التلوث الفيزيائي

نصرالدين على احمد المعيوفي[1]

المستخلص:

تتعدد وتتنوع أشكال وصور التلوث البيئي حسب درجتها (قوتها) ومصادرها أو أسبابها ومن احد أشكال التلوث (التلوث الفيزيائي) أي تغير القيم الفيزيائية الطبيعية في البيئة، فمن حيث الدرجة ينقسم التلوث إلى ثلاث درجات وهي التلوث المقبول والتلوث الخطر الذي تعاني منه معظم الدول الصناعية، والتلوث المدمر الذي يؤدي إلى انهيار النظام الإيكولوجي، ومن حيث المصدر ينقسم التلوث إلى: تلوث طبيعي وتلوث ناتج عن النشاط البشري.

يهدف هذا البحث الى دراسة التلوث الفيزيائي وأنواعه ومسبباته وكيفية التقليل من خطورته ما أمكن، ويدرس البحث الأشكال التالية من التلوث: تلوث المياه والهواء والتربة بالملوثات الفيزيائية، والتلوث الضوضائي والإشعاعي والتلوث الكهرومغناطيسي، والتلوث الحراري، والتلوث الضوئي، والتلوث الداخلي. وقد أصبحت ظاهرة التلوث شأنا عالميا، ولذا ظهرت العديد من المنظمات والمؤسسات العالمية التي أخذت على عاتقها التصدي لهذه المشكلة الخطيرة، ونظراً لخطورة أشكال التلوث ومنها التلوث الفيزيائي على مستقبل الإنسانية فقد أورد الباحث العديد من الإجراءات التي يمكن إتباعها للتقليل من درجة خطورتها على البيئة، من أبرزها:

1- نشر الوعي البيئي.

2- إعداد الفنيين الأكفاء في مجالات علوم البيئة.

3- سن القوانين والتشريعات لردع ملوثي البيئة.

4- تخطيط القطاع الصناعي بصورة أفضل، وتنشيط السياحة البيئية والتوسع في إقامة المحميات الطبيعية.

[1] كلية العلوم – جامعة غريان

المقدمة:

حظيت الدراسات البيئية باهتمام المتخصصين والرأي العام في العقدين الأخريين، وكثرت الموضوعات والدراسات التي تناولت قضايا البيئة ومشكلاتها وخاصة بعد أن أخذت الموارد الطبيعية في النضوب والاستنزاف وباتت التربة والهواء والماء والموارد الغذائية ملوثة بأنواع شتى من الملوثات الضارة والسموم وهو أمر أسهم بدور كبير في زيادة الأمراض (1).

و نظراً للبيئة بشقيها الطبيعي والمشيد(البشري) هي كل متكامل، إطارها الكرة الأرضية (كوكب الحياة)، ومحتويات هذا الإطار ليست جامده بل إنها دائمة التفاعل مؤثرة ومتأثرة، والإنسان نفسه أحد مكونات البيئة، يتفاعل مع مكوناتها بما في ذلك أقرانه من البشر، وقد ورد هذا الفهم الشامل على لسان السيد يوثانت (الأمين العام الأسبق للأمم المتحدة) حيث قال: إننا شئنا أم أبينا نسافر سوية على ظهر كوكب مشترك وهذا يتطلب من الإنسان– وهو العاقل الوحيد بين الكائنات الحية (أن يتعامل مع البيئة بالرفق والحنان ويستثمرها دون إتلاف أو تدمير)(2).

يعد الإنسان إذن أهم عامل حيوي في إحداث التغيير البيئي والإخلال الطبيعي البيولوجي منذ وجوده، وهو يتعامل مع مكونات البيئة، وكلما توالت الأعوام ازداد تحكما وسيطرة على البيئة وخاصة بعد أن يسر له التقدم العلمي والتكنولوجي مزيدا من فرص احداث التغير في البيئة، وتكمن عوامل اختلال التوازن البيئي في الأنظمة البيئية في وجود الملوثات التي ازدادت مع ازدياد مستوى المعيشة، وما سيستهلكونه من الموارد الطبيعية لتشغيل المصانع وخطوط إنتاجها وأصبح اعتمادهم على تلك المنتجات لتغطية احتياجاتهم اليومية.

مما دفع المصانع لتوفير هذه الاحتياجات من أجل الكسب المادي دون التركيز على الآثار السلبية التي قد تحدث للبيئة، والتي تتمثل في ظهور عدد من المواد الجديدة في وسط من أوساط البيئة (التربة والماء والهواء) والتي تسبب زيادة نسبتها عن المعتاد الى الضرر بالكائنات الحية واختلال التوازن البيئي وتسارع في زيادة حجم التلوث البيئي (3)، لهذا زاد اهتمام العالم بظاهرة التلوث منذ النصف الثاني من القرن العشرين.

وتعد مشكلة التلوث أحد أهم المشاكل البيئية الملحة التي بدأت تأخذ أبعاداً بيئية واقتصادية، واجتماعية خطيرة، خصوصا بعد الثورة الصناعية في أوروبا، والتوسع الصناعي الهائل المدعوم بالتكنولوجيا الحديثة، وأخذت الصناعات في الآونة الأخيرة اتجاهات خطيرة متمثلة في التنوع الكبير وظهور بعض الصناعات المعقدة والتي يصاحبها في كثير من الأحيان تلوث خطير يؤدي عادة إلى تدهور المحيط الحيوي والقضاء على تنظيم البيئة العالمية.

مفهوم التلوث الفيزيائي (Physical Pollution):

بداية يمكن تعريف التلوث بصفة عامة على أنه تغير كمي، أو نوعي (فيزيائي و/ أو كيميائي) في المكونات البيئية على أن يكون هذا التغير خارج مجال التذبذبات الطبيعية لأي من المكونات بحيث يؤدي الى حدوث اختلال في اتزان الطبيعة مما يؤدي الى تأثير مباشر أو غير مباشر على النظام البيئي. (4)

فما هو التلوث الفيزيائي؟

التلوث الفيزيائي (Physical Pollution) يعد أكثر أنواع التلوث تمييزا من بين انواع التلوث المختلفة، فهو يحدث نتيجة إدخال المواد المهملة كالنفايات والمخلفات بمختلف انواعها الى البيئة بسبب الافعال البشرية التي تؤدي إلى حدوث التلوث الفيزيائي

(5). أي أنه تغير القيم الفيزيائية الطبيعية المعتادة في البيئة كالتغير الضوئي، والاشعاعي والحراري والكهرومغناطيسي، والضوضائي.

اشارت المراجع الى تقسيم التلوث الى ثلاث درجات هي:

التلوث المقبول:

هـو درجة من درجات التلوث التي لا يتـأثر بها تـوازن النظام الإيكولوجـي ولا يكون مصحوبا بأية أخطار أو مشاكل بيئية رئيسية(3).

التلوث الخطر:

وتعاني منه العديد من الدول الصناعية لأنه ينتج من النشاط الصناعي وزيادة النشاط التعديني، وتعد هذه المرحلة من المراحل المتقدمة حيث ان كمية ونوعية الملوثات تتعدى الحد الإيكولوجي الحرج والذي يبدأ معه التأثير السلبي على العناصر البيئية الطبيعية والبشرية وتتطلب هذه المرحلة إجراءات سريعة للحد من التأثيرات السلبة، ويتم ذلك عن طريق معالجة التلوث الصناعي باستخدام وسائل تكنولوجية حديثة كإنشاء وحدات معالجة كفيلة بتخفيض نسبة الملوثات لتصل إلى الحد المسموح له دوليا، او عن طريق سن قوانين وتشريعات لزيادة الضرائب على المصانع التي تساهم في زيادة نسبة التلوث (3).

التلوث المدمر:

ويمثل هذا النوع المرحلة التي ينهار فيها النظام الأكولوجي ويصبح غير قادر على العطاء نظرا لاختلال مستوى التوازن بشكل جذري، ولعل حادثة (تشر نوبل) التي وقعت في المفاعلات النووية في أوكرانيا خير مثال للتلوث المدمر، ويحتاج النظام الإكولوجي في حالة هذا التلوث الى سنوات طويلة لإعادة اتزانه بواسطة تدخل العنصر البشري وبتكلفة اقتصادية باهظة (3).

ومن استعراض العديد من المراجع التي تشير الى صور التلوث فانه يمكننا حصر صور او أشكال التلوث وحسب مصادرها على النحو الآتي:

أولا التلوث الطبيعي:

وينتج عن الملوثات النابعة من البيئة ذاتها مثل: الزلازل والبراكين وزحف الكثبان الرملية على المزارع والأمطار الغزيرة التي تجرف التربة ولكن بمشيئة الله وبعد فترة من الزمن توازن الطبيعة نفسها في مثل هذه الأنواع من صور التلوث(6).

ثانيا التلوث بسبب النشاط البشري:

توصل فريق بحثي دولي مختص بالصحة البيئية والأمراض المعدية، إلى أن التغيرات في طبيعة سطح الأرض الناتجة عن النشاط البشري تؤدي إلى التغير في طبيعة انتشار بعض الامراض المعدية، أو ظهور أمراض أخرى وبائية مما يعرض حياة الإنسان والحيوان للخطر.

