية لغازات (NO<sub>x</sub>) المنبعاثة إلى الهواء الجوى حوالى (1/6) كمية غاز (CO) المنبعاثة فى الجوى، إلا أن مصادر غازات (NO<sub>x</sub>) أبأأ (22) ضعف مصادر غاز (CO).

كذلك، فإن غازات (NO<sub>x</sub>) أأأ فى أفاعلات كبمبابة وفى أورة كبمبابة أأأ أأأر الضوء وفى وءوء الهبأروكربونات، وببأأ عنها مصادر أأأأأأ شأببفة أأأأرة على الصأة والببئة، وأأأ أاسبب ما يعرف بـ "أأأأ الضوء - كبمبابى".

أكاسبأ النبأروءبب وطبقة الأوزون

بأكون الأوزون (O<sub>3</sub>) من ءزببات الأكسببب، وألك عنأما أمر فىها الأشعة فوق الببفسبببة الوارأة من الشمس، فأأأل بعض ءزببات الأكسبببب بأأأر هأه الأشعة إلى أراب أكسبببب نبشأة، لا أأأأبب البقاء منفرأة بل أأأأ سربعاً مع بعضها البعض مكونة ءزببات أأأببة الأرة، هى ءزببات الأوزون (O<sub>3</sub>)، طبقاً للمعاألات الآبببة :



وتلعب طبقة الأوزون التى تتكون دوراً مهماً بالنسبة للحياة على سطح الأرض . وتمثل طبقة الأوزون درعاً واقياً يحمى الكائنات الحية التى تعيش على سطح الأرض من أخطار وأضرار الأشعة فوق البنفسجية . حيث يؤدي النقص فى تركيز طبقة الأوزون إلى وصول شدة أكبر من هذه الأشعة، مما قد يسبب للكائنات الحية حروقاً شمسية وبعض سرطانات الجلد. وقد يؤدي إلى تغيير فى بعض العوامل الوراثية للكائنات، وقد يؤثر أيضاً فى عمليات التخليق الضوئى، وقد تتسبب فى حدوث الدمار البيولوجى.

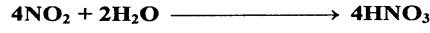
وعندما يصطدم أحد جزيئات أكسيد النيتريك (NO) ، مثلاً ، مع جزيء من الأوزون (O<sub>3</sub>) ، ينحل جزيء الأوزون مكوناً جزيئاً من الأكسجين (O<sub>2</sub>) وآخر من ثانى أكسيد النيتروجين (NO<sub>2</sub>) ، طبقاً للمعادلة التالية :



وكما هو واضح ، فإن هذا التفاعل لا ينتج عنه إختفاء أكاسيد النيتروجين، ولكنه يؤدي فقط إلى إختفاء جزيئات الأوزون ، مما يؤدي إلى مزيد من الضرر لطبقة الأوزون .

التأثيرات البيئية لغازات (NOX) :

يعدّ غاز ثانى أكسيد النيتروجين (NO<sub>2</sub>) أكثر سمية، لأنه يتحول بواسطة الرطوبة إلى حمض النيتريك (HNO<sub>3</sub>)، الذى يؤدي إستنشاقه إلى أضرار كبيرة للرئة والجهاز التنفسى.



كما أن وجود هذا الحمض يساعد - إلى جانب ثاني وثالث أكسيد الكبريت - على زيادة أضرار الأمطار الحمضية.

ومن جهة أخرى ، تتفكك أكاسيد النيتروجين في وجود الأوكسجين والضوء ، وينتج عن ذلك تكون غاز الأوزون ، كما أوضحنا ذلك سابقاً . ولهذا الغاز أضرار بالغة على الجهاز التنفسي ، ويؤدي إلى تلف أنسجة الرئة ، كما يسبب التهاب الأنف والعينين . ولهذا ، فإن الحد الأقصى المسموح به من ذلك الغاز لا يتجاوز (0.1) جزء في المليون .

وثاني أكسيد النيتروجين ( $NO_2$ ) ماص قوى للأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس ، وحافز للتفاعلات الكيميائية الضوئية المكونة للضباب المحمل بالدخان في الأجواء الملوثة . كذلك ، يمكن للغاز أن يتحد مع بخار الماء مكوناً حمض النيتريك ( $HNO_3$ ) - كما أشرنا سابقاً - الذي يتفاعل بدوره مع الأمونيا أو الجسيمات الموجودة في الهواء مكوناً أملاح النترات ، مثل : نترات الأمونيا ( $NH_4NO_3$ ) . ولا يتفاعل كل أكاسيد النيتروجين كيميائياً ضوئياً ، ولكن ( $NO_2$ ) الذي لا يتفاعل يتحول في النهاية إلى "أيروسول" ، وهي مواد تترسب من الهواء أو تزول مع المطر .

### ٣ - أكاسيد الكبريت ( $SO_x$ )

تعدّ أكاسيد الكبريت :  $SO_2$  ,  $SO_3$  ، أحد مصادر التلوث التي تنبعث إلى الهواء الجوي . وعلى الرغم من نسبة ( $SO_x$ ) الموجودة في الهواء الجوي ضئيلة نسبياً إذا ما قورنت ببعض الأنواع الأخرى من الغازات ، إلا أن تأثيراتها الضارة كثيرة ومباشرة الأثر على الإنسان .

ولقد وجد أن حوالي (87%) من غاز (SO<sub>x</sub>) المنبعثة إلى الجو يرجع إلى احتراق الفحم، حيث إن الفحم الحجري يحوى ما بين (0.2%) إلى (7%) من وزنه كبريت.

ويمثل غاز ثنائي أكسيد الكبريت (SO<sub>2</sub>) الجزء الأكبر من غازات (SO<sub>x</sub>)، والجزء الباقي هو غاز ثالث أكسيد الكبريت (SO<sub>3</sub>). وقد وجد أن الب غاز (SO<sub>2</sub>) الناتج من المصادر الطبيعية يأتي من أكسدة غاز كبريتيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>S)، الذى يتكون من تحلل المواد العضوية، أو كأحد نواتج البراكين النشطة، مثل : بركان "إتنا" فى إيطاليا، والذى ينفث فى الهواء قدراً كبيراً من غاز (SO<sub>2</sub>).

أما غاز (SO<sub>2</sub>) المتكون بفعل النشاطات البشرية، فإنه يأتي من احتراق الفحم بصفة أساسية. بالإضافة إلى كميات ضئيلة تنتج كنواتج ثانوى لعمليات صناعية مختلفة، مثل: عمليات إستخلاص النحاس من خامة كبريتيد النحاس، وصناعة حمض الكبريتيك، وعمليات تكرير البترول .

وغاز حمضى ويكون مع الماء حمضاً قوياً هو حمض الكبريتيك (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). كما يمكن أن يتفاعل حمض الكبريتيك معطياً أملاح الكبريتات ، مثل : كبريتات الأمونيوم ، ويوجد كل من حمض الكبريتيك وأملاح الكبريتات المتكونة بهذه الكيفية فى الهواء على هيئة (أبروسولات).

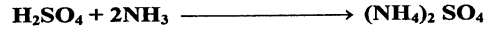
#### أكاسيد الكبريت .. والأمطار الحمضية

غاز (SO<sub>2</sub>) عند تصاعده إلى طبقات الجو العليا، فإنه يتحد مع أكسجين الهواء فى وجود ضوء الشمس مكوناً أكسيداً آخر من أكاسيد

الكبريت، يعرف بإسم ثالث أكسيد الكبريت ( $\text{SO}_3$ )، الذى يتحد مع بخار الماء مكوناً حمض الكبريتيك ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).



وعندما يكون الجو جافاً ، فإن هذا الحمض قد يظهر فى الهواء على هيئة رزاز . وقد يتحد هذا الحمض مع بعض النواشادر، التى قد توجد فى الهواء مكوناً ملحياً من أملاحه يعرف بإسم "كبريتات النواشادر"  $[(\text{NH}_4)_2 \cdot \text{SO}_4]$ .



ويبقى هذا الملح أيضاً معلقاً فى الهواء على هيئة ضباب رقيق فى الجو الجاف وفى الهواء الساكن . ويعرف ذلك جيداً بعض سكان المناطق الصناعية فى إنجلترا، وفى غيرها من البلدان الصناعية . ومثل هذا الضباب يسبب ضيقاً فى التنفس ، كما يحدث إلتهاباً فى العيون.

وعندما يصبح الجو مهيناً لسقوط الأمطار ، فإن هذا الحمض وملحه النواشادرى يذوبان فى ماء المطر، الذى يسقط على سطح الأرض على هيئة مطر حمضى .

وفى كثير من الأحيان تسبب الأمطار الحمضية بعض الأضرار للتربة، خاصة عندما تكون هذه التربة جيرية. فالأمطار الحمضية تذيب الطبقة السطحية من هذه التربة، وتحمل قدرأ من عنصر الكالسيوم الموجود فى التربة الجيرية إلى الأنهار والبحيرات وبذلك فهى تحدث نحرأ فى هذه التربة، كما أنها ترفع من تركيز الكالسيوم فى المجارى المائية الطبيعية.

الآثار الضارة لأكاسيد الكبريت :

يعدّ غاز ( $SO_2$ ) ملوثاً لا يقل خطوره عن غاز ( $CO$ )، فهو يساهم فى زيادة أمراض الجهاز التنفسى، والألم الصدرى، والتهاب القصبات والضييق فى التنفس، ويعدّ مسؤلاً - إلى حد ما - عن زيادة معدلات الربو المزمن والتهاب الرئوى.

كذلك، وجد أن لغاز ( $SO_2$ ) تأثيرات مختلفة على النبات. فهو يزيل اللون الأخضر لورقة النبات، حيث يتحول لونها بالتدريج من الأخضر إلى الأصفر. كما ينخفض معدل البناء الضوئى بدرجة كبيرة قد تصل إلى مرحلة التوقف.

وكما ذكرنا سابقاً، فإن حمض الكبريتيك إضافة إلى حمض النيتريك يكونان ما يسمى بـ "الأمطار الحمضية"، والتي أصبحت من أكبر مشاكل التلوث التى تقلق الدول.

فقد أدت الأمطار الحمضية إلى تغيير الرقم الهيدروجينى لمياه الأنهار والبحيرات . وقد انعكس هذا التغيير فى موت كثير من النباتات والحيوانات المائية ، هذا بالإضافة إلى تخريب الآثار التاريخية ، ونحر التربة وتجريفها .

٤ - الهيدروكربونات

يعدّ البترول ومشتقاته ، مثل : البنزين المصدر الرئيسى لإطلاق الهيدروكربونات إلى الهواء الجوى . ويتم ذلك فى كل من عمليات التبخير والإحتراق الداخلى ، التى تتكون عوادمها من الهيدروكربونات غير المحترقة (غير المؤكسدة) ، وغير كاملة الإحتراق . ويوضح الجدول (٧) أهم مصادر إتبعات الهيدروكربونات نتيجة النشاطات البشرية.



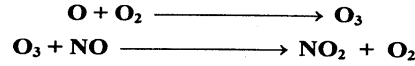
جدول (٧) : أهم مصادر إنبعاث الهيدروكربونات بسبب النشاطات البشرية

م	مصدر إنبعاث الهيدروكربونات	النسبة (%)
١	وسائل المواصلات	56.2
٢	العمليات الصناعية (تكرير البترول - إسالة الغاز الطبيعي - صناعة النوشادر - صناعة الكربون الأسود)	15.8
٣	حرائق الغابات	20.5
٤	التخلص من النفايات الصلبة (عن طريق الحرق)	5.8
٥	إستعمالات الوقود في توريد الكهرباء	1.7

الآثار الضارة للهيدروكربونات :

يمتص غاز ثاني أكسيد النيتروجين ( $NO_2$ ) الأشعة فوق البنفسجية من الشمس، ويتكسر إلى ( $NO$ ) والأكسجين الذرى ( $O$ ).  
 $NO + O \xrightarrow{\text{الأشعة فوق البنفسجية}} NO_2$

ثم يتفاعل الأكسجين الذرى مع جزيئات الأكسجين مكوناً الأوزون ( $O_3$ )، والذي يتفاعل بدوره مع أكسيد النيتروجين مكوناً ثاني أكسيد النيتروجين والأكسجين الجزيئى.



ويتفاعل الأكسجين الذرى مع الهيدروكربونات النشطة، ويتكون ما يعرف كيميائياً بـ "الشق" ( $Radical$ ). ويأخذ "الشق" دوره فى سلسلة من التفاعلات التى ينتج عنها شقوق أكثر مع الأكسجين الجزيئى

والهيدروكربونات وأكسيد النيتروجين. ويبدأ الأوزون ( $O_3$ ) فى التراكم، والتفاعل مع الهيدروكربونات مكوناً مواد ملوثة ثانوية، ومن بينها الفورمالدهيد وغيره من الألهيدات والكتيونات. وفى وجود ثانى أكسيد الكبريت تتكون أيضاً "الأيروسولات".

#### ٥- غاز ثانى أكسيد الكربون ( $CO_2$ )

يعدّ غاز ثانى أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) أحد الملوثات التى تلعب دوراً مهماً فى لتغيرات المناخية التى تسود الجو فى أيامنا الحالية.

ويتمثل المصدر الرئيسى لغاز ( $CO_2$ ) الجوى فى عمليات إحتراق الوقود بمختلف أشكاله، وفى شتى مجالات إستخدامه. بجانب ما ينتج أيضاً



من كميات منه بفعل تحلل العناصر الحيوية فى التربة، وما تطلقه البراكين فى أثناء ثورانها، إذ يمثل هذا الغاز نسبة (14%) من مجمل الغازات المندفعة إلى الجو فى أثناء ثورة البركان.

(شكل 3-4)  
عمليات إحتراق الفحم أو القطنان تؤدي إلى انتشار كم هائل من غاز ثانى أكسيد الكربون والغازات الملوثة

ومما لا شك فيه أن نسبة غاز ( $CO_2$ ) أصبحت فى إزدیاد مضطرد نتيجة الزيادة المطردة فى إستهلاك الوقود. كما أن لنشاطات الإنسان وممارساته وسلوكياته - التى تتمثل فى الرعى الجائر وقطع الأشجار

والقضاء على الغابات بهدف الإستفادة من أخشابها - أكبر الأثر فى رفع معدلات وزيادة تركيزات ذلك الغاز فى الجو.

وتؤدى زيادة كمية (تركيز) غاز ( $CO_2$ ) فى الجو إلى ارتفاع درجة الحرارة. وقد أدت الزيادة فى تركيز غاز ( $CO_2$ ) فى الجو فى خلال الأربعين سنة الماضية إلى ارتفاع فى درجة الحرارة قدره (0.02) درجة مئوية سنوياً، مما أحدث تغيرات فى درجة الحرارة بالزيادة وصلت إلى حوالى (0.5-0.6) درجة مئوية عما كانت عليه من قبل.

ومن الظواهر التى تصاحب تزايد كميات ( $CO_2$ ) فى الجو ظاهرة ما يعرف بـ "البيت الزجاجى". وفعل غاز ( $CO_2$ ) يشبه عمل الزجاج فى البيت الدافئ، الذى يمرر أشعة الشمس ولا يسمح بمرور الأشعة تحت الحمراء. ففى البيت الزجاجى الدافئ تمتص النباتات أشعة الشمس المارة عبر الزجاج، ثم تعيد إطلاق جزء مما إمتصها كأشعة تحت حمراء لا تقدر على النفاذ إلى الخارج. لذلك، فهذه الأشعة المحتجزة ترفع درجة الحرارة داخل البيت الزجاجى عن محيطه. ونفس الظاهرة تفسر ارتفاع درجة الحرارة داخل السيارة إذا كانت مغلقة الأبواب والنوافذ ومعرضة لأشعة الشمس الساطعة. ويوضح الجدول (٨) معدلات الزيادة فى درجة الحرارة المصاحبة لزيادة كميات ثانى أكسيد الكربون المنبعثة إلى الجو نتيجة إحتراق الوقود.

جدول (٨): معدلات الزيادة في درجة الحرارة المصاحبة للزيادة في كميات غاز (CO<sub>2</sub>) المنبعثة إلى الجو

السنة	تركيز (CO <sub>2</sub> ) في الجو (جزء من المليون)	تزايد درجة الحرارة (م °)
1900	295	0.02
1910	297	0.04
1920	299	0.07
1930	302	0.09
1940	305	0.11
1950	309	0.15
1960	314	0.21
1970	322	0.29
1980	335	0.42
1990	351	0.58
2000	373	0.80
2010	403	1.10

#### ثانياً : الملوثات الصلبة

الملوثات الصلبة .. هي ما يحملها الهواء من دقائق صلبة لمواد مختلفة تشكل مع الهواء ما يعرف بـ "الغبار".

وتختلف هذه الملوثات في نوعها باختلاف مصدرها، كما تختلف أيضاً في حجم ذراتها، وفي تأثيراتها المختلفة على البيئة.

ويصنف الغبار - إستناداً إلى إحتوائه مواد سامة أو خلوه منها - لنوعين، هما :

**النوع الأول :** غبار يحتوى على مواد سامة ونشطة حيويًا، وتشمل هذه المواد المعادن الثقيلة وغيرها من مواد نشطة، مثل: الزرنيخ، والمنجنيز، والرصاص، والسيانيد، والزنبق والمواد المشعة.

**النوع الثانى :** وهو الغبار الذى لا يحتوى على مواد سامة، ولكنه قد يترك آثاره على الإنسان وجسده. ومن أمثلة هذا النوع:

- ١- غبار يسبب تليف الأنسجة، ويتكون من المواد التى تسبب التليف. ومن أمثلتها : الأسبستوس (Asbestos)، وذرات الفحم الأسود، والجرافيت، وذرات الفولاذ (الحديد) الناتجة عن عمليات التجلية.
- ٢- غبار يحتوى على مكونات تسبب الحساسية. ومن أمثلتها: القطن، والقنب، والصوف، والجير المحروق.
- ٣- غبار لا يسبب أى من الآثار السابقة، كالرمل وغيره.

وتعتمد كمية الغبار فى الجو على عدة عوامل، منها :

- سرعة الرياح
- درجة الرطوبة
- كمية الغبار السطحى
- كثافة مصادر الغبار الطبيعية

ويقدر متوسط تركيز الغبار (بالوزن) فى الهواء غير الملوث بحوالى (20) ميكروجراماً فى المتر المكعب من الهواء.

### الجسيمات (الهباء) فى الهواء

الجسيمات - سواء أكانت سائلة أم صلبة - هى مواد بالغة التعقيد، كما أنها تعدّ من أكثر ملوثات الهواء إنتشاراً. وهى تتولد من مصادر متعددة. فما ينتج منها من عمليات ميكانيكية كالتجليخ والرش، لا يزيد قطر الجسيم على (10) ميكرونات. والجسيمات من ميكرون واحد إلى (10) ميكرونات عديدة فى الجو، وتمثل عادة أثقل أنواع الغبار وزناً. وتشمل كذلك الأتربة الصناعية والرماد، وما شابه ذلك.

وتتشارك الجسيمات على إختلاف أنواعها وحجومها فى مجموعة من الخواص الفيزيائية. فهى تنمو بالتكثيف وتمتص أو تمتز الأبخرة والغازات، وتتجمد أو تنتشر، كما أنها تمتص الضوء أو تشتته. وقد تتفاعل الجسيمات كيميائياً مع بعضها بعضاً فى الهواء، نظراً لتصادمها بعضها ببعض بكثرة.

وفى العادة تظل الجسيمات المتولدة فى جو المدن محمولة فى الهواء لعدة أيام قليلة فقط، وإن كانت قد تظل محمولة فى الهواء - تبعاً لحجمها - لمدة أسابيع. ويمنع الترسيب بفعل الجاذبية للجسيمات الأكبر، كالرماد المتطاير والتراب من الأبتعاد عن مصادرها. وإن كانت المصادر الكبيرة كالبراكين الشائرة والإتفجارات النووية وحرائق الغابات، قد وتولد جسيمات تطوف حول العالم.

#### مصادر الهباء

كما ذكرنا، فإن الهباء يشمل جميع المعلقة الصلبة والدخان والغبار (التراب) والأبخرة والضباب. كذلك، تعدّ الأجسام الحية المعلقة، مثل: البكتيريا والفطر والعفن من أنواع الهباء.

وتعدّ المصادر الطبيعية، مثل : الزلازل والبراكين والرياح والحرائق الطبيعية للغابات هي المصدر الرئيسي للهباء في الجو، فهي تبتث حوالي (80%) من مجمل الهباء الجوي في العالم، في حين أن المصادر البشرية تبتث فقط نسبة الـ (20%) المتبقية.

ويمكن تقسيم المصادر البشرية للهباء إلى قسمين، وهما :

١- مصادر مباشرة : كنواتج إحتراق الوقود في محطات توليد الكهرباء أو وسائل المواصلات المختلفة وغيرها.

٢- مصادر غير مباشرة : حيث تتحول بعض الملوثات إلى هباء ومن أمثلة ذلك: تكون الكبريتات من غاز ( $SO_2$ ). وتكون النيترات من الأكاسيد النيتروجينية ( $NO_x$ ) وتكون الكربونات من غاز ( $SO_2$ ).

ويوضح الجدول (٩) المصادر الرئيسية للهباء الناتج عن نشاطات بشرية.

جدول (٩): المصادر الرئيسية للهباء الناتج عن نشاطات بشرية

م	المصدر	النسبة (%)
١	العمليات الصناعية	50.0
٢	إحتراق الوقود (من المصادر الثابتة)	26.0
٣	حرائق الغابات	15.0
٤	التخلص من النفايات	5.4
٥	وسائل المواصلات والنقل	2.7

أثر الهباء على البيئة

من الناحية البيئية، فإن الهباء يؤثر على الإنسان والحيوان والنبات بطريقة مباشرة وغير مباشرة.

### ١- أثر الهباء على الإنسان

يتركز ضرر الهباء على الإنسان في تأثيره على الجهاز التنفسي بصورة خاصة، وإعتماداً على حجم الجسيمات المتطايرة ونوعها، فقد يؤدي ذلك إلى إصابة الإنسان بسرطان الرئة.

### ٢- أثر الهباء على الحيوان

قد يؤثر الهباء على الحيوان بطريقة مباشرة من خلال إستنشاقه للأتربة الموجودة في البيئة المحيطة، أو بطريقة غير مباشرة نتيجة تغذية هذه الحيوانات على بعض النباتات الملوثة بكيمائيات سامة تضر هذه الحيوانات، مما يؤدي إلى إصابتها بالعديد من الأمراض. وهذا بدوره يؤدي إلى نقص إنتاجها من الألبان، وضعف بنيتها، مما يؤدي إلى تدهور كميات اللحوم التي تمدنا بها هذه الحيوانات.

وفي أحيان كثيرة، فإن غذاء الحيوان الملوث بالكيمائيات والمواد السامة قد يؤدي إلى نفوق أعداد كبيرة من تلك الحيوانات.

### ٣- أثر الهباء على النبات

لقد وجد أن الهباء، وبصورة رئيسية التراب يتجمع فوق أوراق النبات ويتراكم عليها. وبالتالي فهو يسد الثغور المنتشرة على سطح الأوراق مما يؤثر على عملية التمثيل الغذائي الضوئي للنبات ويضعفها. وينعكس هذا على النبات في صورة ضمور في بعض أجزائه وإصفرار أوراقه. كما أنه قد يؤثر على عملية التزهير أو الإجمار في تلك النباتات. بل وفي بعض الأحيان قد يؤدي إلى هلاكها.



