الحياة الخضراء

التلوُّث

نقله إلى العربية

محمد عبد الكريم قعدان

العبيكان
Obeikan

Original Title
LIVING GREEN
Pollution

Author:
By World Book Inc.
Copyright © 2010, 2009 World Book, Inc.
ISBN-10: 0716614065

ISBN-13: 978-0716614067

All rights reserved. Authorized translation from the English language edition
Published by **World Book, Inc**. Michigan (U.S.A.)
حقوق الطبعة العربية محفوظة للعبيكان بالتعاقد مع وورلد بوك المحدودة. الولايات المتحدة الأمريكية.

© العبيكان Obeikan 2012 ـ 1433

ح شركة العبيكان للتعليم، 1437هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
مجموعة مؤلفين
سلسلة الحياة الخضراء
التلوُّث./ مجموعة مؤلفين؛ محمد عبد الكريم قعدان
- الرياض، 1437هـ
64 ص؛ 20× 28 سم،
ردمك: 8 - 933 - 503 - 603 - 978
1 - الحياة الخضراء 2 - التلوُّث أ. العنوان ب. السلسلة
ديوي: 813 رقم الإيداع: 4736 / 1437

الطبعة العربية الأولى 1437هـ - 2016م

الناشر العبيكان Obeikan للنشر
المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول
هاتف: 4808654 فاكس: 4808095 ص.ب: 67622 الرياض 11517

موقعنا على الإنترنت
www.obeikanpublishing.com
متجر العبيكان Obeikan على أبل
http://itunes.apple.com/sa/app/obeikan-store

امتياز التوزيع شركة مكتبة العبيكان Obeikan
المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول
هاتف: 4808654 - فاكس: 4889023 ص. ب: 62807 الرياض 11595

جميع الحقوق محفوظة للناشر. ولا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

قائمة المحتويات

ما التلوُّث؟ 4
ما تلوُّث الهواء؟ 6
تلوُّث الهواء الناجم عن السيارات 8
تلوُّث الهواء الناجم عن الطائرات والسفن والقطارات 10
تلوُّث الهواء الناجم عن محطات إنتاج الطاقة 12
تلوُّث الهواء الناجم عن محطات إنتاج المواد الكيميائية 14
كارثة بوبال 16
تلوُّث الهواء الناجم عن التخلص من النُّفايات 18
تلوُّث الهواء الناجم عن التدفئة 20
ما تلوُّث التربة؟ 22
تلوُّث التربة الناجم عن المصانع 24
الحي الملوَّث 26
تلوُّث التربة الناجم عن التعدين 28
تلوُّث التربة الناجم عن استخدام الطاقة 30
تلوُّث التربة الناجم عن الزراعة 32
ما تلوُّث الماء؟ 34
تلوُّث المياه الناجم عن المواد الكيميائية 36
الموت في الأنهار 40
تلوُّث الماء الناجم عن مصانع الطاقة 42
تلوُّث الماء الناجم عن الزراعة 44
تلوُّث الماء الناجم عن المياه العادمة 46
سلامة المحيطات 48
عندما تحدث الكارثة الطبيعية 50
التنظيف والوقاية 52
ماذا يمكنك أن تفعل؟ 54
تحدي ظاهرة الاحترار العالمي 56
الأنشطة 58
مسرد المصطلحات 60
مصادر تعلم إضافية 62

يتوافر مسرد المصطلحات في الصفحتين 60، 61؛ عُرِّفت فيه المصطلحات التي تظهر بخط داكن عند ورودها في الدرس أول مرَّة.

ما التلوُّث؟

يتكـون سطح الأرض من مناطق مختلفـة؛ فاليابسة تمثل المناطق الجافـة منهـا، في حيـن توجد الميـاه السائلـة في محيطـات الأرض وبحيراتها وأنهارها، أما **الغلاف الجوي** فهو خليط من غازات تنتشـر في السماء فوق سطح الأرض.

وعلـى الرغم من أن اليابسة والميـاه والهواء تبدو منفصلة بعضها عـن بعض، فإنها في حقيقة الأمر متصلة ببعضهـا بصورة كبيرة؛ إذ إنهـا تكوِّن معًا ما يُسمى **الغلاف الحيوي** للأرض، وهذا يعني الأماكن جميعهـا التـي تعيش فيهـا المخلوقـات الحية. وكل جـزء من الغلاف الحيوي مهـم جدًّا للحياة على الأرض، فـإذا تعرَّض أي جزء لتغيرات بصورة كبيرة، فستتعرَّض أعداد كبيرة من أشكال الحياة على الأرض للخطر.

تحافـظ الأنظمـة الطبيعية على مـوارد الأرض سليمة ونظيفـة، ويساعد الغلاف الحيوي أيضًا على دعم الحياة، وتُعدُّ دورة الماء أحد هذه الأنظمة؛ إذ تنقل الماء خلال أجزاء الغلاف الحيوي الثلاثة إلى الأرض بصورة مستمرة.

حاليًّا، تؤثر النُّفايات والقـاذورات التي ينتجها الإنسان سلبًا في الدورات الطبيعية التي تحافظ على بقاء الغلاف الحيوي نظيفًا وسليمًا؛ وتسمى النُّفايات والقاذورات **الملوِّثات** (مفردها الملوِّث)، وقد أدت زيادة عدد السكان وزيادة التقنيات، وهي الأشياء التي نصنعها ونستهلكها، إلى تفاقم التلوُّث الذي يسببه الإنسان، ولما كانت كمية التلوُّث تزداد باستمرار، فقد أصبحت تُحدث تغيرات كبيرة في الغلاف الحيوي، ويهدد بعضها المخلوقات الحية.

ولمـا كانـت أشـكال التلـوُّث جميعهـا علـى الأرض مترابطـة، فإنه من المُستحسـن أن نتعامـل معهـا ضمن المفـردات الآتية: تلوُّث الهـواء، وتلوُّث التربة، وتلوُّث الماء.

تلـوُّث الهـواء: تلويث الهواء أو تسميمه؛ المواد التي تلوِّث الهواء عادة هي الغـازات، وكذلك **المـواد العالقة**، وهـي قطع دقيقة من مـواد صلبة معلقة، تتحرك بحرية في الهواء.

تلـوُّث التربـة: تلويث طبقـة الأرض الرقيقة الخصبـة أو تسميمها، أو ما يُسمى التربة المنتجة.

تلـوُّث المـاء: تلويـث لأي أجسـام مائيـة أرضيـة أو تسميمها، بـدءًا من البحيرات والأنهار والجداول المائية وانتهاءً بالمحيطات.

ملخص

التلوُّث: هو القاذورات أو النُّفايات التي تدخل إلـى الـهـواء أو التربة أو المـاء، وقد أدى مقدار التلوُّث الحديث الناتج بفعل أنشطة الإنسان إلـى الإخـلال بـالـدورات الطبيعية لـلأرض؛ فقد أدى حـرق الـوقـود الأحفوري إلـى إحـداث تلوُّث كبير في الأرض، وتُعد أيضًا الصناعة ونُفايات المنتجات مصادر للتلوُّث.

كيف نُحدث التلوُّث؟

تنتج المخلوقات الحية جميعها نُفايات متنوعة، ويعد هذا جزءًا من الدورات الطبيعية للغلاف الحيوي، ولكن النُّفايات التي تنتجها المجتمعات البشرية تسبِّب تلوُّثا أكثر بكثير مما تسبِّبه نُفايات بقية مجتمعات المخلوقات الحية؛ لذا فإن الإنسان يختلف عن بقية المخلوقات الحية الأخرى من حيث قدرته على بناء حضارات، وإنتاج تقنيات لحل المشكلات. وتستهلك المجتمعات البشرية حاليًّا كميات هائلة من الطاقة تتماشى مع أنماط الحياة الحديثة؛ حيث يأتي معظم هذه الطاقة من حرق الوقود الأحفوري، مثل: الفحم الحجري، والنِّفط، والغاز الطبيعي. أما مصدر **الوقود الأحفوري** فهو بقايا نباتات وحيوانات توجد في الرسوبيات التي تكوَّنت في باطن الأرض قبل ملايين السنين، ويسبب حرق هذا الوقود تلوُّثًا كبيرًا، ولاسيما الغازات التي تُطلق إلى الغلاف الجوي.

يلوث الإنسان الهواء والتربة والماء بطرق مختلفة؛ حيث تُنتج مصانعنا منتجات، مثل: السيارات والحواسيب ومواد البناء والملابس، وتسبب العمليات المستخدمة في المصانع أنواعًا مختلفة من التلوُّث، وتؤدي زراعة المحاصيل الغذائية في المزارع باستخدام التقنيات الحديثة إلى حدوث مستويات مرتفعة من التلوُّث.

تصف الصفحات اللاحقة كيف يحدث تلوُّث كل من الهواء والتربة والماء، وكيف تؤثر هذه الأنواع من التلوُّث في أنظمة الأرض والمخلوقات الحية.

حقيقة

عام 1859م حفر (كولونيل) إدوين دريك، وهو يعمل في السكك الحديدية، أول بئر نفطية بالقرب من تيتوزفيل في ولاية بنسلفانيا، وارتفع معدل إنتاج النِّفط للولايات المتحدة الأمريكية في المدة ما بين 1859م و 1900م من ألفي برميل إلى أربعة وستين مليون برميل.

تُنتج المدنية الحديثة كميات هائلة جدًّا من النُّفايات، وأكثر من نصف مجموع النُّفايات في الولايات المتحدة الأمريكية يُتخلص منها في مكاب النُّفايات.

ما تلوُّث الهواء؟

ملخَّص

تلوُّث الهواء يؤثر في صحة الإنسان والبيئة، ويُعد حرق الوقود الأحفوري الذي يشمل الفحم الحجري والنِّفط والغاز الطبيعي، أحد مصادر تلوُّث الهواء، ويُحرق الوقود الأحفوري عن طريق المَرْكَبات والمصانع ومحطات الطاقة، ويؤدي حرقه إلى إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي يتراكم في الغلاف الجوي، وهو من العوامل الرئيسة لحدوث الاحترار العالمي.

تنتج محطات إنتاج الطاقة عن طريق حرق الفحم الحجري، كالمحطة الموجودة في كونزفيل في ولاية أوهايو، كمياتٍ هائلة من ملوثات الهواء.

يحدث تلوُّث الهواء عندما يدخل أي من الغازات الملوِّثة، أو **المواد العالقة** أو **القطيرات** إلى **الغلاف الجوي**، والقطيرات هي سوائل تكونت من رذاذ صغير، وتبقى معلقة في الهواء نظرًا إلى خفتها، وفي نهاية المطاف قد تعود بعض ملوثات الهواء إلى الأرض، ولكن معظمها ـ ولا سيما الغازات ـ تصبح من المكونات الدائمة للغلاف الجوي.

يُعد الغلاف الجوي جزءًا حيويًّا من **الغلاف الحيوي**؛ إذ إنه يدعم الحياة على كوكبنا، وتعتمد المخلوقات الحية على خليط مناسب من الغازات، وتحتاج بصورة خاصة إلى غاز الأكسجين، ولكن تلوُّث الهواء أدى مع مرور الزمن إلى حدوث تغيرات في الغلاف الجوي على نطاق واسع، حيث يلحق بعضُها الضرر بالمخلوقات الحية.

أدت العمليات الطبيعية في أوقات مضت من تاريخ الأرض إلى تغيرات في مكونات الغلاف الجوي؛ فمثلًا أطلقت براكين ضخمة تريليونات من الأطنان من الغازات والغبار، وقد أدت هذه الأحداث النادرة إلى تغيرات في مُناخ الأرض.

قد تُسبب الأنشطة البشرية حاليًّا، تغيرات في الغلاف الجوي أسرع مما تسببه العمليات الطبيعية؛ إذ وجد علماء الغلاف الجوي أن درجة حرارة الغلاف الجوي قد ارتفعت خلال المئتي سنة الأخيرة، ويعتقد معظمهم أن الأنشطة البشرية المختلفة هي المسؤولة عن هذا التغير.

تسهم بعض الملوثات في ظاهرة البيوت الزجاجية عن طريق احتباس حرارة سطح الأرض، فتسبب هذه الغازات ظاهرة الاحترار العالمي.

تراكم غاز ثاني أكسيد الكربون

إن التغير الكبير الذي حدث في غلافنا الجوي سببه الزيادة الكبيرة في كميات **ثاني أكسيد الكربون** منذ بداية القرن الثامن عشر، وثاني أكسيد الكربون غاز شفاف لا لون له ولا رائحة، يطلقه الإنسان وسائر المخلوقات الحية في أثناء عملية الزفير، ويقدر العلماء أن كميات ثاني أكسيد الكربون قد ازدادت 40% تقريبًا خلال القرنين الأخيرين، بسبب احتراق **الوقود الأحفوري** بصورة رئيسة.

يساعد ثاني أكسيد الكربون على **تنظيم** درجة حرارة الأرض من خلال احتباس جزء من حرارة سطح الأرض في الغلاف الجوي؛ فعندما تتراكم كميات من ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، تزداد كمية الحرارة التي يحتبسها، وتُسمى هذه العملية **ظاهرة البيت الزجاجي** (ظاهرة الاحتباس الحراري)، ولما كان غاز ثاني أكسيد الكربون يسبب هذه الظاهرة، فهو من **غازات البيت الزجاجي**، ولكن، لا يُعد غاز ثاني أكسيد الكربون وحده من غازات ظاهرة البيت الزجاجي، ولكنه الغاز الأكثر شيوعًا.

يعتقد كثير من العلماء أن ظاهرة البيت الزجاجي هي وراء حدوث **الاحترار العالمي** الحالي للأرض، وبكلمات أخرى، الارتفاع الشامل التدريجي لدرجة حرارة الأرض. وإذا ارتفعت درجة حرارة الأرض بصورة كبيرة، تضاءلت قدرتها على دعم كثير من أشكال الحياة التي تعيش عليها.

نظرة عن قرب

الثورة الصناعية

الثورة الصناعية هي العملية التي بدأت بها المصانع المجهزة بآلات إنتاج كميات كبيرة من المنتجات، وقد بدأت هذه العملية في بريطانيا العظمى في نهاية الثمانينيات من القرن الثامن عشر، وانتشرت خلال المئة سنة التي تلتها في معظم أرجاء أوروبا وفي الأمريكيتين. وقد حققت الثورة الصناعية كثيرًا من المكاسب للمجتمع؛ حيث قلل إنتاج كميات كبيرة من المنتجات، من أسعار هذه المنتجات، ولكن مصانع إنتاج الطاقة ومحطاتها، وشبكات نقل الثورة الصناعية أطلقت كميات هائلة من الملوثات التي يتعامل الناس حاليًّا مع نتائجها الواسعة الانتشار.

نقش لمصنع يعود تاريخه إلى عام 1880م.

تلوُّث الهواء الناجم عن السيارات

تعتمد المجتمعات الحديثة بصورة كبيرة على أنظمة النقل السريع؛ إذ يستخدم الناس السيارات، والدراجات النارية، والحافلات، والقطارات، والطائرات للتنقل بسرعة ولقطع المسافات الكبيرة، وتُستخدم أيضًا السفن، والقطارات، والشاحنات، وطائرات الشحن في نقل المواد الخام والبضائع. تحصل معظم وسائط النقل على الطاقة من خلال حرق بعض السوائل من الوقود الأحفوري؛ إذ يستخدم الناس البنزين في قيادة سياراتهم، وتستخدم الطائرات الضخمة وقود الطائرات، في حين يستخدم كثير من الشاحنات والقطارات الديزل. وتُنتَج أنواع الوقود المختلفة جميعها في مصافي البترول من **النِّفط الخام**، وهو شكل من أشكال النِّفط الذي نحصل عليه من باطن الأرض. وهناك اسم آخر للوقود الأحفوري المُسمى النفط، وهو **البترول**.

ملوثات البترول

عندما يحترق البترول يُطلق غازات ومواد عالقة، ومن هذه الغازات ثاني أكسيد الكربون، حيث يعتقد بعض العلماء أن زيادة تركيزه في الغلاف الجوي -الناجم عن احتراق البنزين وغيره من مشتقات البترول- يسبب الاحترار العالمي.

ويُطلق البترول أيضًا مواد ضارة عندما يحترق، ومن هذه المواد غاز سام لا لون له ولا رائحة يُسمى **أول أكسيد الكربون** الذي يمنع تزويد الجسم بالأكسجين في عملية التنفس، **والهيدروكربونات** (مواد كيميائية تتكون من الكربون والهيدروجين)، **وأكاسيد النيتروجين** (مركبات ناتجة من اتحاد النيتروجين مع الأكسجين).