جاء ذلك في دراسة نشرت في مجلة أفاق الصحة البيئية فقد ذكر الدكتور جوناثان باتز – أستاذ بجامعة ويسكونسن بمدينة ماديسون الامريكية الذي قاد فريق البحث – بأن النشاطات الاقتصادية أو التنموية التي تقوم بها الدول، وتتيح الفرص لعشرات من الأمراض المعدية كي تنتشر وتتحول إلى أوبئة، و الأمثلة على ذلك كثيرة ومنها الملاريا والايدز وجنون البقر والحمى الصفراء والكوليرا وشتى أنواع الحمى النزيفية (6). وسيتم بإيجاز عرض مفيد لاهم أشكال التلوث الفيزيائي الناتج عن النشاط البشري:

تلوث "التربة والمياه والهواء ":

اولا تلوث التربة:

تلعب التربة دوراً مهماً في نمو النباتات وحياتها، وتعد الأساس الذي تقوم عليه عمليات الإنتاج الزراعي والحياة الحيوانية، كما تحوي التربة على كثير من الكائنات الحية الدقيقة، والديدان، والحشرات. وتكمن أهمية التربة في كونها وسطاً استنادياً

للنباتات تنمو فيها الجذور، وعن طريقها تمتص النباتات الماء والأملاح المنحلة التي تحتاجها. ويتوافر في التربة الشروط البيئية المختلفة من الجفاف والرطوبة والتهوية والحرارة والملوحة وغيرها. وتعد كذلك أحد المكونات الرئيسية لدورات العناصر الأساسية الطبيعية (7).

وتلوث التربة يعني دخول مواد غريبة في التربة أو زيادة في تركيز إحدى مكوناتها الطبيعية، الأمر الذي يؤدي إلى تغير في التركيب الكيميائي والفيزيائي للتربة، وهذه المواد يطلق عليها ملوثات التربة وقد تكون مبيدات أو أسمدة كيميائية أو أمطار حمضية أو نفايات (صناعية – منزلية – مشعة وغيرها ...) وغيرها

تعد التربة ملوثة باحتوائها على مادة أو مواد بكميات أو تركيزات على غير العادة سواء بالزيادة أو النقصان فتسبب خطراً على صحة الإنسان والحيوان والنبات أو المنشآت الهندسية على حساب الأراضي الزراعية أو المياه السطحية والجوفية وتعد من أبرز مشكلات البيئة وأكثرها تعقيداً وأصعبها حلاً.

ويؤدي تلوث التربة إلى تلوث المحاصيل الزراعية، الأمر الذي يؤدي إلى الإضرار بصحة الإنسان الذي يتغذى عليها مباشرة، وعن طريق انتقال الملوثات إلى المنتجات الحيوانية كالحليب والبيض واللحم.

ومصادر تلوث التربة عديدة منها الغلاف الجوي والغلاف المائي والغلاف الحيوي، بما في ذلك الإنسان وأنشطته (7) .

أسباب تدهور التربة:

– **تمليح التربة والتشبع بالمياه (التطبيل):** فالاستخدام المفرط لمياه الري مع سوء الصرف الصحي يؤدي إلى الإضرار بالتربة.

كما تتسبب مياه الصرف الزراعي في مشاكل ملوحة وقلوية التربة، مما له انعكاس في تدهور وانخفاض الانتاجية المحصولية. وظهور مشاكل للتربة من أهمها مشاكل الملوحة والُسمية لترسيب بعض الأيونات مثل الصوديوم والكلوريد والبورون

وانخفاض معدل التشرب وبعض التأثيرات الأخرى مثل زيادة أيون النترات وتقليل درجة حموضة التربة يؤثر على جوده المحاصيل.

وتعود أسباب تملح التربة إلى الأساليب الزراعية الخاطئة بإضافة مياه ري تفوق حاجة المحاصيل والتي تؤدى إلى رفع مستوى الماء الأرضي وبسبب نظام الصرف وغيابه فتصعد الأملاح بالخاصة الشعرية الى سطح التربة مما يسبب تملحها ومن ثم انخفاض إنتاجية المحاصيل المنزرعة.

– وجود ظاهرة التصحر، ويساعد في هذه العملية عدم سقوط الأمطار والرياح النشطة التي تعمل علي زحف الرمال أيضاً إلى الأراضي الزراعية (8).

وظاهرة التصحر: هي تحول مساحات واسعة خصبة وعالية الإنتاج إلي مساحات فقيرة بالحياة النباتية والحيوانية، وهذا يرجع إما التعامل الإنسان الوحشي معها، أو للتغيرات المناخية. فحالة الوهن والضعف التى تشكو منها البيئة تكون إما بسبب ما يفعله الإنسان بها أو لما تخضع له من تأثير العوامل الطبيعية الأخرى والتي لا يكون لبني البشر أي دخل فيها. والجزء الذي يشكو ويتذمر كل يوم من هذه المعاملة السيئة من الأرض هو "التربة (8).

– **التوسع العمراني الذي أدي إلى تجريف وتبوير الأراضي الزراعية:**

شهدت المناطق الحضرية في الآونة الأخيرة تغييرات جسيمة، نتيجة تفكك أوصال المدن بتأثير العوامل السكانية والاقتصادية والتكنولوجية. بل تغيرت بعض مفاهيم "الحضر" مثل مركز المدينة وحدودها، التي كانت مركزاً متعدد الوظائف وأطرافاً تحيط بها، ولكنها قد تحولت فتجاورت وصارت كالجزر المنعزلة لشدة تخصصها الوظيفي، مثل القرى السياحية وغيرها.

أما المدينة بوصفها كائن اجتماعي، بالإضافة إلى كونها دولة ومركز عام للحكم الجمهوري (تحقيقاً لمبادئ الديمقراطية والمواطنة)، فقد تغيرت في نطاق تعاظم

التجمعات الحضرية الممتدة بلا نظام ولا اتساق. وترى منظمة الأمم المتحدة هذا التحول أحد التطورات الكبرى التي حدثت خلال القرن العشرين و لا تزال مستمرة، حيث لا يخلو إقليم في العالم من النمو الحضري (8).

– التلوث بواسطة المواد المترسبة من الهواء الجوي في المناطق الصناعية:

تتسبب ملوثات الهواء في ارتفاع نسبة الوفيات على مستوى بلدان العالم، ومن أكثر العناصر المزعجة فى تلوث الهواء الدخان المنبعث من التبغ أو السجائر، والذي يقتل ملايين الأشخاص سنوياً، ومن المتوقع أن تظل أعداد الوفيات فى حالة تزايد مستمر في الأربعة عقود القادمة إذا استمر وجود مثل هذه العادة السيئة.

واكتساب الهواء لصفة التلوث لتواجد المواد الكيميائية بأي شكل من أشكالها في الهواء، والتي تترك آثاراً ضارة للحياة على سطح الكرة الأرضية للكائنات الحية، سواء أكانت هذه الملوثات (المواد) في حالتها الصلبة أم السائلة أم الغازية أم الإشعاعية أم الجرثومية. (8).

– التلوث بواسطة المواد المشعة:

يتعامل الإنسان مع المواد المشعة في حياته اليومية، وهنا يتعرض لها بدون عمد أو قصد ..

حيث أن الاعتماد عليها يكون بشكل طبيعي والتي تُعرف باسم "المواد المشعة التي تحدث بشكل طبيعي "Naturally occurring radioactive material ".

ويتأثر الإنسان من هذه المواد المشعة على نطاق واسع التي هي في نفس الوقت تبعد كل البعد عن الانفجارات المتعمدة، ويزداد التعرض لها ولآثارها مع تزايد النشاط البشرى، متمثلاً في: أنشطة حرق الفحم، أثناء استخدام المخصبات أو أثناء استخراج البترول والغاز والصناعات المرتبطة بهما، كما أن الرادون ينتج في المنازل بشكل تلقائي (علاجه يكون بالتهوية الملائمة) وغيرها من الأنشطة البشرية الأخرى.

بالإضافة إلى أن العديد من المواد الطبيعية المتواجدة حولنا في البيئة الأم يدخل في تركيبها العناصر الإشعاعية (Radio nuclides) .(8).

- التلوث بالمعادن الثقيلة.

والمعادن الثقيلة هي تلك المكونات (العناصر) الطبيعية في القشرة الأرضية وفى النسيج الحى، والمعادن لا تتعرض للانحلال أو التلف. وتدخل المعادن أجسامنا من خلال الأطعمة .. مياه الشرب .. والهواء (8).

تشكل المعادن نسبة 45 % من وزن جسم الإنسان، ويتركز معظمها فى الهيكل العظمى.