## الباب السادس تلوث التربة

يتكون الجزء اليابس لسطح الأرض من ثلاثة أجزاء هي التربة و الصخور والكائنات الحية. والتربة تمثل حوالي ٨٠% من اليابسة وهي الطبقة الرقيقة المفككة التي تتكون من مواد ذات حجم دقيق و مساحة سطح كبيرة وهي الأكثر تعرضا للماء و الهواء و العوامل البيئية. لذلك فإن كيمياء الجزء اليابس من الأرض يرتبط بدرجة كبيرة بكيمياء التربة التي تؤثر على طبيعة و كمية العناصر التي تنقل من التربة أو إليها.

وحيث أن التربة هي حلقة الوصل بين الغلاف المائي و الغلاف الجوي وهي الوسط الأساسي لنمو النباتات التي يتغذى عليها الإنسان والحيوان (أكثر من ٩٥% من غذائنا يأتي من التربة) وهي المكان الذي يعيش عليه الإنسان ويمارس أنشطته المختلفة. فإن تلوث التربة يؤثر بطريقه مباشره أو غير مباشره على الإنسان والحيوان ويؤدى إلى اختلال التوازن في معظم الانظمة البيئية الأخرى.

لذلك فإن مشكلة تلوث التربة من المشاكل الاساسيه التي يجب دراستها وإدارتها من قبل حكومات الدول فضلا عن العلماء والباحثين خصوصا وأنها تزداد يوما بعد يوم وتتنوع باختلاف المواد الكيميائية والمبيدات الحشرية والمخصبات الزراعية التي يستخدمها الإنسان في التربة.

### مكونات التربة: (Soil Components)

يرتبط تلوث التربة إرتباطا كبيرا بمكوناتها. وتتكون التربة من خمسة عناصر أساسية هي الهواء والماء والكننات الحية و المواد المعدنية (الطفلة والرمل والظمي) والمواد العضوية. وحيث ان الطفلة والمواد العضوية من أهم مكونات التربة فسوف نتحدث عنهما باختصار كما يلي:

#### أولاً تكوين الطفلة (Clay):

تتكون الطفلة أساسا من سليكات الألومنيوم التي تحتوى على كميات مختلفة من عناصرغذاء النبات مثل البوتاسيوم والكالسيوم والماغسيوم و الحديد. وتعتبر الطفلة من المواد الأساسية التي تزيد من خصوبة التربة لأنها مركب يحمل شحنة سالبة يقوم بجذب الكاتيونات الموجبة لعناصر الغذاء المذكورة أعلاه مما يؤدي إلى زيادة نسبة توافرها في التربة. وقد تكونت الطفلة في التربة على مراحل زمنية مختلفة بفعل عمليات مقعدة تعرف بالتجويه (weathering). وتنقسم التجويه إلى نوعين هما التجويه الطبيعية والتجويه الكيميائية.

#### أ) التجويه الطبيعية (Natural Weathering):

تحدث عن طريق إذابة الجليد وتمدد الصخور بسبب إرتفاع درجات الحرارة. فقد لوحظ أن إرتفاع درجات الحرارة يؤدي إلى حدوث ضغط في الصخور ناتج عن تشققاتها التي تترسب فيها الاملاح مؤديه إلى انفلاقها وانحلالها إلى جزيئات دقيقة تتكون على أسطح الصخورتعرف بالطفلة والتي تنقل بفعل الرياح والمياه مكونه طبقة التربة. وقد تنمو النباتات على طبقة الطفلة الموجوده على أسطح الصخور نتيجة لتوفر المواد الغذائية بها. ولكن انتقال

الطفلة الى طبقة الأرض يزيد من خصوبتها و يؤدي الى زيادة معدل نمو النباتات كما يتضح من الشكل التالي.



(ب)

(شكل 1-6)

(أ) نمو النباتات على أسطح الصخور بانحلاله إلى الطفلة  
(ب) تكوين التربة بانتقال الطفلة أدى إلى زيادة معدل نمو النباتات

### التجوية الكيميائية (Chemical Weathering)

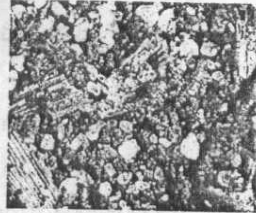
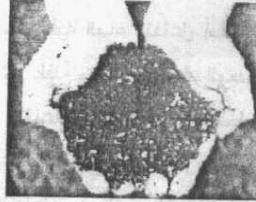
اثناء حدوث التجوية الطبيعية للصخور فإن هناك عدة تفاعلات كيميائية تحدث إما بفعل البكتريا والطحالب أو بدونها مؤديه أيضا إلى تفتت الصخور لتكون طبقة التربة وهو ما يعرف بالتجوية الكيميائية وهناك ثلاثة أنواع من هذه التفاعلات هي التحلل المائي (Hydrolysis) وهو الذي

يكون فيه الماء متفاعل أساسى وفيه يتم تحليل الصخر الناري ( أرثوكلاس) إلى طفلة مشبعة بالمواد المعدنية.

وتفاعلات المرتبطات ( المخلبية ) (Chelation) وفيها يتم تكوين مركبات عضوية معقدة لها قدرة كبيرة على الذوبان في الماء وقد تكونت نتيجة التفاعل بين فلزى الألومنيوم أو الحديد وبين الأيونات الناتجة من التفاعلات البيولوجية المرتبطة بتحليل النباتات والميكروبات. وتفاعلات الأكسدة والاختزال وفيها يتم فقد أو اكتساب إلكترونات المعن الموجود في الصخر ينتج عنها نوع من الطفلة. وبذلك يتضح أن التجوية الطبيعية والكيميائية قد تحدث تلقائياً أو في تناوبات متداخلة وتؤثر في بعضها البعض مؤدية إلى تكوين مادة الطفلة التي تمثل ٩٥% من مكونات التربة.

#### ثانياً المواد العضوية (Organic Matter):

تمثل المواد العضوية حوالي ٥% من التربة وهي التي تكونت نتيجة لتحلل كلا من أنسجة النباتات والحيوانات والكائنات الدقيقة الموجودة في طبقات سطح تربة الغابات وذلك بفعل البكتريا والطحالب أو العمليات الكيميائية. وتعتبر هذه المواد العضوية من المواد الأساسية المستخدمة في تسميد التربة. ومن الجدير بالذكر ان تربة المناطق الصحراوية تحتوي غالباً على مواد غير عضوية وذلك لعدم وجود كائنات حية قابلة للتحلل.



(شكل 2-6)

المواد العضوية المتكونة  
نتيجة لتحلل هذه الأجزاء

أجزاء النباتات والحيوانات وبعض  
الكائنات الحية قبل تحللها في التربة

#### مصادر تلوث التربة:

المصادر التي ينتج عنها تلوثا للتربة كثيرة ولا يمكن حصرها ولكن من أهم  
هذه المصادر ما يلي:

#### (1) العمليات الصناعية المختلفة:

إزدياد حاجة الإنسان إلى مواد جديدة في حالات مختلفة وإلى مزيد من  
الرفاهية في الحياة أدى إلى إنشاء المصانع المختلفة التي تستخدم في  
صناعات عديدة مثل الصناعات الكيماوية وعمليات تكرير زيت البترول  
وطرق حفظ الأخشاب وصناعتها ومحطات إمداد الغاز والكهرباء وعمليات  
إستخلاص المعادن والفحم من المناجم وعمليات إلقاء النفايات وإعادة  
تدويرها وعمليات دباغة الجلود.

#### (2) الأنشطة الزراعية المتنوعة:

من الأنشطة الزراعية المختلفة عمليات تخزين واستعمال الكيماويات  
الزراعية والمبيدات الحشرية والمحاصيل التي تستخدم لغمس المواشي لقتل  
الجراثيم والمخصبات الزراعية.

### ٣) الأنشطة المحلية والمدنية:

من هذه الأنشطة إزالة المخلفات الصلبة ومخلفات الصرف الصحي (السائلة والصلبة) ومخلفات المزارع وعوادم السيارات واستخدام المواد الكيميائية للأغراض المنزلية. واستخدام البراميل والخزانات المصنوعة من المواد المختلفة لتخزين النفايات والمواد البترولية تحت الأرض.

وتلوث التربة ينتج عن وصول المواد الكيميائية إليها من المصادر السابقة وإما عن طريق الصرف الصناعي والزراعي أو سوء استخدام الفائض من هذه المواد أو بحدوث تسرب لهذه المواد الكيميائية إلى التربة بسبب الحوادث داخل المصانع أو من الخزانات الموجودة في باطن الأرض لتخزين النفايات.

فعلى سبيل المثال يحدث تلوث للمياه وللترية لكلا من الزئبق وسيانيد الصوديوم المستخدمان في استخراج الذهب من المناجم واثاء صهر المعادن تنتج ابخرة حمض الكريتوز التي تسبب سقوط الأمطار الحمضية التي تلوث كلا من المياه والترية. وتسرب المواد الكيميائية أو الزيوت البترولية من البراميل والخزانات المستخدمة لتخزين النفايات - في بعض الدول- يحدث بسبب حدوث الصدا والتآكل أو حدوث بعض الشروخ في هذه الخزانات مما يؤدي إلى تلوث التربة. وكذلك تسرب المواد الكيميائية بالترشيح من تربة الأماكن المستخدمة كمقالب للقمامة إلى التربة المجاورة.

الأفراط في استخدام المبيدات الحشرية والمخصبات الزراعية يؤدي إلى وجود فائض في التربة بواسطة النباتات يتم ترسيبها في التربة مما يؤدي إلى تلوثها.

والجدول التالي يوضح أهم مصادر التلوث وأهم الملوثات العضوية وغير العضوية الناتجة عنها:

جدول (١): أهم مصادر التلوث وأهم الملوثات العضوية وغير

العضوية الناتجة عنها

المصادر الملوثة للتربة	الملوثات الناتجة
١- المركبات العضوية من البترول	بنزين - إيثيل البنزين - طولين - ألكانات - ألكينات
٢- تسرب المذيبات وعوامل المنظفات الجافة	الاسيتون - ثلاثي كلورو الإيثيلين - الفورمالدهيد وبيركلورو الإيثيلين .
٣- رشح تربة الأماكن المستخدم لمقالب الزبالة	الرصاص - الزئبق - الكروم - الكاديوم - المواد الهيدروكربونية والبيكتريا .
٤- تخلل المبيدات الحشرية الزائدة إلى التربة	د. د. ت. - لندان - المواد العضوية المحتوية على الكلور والمواد العضوية المحتوية على الفوسفات دايبين الحلقي .
٥- ترسيب الأتربة عن صهر المعادن وحرق الفحم .	الزنك - الكاديوم - الرصاص - الزئبق .
٦- رشح المحولات الكهربائية	٢- ثنائي الفينولات عديدة الكلور ب. س. ب (P C B <sub>2</sub> )

من الجدول السابق يتضح أن معظم العمليات الصناعية والأنشطة اليومية التي يقوم بها الإنسان يمكن أن تتسبب في تلوث التربة إذا تمت بدون أخذ الاحتياطات اللازمة لذلك.

#### ملوثات التربة:

تنقسم ملوثات التربة إلى نوعين هما الملوثات غير عضوية والملوثات العضوية. وسوف نذكر بعضاً من أهم هذه الملوثات:  
أولاً الملوثات غير العضوية ومنها:

#### أ- الزرنيخ:

هو عنصر كيميائي يوجد طبيعياً في التربة. هذا العنصر نادراً ما يوجد منفرداً في الطبيعة لكن دائماً يوجد متحداً مع واحد أو أكثر من العناصر مكوناً مركبات غير عضوية عندما يتحد مع الأكسجين أو الكلورين أو الكبريت ويكون مركبات عضوية عندما يتحد مع الكربون والهيدروجين وقد وجد أن مركبات الزرنيخ العضوية أقل سمية من مركبات الغير العضوية .

#### إستخدامات الزرنيخ:

يستخدم الزرنيخ بنسبة ٧٤% في المواد المستخدمة في حفظ الأخشاب وبنسبة ١٩% في المنتجات الزراعية وفي الزجاج بنسبة ٣% وفي السبائك الغير معدنية بنسبة ٢%.

#### تأثير الزرنيخ على الإنسان:

(بالإضافة إلى ما ذكر عن أعراض التسمم بالزرنيخ في باب تلوث المياه) فإنه عند وجود الزرنيخ في التربة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة يتم امتصاصه داخل أنسجة النباتات بواسطة الجذور وبالتالي ينتقل إلى الإنسان



الذي يتغذى على هذه النباتات. وقد وجد أن مركبات الزرنيخ العضوية لا تسبب أمراض السرطان أو تعطل د. ن. أيه (D.N.A) ولكن التعرض لتركيزات عالية منها قد يؤدي إلى تأثيرات صحية مختلفة مثل تلف الأعصاب وآلام بالمعدة في حين ان التعرض لمركبات الزرنيخ الغير العضوية يسبب النقص في تكوين خلايا الدم الحمراء والبيضاء وتهيج المعدة وتغير لون الجلد وتهيج الرئتين و التعرض لتركيزات عالية منها قد يزيد فرصة الإصابة بالسرطان .

#### ب- الرصاص:

( بالإضافة إلى ما ذكر عن أعراض التسمم بالرصاص في باب تلوث المياه ) يوجد الرصاص طبيعياً بنسبة تتراوح ما بين ١٥ إلى ٤٠ جم لكل كجم من التربة. ولكن تلوث التربة بالرصاص بالطرق المباشرة وغير مباشرة يؤدي إلى زيادة تركيز الرصاص في التربة بنسبة عالية جداً قد تصل إلى حوالي عدة آلاف من المليجرام لكل كيلوجرام من التربة وهذه نسبة عالية جداً تؤدي إلى أضرار خطيرة بصحة الإنسان. بالرغم من أن الرصاص استخدم منذ فترة طويلة على هيئة مركب رباعي إيثيل الرصاص في بنزين السيارات كمضاد للفرقة وعلى هيئة زرنيخات الرصاص لمبيد فطري وقد تم منع استخدام هاتان المادتان الآن إلا ان هناك تركيزات عالية من الرصاص مازالت موجودة في التربة منذ عدة مئات السنين وحتى الآن. وهذا يعني أن سوء الاستخدام في الماضي يؤثر على الحاضر و المستقبل .

#### ج- النيتروجين :

النيتروجين عنصر هام جداً يدخل في كثير من المواد التي يحتاجها النبات ويساعد على القيام بالعمليات الحيوية المختلفة ومن أهم مركبات النيتروجين

أيون النترات ( $\text{NO}_3^-$ ) وهو أيون يذوب في الماء بدرجة كبيرة ولكنه قليل النشاط الكيميائي لذلك فإنه محدود التأثير المباشر على صحة كلا من الإنسان والحيوان ولكن تأثير النترات يكمن في عملية اختزاله إلى أيون النتريت - بفقد ذرة أكسجين - وبالرغم من أن كمية النتريت المتكون بهذه الطريقة صغيرة إلا أن له تأثيرات شديدة على صحة الإنسان فعندما يوجد أيون النترات في جسم الإنسان فإنه يتفاعل مع هيموجلوبين الدم - الذي يحتوي على أيون الحديدوز - بطريقة ما ليكون ما يسمى بالميثموجلوبين - الذي يحتوي على أيون الحديدك. وأكسدة الحديدوز إلى حديدك تؤدي إلى عدم قيام الدم بوظيفته وهي نقل الأكسجين من الرئتين إلى أجزاء الجسم الأخرى وبذلك تؤدي إلى موت بعض الخلايا وهو ما يسمى بتسمم الدم. وزيادة تسمم الدم في الجسم يؤدي إلى وفاة الإنسان. ولا يقتصر تأثير أيون النترات على تسمم الدم فقط بل إنه يتفاعل مع الأحماض الأمينية الموجودة في جسم الإنسان مكونا مركبات تعرف بالنتروزامين التي لها تأثير سام على الجسم ويمكن ان تكون ضمن الأسباب التي تؤدي إلى حدوث الأورام الخبيثة .

ومن الجدير بالذكر أن أيون النتريت يدخل إلى جسم الإنسان عن طريق مياه الشرب والأغذية المحفوظة بالإضافة إلى النباتات. ولتقليل الأخطار الناتجة عن أيون النتريت يجب التحكم في المصادر التي تؤدي إلى وجوده في البيئة مثل مياه الشرب والأغذية المحفوظة حتى يتسنى لنا الوصول إلى النسبة المقرر وجودها في جسم الإنسان والتي لا تؤدي إلى الضرر. ومن المعلوم أن هذه النسبة يمكن أن تختلف من بلد إلى بلد ومن جسم الطفل إلى جسم الإنسان البالغ ولكن في النهاية لا تسبب تأثيراً على صحة الإنسان والحيوان. وكما يتضح من الجدول التالي فإن النترات وباقي العناصر

الأخرى لها قيم قياسية عامة يجب العمل على الحفاظ عليها حتى لا تؤدي إلى تلوث التربة الأمر الذي يؤدي إلى الضرر بصحة الإنسان والحيوان.

جدول (٢): القيم القياسية للأيونات التي لا تؤدي إلى حدوث التلوث

الايون أو الفلز .	مدى القيمة القياسية للتركيز (مجم/لتر).	الظروف الموانية لهذا المدى .
أيون النترات (-NO <sub>3</sub> )	٤٠٠-١٠٠	طبقاً لنوع النبات وفترة نموه .
أيون الأمونيا - نيتروجين (N-NH <sub>4</sub> )	٥٠-٣٠	في حالة الري بالتنقيط
الفوسفور (P)	٢٠-١٠	طبقاً لنوع النبات وفترة نموه.
الباتسيوم (K <sup>+</sup> )	٢٥٠-١٠٠	طبقاً لنوع النبات وفترة نموه .
الكالسيوم (Ca <sup>+2</sup> )	١١٠-٧٠	طبقاً لنمو النبات .
الماغنسيوم (Mg <sup>+2</sup> )	٥٠-٣٠	طبقاً لنمو النبات.

د-الفوسفور :

عنصر أساسي النمو النبات. فهو يؤدي إلى سرعة نمو النبات في مراحل نموه الأولى والفوسفور يوجد في التربة على هيئة مركبات عضوية وغير عضوية بالإضافة إلى وجوده من المخصبات الزراعية. والفوسفور في

المواد العضوية يتواجد منفرداً في التربة بعد تحرره من هذه المركبات عندما تتكسر بواسطة الميكروبات الموجودة في التربة. وقد لوحظ ان عملية التكسر هذه تعتمد على درجة حرارة التربة ومدى قدرتها على تسرب المياه الموجود بها.

وفي حالة المركبات الغير عضوية فإن الفوسفور يكون سالب الشحنة في معظم أنواع التربة ، لذلك فهو يتفاعل مع الأيونات الموجبة الموجودة مثل أيونات الحديد(Fe)، والألومنيوم (Al)، والكالسيوم (Ca) ليكون مركبات قليلة الذوبان في الماء كما يؤدي إلى ترسيب الفوسفور وبقائه في التربة لفترات طويلة . وهذا يعكس أيون النترات ( $NO_3^-$ ) السالب الشحنة أيضاً ولكنه يكون مركبات معقدة سريعة الذوبان في الماء مما يؤدي إلى عدم ترسيبه في التربة لفترات طويلة. وقد وجد أن ذوبانية المركبات الغير عضوية للفوسفور تعتمد على قيمة الأس الهيدروجيني (pH) للتربة .

وأثبتت التجارب أن عنصر الفوسفور يوجد منفرداً ويكون متاحاً للنبات ليستخدمه في نموه عندما تكون قيمة pH التربة بين 6 و 7. فإذا كانت قيمة pH التربة أقل من 6 فإن الفوسفور يترسب على هيئة فوسفات ألومنيوم وعندما تكون قيمة pH التربة أقل من 5 ( أكثر حموضة ) فإن الفوسفور يترسب على هيئة فوسفات حديد . ولكن عندما تكون التربة أكثر قلوية أي قيمة pH أكثر من 7 فإن الفوسفات يترسب على هيئة فوسفات كالسيوم .

#### الآثار السلبية لتلوث التربة بالفسفور:

مما سبق يتضح أن زيادة نسبة التلوث بعنصر الفوسفور في التربة قد تؤدي إلى ترسيب (عدم إتاحتها للنبات) بعض العناصر الهامة التي يحتاج إليها النبات في مراحل نموه المختلفة مما يتسبب في قلة إنتاج المحاصيل الزراعية المختلفة. كذلك فإن زيادة كمية مركبات الفوسفور الذائبة في التربة عن القدر الذي يحتاجه النبات في نموه قد تصل إلى المياه الجوفية أو إلى مياه الشرب السطحية عن طريق مياه الصرف الزراعي. لذلك يجب أخذ الاحتياطات اللازمة للعمل على التوازن بين كمية الفوسفور الذي يحتاجه النبات وبين كمية المحاصيل الزراعية المستخدمة في الفوسفات.

#### ثانيا الملوثات العضوية للتربة:

من أهم الملوثات العضوية للتربة المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب ومركب البنزين الأروماتي والمركبات الحلقية والتي تحتوي على زوج من الروابط الثنائية ومركبات ثنائي ومركبات ثنائي الفينيل عديدة الكلور ومركبات الفوسفات العضوية والمذيبات العضوية المحتوية على الكلور . وقد وجد ان تعرض الإنسان لهذه المركبات يؤدي إلى حدوث أعراض كثيرة مثل الصدع والغيثان والإرهاق بالإضافة إلى الآثار الخاصة الذي يسببها كل مركب .

ويوضح الجدول التالي الآثار المرضية التي يسببها هذه الملوثات.

جدول (٣): الملوثات العضوية للتربة وأهم الآثار المرضية التي تسببها

الملوث العضوي	آثاره على صحة الإنسان
المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب	تسبب أمراض السرطان
البنزين العطري (الاروماتي)	يسبب مرض اللوكيميا وهي ابيضاض الدم وذلك عندما يتعرض الإنسان له لفترة طويلة
المركبات الحلقية المحتوية على زوج من الروابط الثنائية	ينتج عنها أضراراً كثيرة بكلية الإنسان
المركب ثنائي الفينيل عديدة الكلور	ترتبط بأسباب تسمم الكبد
المذيبات العضوية المحتوية على الكلور	تسبب تغيرات في كل من الكبد والمعدة وتؤدي إلى حدوث اكتئاب الجهاز العصبي المركزي

وعموماً فإن تعرض الإنسان إلى جرعات زائدة من هذه الملوثات يؤدي إلى حدوث الوفاة.

#### الخواص البيئية لملوثات التربة

أهم الصفات المميزة لملوثات التربة هي

١- التواجد في التربة لفترات زمنية طويلة (Persistence)

تنقسم الملوثات في التربة إلى نوعين ملوثات عضوية وملوثات غير عضوية وقد سبق الحديث عن أنواعهما. وقد لوحظ أن نسبة كبيرة من الملوثات العضوية يمكن أن تتكسر في التربة على فترات زمنية مختلفة وذلك بسبب فعل البكتريا والكائنات الدقيقة. (biotic reactions) أو بسبب

التفاعلات الكيميائية (a biotic reactions) مثل التحلل المائي والأكسدة والأختزال والتكسير الضوئي بواسطة ضوء الشمس. ولكنه قد لوحظ أن بعض من هذه الملوثات العضوية تظل في التربة لفترات طويلة جداً وسمية بالملوثات دائمة الوجود وفي حالة الملوثات الغير عضوية مثل المعادن فإنها تتكسر لتصل إلى الصورة العنصرية ويستمر وجودها على هيئة عناصر في التربة. ومما سبق يتضح أن الملوثات الغير عضوية يستمر وجودها في التربة فترة زمنية أطول من الملوثات العضوية.