يمكن أن تتفاعل أكاسيد النيتروجين مع أكاسيد الكبريت التي تنجم عن احتراق الفحم الحجري، وهذا ما يؤدي إلى تكوين حموض تذوب في ماء المطر، مكوِّنةً **الأمطار الحمضية** التي تسبب كثيرًا من الأضرار عندما تعود إلى الأرض، ويمكن أيضًا أن تتفاعل أكاسيد النيتروجين مع الهيدروكربونات بوجود أشعة الشمس لتكوين أحد أشكال الأكسجين الذي يُسمى **الأوزون**.

الضبخن (الضباب الدخاني)

الأوزون هو المكون الرئيس **للضبخن**، وهو من أكثر أشكال تلوُّث الهواء انتشارًا في المدن الحديثة والضواحي. والضبخن خليط بني اللون من غازات ومواد عالقة، تتكون عند إطلاق غازات معينة ناتجة من احتراق مشتقات البترول التي تتفاعل بدورها مع أشعة الشمس في الغلاف الجوي.

تنتج السيارات ثاني أكسيد الكربون وغيره من ملوّثات الهواء.

ويـؤدي هذه التفاعل إلى تكوين مئات المواد الكيميائية الضارة التي تكون الضبخن.

ويُعـد الضبخـن مشكلـة تحـدث بصـورة رئيسة فـي المـدن والضواحي الحديثـة في عالمنا الحديث، بسبب ازدحام كثير مـن المركبات (السيارات والشاحنـات) في منطقة صغيـرة، حيث تُطلق **عوادم** هـذه المركبات غازات محترقة جزئيًّا في أثناء تشغيلها.

وقـد أصبحت ظاهـرة الضبخن في مدن الولايات المتحـدة الأمريكية تُعد مشكلة كبيـرة أواسط القرن العشرين تقريبًا. وتعانـي المدن حاليًّا، في بعض البلدان التي تشهـد تطورًا سريعًا، مثل الصين والهند مشكلاتٍ خطيرة بسبب الضبخن.

لا يُعزى تكون الضبخن إلى السيارات فقط؛ ففي بعض المناطق من العالم، تُستخـدم الدراجـات الناريـة، وهي مركبـات فردية لراكب واحـد، وتستخدم بكثرة في كانو، وهي مدينة إفريقية في نيجيريا، حيث يصل عدد سكانها ثلاثة ملاييـن نسمة. ويصـل عدد الدراجات النارية التي تعمـل في أوقات الازدحام المـروري (وقت الـذروة) إلى مليونيْ دراجة. ومعظم هـذه الدراجات تستخدم بنزينًـا أقل نقاوة من البنزين المستخدم فـي السيارات؛ لذا فقد أدى ازدحام المـرور فـي كانو أخيرًا إلى إطـلاق كميات كبيرة من العـوادم تعادل ما تنتجه ستـة ملايين سيارة، وهذا ما جعل مدينة كانو تعانـي أسوأ مشكلات الضبخن في إفريقيا.

يؤثـر الضبخـن سلبًا فـي نوعية حيـاة المناطـق الحضرية؛ فهو غير صحي للتنفس، ويؤثـر سلبًا بصورة كبيرة لدى كبار السن والناس الذين يعانـون أمراض الرئـة وغيرها من الأمراض.

عادةً ما تصدر الجهات المسؤولة في الـدول تحذيرات بشأن الضبخن عندمـا يتوقع حدوث ضبخن شديد، وتوصـي هـذه التحذيـرات الناس بالبقاء داخل المنازل ما أمكن.

يضع سائق الدراجة قناعًا للوجه في أثناء قيادة الدراجة الهوائية في هواء ملوث في لانزهو في الصين؛ حيث يقلل الهواء الملوَّث من مدى الرؤية إلى نحو ثلاث مئة وأربعة أمتار في وقت التقاط هذه الصورة.

حقيقة

توجد سيارة واحدة لكل سبعة أشخاص على سطح الكوكب، ومجموع عدد السيارات تسع مئة مليون سيارة تقريبًا. وتشير بعض التوقعات إلى أن عدد السيارات سيكون 1.2 بليون عام 2020م.

تلوُّث الهواء الناجم عن الطائرات والسفن والقطارات

لا تعتمد مجتمعات عالمنا الحديث في التنقل على السيارات فحسب، بل على الطيران (السفر الجوي) والسفن والقطارات أيضًا؛ حيث تستخدم وسائط النقل هذه مشتقات البترول للحصول على الطاقة، ولكنها تطلق عوادم تضر البيئة والإنسان بكميات كبيرة.

تنتج الطائرات النفاثة كميات كبيرة من العوادم والملوثات في الهواء.

الطيران

تنتج الطائرات النفاثة غازات عادمة، ويبدو أن هذا التلوُّث كان محدودًا قبل خمسين سنة، عندما كان عدد المسافرين بالطائرات قليلاً نسبيًّا، أما الآن فتوجد مئات الطائرات التجارية تُحلق في السماء يوميًّا؛ فعام 1952م حملت الطائرات في الولايات المتحدة الأمريكية أربعة وعشرين مليون مسافر، في حين بلغ عدد المسافرين عام 2007م بالطائرات التجارية في الولايات المتحدة (677) مليون مسافر.

ويمكن لأضخم الطائرات التجارية حاليًّا، أن تحمل أكثر من خمس مئة مسافر وحمولة تزيد على 1.2 مليون باوند (545000 كيلوجرام) عند الإقلاع. فبزيادة الوزن على متن الطائرة عندما تحلق في السماء، فإنها تحتاج إلى كميات هائلة من الطاقة تحصل عليها من حرق البترول، وتحديدًا وقود الطائرات؛ إذ إن محركات الطائرة مصممة لإطلاق عوادم ساخنة للحصول على قوة دفع لتحريكها، وهذه العوادم تشبه عوادم السيارات؛ فهي تحتوي على ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والمواد العالقة.

تشير الدراسات إلى أن بخار الماء في عوادم الطائرات قد يسبب احترارًا (ارتفاعًا في درجة الحرارة) في الغلاف الجوي مع مرور الزمن، ويبدو واضحًا أن للطائرات دورًا كبيرًا في تلوُّث الهواء، ولكن تأثيرها بالتحديد ما زال يكتنفه الغموض.

السفن العابرة للمحيطات

صُممت السفن الضخمة لحمل **البضائع** (المنتجات) عبر المحيطات باعثة كميات هائلة من التلوُّث، ولما كانت هذه السفن كبيرة الحجم والوزن، فإنها تحتاج إلى كميات كبيرة من الطاقة لتتحرك، إضافة إلى أن السفن

المحملة بكميات كبيرة من البضائع تستخدم وقودًا ذا جودة منخفضة ورخيص الثمن؛ أي إن نواتج حرقه تسبب تلوُّثا للبيئة أكثر مقارنة بالوقود العادي كالبنزين.

الموانـي الضخمة في الولايات المتحدة الأمريكية، مثل اللونج بيتش في كاليفورنيا وهامتون روودس، وفيرجينا، هي من أكثر المناطق تأثرًا بصورة مباشرة بالتلوُّث الناجم عن السفن؛ لذا تفرض معظم الحكومات في المدن الساحلية على مالكي السفن إضافة محركات إضافية تستخدم وقودًا نظيفًا لتشغيلها عند إدخال السفينة منطقة الميناء.

القطارات

تستخدم معظم القطارات في الولايات المتحدة الأمريكية وقود الديزل لتشغيل محركاتها -بدلًا من البنزين- وهو من مشتقات النِّفط الخام. وتعد قطارات المسافرين موفرة للطاقة إلى حد ما؛ لأن عددًا كبيرًا من الناس ينتقلون معًا بقطار واحد بدلًا من استخدام سيارات عدة.

وعلى الرغم من ذلك، فإن معظم قطارت النقل في الولايات المتحدة الأمريكية مخصصة لنقل البضائع وشحنها؛ فعام 2007م كان هناك اثنان وعشرون ألف قاطرة لنقل البضائع تسير على سكك حديدية في الولايات المتحدة، مقابل مئتين وسبعين قاطرة فقط لنقل المسافرين.

تطلق القاطرات كمية كبيرة من الملوثات من عوادمها؛ فقد أطلقت القاطرات في الولايات المتحدةفي سنة واحدة كميات كبيرة من أكاسيد النيتروجين تعادل ما تطلقه مئة وعشرين محطة إنتاج للطاقة بالفحم الحجري، ومواد عالقة تعادل ما تطلقه سبعون محطة إنتاج للطاقة بالفحم الحجري. ووفقًا لبعض التقديرات، فإن القاطرات التي تعمل في شيكاغو تطلق ملوثات تعادل ما تطلقه 25 مليون سيارة. وعدد القاطرات كالطائرات النفاثة، ازداد بصورة كبيرة منذ أواسط القرن العشرين، وهذا ما أدى إلى زيادة تلوُّث الهواء بصورة كبيرة حتى الآن بسبب مصدر التلوُّث هذا.

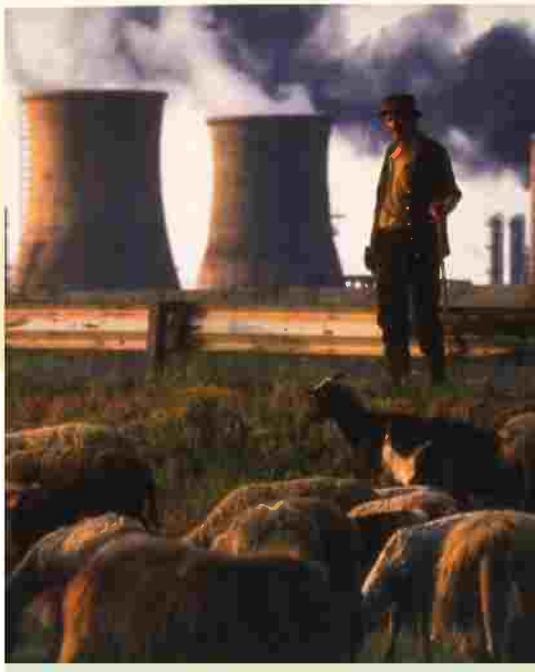
تستخدم سفن نقل البضائع الضخمة وقودًا رديء النوعية ورخيص الثمن؛ لذا فإن نواتج حرقه تسبب تلوُّثًا أكثر مقارنة بما ينجم عن البنزين، وهذا ما يؤدي إلى تلويث الهواء في الموانى، مثل اللونج بيتش في كاليفورنيا.

حقيقة

استنادًا إلى رأي بعض الخبراء، فإن الملوثات التي تطلقها سفينة عابرة للمحيطات عندما تتحرك في ساعة واحدة تعادل ما تطلقه ثلاثة مئة وخمسون ألف سيارة جديدة تتحرك ضمن المدة الزمنية نفسها (ساعة واحدة).

تلوُّث الهواء الناجم عن محطات إنتاج الطاقة

محطات إنتاج الطاقة هي الأماكن التي تُنتج فيها الطاقة الكهربائية لنقلها عبر الأسلاك إلى مستخدمي هذه الطاقة في المنازل، والمدارس، والمكاتب، والمحال التجارية، والمصانع وغيرها. إن الطاقة الكهربائية -بحد ذاتها- مصدر طاقة (نظيفة)، ولكن قد تكون محطة إنتاج الطاقة (ملوثة) جدًّا؛ لأنها تطلق كميات هائلة من الملوثات.

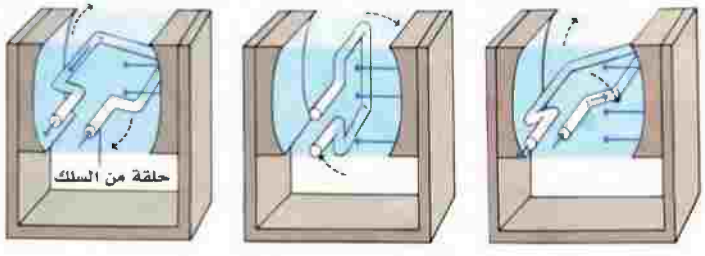


محطات إنتاج الطاقة هي المصدر الرئيس لتلوُّث الهواء. بعض أنواع محطات إنتاج الطاقة تسبب تلوُّثًا أقل من غيرها.

كيف تتولد الكهرباء

لتوليد الكهرباء؛ لا بد من وجود قوة تعمل على دفع **الإلكترونات** (جسيمات صغيرة جدًّا من أجزاء الذرة) لكي تتحرك من خلال أسلاك الدوائر الكهربائية، وفي كثير من الحالات يمكن الحصول على القوة من تمدد بخار الماء؛ إذ يدفع بخار الماء في محطات الطاقة **التوربينات** (أجسام تشبه العجلات) للدوران حول نفسها باستمرار، فتحرك التوربينات مولدات الكهرباء، وهي آلات تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية، ونظرًا إلى أنه يصعب تخزين الطاقة الكهربائية، فيتعيَّن على بعض محطات الطاقة -على الأقل- أن تعمل في الأوقات جميعها ضمن **شبكة الطاقة**، وهي نظام من محطات الطاقة المترابطة معًا، وأسلاك النقل ومستخدمي الطاقة الكهربائية.

يبدو لنا عند استخدامنا الطاقة الكهربائية أنها طاقة (نظيفة)؛ فنحن ببساطة نصل جهاز الحاسوب بالكهرباء ونضيء المصباح الكهربائي؛ فلا تتكون أبخرة ولا رائحة كريهة، ولكن طريقة إنتاج الطاقة الكهربائية هي التي تحدد مقدار التلوُّث الناجم. يولَّد 50% من الكهرباء حاليًّا بحرق الفحم الحجري في الولايات المتحدة الأمريكية، وبعض هذه المحطات تتحكم في تلوُّث الهواء عن طريق معدات تُسمى **المصافي**؛ أي أجهزة تنقية الغاز، لفصل المواد الضارة عن الانبعاثات، ولكن معظم المحطات ليس لديها أجهزة لتنقية الغاز. أما بقية محطات إنتاج الطاقة، فمعظمها **محطات الطاقة النووية** (محطات إنتاج الطاقة التي تستخدم الطاقة النووية)، أو **محطات الطاقة الكهرومائية** (محطات إنتاج الطاقة باستخدام طاقة حركة المياه).



يتكون المولد البسيط من مغناطيس على شكل حرف U وملف؛ حيث تؤدي حركة الملف إلى توليد تيار كهربائي.

حرق الفحم الحجري في محطات الطاقة

تحرق كثير من محطات الطاقة الفحم الحجري لتكوين بخار الماء، الذي يحرك بدوره التوربينات، ويتميز وقود الفحم الحجري عن غيره بأنه أكثر أنواع الوقود الأحفوري وفرة؛ حيث تفيد التقديرات أن النِّفط في الولايات المتحدة قد ينفد مستقبلاً، في حين ستبقى الرسوبيات الهائلة من الفحم الحجري مدة أطول.

وعلى الرغم من ذلك، فالفحم الحجري ذو أثر سلبي خطير؛ لأنه يُطلق لدى حرقه انبعاثات ضارة أكثر من غيره من أنواع الوقود الأحفوري الأخرى كالبترول أو الغاز الطبيعي؛ إذ إنه يطلق ثاني أكسيد الكربون، وأكاسيد النيتروجين، وكميات كبيرة من أكاسيد الكبريت، وملوثات ضارة أخرى. وثاني أكسيد الكبريت غاز لا لون له، ولكنه ذو رائحة قوية، ويؤثر سلبًا في المخلوقات الحية، ويؤدي استنشاق الملوثات التي تحتوي عليه إلى تهيج الرئتين والقصبة الهوائية، ويمكن أن يسبب أمراضًا خطيرة للرئتين.

المطر الحمضي

يُعد ثاني أكسيد الكبريت المكون الرئيس في المطر الحمضي؛ فعندما تتحد أكاسيد النيتروجين مع ثاني أكسيد الكبريت كيميائيًّا في جو رطب، يتكون محلول حمض الكبريتيك الذي تلتقطه الغيوم، فيتكون المطر الحمضي الذي يسقط على مناطق شاسعة، ويؤدي إلى تلف الغابات أو القضاء عليها، ويسمم الحيوانات في البحيرات والأنهار، ويذيب الحجارة المكوِّنة للمباني والنصب التذكارية ببطء.

قد يكون للمطر الحمضي أثر سلبي في النباتات، مثل هذه الأشجار التي ماتت بسبب المطر الحمضي في بولندا.

نظرة عن قرب

محطات الطاقة الكهرومائية

تستخدم محطات الطاقة الكهرومائية طاقة المياه الجارية لتوليد الكهرباء، ويوجد كثير من هذه المحطات عند السدود المقامة لحجز الماء في الخزان؛ إذ تسحب قنوات خاصة المياه نحو الأسفل بقوة الجاذبية، فتسبب المياه الساقطة هذه دوران التوربينات بسرعة.