- ومن بين فوائد المعادن لجسم الإنسان:

- بناء الخلايا.
- المساعدة في التفاعلات الحيوية بالجسم.
- ارسال الإشارات للأعصاب والعضلات.
- المعادن لا تحتوي أو تمنح سعرات حرارية (طاقة) وإنما تعين الجسم على إنتاج الطاقة.
- بعض من هذه المعادن الثقيلة مثل النحاس والسيلنيوم ... الخ ضرورية ومهمة للمحافظة على عملية التمثيل الغذائي (الأيض) بجسم الإنسان، لكن استهلاك الكميات الكبيرة منها (التركيزات العالية) يكون ضاراً بل وساماً وينتج عنه ما يُسمى "بتسمم المعادن الثقيلة "Heavy metal poisoning "

وعلى سبيل المثال: تلوث مياه الشرب بالرصاص لمرورها في المواسير المصنعة من الرصاص، كما توجد هذه المعادن بتركيزات كبيرة في الهواء بالقرب من مصادر انتشارها أو الحصول عليها من خلال سلسلة الأطعمة الغذائية.

وتأتى خطورة المعادن الثقيلة من تراكمها الحيوي داخل جسم الإنسان بشكل أسرع من انحلالها خلال عملية التمثيل الغذائي (الأيض) أو إخراجها (8).

- التلوث بواسطة الكائنات الحية:

*** أنواع الخلل الذى يمكن أن يصيب التربة:**

ويمكن تصنيف أنواع الخلل التي تصيب التربة إلى الأنواع الثلاثة الآتية (8).

أولا- خلل فيزيائي:

- بناء التربة.
- تكوين طبقة غير نفاذة للجذور.
- صرف الماء الزائد.

ثانيا - خلل كيميائي:

- تغيير الأس الهيدروجيني PH بشكل متطرف.
- تغير ملوحة التربة.
- تجوية كيميائية لمعادن الطين.
- وجود معادن ثقيلة.
- نقص الأكسجين.

ثالثا - خلل حيوي

- انخفاض أعداد حيوانات التربة.
- وجود مسببات مرضية.

***الآثار المترتبة علي تدهور التربة (8).**

- نقص المواد الغذائية اللازمة لبناء الإنسان ونموه، وعلى نحو أعم مسؤولة عن حياته على سطح الأرض.
- اختفاء مجموعات نباتية وحيوانية أو بمعنى آخر انقراضها.
- إلحاق الضرر بالكائنات الحية الأخرى:

أ- الإضرار بالثروة السمكية.

ب- هجرة طيور كثيرة نافعة.

ج- الإضرار بالشعب المرجانية، والتي بدورها تؤثر علي الجذب السياحي وفي نفس الوقت علي الثروة السمكية حيث تتخذ العديد من الأسماك من هذه الشعب المرجانية سكناً وبيئة لها.

- **أما تأثيرها على صحة الإنسان:** فالتلوث يؤدي إلى ازدياد الطفيليات والبكتيريا، و التي يظهر معها أمراض كثيرة مثل الربو والحساسية في الصدر وأمراض السرطان والأمراض الجلدية وأمراض العيون واضطرابات المعدة وتضخم الكبد وفقدان الذاكرة والخمول والنزلات المعوية والتيفويد والإسهال والجفاف والكوليرا والتسمم .. وغيرها من الأمراض التي تهدد صحة الإنسان(8).

كما أن التلوث قد يؤدي إلى ظهور أطفال مشوهين بسبب تدمير خلايا الوراثة وهناك عناصر من الملوثات تؤثر على الدم والمخ والعظام ومنها الرصاص والزئبق والزرنيخ والحديد والكلور والفلور والكاديوم والأمطار الحمضية والمفاعلات النووية والمواد الكيماوية والنفط ومياه الصرف الصحي والمبيدات الحشرية والبلاستيك(8).

❖ **طرق الوقاية من مخاطر التربة الملوثة(8):**

- الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحي قبل أن تصل إلى المسطحات المائية وإلى التربة والاستفادة من المياه المعالجة في ري الأراضي الزراعية.
- الاهتمام بالمحافظة على سلامة الأراضي والتربة وذلك بإبعاد أي مصدر للضرر.
- الحرص الشديد والعمل على التخلص من المواد المشعة بدفنها في أعماق كبيرة بأماكن محددة.
- الانتفاع بالمخلفات الصناعية بإعادة تدويرها وعدم إلقائها في المصارف وتلويث المياه الجوفية، ومن ثم تلويث التربة.
- الحرص على تحليل محتويات التربة في المختبرات المتخصصة لضمان جودتها وعدم تلوثها.

- توعية الناس على الحد من تلوث البيئة والهواء الذي يسبب تلوث الأمطار الذي يحولها إلى ماء حمضي يضر بالبشر والبيئة.
- نشر ثقافة المحافظة على مصادر البيئة الأساسية من التلوث لأنها مصدر حياة الإنسان.

ثانيا تلوث المياه:

تلوث المياه بالملوثات الفيزيائية وهي الملوثات التي ينتج عنها تغيير الخواص الفيزيائية و تغير المواصفات القياسية للماء، عن طريق تغير درجة حرارته أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به، سواء كانت من أصل عضوي أم غير عضوي. وينتج ازدياد ملوحة الماء، غالباً، عن ازدياد كمية البخر لماء البحيرة، أو الأنهار، في الأماكن الجافة، دون تجديد لها، أو في وجود قلة من مصادر المياه. كما أن التلوث الفيزيائي الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة، يكون في غالب الأحوال، نتيجة صب مياه تبريد المصانع والمفاعلات النووية، القريبة من المسطحات المائية، في هذه المسطحات، مما ينتج عنه ازدياد درجة الحرارة، ونقص الأكسجين الذائب، مما يؤدي إلى موت الكائنات الحية في هذه الأماكن (9) .

ومن أهم أشكال وصور التلوث الفيزيائي للماء الآتي:

1. التلوث بالمواد المشعة.
2. التلوث بالنفايات الصلبة.
3. التلوث الحراري.

ملوثات إشعاعية:

يحذر العلماء من أخطار التلوث الإشعاعي للماء الناتج عن الاستخدام في تبريد الأجهزة التي تحوي المواد المشعة.

كما تسهم الأمطار الملوثة بالغبار الذري والتي تتساقط على المسطحات المائية في زيادة خطورة التلوث الإشعاعي للماء.

وتكمن خطورة هذا النوع من أنواع الملوثات في إحداث العديد من الأضرار بالكائنات الحية، وذلك نتيجة انتقال تلك الملوثات الإشعاعية من الماء إلى الإنسان عبر سلاسل الغذاء.

وتتزايد تدريجيا خطورة تلك الملوثات مهما انخفضت الكميات الملوثة منها للماء، وذلك نتيجة تجمعها وتركيزها داخل أجسام الكائنات الحية على طول السلسلة الغذائية وهذا ما يعرف بظاهرة التراكم البيولوجيBioaccumulation .

قد لاحظ العلماء أن العوالق المائية بنهر كيلنج بالولايات المتحدة تحوي تركيزات من المواد المشعة يفوق تركيزها بالماء بمقدار عشرة آلاف مرة، حيث تعد العوالق مخزنا للمواد المشعة.

ويتزايد هذا التركيز بالأسماك التي تتغذى على الآلاف من تلك العوالق المخزنة للمواد المشعة، وهكذا تتركز المواد المشعة في الأسماك وتنتقل بتركيزات ضارة للإنسان الذي يوجد على قمة الهرم الغذائي.(10)

ملوثات حرارية:

تنشأ ظاهرة التلوث الحراري للماء عندما يوجد فرق ملحوظ في درجة حرارته بين عمقين مختلفين، أو بين منطقة وأخرى، وهذا الاختلاف الحراري يُعزى إلى صرف الماء المستخدم لتبريد المحركات الميكانيكية بالمنشآت الصناعية، ومحطات توليد الطاقة في المسطحات المائية كالبحار والأنهار.

مما ينشأ عنه ارتفاع ملحوظ في متوسط درجة حرارة المجرى المائي في منطقة عن منطقة أخرى، ويترتب على هذا التباين الحراري ما يلي:

1- نقص في المحتوى الأكسجيني للماء.
2- تغير سريع في معدلات الأيض بالأحياء المائية.
3- تنشيط التفاعلات الكيمائية داخل الخلايا الحية.
4- يزداد معدل نمو الطحالب والبكتيريا المسببة لظاهرة الإثراء الغذائي.

5- تهجير لأسماك المجرى المائي، إذا ما ارتفعت درجة حرارته ارتفاعاً ملحوظاً.
6- تموت العديد من الكائنات الحية وتتحلل نتيجة للتغير الحراري الطارئ في بيئتها.
7- تزداد صعوبة عمليات تجهيز مياه الشرب من المجاري المائية الملوثة حراريا.
8- تتقرض بعض أنواع النباتات فيختل توازن النظام البيئي بالمجرى المائي.

ونظراً لصعوبة الاستغناء عن استخدام الماء في عمليات التبريد الصناعي، وحرصاً على تجنب العديد من الأضرار الناتجة عن التلوث الحراري للماء، فقد أكد العلماء على ضرورة مراعاة ما يلي:

1- خفض درجة حرارة الماء المستعمل في عمليات التبريد الصناعي، وذلك بإنشاء أبراج ضخمة لتبريد الماء قبل إغلاقه في المجاري المائية.
2- استخدام المياه العميقة في عمليات التبريد لانخفاض حرارتها عن درجة حرارة المياه السطحية.