#### توزيع ملوثات التربة بين الأنظمة البيئية المختلفة:

مما سبق يتضح أن الملوثات المختلفة الموجود في التربة لا تؤثر على التربة والنبات فقط و لكن أثرها ينتقل إلى الأنظمة البيئية المختلفة مثل الغلاف المائي (المياه الجوفية والسطحية ) والغلاف الجوي ( الهواء ) وأجسام الكائنات الحية (الميكروبات والكائنات الدقيقة ).

أولا توزيع الملوثات بين التربة وبين الغلاف الجوي(الهواء)

من أهم العمليات التي يتم بها توزيع الملوثات بين التربة والهواء هي عملية التطاير (volatilization) وهي عملي يتم فيها تحويل المادة الكيميائية الملوثة من الحالة الصلبة أو السائلة إلى الغازية وذلك بارتفاع درجة الحرارة التي تؤدي إلى ارتفاع الضغط البخاري لهذه المادة .

كيفية حدوث عملية التطاير في التربة

تطاير مباشر من التربة إلى الهواء.

قد لوحظ أن المادة الملوثة تنتقل من الأجزاء الصلبة للتربة إلى المحتوى المائي للتربة بعد ذلك تتطاير إلى طبقات الهواء الجوي عندما ترتفع درجة حرارتها.

تطاير غير مباشر من النبات إلى الهواء

وفي هذه الحالة يتم امتصاص المواد الملوثة أولاً بواسطة النبات من التربة ثم تتجمع هذه الملوثات في اجزاء النبات المختلفة مثل الأوراق. وبارتفاع درجات الحرارة يتم تطاير الملوثات من أوراق النبات إلى طبقات الهواء الجوي

العوامل التي تتوقف عليها عملية التطاير:

١- الصفات الملازمة للمادة (**inherent properties**) هي الصفات التي تتميز بها المادة مثل الوزن الجزيئي وخاصية القطبية وكذلك الصفات الأخرى التي تتحكم في قيمة الضغط البخاري للمادة.

٢- خواص التربة (**soil properties**)

هي الخواص التي تؤثر على تطاير المادة من التربة مثل:

أ- كمية المواد العضوية التي تحتوي عليها التربة. وزيادة هذه الكمية في التربة أكثر قدرة على ذوبانية الملوثات الموجودة بها وبالتالي تقلل عملية تطايرها إلى الهواء.

ب- المحتوى المائي للتربة

وهي كمية الماء التي تحتوي عليها كل تربة. وزيادة المحتوى المائي يؤدي إلى ارتفاع معدل البخر لهذا الماء وبالتالي يساعد على زيادة معدل تطاير المواد الملوثة الذائبة فيه.



### ٣- الظروف البيئية

وهي الظروف الطبيعية للبيئة المحيطة بالتربة مثل درجة الحرارة وسرعة الهواء. ومن الملاحظ أن الزيادة في قيمة كل منهما تؤدي إلى زيادة عملية تطاير المواد الملوثة. وهناك عدة معادلات وقوانين تصف كيفية حدوث عملية التطاير ولا يسع المجال لذكرها في هذا المحتوى.

ثانياً توزيع الملوثات بين التربة والمياه:

يتم توزيع ملوثات التربة بينها وبين المياه الجوفية أو المياه السطحية بعملية تسمى التذويب المائي بالملوثات وهي عملية يتم فيها تذويب المادة الملوثة القابلة للتذويب في الماء ، وبتأثير تركيزها في الماء الجوفية والمياه السطحية مما يؤدي إلى تلوثها .

ثالثاً توزيع الملوثات بين التربة والكائنات الحية الدقيقة:

من المعلوم أنه يوجد أنواع مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة في التربة مثل البكتريا والديدان وغيرها. ويتم انتقال الملوثات إلى الكائنات الحية كالتالي. تنتقل الملوثات أولاً من التربة إلى المحتوى المائي كما سبق شرحه، ثم بعد ذلك تنتقل من المحتوى المائي إلى الكائن الحي وذلك باعتبار أن الجزء الدهني في الكائن الحي هو المادة التي لها القدرة على امتصاص المواد الملوثة التي لا تذوب في الماء، وهذه المواد تعرف بالليبوفيلك (lipophilic) أي المواد المحبة للوسط الدهني. وعن طريق هذه الخصبة للجزء الدهني يتم تجمع الملوثات داخل الكائن الحي وبذلك يحدث التوزيع للملوثات بين التربة والكائنات الحية. ويحكم هذه العملية معامل يسمى معامل التجمع الحيوي (Bioaccumulation Factor). ويتضح مما سبق أن انتشار الملوثات الموجودة في التربة بينها وبين الأنظمة البيئية المختلفة

يعمل على وجود فرصة كبير لإنتقالها إلى جسم الإنسان مما يؤدي إلى حدوث أضراراً كثيرة.

#### البدائل المختلفة لعملية تنظيف التربة من الملوثات

نتيجة لزيادة كمية الملوثات في التربة وتنوعه وكذلك نتيجة الزيادة الكبيرة في أعداد مواقع التربة التي تم تلوثها خلال دول العالم المختلفة، فقد أدى ذلك إلى محاولة الوصول إلى بعض الطرق التي يتم بها تنظيف التربة .  
هناك استراتيجيات مختلفة تم تطبيقها في بعض الدول نذكر منها

مايلي:

١- عملية تجريف طبقة التربة الملوثة وإزالتها إلى أماكن تبعد كثير عن الأماكن الذي يتواجد فيها الأتسان.

٢- العمل على تهوية التربة جيدا وفي هذه الطريقة يتم تهوية التربة جيدا ليتخللها نسبة كبيرة من الأوكسجين يمكن أن تؤكسد بعض الملوثات. مع الأخذ في الاعتبار أن هذه الطريقة يمكن أن تؤدي الي تلوث تلوث الهواء.

٣- استخدام الكائنات الدقيقة لازالة الملوثات



( Bioremediation ) و في هذه الطريقة

يتم استخدام أنواع من الكائنات الحية الدقيقة

لتقوم بالتغذية علي بعض ملوثات التربة و

بالتالي يتم تكسيرها بالهضم داخل جسم الكائن

الحي و تحويلها إلى مواد غير ملوثة.

ويوضح الشكل التالي الميكروبات المستخدم

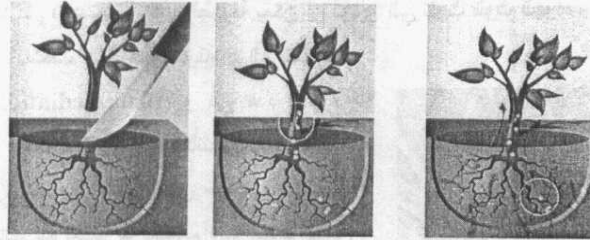
في إزالة الملوثات.

(شكل 1-6)  
بعض الميكروبات المستخدمة  
في إزالة الملوثات من التربة

٤- إستخلاص المياه الجوفية أو بخار التربة بواسطة نظام كهروميكانيكي نشط يسمح باستخلاص الملوثات منها.

٥- حصر وإحتواء ملوثات التربة في مكاتها لمنعها من الانتشار و هذه الطريقة تستخدم في المواقع التي تم تلويثها و يتوقع استخدامها كأماكن خدمية للسكان و الطرق العامة. و يتم أحتواء هذه الملوثات برصف هذه التربة أو بوضع أنواع معينة من البلاط عليها.

٦- إزالة الملوثات بزراعة بعض النباتات في التربة (Phytoremediation) و في هذه الطريقة يتم زراعة أنواع معينة من النباتات في التربة تقوم بامتصاص الملوثات و تجميعها داخل أنسجة هذه النباتات ثم يتم حصد هذه النباتات ويستخلص منه المعادن ليتم إعادة استخدامها. والشكل التالي يوضح خطوات هذه الطريقة.



بحصد النبات ويستخلص منه المعادن ليتم إعادة استخدامها

تتجمع الملوثات داخل أجزاء النبات

الملوثات الموجودة في التربة تمتص بواسطة الجذور

(شكل 2-6) خطوات إزالة الملوثات بزراعة بعض النباتات في التربة

و في هذه الطريقة يحدث الاحتمالات الاتية:

أولاً: بعض الملوثات العضوية يمكن أن تتغذى عليها بعض الكائنات الحية الدقيقة كالبكتريا و الديدان التي تعيش في التربة بالقرب من الجذور و تقوم بهضم هذه الملوثات و تحويلها إلى مواد غير ملوثة.

ثانياً: بعض الملوثات العضوية تمتص بواسطة جذور النباتات التي تتجمع في أوراق النبات و يتم تطايرها إلى الهواء ( مع الأخذ في العلم أن هذا ممكن أن يؤدي إلى تلوث الهواء ) و لكن علي الأقل يتم تخفيف تركيز هذه الملوثات في المحيط الواسع للهواء الجوي.

ثالثاً: في حالة الملوثات الغير عضوية مثل المعادن يتم امتصاصها بواسطة جذور النباتات و يتم تجميعها في أماكن معينة في سيقان و أوراق هذه النباتات يتم حصد هذه النباتات لاستخلاص هذه المعادن منها و بذلك يمكن إعادة استخدام الملوثات و تحويلها إلى مواد مفيدة.

## الباب السابع تلوث المياه

### أهمية الماء

الماء .. لا يقل أهمية عن الهواء بالنسبة للإنسان ولجميع الكائنات الحية الأخرى . وليس هناك أبلغ وصفا لأهمية الماء من قوله تعالى : (وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ) (الأنبياء: من الآية ٣٠) . ولذلك ، يعتبر الماء أهم مركب كيميائي في الكون . فهو المكون الأساسي لمعظم الكائنات الحية ، إذ أن ثلثي وزن جسم الإنسان - لحمه وعظامه - عبارة عن ماء ، ويشكل الماء (٩٠%) من دم الإنسان. كما أن من (٨٠-٩٥%) من وزن كثير من الخضروات هو الماء.

وتعتمد في حياتنا على المياه في مجالات شتى وأغراض متعددة ، فالمياه يشربها الإنسان والحيوان ويرتوي منها النبات . كما تعد المياه مصدراً من مصادر الغذاء . والمياه عامل ملطف لدرجات الحرارة على اليابسة ، فهي تساعد في خفض درجات الحرارة المرتفعة ، كما يمكن الاستفادة منها في رفع درجات الحرارة المنخفضة .

وتعد المياه مذيباً جيداً ، وهي تدخل في تفاعلات كيميائية مهمة ، منها ماله أهمية قصوى في دورة الحياة كعملية التمثيل الضوئي للنبات ، حيث يتحد مع ثاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) ليكون مواد عضوية وأكسجين ( $O_2$ ). كذلك ، تلعب المياه دوراً فعالاً في عمليات الانتقال على سطح الأرض ، وذلك من خلال استغلال البحار والمحيطات والأنهار كمجاري مائية تسير فيها السفن والقوارب وغيرها .

## خواص الماء

الماء .. سائل شفاف عديم اللون والطعم والرائحة. وهو يتكون من عنصري: الهيدروجين "H<sub>2</sub>" (١١,٢%) ووزنا، والأكسجين "O<sub>2</sub>" (٨٨,٨%) وزنا. ويعبر عن الماء النقي بالصيغة (H<sub>2</sub>O) ، ودرجة غليان الماء النقي هي (١٠٠) درجة مئوية ، بينما نجد ان درجة انصهار الجليد هي (صفر) درجة مئوية عند الضغط الجوي العادي (١ ضغط جوي).

والحرارة النوعية للماء هي واحد سعر لكل جرام لكل درجة مئوية . وكثافة الماء هي (١) جم/سم<sup>٣</sup> . ويزداد حجم الماء عند تجمده ، وتنقص كثافته ؛ أي أن كثافة الجليد أقل من كثافة الماء (لذلك يطفو الجليد على الماء) . وتصل كثافة الماء إلى أقصى قيمة لها وهي (١) جم/سم<sup>٣</sup> عند درجة الحرارة (٤) ودرجة مئوية ، ثم تبدأ بالانخفاض البطيء بارتفاع درجة الحرارة . ويفسر ذلك بأن : انصهار الجليد ينتج عنه تكسير بعض الروابط الهيدروجينية نتيجة لاختلال الترتيب المنتظم لجزيئات الماء عند الانتقال من حالة الصلابة إلى حالة السيولة . وينتج عن ذلك ، ان جزيئات الماء تستطيع الاقتراب من بعضها البعض ، مما يجعلها أكثر تراصا ، وبالتالي أكثر كثافة . ولكن ، ارتفاع درجة الحرارة فوق الدرجة (٤) يرافقه التمدد الحراري الذي من شأنه أن يبعد الجزيئات عن بعضها، فتعود الكثافة إلى الانخفاض .

ومما لا شك فيه ، أن لقوي الروابط الهيدروجينية التي تربط بين جزيئات الماء أكبر الأثر في ارتفاع درجة غليان الماء (١٠٠) درجة مئوية مقارنة بالمركبات المماثلة.

والماء النقي موصل رديء للكهرباء . وهو يتحلل كهربيا إلى العنصرين  
المكونين له ، وهما : الأكسجين والهيدروجين .

#### الماء العسر Hard Water

الماء النقي الذي يمكن ان نعتبره صالحا لمعظم الأغراض المنزلية  
والصناعية يجب ان يكون صافيا ، و عديم الرائحة وخاليا من العوالق والطعم  
والميكروبات المسببة للأمراض .

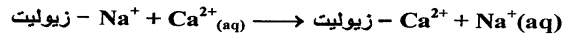
وفي الحقيقة ، فإن ماء الشرب الذي نستعمله ليس نقيا كيميائيا ، إذ  
أن الماء النقي كيميائيا يكون غير مستساغا . والماء الرقراق المندفع من  
جدول بين الصخور يكون عادة متمتعا بكل المزايا التي تجعله صالحا  
لأغراض الشرب . غير أننا نجد في هذا الماء مواد ذائبة ، مثل : الغازات  
الجوية ، وأثار من غازات : الميثان ( $CH_4$ ) ، وكبريتيد الهيدروجين  
( $H_2S$ ) ، وثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) ، والنوشادر ( $NH_3$ ) ، وكثير من  
الأملاح غير العضوية المستخلصة من الصخور التي مر فوقها الماء أثناء  
جريانه . ولكن ، إذا وصل تركيب بعض هذه المواد إلى حد عال ، فإن الماء  
ل ا يعد صالحا لاستهلاك الإنسان أو للصناعة أو للأغراض المنزلية . ويقال  
عندئذ أن الماء اصبح "عسرا" أو ملوثا .

ويرجع سبب عسر الماء الى وجود تراكيز عالية نسبييا من أيونات :  
الماغنسيوم ( $Mg^{2+}$ ) أو الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ ) أو الحديدك ( $Fe^{3+}$ ) . حيث  
تتفاعل هذه الأيونات مع الصابون ، وتكون مادة صلبة غير ذائبة أو خبيث .  
ولذلك ، فالماء العسر يخفض قدرة الصابون علي التنظيف .

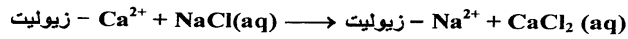
وفي الصناعة ، يستخدم البخار لإدارة العديد من الآلات حيث يحول  
الماء إلى بخار في محطات مركزية ، ثم يعود الماء الناتج عن تكثفه إلى

مراجل ليعاد غليه . فإذا استخدم في محطة البخار ماء عسر يحتوي على كميات كبيرة من البيكربونات ، فإن ذلك يؤدي إلى الانسداد التدريجي في الأنابيب ، بسبب ترسب كربونات الكالسيوم والماغنسيوم والحديد على الجدران الداخلي لتلك الأنابيب (ترسب هذه الكربونات من الماء العسر عند تسخينه ، حيث تتكسر البيكربونات "الذائبة" وتتحول إلى الكربونات "غير الذائبة").

ويمكن معالجة الماء العسر ، وتحويله إلى ماء يسر ، بإمرار الماء العسر على أنواع من "الزوليت" ذات الشحنات السالبة ، حيث يتم استبدال الأيونات المسببة للعسر ( $Mg^{2+}$  أو  $Ca^{2+}$ ) بأيونات الصوديوم ( $Na^{2+}$ ) ، ويكون الماء الخارج يسرا . حيث ان وجود أيونات الصوديوم في الماء ليس ضارا ، فجميع أملاح الصوديوم المشهورة ذائبة.



وفي هذه العملية يتحول زوليت الصوديوم إلى زوليت كالسيوم بالتبادل الأيوني . وإذا أصبح الزوليت مشبعاً بأيونات الثنائية الشحنة (المستبدلة) يجب أن يعالج هذا الزوليت بمحلول مركز من (NaCl) لإرجاعه مرة أخرى إلى حالته الصوديومية .



ويتوفر الآن عدد كبير من الملمرات الصناعية القادرة على التبادل الأيوني ، وتسمى "أصماغ التبادل الأيوني" . وهي عبارة عن جزيئات عضوية عملاقة ذات مجموعات سالبة أو موجبة . ويمكن استخدامها لإزالة جميع الأيونات (الموجبة والسالبة) من الماء والحصول على ماء خال من الأيونات غير المرغوب فيها واستبدالها بأيونات أخرى غير ضارة .



## تلوث الماء

لقد دأب الإنسان منذ وجوده على الأرض على تعميمها ومحاولة تحسين ظروف بيئته ومعيشته بها . وفي سبيل تحقيق هذه الغاية ، انتهج الإنسان نهجا غريبا لم يراع فيه التوازن البيئي . وبسبب جهل الإنسان بديناميكية ذلك التوازن وسوء تقديره ، نتج ذلك التخريب الكبير الذي أحدثه ويحدثه إنسان في بيئته .

فلقد صاحب ظهور المدن ونموها وتزايد أعداد سكانها ، وبناء الصناعات المختلفة فيها وتنوع تلك الصناعات ، بروز مشكلة تصريف النفايات المختلفة عنها . وفي البداية ، وجد الإنسان أن أسهل الطرق للتخلص من تلك النفايات ، هو ربط شبكات المجاري من البيوت والمصانع بمجاري المياه ، مثل : الأنهار القريبة أو بشواطئ البحار . ولكن ، اتضح مع الوقت أن تلك الأنهار والشواطئ أصبحت ملوثة ، كما أن أعداد وأنواع الكائنات الحية الحيوانية والنباتية التي كانت توجد بها بدأت في التناقص بدرجة ملحوظة . وذلك لأن مياه المجاري ومخلفات المصانع تنتقل إليها آلاف الأطنان من النفايات والمواد الكيميائية السامة، مما قضي على معظم أشكال الحياة فيها .

كما أن آثار ذلك التلوث قد يصيب الإنسان ذاته عبر السلسلة الغذائية ، إذ أن المواد الضارة والسموم تنتقل تدريجيا - ولو بنسب صغيرة - إلى النباتات والحيوانات المائية ، ثم تنتقل إلى الإنسان إذا تغذى بتلك النباتات والحيوانات .

كذلك ، فإن عدم مراعاة قواعد السلامة أو عدم اتخاذ الاحتياطات اللازمة أثناء عمليات التصنيع في المصانع ، تسهم في تخریب البيئة وإتلاف عناصرها .

ومن أمثلة ذلك تسرب الغازات السامة والإشعاعات الخطرة من المصانع والمفاعلات النووية ووصولها إلى مجاري المياه الطبيعية . كذلك ، غرق ناقلات النفط المحملة بألاف الأطنان من الزيت الخام أو أحد منتجاته ، والتي تؤثر على الأحياء المائية الموجودة في تلك المياه ، وتقتل جميع مظاهر الحياة بها .

ولم يعبأ الإنسان بحاجته المتزايدة للمياه ، فأخذ في تعريض الوسط المائي كله لشتى أنواع الملوثات الناتجة عن زيادة الكثافة السكانية ، وتنوع الأنشطة الزراعية والصناعية ، وإلقاء المخلفات الناتجة عن الصرف الصحي وعن المصانع ، مما جعل تلك المسطحات المائية تفقد القدرة على التخلص من تلك الملوثات وأثارها السيئة .

وكان من نتائج أعمال الإنسان غير المحسوبة أن ظهرت أعراض التدهور في معظم مشروعات المياه في العالم ، حيث بدأت آثار الملوثات تظهر على الكائنات الحية التي تعيش فيها ، حيث ماتت الأسماك في البحيرات والأنهار ، وقُل محصولها في البحار والمحيطات .

#### تعريف تلوث المياه

يمكن تعريف تلوث المياه بأنه : "وجود الملوثات والعناصر غير المرغوب فيها في المياه بكميات ونسب كبيرة ، أو بشكل يعيق استعمال المياه للأغراض المختلفة كالشرب والري والتبريد ، وغيرها ، بحيث تصبح تلك المياه مصدرا لإصابة الإنسان والحيوانات بالأمراض الخطيرة" .

## مصادر تلويث مجاري المياه الطبيعية

يمكن تقسيم مصادر تلوث البحار والمحيطات إلى خمسة أقسام ، وهي:

### ١ - مياه الصرف الصحي

في معظم مدن العالم ، يتم تحويل مياه الصرف الصحي إلى المسطحات المائية ومنها البحار . كما أن معظم المصانع القريبة من هذه المسطحات تلقي نفاياتها فيها . ويزداد خطر هذه المخلفات إذا ضخّت مياه الصرف إلى تلك المسطحات دون معالجة مناسبة وهو ما يحدث غالبا .

ولقد أحدث هذا المصدر من مصادر التلوث أضرارا كبيرة في بيئة البحر الأبيض المتوسط في أول السبعينيات من القرن العشرين الميلادي . ومن المتوقع أن تخف حدة التلوث في هذا المجري المائي مع اكتمال بناء محطات المعالجة في جميع المدن الساحلية التي تطل على شواطئه ، حيث اتفقت الدول المطلة عليه على تحقيق ذلك .

### ٢ - إلقاء النفايات في عرض البحر

مازالت معظم الدول الصناعية الكبرى تتخلص من نفاياتها السامة ، وخاصة الإشعاعية بإلقائها في عرض البحر بواسطة السفن أو الطائرات ، أو بدفنها في قيعانها . كذلك تقوم بعض هذه الدول بإجراء بعض تجاربها النووية في مناطق تحت سطح الماء .

ولحماية البحار والمحيطات من هذه النوعية من الملوثات ، فقد وقعت مجموعة من الدول معاهدة بهذا الخصوص في عام (١٩٧٢) ، تعرف باسم "معاهدة لندن" .

### ٣ - استغلال البيئة البحرية

إن النشاطات المختلفة التي يمارسها الإنسان في التنقيب عن البترول والغاز الطبيعي في المناطق المغمورة بالماء (البحار والمحيطات) ، قد تؤدي إلى تسرب الزيت إلى مياه البحار نتيجة حدوث أخطاء أو أعطال أو حوادث. وتجدر الإشارة هنا إلى حادثة بقعة الزيت في الخليج العربي عام (١٩٨٣)، والتي تسرب فيها النفط من آبار حقل النبروز الإيراني لمدة عام بمعدل تدفق قدر بحوالي (٢٠٠٠) إلى (٣٠٠٠) برميل يوميا . وعاشت دول المنطق وقتها رعبا بيئيا حقيقياً بسبب التخوف من آثار إصابة الأسماك والروبيان (الجميري) وتلوثها بالنفط ، والتي تعد ضمن الأغذية المهمة لشعوب منطقة الخليج ، ومصدر رزق لقطاع كبير منهم ، وقد أدت هذه الحادثة إلى هلاك العديد من الأحياء المائية ، كما جعلت سكان تلك المنطقة يعزفون عن تناول الأسماك تحسبا لتلوثها .