إن محطات الطاقة الكهرومائية لا تُطلق انبعاثات إلى الغلاف الجوي؛ لذا، فهي في الأغلب تعدُّ طاقة (نظيفة) مقارنة بتوليد الطاقة عن طريق حرق الفحم الحجري وغيره من أنواع الوقود الأحفوري. أما النباتات الآتية من المنطقة العلوية فتطفو عادة في الخزان وتتعفن، وينجم عن هذا التعفن غاز الميثان الذي يؤثر في ظاهرة البيت الزجاجي في الغلاف الجوي أكثر من غاز ثاني أكسيد الكربون.

ينجم عن مصافي النِّفط كالتي في جالفيستون في ولاية تكساس، ملوثات شديدة السُّمِّيَّة، وبعضها يسبب السرطان.

تلوُّث الهواء الناجم عن محطات إنتاج المواد الكيميائية

في عالمنا الحديث، معظم الأشياء التي نستخدمها مواد مُصنَّعة (صُنعت في المصانع)، حيث تتطلب كل عملية تصنيع وجود مواد كيميائية في بعض المواقع، زد على ذلك أن المواد الكيميائية أيضًا تعدُّ المكونات الأساسية لكثير من المنتجات التي نستخدمها في منازلنا؛ فمثلًا معظم المنظفات هي مواد كيميائية أو مخاليط تتكون من مواد كيميائية.

الملوثات الكيميائية

إن معظم المواد الكيميائية سام، وبعضها يُستخدم في الصناعة وهي الغازات؛ فالكلور غاز سام، وحمض الكبريتيك الذي يُستخدم على نطاق واسع يُصنع من غاز سام هو ثاني أكسيد الكبريت، ومن الممكن أن تتسرب هذه المواد إلى الهواء فتسبب تلوُّث الغلاف الجوي، وبعض المواد الكيميائية **مواد مصنعة** أو مواد من صنع الإنسان، ونظرًا إلى أنها لا توجد في الطبيعة، فإنها تسبب مشكلات تلوُّث معينة.

تُطلق معظم المصانع الانبعاثات الملوثة بوصفها **منتجات ثانوية** في مراحل التصنيع، وقد تحتوي هذه الانبعاثات على غازات ضارة ومواد عالقة، وقد كانت معظم مصانع المواد الكيميائية في الماضي، تُطلق الانبعاثات جميعها مباشرة في الغلاف الجوي. أما حاليًّا مع وجود القوانين التي تصدرها الحكومات، فقد ألزمت المصانع في بعض البلدان بمعالجة منتجاتها الثانوية لجعلها أقل سُمِّيَّة، ومع ذلك ما زال عدد كثير من المصانع في العالم يلوث البيئة بشدة.

مصافي البترول

مصافي البترول هي المصانع التي يُصنع فيها الوقود، مثل البنزين والديزل من النِّفط الخام، حيث تستخدم مصافي البترول كميات حرارة عالية ومواد كيميائية لتحليل النِّفط الخام إلى نواتج وقود مختلفة (مشتقات البترول)، وتطلق انبعاثات في الهواء كما في مصانع المواد الكيميائية. بعض المنتجات الثانوية لمصافي البترول سامة بحد ذاتها، ومن بينها البنزين، والنفثالين، والديوكسيد، والفورمالديهايد، وبعض هذه المواد الكيميائية يُشتبه في أنها تسبب السرطان.

توجد معظم مصافي البترول في الولايات المتحدة في المناطق الخليجية الساحلية لولايتي تكساس ولويزيانا، وتدعي بعض الجهات البيئية أن مناطق هاتين الولايتين القريبة من مصافي البترول أصبحت ملوثة بصورة كبيرة؛ إذ تنتشر الآثار الضارة للانبعاثات المحمولة جوًّا بسرعة خلال الغلاف الجوي.

المصاهر

المصاهر، نوع من المصانع الكيميائية التي تستخلص الفلزات من المواد الصخرية التي تُسمى الخام، وتتطلب عملية الصهر تعريض الخام لمواد كيميائية قوية، أو تسخينه بصورة كبيرة، وقد تنتج المواد الصلبة أو السائلة أو المنتجات الثانوية المحمولة جوًّا كثيرًا من المواد السامة جدًّا؛ فالمصاهر، التي تستخلص الكبريت من خاماته، تُطلق انبعاثات تحتوي على ثاني أكسيد الكبريت الذي بدوره يكون المطر الحمضي.

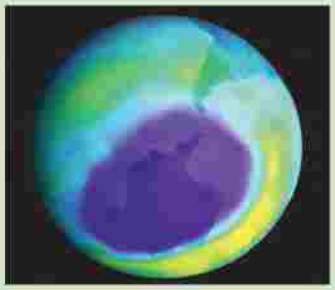
تحدث عملية التعدين والانصهار في مناطق محددة من العالم، وهي التي تتركز فيها خامات الفلزات؛ فمثلًا تنتج تشيلي في أمريكا الجنوبية ثلث إنتاج العالم من النحاس، وهذا ما جعل الحكومة التشيلية عام 1990م، تصدر قوانين لتنظيم التلوُّث الناجم عن انصهار النحاس، لمنع إطلاق ثاني أكسيد الكبريت وغيره من المواد الضارة في الغلاف الجوي.

تستخدم بعض المصاهر كالتي في الصورة، حرارة عالية لصهر الخامات.

نظرة عن قرب

ثقب الأوزون

الأوزون هو أحد أشكال الأكسجين، وهو المكون الأساسي للضبخن الذي يُعد خطرًا على كل من الإنسان والبيئة، ومع ذلك فإن للأوزون دورًا مفيدًا في غلافنا الجوي؛ إذ يكون طبقة سميكة في الغلاف الجوي تُسمى طبقة الأوزون، تمنع وصول **الأشعة فوق البنفسجية** إلى سطح الأرض، وهي أشعة ضارة بمعظم المخلوقات الحية، وقد اكتشف العلماء في ستينيات القرن العشرين وثمانينياته أن هناك اضمحلالًا كبيرًا في طبقة الأوزون في منطقة تقع مباشرة فوق القطب الجنوبي، يحدث في فصل الربيع من كل سنة. ثم تبين أن بعض المواد الكيميائية التي يصنعها الإنسان ويستخدمها هي التي أدت إلى ثقب الأوزون، الذي يستمر ظهوره سنويًّا فوق القطب الجنوبي، وتُسمى هذه المواد الكيميائية، الكلوروفلوروكربونات (CFC's) التي كانت تُستخدم على نطاق واسع في عبوات الرش، ومكيفات الهواء، والثلاجات؛ ولذلك اتفقت معظم دول العالم على وقف تصنيع الكلوروفلوروكربونات واستخدامها.



عام 1984م، سقط آلاف الضحايا والجرحى من جراء انفجار في محطة إنتاج المواد الكيميائية في مدينة بوبال في الهند.

كارثة بوبال

تعرف بوبال بأنها مدينة المليون نسمة في الهند؛ ففي سبعينيات القرن الماضي، بنت شركة كاربيد المتحدة (شركة أمريكية) مصنعًا **للمبيدات الحشرية** في بوبال. والمبيد الحشري مادة سامة تفتك بالآفات الزراعية، مثل الحشرات.

تُصنع شركة كاربيد المتحدة مادة ميثيل أيزوسيانيد لأنها إحدى المكونات التي تُستخدم في صناعة المبيدات الحشرية، وهي غاز سام يتفاعل بسهولة مع غيره من المواد؛ لذا لا بد من التعامل معها وتخزينها بحذر وعناية فائقين.

في أواخر الثمانينيات من القرن المنصرم، أوقفت شركة كاربيد المتحدة أعمالها في مصنع بوبال، لكنها حافظت على عدد قليل من الموظفين لمراقبة المواد الكيميائية في المحطة؛ إذ إنها لا تزال تحتوي على كمية كبيرة من المواد السامة.

وفي مساء الثاني من ديسمبر عام 1984، حدث عطل في المصنع تسبب في تدفق المياه إلى الخزانات التي تحتوي على ميثيل إيزوسيانيد، وهذا ما أدى إلى حدوث تفاعل كيميائي تسبب في تفجير خزانات عدة، وأدى ذلك إلى إطلاق خمسة وأربعين طنًّا من غاز ميثيل أيزوسيانيد إلى الغلاف الجوي.

انتشر غاز ميثيل أيزوسيانيد بسرعة بفعل الرياح فوق وسط مدينة بوبال، وشعر السكان بالاختناق والغثيان، وأدى إلى حرق أعينهم وجلودهم.

هـرب آلاف الناس بسرعة من منازلهـم خوفًا، ومات بعضهم دوسًا بالأقدام من جراء الفوضى، لكن السُّمِّيَّة الكبيرة لغاز ميثيل أيزوسيانيد هي التي تسببت في موت آلاف الناس بسرعة، في حين هرب آلاف آخرون حفاظًا على حياتهم.

شاع الخبر سريعًا في بوبال، وهذا ما جعل بعض السكان الذين لم يتأثروا بالخطر في بعض المناطق يفرون من المدينة، حيث تشير تقديرات السلطات إلـى أن عـدد الناس الذين فروا في اليوم الأول بسبب تسرب الغاز يزيد على أربع مئة ألف شخص.

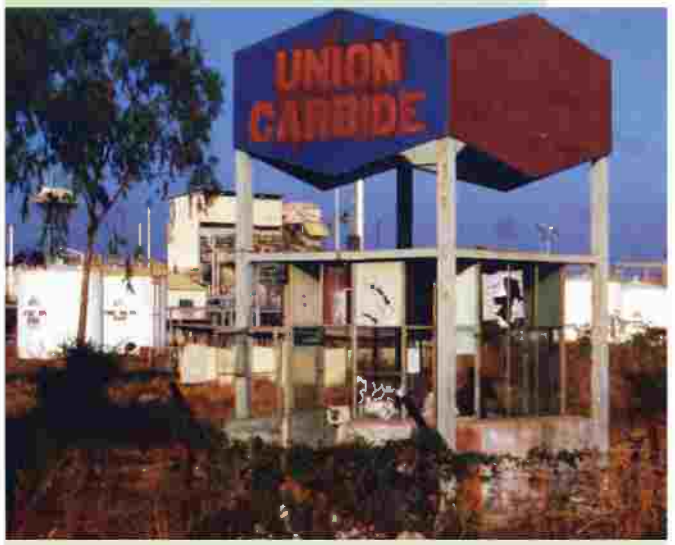
لا يعـرف أحد حقيقة عدد الضحايا في بوبـال، لكن التقديرات تشير إلى أنهـا تتراوح ما بين ثلاثـة آلاف وثماني مئة إلى خمسة عشر ألفًا، إضافة إلى عشريـن ألف شخص ماتـوا في الأسابيـع والأشهر الأخيرة بسبـب تأثيرات انفجـار هذا الغـاز الذي يؤدي إلى فشـل وظائف الكبد والكليـة والعمى لدى بعض الناس، إضافة إلى معاناة النساء الحوامل بنسبة عالية من ولادات ذات عيوب خَلقية، واستطاع آلاف عدة من الناس الهرب على الرغم من إصابتهم بجروح خطيرة أو إعاقات.

ومـع مرور أكثر من عشرين عامًا على حادثة انفجار الغاز، ما زالت بوبال تواجه أخطارًا من المواد الكيميائية السامة، وعلى الرغم من أن محطة بوبال لإنتـاج المـواد الكيميائية قد أغلقت، فـإن هناك كميات ضخمـة من المواد الكيميائيـة السامـة لا تزال موجـودة وفقًا لما تشيـر إليه التقاريـر المحلية والدوليـة، ويقـول بعض الخبراء: إن هذه المـواد الكيميائية قد سممت الآبار التي تزود سكان بوبال بمياه الشرب.

نظرة عن قرب

من المسؤول؟

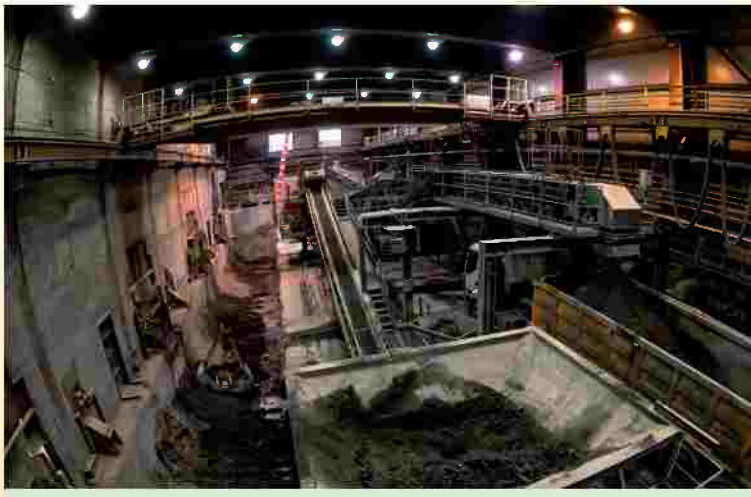
بعد كارثة بـوبـال، أجـرت الحكومة الهندية تحقيقًا في ظروف محطة كاربيد المتحدة وملابساتها، وقد اكتشف الخبراء أن أنظمة السلامة العـامـة فـي المـحـطـة قـد تعطلت، وفشلت أيضًا -على الأقل- أربعة إجـراءات تلقائية كـان يمكن أن تمنع حـدوث الانـفـجـار، وتوصلت التحقيقات إلى أن مسؤولي محطة كاربيد المتحدة هـم المسؤولون عن عـدم صيانة المحطة بصورة صحيحة؛ لذا سعت الحكومة الهندية إلـى تعـويض النـاس فـي بـوبـال؛ فعام 1989م وافقت شركة كاربيد المتحدة على دفع أربع مئة وسبعين مليون دولار أمـريكي فـي صندوق سكان بوبال.



محطة شركة كاربيد المتحدة في بوبال

تلوُّث الهواء الناجم عن التخلص من النُّفايات

منذ سنوات، والناس في جميع أنحاء الولايات المتحدة الأمريكية يجمعون الأوراق المتساقطة في فصل الخريف ويحرقونها، وهذا ما يؤدي إلى إطلاق ملوثات في الهواء؛ لأن هذه الملوثات تتكون من ثاني أكسيد الكربون، والمواد العالقة (سواد الدخان) ومواد أخرى. أما حاليًّا، فتجمع معظم المجتمعات الأوراق المتساقطة من أصحاب المنازل وتحولها إلى سماد (جمعها على هيئة أكوام لتحويلها مع الزمن إلى تربة مسمدة، تُسمى التربة الدبالية).



إحدى المحطات في ألمانيا كالتي في الصورة أعلاه تحرق النُّفايات لتوليد الكهرباء.

حرق النُّفايات الخطرة

الحرق يعني حرق النُّفايات حرقًا تامًّا وتحويلها إلى رماد، وعلى الرغم من أن معظم المجتمعات توقفت عن حرق الأوراق والقمامة، لكن **النُّفايات الخطرة** لا بد من حرقها ومن الممكن أن تعرض النُّفايات الخطرة صحة الإنسان للخطر أو تدمر البيئة؛ وعليه، فمثل هذه النُّفايات في محارق مصممة خصيصًا للنُّفايات الخطرة، وتنتج هذه المحارق كميات هائلة من الحرارة، وتمتاز بأنها تفصل المواد الضارة عن الانبعاثات الصادرة عنها، وفي الولايات المتحدة الأمريكية، تشرف على محارق النُّفايات الخطرة وتديرها **وكالة حماية البيئة** (EPA)، وهي وكالة فدرالية تحمي بيئة الولايات المتحدة الأمريكية من التلوُّث.

يتكون نظام النُّفايات الخطرة من فرن خاص ينتج كميات هائلة من الطاقة، ومحرقة (فرن آخر يحرق المواد المتبقية من الفرن)، ونظام يتحكم في ملوثات الهواء يُسمى المصفاة، لفصل الملوثات الضارة عن الانبعاث.

ومن أكثر أنواع النُّفايات الخطرة شيوعًا النُّفايات الطِّبِّيَّة في المستشفيات والعيادات؛ إذ إنها تتكوَّن من الدم والأنسجة أو أعضاء من الجسم، ولما كانت هذه النُّفايات تحتوي على البكتيريا والفيروسات، فإنها قد تنشر الوباء. وتؤدي عملية الحرق والترميد إلى قتل الجراثيم جميعها في النُّفايات الطِّبِّيَّة.

يدعي بعض أصدقاء البيئة أن محارق النُّفايات الخطرة ليست آمنة للاستخدام بصورة كافية؛ ويستشهدون على ذلك بأنه على الرغم من استخدام المصافي في محارق النُّفايات الخطرة، فإن بعض الملوثات

الخطـرة ما زالت تطلق فـي الهواء، وعبَّروا عـن قلقهم أيضًـا إزاء الكميات القليلة من الملوثات التي تُجمع من الفرن نفسه في المحرقة.