وهكذا يمكن خفض التباين الحراري بين حرارة المياه المستعملة والمياه السطحية.

كما نجح العلماء في استغلال تلك المياه الملوثة حراريا وخاصة التي تم سحبها من المياه العميقة في أغراض نافعة، وذلك بإلقائها في أحواض المزارع السمكية حيث يؤدي توافر الغذاء بها والمدى الحراري الملائم إلى نشاط ملحوظ في معلات نمو الزريعة السمكية (10) .

ثالثا: تلوث الهواء:

يقصد بتلوث الهواء تلوث البيئة الداخلية أو الخارجية بأي عامل كيميائي أو فيزيائي أو بيولوجي يغير الخصائص الطبيعية للغلاف الجوي.

وتعدّ الأجهزة المنزلية التي تعمل باحتراق الطاقة والمركبات الآلية والمرافق الصناعية وحرائق الغابات مصادر شائعة لتلوث الهواء. وتشمل ملوّثات الهواء التي تشكّل شاغلاً رئيساً من شواغل الصحة العامة الجسيمات الدقيقة وأوّل أكسيد الكربون

والأوزون وثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكربون. ويسبّب تلوث الهواء الخارجي والداخلي أمراض الجهاز التنفسي وأمراضاً أخرى، ويعد مصدرا مهما للاعتلال والوفيات. وتظهر بيانات المنظمة أن جميع سكان العالم تقريباً (99%) يتنفسون هواء يتجاوز حدود المبادئ التوجيهية للمنظمة ويحتوي على مستويات عالية من الملوثات، وتعاني البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل من أعلى معدلات التعرض لتلوث الهواء.

وترتبط جودة الهواء ارتباطا وثيقا بمناخ الأرض والنظم الإيكولوجية في العالم. وتشكل العديد من العوامل المساهمة في تلوث الهواء (أي احتراق الوقود الأحفوري) أيضا مصادر لانبعاثات غازات التدفئة. ولذلك فإن السياسات الرامية إلى الحد من تلوث الهواء تتيح استراتيجية مفيدة للمناخ والصحة كليهما، من خلال الحد من عبء الأمراض التي تعزى إلى تلوث الهواء، فضلا عن المساهمة في التخفيف من آثار تغير المناخ على المديين القريب والبعيد (11).

التلوث الضوضائي(NOISE Pollution):

مفهوم التلوث الضوضائي؛ (التلوث السمعي أو التلوث الصوتي)، ويعرف بأنه عبارة عن أي صوت من الأصوات التي توجد في الوسط البيئي، حيث يعد عنصرًا غير مرغوب به، وتجدر الإشارة إلى أن وجود هذه الأصوات بتردد كبير ينعكس سلبًا على صحة الفرد وتتسبب في إلحاق الضرر به.(11).

ووفقاً لمنظمة الصحة العالمية ومراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها ووكالة حماية البيئة الأمريكية، فإن التلوث الضوضائي يعد أحد المشاكل الصحية المتزايدة باستمرار نتيجة التطور في عصرنا الحالي حيث ينتج عنها الكثير من الأضرار. فمن المحتمل أن يتعرض الفرد إلى الإصابة بضعف السمع، والصداع والإجهاد، وارتفاع ضغط الدم، والمعاناة من اضطرابات النوم والارتباك عند الحديث حيث تتداخل الكلمات مع بعضها بالإضافة إلى أنه يتسبب بمشاكل صحية على العقل؛ مما يعرض حياته للخطر ويؤثر بذلك على الإنتاجية وجودة الحياة بشكل عام (11).

طرق قياس التلوث الضوضائي

تعد الضوضاء من الملوثات التي تعود على الفرد والمجتمع بالعديد من الآثار السلبية وتتكون الضوضاء من الموجات الصوتية تنتقل عبر الهواء أو أي وسط آخر ويتم قياس هذه الموجات باستعمال قياس مستوى الصوت، حيث يعتمد على قياس الموجات الصوتية بهدف تحديد مستوى شدة الصوت، بينما يمكن التعبير عن وحدة قياس مستوى الضوضاء أو الصوت، فتُقاس بوحدة الديسيبل. ويجدر التنويه إلى أن الأذن البشرية تتحمل الصوت بمعدل يتراوح ما بين 0 – 140 ديسيبل، كما أنّ الأصوات التي يكون ترددها ضمن معدل يتراوح ما بين 120 – 140 ديسيبل تؤدي إلى إصابة الإنسان بألم شديد (11).

مصادر التلوث الضوضائي

هناك العديد من المصادر التي تحدث التلوث الضوضائي، ولعل من أهم هذه المصادر نذكر ما يأتى (11).

ضوضاء عمليات التصنيع

يعد قطاع التصنيع من أبرز المصادر التي تحدث ضوضاء عالية جدًا، نتيجة استخدام آلات كبيرة وضخمة يصدر عنها نسبة عالية من التلوث الضوضائي، بالإضافة إلى أن هناك الكثير من الآلات الأخرى التي تعمل كالمولدات والضواغط، والطواحين والمراوح العادم، وتساهم في التلوث الضوضائي الناتج في هذا القطاع.

الضوضاء المنزلية:

توجد العديد من الأدوات المنزلية التي تصدر الضوضاء مثل الغسالة والخلاط، والمكنسة الكهربائية، والمطحنة، ومكيفات الهواء بالإضافة إلى أن مكبرات الصوت في أجهزة التلفاز، وسماعات الأذن وأيضًا الأجهزة اللوحية، حيث إن تأثير الضوضاء فيها يكون مستمرًا.

ضوضاء وسائط النقل

تحدث وسائط النقل على مختلف أنواعها ضوضاء؛ حيث إن سير عدد كبير من المركبات يحدث ضوضاء وتحليق الطائرات فوق المنازل يحدث ضوضاء صاخبة وسير القطار أيضا يحدث ضوضاء ويجدر التنويه إلى أن الناس لا تستطيع أن تتحمل هذه الضوضاء.

ضوضاء المناسبات الاجتماعية

تعد الأماكن التي تُقام فيها الحفلات والمهرجانات والفعاليات أبرز مصادر تلوث الضوضاء للعديد من الأفراد المعرضين والعاملين في هذا المجال بشكل مستمر بالإضافة إلى أنه يوجد العديد من الأماكن التي تحدث الضوضاء مثل الأسواق.

التلوث الضوئي:

التلوث الضوئي البيئي هو التأثير الذي يُحدثه الضوء الصناعي على كائن حي ما، أو على النظام البيئي ككل.

يختلف التأثير الذي يحدثه الضوء الصناعي على الكائنات الحية بين كائن وآخر، إذ يتراوح ما بين قدرة الأنواع الحية المفترسة على رؤية فريستها، وبين موتها المباشر بالحرارة. يمكن للضوء الصناعي في الليل أن يكون مفيدًا وضارًا في نفس الوقت للكائن الحي. على سبيل المثال، يستفيد البشر من الضوء الصناعي لزيادة ساعات العمل واللعب، ولكن يسبب هذا الضوء خللًا في الساعة البيولوجية للجسم مؤديًا للضغط النفسي الضار بالصحة. (12)

تتأثر بيئة الكائنات الحية تبعًا للتأثيرات المختلفة للضوء الصناعي على الأنواع الفردية. في حالة استيطان نوعين من الأحياء نفس المسكن الطبيعي، من الممكن أن يختلف عدد الأفراد الحية مع استقدام الضوء الصناعي في حالة عدم تأثر كلا النوعين بالضوء على قدم المساواة في الليل.

على سبيل المثال، تتجنب بعض أنواع العناكب الأماكن المضيئة، بينما تبني أنواع أخرى منها شبكتها على عمود الإنارة. تجذب أعمدة الإنارة العديد من الحشرات الطائرة، ومن ثم تمنح ميزة للعناكب المحبة للضوء أكثر من غيرها، ولذا تزداد أعدادها. قد تنتج عن هذه التغيرات في أعداد الكائنات الحية نتائج غير مقصودة بسبب تأثر تفاعل الأنواع الحية مع بعضها البعض، ومن ثم حدوث تغيرات في الشبكة الغذائية. يمكن لهذه التغيرات الليلية الصغيرة في النهاية أن تؤثر على النباتات والحيوانات النهارية. على سبيل المثال، يمكن للتغيرات في نشاط الحشرات الليلية التأثير على معدلات بقاء النباتات التي تزهر ليلًا، والتي بنفسها توفر الغذاء والمأوى للحيوانات النهارية (12) .

يُعد استقدام الضوء الصناعي في الليل واحدًا من أقسى التغييرات التي أحدثها الإنسان على البيئة مقارنةً بالنفايات السامة واستخدام الأراضي الطبيعية، والتغير المناخي نظرًا للزيادة الملحوظة في تركيز الغازات الدفيئة.