### ٤ - النقل والملاحة البحرية

لقد ساهمت الآثار البيئية والاقتصادية التي صاحبت حادثة ناقلة البترول "أمكوكاديز" والتي أدت إلى تلوث الشواطئ الفرنسية عام (١٩٨٧) إلى تنبيه الرأي العام العالمي لحقيقة احتمالية حدوث التلوث البحري دون أية ضوابط أو إجراءات صارمة لمنعها .

ويشير تقرير صادر عن الأمم المتحدة : أن الخطر الحقيقي لتلوث مياه الخليج العربي يكمن في النفايات التي تلقىها ناقلات النفط والسفن التجارية التي تمر بالخليج يوميا ، حيث تستغل هذه السفن والناقلات عدم وجود قوانين بيئية في المنطقة وتقوم بغسل خزاناتها في مياه الخليج .

#### ٥ - التلوث بالنفط

يعد التلوث بالنفط ومشتقاته من أهم الملوثات المائية وأوسعها انتشاراً في الفترة الأخيرة .

ويمكن إيجاز أهم مصادر تلوث المياه بالنفط فيما يلي :

- حوادث ناقلات البترول والسفن الأخرى . ومن الأمثلة المعروفة حادثة ناقلة البترول الضخمة (توري كاتيون) ، وما نتج عن هذه الحوادث من تدفق كميات هائلة من النفط تزيد عن (٥٠) ألف طن .
- المصانع الشاطئية ، وخاصة مصافي النفط . وقد قدرت كميات البترول التي تلقي في مياه البحر الأبيض المتوسط من خمسين مصفاة فقط بنحو (٢٠) ألف طن سنوياً.
- مخلفات ناقلات البترول التي تفرغ مياه مستودعات الاستقرار في المياه
- انفجار آبار البترول في البحار .

#### تلوث المياه الجوفية

حتى وقت قريب ، لم يكن ينظر إلى المياه الجوفية على أنها قابلة للتلوث كما هو الحال في المياه السطحية (البحار والمحيطات والأنهار) ، فقد كان الاعتقاد السائد أن التربة السطحية يمكنها إزالة الملوثات من المياه المتسربة إلى باطن الأرض عن طريق عمليات الترشيح أو الامصاص أو التحلل الحيوي . غير أن الشواهد التي تجمعت في السنوات القليلة الماضية دلت على أن بعض المذيبات الصناعية والمبيدات الحشرية قد وجدت طريقها إلى طبقات المياه الحاملة (الطبقات الحاملة هي تلك التكوينات الجيولوجية

التي تحوي الماء في فجوات مادتها الصخرية ، بحيث ينفذ ماؤها بسهولة وبكميات معقولة إلى الآبار والينابيع).

#### مصادر تلويث المياه الجوفية

يمكن حصر أهم مصادر تلوث المياه الجوفية ، فيما يلي :

##### ١ - العمليات الزراعية

يؤدي الاستعمال المفرط للمبيدات الحشرية أو الأسمدة أو سوء التخلص من مخلفات الماشية إلى عدد من المشكلات . كما تؤدي عمليات الري ، وخاصة إذ لم تتوفر أنظمة الصرف الزراعي المناسب إلى زيادة تركيز الأملاح والمعادن في المياه الجوفية ، كما تسبب الأسمدة الكيميائية زيادة النترات في المياه الجوفية فتجعلها غير صالحة للشرب .

##### ٢ - آبار الحقن

آبار الحقن .. هي عبارة عن حفر عميقة تصمم على هيئة آبار تحت سطح الأرض تدفن بها النفايات . وتستعمل آبار الحقن للتخلص من النفايات الصناعية والإشعاعية ، وغيرها من المخلفات في الطبقات الجوفية العميقة ، كتلك الحاملة للمياه المالحة .

وقد ينتج عن هذه العمليات تلوث الطبقات العلوية المنتجة لمياه الشرب نتيجة لتسرب الملوثات المحقونة عن طريق أنابيب التخفيف ، أو عن طريق سريانها في اتجاه الطبقات الحاملة عبر التصدعات في الطبقات غير المنفذة.

### ٣ - التخلص السطحي من النفايات

حيث يتم دفن النفايات في أماكن مخصصة على سطح الأرض . فعلى سبيل المثال : يتم التخلص سنويا في الولايات المتحدة الأمريكية من حوالي ٣٩٠ مليون طن من النفايات الصلبة بدفنها في أماكن على سطح الأرض أعدت خصيصاً لهذا الغرض. كذلك يتم وضع حوالي (١٠) تريليون جالون من النفايات السائلة في برك تخزين سطحية. ويعد حوالي (١٠%) من هذه النفايات الصلبة والسائلة مصدر خطورة على صحة الإنسان وبيئته ، حيث يؤدي هطول الأمطار ، وارتفاع منسوب المياه الجوفية ، وعدم إحكام عزل برك التخزين إلى تسرب بعض هذه المواد إلى الطبقات الحاملة للمياه العذبة.

وقد تم الكشف مؤخراً عن حالات التخلص من النفايات الكيميائية بطرق غير مشروعة وذلك بدفنها أو إلقائها في المسطحات المائية ، حيث أدت إلى تلوث المياه الجوفية .

### السلوكيات التي تؤدي إلى تلويث المياه

يمكن القول بأن كل فرد يتسبب في تلويث البيئة بطريقة ما ، وبأسلوب خاص ، نتيجة ممارسات وسلوكيات خاطئة . وسوف نتعرض في السطور القادمة لأهم تلك السلوكيات التي تقع من بعض الأفراد وتؤدي إلى تلويث المياه .

### ١ - إلقاء الحيوانات النافقة في مجاري المياه

من الممارسات والسلوكيات الخاطئة التي تؤدي إلى تلوث المياه ، تلك التي تمارس بواسطة بعض الفلاحين والمزارعين . ففي الريف ، بمجرد

موت الحيوان (سواء الدواجن أو الحمير أو غيرها) ، يقوم المزارعون بإلقاء هذه الحيوانات في مياه الترعى أو النيل ، وهم يعلمون تماماً أن هذه الحيوانات قد ماتت نتيجة إصابتها بأحد الأمراض .  
ويعد إلقاء هذه الحيوانات في المياه هو المسئول عن انتشار هذه الأمراض في جميع القرى والنجوع التي تمر بها مجاري هذه المياه .

#### ٢ - استحمام الحيوانات في مجاري المياه

يلجأ بعض الأشخاص من الفلاحين ومربي الماشية إلى استخدام مجاري المياه ، مثل الترعى والأنهار كحمامات لتنظيف أجسام الماشية والخيول وغيرها من الحيوانات التي يقومون بتربيتها .  
وتعد هذه السلوكيات أحد مصادر تلوث المياه بروث تلك الحيوانات وغيرها من البكتريا والميكروبات ، التي تتخذ من جلودها وأجسادها مأوى لها .  
وهكذا ، تصبح تلك المياه ملوثة ومصدراً لبث الأمراض للإنسان ، من خلال استخدامه لتلك المياه في الشرب أو غيرها من نواحي الاستخدام اليومية .

#### ٣ - التبول والتبرز في مياه الترعى والنيل :

يعد التبول والتبرز في مياه الترعى والنيل إحدى العادات والسلوكيات الأكثر خطورة ، التي يزاولها بعض أهل الريف من الفلاحين والمزارعين .  
وهذا السلوك - غير الحضاري - لقضاء الحاجة والذي يصدر عن بعض معنومي الثقافة والتعظيم ، يعد أحد مصادر تلوث المياه وجعلها مصدراً لإصابة الناس بالعديد من الأمراض ، وأهمها وأخطرها : مرض البلهارسيا .



ف عندما يقضي إنسان مصاب بمرض البلهارسيا حاجته في مجري مائي - كالترعة مثلا - فإنه يخرج مع بوله أو برازه بويضات البلهارسيا ، والتي تنفخس في الماء العذب ويخرج منها يرقات تسبح في الماء ، فإذا وجدت نوعا خاصا من القواقع دخلته وتكاثرت فيه ، حيث يخرج من القوقع طور معد هو (السركاريا). فإذا ما نزل شخص سليم للاستحمام أو التوضأ من مياه هذه الترة ، أسرع الطور المعدي (السركاريا) واخترق جلده ، وأصبح ذلك الشخص مصابا بديدان البلهارسيا، التي تمارس حياتها داخل جسم الإنسان ، حيث تبيض ويخرج بيضها مع بول أو براز ذلك الشخص المصاب عند قضاء حاجته ، وهكذا تستكمل دورة حياة تلك الديدان .  
ولذلك ، يعد الاستحمام في مياه الترع أحد السلوكيات الخاطئة ، التي يتسبب عنها انتشار الإصابة بمرض البلهارسيا في الريف المصري بوجه خاص .

#### ٤ - إلقاء المخلفات من السفن والعائمات (العوامات)

تعد المخلفات التي تلقيها السفن والعائمات أحد مصادر تلوث مجاري المياه الطبيعية ، وبخاصة البحار والأنهار . ولا يمكن التقليل من حجم هذه المخلفات وأثرها المباشر في تلويث تلك المجاري المائية . وتزداد خطورة هذا المصدر نظرا لتزايد أعداد السفن التي تجوب البحار ، وزيادة أعداد العائمات التي تنتشر - وبصفة خاصة - على ضفاف الأنهار ذات المياه العذبة ، والتي تعد المصدر الرئيسي لمياه الشرب في الدول التي تمر بها تلك الأنهار .  
ويمكن تحديد التلوث الناشئ عن السفن والعائمات في ثلاثة أنواع من التلوث ، وهي :

- التلوث الناشئ عن الزيت أو الوقود المستخدم لإدارة محركات تلك السفن والعائمات .
- التلوث بمخلفات الصرف الصحي والقمامة الصلبة ، الناتجة عن أنشطة الإنسان المختلفة ومعيشته علي سطح هذه السفن أو داخل تلك العائمات .
- التلوث بالمواد الضارة للبيئة المائية ، وذلك عن طريق تسرب جزء من حمولة تلك السفن . ويعد البترول آخر المواد التي يمكن أن تتسرب من خلال ناقلات البترول ، ويسبب تلوث البيئة المائية .

#### أقسام التلوث المائي

يقسم التلوث المائي إلى أربعة أقسام ، وهي :

##### ١ - التلوث الفيزيائي :

وينشأ هذا النوع من تلوث المياه نتيجة وجود المواد العضوية وغير العضوية العالقة بالمياه ، والتي تؤدي إلى تغيير لون وطعم ورائحة المياه . ويعد ارتفاع درجة حرارة الماء نتيجة لصب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية في المسطحات المائية إحدى صور التلوث الفيزيائي والذي يعرف بـ "التلوث الحراري" . ويؤدي ذلك النوع من التلوث إلى نقص كمية غاز الأكسجين المذاب في المياه ، مما يؤدي إلى الإضرار بالأحياء المائية إلى الحد الذي قد يؤدي إلى هلاك أعداد كبيرة منها ، أو هلاكها جميعاً .

وكما هو معروف ، فإن درجات نوبان الغازات في المياه - وخاصة غاز الأكسجين ( $O_2$ ) - تقل مع زيادة درجات الحرارة ويوضح

الجدول (١٠) ذائبية بعض الغازات في الماء عند درجات الحرارة المختلفة وتحت ضغط واحد جوي . ويتضح من هذا الجدول أن جميع الغازات المذكورة بالجدول تقل ذائبيتها في المياه بارتفاع درجة الحرارة ، ولو أن مقدار الانخفاض في الذائبية بارتفاع درجة الحرارة ليس منتظما . وعندما ترتفع درجة حرارة المياه ، فإن ذائبية غاز الأكسجين في هذه المياه سوف تقل (كما ذكرنا) ، ولكن هذه الزيادة في درجة الحرارة تزيد النشاطات الحيوية للأحياء المائية الموجودة بتلك المياه . وبناء على ذلك ، فهناك عمليتان متضادتان تحدثان بسبب زيادة الحرارة . وينتج عن ذلك ، ازدياد التنفس على كميات الأكسجين القليلة الذائبة (غاز الأكسجين غاز شحيح الذوبان في الماء) والمتناقصة ، مما يسبب أضرارا بالغة لا حصر لها على جميع الأحياء المائية .

جدول (١٠) : معاملات الامتصاص لبعض الغازات في الماء عند درجات الحرارة المختلفة (سم<sup>٣</sup> من الغاز / سم<sup>٣</sup> من الماء عند ضغط واحد جوي .

100°C	60°C	25°C	15°C	0°C	درجة الحرارة الغاز ورمزه	م
195	-	635	8.2	1300	NH <sub>3</sub>	١ النشادر
-	339	430	458	506	HCl	٢ كلوريد الهيدروجين
-	0.360	0.759	1.019	1.713	CO <sub>2</sub>	٣ ثاني أكسيد الكربون
0.017	0.020	0.09	0.034	0.049	O <sub>2</sub>	٤ الأكسجين
0.010	0.010	0.014	0.0184	0.024	N <sub>2</sub>	٥ النيتروجين
0.016	0.016	0.17	0.019	0.022	H <sub>2</sub>	٦ الهيدروجين
-	-	0.031	0.040	0.058	Ar	٧ الأرجون

## ٢ - التلوث الكيميائي

وينتج هذا النوع من التلوث عن وجود كميات زائدة من الأملاح المذابة والأحماض والقلويات والفلزات والمواد العضوية والأسمدة والمبيدات . فالفلزات - مثلا - يذوب معظمها في الماء إلى حد ما ، ومنها ما هو سام ، مثل : الباريوم والكاديوم والرصاص والزنك . أما الفلزات غير السامة فتشمل : الكالسيوم والماغنسيوم والحديد والنحاس والصوديوم ، وتسبب زيادتها بعض الأمراض للإنسان . فزيادة تركيز الصوديوم - مثلا - تجعل الماء غير مستساغاً ، وتؤدي إلى مخاطر صحية لمرضى القلب والكلى ، كما تؤدي إلى تسمم النباتات .

ويبلغ عدد العناصر والمركبات الكيماوية المصنعة في نطاق واسع ، والتي تعد من المنتجات السامة ، أكثر من خمسمائة نوع . ولذلك ، سوف تقتصر الحديث هنا عن المخلفات الصناعية كملوثات وأثارها القاتلة على الكائنات الحية، وخاصة الإنسان ، حيث إن هذه المواد تؤثر على نمو وتكاثر تلك الكائنات . كما أن العديد من هذه العناصر والمركبات الكيميائية له قابلية التراكم في أجسام الكائنات الحية ؛ أي أن الكائن الحي لا يستطيع التخلص من الكميات التي قد تكون ضئيلة جدا وغير سامة عند هذا التركيز . وباستمرار التعرض لهذا الملوث يزداد تركيزه في جسم الكائن الحي حتى يصل إلى درجة السمية . والتسمم قد يحدث للكائن المركز لهذه السموم ، ولكن لكائن آخر يعتمد عليه في السلسلة الغذائية .

ومن الملوثات الكيميائية الناتجة عن عمليات الصناعة عنصر الزنك . فالمصدر الرئيسي للتلوث بالزنك هو النفايات الناتجة من خلايا التحليل الكهربائي في صناعة هيدروكسيد الصوديوم وغاز الكلور . وتعد كمية

النفائات الناتجة ضئيلة جدا ، حيث تبلغ (٠.١) ملي جرام/ لتر في الماء المهدور (waste water) ، كما أن هذه الكمية تخفف أكثر بعد صبها في النهر (المجري المائي) ، ولقد وجد أن الأحياء الدقيقة تحول الزئبق غير العضوي إلى كاتيون ميثيل الزئبق. وهذا المركب يتحد بشدة مع البروتينات الموجودة في الجسم عن طريق مجموعة (-SH) التي توجد بها ، وهذا يؤدي إلى تركيزها في السلسلة الغذائية . ومن هنا ، يتضح ان مجرد تخفيف النفائات السامة قبل صبها في المياه قد لا يحل مشكلة التلوث .

والتسمم بالمركبات غير العضوية للزئبق يؤدي إلى حدوث خلل عصبي ، يسمى " رعشة هاتر " . أي " رعشة القبعة " . ويرجع هذا الاسم إلى أن الزئبق كان يستعمل كعامل مساعد في صناعة حشو القبعات . أما التعرض لعنصر الزئبق فيؤدي إلى الصداع والرعشة والتهاب المثانة ، وفقدان الذاكرة .

أما مركبات الزئبق العضوية ، وخاصة : ميثيل الزئبق ، فهو أكثر سمية لسهولة نفاذيته خلال الأغشية ، حيث يتركز في الدم ، ويؤثر على العقل والجهاز العصبي المركزي .

ونذكر هنا كارثة "ميناماتا" في اليابان في عام ١٩٥٢ ، والتي مات فيها أكثر من ٢٥ شخصا ، واصيب المئات الآخرون بضرر دائم . وقد أتضح ان سبب ذلك هو اعتماد أفراد هذه القرية في غذائهم على الأسماك التي كانت تحتوي على تركيزات مرتفعة من مركب الزئبق ( $CH_2HgSCH_3$ ) ، وكان مصدر الزئبق هو مصنع محلي يستعمل أملاح [Hg(II)] كعامل حفاز في تحضير الاسيتيلين من الاسيتالدهيد ، حيث كان يصب ذلك المصنع مخلفاته ونفايته في مياه البحيرة المجاورة ، مما تسبب في تلويث الأسماك التي تعيش في تلك البحيرة بمركبات الزئبق السامة .

وكذلك ، فإن الكاديوم (Cd) يعد من أخطر الملوثات لتشابهاً مع الزئبق في أن لـه خواص تراكمية في أجسام الكائنات الحية ، حيث يتجمع في "كلى" الإنسان . كما أن هذا العنصر ومركباته يتحد مع مجموعة (-SH) في السيستين الموجودة في البروتين . ولذلك ، فهو يثبط نشاط الإنزيمات المحسّوية على المجموعة (-SH) .

والرصاص ومركباته من الملوثات ذات الأثر التراكمي المميت والقاتل . ويعد الرصاص ومركباته من المواد السامة ، حيث أنه يتحد عن طريق مجموعات أكسو (OXO-groups) التي توجد في الإنزيمات في جميع خطوات تخليق الهيم . وهو كذلك عامل مثبط لوظائف العديد من الإنزيمات . كما أنه مثبط لعمليات تخليق البروتين وذلك بتغيير طبيعة الـ (Transfer-RNA) . وكذلك يمكن للرصاص أن يكون متراكبات عن طريق الاتحاد بمجموعة (-SH) في الإنزيمات التي تحتويها ، وإن كانت درجة الاتحاد أقل حدة من حالات الزئبق والكاديوم .

ومن أعراض التسمم بالرصاص : المغص ، والمغص الكلوي ، والتشنج ، والصداع ، والأثيميا . كما يؤدي التسمم بالرصاص إلى حدوث خلل في المراكز العصبية . ومن طرق معالجة التسمم بالرصاص استعمال الكلايبات (Chelates) التي تكون متراكبات مع الرصاص ، مثل : (EDTA) .

والزرنخ مثل باقي المعادن الثقيلة الأخرى ومركباتها ، فإن له تأثير ضار وسام على الكائنات الحية . والزرنخ يدخل في عديد من الصناعات ، ومن أهمها : صناعة المبيدات ؛ حيث تستخدم مركبات الزرنخ كمبيد للأعشاب وللحد من الحشرات والحيوانات الضارة .

وفي الحقيقة ، فإن ما يزيد من حدة تأثير هذه المواد أنها تتراكم في جسم الكائن الحي ، وذلك بالاتحاد مع جزيئات البروتين والإنزيمات عن طريق المجموعات الوظيفية ، مما يؤدي إلى حدوث خلل في الوظائف الحيوية بجسم الإنسان ، مما قد يؤدي إلى موته .

### ٣ - التلوث الحيوي (البيولوجي)

وينشأ هذا النوع من التلوث نتيجة الإصابة بالملوثات الحيوية كالبكتيريا والفيروسات والطفيليات التي تسبب عديد من الأمراض والأوبئة . ومصدر هذه الملوثات فضلات الإنسان والحيوان ، حيث تنتقل هذه الملوثات إلى مجاري المياه من خلال الصرف الصحي أو الصرف الزراعي ، حيث تؤدي إلى إصابة الإنسان بأمراض عديدة ، مثل : الكوليرا وغيرها .

### ٤ - التلوث الإشعاعي :

في النصف الثاني من القرن العشرين الميلادي أزداد استخدام الطاقة النووية في أغراض متعددة ، مثل : استعمال النظائر المشعة في الأغراض العلاجية والبحثية والصناعية ، وما يصاحب ذلك من تسرب إشعاعي . والمواد المشعة لها عواقب وخيمة على الأحياء كافة ، حيث تكون المواد التي لها نصف عمر قصير (ثوان أو دقائق أو أيام ذات خطورة وقت إنتاجها ، ولكن ليس لها تأثير طويل المدى على البيئة . أما المواد المشعة ذات أنصاف الأعمار الطويلة (شهور أو سنين) ، فلها خطورة طويلة المدى على البيئة ، وتعد أخطر أنواع المواد المشعة على الإطلاق . وقد الوقت الحالي ، ينحصر الاهتمام والقلق بصورة رئيسية حول التأثير البيئي للمواد المشعة والنفايات المشعة (Radioactive wastes)

النتيجة من استخدامات اليورانيوم . واليورانيوم مادة مشعة توجد في الطبيعة ، ولها نصف عمر يقدر بملايين السنين .

ولقد بدأ الاهتمام بالتلوث الإشعاعي بعد الإزدياد الكبير في استعمال الطاقة النووية مما أدى إلى ازدياد النفايات المشعة وتصريف بعضها في مجاري المياه أو تسريبها إلى مياه الشرب عن طريق المياه الجوفية ومياه الأمطار ، ولذلك ، فإن النفايات المشعة السائلة (Liquid waste) الناتجة من تشغيل المفاعلات النووية ، والنفايات الناتجة عن استعمال النظائر المختلفة ، والمتساقطات (الهطل) المشع من اختبارات الأسلحة النووية ، قد أضاف كميات محسوسة من الإشعاعات فوق الخلفية الطبيعية .

ومن أهم المصادر (غير الطبيعية) للتلوث الإشعاعي ما يلي :

- استخراج الخامات .
- التفجيرات النووية .
- المفاعلات النووية .
- توليد الطاقة الكهربائية باستعمال الطاقة النووية .

#### طرق مكافحة تلوث المياه

وفي ضوء ما سبق ، كانت أهمية وضرورة المحافظة علي المياه وحمايتها وصيانتها من جميع أنواع صور وأشكال التلوث التي يمكن أن تصيبها .