مكاب النُّفايات

إن أكثر من نصف النُّفايات في الولايات المتحدة الأمريكية تُجمع ويُتخلص منها في **مكاب النُّفايات** (مكب النُّفايات مكان تُطرح فيه القمامة وغيرها من النُّفايات الصلبة) وبعد إلقاء النُّفايات في المكب تُرصُّ (تُضغط بإحكام لتقريب بعضهـا من بعض) بآلات خاصة، ثم تُـردم طبقات أخرى فوقها، فتتراكم في المكب طبقات بعضها فوق بعض.

ومع مـرور الزمن، وبفعل البكتيريـا والتفاعلات الكيميائيـة، ينتج داخل المكب غازات، ولا سيما ثاني أكسيد الكربون والميثان، وهما من غازات البيت الزجاجي التي تحجز الحرارة في الغلاف الجوي للأرض، وقد تحتوي غازات المكب على كميات ضئيلة من المواد السامة، مثل الزئبق الذي يأتي من المواد التي تُطرح في مكاب النُّفايات؛ إذ تُستخدم فيها كميات قليلة من الزئبق مثل البطاريات، والمصابيح الكهربائية الفلورية والدهانات وغيرها.

وما لم تُغلق مكاب النُّفايات بعناية، فإن الغازات ستتسرب إلى الهواء؛ ففي مكاب النُّفايات المبطنة تدفع الغازات ـ في العادة ـ التربة الواقعة أسفل منها، فتنفذ من خلال مسامات الصخور النفاذة، وفي بعض الحالات قد يتجمع غاز الميثان المتسرب في تجويف في الأسفل أو في داخل بناية، ولما كان الميثان قابلًا للاحتراق بسهولة، فإن هذه الكميات المتجمعة منه قد ينجم عنها انفجار، فضلًا على الرائحة الكريهة التي تسببها غازات المكب.

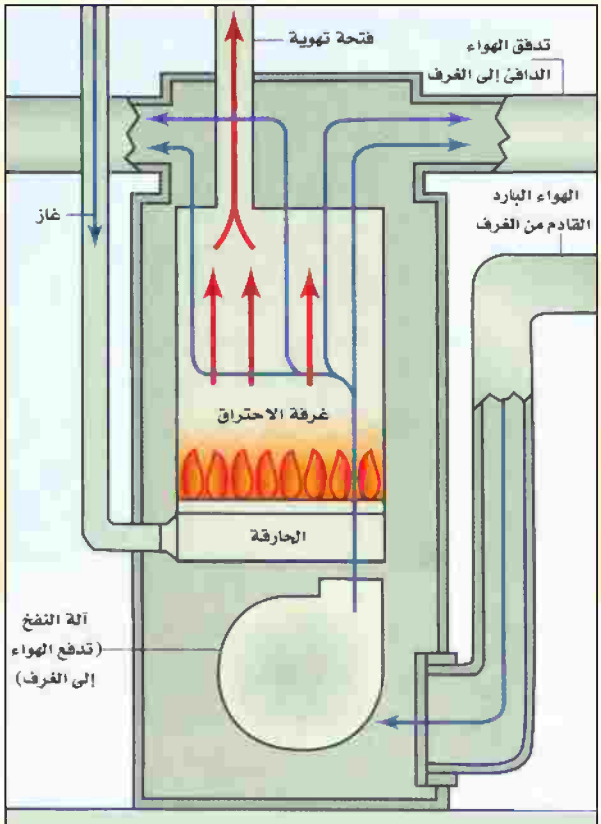
حقيقة

كان مكب النفايات الجديد قرب مدينة نيويورك أكبر مكب للنفايات في العالم، ونظرًا إلى أنه كان يغطي مساحة تقدر بألفين ومئتي فدان (890 هكتارًا)، فقد كان الموقع واضحًا حتى من الفضاء، وقد أُغلق عام 2001م.

يمكن أن تتسرب الغازات السامة من مكاب النُّفايات إلى الهواء، ومن خلال التربة.

تلوُّث الهواء الناجم عن التدفئة

يستخدم الناس في بعض المناطق من العالم التدفئة داخل منازلهم في الفصول الباردة، وقد استُخدم الخشب والفحم الحجري قديمًا في تدفئة المنزل، أما الآن فتُستخدم الأفران في تدفئة معظم المنازل التي تعتمد على حرق الغاز الطبيعي أو نفط التدفئة، ولهذه الأفران أنبوب يُسمى المصرف ينقل العوادم من الفرن إلى الهواء الخارجي، وتحتوي هذه العوادم على كثير من الملوثات، وهي نفسها التي تطلقها السيارات والشاحنات والطائرات، وأبرزها ثاني أكسيد الكربون.



يُنتج فرن التدفئة المنزلي ثاني أكسيد الكربون وغيره من ملوثات الهواء.

يطلق الفرن في منزل متوسط الحجم كمية قليلة من العادم، ولكن لو أخذنا العدد الكبير من المباني المُدفأة بهذه الأفران في العالم، فإنها تسهم بقدر كبير من غازات البيت الزجاجي في غلافنا الجوي.

تختلف المباني من حيث الحجم بصورة كبيرة؛ فتتراوح بين مبانٍ صغيرة ومبانٍ عامة ضخمة؛ فناطحات السحاب الضخمة تحتاج إلى كميات كبيرة من الوقود للتدفئة. يوضح الجدول أدناه مقارنة بين مساحة مسطحات البناء لمجموعة من المنشآت.

تُعد بعض المباني العامة والتجارية من مصادر التلوُّث الكبيرة؛ لذا يسعى مُلاك كثير من هذه المباني ومديروها إلى تقليل الانبعاثات من خلال البحث عن طرق لترشيد استهلاك الطاقة حاليًّا.

المنشأة	المساحة بالأقدام المربعة	المساحة بالأمتار المربعة
شقة إستديو متوسطة*	500	47
متوسط مساحة المنزل في الولايات المتحدة	2350	218
مبنى مارت للبضائع في شيكاغو	4200000	390000
برج سيرز في شيكاغو	4400000	409000
البنتاجون في مدينة أرلينجتون في ولاية فيرجينيا	6500000	604000

*غرفة كبيرة مع حمام.

تلوُّث الهواء الداخلي

إن الهواء الذي نتنفسه داخل المنزل يأتي من الهواء الخارجي؛ لذا يحتوي الهواء الداخلي على ملوثات من الهواء الخارجي، ويلتقط أيضًا ملوثات أكثر؛ لأن احتباس الهواء داخل المباني مدة من الزمن يؤدي إلى زيادة تركيز الملوثات شيئًا فشيئًا.

ولتوفير بيئة صحية للمباني من الداخل، لا بد من توفير **تهوية** جيدة تنظم تبادل الهواء القديم مع الهواء الجديد (الهواء الخارجي)، ولكن المباني في أيامنا هذه مصممة، بحيث تكون مغلقة في معظم الوقت، خصوصًا عند التدفئة في فصل الشتاء، والتبريد في فصل الصيف، وهذا ما يؤدي إلى حدوث مشكلة تُسمى **متلازمة المباني غير الصِّحية**، وتحدث متلازمة المباني غير الصِّحية هذه عندما يكون الهواء داخل المباني قديمًا وملوثًا باستمرار. ويعاني الناس الذين يعملون في بيئات متلازمة المباني غير الصِّحية أعراضًا مرضية، مثل الصداع، وحرقة العين، وتهيج الحلق، وسعال جاف، ودوخة، وغثيان، وإرهاق.

ولمعالجة متلازمة المباني غير الصِّحية في المباني، يتطلب عادة خبراء لتقييم نوعية الهواء؛ حيث يختبرون، ومن ثمَّ يحددون مصدر الملوثات، وسبب عدم فاعلية التهوية فيها بصورة جيدة، ولا بد من الإشارة هنا إلى أن المعالجة من متلازمة المباني غير الصِّحية يتطلب نفقات باهظة، ويستغرق وقتًا طويلًا.

والخطر المحتمل الآخر في المباني هو التسمم بأول أكسيد الكربون الذي هو في الأصل مادة خطيرة، وتكمن خطورته في صعوبة الكشف عنه لعدم وجود لون له ولا رائحة. وتطلق الأفران في المنازل وفي المباني غاز أول أكسيد الكربون؛ فإذا سُد المنفذ الذي تخرج منه العوادم إلى الخارج، فعندئذٍ يُحتجز أول أكسيد الكربون ويتراكم في المنزل.

يؤدي تسمم الناس بأول أكسيد الكربون إلى الوفاة؛ فقد مات -في حالات نادرة- أفراد العائلة جميعها في منازلهم ليلًا بسبب تراكم أول أكسيد الكربون في داخل المنزل، ونظرًا إلى هذه الخطورة ينصح خبراء السلامة العامة الناس بالاحتفاظ بكواشف لأول أكسيد الكربون في منازلهم؛ لأنه يمكن الكشف عن تراكمه إذا حصل خلل ما في الفرن، بإصدار صوت إنذار مرتفع.

حقيقة

استنادًا إلى منظمة الصحة العالمية، يُعد تلوُّث الهواء الداخلي المسؤول عن موت (1.6) مليون شخص سنويًّا.

خبراء السلامة العامة ينصحون الناس باستخدام كواشف أول أكسيد الكربون في منازلهم.

ما تلوُّث التربة؟

ملخص

تلوُّث التربة يؤذي طبقة الأرض الرقيقة الخصبة من سطح الأرض؛ أي الطبقة المنتجة التي تدعم الحياة، وتُعد المصانع والمناجم والمزارع بعض مصادر التلوُّث الرئيسة للتربة، ومن الأمثلة على الأنشطة البشرية التي تلوِّث التربة: صناعة المواد الكيميائية في المصانع أو الانسكابات النِّفطية، والحوادث التي تحصل في محطات الطاقة النووية، واقتلاع التربة في المناجم المفتوحة، واستخدام مواد كيميائية من صنع الإنسان في تنمية المحاصيل، وقد يؤدي تلوُّث التربة إلى تلوُّث الماء عندما تتسرب الملوثات إلى باطن الأرض وتصل موارد المياه القريبة.

قد يضر تلوُّث التربة بالمخلوقات الحية. تبين الصورة تربة تلوَّثت بفلز الرصاص الثقيل.

يشمل تلوُّث التربة تسمم طبقة الأرض الرقيقة الخصبة من سطح الأرض أو تلوُّثها؛ أي تلوُّث الطبقة المنتجة التي تدعم الحياة. وتُعد التربة الخصبة موردًا مهمًّا جدًّا؛ لأنها المكان الذي يُنمى فيه معظم الغذاء الذي نحصل عليه؛ إذ لا يمكن للمزارعين تنمية كميات كافية من المحاصيل من دون التربة المسمدة، وذلك لسد حاجة الناس في العالم إلى الغذاء.

تحتوي التربة الخصبة على عدد لا يحصى من المخلوقات الحية، مثل: البكتيريا، والطحالب، وبعض الحيوانات الصغيرة كالحشرات والديدان، وتساعد هذه المخلوقات الحية على تحلل النُّفايات الموجودة في التربة، وتُحرر المواد المغذية من النُّفايات لتصبح جزءًا من التربة، وتحتوي التربة أيضًا على فتات من الصخور والمعادن والماء والهواء؛ وحباتها قد تكون رملية أو طينية، وتوجد أنواع عدة من التربة لكل منها خصائص فريدة تحدد كيفية نمو المحاصيل بصورة جيدة.

تتكـون التربـة ببـطء، ولكن سرعـان مـا تُدمـر، إذ يمكن لبعض أنواع الملوثات قتل المخلوقات الحية فيها، فيخل من قدرتها على دعم المحاصيل، فضلًا على أن الطرق الحديثة مثل التعدين تُجرد اليابسة من التربة المنتجة الداعمة للحياة.

تلوُّث التربة والماء

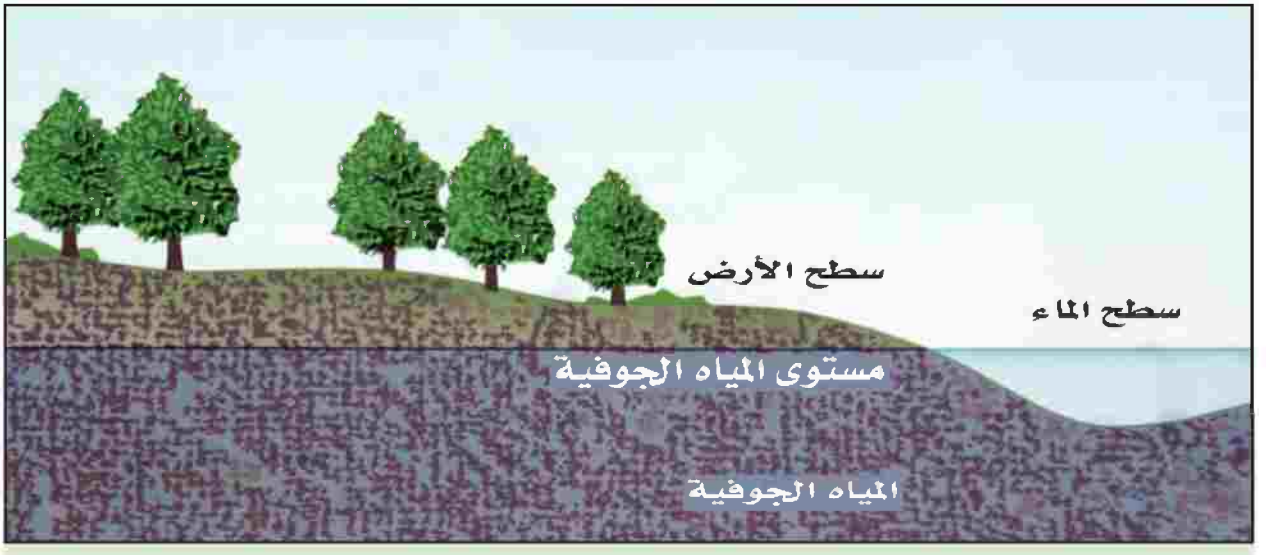
تغسل مياه الأنهار التربة الملوثة، وتنقل الملوثات إلى المسطحات المائية مثـل الجداول المائية والأنهـار والبحيرات، وبهذه الطريقـة يمكن أن تنتشر ملوثات التربة في الممرات المائية فتلوُّث المياه، فينتقل هذا التلوُّث مع مرور الزمن ليصل إلى محيطات الأرض.

يمكـن **لملوثـات التربة** أيضًا أن تلوُّث خزانات ميـاه الشرب التي يُحصل عليها من **المياه الجوفية**؛ ففي بعض المناطق توجد كميات كافية من المياه تحـت السطح لتوفير مياه الشرب للمدن والبلـدات؛ التي يُحصل عليها بحفر الآبار؛ إذ تزوِّد المياه الجوفية 20% من المياه العذبة المستخدمة في الولايات المتحدة الأمريكية؛ لذا فهي مورد مائي أساسي يتعين الحفاظ عليه نظيفًا.

توجـد المياه الجوفية في مسامات الطبقـات الصخرية التي تقع فوق طبقة لا تسمـح للماء بالنفـاذ؛ فعندما يهطل المطر أو الثلـج يتسرب الماء من خلال التربـة، ويتجمـع في خـزان الميـاه الجوفية، فيرتفـع منسوب الميـاه الجوفية (مستـوى سطح المـاء)؛ لذا فـإن ملوثات التربة تنتقـل في النهايـة إلى المياه الجوفية، وبذلك تتلوَّث مياه البئر المحفورة في المياه الجوفية هذه.

حقيقة

عام 2007م، أعد مسؤولون في وكالة الأخبـار الصينية تقريرًا يفيد أن أكثر من 10% من مزارع الصين قد تلوُّثت بالأسمدة والنُّفايات الصلبة وغيرها من الملوثات، ويقدر أن اثني عشر مليون طن من الحبوب تتلوَّث سنويًّا في الصين **بالفلزات الثقيلة** الموجودة في التربة.



عند غسل التربة، تنتقل ملوثاتها بالمياه، فيمكن أن تصل إلى المياه الجوفية، أو تصب في الأنهار أو البحيرات أو المحيطات.

تلوُّث التربة الناجم عن المصانع

تنتج المصانع كثيرًا من المنتجات التي نستخدمها، ولا يمكننا ممارسة أنماط الحياة في عالمنا الحديث من دون **الإنتاج الصناعي**، وهو عملية صناعة المنتجات على نطاق واسع، ومع ذلك تنتج معظم المصانع بعض أنواع التلوُّث طوال مدة إنتاجها، ويمكن التقليل من معظم هذا التلوُّث أو معالجته، ولكن لا يتحمل مُلاك المصانع جميعهم مسؤولية القيام بذلك.

يمكن أن تنتج المصانع مواد كيميائية سامة خطيرة جدًا. هذان المراقبان في باراجواي يتعين عليهما ارتداء ملابس حماية خاصة للتفتيش على النُّفايات السامة ومراقبتها.