التلوث الحراري (Thermal pollution):

التلوث الحراري هو تراجع جودة المياه بسبب تغير درجة الحرارة المحيطة. (13)، والسبب الشائع لهذا التلوث هو استخدام المياه كمبرد لمحطات الطاقة وللصناعات، حيث إنه عندما ترجع المياه للطبيعة بدرجة حرارة أعلى يقل دعم الأكسجين وذلك بناء على فرق درجة الحرارة مما يؤثر تماماً على التركيب البيئي.

عندما تقوم أحد محطات الطاقة ببدء التشغيل أو التوقف لأي سبب، الكثير من الأسماك والكائنات البحرية –والتي قد تكيفت للعيش في درجة حرارة معينة – قد تتعرض للموت المفاجئ بما يطلق عليه «الصدمة الحرارية» (13).

أسباب التلوث الحراري:

في حال ارتفاع درجة الحرارة:

يكون السبب الرئيسى هو صناعات توليد الطاقة الكهربائية النووية والحرارية والصناعات النفطية، وذلك عن طريق طرح المياه الساخنة إلى مصادر المياه حيث يستخدم الماء للتبريد وتعود المياه الساخنة إلى هذه المصادر، وتؤثر هذه المياه على الكائنات الحية عن طريق خفض إمدادات الأوكسجين والتأثير على النظام الإيكولوجي ورفع درجة حرارة المصدر وذلك لأن الكمية التي تطرح تكون هائلة جدا.

تصريف المياه السطحية (الجارية) في المدن وصناعات أخرى كصناعة الحديد والمعادن الصلبة، وصناعة الورق تعد أسبابا أخرى وغير مباشرة للتلوث الحراري (13).

في حال انخفاض درجة الحرارة:

يمكن أن ينجم ذلك عن طريق مصبات المياه الباردة جداً من خزانات السدود إلى الأنهار التي تكون أكثر دفئاً. ويؤثر ذلك على الأسماك وخصوصا بيض السمك واليرقات واللافقاريات الصغيرة وعلى إنتاجية النهر (13).

حيث ينتج هذا النوع من التلوث نتيجة لتأثير انخفاض درجة الحرارة على كثافة ولزوجة المياه والشد السطحي لها وذوبان الغازات فيها (13).

التلوث الاشعاعي:

التلوث الإشعاعي: الذي يسمى أيضًا التلوث المُشع، هو ترسب أو وجود مواد مشعة على الأسطح أو داخل المواد الصلبة أو السوائل أو الغازات (بما في ذلك جسم الإنسان)، حيث يكون وجودها غير مقصود أو غير مرغوب به (حسب تعريف الوكالة الدولية للطاقة الذرية) (14).

يمثل هذا التلوث خطرًا بسبب اضمحلال النشاط الإشعاعي للملوثات، والذي تنتج عنه تأثيرات ضارة مثل الإشعاعات المؤينة (أي أشعة ألفا وبيتا وغاما) والنيوترونات

الحرة. تُحدّد درجة الخطر من خلال تركيز الملوثات، وطاقة الإشعاع المنبعث، ونوع الإشعاع، وقرب التلوث من أعضاء الجسم، من المهم أن يكون واضحًا أن التلوث يؤدي إلى خطر الإشعاع، وأن مصطلحي «الإشعاع» و «التلوث» لا يمكن تبادلهما.

يمكن تصنيف مصادر التلوث الإشعاعي إلى مجموعتين: طبيعية وأخرى من صنع الإنسان. بعد تفريغ الاحتواء النووي في الغلاف الجوي أو خرق احتواء المفاعل النووي، سيتلوث كل من الهواء، والتربة، والأشخاص، والنباتات، والحيوانات في المنطقة المجاورة بالوقود النووي ونواتج الانشطار النووي. إن قارورة منسكبة من المواد المشعة مثل نترات أورانيل، تلوث الأرض وأي قطع مُستخدمة لمسح هذا التسرب. تشمل حالات التلوث الإشعاعي واسعة الانتشار حلقية بيكيني، ومصنع روكي فلاتس في كولورادو وكارثة فوكوشيما دايتشي النووية، وكارثة تشيرنوبل، والمنطقة المحيطة بمرفق مایاك في روسيا (14).

مصادر التلوث:

يمكن أن تكون مصادر التلوث الإشعاعي طبيعية أو من صنع الإنسان، ويعود التلوث الإشعاعي لعدة أسباب، يمكن أن يحدث بسبب إطلاق الغازات المشعة أو السوائل أو الجزيئات، على سبيل المثال، إذا انسكبت النويدات المشعة المستخدمة في الطب النووي (عن طريق الصدفة، أو كما هو الحال في حادثة غويانيا الإشعاعية، بسبب الجهل) فإنه يمكن للناس نشر المادة أثناء تجولهم.

ويمكن أن يكون التلوث الإشعاعي نتيجةً حتميةً لعمليات معينة، مثل إطلاق الزينون المشع في إعادة معالجة الوقود النووي. في الحالات التي لا يمكن فيها كبت المواد المشعة، يمكن تخفيفها إلى تركيزات آمنة. للاطلاع على مناقشة التلوث البيئي حول بواعث ألفا، يرجى مراجعة الأكتينيدات في البيئة.

التهاطل النووي هو توزع التلوث الإشعاعي جرّاء 520 انفجارًا نوويًا حدث في الغلاف الجوي في الفترة من الخمسينيات وحتى الثمانينيات.

في الحوادث النووية، يُعرّف الطرف المصدر باعتباره مقياسًا لنوع وكمية النشاط الإشعاعي المنطلق، مثل فشل احتواء المفاعل، تعرّفه اللجنة التنظيمية النووية للولايات المتحدة بأنه «أنواع وكميات المواد المشعة أو الخطرة التي تُطلق في البيئة بعد وقوع حادث» (14).

لا يشمل التلوث المواد المشعة المتبقية، التي تبقى في موقع ما بعد انتهاء تفكيك السلاح النووي. لذلك، لا يُشار إلى المواد المشعة في الحاويات محكمة الإغلاق والمحددة بالشكل الصحيح باسم التلوث، على الرغم من أنه يمكن أن تكون وحدات القياس هي نفسها.

الاحتواء:

الاحتواء هو الطريقة الأساسية لمنع انتقال التلوث إلى البيئة أو الاتصال به أو ابتلاعه من قبل البشر.

يميّز الوجود داخل الاحتواء المقصود الموادَ المشعة عن التلوث الإشعاعي. وعندما تتركز المواد المشعة على مستوى يمكن اكتشافه خارج الاحتواء، يُشار عمومًا إلى المنطقة المتأثرة بأنها «ملوثة».

هناك عدد كبير من التقنيات لاحتواء المواد المشعة بحيث لا تنتشر خارج نطاق الاحتواء وتصبح ملوثة. في حالة السوائل يكون ذلك عن طريق استخدام خزانات أو حاويات عالية السلامة، عادةً تكون مع نظام حوض بحيث يمكن اكتشاف التسرب بواسطة أجهزة إشعاعية أو تقليدية.

وفي الحالات التي يُحتمل أن تصبح فيها المواد منقولة جوًا، يُستخدم صندوق القفازات على نطاق واسع، وهو أسلوب شائع في عمليات المختبرات والعمليات الخطرة في العديد من الصناعات. يُحتَفظ بعلب الغاز تحت ضغط سلبي بسيط ويُرشَّح غاز التهوية في فلاتر عالية الكفاءة، والتي تُراقَب بواسطة أجهزة تصوير إشعاعي لضمان عملها بشكل صحيح (14).

النشاط الإشعاعي الذي يحدث بشكل طبيعي:

توجد مجموعة متنوعة من النويدات المشعة بشكل طبيعي في البيئة. توجد عناصر مثل اليورانيوم والثوريوم ونواتج الاضمحلال في الصخور والتربة.

والبوتاسيوم–40، وهو نويدة ابتدائية، يشكل نسبة صغيرة من كل البوتاسيوم وهو موجود في جسم الإنسان.

أما النويدات النووية الأخرى، مثل الكربون–14، الموجودة في جميع الكائنات الحية، فهي تنشأ باستمرار بواسطة الأشعة الكونية.

لا تشكّل هذه المستويات من النشاط الإشعاعي خطرًا كبيرًا ولكنها يمكن أن تسبب خلطًا في القياس. تواجه مشكلة معينة في غاز الرادون الناتج بشكل طبيعي والذي يمكن أن يؤثر على الأدوات التي تُضبَط للكشف عن التلوث بالقرب من مستويات طبيعية ويمكن أن تسبب إنذارات خاطئة. يتطلب هذا مهارة مشغل معدات المسح الإشعاعي للتمييز بين الإشعاع الطبيعي والإشعاع الذي ينبع من التلوث.

يمكن أن تُنقَل المصادر الطبيعية المشعة إلى الأسطح أو تُكثَّف بالأنشطة البشرية مثل التعدين واستخراج النفط والغاز واستهلاك الفحم (14).

مراقبة التلوث والتحكم به:

يمكن أن يوجد تلوث إشعاعي على الأسطح أو بكميات كبيرة في المواد أو الهواء، وتُستخدم تقنيات متخصصة لقياس مستويات التلوث من خلال الكشف عن الإشعاع المنبعث.