ويمكن تحقيق ذلك من خلال ما يأتي :

١ - عمل الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب مياه الصرف الصحي إلى مياه الشرب أو مصادر المياه الطبيعية ، مثل : الأنهار . كذلك عدم إلقاء



- مياه الصرف الصحي في مجاري المياه العذبة ، وتجريم ذلك قانونا ،  
وتحريم هذا السلوك .
- ٢ - التشديد على عدم صرف مخلفات المصانع ، سواء كانت سائلة أم  
صلبة أم غازية إلى المسطحات المائية . قبل معالجتها بطريقة مناسبة  
، لإقلال من الآثار التلويثية لها على تلك المسطحات .
- ٣ - الاهتمام بتنقية مياه الشرب والمياه التي تخلط مع الأغذية أثناء  
التصنيع ، وحثية مطابقتها للشروط الصحية في هذا الشأن . وكذلك ،  
الاهتمام بخزانات مياه الشرب بأسطح المنازل ، ومتابعة صيانتها  
وتنظيفها بطريقة دورية .
- ٤ - تحريم إلقاء الحيوانات الميتة في مجاري المياه ، وبخاصة العذبة منها  
، مثل : الأنهار ، وتجريم ذلك السلوك .
- ٥ - عدم إلقاء القاذورات والمخلفات والمواد الصلبة والبلاستيكية في  
مجري المياه .
- ٦ - نشر الوعي الصحي بين الفلاحين ، وجذب الانتباه إلى ضرورة عدم  
تلويث مجاري المياه بفضلات الإنسان ، لما لهذه العادة السيئة من أثر  
سئ في تلويث المياه ، وجعلها إحدى وسائل انتقال العدوي بالأمراض  
الخطيرة ، مثل : البلهارسيا والكوليرا .
- ٧ - نشر الوعي الصحي بين المزارعين ، والتنبيه عليهم بضرورة عدم  
غسل آلات ومعدات رش المبيدات الحشرية في مياه الترع والقنوات .
- ٨ - عمل الاحتياطات اللازمة في أثناء سير ناقلات البترول العملاقة في  
المجري المائية ، وسرعة التحرك فيما لو حدث تسرب نفطي من  
إحدى هذه الناقلات ، لتلافي الأخطار البيئية - أو التقليل منها قدر  
الإمكان - الناشئة عن تلوث المياه بالنفط .

- ٩ - اتخاذ كافة الإجراءات اللازمة نحو تطبيق القانون الخاص بحماية المجاري المائية من التلوث ، وبخاصة الأتهار .
- ١٠ - إنشاء مراكز قياسات ثابتة على المجاري المائية ؛ لمراقبة التلوث الذي يطرأ على هذه المجاري .
- ١١ - ضرورة عمل صرف خاص بمخلفات المعامل العلمية ، وبعض المصانع ، مثل : مصانع الكيماويات والأسمدة والبطاريات ، حيث تجمع تلك المخلفات في أماكن خاصة ، ويتم معالجتها ، ثم تصريفها إلى المناطق الصحراوية بعيدا عن مجاري المياه الطبيعية .
- ١٢ - مكافحة جميع صور التلوث الأخرى ، فالهواء الملوث بأكاسيد النيتروجين والكبريت مثلا ، يؤدي إلى تكوين "المطر الحمضي" ؛ الذي يتسبب بدوره في تلويث المسطحات المائية .
- ١٣ - تجريم ما تقوم به بعض الدول المتقدمة من إلقاء مخلفاتها الصناعية والنووية بالقرب من سواحل بعض البلاد النامية ، وفي مياهها الإقليمية .
- ١٤ - تجريم استخدام مجاري المياه ، مثل : الأتهار "حمامات" لتنظيف أجسام الحيوانات ، وفرض الغرامات المناسبة على مرتكبي هذه السلوكيات .
- ١٥ - يجب عدم التبول أو التبرز أو الوضوء أو الاستحمام أو غسل الأواني أو الملابس في مياه الترعة . كذلك يجب عدم السير حفاة الأقدام في أراضي مروية بمياه الترعة .

## الباب الثامن

### التلوث الإشعاعي

يقصد بالتلوث الإشعاعي وجود قدر من المواد المشعة المصنعة في البيئة سواء في التربة أم في مواد المسكن أم في الهواء أم في الطعام والماء ، ويقصد بالمواد المشعة المصنعة تلك المواد التي أنتجها الإنسان باستخدام المعجلات أو المفاعلات النووية ليستخدما في توليد الطاقة من المصادر النووية أو في الأغراض الطبية أو الصناعية أو الزراعية أو غيرها ، وهذه تختلف عن المواد المشعة الطبيعية التي خلقها الخالق سبحانه وتعالى في البيئة التي نعيش فيها وتمثل أساسا في نظائر اليورانيوم والثوريوم وتواتج تفككها وفي البوتاسيوم ، ويتفاوت تركيز هذه المواد المشعة الطبيعية في البيئة تفاوتاً كبيراً وقد تسبب أخطار إشعاعية فادحة للبشر الذي يقطنون تلك البيئة إلا إن هذه المواد لا تندرج ضمن مواد التلوث الإشعاعي لأنها طبيعية وليست مصنعة وإشعاعها في جو الأرض مقدر من عند الله سبحانه وتعالى من غير ضرر على البشرية يقول تعالى " وكل شئ خلقناه بقدر " ... صدق الله العظيم .

#### مصادر التلوث الإشعاعي

##### ١ - التفجيرات الجوية

تعتبر التفجيرات الجوية من الأنشطة المساهمة في التلوث الإشعاعي للبيئة ففي خضم سباق التسلح في العالم تمت سلسلتان من تجارب التفجيرات النووية في الجو ، وكانت السلسلة الأولى في الخمسينيات من القرن

العشرين عندما قامت كل من الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي -حينذاك- والمملكة المتحدة بإجراء عدد كبير من تجارب التفجيرات النووية ، وتمت السلسلة الثانية التي كانت أعظم أثرا في تلوث البيئة في بداية الستينات من نفس القرن .

وحتى عام ١٩٨٠ بلغ عدد التفجيرات النووية جو الأرض حوالي ٤٥٠ تفجيرا شكل في مجملها قوة تدميرية هائلة بلغت ٥٤٥ ميجاطن من المواد شديدة الانفجار .

وبعد عام ١٩٨٠ أصبحت جميع التجارب النووية تجري تحت سطح الأرض ، ولقد تم إجراء ١٠٠٠ تفجير نووي تحت سطح الأرض وحتى عام ١٩٩٠م. وبذلك يكون إجمالي القدرة التدميرية التي أجريت منذ بدء التجارب النووية في الجو وتحت سطح الأرض هو ٦٢٥ ميجا طن وهذا المقدار ضئيل بالنسبة لترسانة الاسلحة النووية في العالم وتبعاً لنوع التفجير النووي تتولد كمية هائلة من نواتج الانشطار المشعة وتتساقط فضلات الانشطار على سطح الأرض وتعلق غالبية النواتج المشعة اي الطبقة السفلى من الغلاف الجوية حيث تحمل الرياح هذه النواتج المشعة إلى جميع أرجاء الكرة الأرضية عند نفس الارتفاع تقريبا ومع الانتقال يتساقط جزء من هذه المواد على سطح الأرض بالتدريج ويندفع الجزء الاخر من هذه المواد المشعة إلى الطبقة التالية بارتفاع ١٠ - ٤٠ كم حيث تبقى شهورا طويلة وتعود فتساقط على سطح الأرض من جديد .

وتتضمن الأنواع المختلفة من التساقط الذري هذه الناتجة عن التفجيرات النووية كثير من المواد الملوثة من أهمها الكربون والسييزيوم

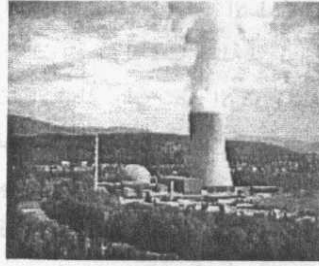
والزركونيوم والسترونشيوم والسلينيوم واليود الذي ينطلق بكميات هائلة عن التفجيرات الانشطارية .

## ٢ - التفجيرات الأرضية :

ينتج عن التفجيرات التي تجري تحت سطح الأرض عند مئات من المواد المشعة إلا إنها لاتخرج من باطن الأرض وتبقى حبسة هناك باستثناء اليورانيوم ١٣١ المشع اليوم ١٣١ المشع الذي تخرج منه نسبة ضئيلة إلى سطح الأرض فتلوثه .

## دورة الوقود

يكن المصدر الثالث للتلوث الإشعاعي للبيئة في مفاعلات إنتاج القوي الكهربائية وفي منشآت دورة الوقود النووي المرتبطة به سواء بسبب



التشغيل الروتيني الذي يمثل

نسبة ضئيلة من التلوث أو

بسبب وقوع الحوادث النووية

في هذه المنشآت وتمثل النسبة

الكبرى للتلوث الإشعاعي

ويمكن إن تنطلق إلى البيئة

كمية من المواد المشعة الملوثة

في كل مرحلة من المراحل

المختلفة لدورة الوقود وهي:

(شكل 1)  
تسرب الملوثات للبيئة من  
مفاعلات إنتاج القوي الكهربائية

المرحلة الاولى : ويتم فيها استخراج اليورانيوم من الأرض حيث يتم استخراج نصف الخام منه من المناجم المفتوحة والنصف

الآخر من مناجم في باطن الأرض . ويخزن الخام في كلا الحالتين بالقرب من المطاحن التي تسهم بالقرب الأكبر من التلوث نتيجة لكبر حجم المخلفات التي تنتج عنها .

المرحلة الثانية : ويتم فيها معالجة اليورانيوم بعمليات تنقية وعمليات اثناء لزيادة نسبة اليورانيوم وينتج عن هذه العمليات انطلاق كميات قليلة نسبيا من لنويدات المشعة للبيئة وغالبا ما تكون في شكل سائل أو غاز .

المرحلة الثالثة : ويتم فيها تكوين بضع مئات من النويدات المشعة دخل قلب المفاعل اثناء التشغيل الروتيني نتيجة لعمليات الانشطار والتشعيع ، وتتفاوت كمية هذه النويدات المشعة داخل قلب المفاعل تبعا لنوعية وقدرته وزن تشغيله ويبلغ مخزون النويدات المشعة بعد فترة تشغيل كافية داخل مفاعلات الماء المضغوط أو مفاعلات الماء الخفيف بقدرة ١٠٠٠ ميجاوات حوالي ١ × ١٠<sup>١٩</sup> بيكرل وحتى ٤ × ١٠<sup>١٩</sup> بيكرل .

المرحلة الرابعة : وتبدأ باعادة معالجة الوقود المستهلك لفصل اليورانيوم والبلوتونيوم الناتجين لاعادة استخدامهما ويتم هذا العمل في عدد محدود من المصانع في العالم أهمها في فرنسا والمملكة المتحدة وتؤدي اعادة معالجة الوقود إلى انطلاق كميات من النويدات المشعة للبيئة وبعض المواد الاخرى التي تصدر جسيمات بيتا والفا .

المرحلة الخامسة : وتتمثل في التخلص من النفايات المشعة عالية المستوى الإشعاعي بعد عمليات الفصل التي تتم في المرحلة الرابعة وحتى الآن لم يتم التخلص من هذه النفايات الخطيرة وميزالت السلطات الوطنية تختزنها بحثا عن انسب الطرق للتخلص منها .

### الحوادث النووية

تحدث انطلاقات وتسربات كبيرة للمواد المشعة إلى البيئة نتيجة لوقوع حوادث نووية في المفاعلات أو المصانع المختلفة . الناجم عن هذه الحوادث سوف نستعرض اهم الحوادث التي حدثت ومقدار التسرب الناتج من المواد المشعة الملوثة للبيئة في كل منها وذلك على النحو التالي :

وذلك كالتي حدثت في كل من :

- ١ - كيشيتم ١٩٥٧م بجنوب جبال الاورال بروسيا وقد وقع في مصنع عسكري لاعادة المعالجة .
- ٢ - مفاعل ونديسكل بالمملكة المتحدة عام ١٩٥٧ .
- ٣ - مفاعل ثري مايل آيلند بالولايات المتحدة ١٩٧٩
- ٤ - مفاعل تشيرنوبل باكرانيا عام ١٩٨٦ .

وغيرهما من حوادث المفاعلات في الدول النووية . ويعتبر التلوث الإشعاعي الناجم عن توليد القوي النووية ودورة اوقود والحوادث المرتبطة بها غير قاصر على منطقة المنشأة النووية فحسب وانما يتعداها إلى حدود بعيدة تصل إلى عدة الاف من الكيلومترات .

وأيضاً حوادث نووية أدت إلى حدوث تلوث إشعاعي للبيئة بالرغم من أنها غير مرتبطة بإنتاج الطاقة ومنها :

١ - حادث تصادم طائرتين حربيّتين في اسبانيا عام ١٩٦٦ تحملان قنبلتين اندماجيتين (هيدروجينيتين) حيث أدى الحادث إلى احتراق القنبلتين وانتشار اليورانيوم والبلوتونيوم في منطقة واسعة من الأرض وتلوّثها بشدة.

٢ - حادث تصادم لطائرة كانت تحمل أربع قنابل نووية في جريتلاند عام ١٩٦٨ حيث حدثت الانفجارات في الجليد .

٣ - حادث احتراق القمر الصناعي عام ١٩٦٤م أثناء عودته للغلاف الجوي فانتصر البلوتونيوم المستخدم فيه كمصدر للطاقة .

٤ - حوادث سقوط الأقمار الصناعية على ساحل كاليفورنيا عام ١٩٦٨، وفي المحيط الهادي عام ١٩٧٠ وما تلاهم من حوادث سقوط الأقمار الصناعية على الأرض .

وهناك حوادث اشعاعية اخرى ملوثة للبيئة حدثت على الأرض من جراء الاستخدامات الطبية والصناعية على سبيل المثال ما يلي :

١ - حادثة جواريز بالمكسيك عام ١٩٨٣ حيث تم التخلص من مصدر كوبلت ٦٠ من عيادة طبيب بطريقة خاطئة فسلك المصدر طريقه مع نفايات الخردة التي دخلت في تصنيع منتجات من الصلب وتعرض عدد من البشر يتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ فرد لجرعات اشعاعية عالية.



- ٢ - حادث اختبار لحم الاتايب في الحمديّة بالمغرب عام ١٩٨٤ حيث سقط مصدر ايريدوم ١٩٢ يستخدم في تصوير واختبار لحم الاتايب من مكاته إلى الأرض فالتقطه احد المارة وأخذه معه إلى المنزل باعتباره قطعة معدنية وكانت النتيجة موت افراد الاسرة الثمانية جميعا بسبب التعرض الإشعاعي .
- ٣ - حادث جانيا بالبرازيل عام ١٩٨٧ والذي نتج عن مصدر سيزيوم ١٣٧ يستخدم للاغراض الطبية حيث فتح المصدر عند انتقاله للنفايات وتلوثت منطقة بأكملها بالسيزيوم ووصل مسحوق السيزيوم إلى داخل أجسام عدد كبير من البشر وراح صحته ؛ افراد بخلاف انقاذ ٥٥ شخصا تعرضوا لجرعات اشعاعية .
- ٤ - حوادث عديدة من هذا النوع حدثت في اماكن متفرقة من العالم في الحروب مثل حروب الخليج في التسعينيات من القرن العشرين .

#### مسالك المواد المشعة إلى الإنسان

يمثل التلوث اكبر المخاطر عند تساقط المواد المشعة بتركيز عالي في الأراضي الأهلة بالسكان ويؤثر إما بطريقة مباشرة بسبب تعرض الإنسان للاشعاعات الصادرة عن هذه المواد وإما بطريقة غير مباشرة عن طريق انتقال هذه المواد المشعة إلى داخل جسم الإنسان مع السلسلة الغذائية والماء والهواء . فعند تساقط المواد المشعة على النباتات أو التربة التي تزرع عليها فإنها تنتقل في النهاية إلى الإنسان .

ويتفاوت تركيز المواد المشعة المختلفة في الأنواع المختلفة من النباتات كما يتفاوت تركيز هذه المواد في الأعضاء البشرية والحيوانية المختلفة . فعلى سبيل المثال يلاحظ إن البقول تتركز السيزيوم بنسب عالية . كذلك تتركز المواد المشعة المختلفة في الحيوانات المختلفة بنسب متفاوتة ، فنجد مثلا إن الماعز وحيوانات الرنة أكثر تركيزا لبعض المواد المشعة مقارنة بالابقار في حين يلاحظ إن الدجاج يعد من أقل منتجات اللحوم تركيزا لهذه المواد خاصة السيزيوم .

وتنتشر المواد المشعة في البيئة في شكل املاح قابلة للذوبان في الماء في معظم الاحيان . وعند دخول هذه الاملاح سواء عن طريق البلع مع الغذاء أو عن طريق التنفس مع الهواء تنتقل إلى الدم من خلال عملية الامتصاص الغذائي أو من خلال عملية تبادل الغازات في الرئتين . وتنتقل المواد المشعة الذائبة في الماء مع الدم عبر الدورة الدموية إلى جميع اعضاء وانسجة الجسم وتتوزع عليها . وتقوم الاعضاء والانسجة المختلفة بتركيز تلك المواد بنسب متفاوتة . فمثلا يتركز السيزيوم أساسا في الانسجة العضلية كما يفرز بنسب عالية مع الالبان سواء كانت البان الماشية ام لبن الام المرضعة . إما عنصر السترونشيوم ٩٠ فيتركز على اسطح العظام محدثا تلفا كبيرا للنخاع العظمي الاحمر مما يؤثر على إنتاج كريات الدم البيضاء . واما اليود المشع فيتركز بدرجة عالية في الغدة الدرقية وفي حين يتركز عنصر البلوتونيوم في الكبد والعظام وتتركز املاح اليورانيوم في الكلى والكبد .

لقد اهتمت الهيئات العلمية والدولية خاصة اللجنة العلمية للأمم المتحدة المعنية باثار الاشعاع المؤين واللجنة الدولية للحماية من الاشعاع

بمخاطر التلوث الإشعاعي وقد تمكنت هذه الهيئات من جمع كم هائل من البيانات حول حجم الانبعاثات المختلفة إلى البيئة من كثير من المصادر المنتجة للتلوث الإشعاعي وحول نتائج القياسات الإشعاعية والمسح المستمر لتركيز المواد المشعة في البيئة ، وقد تمكنت هذه الهيئات من تقويم الأخطار ومازالت هذه الهيئات تعمل من أجل تقويم المخاطر بطريقة أشمل بعد إن توفر جميع الدول البيانات الحقيقية والدقيقة وحجم الانبعاثات الواقعة .

### الآثار الوراثية للتلوث الإشعاعي

إن للإشعاع آثاراً وراثية ، وتنقسم الآثار الوراثية إلى مجموعتين رئيسيتين تحدث الأولى نتيجة وقوع خلل في الكروموسومات يتمثل في حدوث تغيير عددها أو تركيبها أما المجموعة الثانية فتنتج عن حدوث طفرات في المورثات ذاتها .

ومن الجدير بالذكر أنه عندما يتعرض الذكور فقط لجرعة مكافئة مقدارها ١ سيفرت من الإشعاعات المنخفضة فإنه يترتب على ذلك حدوث ما بين ١٠٠٠ إلى ٢٠٠٠ طفرة حادة وما بين ٣٠ إلى ١٠٠٠ أثر حادث ناتج عن خلل في الكروموسومات وذلك في كل مليون ولادة في حين أن عدد الطفرات يتراوح ما بين صفر إلى ٩٠٠ لكل مليون ولادة في حين يتراوح عدد حالات خلل الكروموسومي ما بين صفر إلى ٣٠٠ حالة لكل مليون ولادة في النساء .

كما أن التعرض المستمر للإشعاع لمدة جيل واحد يؤدي إلى نحو ٢٠٠٠ حالة حادة من الأمراض الوراثية لكل مليون مولود تعرض احد ابوية للإشعاع .

تم تأسيس اللجنة الدولية للحماية الإشعاعية عام ١٩٢٨ حيث التى قامت باصدار توصياتها في وضع مواصفات العمل في مجال الإشعاع . واستمرت هذه اللجنة إلى يومنا هذا في تطوير التعليمات والتوصيات الخاصة بكل ما يتعلق بالإشعاع مع غيرها من الهيئات الدولية والوطنية مثل الهيئة الدولية لوحدات الإشعاع وقياسه والوكالة الدولية للطاقة الذرية والتي يرأسها الآن (علم ٢٠٠٥م) ومنذ أكثر من أربع سنوات العالم المصري

الاستاذ الدكتور/ محمد البرادعي ، كما قامت منظمة الامم المتحدة بانشاء اللجنة العلمية لتأثير الإشعاع الذري ومنظمة العمل الدولية ومنظمة الصحة العالمية ولقد لقي الإشعاع وتأثيراته وطرق الوقاية منه اهتماماً كبيراً .  
وحماية الإنسان والبيئة من التأثيرات الضارة للإشعاع ، الجسدية منها والوراثية . مع السماح للاستخدامات المفيدة للإشعاع والمواد المشعة بالاستمرار هو هدف الهيئات السابق ذكرها ولقد تم وضع البرامج الخاصة للحماية من الإشعاعات والتي تهدف الي  
١ - تبرير الاعمال التي تتضمن التعرض للإشعاعات .  
٢ - تقليل حدوث التأثيرات التي تتولد في الشخص المتعرض للإشعاع كاحمرار الجلد والحروق الإشعاعية والمرض الإشعاعي وفقد المناعة.  
٣ - تخفيض حدوث التأثيرات التي لا يوجد لها حد آمن من التعرض الإشعاعي ، لهذا لا يمكن اعتبار أي تعرض للإشعاع مهما قل بأنه آمن إلا إن خطورته ويزداد احتمال ظهور تلك التأثيرات مع ازدياد جرعة الإشعاع .

#### الجرعات الإشعاعية

لقد قامت الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية عام ٧٧ بإصدار توصياتها بوضع نظام لتحديد الجرعات الإشعاعية للإنسان . وتشتمل الجوانب الرئيسية لنظام تحديد الجرعة الإشعاعية علي الآتي :

١ - التبرير :

يجب إلا يتم القيام باي عمل في ميدان الإشعاع أو تتم الموافقة عليه مالم تحققه منه منفعة ايجابية .

وعلى ذلك يمكن تبرير العمل المتضمن التعرض للإشعاع بدراسة مزاياه ومساوئه للتأكد من إن الضرر الكلي الذي ينتج عن العمل المقترح يكون أقل بصورة من مزايا استخدامه . فإذا فرض أن :

الفائدة الصافية ( أ ) والفائدة الكلية (ب) وكلفة الإنتاج (ج) وكلفة الحصول على مستوي مختار من الوقاية (د) وكلفة الضرر الناتج عن التشغيل أو الإنتاج والتخلص من الإنتاج (هـ) . فيمكن وضع معادلة الضرر والفائدة على النحو التالي :

$$أ = ب - (ج + د + هـ)$$

وتعتبر حساب الحدود في المعادلة المذكورة لغرض التقدير المطلق اللازم لتبرير العمل بالإشعاعات ليس سهلاً لذلك يتم اللجوء الي التقدير النسبي الذي يتم بالمقارنة مع مبررات الطرق البديلة عن الإشعاع .

#### ٢ - الحالة المثلي للحماية الإشعاعية :

إن جميع حالات التعرض للإشعاع في أي مجتمع يجب خفضها إلى أقل قدر ممكن ، ولمعرفة ما إذا كان خفض التعرض للإشعاع قد تم بصورة معقولة ام لا فإن من الضروري الأخذ في الحسبان الموازنة بين زيادة الفائدة من هذا الخفض وزيادة التكاليف . ولزيادة الفائدة الصافية إلى أقصى قدر ممكن يؤخذ تفاضل معادلة التكلفة والفائدة بالنسبة لمتغير غير معتمد يعرف بالجرع المكافئة المتجمعة .

تعتبر الحماية من الإشعاع مثالية عندما يكون مجموع تكاليف الوقاية (د) وتكاليف الضرر من الإشعاع (ب) أقل ما يمكن ويساعد في عملية التقويم المستند إلى معادلة التفاضل المشار إليها وضع قيمة نقدية للجرعة المتجمعة .

وبالتالي عند تصميم مصادر الإشعاع ووضع خطط استخدامها وتشغيل المنشأة ينبغي أن يكون تقليل بطريقة التعرض للإشعاع مع الأخذ في الحساب العوامل الاقتصادية والاجتماعية للمجتمع .