يمكن أن تلوُّث المصانعُ الهواءَ أو التربةَ أو الماءَ، ويعتمد ذلك على موقعها، والمنتجات التي تصنعها، ويمكن أن ينتشر التلوُّث من مصنع واحد إلى مناطق متعددة أخرى على سطح الأرض.

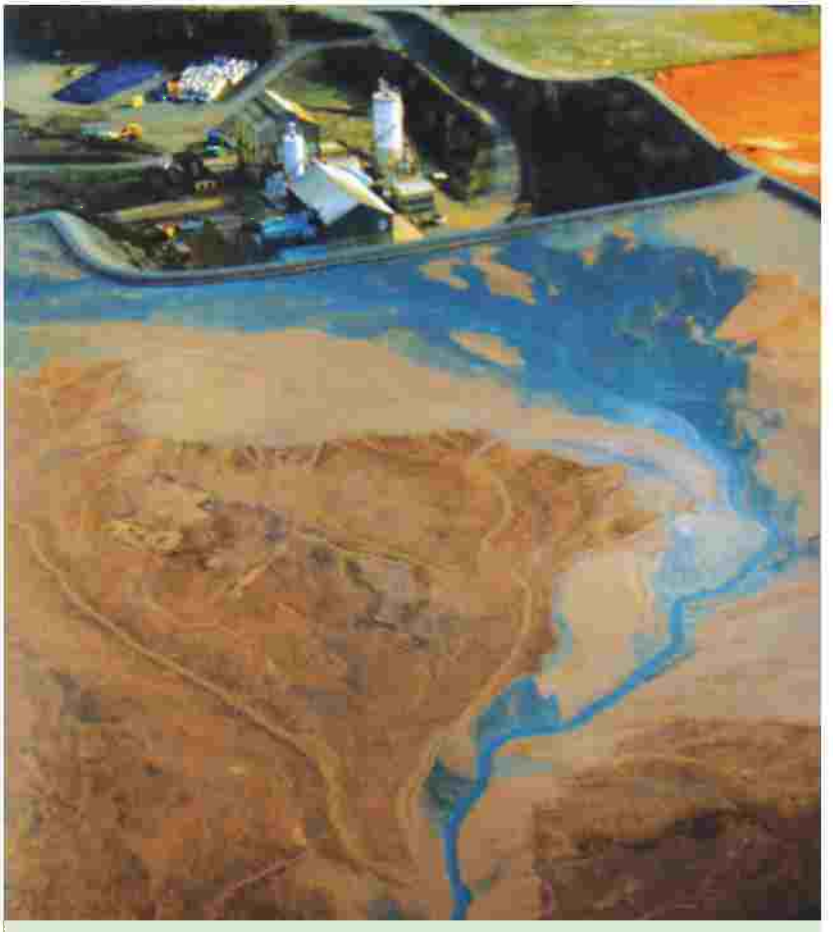
المواد الكيميائية السامة

تستخدم المصانع كثيرًا من المواد الكيميائية في صناعة المنتجات التي نستخدمها؛ فمثلًا الحواسيب مصنوعة من البلاستيك والفلزات والزجاج وغيرها من المواد، ولصناعة هذه المواد؛ فإننا نحتاج إلى عدد كبير من المواد الكيميائية، واتباع مجموعة من الخطوات، إضافة إلى أن بعض المواد التي خلطت بهذه المواد الكيميائية هي مواد سامة بحد ذاتها؛ حيث إن الشركات تشتري هذه المواد، وتخزنها عادة في براميل فلزية ضخمة داخل المصنع أو قريبة منه، وروعي أيضًا في صناعة البراميل أن تكون قوية؛ لأن وقوع الحوادث أحيانًا قد يؤدي إلى تسرب المواد الكيميائية السامة، ويمكن أيضًا أن تتآكل البراميل مع الزمن لو حصل إهمال من قبل مُلاك المصنع؛ وعليه، فإن الحفاظ على البراميل وغيرها من المعدات على نحوٍ جديد، يُعد مثالًا على المسؤوليات التي يتعين على مُلاك المصانع القيام بها لجعل التلوُّث أقل ما يمكن.

بعد استخدام المواد الكيميائية في عملية التصنيع، يتعين على المصانع التخلص منها؛ وقد كانت المصانع في الماضي تطرح هذه المواد الكيميائية في الجداول المائية أو تنشئ بركًا بجانب المصانع؛ حيث تتسرب المواد الكيميائية السامة إلى التربة المحيطة بها، وفي النهاية تصل إلى المياه الجوفية، زد على ذلك أن المواد الكيميائية في التربة قد تتآكل أو تتحول إلى دقائق صغيرة، بحيث يمكن لنسيم الهواء أن يلتقطها، وينقلها إلى **الغلاف الجوي**، وبهذه الطرق تنتشر ملوثات التربة خلال الأرض.

حقيقة

لقد استخدم صناع القبعات حتى في القرن العشرين، محلول الزئبق لتكوين مادة من شعر الحيوانات لصنع قبعات أكثر مرونة. والتعبير الآتي: «مجنون كصانع القبعات» وضعه كثير من صناع القبعات؛ لأنهم يصبحون مختلين عقليًّا بسبب تعرضهم للزئبق.



يمكن للمصانع التي تستخدم المواد الكيميائية، كمصنع الأسمنت في فرنسا، تلويث التربة والمياه القريبة منا.

الفلزات الثقيلة

الفلزات الثقيلة كالرصاص والزرنيخ مواد سامة، ولاسيما للإنسان وغيره من المخلوقات الحية، وقد شاع استخدام هذين الفلزين في صناعة المنتجات وعمليات الصناعة؛ فمثلًا استُخدم الرصاص في صناعة الدهان والبنزين على نطاق واسع؛ لذا يمكن أن يسمم الأطفال الذين يأكلون رقائق الدهان التي تتساقط عن السطوح المدهونة قديمًا.

ما زالت بعض عمليات الصناعة تستخدم الفلزات، على الرغم من أن الباحثين اكتشفوا طرقًا للتقليل من استخدامها في الصناعة. يمتاز الفلزان الثقيلان؛ الرصاص والزئبق بأنهما ينتشران بسهولة من التربة إلى الماء، فيسببان تلوُّثا طويل الأمد؛ لأنهما لا يتحللان طبيعيًّا، بل يتراكمان في أنسجة الحيوانات، وتعدُّ الفلزات الثقيلة ضارة بالإنسان؛ فقد تتلف العظام وبعض الأعضاء الداخلية، وتؤثر في الجهاز العصبي، وقد تسبب الإصابة بمرض السرطان.

أدى تسرُّب النُّفايات السامة من الخزانات إلى التربة أسفل قناة لف (قناة الحب) في نيويورك إلى جعل المنطقة التي تعرضت للتلوُّث غير صالحة للسكن.

الحي الملوَّث

يؤثر التلوُّث في معظم سكان العالم بطريقة أو بأخرى؛ لذا فبعض المناطق تعاني أعباء التلوُّث أكثر من غيرها؛ فمثلًا أصبحت (قناة لف) كلمة معروفة في الولايات المتحدة طوال ثلاثين سنة بأنها تدل على أخطار تلوُّث محلي كبير.

بُنيت في منطقة شلالات نياجارا في ولاية نيويورك، وحدات سكنية على أراضٍ مملوكة من قبل شركة هوكر للمواد الكيميائية والبلاستيك، وسُمي الحي الجديد (قناة لف) بعد بناء القناة بصورة جزئية على الأرض. وخلال الأربعينيات من القرن العشرين طرحت شركة هوكر للمواد الكيميائية والبلاستيك اثنين وعشرين ألف طن من النُّفايات الكيميائية في قناة لف، وحولتها إلى **مكب نُفايات**.

يعتقد سكان قناة لف أن الحي الذي يقطنونه آمن مثل الأحياء الأخرى في الدولة، ولكن في وسط السبعينيات، حدث هطل غزير للأمطار والثلوج في المنطقة بصورة غير عادية، فتسببت الأمطار والثلوج المنصهرة بإخراج المواد الكيميائية المدفونة في مكب النُّفايات الضحلة، فتسرَّبت روائح المواد الكيميائية القوية، ولاحظ السكان ترشحها في الطوابق السفلية، فأدركوا حينها وجود شيء ما غير طبيعي.

أرسل المسؤولون في ولاية نيويورك خبراء بالتلوُّث إلى منطقة قناة لف، وقد اكتشف هؤلاء العلماء آثارًا لأربع مئة وإحدى وعشرين مادة كيميائية في التربة هناك، وقد مات طفل في المنطقة عمره سبع سنوات نتيجة لإصابته بمرض الكُلى، واعتقد الأطباء أن إصابته كانت نتيجة تعرضه لمواد كيميائية سامة. وأصيب أيضًا سكان قناة لف بأمراض متنوعة، منها مشكلات في الحمل والتشوهات الخَلقية للمواليد.

عرضت ولاية نيويورك عام 1978م، شراء المنازل في مركز قناة لف؛ لكي يترك السكان منازلهم، ويشتروا منازل أخرى في مكان آخر. وعام 1980م مددت الحكومة الفدرالية في عهد الرئيس جيمي كارتر صفقة الشراء لتشمل سكان قناة لف جميعهم، وبعد أن غادر السكان المنطقة، نظفت الحكومة الفدرالية المنطقة من المواد السامة.

سكان قناة لف في ولاية نيويورك غير مدركين للأخطار الناجمة عن المواد الكيميائية السامة المدفونة تحت الأرض.

نظرة عن قرب

بطل قناة لف

عام 1978م، أصبحت لويس جيبس المقيمة في قناة لف قلقة؛ لأن أطفالها كانوا يعانون أمراضًا بصورة مستمرة، فاطلعت على ما حدث لقناة لف فيما يتعلق بطرح النُّفايات الكيميائية فيها، وطلبت إلى جيرانها البحث عن حقيقة المشكلة التي تصيب هذه المنطقة؛ لطلب المساعدة من حكومة ولاية نيويورك. مارست لويس جيبس وغيرها الضغط على المسؤولين في الولاية لإجراء دراسة عن التلوُّث في المنطقة، وعندما أوضحت الدراسة أن بيئة قناة لف مصابة بملوثات سامة، شنت لويس جيبس حملة على الحكومة لترحيل السكان، وقد حققت هي وجيرانها انتصارًا في ذلك بعد صراع طويل، وقد أصبحت قصة قناة لف تُعد همًّا وطنيًّا، ونتيجة لذلك، أقر كونجرس الولايات المتحدة الأمريكية عام 1980م قانون (السوبرفاند)، أو ما يُسمى المنح الإضافية؛ وهو خطة لإزالة السموم في المناطق الملوثة في جميع أنحاء الولايات المتحدة الأمريكية.

يمكن أن تلوُّث المناجم، كمنجم اليورانيوم في كندا، التربة والمياه معًا.

تلوُّث التربة الناجم عن التعدين

تستخدم مجتمعاتنا الحديثة كثيرًا من المواد التي تحصل عليها من باطن الأرض؛ فالفحم الحجري، والنِّفط، والغاز الطبيعي، نحصل عليها من باطن الأرض بالتعدين أو بالحفر؛ لتوفير معظم الطاقة التي نحتاج إليها، ونستخدم أيضًا الفلزات مثل النحاس، والحديد، والقصدير، والنيكل، والفضة، في كثير من المنتجات، ونقطع أيضًا الصخور في المحاجر؛ لاتخاذها مواد للبناء، أما عملياتُ استخراج (إزالة المواد التي تغطي الخام بالحفر) هذه المواد من باطن الأرض، فتسمَّى التعدينَ.

تُشوِّه عمليات التعدين سطح الأرض والتربة؛ فتعدين الفحم الحجري يُسمى التعدين بالأشرطة؛ حيث تُزال التربة والطبقات العلوية على صورة أشرطة من الطبقات؛ لتعريض طبقة الفحم الحجري على السطح. وعندما يستخرج الإنسان جميع الفحم الحجري من المنجم، يترك المنطقة قاحلة جرداء مجدبة؛ لذا أقرت الولايات المتحدة كثيرًا من القوانين خلال القرن العشرين تلزم فيها أصحاب شركات التعدين إعادة إحياة المناجم بوضع تربة خصبة فيها وزراعتها بالأشجار وغيرها من النباتات؛ لأن جذور النباتات تثبت التربة في مكانها، وتحميها من **التعرية**.

استخدم الإنسان التعدين في بعض المناطق على سطح الأرض منذ آلاف السنين، ولكن العلماء استوعبوا مشكلة التلوُّث بالتعدين خلال الخمسين سنة الأخيرة؛ لأن أنشطة التعدين لوثت بعض المناطق على سطح الأرض بصورة كبيرة.

ففي الجنوب الشرقي من ألمانيا، جرى العمل في المناجم في منطقة نهر وادي فايلز منذ عام 1427م، وكانت هذه المناجم تنتج الرصاص وغيره

من الفلـزات الثقيلة، ونتيجة لذلك تحتوي التربة التي أزيلت من المنجم إلى أسفـل المجرى على تراكيز مرتفعة من هذه الفلزات الثقيلة، ويدرس العلماء هذه الترسبات لتحديد كيف يمكن أن يتضرر الناس القاطنون بالقرب منها.

وبالمثل، بدأ تعدين الرصاص وغيره من الفلزات الثقيلة عام 1889م، في منطقة وادي نهر كوردوه ليان في أيداهو، وقد أدى ذلك إلى تلوُّث الفيضانات بصورة كبيرة؛ لذا عثر الباحثون على تراكيز مرتفعة من الرصاص في مجرى الـدم لدى الأطفـال الذين يعيشون في المنطقة، وهذا ما أثـار قلقًا بشأنهم؛ لأنهم قد يعانون تلفًا في الدماغ أو الكُلى.

في حقبة الاتحاد السوفييتي، أنتجت مدينة نوريليسك في سيبيريا كميات ضخمـة من النيكل الذي يعتمـد العالم عليه؛ لأنه مكـون أساسي في الفولاذ المقاوم للصدأ، ويؤدي تعدين النيكل وفصله **بالصَّـهْر** في منطقة نوريليسك إلـى سكب نُفايات تلـوُّث الهواء والتربـة والماء؛ حيث أُطلقـت كميات كبيرة مـن ثاني أكسيـد الكبريت في أثنـاء إنتاج كميات هائلة من نيـكل نوريليسك أكبـر ممـا تطلقه دولة فرنسـا، وتطرح المصاهـر أيضًا أطنانًـا من الحمأة علـى الأرض في أنحـاء نوريليسك، وقد تُركت في الحمـأة كميات كبيرة جدًّا مـن النيكل. وفي هـذه الآونة، يُعيـد الناس معالجة الحمـأة لاستخلاص فلز ثمين وبيعه.

نظرة عن قرب

فصل الفلزات بالصَّهْر

يمكن للتربة الملوثة بالصهر أن تلوُّث مـوارد المياه القريبة منها؛ حيث يؤدي فصل الفلز عن الخام أو الصخر من خلال عملية الصهر إلى تكوين مياه عادمة و**منتجات ثانوية** صلبة تُسمى الخبث، وبعض هذه الحموض قوي جدًّا، وبعضها مواد ذات سمية كبيرة تُسمى السِّيانيدات.

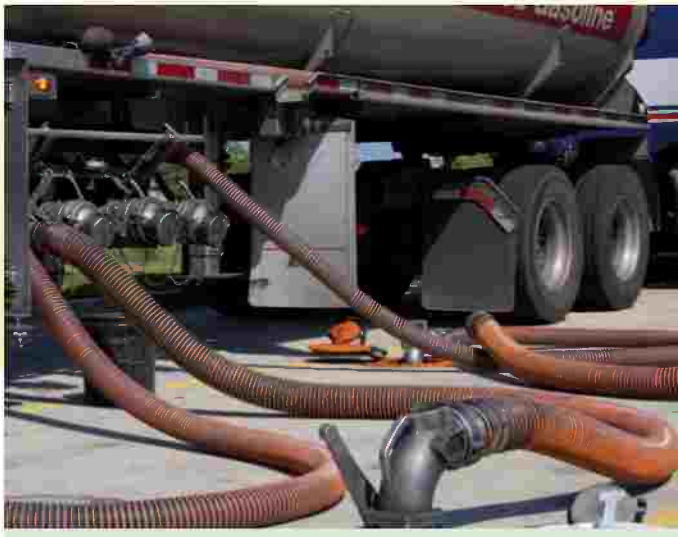
ولا بـد لـهـذه المصـانـع أن تطرح نُفايات هذه المواد التي تلوُّث التربة حـول المـنـجـم، وقـد تتسـرب إلـى الجداول المائية أو المياه الجوفية، وهذا يؤدي إلى نتائج كارثية لمعظم المخلوقات الحية.

نجم عن فصل النيكل بالصهر في نوريليسك بروسيا، أطنان من الحمأة التي لوثت التربة المحيطة بالمصنع.