مراقبة التلوث:

تعتمد مراقبة التلوث بشكل كامل على النشر والاستخدام الصحيح والملائم لأدوات مراقبة الإشعاع.

تلوث الأسطح:

يمكن أن يكون تلوث المحيط إما ثابتًا أو « حرً ا» وفي حالة التلوث الثابت لايمكن نشر المواد المشعة، بحكم تعريفها، ولكن يبقى إشعاعها قابلًا للقياس، في حالة التلوث الحر، هناك خطر انتشار التلوث على الأسطح الأخرى مثل الجلد أو الملابس أو التصريف في الهواء. يمكن أن يُقشر سطح خرساني ملوث بالإشعاع على عمق محدد، ما يؤدي إلى إزالة المواد الملوثة للتخلص منها.

أما بالنسبة للعمال المهنيين، فتوجد مناطق خاضعة للرقابة، حيث يمكن أن يكون هناك خطر تلوث. ويُتحكم في الوصول إلى هذه المناطق بمجموعة متنوعة من تقنيات الحواجز التي تنطوي أحيانًا على تغيير الملابس والأحذية حسب المطلوب، يُراقب عادةً التلوث داخل منطقة خاضعة للمراقبة بانتظام، وتؤدي أجهزة الحماية من الإشعاع (آر بي آي) دورًا رئيسيًا في مراقبة واكتشاف أي انتشار محتمل للتلوث.

كما تُركّب غالبًا مجموعات من أجهزة المسح المحمولة يدويًا ومراقبات النطاق المثبتة بشكل دائم مثل أجهزة مراقبة الجسيمات المحمولة جوًا وأجهزة مراقبة أشعة غاما في المنطقة. عادةً ما يكون كشف وقياس التلوث السطحي للعاملين والمنشآت بواسطة عداد غايغر أو عداد وميضي أوالعداد التناسبي. يمكن أن تميز العدادات التناسبية وعدادات الوميض الفوسفورية المزدوجة بين تلوث ألفا وبيتا، لكن عداد غايغر لا يمكنه التمييز.

وتُفضل كواشف الوميض بشكلٍ عام لأجهزة المراقبة المحمولة باليد، وهي مصممة بنافذة اكتشاف كبيرة لجعل مراقبة المناطق الكبيرة أسرع، تميل كواشف غايغر إلى استخدام نوافذ صغيرة، وهي أكثر ملاءمة لمراقبة المناطق الصغيرة من التلوث (14).

أضرار التلوث الاشعاعي:

أضرار التلوث الإشعاعي على الحيوانات كما أن الإنسان يتضرر من التلوث الإشعاعي، فإن بقية الحيوانات تتأثر أيضاً بهذا التلوث، ومن أبرز أضرار التلوث الإشعاعي على الحيوانات ما يلي:

- تتعرض الحيوانات للضرر الناتج عن التلوث الإشعاعي الموجود في الغلاف الجوي، والطعام المستهلك، وحتى مصادر المياه، يختلف مدى الضرر الذي تتعرض له الحيوانات من التلوث الإشعاعي، حيث أن الكائنات عالية المستوى تتأثر أكثر من الحشرات والذباب، تتأثر الحيوانات العاشبة أو التي تتغذى على خَشاش الأرض بتلوث التربة والنباتات؛ فتتراكم كميات كبيرة من عناصر المواد المشعة داخل أنسجتها.
- تدخل النويدات المشعة في دورات الأيض الخاصة بالحيوانات؛ مما يؤثر بشكل كبير على حمضها النووي، كما قد ينتهي الأمر بامتلاك جيل حيواني متحوّر مُعرض للإصابة بمشاكل صحية كثيرة، أضرار التلوث الإشعاعي على التربة والنباتات.

الأضرار التي تتعرض لها النباتات فهي:

تتعرض التربة الموجودة في البيئة الطبيعية إلى التلوث الإشعاعي؛ مما يؤدي إلى تَفاعل المواد المشعة في التربة مع العناصر الغذائية المختلفة، وينتهي الأمر بتدمير تلك العناصر الغذائية، مما يجعل التربة عقيمة بل وشديدة السُميّة. ينتج عن النباتات التي تنمو في التربة الملوثة إنتاج محاصيل مليئة بالإشعاع، حيث تكون هذه المحاصيل غير صالحة للاستهلاك البشري والحيواني. تتأثر النباتات بشكل كبير بالإشعاعات فوق البنفسجية؛ مما يؤثر على الكروموسومات ويعيق عملية التكاثر لهذه النباتات بشكل كبير. يؤدي تعرّض النباتات للإشعاعات إلى تغيير أشكال، وأحجام، وصحة النباتات، إن التعرض المستمر للتلوث الإشعاعي يؤدي إلى تدمير النباتات المصابة.

أضرار التلوث الإشعاعي على الكائنات البحرية:

أما الأضرار التي تعرض لها الحياة البحرية فهي: تلوث الأعشاب البحرية بعناصر مشعة مثل الروثينوم، مما يجعل استخدامها خطرًا. تلوث أصداف الأسماك المقشرة، وأنسجة الأسماك الأخرى بالمواد والنويدات المُشعة.

أضرار التلوث الإشعاعي على الإنسان من أهم الأضرار التي قد تصيب الإنسان جَراء تعرضه للتلوث الإشعاعي: إن التعرض لكميات كبيرة من الإشعاع يولد على الفور أمراضاً مُزمنة وسرطانات، أو حتى قد يكون سبباً في الموت المفاجئ، ومن الجدير بالذكر أن هذه الأضرار تختلف باختلاف كمية الإشعاع التي يتعرض لها الإنسان ومدى حساسيته لها. الكميات الصغيرة من الإشعاع يمكن أن تُسبب أمراضًا غير خطيرة؛ ولكنها قابلةً للتطور مع الوقت. يعد التعرض لغاز "الرادون"؛ هو السبب الرئيسى الثاني لسرطان الرئة في الولايات المتحدة، يؤدي التعرض للمواد المشعة إلى العديد من المشاكل العصبية التي قد يتبعها السرطان. كما أن تعرض الوالدين للإشعاعات قبل أو أثناء الحمل، قد يؤدي إلى حدوث عيوب خَلْقية وراثية، وتأخر في نمو الجنين (14).

مكافحة التلوث الإشعاعي

- مكافحة التلوث الاشعاعي تتم بما يأتي:
- وضع تحذيرات في أماكن تواجد الإشعاعات.
- مراقبة التلوث الإشعاعي باتخاذ إجراءات الوقاية والأمن.
- تغطية أرضيات المباني بطبقة من مادة مقاومة للتفاعلات الكيميائية وللحرارة وأن تلصق لصقا جيدا لضمان عدم تسرب المواد المشعة تحتها.
- التهوية اللازمة في أماكن العمل بالإشعاعات والمواد المشعة.
- اتباع وتطبيق المواصفات المطلوبة بالنسبة للأسطح والجدران.
- الكشف عن التلوث الإشعاعي بواسطة الأجهزة المخصصة لذلك.

- تخزين المواد المشعة في أماكن آمنة مثل الدور الأرضي من المبنى مع تزويد المخزن عند مجاريه بأجهزة الكشف عن التلوث الإشعاعي مع ضرورة وضع المواد المشعة بالمخزن داخل حاويات ودروع مناسبة.
- معالجة النفايات المشعة عن طريق مكونات السيليكون تيتانيوم والأكسجين التي تسحب السيزيوم المشع منها.

التلوث الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Pollution):

يُمكن تعريف التلوث الكهرومغناطيسي بأنه التلوث الناتج عن انتشار الأشعة أو الموجات الكهرومغناطيسية بأنواعها المختلفة، حيث ينجم هذا النوع من التلوث عادةً عن المجالات الكهربائية والمغناطيسية المنبعثة من المصادر الآتية:

- خطوط الطاقة.
- المعدات الكهربائية بأنواعها المختلفة.
- الهواتف المحمولة.
- الأجهزة اللاسلكية.
- الرادارات.
- الأجهزة المنزلية الكهربائية.
- أفران الميكروويف.
- أجهزة الراديو بأنواعها.
- أجهزة الكمبيوتر.
- الساعات الكهربائية، وما إلى ذلك.
- الإشعاع الكهرومغناطيسي هو شكل من أشكال الطاقة الموجودة في كل مكان، وله أنواعٌ عديدة تختلف عن بعضها البعض في التردد والطول الموجي والخصائص العامة، وهو يشمل كلًا من موجات الراديو، وموجات المايكروويف،

والأشعة تحت الحمراء، والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة السينية، وأشعة جاما، بالإضافة إلى الضوء المرئي (ضوء الشمس).(15)

فما هي أضرار التلوث الكهرومغناطيسي على الإنسان؟

حاليًا لا يوجد أي دليل علمي واضح ونهائي على التأثير السلبي الذي يخلفه التلوث الكهرومغناطيسي على حياة الإنسان، على الرغم من حقيقة أن المجالات الكهرومغناطيسية ذات التردد المنخفض للغاية تم تصنيفها على أنها واحدة من مسببات الإصابة بمرض السرطان، لكن البحوث والدراسات العلمية مازالت جارية، وقد ازدادت بشكلٍ كبير في العقود الأخيرة لمعرفة وفهم تأثير هذا النوع من التلوث على الإنسان وباقي الكائنات الحية التي تعيش على الأرض.