#### معالجة الطوارئ الإشعاعية :

الطوارئ الإشعاعية هو أي حالة تؤدي إلى خطر إشعاعي غير متوقع ، كما حدث في حادث مفاعل تشيرنوبل سنة ١٩٨٦ وقد يحدث الطارئ الإشعاعي للأسباب الآتية :

١ - انفجار الحواجز الواقية ، حيث يؤدي إلى مستويات عالية من الإشعاع .

٢ - انفجار الوعاء الحاوي ، حيث يؤدي إلى انطلاق المواد المشعة .

٣ - التولد السريع لمصدر مشع كبير مع مستويات عالية من الإشعاع . وما سبق أن ذكرناه قد ينجم لأسباب تقليدية مثل خلل ميكانيكية أو حريق أو فيضان أو حادث نقل أو عوامل بشرية أو غيرها .

ومن الأمور الهامة اكتشاف أية حالة غير طبيعية في المنشأة الإشعاعية وبسرعة فإذا ما اكتشف مثلا حادث فقدان حواجز واقية مباشرة وتم الإخلاء الفوري فإن الجرعة المتعرض لها العاملين ستكون صغيرة جدا أما إذا كان عمال التشغيل ممن هم عرضة للإشعاع ليس على دراية بالحادث فقد يتعرضوا لجرعات عالية جدا قد تكون قاتلة أو على الأقل مسببة للأمراض السرطانية .

وينبغي التخطيط المسبق للتعامل مع حالات الطوارئ في مرحلة التصميم لأي منشأة نووية .

## الباب التاسع

### طرق تحول وتكسير الملوثات البيئية

تنقسم طرق التخلص من الملوثات البيئية إلى نوعين من التفاعلات هما التفاعلات بيولوجية والتفاعلات كيميائية (غير بيولوجية)

#### اولا:التفاعلات البيولوجية (Biotic actions)

تتم هذه التفاعلات بواسطة الكائنات الحية الدقيقة في الوسط المائي والبيئات الارضية وهي تؤدي إلى تحويل حيوى أو تكسير حيوى للاتواع المختلفة من الملوثات وتتم هذه التحولات اما بواسطة الميكروبات أو الكائنات الحية الدقيقة الاخرى مثل البكتريا أو الطحالب أو الفطريات.

#### البكتريا (Bacteria) :

هى كائنات حية تحتوى على خليه واحده وتوجد فى المياة والترية والهواء وتتغذى على انواع مختلفه من المواد الكيميائية .

#### الطحالب (Algae)

هى عبارة عن كائنات حية تحتوي على مادة الكلوروفيل التي تمكنها من صنع غذائها بنفسها بواسطة عملية البناء الضوئي وفيها تحول المواد غير العضوية إلى مواد عضوية تتغذى عليها و تختزن بداخلها الطاقة. والطحالب توجد في بيئة المياه العذبة و المالحة وفي التربة والأنظمة البيئية الأخرى.



#### الفطريات: (Fungi).

هي كائنات أكبر حجما من البكتريا لا تحتوي على مادة الكلوروفيل وتتميز بأنها تهضم الطعام خارج جسمها ( ليس في معدة ) وذلك بواسطة إفراز احماض تذيب خلايا الطعام ثم بعد اتمام عملية الهضم يتم امتصاص هذا الطعام داخل الجسم. وتتغذى الفطريات على معظم النفايات الموجودة في التربة وذلك بعد تحليلها.

ومن الواضح ان هذه الكائنات الحية الدقيقة المختلفة تعتمد في غذائها على المواد الكيميائية الموجودة طبيعيا في البيئة بالإضافة إلى المواد الكيميائية الملوثة للبيئة وبذلك تسهم في التخلص من ملوثات البيئة بطريقة طبيعية .

#### انواع تفاعلات التكسير البيولوجيه

تنقسم هذه التفاعلات من حيث قدرة الكائن الحي على تكسير أو تحويل المواد الملوثة إلى ثلاثة انواع هي:

أ- تكسير بيولوجي اولي:

وهي التفاعلات التي يحدث فيها تغيرات بسيطة في طبيعة المركب الكيميائي.

ب- تكسير بيولوجي مقبول

هي تفاعلات يتم فيها ازالة بعض الخواص الغير مرغوبة في المركب مثل خاصية التسمم وبعض الخواص الاخرى.

ج- تكسير بيولوجي نهائي

وهي التفاعلات التي يتم فيها تكسير المركب الكيميائي تماما وتحويله إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وهذه العملية تسمى بالتمعدن (Mineralization)

ثانيا: التفاعلات الكيميائية (Abiotic Reaction)

وهي التفاعلات التي يتم فيها تحويل أو تكسير المواد الملوثة إلى مواد أقل ضررا بدون فعل الميكروبات أو الكائنات الحية الدقيقة.

وتنقسم هذه التفاعلات إلى عدة أنواع منها:

1- تكسير أو تحويل الملوثات بواسطة تفاعلات الأكسدة و الاختزال

هذه التفاعلات تتم عن طريق فقد المادة لبعض إلكتروناتها أو اكتسابها أكسجين. ومن المعروف أنه عندما تتأكسد مادة فإن المادة الأخرى تختزل. وهذه المادة التي تم أكسبتها تسمى عامل مختزل والمادة التي قامت بالأكسدة تسمى عامل مؤكسد. وحيث أن هذه التفاعلات تتم في غياب الكائنات الحية الدقيقة، فإن أكسدة المواد الملوثة تتم بواسطة الأكسجين الذائب في الماء.

وأوضحت الدراسات أن وجود الأكسجين يؤدي إلى أكسدة الملوثات الكيميائية مثل الهيدروكربونات الأليفاتية والاروماتية، والكحولات الأدهيدات والكيونونات والفينولات والمركبات العضوية غير متجانسة الحلقة المحتوية على نيتروجين وكبريت.

ومن ناحية اخرى فان بعض الموثات الاخرى مثل المركبات الاروماتية المحتوية على النيتروجين ومركبات الازو ومركبات الكوينين واكاسيد السلفوكسون والملوثات الاروماتية والاليفاتية المحتوية على الكلور يتم تكسيرها بواسطة تفاعلات الاختزال.

ومن الملاحظ ان عملية اكسدة الملوثات في البيئة طبيعية تتم بواسطة كلا من الاكسجين والعوامل المختزلة الاخرى مثل اكاسيد الحديد والمنجنيز وغاز الاوزون وفوق اكسيد الهيدروجين وشق الهيدروكسيد. وقد وجد ان املاح الحديدوز والمنجنيز من اكثر العوامل المؤكسدة للملوثات العضوية.

وهكذا نلاحظ ان عملية أكسدة الملوثات من العمليات الهامة التي تساهم في التخلص من الملوثات في الغلاف الجوي بواسطة غاز الاكسجين والاوزون وأيضا في بيئة المياه بواسطة العوامل المؤكسدة الاخرى وهنا تكون قيمة الالاس الهيدروجين (pH) للوسط المائى من العوامل الهامة التي تعتمد عليها هذه التفاعلات.

٢- تكسير أو تحويل الملوثات بواسطة تفاعلات التحلل المائى

(Hydrolysis)

تفاعلات التحلل المائى هي التفاعلات التي يتخذ فيها جزئ الماء أو أيون الهيدروكسيد (OH-) مع جزئ المادة الكيميائية وهذا ما يؤدي إلى تكوين نوع من الروابط الجديدة وتكسير لبعض الروابط الموجودة في المادة الكيميائية، وبذلك تحدث لها تكسير أو تحول مكونه مادة جديدة - تختلف في خواصها عن المادة الاصلى- وتكون في أغلب الاحيان غير ضارة أو على الاقل تأثيرها أقل من المادة الاصلية.

ومن أهم العوامل التي تقلل تأثير المواد الملوثة عندما تتحلل بالماء هو تكوين روابط جديدة بين مجموعة الهيدروكسيد (OH-) وبين المركب والتي تؤدي إلى زيادة ذوبانية المركب الجديد في الماء وهذا ما يجعله أقل ضررا بصحة الكائنات الحية.

وأثبتت الدراسات أن كلا من مركبات الهيدروكربونات المحتوية على ذرات الهالوجين ومركبات الأبيوكسيد واسترات الفوسفور وكذلك مشتقات الأحماض الكربوكسيلية تتكسر وتتحوّل بواسطة تفاعلات التحلل المائي مما يوضح أهمية هذه التفاعلات في إزالة آثار الملوثات من البيئة .

### ٣- تكسير وتحلل الملوثات الكيميائية بواسطة الضوء (Photolysis)

تحدث تفاعلات التحلل الضوئي للمواد الكيميائية التي تمتص الضوء إما بطريقة مباشرة أو بطريقة غير مباشرة.  
فعندما تمتص المادة الطاقة الضوئية تتحول إلى حالة مثارة تؤدي إلى انحلالها إلى جزيئات أصغر من المركب الأصلي.

وقد وجد أن اهتزازات ودورانات جزيئات المادة تزداد عندما تمتص الشعاع الضوئي وتتحوّل إلى الحالة المثارة التي تؤدي إلى انحلال المادة إلى جزيئات أصغر من المركب الأصلي.

### المواد الكيميائية ذات النشاط الضوئي

المادة الكيميائية التي يحدث لها تغيرا في الحالة الكترونية ناتج عن امتصاصها لاشعة الضوء ، تسمى بالمواد النشطة كيميائيا.

ومن المعروف ان الالكترونات داخل كل مادة تتوزع في مدارات تعرف بالمدارات الالكترونية ، وكل مدار له طاقة معينة . والمادة تتحول إلى الحالة المثارة عندما تمتص الطاقة الضوئية التي تعمل على زيادة طاقة هذه الالكترونات مما يؤدي إلى سرعة انتقالها إلى مدارات مختلفة . وهذه الانتقالات الالكترونية يمكن ان تؤدي إلى انحلال المادة انحلالا ضوئيا يؤدي إلى حدوث تغير كيميائي ضوئي (Photochemical change)

شروط حدوث تغير كيميائي ضوئي للمادة:-

حيث ان المادة الكيميائية يوجد بها إلكترونات تدور في مدارات مختلفة ويمكن لها ان تنتقل بين هذه المدارات عندما تمتص أو تفقد طاقته. ويتم انتقال إلكترون بين مدارين إذا كانت طاقته تساوي الفرق في الطاقة بين هذين المدارين.

لذلك فإن هناك شرطين أساسيين لحدوث التغير الكيميائي الضوئي للمادة عندما تمتص الضوء هما :-


1- أن تكون طاقة الشعاع الضوئي الذي تمتصه المادة مطابقة لفرق الطاقة بين المدارين اللذين تنتقل بينهما الإلكترونات.

وقد وجد أن طاقة أشعة الضوء المرئي والإشعة فوق البنفسجية مطابقة لفرق الطاقة بين مدارات الجزيئات. لذلك فإن امتصاص المادة لهذه الأشعة يؤدي إلى تغير كيميائي ضوئي ينتج عنه انحلال هذه المادة إلى جزيئات مختلفة.

٢- أن تحتوي المادة الكيميائية على مجموعات حاملة للضوء تعرف بالكروموفر (Chromophore)

والمجموعات الحاملة للضوء (كروموفور) هي مجموعات تساعد المركب على امتصاص الضوء مثل مجموعات الكيتون ( $>C=O$ ) ومجموعات الأزو ( $-N=N-$ ).

والجدول التالي يوضح بعض أنواع المجموعات الحاملة للضوء و أقصى طول موجي يمكن أن تمتصه هذه المجموعات ومعامل الامتصاصية لبعض المجموعات .

معامل الامتصاصية المولارية	الطول الموجي لأقصى امتصاص (نانومتر)	المجموعة
15	٢٩٥	$>C=O$
ضعيف	٤٦٠	$>C=S$
١٥	٣٤٧	$-N=N-$
٢٥٠ ٥٠٠٠	٣١١ ٢٧٠	
٢٠	٣٣٠	$C=C-Cl=O$

والجدول السابق يوضح أن المجموعات المختلفة تمتص أشعة الضوء عند أطوال موجيه (λ) مختلفة.

والأطوال الضوئية المختلفة تكون طاقة الضوء (E) عندها مختلفة والمعروف أن طاقة الضوء تتناسب طرديا مع تردده (ν) ولا يمكن أن تحدث الكسيرات والتحويلات الضوئية للجزيء الممتص للضوء إلا إذا كانت الأشعة الممتصة لها طاقة تكفي لحدوث مثل هذه التحويلات.

## الباب العاشر

### طرق مواجهة التلوث

وهكذا ، وكما رأينا من خلال الفصول السابقة، أن الإنسان قد أفسد كل شيء.. ولوث كل شيء.. ولم يبق شيء.. إلا.. وقد شابه شيء من التلوث والفساد. وكانت ذريعة الإنسان في ذلك أنه يطور من أنماط حياته ليس... البيئة التي يعيش فيها ، ولكنه نسي أو تناسى وهو في سبيله لذلك ، أن للطبيعة نواميس سننها الخالق عز وجل ، وأن الإخلال بتلك النواميس يؤدي إلى تحولات كبيرة في المناخ والطقس تنعكس آثارها على ألوان الحياة كلها .

وقد بدأ الإنسان يستشعر الآن ويدرك مخاطر ما اقترفه في حق بيئته، وفي حق المخلوقات الأخرى التي تشاركه في ذلك الكون الفسيح. ويقدر ما استطاع من أن يحدد المشكلة وأبعادها الخطيرة ، إلا أنه مازال عاجزاً عن مواجهتها أو الحد من خطورتها والتغلب عليها.

لقد إستشرى خطر التلوث، وأصاب كل شيء ولم يبق شيء لم يصيبه التلوث. لقد أصبح التلوث فيروس ذلك العصر ، فيروس ينتشر وينتشر بسرعة مذهلة ليصيب الجميع، مسبباً وباء، لا تدرى كيف نواجهه؟! ونحن الذين ساعدنا على وجوده وسرعة إنتشاره، عندما هيأنا لــــه الأجواء المناسبةــــة. فالتلوث فيروس فتاك لا



يميز، ولا يدرك، فهو يحطم كل ما يصل إليه أو يلامسه أو يلقى عليه بظلاله.

وليس أمامنا الآن سوى محاولة مكافحة ذلك التلوث والحد من خطورته. فنحن جميعاً - وهذا قدرنا - رفقاء سفر واحد على ظهر هذه الأرض، التي تعتبر وسيلة سفرنا الطويل، وأى عبث في تلك الوسيلة يعرض الجميع لأخطار جسيمة، قد تؤدي لهلاكنا جميعاً. ولذلك لا خيار لنا شئنا أم أبينا، إلا أن نعمل معاً ونتعاون سوياً، حتى نصل إلى غايتنا، وقد إستمتعتنا برحلتنا، وحافظنا على وسيلتنا.

ويمكن تقسيم طرق مواجهة التلوث إلى طرق ثلاثة :

الأولى : طرق وقائية. الثانية : طرق علاجية. الثالثة : طرق بديلة.

#### الأولى : الطرق الوقائية

هي تلك الطرق التي يمكن من خلالها منع حدوث التلوث بأى صورة من صورته المختلفة؛ أى تمنع وقوعه أصلاً. وتعد أهم طرق مواجهة التلوث على الإطلاق، حيث أن منع حدوث التلوث هو الهدف الحقيقي. وهي تشمل مجموعة من التدابير التي تتفق عليها الدول في شكل أحكام ولوائح وقوانين وتشريعات من خلال الهيئات والمنظمات الدولية ومن خلال المؤتمرات الدولية والندوات المحلية التي تعقد من أجل هذا الغرض. ففي تلك المؤتمرات والندوات يتم مناقشة الدراسات والأبحاث التي تهتم بدراسة البيئة وما أصابها من خلل نتيجة التلوث الناجم عن الإنسان وحضارته، حيث تصدر التوصيات بشأنها والتي تعتبر خلاصة ما توصل إليه المجتمعون -

من خلال دراساتهم - عن كيفية مواجهة ذلك التلوث ومحاولة منع وقوعه وحدوثه أصلاً أو كيفية مواجهة آثاره ومحاولة التقليل والحد من خطورتها. وسوف نلقى الضوء على دور هيئة الأمم المتحدة في مواجهة التلوث، كذلك بعض المؤتمرات الدولية الهامة التي انعقدت لمناقشة مشكلة البيئة وتلوثها.

#### ١ - دور الأمم المتحدة في مواجهة التلوث البيئي

لقد أصبحت البيئة ومشاكلها حديث الساعة وشغل العلماء على مستوى العالم، لأن التلوث لا يعرف الحدود ولا تقف أمامه العوائق. فأي تلوث أو تدهور بيئي ناتج عن أي جزء من العالم لن يقف أثره عند ذلك الجزء الصادر منه بل يمتد إلى بلدان أخرى ومساحات شاسعة، ذلك لأننا نعيش على أرض واحدة وبمياهاها وأحيائها وغلافها الجوي. أرض واحدة، وحياة واحدة، ومصير واحد.

وفي الحقيقة، فإننا نسجل هنا ونذكر للأمم المتحدة وعيها وإدراكها المبكر لأخطار التلوث وآثاره السيئة على البشرية جمعاء، حيث بدأت الأمم المتحدة نشاطها المكثف في مجال حماية البيئة في وقت مبكر، في وقت لم تكن قضايا البيئة قد طفت على السطح. كما كان للأمم المتحدة فضل السبق في لفت أنظار العالم إلى الأخطار المحدقة بالبيئة من جراء التلوث والإستنزاف غير الرشيد للموارد الطبيعية على الكرة الأرضية.

ويرجع إهتمام المنظمة بالبيئة إلى عام ١٩٦٧م، حيث عقد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة لدراسة مشكلة التلوث التي بدأت في الظهور منذ ذلك الوقت لتهدد الكرة الأرضية والأحياء التي تعيش على ظهرها، ثم كان مؤتمر

ستوكهولم الأول والذي إنعقد في عام ١٩٧٢م، وجاء ضمن توصياته تقرير حق الإنسان في بيئة نظيفة، كما أشار التقرير الصادر عن هذا المؤتمر إلى مسئولية الفرد والدول في حماية البيئة وعدم إلحاق الضرر بها سواء ذلك من الجيل المعاصر أو الأجيال القادمة. كذلك تضمن التقرير أهمية التعاون الدولي لوضع الحلول وسن القوانين لمواجهة التلوث بصفة خاصة وحماية البيئة من كل ما يهددها بصفة عامة. و صدر عن ذلك المؤتمر خطة عمل متضمنة الوسائل الواجب إتخاذها من قبل الدول والهيئات في هذا المجال، كما صدر عن هذا المؤتمر التوصية بإنشاء برنامج الأمم المتحدة للبيئة لرصد الدراسات البيئية وتوفير الإستشارة وتنسيق الجهود لحماية البيئة على مستوى العالم. وتتبع ذلك البرنامج شبكة رصد بيئي توفر المعلومات والإستشارة العلمية، إضافة إلى السجل الدولي للكيمياويات السامة؛ هذا السجل يوفر المعلومات عن المواد الكيماوية التي تشكل خطراً على صحة الإنسان والأحياء الأخرى.

وفي عام ١٩٧٧م تبنت الأمم المتحدة مؤتمراً لمواجهة التصحر وتم تكليف برنامج البيئة التابع للأمم المتحدة بتنفيذ برامج على نطاق دولي لمواجهة التلوث البحري وتلوث الهواء والدراسات المناخية ودراسات متعلقة بالفضاء الخارجي والغلاف الجوي.

بعد ذلك بدأ الوعي البيئي في مرحلة جديدة وإتجه وجهة أخرى أكثر تركيزاً وتحديداً، فقد طرحت قضايا تلوث المياه والمخلفات الصناعية وغيرها من الملوثات، مثل: حوادث التسرب النفطي، وطرق تصريف مياه الصرف الصحي. كما إهتمت المنظمات الدولية بالتلوث الناتج عن المبيدات الحشرية والأسمدة الكيماوية والمواد الحافظة للأغذية المعلبة. ولقد ظهرت بعد فترة

من ذلك دراسات وبحوث تحذر من التلوث بالإشعاعات النووية وإستنزاف البيئة ومواردها بشكل غير مرشد، والذي نتج عن إحصار المساحات الخضراء وزحف الصحراء على سطح الكرة الأرضية. ونذكر هنا ما تعرضت له الغابات الإستوائية لنهر الأمازون نتيجة تعرضها للجفاف والتلوث.

ثم توالت الدراسات العلمية بعد ذلك لتلقت الأقطار إلى المشكلات البيئة الناتجة عن التغير المناخي للكرة الأرضية وارتفاع درجة حرارة الأرض نتيجة لتقلص سمك طبقة الأوزون. وتوقع العلماء في تقارير علمية أنه سينتج عن ظاهرة التغير المناخي فيضانات على نطاق واسع من المحتمل أن تغرق مساحات شاسعة من الأرض وتتسبب في كوارث بالغة الخطورة.

وفي الآونة الأخيرة زاد اهتمام المنظمة الدولية والعالم أجمع بقضايا البيئة، ومما دعم ذلك الإهتمام أنه حدث خلال السنوات القليلة الماضية حوادث بيئية معينة أكثر خطورة كان لها تأثير سلبي على البيئة. ومن أهم هذه الحوادث إنتفجار مفاعل "تشرنوبيل" في الإتحاد السوفيتي عام ١٩٨٦م، وحوادث تسرب الزيت الناتج عن غرق ناقلة البترول (فالديز) في نفس العام، ثم أعقب ذلك تلوث مياه الخليج بالبترول والذي اعتبره علماء البيئة أكبر تلوث بالزيت للمياه عبر التاريخ. وقد شاركت في دراساته ونتائجه العديد من المراكز العلمية والهيئات والمنظمات الدولية.

وفي عام ١٩٨٧ نشرت اللجنة العالمية للبيئة والتنمية بالأمم المتحدة تقريراً بعنوان "مستقبلنا المشترك" الذي أكد على مفهوم جديد

للتنمية أطلق عليه "التنمية المستدامة"، وهو يشير إلى تنمية تأخذ في حساباتها الاعتبارات البيئية وعدم إستنزاف الموارد بشكل غير مرشد.

وفي عام ١٩٩٢ إنعقد أكبر المؤتمرات في تاريخ المنظمة الدولية إهتماماً بقضايا البيئة والذي عقد في "ريودي جانيرو" بالبرازيل وحضره أكثر من مائة (١٠٠) رئيس دولة. وأطلق على ذلك المؤتمر إسم "قمة الأرض". وكانت من بين الوثائق التي أقرها المؤتمر إعلان "ريو" حول البيئة والتنمية ومجموعة توصيات ومبادئ حول الإدارة المستدامة للغابات على مستوى العالم. وفي عام ١٩٩٧ إنعقد المؤتمر في مدينة نيويورك بالولايات المتحدة الأمريكية، وقد نجح ذلك المؤتمر في وضع (أجندة) جدول أعمال للقرن الحادي والعشرين يتناول خطة على المستوى العالمي لتحديد جميع المؤتمرات التي يمكن أن تتفاعل مع البيئة وتؤثر فيها. ولا تزال المنظمة سائرة في تركيز إهتمامها بقضايا البيئة وبأنشطتها المختلفة بشكل مباشر وعن طريق المنظمات والهيئات الإقليمية والدولية، وبالتنسيق مع برنامج الأمم المتحدة للبيئة وبرامج أخرى داخل المنظمة أو متعاونة معها.

#### ٢- قمة الأمان النووي (أبريل، ١٩٩٦)

بعد عقد كامل (عشر سنوات) من الكارثة النووية التي هزت العالم، وحصدت عشرات الآلاف من الضحايا، عادت أشباح تشيرنوبيل لتحوم من جديد في أركان المعمورة، تنذر بكارث جديدة قد تفاجئنا بين يوم وآخر من أحد المفاعلات المتهالكة بالكتلة السوفيتية السابقة.