تلوُّث التربة الناجم عن استخدام الطاقة

يعتمد الاقتصاد الحالي على كميات هائلة من الطاقة التي تُستخدم في الانتقال من مكان إلى آخر، وفي عمليات الإنشاء في المصانع، وتدفئة المنازل والمكاتب وتزويدها بالكهرباء، وتُستخدم الطاقة أيضًا في تشغيل أنظمة المعلومات، مثل الحواسيب وشبكات الهواتف، والأقمار الاصطناعية.

نحصل على الطاقة من مصادر مختلفة، ففي أيامنا هذه نحصل عليها من حرق **الوقود الأحفوري** مثل النِّفط، في حين نحصل على بعضها من **محطات الطاقة النووية**، ومن طواحين الهواء، وبخار الماء الجوفي، وأشعة الشمس، وغيرها من مصادر الطاقة.



إن تسرب البنزين وغيره من المواد الكيميائية السامة من خزانات الوقود الجوفية، قد يلوث التربة والمياه.

نقل النِّفط وتخزينه

إن شواطئ العالم عرضة لخطر التلوُّث بناقلات النِّفط، والسفن الضخمة التي تنقل النِّفط إلى المستهلكين، فإذا تعطلت هذه الناقلات وتحطمت في البحر أو غرقت، فمن الممكن أن تتسرَّب كميات هائلة من النِّفط إلى مياه البحر، ومنها تنتقل إلى الشواطئ القريبة أيضًا، فيؤدي التلوُّث بالنِّفط إلى تلويث التربة الساحلية، وقتل كثير من أنواع الحيوانات، وقد وقع عدد من هذه الحوادث منذ منتصف القرن العشرين.

يُخزن النِّفط ومشتقاته، كالبنزين عادة، في براميل أو خزانات على السطح أو في الجوف، والبنزين مثل **النِّفط الخام** يحتوي على عدد من السموم؛ لذا لا بد من منع تسربه إلى التربة؛ ففي عام 2003م تسرب ثلاثة آلاف جالون (11356 لترًا) من البنزين من خزان تحت الأرض في إحدى محطات الوقود بالقرب من شارع بول مينيسوتا، وانتقل إلى الجوف، ومن ثَمَّ صُرِّف إلى منطقة رطبة عبر قنوات الصرف الصِّحي. وتتطلب عملية تنظيف المنطقة الرطبة من الغاز آلاف الدولارات، وتحتاج أيضًا إلى مساعدات من الولاية أو وكالة البيئة الفدرالية في أمريكا.

الطاقة النووية

تحصل محطات الطاقة النووية على الطاقة من المواد الإشعاعية في قضبان الوقود في المفاعل النووي؛ إذ تُنتج الطاقة عن طريق حركة قضبان الوقود، وتُستخدم هذه الطاقة في تحويل الماء إلى بخار الماء الذي يحرك **التوربينات** في مولدات الكهرباء للمحطة.

إذا تركت قضبان الوقود لتسخن بصورة كبيرة جدًّا، فقد تتسبب في إحداث ثقوب في حاوية المفاعل المحصنة والمتينة، وهذا ما يؤدي إلى غطس قضبان الوقود إلى أسفل المحطة؛ الذي سيؤدي بدوره إلى حدوث انفجار في المياه الجوفية، ومن ثم إلى رش مواد إشعاعية خطيرة في المناطق المحيطة بالمحطة.

وهذا ما حدث فعلًا في تشورنوبل في أوكرانيا عام 1986م؛ ففي ذلك الوقت، كانت تشورنوبل جزءًا من الاتحاد السوفييتي، وقد أطلقت المحطة النووية مواد إشعاعية حملتها الرياح، ونقلتها إلى معظم المناطق الشرقية والجنوبية لأوروبا، ثم ترسبت أغبرة من المواد الإشعاعية من الغيمة الإشعاعية على المنطقة الواقعة أسفل منها، وكانت بيلاروس وهي إحدى دول الاتحاد السوفييتي الواقعة شرق أوروبا أكثر المناطق التي تعرضت لخطر الإشعاع.

أدى التلوُّث النووي إلى إتلاف أربع مئة وأربعة وتسعين ألف فدان (200000 هكتار) من الأراضي الزراعية في تلك المنطقة، وأصبحت غير مستقرة بصورة تامة، وبقي معظمها غير مستقر في السنوات العشرين الأخيرة، ولوثت الغيمة الإشعاعية أيضًا الغابات في بيلاروس.

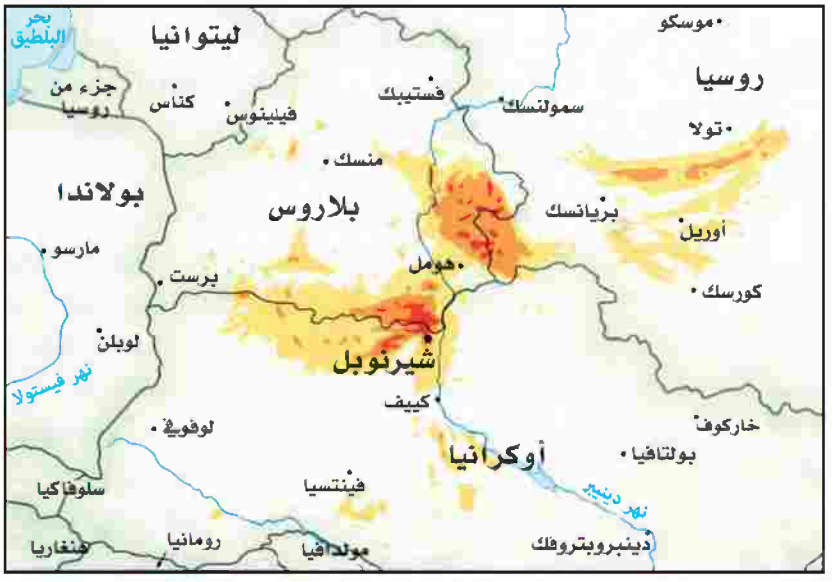
يُعد التخلص من الوقود النووي المستهلك مشكلة بيئية أخرى؛ إذ إن هذا الوقود غير مفيد، ويبقى مشعًّا؛ لذا يجب تخزينه في حاويات سميكة جدًّا ومتينة، ثم يُجمع بعد مدة زمنية في حاويات الوقود النووي المستهلك في مباني تخزين خاصة بالقرب من محطة الطاقة النووية.

أقر الكونجرس الأمريكي عام 2002 م خطة لتخزين آلاف الأطنان من النُّفايات النووية تحت جبل يوكا في نيفادا، ولكن بعض مواطني الولايات المتحدة اعترض على هذه الخطة.

حقيقة

يوجد أربع مئة وأربعون مفاعلًا نوويًّا في العالم، تنتج 16% من الطاقة الكهربائية في العالم.

محطة تشورنوبل للطاقة.



لوثت حادثة تشورنوبل مناطق واسعة من بيلاروس، وأوكرانيا، وروسيا، وتوضح هذه الخريطة تلوُّث سطح الأرض بسيزيوم 137، المشع بوحدات إشعاع تُسمى كوري.

تلوُّث التربة الناجم عن الزراعة

تشمل الزراعة الأساليب جميعها التي تؤدي إلى زيادة إنتاج المحاصيل والثروة الحيوانية، للحصول على الغذاء ومنتجات أخرى، مثل **الوقود الحيوي** وهو وقود سائل يتكون من مواد نباتية، وأكثر أنواع الوقود الحيوي الذي يستخدم على نطاق واسع هو **الإيثانول**، وهو كحول يُصنع من الذرة أو قصب السكر.

الزراعة باستخدام المواد الكيميائية

ينتج المزارعون في هذه الأيام كميات كبيرة من الغذاء أكبر مما أُنتج من قبل، مقابل نفقات باهظة على حساب البيئة؛ لذا يسعى بعض المزارعين إلى تنمية محاصيلهم باستخدام **أسمدة طبيعية** وطرق للتحكم في الآفات، بدلًا من استخدام المحسنات الكيميائية، ومع ذلك فإن كثيرًا من المزارعين المحدثين يضعون كميات ضخمة من الأسمدة الكيميائية في تربتهم لزيادة تنمية محاصيلهم، ويستخدمون أيضًا **مبيدات حشرية كيميائية** (مواد سمية لقتل الحشرات)، و**مبيدات فطرية** (مواد سمية لقتل الفطريات)، و**مبيدات عشبية** (مواد سمية لقتل الأعشاب الضارة).

إن معظم هذه المواد هي مواد تُصنع في المصانع، ولكن مع مرور الزمن يجري غسلها من التربة ونقلها إلى الجداول المائية، والأنهار، والخلجان، والمحيطات؛ حيث إن وجود المواد الكيميائية الزراعية في كلٍّ من الأراضي الزراعية والممرات المائية يؤدي إلى نتائج غير مُرضية.

تنتقل المواد الكيميائية الزراعية السامة في نهاية المطاف إلى المياه التي يشربها الإنسان، وقد قدَّرت منظمة الصحة العالمية (WHO)، وهي **إحدى وكالات الأمم المتحدة (UN)**، أن مليون حالة تسمم في العالم بسبب المبيدات الحشرية كل عام، ويمكن أن تسبب الأنواع المختلفة من السموم الزراعية تلفًا في الأعصاب، وسرطانات، وتشوهات خَلقية في المواليد، وتلفًا في الكبد، وأمراض الغدة الدرقية، وربما تتسبب في حدوث مرض السكري.

تُخزن معظم المواد الكيميائية الزراعية في كثير من الأحيان، في أماكن غير آمنة، وقد أدت هذه المشكلة إلى حدوث تلوُّث خطير في بعض البلدان الإفريقية؛ ففي دولة مالي وحدها، أدى تسرب المبيدات الحشرية المخزنة التي قُدرت كمياتها باثني عشر ألفًا وأربع مئة وأربعين جالونًا (85000 لتر)، إلى تلوُّث عدد من آبار مياه الشرب فيها، وفي تسعينيات القرن الماضي، استخدمت المبيدات الحشرية المعدة أصلًا لتنمية محاصيل القطن في دولة

يستخدم المزارعون المواد الكيميائية في قتل الفطريات، مثل فطر الصدأ، وغالبًا ما تنتقل هذه المواد الكيميائية إلى الإنسان عن طريق مياه الشرب.

يحفر العمال قناة بوصفها جزءًا من أعمال إعادة تشجير الغابة في هايتي، إذ يؤدي قطع الأشجار إلى انجراف التربة، ومن ثَمَّ حدوث الفيضانات والانزلاقات الأرضية.

غانا الإفريقية في تنمية المحاصيل الغذائية، وهذا ما عرض الناس الذين تناولوا هذه المحاصيل الملوثة بالمبيدات الحشرية السامة للخطر.

إزالة الغابات

تحدث أنواع مختلفة من التلوُّث الزراعي عندما يقطع الإنسان أعدادًا كبيرة جدًّا من الأشجار لتنمية محاصيلهم للحصول على الغذاء أو الطاقة؛ حيث تساعد جذور الأشجار على تثبيت التربة في مكانها، وتمنعها من الانجراف، وتعد الأشجار وغيرها أيضًا من النباتات ضرورية للحفاظ على خصوبة الأراضي.

قطع الناس في هيتا، وهي جزيرة في غرب الهند الأشجار جميعها تقريبًا، لاتخاذها وقودًا، وهذا ما أدى إلى إزالة الأشجار من الأرض الجبلية، ومن ثم فقدان التربة بالانجراف، ولا يوجد في هيتا سوى كميات قليلة من التربة الخصبة لا تكفي لتنمية أصناف جيدة من المحاصيل.

وأدى أيضًا فقدان التربة في هيتا إلى تفاقم الانهيارات الطينية والفيضانات فيها؛ ففي شهر مايو عام 2004م سقطت أمطار غزيرة أيامًا عدة، وهذا ما أدى إلى حدوث فيضانات ضخمة في جزيرة هيتا، تسببت في موت ألف وتسعة وخمسين شخصًا.

نظرة عن قرب

الملح يمكن أن يلوث التربة أيضًا

يمكن أن تتلوَّث التربة بالأملاح كما تتلوَّث بالمواد الكيميائية السامة عند وجود كميات كبيرة من الملح؛ فمثلًا يمكن أن يتراكم الملح في التربة عند ري الأراضي الزراعية باستمرار؛ إذ ينقل المزارعون كميات كبيرة من المياه إلى مزارعهم من مصادر خارجية، مثل البحيرات أو الجداول المائية، فإذا كانت المياه المستخدمة قليلة الملوحة، يتراكم الملح في التربة مع مرور الزمن باستمرار عملية الري بهذه المياه، وقد يصل تركيز الملح إلى حد السمية، بحيث لا يمكن للنباتات أن تنمو فيها، ويسبب تراكم الملح في التربة مشكلة كبيرة في بعض الأراضي الزراعية في المناطق الجنوبية الغربية للولايات المتحدة الأمريكية؛ حيث يُروى أكثر من نصف الأراضي الزراعية في نيفادا وكاليفورنيا وأريزونا ويوتا، وهذا يتطلب من المزارعين مراقبة تراكيز الملح في مياه الري؛ لحماية تربتهم من الفساد.

ما تلوُّث الماء؟

ملخص

تلوُّث الماء يؤذي الأجسام المائية جميعها في العالم، وقد تتلوَّث المياه بنُفايات الإنسان والحيوان والمواد الكيميائية والنِّفط؛ فالملوثات قد تسمم مستويات السِّلسلة الغذائية جميعها، عندما تدخل موارد المياه. ويمكن أن يبدأ تلوُّث المياه في مورد واحد كالجدول المائي أو النهر، ويصل في النهاية إلى أجسام مائية كبيرة كالمحيطات، ويعد تلوُّث البحار والمحيطات بالنُّفايات البلاستيكية مثالاً آخر على تلوُّث المياه.

لوث النِّفط الخام شاطئ بيروت في لبنان. ويمكن أن ينتقل تلوُّث الماء بعيدًا عن مصدره.

تغطي مياه المحيطات 70% من سطح الأرض، وتوجد المياه ساكنة أو متحركة على اليابسة في البحيرات، أو البرك، أو الأنهار، أو الجداول المائية، و 97% من مياه الأرض هي مياه ملحة، في حين أن 3% منها فقط هي مياه عذبة (خالية من الأملاح)، ومعظم المياه العذبة محتجزة على صورة جليد عند قطبي الأرض الشمالي والجنوبي.

تعتمد أشكال الحياة الأرضية جميعها على الماء لكي تعيش؛ لذا تكثر أشكال الحياة في المحيطات، وتوجد أيضًا على اليابسة؛ وتتركز حول المناطق المائية والرطبة؛ لذا فإن الحصول على مياه غير ملوثة مسألة بالغة الأهمية لكل فرد، وللمخلوقات الحية الأخرى جميعها على الأرض.

يحدث تلوُّث المياه عندما تختلط المياه بنُفايات الإنسان، والحيوان، والمواد الكيميائية السامة، والفلزات، والنِّفط، وبأي مواد ضارة، ويمكن للمياه في أي مكان على الأرض؛ في البحيرات أو الأنهار أو **المياه الجوفية**، أن تتلوَّث.

ينتشر تلوُّث الماء على الأرض من مكان إلى آخر؛ فمثلاً يمكن غسل المواد الكيميائية الضارة التي تلوِّث التربة بالجداول المائية أو الأمطار، فينتقل التلوُّث إلى المياه، وتصبح ملوثة، وينتقل تلوُّث الهواء أيضًا بسهولة إلى المياه، فيصيبها التلوُّث عندما تتجمع **الملوِّثات** على صورة غيوم، ثم يحدث الهطل فوق الأجسام المائية.

المحيطات

مع أن محيطات الأرض جميعها متصلة ببعضها، فإنها تُعد **موطنًا فريدًا** مـن نوعه، وهو المكان الـذي تعيش فيه كائنات حيـة، وتوجد المحيطات في المناطـق القطبيـة البـاردة، كما فـي المناطـق المدارية الدافئـة. وتختلف المحيطـات عن الأجسام المائية الأخرى بطرق متعددة؛ فمثلًا مياه المحيط ملحـة، وعمق المحيطات أيضًـا أكبر بكثير من غيرها مـن الأجسام المائية على سطح الأرض.

إن محيطات الأرض ضخمة ومتنوعة، وهي مسكن لأعداد لا حصر لها من أنـواع المخلوقات الحيـة، وهي عرضة للتلوُّث كغيرها مـن أشكال المياه على الأرض، وتعاني حاليًّا تغيرات بسبب التلوُّث الذي يسببه الإنسان، وتهدد هذه التغيرات حياة بعض أنواع المخلوقات الحية.