أشارت بعض الدراسات إلى أن التلوث الكهرومغناطيسي يؤثر على الأعضاء الكهرومغناطيسية الحيوية في جسم الإنسان، مثل القلب، ومن ثم فهو يؤثر على الأنظمة البشرية والبيولوجية بشكلٍ عام، وقد يشكل خطرًا على حياة الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وخاصة عند وجود الكائن الحي على مسافة قريبة من مصدر التلوث الكهرومغناطيسي، كوجود الإنسان قرب العديد من الأجهزة الإلكترونية والهواتف الخلوية وغيرها من مصادر التلوث الكهرومغناطيسي.

من الأسباب الأخرى التي تجعل التلوث الكهرومغناطيسي خطيرًا على حياة الإنسان، هو التداخل الكهرومغناطيسي مع إشارات معدات الرعاية الصحية، مثل أجهزة تنظيم ضربات القلب، أو مضخات الأنسولين، وغيرها؛ مما يؤدي إلى حدوث مضاعفات خطيرة أو حتى فقدان الحياة لدى المرضى الذين يعتمدون على هذه المعدات. (15)

تشير الأدلة العلمية المتزايدة إلى أن التعرض لفترات طويلة للإشعاع الكهرومغناطيسي بالترددات الراديوية (موجات الراديو) له آثار بيولوجية وصحية خطيرة على حياة الإنسان.

يوجد العديد من الطرق التي يستطيع الإنسان اتباعها لتقليل مستوى ومدة تعرضه للمجالات الكهرومغناطيسية، ومن ثم تقليل الأثر السلبي للتلوث الكهرومغناطيسي على صحته:

تعطيل الوظائف اللاسلكية (Wi-Fi) على الأجهزة الإلكترونية عند التوقف عن استخدامها.

استبدال بعض الأجهزة اللاسلكية بالأجهزة السلكية، مثل لوحة المفاتيح اللاسلكية، وسماعات الرأس، والفأرة، وما إلى ذلك.

وضع الأجهزة الإلكترونية في أماكن بعيدة نسبيًا عن الإنسان، خاصة عند عدم استخدامها، فمثلًا يجب تجنب وضع الهاتف المحمول قرب الرأس عند النوم، وإنما وضعه في مكان بعيد عن الجسم بمسافة لا تقل عن مترين، بالإضافة إلى تجنب الوقوف أمام المايكرويف أثناء تشغيله والابتعاد عنه حتى ينهي عمله.

تجنب الاتصال بالهاتف المحمول أثناء التواجد في السيارة، حيث يحتاج الهاتف المحمول إلى العمل بجهد إضافي للحفاظ على إشارة جيدة، ومن ثم زيادة التعرض للموجات الكهرومغناطيسية، ويمكن استخدام ميزة مكبر الصوت لتجنب وضع الهاتف قريبًا من الرأس.

حماية البيئة:

يُشير مصطلح حماية البيئة (Environmental Protection) إلى جميع الأنشطة التي تهدف إلى الحفاظ على جودة البيئة وتحسينها، وذلك من خلال منع انبعاث الملوِّثات، أو تقليل وجود المواد الملوِّثة في البيئة، قد تشمل هذه الأنشطة، تغيّرات في خصائص السلع والخدمات من قِبَل أصحاب الشركات، وتغيّرات في أنماط الاستهلاك للأفراد، وتغيير تقنيات الإنتاج، ومعالجة المخلفات أو التخلص منها في منشآت منفصلة لحماية البيئة، أو إعادة تدوير النفايات أو المواد، بهدف منع تدهور المناظر الطبيعية والنظم البيئية (Ecosystems) (16).

كيفية المحافظة على البيئة

مع التدهور الأخير للبيئة، أصبح من الواجب اتخاذ مجموعة من التدابير والإجراءات للحفاظ على البيئة، وفيما يأتي مجموعة من الأنشطة التي يُمكن فعلها على مستوى الفرد والمجتمع، والتي ستساهم بشكل كبير في الحفاظ على البيئة (16).

على مستوى الفرد:

من الإجراءات التي يُفضل اتباعها على مستوى الفرد للحفاظ على البيئة ما يأتي:

تقليل حجم النفايات:

يُفضل الاحتفاظ بزجاجة أو قارورة بلاستيكية قابلة لإعادة الاستخدام أثناء الخروج من المنزل، وهذا من شأنه تقليل عدد النفايات البلاستيكية بأكثر من 2,600 زجاجة بلاستيكية سنويًا من الدخول إلى البيئة، تمامًا إذا قام 50 شخصًا فقط بتعبئة القارورة بدلاً من شراء واحدة أخرى جديدة.

كما يُمكن استبدال حقائب التسوق المصنوعة من مواد قماشية والقابلة لإعادة الاستخدام بأكياس التسوق البلاستيكية (16).

إعادة الاستخدام وإعادة التدوير:

إعادة التدوير طريقة مبتكرة لتحويل العناصر القديمة إلى شيء أكثر قيمة، فيُمكن ببساطة إعادة استخدام مرطبان المربى كحامل شموع، أو استخدام علب قديمة كأواني نباتات، وغيرها الكثير.

وتعود إعادة التدوير بالعديد من الفوائد على الإنسان والبيئة، منها: تقليل كمية النفايات التي يتمّ إرسالها إلى مكبات ومحارق النفايات، والمحافظة على الموارد الطبيعية، مثل: الأخشاب، والمياه، والمعادن، وزيادة الأمن الاقتصادي من خلال استغلال مصدر محلي للمواد، ومنع التلوث، وتوفير الطاقة، كما يساعد على استحداث فرص عمل في صناعات إعادة التدوير.

لا تقتصر إعادة التدوير على النفايات كالورق والبلاستيك، تشير التقديرات إلى أن ثلث الأطعمة التي يتم إنتاجها في العالم يتمّ إهدارها، لذا، يجب على الفرد تناول بقايا الطعام الخاص به، وعدم رميها، ويجب التقليل من إهدار أكبر قدر ممكن من الطعام، والعمل على تحويل النفايات العضوية إلى سماد للنباتات (16).

الحفاظ على المياه:

كفاءة استخدام المياه هي الاستخدام الذكي للموارد المائية من خلال استخدام تقنيات توفير المياه، من خلال اتباع خطوات بسيطة يُمكن اتخاذها لتحقيق ذلك بالمنزل، مثل تفحص صنابير المياه دوريًا لفحص تسريبات المياه، وعدم تشغيل غسالات الملابس والصحون إلّا عندما تكون ممتلئة، فكلما قلَّ استخدام المياه، قلَّت مياه الصرف الصحي التي ينتهي بها المطاف في المحيطات.

فعندما تمطر، تهطل المياه على الأرصفة والشوارع، تلتقط هذه المياه المواد الكيميائية الموجودة في أسمدة العشب، والبكتيريا الموجودة في مخلفات الحيوانات الأليفة، والزيوت من السيارات، والقمامة، فتدخل هذه المياه الملوثة في المصارف على جانب الطريق ومصارف مياه الأمطار الموجودة في الشوارع، والتي ترتبط بأقرب بحيرة أومجرى مائي، فتلوثها.

لذا، يجب عدم إفراغ زيوت المحرك، أو المواد الكيميائية، أو مخلفات الحيوانات الأليفة، أو الأوراق، أو المياه المتسخة، أو الصابون، أو أيّ شيء آخر في مجاري مياه الأمطار؛ لتقليل تلوث المياه (16).

المشي أكثر:

البصمة الكربونية (Carbon Footprint) هي الكمية الإجمالية للغازات الدفيئة –بما في ذلك غاز ثاني أكسيد الكربون والميثان الناتجة عن الأنشطة المختلفة للأفراد.

يُمكن تخفيض البصمة الكربونية من خلال المشي عندما تكون المسافة قليلة بدلاً من ركوب السيارة، وأيضاً، يُمكن مشاركة السيارة مع صديق أو زميل للذهاب إلى العمل أو المدرسة، أو بالطبع ركوب المواصلات العامة (16) .

اختيار المنتجات بحكمة:

أثناء عملية الشراء، يُمكن اختيار المنتجات الصديقة للبيئة والأقل ضررًا بالبيئة فهذا يُشجع الشركات بالحصول على منتجاتها وإنتاجها بطريقة مستدامة.

فمثلًا، عند شراء الأجهزة الكهربائية، يُمكن اختيار الأجهزة التي تملك كفاءة طاقة عالية. كفاءة الطاقة، أو ترشيد الطاقة (Energy Efficiency) وهي استخدام تقنيات تتطلب طاقة أقل لأداء نفس الوظيفة، ويُعدّ استخدام المصباح الثنائي الباعث للضوء (LED) أو المصباح الفلوري المدمج (CFL) الذي يتطلب طاقة أقل من المصباح المتوهج لإنتاج نفس الكمية من الضوء مثالًا على كفاءة الطاقة.