وربما كانت تلك الذكرى الأليمة ليوم ٢٦ أبريل ١٩٨٦ هي التي دفعت قادة الدول الاقتصادية الكبرى السبع في أبريل ١٩٩٦ إلى عقد قمة غير مسبوقه في موسكو مع القيادة الروسية والأوكرانية، لا لبحث أمان

المفاعلات النووية فقط وإنما لبحث كل المخاطر النووية الأخرى. فهذه الدول على وجه التحديد هي التي تملك أضخم مخزون من الأسلحة والمواد النووية في العالم، وهي المسؤولة عن أمنها وأمانها. ولقد أطلق على تلك القمة "قمة الأمان النووي". والسؤال الذي يطرح نفسه الآن؛ هل سيصبح العالم أكثر أماناً بعد قمة الأمان النووي؟!؟

وبنظرة سريعة على أهم ما توصلت إليه قمة الدول التسع من نتائج، يتبين ما يأتي :

أولاً : إتفق زعماء الدول الكبرى على السعي من أجل فرض حظر شامل على جميع التفجيرات والتجارب النووية بكل أشكالها وأحجامها، وذلك بحلول سبتمبر ١٩٩٦م. وقد فازت الدول السبع في هذا المضمار بتنازل "مهم" من موسكو، التي أعلنت لأول مرة مساندتها لتلك "المساعي".

ثانياً: إتفق الزعماء على ضرورة إتخاذ خطوات جديدة للحفاظ على المواد النووية بعيداً عن أيدي الأنظمة الراديكالية والإرهابيين الدوليين، والحيلولة دون تهريبها والإتجار غير المشروع فيها.

ثالثاً: دعا الزعماء إلى إبرام معاهدة لحظر إنتاج المواد النووية التي يمكن تحويلها إلى أسلحة.

رابعاً: دعا البيان إلى مواصلة إستخدام الطاقة النووية في القرن الحادي والعشرين ولم يطالب بإغلاق المفاعلات السوفيتية القديمة.

خامساً: وافقت أوكرانيا - تحت ضغوط من الغرب - على إغلاق مفاعل تشيرنوبيل بحلول عام ٢٠٠٠م مقابل تعهد الدول السبع بدفع ثلاث مليارات دولار أمريكي لها.

وبنظرة سريعة إلى قمة الأمان النووي ونتائجها، نجد أن هذه القمة - مثلها مثل عشرات من لقاءات القمة الأخرى - قد أكدت على ضرورة بذل المساعي، والتعاون والتنسيق، ولكنها لم تخرج للبشرية بخطوات ملموسة على أرض الواقع تحقق على نحو فوري الأمن والأمان المنشود، فلم تتعهد القمة برصد أية أموال لتحقيق أهدافها الكبرى سوى المليارات الثلاثة لتشيرنوبيل. ويبدو أن الدول الغنية غير مستعدة حالياً لتحمل أية أعباء جديدة وخاصة وأنها أنفقت عدة مليارات من الدولارات في المساعدة من أجل تأمين المفاعلات، وفك الرؤوس النووية بمقتضى معاهدات الحد من التسلح. ومن ناحية موسكو وحلفائها السابقين، فهم لا يملكون إمكانية إغلاق المفاعلات القديمة، ولا يستطيعون الإستغناء عن الطاقة المستخرجة منها، علماً بأن تكاليف الإغلاق وحدها قد تصل إلى عشرين مليار دولار.

ومن هنا يتضح السبب وراء تغاضي القمة عن المطالبة بإغلاق المفاعلات السوفيتية، والسماح باستمرار العمل في مفاعل تشيرنوبيل لمدة أربع سنوات أخرى، رغم إقرار الرئيس الأوكراني بأن هذا المفاعل وغيره من المفاعلات في المنطقة ليست سليمة من حيث البناء. ولهذا السبب إتهم أنصار البيئة الغاضبون قمة الأمان النووي بأنها وضعت حجر الأساس لمستقبل أكثر خطورة وبأن نتائجها تمثل كارثة للبيئة.

٣- المؤتمر الدولي المنعقد في بروكسل حول مخاطر التقلبات المناخية

إنه في يوم الأربعاء الموافق ١٥/١٠/١٩٩٦، قرع علماء المناخ المجتمعون في بروكسل - عاصمة الإتحاد الأوربي - أجراس الخطر والإنذار لبدائية ووقوف البشرية على حافة تقلبات في المناخات وظواهرها تهدد في الأمد المتوسط والبعيد بتغير جذري لخريطة العالم الحالية وإنكماش لرقعة اليابسة فوق المعمورة بفعل إرتفاع درجة الحرارة فوق كوكب الأرض الذي سيؤدى إلى ذوبان جبال الجليد في القطب الشمالي وإرتفاع مستوى البحر الذي سيغمر مدن وأقاليم ساحلية كاملة في العالم. ووجه علماء مرموقون (منهم البروفيسور "بول كروتزن" الحاصل على جائزة نوبل في الكيمياء في عام ١٩٩٥م، التابع إلى معهد "ماكس بلانك" لعلوم المناخات وظواهرها، والبروفيسور "بيرت بولن" الحائز على جائزة الكوكب الأزرق "بلوبلانيت" لعام ١٩٩٥ والأستاذ في جامعة ستوكهولم) - الأخطار في ختام إجتماع دولي عقد في بروكسل حول مخاطر التقلبات المناخية بفعل الثقوب في طبقة الأوزون، ووجهوا دعوة عاجلة وملحة إلى القيادات السياسية في العالم تطالبها بإتخاذ الإجراءات اللازمة فوراً لمنع إتهيار التوازن المناخي الحالي بفعل تعاظم نسبة الغازات الصناعية المنبعثة من الأرض والتي تحول في النهاية درجة الحرارة فوق الكرة الأرضية إلى مقاييس تشبه التي يحصل عليها داخل البيوت الزجاجية لإستنبات المزروعات.

وأكد العلماء في بروكسل أنه إذا ما لم تتخذ قرارات فورية تنسجم مع ميثاق الأمم المتحدة حول التغيرات الحاصلة في المناخ والأحوال الجوية بفعل تأثير الإنسان على المناخ العام فوق الأرض، فإن الإستراتيجية معرضة إلى سيناريوهات خطيرة تذهب إلى حد يهدد إمكانية بقاء الإنسان فوق كوكب الأرض.



وأكد البروفيسور "بيرت بولن" أن السيناريو المتوسط الذي دخل بدرجات متفاوتة في طور التحقيق سيرفع درجة الحرارة العامة فوق الكرة الأرضية ما بين عام ١٩٩٠ وعام ٢١٠٠ بمقدار درجتين منويتين، مما سيغنى إرتفاع معدلات الكوارث الطبيعية وفي طليعتها الحرائق في الغابات.

أما السيناريو الأقصى كما قدرته لجنة "الخبراء الحكوميين لتطور المناخ" فإنه سيرفع درجة الحرارة بمعدل ٣,٥ درجة مئوية. كما أنه سيؤدي إلى رفع مستوى البحر بمعدل متر واحد، مما سيقلص نسبة اليابسة التي تشكل حالياً أكثر من ٣٠% من سطح كوكب الأرض، وقد قدرت لجنة الخبراء الحكوميين الدوليين لتطور المناخ في بروكسل الوصول إلى ذلك المستوى بأنه بمثابة كارثة طبيعية لا يمكن السيطرة عليها إذا ما تحققت، حيث أكدت أن مدناً ساحلية - في القارات الخمس - ستختفي تحت سطح البحر بفعل ذوبان الثلوج والكتبان الجليدية، كما ستهدد دولاً زراعية تعيش على المحاصيل الزراعية وحول الأودية والأنهار بفعل الطوفان لتلك المجارى المائية، علاوة على إنتشار الحرائق في الغابات والمزارع بسبب شدة إرتفاع درجات الحرارة إلى مستويات عالية. وذهب البروفيسور "بولن" إلى حد التأكيد على أنه حتى مع إحتمال التوصل فوراً إلى وقف إنبعاث الغازات السامة في الجو وإستقرار الوضع كما هو عليه الآن (الذي يعتبر متقدماً الخطورة)، فإن مسلسل إرتفاع درجة الحرارة قد إنطلق، وكذلك مستوى البحار قد بدأ في الإرتفاع، وما تبقى علينا إلا عدم العمل على تفاقم هذا الوضع.

وقد أكد البروفيسور "بولن كروتزن" بأننا قادرون إذا ما أردنا وقف مسيرة النزول إلى الجحيم بواسطة التقشف في إستعمال موارد الطاقة

التقليدية، وكذلك باستعمال المزيد من مصادر الطاقة المتجددة، والإسراع ما أمكن في هذا الشأن.

هكذا، وقد حمل إجماع علماء المناخ في بروكسل الإنسان وحضارته وإستعماله اليومية مسئولية تغيرات المناخ وارتفاع درجات الحرارة فوق الأرض، وإستندوا إلى تقرير علمي سرى أعد في شهر ديسمبر ١٩٩٥ في روما. وقد تضمن التقرير تصنيفاً واضحاً بين المسئولية الطبيعية أو الطبيعة وبين مسئولية الإنسان في تدنى الأوضاع المناخية، حيث تبين أن الإنسان هو المسئول الأكبر عن ذلك.

وتجدر الإشارة إلى أن المجموعة الدولية قد إكتفت في إجتمع سابق عقد لنفس الغرض في برلين (ألمانيا) في أبريل ١٩٩٥م بالتوقيع على بروتوكول لبدية التفاوض حول كيفية تخفيض مستوى إنبعاث الغازات الضارة ووقف ارتفاع درجات الحرارة في مرحلة ما بعد عام ٢٠٠٠م. وقد إستند ذلك البروتوكول على توصيات قيمة "ريودي جاتيرو" والتي إتعدت في عام ١٩٩٢م، التي حملت الدول الصناعية الكبرى مسئولية تدهور طبقة الأوزون في الجو، وطالبتها بالضغط على إنبعاث الغازات حتى عام ٢٠٠٠م، بهدف ثباتها عند ذلك المستوى المسجل في عام ١٩٩٠م.

#### ٤- ندوة "الحفاظ على الموارد الطبيعية لتحقيق التنمية المتصلة"

أعلن رئيس جهاز شئون البيئة بجمهورية مصر العربية في ندوة "الحفاظ على الموارد الطبيعية لتحقيق التنمية المتصلة" والتي عقدت بالقاهرة في أبريل ١٩٩٦، أنه تم إتخاذ عدة إجراءات هامة، بالتعاون مع وزارة البترول والمحليات، لمنع تلوث الهواء من عوادم السيارات ومسالك الرصاص.

وقال: إن الإجراءات تضمنت تخصيص أرض بمدينة بدر -  
التي تقع جنوب غرب القاهرة - وتزويدها بالبنية الأساسية لنقل مسابك  
الرصاص من الأحياء الشعبية الكثيفة بالسكان إليها لتحقيق أقصى نظافة  
لهواء المدينة.

وقال: إنه تقرر زيادة عدد محطات تموين سيارات الركوب  
وأتوبيسات النقل العام بالغاز الطبيعي بدلاً من السولار والجاز.

وقال: إنه أمكن خفض الرصاص من وسائل المواصلات من  
١٢٠٠ طن في عام ١٩٩٠ إلى ٤٠٠ طن في عام ١٩٩٦ م.

وأضاف أن الإجراءات شملت إستيراد ثمانية أجهزة لقياس نسبة  
التلوث في عوادم الشكمانات في السيارات وأنه سيتم توزيعها على مراكز  
إستخراج رخص السيارات، بهدف الحد من زيادة نسبة التلوث من مركبات  
الكبريت وأكاسيد الأوزون وأول أكسيد الكربون والرصاص والتي تضر  
صحة المواطنين.

#### بعض التوصيات الهامة

- ١- يجب أن تجرى قياسات منتظمة لعدد من المواد طويلة البقاء نسبياً في  
الجو العام، تشمل أول أكسيد الكربون، الميثان، ثاني أكسيد الكربون،  
أكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين.
- ٢- يجب أن يدرس بطريقة نظامية معدل زوال المواد الهامة الملوثة  
الهواء على أساس إستيفاء عناصرها الواحد تلو الآخر.
- ٣- يجب أن تطور الحكومة والصناعة طرقاً وأجهزة للتفتيش الدوري على  
نظم التحكم المستعملة، وأن تبذل في سبيل ذلك أقصى جهد ممكن.

- ٤- يجب تقويم تأثيرات مركبات الرصاص الموجودة في البنزين في وسائل التحكم الممكنة في المستقبل، في حدود مستويات الإبعثات الممكن الوصول إليها، باستخدام الرصاص أو بدونه أو باستعمال كميات مخفضة منه.
- ٥- يجب تشجيع وكالات المراقبة على وضع إجراءات التفتيش على المركبات المزودة بمحركات ديزل في أثناء سيرها على الطرق للتأكد من مطابقتها لمواصفات إبعثات الدخان.
- ٦- من الضروري إنشاء معايير إتحادية لجودة الهواء ومراجعتها بصفة مستمرة على ضوء الحقائق والبراهين الجديدة.
- ٧- يجب الإسراع في ابتكار أجهزة بسيطة رخيصة لمراقبة الهواء، وإيجاد الوسائل لدفع الأبحاث الصناعية في هذا المجال.
- ٨- ضرورة جمع المعلومات ونشرها عن تكنولوجيا معالجة مياه المجارى والصناعة لتسترشد بها الشركات والبلديات، على أن يتم ذلك على المستوى القومى.
- ٩- ينبغي مواصلة برامج الرقابة على المبيدات التى تجرى على البيئة بمختلف مراحلها وأشكالها، كما ينبغي التوسع في البرامج المحلية المتعلقة بتلوث الهواء.
- ١٠- ينبغي إجراء المزيد من البحوث حول التأثير السام للمبيدات عند دخولها في الجهاز التنفسى، مقارنة بما يحدث عند التعرض لها عن طريق الجلد أو تناولها عن طريق الفم.

١١- ينبغي تنظيم برنامج تعليمي موسع على المستويات الحكومية كافة لتدريب جميع مستخدمي المبيدات على الأساليب المثلى لمواجهة الآفات.

١٢- يجب عدم استعمال المبيدات الثابتة إلا بأقل كمية ممكنة وفي ظروف تجعلها أقل تلويثاً للبيئة. وينبغي بقدر الإمكان إحلال المبيدات السريعة التحلل محل المبيدات العالية الثبات.

١٣- ينبغي مواصلة البحوث البيولوجية والزراعية لمواجهة الآفات.

#### الثانية : الطرق العلاجية

وهي تشمل الطرق التي تستخدم لمواجهة التلوث عقب حدوثه. وهي تستهدف الإقلال من تأثير ذلك التلوث ومخاطره على البيئة. ويتم من خلال هذه الطرق متابعة مصادر التلوث بجميع صورته، ومحاولة التقليل من الملوثات الصادرة والناجمة حال إتبعائها.

وتنقسم الطرق العلاجية إلى أربعة أقسام: ( أ ) طرق كيميائية (ب) طرق عامة (جـ) الرصد (د) المعلومات والبيانات.

#### ( أ ) طرق كيميائية

٣- ١- معالجة الإبعثات من تبخر الوقود، وذلك عن طريق تغيير مواصفات البنزين بأحد طريقتين، أولهما : تقليل درجة تطاير الوقود مما يقلل الهيدروكربونات الكلية

المنطلقة. وثانيهما: هو أن تستبدل الهيدروكربونات الأوليفينية ذات الأربع أو الخمس ذرات من الكربون بهيدروكربونات أخرى أقل نشاطاً من المجموعة البرافينية.

٤- ٢- لتحقيق المواصفات المطلوبة لغازات العادم، مثل : الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون، تم حقن الهواء في مشعب العادم قريباً من صمامات العادم، حيث تكون حرارة العادم عند أعلى درجة، مما يستحث عمليات الأكسدة للمواد غير المؤكسدة أو المؤكسدة جزئياً، حيث تضبط عمليات المعذى (الكاربوراتير) وتوقيت الشرر لتقليل المواد الملوثة المنبعثة.

٥- ٣- تم إنتاج مركبات من الباريوم تضاف إلى وقود الديزل بهدف تقليل الدخان المنبعث عند إحتراق ذلك الوقود بنسب قد تصل إلى ٥٠% تقريباً. ومهمة هذه الإضافات - من مركبات الباريوم - هي تقليل إنبعاث الدخان بمنعها إزالة الهيدروجين من الهيدروكربونات، فتنحول إلى جسيمات كربون في عمليات الإشتعال. ويخرج الباريوم في العادم على هيئة كبريتات الباريوم، وهي مادة لا تتقبل الذوبان. وهي غير مضرّة بالإتسان.

٦- ٤- تمكنت مصانع الورق من أن تمنع تدريجياً ٩٠% من إنبعاث الجسيمات بإستخدام وسائل حديثة كالسيكلونات والأبراج المبللة، والمرسبات الإلكترونيةستاتيكية.

٧- ٥- تجرى مجموعة من البحوث والدراسات وذلك لإزالة أكاسيد الكربون من غازات العادم. فهناك بعض الأبحاث التي تدرس تفاعل أكاسيد الكبريت مع الحجر الجيري أو الدولوميت، أو تحويلها - عن طريق عامل حفاز - وإنتاج حمض الكبريتيك.

#### ب - طرق عامرة

١- الإهتمام بالتشجير وزيادة الرقعة الخضراء وخاصة في المدن المزدحمة. حيث تلعب الأحزمة الخضراء والمناطق المشجرة في المدن وحول المناطق الصناعية دوراً هاماً في تنقية الهواء.

٢- ضرورة التغلب على المشاكل المرورية وما ينتج عنها من تكسب للسيارات والشاحنات، تذب إلى الهواء الجوى الملوثات والمواد السامة بنسب عالية، في حين أن هذه الملوثات يقل تركيزها عند إتسياب الحركة المرورية.

٣- ضرورة الصيانة الدائمة لآلات الإحتراق، للتقليل من الغازات الملوثة السامة المنطلقة، كما يحدث كثيراً في حالة وسائل النقل ذات المحركات القديمة أو التالفة.

٤- وضع تشريعات ولوائح ومقاييس خاصة بالتراكيز القصوى للملوثات المسموح بوجودها في الهواء، خاصة في هواء المدن والمناطق الصناعية.

#### ج - الرصد

وينقسم الرصد إلى ثلاثة أنواع هي : (١) رصد بيئى، (٢) رصد صحى، (٣) رصد إحصائى.

#### ١- الرصد البيئى

ويتم هذا من خلال محطات رصد تغطى مختلف القطاعات، حيث يتم أخذ عينات منها ثم تحليلها، وجمع البيانات وتنظيمها، وإتباع طرق التحليل الإحصائى عند معالجة تلك البيانات.

ويشمل الرصد البيئى: رصد الهواء، رصد المياه، ورصد التربة الزراعية، حيث يتم تحديد نسب العناصر والغازات المختلفة الموجودة فى الهواء أو المياه أو التربة. ومعرفة ما إذا كانت تلك النسب قد تجاوزت الحدود المسموح بها. ومن ثم رصد التلوث الحادث فى منطقة معينة، ومدى درجته وخطورته حتى يمكن بحث كيفية مواجهته. ولذلك، لا بد من توحيد طرق وأجهزة الرصد البيئى، وكذلك توحيد نظم جمع البيانات والتحليل الإحصائى، حتى يمكن الاستفادة منها على مدى واسع.

ويدخل ضمن الرصد البيئى تقييم بيئة العمل والعمال نفسه أثناء فترة عمله، وذلك عن طريق "جهاز القياس الشخصى" الذى يتم تثبيته مع العامل أثناء وريية عمله، حيث يلزمه فى كل تحركاته. ويمكن عن طريق نتائج هذا الجهاز، للوقوف على أنسب الظروف النفسية والزمنية والفترات التى يمكن أن يودى فيها العامل ما هو مطلوب منه بجزءه بطريقة جيدة وأكثر إنتاجية، وفى نفس الوقت تكون صحية للعامل نفسه.. بدنياً ونفسياً.

#### ٢- الرصد الصحى



وهو يتزامن مع الرصد البيئي. ويتم الرصد الصحي من خلال إجراء فحوص طبية على مجموعة من العاملين، للتحقق من أن إجراءات الفحص الطبي كانت على مستوى جيد عند التعيين، وللوقوف على الأمراض والتغيرات التي طرأت على العامل أثناء فترة عمله.

ويتم إجراء فحص طبي دوري لمتابعة أحوال العمال الصحية والكشف عن بعض العناصر ونسبها داخل أجسامهم. وكذلك الكشف عن الأمراض المهنية، وإكتشاف أى تغييرات فى الجسم تتم قبل حدوث المرض، حيث يمكن السيطرة عليها قبل أن تصبـح مرضاً يصاب به العامل. ويمكن أيضاً عن طريق تلك الفحوصات إكتشاف تلك الفئة من العاملين منخفضى الكفاءة عند أداء أعمال معينة، وبالتالي يمكن إعادة تقييمهم وتعديل نشاطهم حسب إمكانياتهم .. وقدراتهم.

### ٣- الرصد الإحصائى

ويشمل الإحصائيات الخاصة بالأمراض المهنية المزمنة، وكذلك الإحصاءات الخاصة بالحوادث الجسيمة الناتجة عن التسرب والإتفجارات والتي تتم فى أى مكان من العالم.

وتتم إجراءات الرصد للمنشأة شهرياً، حيث يتم تحديد المشاكل والآثار السلبية التى حدثت، ثم محاولة وضع الحلول المناسبة لمواجهة تلك الآثار عن طريق التحكم والتهوية مثلاً، أو حسب نوع الآثار الحادثة.

#### د ( المعلومات )

وفي الحقيقة، فإن المعلومات من العناصر الهامة والضرورية لمواجهة أي مشكلة. فكيف يمكن الحديث عن مشكلة والبحث في طرق علاجها دون أن تكون هناك معلومات كافية وواضحة عن تلك المشكلة. ولذلك، وحتى يمكن علاج مشكلة مثل التلوث فلا بد من توافر المعلومات والبيانات عن التلوث بجميع صورته وأنواعه في منطقة معينة. وبالتالي يمكن تجميع بيانات ومعلومات عن التلوث في جميع مناطق العالم. ويتم تداول تلك المعلومات والبيانات محلياً وعالمياً.

ويمكن عند فحص هذه المعلومات والبيانات وإجراء الدراسات اللازمة عليها، تحديد الوسائل الممكنة استخدامها لعلاج التلوث في منطقة معينة. ووضع الحلول العملية والمناسبة لوقف هذا التلوث أو الحد من خطورته وأثاره السلبية على البيئة.

#### الثالثة : الطرق البديلة

وتشمل جميع مصادر الطاقة المتجددة والتي يمكن استخدامها بدلاً عن المصادر التقليدية المعروفة والمستخدمة والتي تتميز بتلويثها للبيئة عند استخدامها. وتتميز المصادر المتجددة بإتعدام الآثار التلويثية لها على البيئة، مما يجعلها آمنة الإستخدام وغير ضارة بالإتسنان أو الحيوان أو النبات أو بأى من مكونات البيئة.

وأهم المصادر المتجددة : (١) الطاقة الشمسية (٢) الطاقة المائية (٣) الطاقة النووية.