المياه العذبة

معظم نباتـات اليابسة وحيواناتهـا تحتاج إلى الميـاه العذبة لكي تعيش، ونظرًا إلى أنه لا يوجد سوى 3%من مياه الأرض عذبة، ومعظمها محتجزة في الجليد القطبي، فإن المياه العذبة مورد مهم جدًّا على الأرض، ويُعد الحصول علـى مياه صالحة للشـرب حاجة مُلحة لمعظم سـكان الأرض البالغ عددهم ستـة بلايين وست مئة مليون نسمة؛ فعندما تكون المجتمعات البشرية نتيجة إهمالهـا سببًا في التلوُّث، فهذا يؤدي إلى تقليل كمية المياه العذبة المتوافرة على الرغم من ندرتها.

يمكن أن تؤدي المياه الملوثة في الأنهار والبحيرات إلى نفوق الأسماك وغيرها من الحياة البحريَّة.

حقيقة

تشير تقديرات منظمة الصحة العالمية إلى أن ثلاثة بلايين شخص في العالم عام 2025م لن يحصلوا على ماء نظيف صالح للشرب، أما حاليًّا، فيوجد بليون شخص لا يستطيعون الحصول على ماء نظيف صالح للشرب.

تلوُّث الماء الناجم عن المواد الكيميائية

يشهد العالم اليوم تلوُّثا بالمواد الكيميائية التي صنعها الإنسان؛ إذ تُستخدم المواد الكيميائية في المصانع، لإنتاج المنظِّفات، والأدوية، ومستحضرات التجميل، وتستخدم كذلك في الزراعة وغيرها من الاستخدامات المتعددة. ولا يُستغرب أن مصير بعض هذه المواد الكيميائية سيكون في أنهارنا، وجداولنا المائية، وبحيراتنا، ومحيطاتنا، وكذلك في مياهنا الجوفية.

لم يكن الإنسان بعد مئة وخمسين سنة من بداية الثورة الاصطناعية في القرن السابع عشر، واعيًا الأثر البيئي لتلوُّث الأجسام المائية، ولكن منذ أواسط القرن العشرين، تزايد وعي الناس بأن مياه الأرض ثمينة ومورد حساس، أيْ إنها قابلة للتلوُّث والاستنزاف.

يمكن أن تنتقل ملوثات الماء بعيدًا فتلوِّث أجسامًا مائية أخرى.

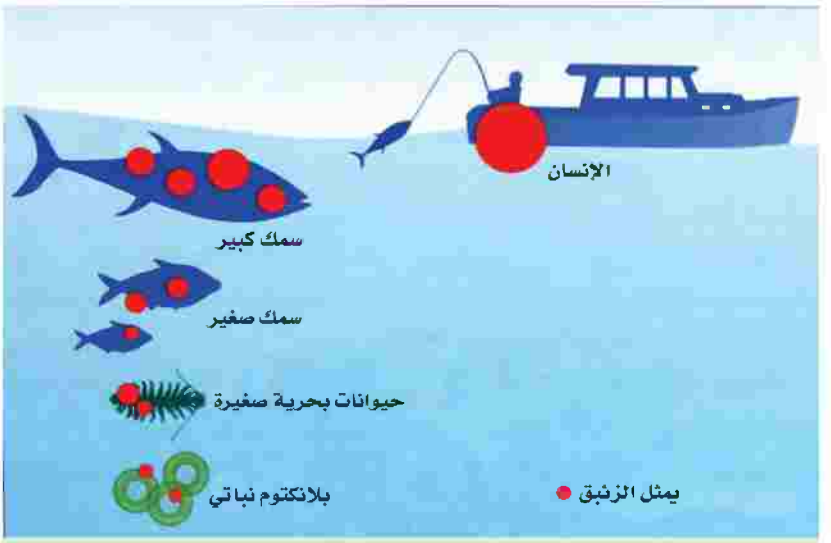
ما يهدد صحة الإنسان

يُعد تلوُّث الماء مسألة معقدة؛ حيث تتصل الأجسام المائية جميعها ببعضها بطريقة أو بأخرى؛ فالأنهار والجداول المائية تتدفق لتصب في الخلجان والمحيطات، حتى إن البحيرات المعزولة تتصل ببقية الأجسام المائية الأخرى من خلال المياه الجوفية؛ لذا يمكن أن ينتشر تلوُّث الماء مسافات بعيدة وعلى نطاق واسع.

إن جميع أنواع ماء الشرب النقية من أهم الاحتياجات الأساسية التي يحتاج إليها الإنسان والحيوانات، ونظرًا إلى أن التلوُّث ينتشر بسرعة في الماء، فلا بد أن معظم الناس في العالم قد شربوا ماءً ملوثًا بالنُّفايات أو الجراثيم أو المواد الكيميائية؛ فوفقًا لمنظمة الصحة العالمية (WHO)، فإن أكثر من نصف سكان المناطق الواقعة جنوب الصحراء الكبرى في إفريقيا، عاشوا في بدايات القرن الواحد والعشرين من دون مياه شرب نظيفة موثوق بها.

تلوُّث الأسماك والمأكولات البحرية

تنتشر السموم في الماء خلال **السِّلسلة الغذائية** للحيوانات البحرية، ويقصد بالسِّلسلة الغذائية مجموعة من المخلوقات الحية المترابطة ببعضها. تبدأ معظم السلاسل الغذائية في المحيطات (مخلوقات حية دقيقة تعيش على السطح) تصنع الغذاء من أشعة الشمس، وهذه المخلوقات الحية تأكلها مخلوقات حية أخرى، التي بدورها تأكلها أسماك صغيرة، التي تصير طعامًا للأسماك الكبيرة، وصولًا إلى أكبر مفترس في السِّلسلة الغذائية للمحيط.



يمكن أن يزداد تركيز الزئبق في الحيوانات التي توجد في المستويات العليا في السّلسلة الغذائية.

ويمكن أيضًا أن تتراكم الكميات القليلة من المواد الكيميائية، عندما تأكل الأسماك مخلوقات حية أصغر منها، وعندما تُؤكل هذه الأسماك بوساطة أسماك أكبر منها.

ظهرت مشكلة تلوُّث الأسماك في نهاية الخمسينيات والستينيات من القرن المنصرم، واضحةً بصورةٍ كبيرة في اليابان؛ حيث يعتمد غذاء الناس في المناطق الشاطئية في ميناماتا على الصيد المحلي للأسماك، وفي نهاية خمسينيات القرن الفائت، انتشر مرض غريب ومخيف في ميناماتا، جعل الناس يعانون تلفًا شديدًا في الدماغ وعدم القدرة على الحركة، وقد اكتشف الباحثون -بعد قيامهم بدراسة مستفيضة- أن الأسماك التي تَغذى عليها سكان ميناماتا كانت ملوثة بصورة كبيرة بالزئبق، ووجدوا أيضًا أن مياه خليج ميناماتا قد تلوَّثت منذ عام 1932م بنُفايات الزئبق التي ألقاها مصنع محلي للمواد الكيميائية.

بدأ المهندسون وخبراء التلوُّث العمل على تنظيف خليج ميناماتا من هذا التلوُّث عام 1968م، ولكن لم يُفعل شيء يذكر للناس الذين أصيبوا فعلًا بأمراض من جراء تسممهم بالزئبق.

ما زالت مشكلة التلوُّث بالزئبق مدعاة للقلق؛ فعام 2004م، أصدرت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية تعليمات وقائية، تحث النساء الحوامل والمراضع على الحد من تناول أسماك المحيطات، مثل سمك الماكريل وسمك أبو سيف.

نظرة عن قرب

يوم احتراق النهر

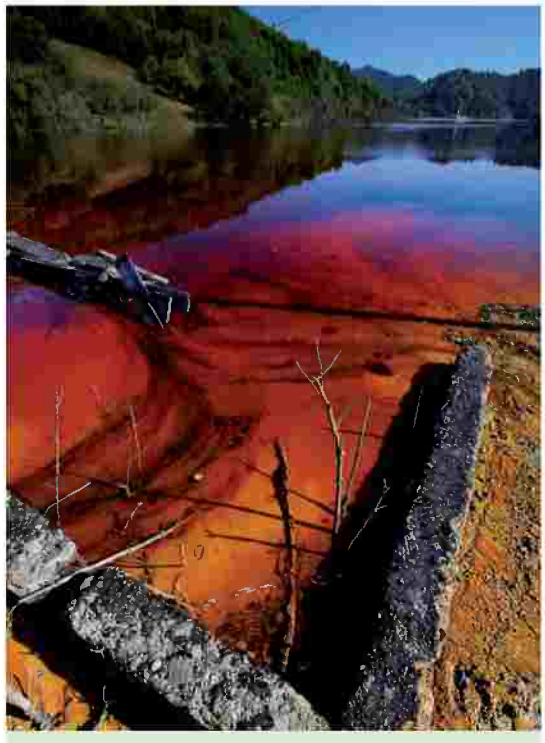
دُهش سكان كليفلاند في ولاية أوهايو في 22 يونيو عام 1969م، عندما شاهدوا نيرانًا أُضرمت في نهر كيوهوجا؛ لقد كانت مصانع عدة في المدينة تطرح مواد كيميائية في النهر، وقد أفادت التقارير المحلية أن النيران بدأت بالاشتعال عندما أوقد الشرر الذي يقدح من السكك الحديدية البقع النِّفطية على سطح النهر، وعلى الرغم من أن هذه ليست المرة الأولى التي يشتعل فيها نهر كيوهوجا، لكن تقارير أُعدت على نطاق واسع، وأصبحت مشكلة تلوُّث المياه هذه همًّا وطنيًّا، وعُدت هذه الحادثة عاملًا مهمًّا في إقرار قانون الماء النظيف في الولايات المتحدة الأمريكية؛ لتنظيم عملية طرح النُّفايات التي تلقيها الصناعات في الجداول المائية والأنهار.

تلوُّث الماء الناجم عن المصاهر

المِصْهَر هو محطة إنتاج مواد كيميائية تستخلص الفلزات من الخام الصخري؛ حيث ترتبط المصاهر بعمليات التعدين، وتشمل عمليات الصهر في العادة حرارة كبيرة، ومواد كيميائية سامة، مثل السِّيانيد أو حمض الكبريتيك.

تحتوي مواد الخام الصخري على كميات ضئيلة من الفلز المراد تعدينه؛ فما مقداره 90% من وزن الخام الصخري يمكن عدُّه مواد غثة (نُفايات)، توجد في مخلوط من المواد الكيميائية السامة- وتشمل عادة **الفلزات الثقيلة السامة** -التي تبقى أحيانًا في قاع البرك وأعلاها، وتُسمى **مخلفات البرك**، وهي النُّفايات الصلبة الناجمة عن المصاهر، وتمتد من الأسفل إلى الأعلى. وتزداد حموضة (ازدياد تركيز الحموض) المياه العادمة في برك المخلفات مع الزمن؛ بسبب احتواء الخام على مركبات الكبريت التي تتفاعل مع الهواء والماء مكونة حمض الكبريتيك، وتتسرب المياه العادمة عالية السمية هذه إلى التربة المحيطة بها، ويمكن أيضًا أن تُسكب في الجداول المائية والأنهار بسبب الإهمال، أو عند وقوع حوادث.

اعتاد سكان بيتشر أوكلاهوما بالقرب من منجم للرصاص والخارصين على مشاهدة مياه زاهية برتقالية اللون، وشم رائحة حمضية للمياه الجارية في جدول صغير يمر في بلدتهم. وعلى الرغم من أن المنجم قد أُغلق في المنطقة عام 1970م، لكن التلوُّث الناجم عنه ما زال موجودًا؛ لذا فقد رحل معظم سكان بيتشر في مطلع هذا القرن إلى مناطق أخرى بمعاونة من الحكومة الفدرالية، وفي هذه الأثناء سعت **وكالة حماية البيئة** (EPA) وغيرها من الوكالات الحكومية إلى تنظيف المنطقة من التلوُّث.



نهر في أكلاهوما يجري بلون برتقالي بعد طرح مياه عادمة وفلزات ثقيلة من منجم اجتاحته فيضانات.

تلوُّث الماء الناجم عن (POP's)

(POP's) أو **الملوثات العضوية الدائمة** هي مجموعة من **المواد الكيميائية العضوية** (المواد الكيميائية التي تحتوي على الكربون) الخطرة من صنع الإنسان وعددها ست عشرة مادة، وتمتاز هذه المادة بأنها لا تتحلل بسهولة، وسرعان ما تنتشر بسرعة في الماء، وتتراكم في أنسجة جسم الإنسان، ويعدُّ بعضها مواد قاتلة للحشرات؛ أي إنها **مبيدات حشرية**، وهذا يعني أنها ذات خطر على كثير من المخلوقات الحية.

ويُعد الديوكسين أحد مركبات (POP's)، وهو **منتج ثانوي** ناجم عن حرق مواد كيميائية معينة.

ثنائي الفينيل عديد الكلور (PCB's) هو مادة (POP's) الضارة؛ إذ تشير دراسات العلماء إلى أن هذه المادة قد تؤدي إلى سرطانات وتشوهات خلقية في المواليد، وتلف في الكبد، واضطرابات في الأعصاب. وتنتشر مادة (PCB's) على نطاق واسع؛ لذا فقد عثروا عليها حتى في طبقة الدهن في طيور بطريق القارة المتجمدة الجنوبية؛ وعليه، فقد منعت حكومة الولايات المتحدة الأمريكية عام 1979م إنتاج (PCB's)، ومنذ ذلك الحين أيضًا، اتخذ كثير من الدول هذا الإجراء.

تلوُّث الماء الناجم عن العقاقير الطِّبِّيَّة

حاليًّا، توجد آلاف من العقاقير الطِّبِّيَّة متوافرة للعلاج أو للوقاية من الأمراض، وتنتقل هذه المواد الكيميائية أحيانًا إلى المياه الجوفية والجداول المائية عن طريق مخلفات الإنسان التي تطرح في الصرف الصِّحي، ومن هذه المواد هرمون الأستروجين الذي يوجد في حبوب منع الحمل، وهو من المواد الكيميائية الحيوية، وله تأثيرات في **أجهزة التكاثر** للمخلوقات الحية.

ذكر علماء كنديون عام 2007م أن بعض الأسماك التي تعيش في الطبيعة قد تعرضت لهذا الأستروجين، وعلى هذا، فقد نمت بصورة غير طبيعية؛ فبعض ذكور الأسماك بدأت تنتج الهرمونات التي تفرزها الإناث فقط، في حين انخفض إنتاج الإناث للبويضة أو توقفت عن إنتاجها؛ لذا يحذر العلماء من زيادة تراكيز الأستروجين في المياه؛ لأنه سيؤدي إلى تناقص في جماعات الأسماك.

يزداد قلق العلماء ممَّا يسببه تلوُّث المياه في التشوهات الخلقية للحيوانات التي تعيش في المياه وانقراضها، وقد يكون تلوُّث الماء السببَ في التشوهات الخلقية (التغيرات في الشكل) للساق الخلفية لهذا الضفدع.

حقيقة

أجرت الأسوشيتدبرس دراسة عام 2007م، وتوصلت إلى أن هناك كميات قليلة جدًّا من العقاقير الطِّبِّيَّة المسموح بها وغير المسموح بها في موارد مياه الشرب على الأقل، لواحد وأربعين مليون شخص أمريكي، وأن التأثيرات الصِّحية لها، إن وجدت، غير معروفة.

الموت في الأنهار

الأنهـار جزء مهم من **الغلاف الحيوي** للأرض الداعـم للحيـاة؛ حيث تصـب فيها ميـاه الأمطار الساقطة على اليابسة، ومن ثم فهي تُعد جزءًا مهمًّا من دورة المياه فـي الطبيعة، وتحتوي -في وضعها الطبيعـي- علـى النباتـات والأسمـاك والحلزون، وغيرها من الحيوانات الصغيرة، وتساعد الإنسان علـى التنقـل، إضافة إلى أنها مصـدر من مصادر مياه الشرب.

جمعت الأسماك النافقة على طول نهر تيزا في يوغسلافيا، وقد حدث ذلك بعد تسرب مادة السِّيانيد وغيرها من الملوثات من منجم ذهب في رومانيا.

نظـام النهر هـو نهر مع جميـع روافده (جداول مائيـة صغيرة) التـي تصب فيه. إن ميـاه الأمطار الساقطـة على مساحات كبيرة مـن اليابسة تصب عـادةً في أنظمـة الأنهار، ويُعد نظام نهر الدانوب في شـرق أوروبا مثالاً على نظـام نهري، ويُعد نهر تيزا أحد روافـده الرئيسة كذلك؛ حيث تأتي مياه نهر تيزا والدانوب السفلي من مناطق في هنغاريا، ورومانيا، وكرواتيا، وسيبيريا، وبلغاريا.