يُمكن تمييز هذه الأجهزة عند الشراء بملصق علامة (ENERGY STAR). فعندما تقليل استخدام الطاقة، يساعد هذا على التخفيف من انبعاث الغازات الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري (16).

زراعة الأشجار

توفر الأشجار الغذاء والأكسجين، كما تساعد على توفير الطاقة وتنقية الهواء ومكافحة تغيّر المناخ، لكن قُم بتقليل استخدام الأسمدة الكيمائية؛ لأنّها تساهم في تلويث المياه السطحية بالفسفور والنيتروجين(16).

استخدام مصادر الطاقة المتجددة:

تستخدِم أنظمة الطاقة المتجددة مصادر الطاقة المتجددة، كالشمس، والرياح والماء لإنتاج الكهرباء، بما يضمن تخفيض الانبعاثات المسببة للاحتباس الحراري.

مثلًا في المنزل، يُمكن تركيب الخلايا الشمسية (Solar Cells) والتي تحول أشعة الشمس إلى كهرباء، وإذا كنت تسكن في منطقة ذات سرعات رياح عالية، كما يُمكن تركيب توربينة رياح لتزويد المنزل بالكهرباء (16).

البقاء على اطلاع:

يجب الحصول على معلومات عن آخر المشكلات والتحديات البيئية، في المناطق المحلية والعالم، والبقاء على اطلاع بأحدث الأخبار، والتقارير، والأبحاث عن حالة العالم بيئياً ومناخيًا وحيويًا (16).

التطوع:

غالبًا ما تبحث المحميات الطبيعية أو المتنزهات المحلية عن متطوعين منتظمين؛ مما قد يمنح الفرد خبرة عملية في الحفاظ على الطبيعة، بالإضافة إلى المساعدة على استعادة الطبيعة في المنطقة المحلية، ويُمكن التطوع أيضًا ضمن حملات جمع النفايات التي تقوم بها البلديات (16).

على مستوى المجتمع والحكومات:

تكون مساهمة الحكومات بالحفاظ على البيئة من خلال سنّ القوانين المتعلقة بشتى مجالات الأنشطة الإنسانية المختلفة وتَبِعاتها البيئة، مثل: تشريع قوانين خاصة بجودة الهواء وتلوثه، ونوعية المياه، والحد من النفايات الخطرة، والحد من استخدام النفايات الصلبة، وتصنيع الأسمدة، ومصانع الوقود الأحفوري.

كما تساهم الحكومات في وضع السياسيات المختلفة، مثل فرض قيود على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون المسبب لظاهرة الاحتباس الحراري، وزيادة التمويل الحكومي لأنظمة الطاقة البديلة لتشجيع استخدامها، وزيادة الجهود المنسقة لشراء وحماية أماكن التنوع البيولوجي (16).

الخاتمة

ختاماً فإن خلاصة القول تؤكد أن دراسة موضوع مهم جدا كموضوع التلوث البيئي ومدى المسؤولية الدولية فيه، هو موضوع متجدد ودقيق، وأعترف أن البحث فيه ليس بالأمر السهل، وذلك بسبب التطور المتلاحق في دراسات حماية البيئة، واختلاف الاتجاهات المهتمة بالمشاكل الدولية للبيئة، وهذا يدعوني إلى توجيه ندائي للمتخصصين في القانون الدولي ومنظمات حماية البيئة جانب المسؤولية القانونية الدولية، دراسة وتمحيصا وكذلك عنصري الضرر والتعويض في هذا المجال.

إضافة إلى الإشباع مسؤولية الدولة عن الأفعال التي تأتيها مسببة للتلوث الذي يهدد البشرية جمعاء، وأن تحدد المعيار الذي بموجبه يتم قياس درجة جسامة تلك الأفعال، وتوضيح جميع هذه المفاهيم وتأصيلها للباحثين بحيث لا يجدون فيها لبسا ولا غموضاً ولا يغفل دور جميع البشر، كل من خلال موقعه. وذلك في التأثير سلبا أو إيجابا على البيئة، فالجميع مدعوون لتحمل مسؤولية الحفاظ على البيئة، وفي حالة تقاعسها وقصور الجميع في أداء هذا الواجب، فإنه يصبح الجميع متآمرين في جريمة تخريب هذا الكوكب، و عقوبة هذه الجريمة عامة، وهو الضرر الذي سيقع علي الجميع وهو لا يعرف الحدود بل يجتازها دون رقيب ولا حسيب ولا جواز سفر، وسينتشر التلوث وآثاره حينها في كل مكان بحيث يصعب القول بوجود مناطق آمنة رغم هذا كله، فإن الأوان لم يفت بعد!

لكن لابد من وجود التضامن والتعاون الدولي، ويكون لزاماً على المنظمات الدولية تنسيق الجهود فيما بينها و على الدول سن القوانين والتشريعات البيئية الصارمة وملء الفراغ القانوني في مجال حماية البيئة، و على وسائل الإعلام تجنيد جهودها الجبارة في سبيل التوعية البيئية، فالهدف هو أن يحيا الإنسان حياة مستقرة وآمنة خالية من المخاطر والأمراض وبعيدة عن كل مظاهر الخوف والقلق، لنحقق بعدها آمالنا المنشودة.

المراجع:

1. التلوث: اسماعيل صبري عبد الله – تقاسيم تكلفة التخلص من التلوث–المركز الدولي للبيئة والتنمية.، المنتدي العالم الثالث 1996.
2. *عابد، عبد القادر وزملائه (2004)"أساسيات علم البيئة"، ط 2، دار وائل للطباعة والنشر، عمان، ص (161–285).
3. سامح وفرحان، يحيي(1991)، مصدر سابق، ص(199–292).
4. احمد وزملائه(1984)،"التربية البيئية ودورها في مواجهة البيئة في الوطن العربي والعالم"، ط 2، مطبعة الزهراء، عمان، ص113.
5. الدكتور محمد غسان سلوم، الدكتور عدنان نظام، البيئة التطبيقية والتلوث (الجزء النظري) منشورات جامعة دمشق كلية العلوم عام 2010 صفحة 345*.
6. أحمد مدحت إسماعيل، كيمياء التلوث، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية صفحة 82.
7. د. محمد غسان سلوم، د. عدنان نظام ، البيئة التطبيقية والتلوث (الجزء النظري) منشورات جامعة دمشق كلية العلوم 2010 صفحة 345.
8. د. محمد غسان سلوم، د. عدنان نظام، البيئة التطبيقية والتلوث (الجزء النظري) منشورات جامعة دمشق كلية العلوم 2010 صفحة 346.
9. أحمد مدحت إسماعيل، كيمياء التلوث، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني، المملكة العربية السعودية صفحة 83.
10. كتاب الملوثات المائية (المصدر – التأثير– التحكم والعلاج).
11. الملوثات الفيزيائية البيئية علوم الارض والجيولوجيا الدكتور ضياء الدين مطاوع، 2007 في الثقافة والتنوير البيئي.
12. تلوث حراري على موقع britannica.com". britannica.com. مؤرشف من الأصل في 2015–09–22.

13. معلومات عن تلوث حراري على موقع vocab.getty.edu".vocab.getty.edu. مؤرشف من الأصل في 12-05-2020.

14. تلوث حراري على موقع jstor.org ."jstor.org. مؤرشف من الأصل في 11-05-2020.

15- Claudia F., "Pollution: Physical, Chemical & Biological ", study, Retrieved 3/2/2022. Edited.

16- " Soil Contamination" - "epa.gov"." ollution " " britannca.com ."What Are the Most Common Causes of Pollution? " - wisegeek.org"."What is Pollution Prevention?"

17- " Noise pollution", britannica, Retrieved 1/2/2022.

18- Noise Pollution", health, Retrieved 1/2/2022..

19- "Noise pollution", britannica, Retrieved 1/2/2022. Edited. "What conserve-energy-future, Retrieved 1/2/2022. Edited.

20- Catherine Rich؛ Travis Longcore (2006). Ecological consequences of artificial night lighting. Island Press. ISBN:978-1-55963-128-0. Chepesiuk، R (2009). "Missing the Dark: Health Effects of Light Pollution". Environmental Health Perspectives .

21- International Atomic Energy Agency (2007). IAEA Safety Glossary: Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection (PDF). Vienna: IAEA. ISBN مؤرشف 0-100707-0-92-978: في 28-06-2019.PDFمن الأصل

22- USNRC^، United States Regulatory Commission. "Glossary ." مؤرشف من الأصل في 10-12-2019. 14-11-2017. "electro-magnetic pollution", informea, Retrieved 4/12/2022. Edit

23- "Electromagnetic Pollution", sciencedirect, Retrieved 4/12/2022. "5 Tips to Safeguard Against Electromagnetic Radiation", earth911, Retrieved 4/12/2022. glossary of statistical terms ", Organisation for Economic Co-operation and Development, Retrieved 2/7/2021. Edited.Use of energy explained Energy efficiency and conservation", U.S. Energy Information Administration, 8/12/2020, Retrieved 25/6/2021. Edited.