وسوف نلقى الضوء على هذه المصادر:

## (١) الطاقة الشمسية

تعد الشمس هي المصدر الرئيسي والأساسي للطاقة بكل أنواعها وصورها، باستثناء الطاقة النووية. ويمكن القول بأن كل صور الطاقة المستخدمة حالياً هي في أصلها آتية من الشمس. فالمصادر التقليدية للطاقة، مثل : الفحم والبتروول والغاز إما إستمدت طاقتها المخزونة من الشمس. فالطاقة التي تنتج عند إحتراق الوقود (وقود السيارات مثلاً) هي في الأصل طاقة شمسية مختزنة من بقايا تلك الكائنات الحية (نباتية وحيوانية) التي تحللت في باطن الأرض على مر العصور وبقيت مختزنة فيها حتى أخرجها المنقبون عن البتروول. كذلك تعد طاقة المد والجزر أيضاً نوعاً من أنواع الطاقة الشمسية، لأن منشأ المد والجزر هو جذب الشمس والقمر لمياه الأرض. ومن الممكن تمثيل الشمس على أنها فرن هائل تنطلق منه كميات كبيرة من الطاقة في كل الإتجاهات. وتقدر كمية الطاقة التي تنطلق من الشمس بحوالي  $4 \times 10^{26}$  جول/ثانية، أي ما يعادل  $9 \times 10^{20}$  سعر حرارى في الثانية الواحدة (حيث أن السعر الحرارى =  $4.184$  جول). والطاقة الشمسية طاقة متجددة وهي نظيفة وغير ملوثة، مما يجعلها مصدراً مثالياً للطاقة التي نحتاجها وننتفع إليها. ولقد أدرك الإنسان أهمية الطاقة الشمسية، فوجهت العديد من المراكز البحثية إهتمامها وأبحاثها لدراسة إمكانية إستخدام الطاقة الشمسية في كافة الأغراض الحياتية، مثل : تسخين المياه وطهى الطعام وتسيير السيارات والشاحنات والطائرات والسفن وغيرها. وفي الحقيقة، فإن أبحاث الطاقة الشمسية ليست جديدة على المنطقة العربية، وتكديداً لذلك فإن أحد أوائل المحركات في العالم والعاملة بالطاقة الشمسية كتبت في ضاحية المعادى

بمدينة القاهرة بجمهورية مصر العربية في عام ١٩١٣م، حيث كانت ترفع مياه النيل لرى الأراضى المجاورة بقدرة بلغت ٥٠ حصاناً.

#### ٢- الطاقة المائية

تعد الطاقة المائية ومساقط المياه (الشلالات) من أنظف مصادر الطاقة على الإطلاق من حيث تأثيراتها البيئية. فهذا النوع من مصادر الطاقة لا يتولد عنه أية مخلفات صلبة أو سائلة، ولا تنطلق عنه أية غازات حابسة للحرارة أو مسببة للحموضة. إلا أن هذا المصدر يتميز بإهدار مساحات شاسعة من الأرض، ويغير نمط الحياة والنظم البيئية عليها، وقد يؤدي إلى إنقراض أصناف من النبات والحيوان والأسمك. بالإضافة إلى ذلك تتميز المصادر المائية بأعلى معدل للتأثيرات الصحية لعموم الجمهور بسبب الحوادث العنيفة الناجمة عن إتهيار السدود.

#### ٣- الطاقة النووية

تعد الطاقة النووية من حيث التأثيرات البيئية العاجلة قليلة التأثير، حيث لا ينطلق عنها غازات ثنائي أكسيد الكربون أو أكاسيد الكبريت والنيتروجين. إلا أنه يتولد عنها كميات محدودة من هذه الغازات نتيجة عمليات إستخراج وتصنيع الوقود النووي. إلا أنه يبقى تأثير هام للطاقة النووية مازال خاضعاً للتقويم، وهو المخاطر الأجلة الناتجة عن الحوادث العنيفة للتسرب الإشعاعي كحادث مفاعل تشيرنوبيل. كذلك فإنه ينبغي أن تدرج النفايات المشعة المتخلفة عن الطاقة النووية في الحساب، لأنها تبقى بعد إستغلال الوقود النووي في توليد الطاقة لأكثر من ألف عام. كما أن التخلص منها - زيادة على تكلفته الباهظة - قد يتسبب في أضرار بيئية وصحية.

## مصطلحات بيئية

Air	الهواء
A biotic reactions	تفاعلات كيميائية بدون تأثير البكتريا
Acid Rain	الامطار الحمضية
Air maintenance (protection of air)	صيانة الهواء الجوي
Air Pollution	تلوث الهواء
Algae	الطحالب
Aqua sphere	الغلاف المائي
Aqueous energy	الطاقة المائية
Atmosphere	الغلاف الجوي
Available Water	المياه المتاحة
Bacteria	البكتريا
Bioaccumulation Factor	معامل التجمع الحيوي
Biogeochemical Cycles	دورات بيوجيوكيميائية
Biological Balance	توازن بيولوجي
Biological Environment	بيئة بيولوجية
Biological Pollution	تلوث بيولوجي
Biological pollution of water	التلوث الحيوي للماء
Bioremediation	إزالة الملوثات باستخدام الكائنات الدقيقة
Biosphere	الغلاف الحيوي
Biotic reactions	تفاعلات بواسطة البكتريا والكائنات الدقيقة
Carnivora	آكلات اللحوم
Chelation	المرتبطة (المخلبية)
Chelation reactions	تفاعلات المرتبطة (المخلبية)
Chemical Pollution	تلوث كيميائي
Chemical Pollution of water	التلوث الكيميائي للمياه
Chemical Weathering	التجوية الكيميائية

<b>Chromophore</b>	مجموعات حاملة للضوء تعرف بالكروموفور
<b>Civilization</b>	الحضارة
<b>Clay</b>	الطفلة
<b>Clay Formation</b>	تكوين الطفلة
<b>Climate</b>	المناخ
<b>Climate Change</b>	التغيرات المناخية
<b>Closed cycle</b>	الدورة المغلقة
<b>Community</b>	التجمع الحيوي
<b>Data</b>	المعلومات - بيانات
<b>Desertification phenomenon</b>	ظاهرة التصحر
<b>Development</b>	تنمية
<b>Discharge</b>	التفريغ
<b>Dryness</b>	الجفاف
<b>Earth covers</b>	اغلفة الارض
<b>Earthquakes</b>	الزلازل
<b>Ecological Adaptation</b>	ملاءمة البيئة
<b>Ecological Balance</b>	توازن بيئي
<b>Ecological Efficiency</b>	الكفاءة البيئية
<b>Ecological Resistance</b>	مقاومة بيئية
<b>Ecology</b>	علم البيئة
<b>Economical development</b>	اقتصاديات التنمية
<b>Ecosystem</b>	النظام البيئي
<b>Energy</b>	الطاقة
<b>Enviromental aspects</b>	الأبعاد البيئية
<b>Enviromental effects</b>	التأثيرات البيئية
<b>Enviromental equilibrium</b>	التوازن البيئي
<b>Enviromental impacts</b>	الآثار البيئية
<b>Enviromental management systems</b>	نظم الادارة البيئية
<b>Enviromental manual</b>	الدليل البيئي

systems	الدليل البيئي
Enviromental manual	الرصد البيئي
Enviromental monitering	تقييم الاداء البيئي
Enviromental performance	السياسة البيئية
Enviromental policy	التلوث البيئي
Enviromental pollution	بيئة أو محيط
Environmental	المعايير البيئية
Environmental criteria	التدهور البيئي
Environmental Degradation	اخلاقيات البيئة
Environmental Ethics	حماية البيئة
Environmental Protection	التممية السليمة بيئيا
Environmentally sound development	طبقة الجو الخارجية (الأكسوسفير)
Exosphere	انقراض
Extinction	تنظيم الأسرة
Family planning	الهلاك
Fatality	الفيضانات
Floods	صيانة الموارد الغذائية
Fodds maintenance	تلوث الغذاء
Food pollution	الفطريات
Fungi	ملوثات غازية
Gaseous pollutants	البعد العالمي (في الاثار البيئية)
Global Dimension	المياه الجوفية
Ground water	فترة عمر النصف
Half Life Period	عسر الماء
Hardness of water	المخلفات الخطرة
Hazardous wasté	الرصد الصحي
Healthy monitering	ظاهرة الاحتباس الحراري
Heat Occlusion	

<b>Heat Occlusion</b>	ظاهرة الاحتباس الحراري
<b>Hydroelectric power</b>	الطاقة الكهرومائية
<b>Hydrolysis</b>	التحلل المائي
<b>Indoor pollution or Household Pollution</b>	التلوث داخل المباني
<b>Industrial waste</b>	المخلفات (الصناعية)
<b>Industrial waste</b>	المخلفات الصناعية
<b>Industry</b>	الصناعة
<b>Inherent properties</b>	الصفات الملائمة للمادة
<b>Inputs</b>	المدخلات (مدخلات النظام البيئي)
<b>Interest party</b>	الجهة المعنية
<b>Inventions</b>	الاختراعات
<b>Ionosphere</b>	ايونوسفير
<b>Isotherms</b>	خطوط الحرارة المتساوية
<b>Labour</b>	الايدي العاملة
<b>Land Erosion</b>	الانجراف
<b>Liquid pollutants</b>	ملوثات سائلة
<b>Liophilic</b>	المواد المحبة للوسط الدهني
<b>Medical Waste</b>	المخلفات الطبية
<b>Mesosphere</b>	طبقة الجو الوسطى (الميزوسفير)
<b>Mineralization</b>	عملية التمعدين
<b>Mountains</b>	الجبال
<b>Natural adaptation</b>	التكيف الطبيعي
<b>Natural disasters</b>	الكوارث الطبيعية
<b>Natural environment</b>	البيئة الطبيعية
<b>Natural Environment</b>	بيئة طبيعية
<b>Natural reserve</b>	المحمية الطبيعية
<b>Natural selection</b>	انتخاب طبيعي
<b>Natural sources</b>	الموارد الطبيعية



<b>Natural Weathering</b>	التجوية الطبيعية
<b>Noise</b>	الضوضاء
<b>Noise</b>	الضوضاء
<b>Noise Pollution</b>	تلوث ضوضائي
<b>Non Renewable N.Resource</b>	مورد طبيعي غير متجدد
<b>Non-renewable resources</b>	موارد غير متجددة
<b>Nuclear fission</b>	انشطار نووي
<b>Nuclear Fusion</b>	اندماج نووي
<b>Operational control</b>	مراقبة العمليات
<b>Organic Matter</b>	المواد العضوية
<b>Organization</b>	المنشأة
<b>Outputs</b>	مخرجات (النظام البيئي)
<b>Overpopulation</b>	انفجار السكان
<b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>	الأوزون (غاز مكون من ثلاث ذرات اكسجين)
<b>Ozone Depletion</b>	استنفاد الامطار
<b>Particles</b>	الجسيمات (الهباء)
<b>Persistence</b>	التواجد لفترات زمنية طويلة
<b>Photochemical change</b>	تغير كيميائي ضوئي
<b>Photolysis</b>	تكسير الملوثات بواسطة الضوء
<b>Photosynthesis</b>	عمليات البناء الضوئي
<b>Physial Balance</b>	توازن فيزيقي
<b>Physical Environment</b>	بيئة فيزيقية
<b>Physical Pollution</b>	تلوث فيزيائي
<b>Physical pollution of water</b>	التلوث الطبيعي للماء
<b>Phytoremedation</b>	إزالة الملوثات بزراعة بعض النباتات
<b>Plankton</b>	العوالق المائية
<b>Planning</b>	التخطيط

<b>Plastic</b>	البلاستيك (مادة مبلعمة مصنعة كيميائياً)
<b>Pollutants</b>	الملوّثات
<b>Pollution</b>	تلوث (تلويث)
<b>Polymers</b>	المبلمرات (جزيئات عملاقة تتكون بالمبلمرة)
<b>Population</b>	السكان
<b>Poverty</b>	الفقر
<b>Predation</b>	الافتراس
<b>Presentation of pollution</b>	الحد من التلوث
<b>Problems of Environment and Development</b>	مشكلات البيئة والتنمية
<b>Protected Areas</b>	المحميات
<b>Radiant Energy</b>	طاقة اشعاعية
<b>Radiational Pollution</b>	تلوث اشعاعي
<b>Radioactivity</b>	النشاط الإشعاعي
<b>Records</b>	الوثائق
<b>Remanent N.Resource</b>	مورد طبيعي دائم
<b>Renewable N.Resource</b>	مورد طبيعي متجدد
<b>Renewable resources</b>	موارد متجددة
<b>Resource Base</b>	قاعدة الموارد
<b>Retraction</b>	الانحسار
<b>Rocks</b>	الصخور
<b>Rocky sphere</b>	الغلاف الجوي
<b>Salt water (saline water)</b>	ماء ملح
<b>Sewage</b>	ماء المجاري
<b>Sewage treatment</b>	معالجة مياه الصرف
<b>Smog</b>	ظاهرة الضباب الدخاني (الضبخان)
<b>Social development</b>	اجتماعات التنمية
<b>Soil</b>	التربة
<b>Soil aeration</b>	تهوية التربة

<b>Soil maintenance (protection of soil)</b>	صيانة التربة
<b>Soil pollution</b>	تلوث التربة
<b>Soil componants</b>	مكونات التربة
<b>Solar energy</b>	الطاقة الشمسية
<b>Solid pollutants</b>	ملوثات صلبة
<b>soil properties</b>	خواص التربة
<b>Species</b>	انواع - اجناس
<b>Stability of Ecosystem</b>	استقرار النظام البيئي
<b>Starvation</b>	المجاعة
<b>Statistic monitering</b>	الرصد الاحصائي
<b>Stratosphere</b>	طبقة الجو فوق السفلى (الستراتوسفير)
<b>Stratosphere</b>	ستراتوسفير
<b>Sustainable development</b>	التنمية المستدامة
<b>Thermal Energy</b>	طاقة حرارية
<b>Thermal Pollution</b>	التلوث الحراري
<b>Thermal pollution of water</b>	التلوث الحراري للماء
<b>Thermosphere</b>	طبقة الجو الحرارية (الثيرموسفير)
<b>Tides</b>	المد والجزر
<b>Topographical Rain</b>	المطر التضاريسي
<b>Torrents</b>	السيول
<b>Tourism</b>	السياحة
<b>Traffic jam</b>	تكدس المرور
<b>Troposphere</b>	طبقة الجو السفلى (التروبوسفير)
<b>Troposphere</b>	تروبوسفير
<b>Vaporization</b>	التبخير
<b>volatilization</b>	عملية التطاير
<b>Volcanos</b>	البراكين
<b>Waste</b>	فضلات

<b>Water</b>	الماء
<b>Water cycle</b>	الدورة المائية
<b>Water maintenance (protection of water)</b>	صيانة المياه
<b>Water Treatment</b>	معالجة مياه
<b>Weather</b>	الطقس
<b>Weathering Processes</b>	عمليات التجوية

## المراجع

### أولاً: المراجع العربية:

- ١ - احمد شريف عودة - الطاقة الذرية واستخداماتها - مركز النشر العلمي - جامعة الملك عبد العزيز - المملكة العربية السعودية .
- ٢ - احمد مدحت إسلام (دكتور) : التلوث مشكلة العصر ، عالم المعرفة (١٥٢) (١٩٩٠) .
- ٣ - الاهرام الاقتصادي : أعداد يناير وفبراير ٢٠٠٥م.
- ٤ - أنور محمد عبد الواحد (دكتور) : مكافحة تلوث البيئة (مترجم) - مكتبة النهضة المصرية - ١٩٧٢م.
- ٥ - القاتون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤ - الطبعة الخامسة - الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية - ١٩٨٨م.
- ٦ - حسن أحمد شحاته (دكتور) - تلوث الهواء القاتل الصامت - مكتبة الدار العربية للكتاب - ٢٠٠٣م.
- ٧ - صحيفة الأهرام : أعداد مختلفة حتى ٢ فبراير ٢٠٠٥م.
- ٨ - عايدة بشارة (دكتور) : دراسات في بعض مشاكل تلوث البيئة - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٧٣م.
- ٩ - عبد الحكيم بدران : اضواء على البيئة - مكتب التربية العربي لدول الخليج - الرياض (١٩٩٢م) .
- ١٠ - عدنان الساعاتي : المحافظة على التربة عامل اساسي في مكافحة التصحر - مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية (٦) (١٩٨٨م).
- ١١ - علي حسن موسى - التلوث الجوي - دار الفكر - دمشق - ١٩٩٠م .

- ١٢ - فهمي حسن امين - تلوث الهواء : مصادره وأخطاره - دار العلوم للطباعة والنشر - الرياض - ١٩٨٤م.
- ١٣ - محمد إبراهيم الجار الله (دكتور) - الحماية من الاشعاع الذري - مجلة العلوم والتقنية - العدد ٢١ - يوليو ١٩٩٢م.
- ١٤ - محمد ابراهيم الحسن ، ابراهيم صالح المعتاز : ملوثات البيئة - مكتبة الخريجي، الرياض (١٩٨٨م) .
- ١٥ - محمد حسان عوض (دكتور) : اسهامات الجامعة في حل قضايا البيئة وتنميتها " مؤتمر العلوم والتنمية - كلية العلوم جامعة الازهر (١٩٩٥م).
- ١٦ - محمد حسان عوض (دكتور): التدهور البيئي في حوض البحر المتوسط - مؤتمر رابطة الجامعة الإسلامية - جامعة الدول العربية (٢٠٠٤م) .
- ١٧ - محمد حسان عوض (دكتور) ، وحسن أحمد شحاته (دكتور) - مقدمه في علم البيئة - القاهرة - ٢٠٠٥ م .
- ١٨ - محمد حسان عوض (دكتور) ، وحسن أحمد شحاته (دكتور) - دراسات وقضايا بيئية - القاهرة - ٢٠٠٦ م .
- ١٩ - محمد عبد القادر الفقي - البيئة : مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث - مكتبة بن سينا للنشر والتوزيع والتصوير - ١٩٨٣م.
- ٢٠ - مستقبلنا المشترك : اللجنة العالمية للبيئة والتنمية ، ترجمة / محمد كامل عارف ، عالم المعرفة (١٤٢) ، (١٩٨٩م) .
- ٢١ - مني قاسم (دكتور) : التلوث البيئي والتنمية الاقتصادية - الدار المصرية اللبنانية - القاهرة - ١٩٩٣م.

ثانيا : المراجع الاجنبية :

1. Gaves, N. J., Ed.; "Lnd, Water and Mincral Resowce Pergoman press (1987).

2. Maxwell, K. E.; **environment of Live**. Dickenson Publishing Co. (1976).
3. Turk, A. et. al.; **"Environmental Science"**. W. B. Sunders, London 1979.
4. David Elyanow and Janet Persechino, **Advances in NitrateRemoval**, GE Water & Process Technologies, 2005.
5. Scott Harmon, **"Nitrate removal: Searching for the ideal in an imperfect world,"** Water Technology, November 2002.
6. **"Arsenic,"** Britannica Encyclopedia inc. 2003.
- 7.
8. Johnston, T .J. **"Soil"** World Book Encyclopedia, 2003.
9. Busch, M. **"Arsenic,"** World Book Encyclopedia, 2004.
10. Rainer Stegmann, **Treatment of Contaminated Soil: Fundamentals, Analysis, Applications**, Springer Verlag, Berlin 2001.

## الفهرس

رقم الصفحة	الموضوع
٣	المقدمة :
٥	الباب الأول : البيئة ومكوناتها :
٦	مكونات البيئة :
٨	اضرار التلوث البيئي :
١٠	استنزاف الموارد البيئية :
١٢	المشكلات البيئية :
١٤	التدهور البيئي :
١٥	زيادة السكان واستنزاف الموارد :
١٦	النظام البيئي :
١٧	مكونات النظام البيئي :
١٨	المدخلات والمخرجات للنظام البيئي :
٢١	التوازن الطبيعي :
٢٣	الباب الثاني : البيئة بين القانون والتطبيق
٢٦	البيئة والمحافظة عليها عبر التاريخ
٢٧	بعض القوانين البيئية المهمة
٢٨	بعض الاتفاقات الدولية الهامة
٣١	دلائل اهتمام مصر بحماية البيئة
٣٢	حماية البيئة الهوائية من التلوث
٣٤	القانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤
٤٨	حماية البيئة المائية من التلوث
٥٢	الباب الثالث : التغيرات المناخية وأثرها البيئي :
٥٣	تأثيرات الاسمان على المناخ
٥٥	ثقب الازون :
٥٦	النظم البيئية المائية :
٥٨	ما الذي نفعله حيال التغير المناخي :



٥٩	التصحّر :
٦١	مظاهر التصحر :
٦٢	مكافحة التصحر :
٦٥	زحف الرمال :
٦٧	المحافظة على التربة :
٧٠	الباب الرابع : ملوثات البيئة والواعها :
٧٠	مفهوم التلوث :
٧٣	انواع الملوثات :
٧٣	الملوثات الطبيعية :
٧٥	الملوثات الغير طبيعية :
٨٣	النفايات المشعة :
٨٤	مصادر النفايات المشعة :
٨٦	تصنيف النفايات المشعة :
٨٧	ادارة النفايات المشعة وطرق التخلص منها :
٩١	غاز الرادون وتأثيراته البيئية :
١٠١	الباب الخامس : تلوث الهواء :
١٠١	مكونات الهواء :
١٠٥	هواء المدن الصناعية :
١٠٨	تعريف تلوث الهواء :
١٠٨	مصادر تلوث الهواء :
١١٦	تصنيف الملوثات :
١١٧	الملوثات السائلة والغازية :
١٣١	الملوثات الصلبة :
١٣٦	الباب السادس: تلوث التربة :
١٣٧	تكوين الطفلة:
١٣٧	التجويه الطبيعية:
١٣٨	التجويه الكيميائيه:
١٣٩	المواد العضوية

١٤٠	..... مصادر تلوث التربة
١٤٣	..... ملوثات التربة
١٤٣	..... الملوثات غير العضوية
١٤٨	..... الملوثات العضوية
١٤٩	..... الخواص البيئية لملوثات التربة
١٥٠	..... توزيع ملوثات التربة بين الأنظمة البيئية المختلفة
١٥٣	..... البدائل المختلفة لعملية تنظيف التربة من الملوثات
١٥٦	..... الباب السابع : تلوث المياه :
١٥٧	..... خواص الماء :
١٦٠	..... تلوث الماء :
١٦٦	..... السلوكيات التي تؤدي إلى تلوث المياه :
١٦٩	..... أقسام التلوث المائي :
١٧٥	..... طرق مكافحة تلوث المياه :
١٧٨	..... الباب الثامن : التلوث الإشعاعي :
١٧٨	..... مصادر التلوث الإشعاعي :
١٨٠	..... دورة الوقود :
١٨٢	..... الحوادث النووية :
١٨٤	..... مسالك المواد المشعة :
١٨٧	..... الآثار الوراثية للتلوث الإشعاعي :
١٨٨	..... الجرعات الإشعاعية :
١٩١	..... الباب التاسع : طرق تحول وتكسير الملوثات البيئية:
١٩١	..... التفاعلات البيولوجية:
١٩٢	..... أنواع تفاعلات التكسير البيولوجية:
١٩٣	..... التفاعلات الكيميائية:
١٩٦	..... المواد الكيميائية ذات النشاط الضوئي:
١٩٩	..... الباب العاشر : طرق مواجهة التلوث:
٢٠٠	..... الطرق الوقائية :
٢١٢	..... الطرق العلاجية :

٢١٧	..... الطرق البديلة :
٢٢٠	..... المصطلحات:
٢٢٨	..... المراجع:

رقم الإبداع : ٢٠٠٧/٥٨١٣

1-17-1941