في نهاية عام 2000م، تهدم سد يحتجز خلفه بركة نُفايات بجانب منجم قريب من بايا مير في رومانيا، فتسرب ستة وعشرون مليون جالون (100 مليون لتر)، من السوائل السامة إلى روافد نهر تيزا الصغيرة، ما أدى إلى تلوُّث مياه النهر المتدفقة فيه؛ حيث إنها محملة بمواد سامة، فتلوَّث مصب (مكان التقاء الرافد مع النهر) نهر تيزا مع نهر الدانوب، فانتقلت المواد السامة من منطقة المصب في نهر الدانوب لتصل في النهاية إلى البحر الأسود، وقد استغرقت هذه الرحلة التي قطعت مسافة ثماني مئة ميل تقريبًا (1250 كيلومترًا تقريبًا) شهرًا واحدًا.

كانـت معظم السموم التي تركزت في بركـة النُّفايات من مادة السِّيانيد، وهي أحد السموم القاتلة المعروفة؛ إذ تتدفق موجة السِّيانيد نحو أسفل النهر، فتقتـل أي شـيء يعترضها في أثناء مسيرها، وقد قاسـ خبراء البيئة تراكيز السِّيانيـد في بعض المواقع فـي نهر تيزا، فوجدوا أنهـا أكبر من المستويات الآمنـة للكائنات الحية بسبع مئة مـرة، وتُعد الدول الثلاث: رومانيا وهنغاريا وسيبيريـا (ثم يوغسلافيـا) من أكثر الدول التي تأثـرت بصورة مباشرة من خطر السِّيانيد.

نفقـت ملايين عدة من الأسماك في هذه الكارثة، وقد جرى التخلص من معظم هذه الأسماك الميتة بحرقها أو بطمرها، وقدَّرت وزارة البيئة الهنغارية

أن ألفًا ومئتين وأربعين طنًّا من الأسماك النافقة في نهر تيزا في هنغاريا كانت بسبب السِّيانيد المتدفق في النهر.

يقدر الخبراء أنه لو استردت بعض جماعات الأسماك لاحتاج هذا إلى سنوات عدة، وقد أُغلقت مصانع صيد الأسماك المقامة على ضفاف الأنهار إلى أجل غير مسمى في كلٍّ من: رومانيا وهنغاريا وصربيا (بلغاريا في حينها).

وكذلك، فإن مياه الشرب مهددة بالخطر من تسمم السِّيانيد؛ فعندما اقتربت موجة السِّيانيد سوزولنوك في هنغاريا، أغلقت السلطات محطة مياه المدينة التي تسحب المياه من نهر تيزا، واتُّخذت أيضًا إجراءات مشابهة في مجتمعات أخرى للحد من التعرض للتلوُّث، ويحذر الخبراء في المنطقة المحيطة في بايا مير في رومانيا من مياه الصرف الصِّحي من مخلفات برك يحتمل أنها تسربت إلى الآبار المزودة لمياه الشرب، وعلى الرغم من أن التقارير لم تشر إلى إزهاق أرواح في هذه الكارثة، فإن التأثيرات الطويلة المدى للسم في سكان المناطق المتضررة غير معلومة.

تتحلل مادة السِّيانيد بسرعة في الطبيعة؛ وعليه، فإن المياه الملوثة عند المصب في بعض روافد النظام النهري تكون قد خلت من التلوُّث بالسِّيانيد. ولكن وجد أن هناك تراكيز مرتفعة للفلزات الثقيلة، مثل الرصاص والزرنيخ في طين طبقة النهر في عدد من الأماكن، وهذا ما جعل خبراء البيئة قلقين من تأثير هذا التلوُّث على المدى الزمني البعيد.

وعلى الرغم من أن الدرس المستفاد من بايا مير كان واضحًا، فإنه إذا حدث تهاون في محطة اصطناعية واحدة أو خلل في إجراءات السلامة، فقد يؤدي ذلك إلى تدهور البيئة، ونفوق الأسماك في جميع أنحاء نظام النهر كله الذي يمتد مئات أو آلاف الأميال.

التلوُّث الناجم عن الرافد الصغير لنهر تيزا، شق طريقه ليصب أخيرًا في نهر الدانوب والبحر الأسود.

حقيقة

عام 2007م، قام معهد بلاك سميث (وهو منظمة بيئية مستقلة) عشرة أماكن تُعد أكثر الأماكن تلوُّثا في العالم، وكان السبب الرئيس لتلوُّث خمسة أماكن منها، التعدينَ ومعالجةَ الفلزات (تصنيعها).

استخدم السكان المحليون الدلاء لجمع النِّفط الخام بعد تسربه في كوريا الجنوبية؛ حيث تعد إزالة الانسكابات النِّفطية أمرًا صعبًا، وتتطلب نفقات باهظة.

تلوُّث الماء الناجم عن مصانع الطاقة

توجد طرق عدة لتوليد الطاقة واستهلاكها، تسبب تلويث هواء الأرض وتربتها، ويُعد استهلاكنا الطاقة أيضًا خطرًا على مياه الأرض.

البترول أو ما يُسمى **النِّفط** هو أحد أهم موارد الطاقة المتوافرة لدينا، فهو **وقود أحفوري**، حيث تُحفر آبار النِّفط في أماكن متفرقة من الأرض، وتشمل المناطق الغنية بالنِّفط شبه الجزيرة العربية، والبحر الشمالي، وروسيا، وفنزويلا، ونيجيريا، وهذه الأماكن بعيدة عن المناطق المكتظة بالسكان التي تستخدم معظم النِّفط؛ مثل المدن في الولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا، والهند، والصين. ويُحمل النِّفط ويُنقل إلى أنحاء العالم مرورًا بممرات النقل البحري باستخدام سفن ضخمة عابرة للمحيطات تُسمى الناقلات، ويمكن لبعض هذه الناقلات حمل اثنين وأربعين مليون جالون أو (159 مليون لتر) تقريبًا من **النِّفط الخام**.

الانسكابات النِّفطية

على الرغم من أن مشغلي الناقلات مُدربون جيدًا، وعلى وعي تام بإجراءات السلامة، فإن حوادث الناقلات قد تحدث أحيانًا في البحر؛ فإذا حدث خرق في الناقلة، فقد تتسرب ملايين الجالونات من النِّفط إلى البحر، ملوثة الشواطئ القريبة. إن تأثير تسرب النِّفط يمكن عده كارثة؛ حيث يسمم الحيوانات البحرية؛ مثل: السمك، والمحار، وثعالب الماء والفُقمات. وعندما يصل إلى المناطق الشاطئية، فإنه يقضي على الحيوانات الصغيرة التي تعيش في الرمل.

ويؤدي النِّفط أيضًا إلى تلف ريش الطيور البحرية وانسدادها، وقد تغرق الطيور أو تموت إذا تعرضت للمواد السامة، وإذا أصيب قاع البحر أو الشواطئ ببعض المواد السامة، فيمكن أن يبقى ملوثًا بها سنوات عدة.

التلوُّث الحراري

كلمة حراري مأخوذة من الحرارة، وهي تشير إلى التدفئة وارتفاع درجة الحرارة. ويحدث **التلوُّث الحراري** بسبب زيادة درجة حرارة الماء الذي يُصرف في الأنهار أو البحيرات، أو الجداول المائية، وعلى الرغم من أن المياه قد تكون نظيفة، لكنها تُعد ملوثة إذا كانت درجة حرارتها مرتفعة؛ لأنها تخل بحياة المخلوقات الحية.

تستخدم محطات الطاقة مصادر المياه القريبة منها، من أجل الحفاظ على معداتها من السخونة الشديدة؛ لذا تُمرَّر المياه من خلال أنابيب لنقل الحرارة من أجزاء الآلات الساخنة إلى المياه، ثم يجري تصريف المياه الساخنة من المحطة.

يمكن أن تؤثر المياه الساخنة في المخلوقات الحية بطرق مختلفة،ولما كانت هذه المياه الساخنة لا يمكنها الاحتفاظ بكميات كبيرة من غاز الأكسجين الذائبة مقارنة بالمياه الباردة، فإنها تضر بالأسماك والنباتات المائية لنقص كمية الأكسجين الذائب في الماء، وتربك أيضًا الأسماك التي تعتمد على التغيرات في درجات الحرارة الموسمية في تحديد مكان التزاوج. أما إذا كانت المياه ساخنة جدًّا، فقد تُصاب الأسماك وغيرها من المخلوقات الحية بالغيبوبة، ومن ثَمَّ الموت.

توضح هذه الخريطة مواقع أضخم عشرين انسكابًا نفطيًّا في التاريخ، وتبين أيضًا موقع انسكاب إكسن فالدز، وهو أضخم انسكاب نفطي في تاريخ الولايات المتحدة الأمريكية.

حقيقة

حدث أكبر انسكاب نفطي في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1989م، عندما تسرب من ناقلة النِّفط إكسن فالديز أحد عشر مليون جالون (42 مليون لتر) من النِّفط الخام إلى برنس وليم ساوند في آلاسكا، واستغرق تنظيف المنطقة من الانسكابات النِّفطية ثلاث سنوات، وأُنفق على تنظيفها ما يزيد على بليوني دولار.

يحاول العمال تنظيف بحيرة في الصين من الطحالب الخضراء، حيث يمكن أن يسبب التلوُّث الزراعي الازدهار الطحلبي بكميات كبيرة، التي تقتل بدورها الأسماك وغيرها من المخلوقات المائية الأخرى.

تلوُّث الماء الناجم عن الزراعة

تشمل الزراعة جميع الطرق التي ينمي بها المزارعون المحاصيل الزراعية والثروة الحيوانية، وتشهد الأنشطة الزراعية في هذه الأيام كغيرها من الأنشطة البشرية، تطورًا صناعيًّا كبيرًا، تستخدم فيه التقنيات الحديثة على نطاق واسع، حيث يزرع الفلاحون مساحات شاسعة من الأراضي باستخدام **الأسمدة الكيميائية** لتنمية محاصيل عالية الإنتاجية، ويستخدمون أيضًا مواد كيميائية أخرى، وهي **المبيدات الحشرية** لمكافحة الحشرات، و**المبيدات الفطرية** لمكافحة الأمراض، و**المبيدات العشبية** لقتل الأعشاب الضارة.

ومع مرور الزمن، تُغسل التربة من الملوثات الزراعية بمياه الأمطار وتُنقل إلى الجداول المائية والأنهار، فتنقلها أنظمة الأنهار إلى الخلجان أو المحيطات. ولما كانت المياه الجارية تنقل هذه الملوثات الزراعية، فإنها تجمع تراكيز مرتفعة من المواد الكيميائية في المياه الشاطئية التي تلوُّث بدورها بصورة كبيرة المأكولات البحرية التي يتغذى عليها الإنسان؛ كالرخويات، والمحار، والجمبري، وسرطان البحر، وأنواع أخرى من الأسماك التي تعيش في هذه المياه.

قد تسمم المواد الكيميائية مثل المبيدات الحشرية والمبيدات العشبية بصورة مباشرة الحيوانات المائية، وعلى الرغم من أن الأسمدة الذائبة في المياه قد تسبب أضرارًا بالغة بطرق متعددة، فإنها تقدم مواد مغذية تساعد على النمو السريع لبعض أنواع الطحالب، وهي مخلوقات حية مائية صغيرة تشبه النباتات؛ فعندما تُوفَّر هذه المغذيات للطحالب، تتكاثر منتجةً جماعات كثيرة، وتُسمى هذه الظاهرة **ازدهار الطحالب**.

تكـون الطحالب كتلة كثيفة علـى سطح الماء تمنع دخـول أشعة الشمس، ومع زيادة نمـو الطحالب، فإن كميات أكبر منها ستموت، وتستهلك البكتيريا التـي **تحلـل** الطحالب الميتـة الأكسجين الذائب في الماء الـذي تعتمد عليه مخلوقـات حية أخرى، وتطلق أيضًا بعض أنواع الطحالب مواد سامة؛ ونتيجة لذلك فإن ازدهار الطحالب يؤدي إلى قتل أعداد كبيرة من الأسماك، والمحار ومخلوقات حية أخرى.

تُعد مصانع المواد الزراعية من العوامل التي تسهم في التلوُّث، من خلال ضخ المواد المغذية التي تُنتج في المصانع لزيادة أعداد الدواجن والماشية، وغيرها من الحيوانـات في مساحات صغيرة من الأراضي؛ لذا فإن التخلص مـن نُفايات الحيوانـات يسبب مشكلة بيئيـة خطيرة؛ ففي معظـم الحالات، تُجمـع نُفايات الحيوانات من ضمن عمليات المزرعة، وتُخزن في برك تُسمى المستنقعـات، وهذه النُّفايات قد تُغسل بالميـاه، أو تتسرب لوجود ضعف في الخزانـات، أو نتيجة لسقـوط أمطار غزيرة. ونُفايـات الحيوانات كالأسمدة الكيميائيـة؛ تحفز نمـو الطحالب الضارة بصـورة كبيرة التكاثـر في المياه الساحلية.

حقيقة

عام 1995م، تدفق من بحيرة نفايات الخنازير في ولاية كارولينا الشمالية خمسة وعشرون مليون جالون (95 مليون لتر) من الـروث إلـى النهر الجديد. قتل تسرب الـروث عشرة ملايين سمكة، وأغـرق ثـلاث مئة وأربعة وستين ألف فدان (147300 هكتار) من المناطق الساحلية أمام صيد المحار والأصداف.

تحوي زرائب الحيوانات في المصانع آلاف الحيوانات. وتجمع فضلاتها في برك كبيرة جدًّا قد تتسرب منها الفضلات إلى مصادر المياه.

تلوُّث المياه الناجم عن المياه العادمة

المياه العادمة هي مياه تحتوي على نُفايات الإنسان الآتية من المصارف والمراحيض في المنازل، والمطاعم، والمكاتب، والمصانع، وتحتوي هذه المياه عادةً على كميات قليلة من المواد الصلبة، ومواد ذائبة لا يمكن رؤيتها، وتحتوي هذه المياه أيضًا على البكتيريا المسببة للأمراض ومواد كيميائية ضارة؛ حيث تأتي هذه المواد الكيميائية من المصانع أو المحطات الصناعية، أو مواد التنظيف المنزلية.

يوجد في كثير من المدن والمحافظات محطات معالجة للمياه العادمة، وتستخدم هذه المحطات الطرق العلمية للتخلص من السموم والملوثات، وقتل الجراثيم؛ حيث تُطرح المياه العادمة في كثير من مناطق العالم من دون معالجتها في المسطحات المائية، فتتسبب في القضاء على الأسماك والنباتات.

تسبب كل من المياه العادمة المعالجة وغير المعالجة زيادة المواد المغذية في المسطحات المائية إلى مستويات غير آمنة؛ لذا فالمياه العادمة كالنُّفايات الزراعية، يمكن أن تسبب النمو السريع للطحالب الضارة التي تؤدي إلى استنزاف الأكسجين الذائب في الماء، وقتل المخلوقات الحية الأخرى.

إن تلوُّث المياه بالمياه العادمة غير المعالجة يمكن أن يؤدي إلى تفشي الأمراض؛ لذا يُعزى موت العشرات من الناس في زيمبابوي عام 2006م، إلى تفشي مرض الكوليرا الناجم عن المياه العادمة.

انتشار الأمراض

من أكبر الاحتياجات البشرية في عالمنا اليوم عدم توافر مياه الشرب النظيفة بكميات كافية؛ فبعض البلدان النامية لا تمتلك أنظمة مياه حديثة، ولا محطات معالجة المياه العادمة؛ فالناس الذين يعيشون في القرى في كثير من بقاع العالم قد يحصلون على المياه من الأنهار والجداول المائية، أو من مياه آبار غير موثوق بنظافتها، وأحد الأخطار الرئيسة الناجمة عن شرب مياه غير معالجة، أو مياه غير نظيفة هو الإصابة بالأمراض التي تنتقل بالمياه؛ مثل مرض الكوليرا، وهو مرض بكتيري خطير يُصيب الأمعاء، ومن الأعراض الرئيسة لهذا المرض الإسهال، فإذا لم يعالج المريض علاجًا مناسبًا، فإنه سيموت بسبب الجفاف (عدم وجود كميات كافية من المياه في الجسم؛ لكي يقوم بوظائفه على نحوٍ سليم) الذي ينجم عن الإسهال.

ووفقًا لتقارير منظمة الصحة العالمية (WHO)، يوجد مليونا شخص تقريبًا في العالم يموتون سنويًّا من جراء مرض الكوليرا الذي ينتقل بالمياه، ويقدر خبراء WHO أن 90% من الأمراض تنتج بسبب موارد المياه غير الآمنة التي ينبغي منع استخدامها.

ومن الأمراض الأخرى التي تنتقل بالمياه مرض حمى التيفوئيد الذي يصيب الناس الذين لا يتمكنون من الحصول على مياه شرب نظيفة، وقد يؤدي هذا المرض إلى ارتفاع درجة الحرارة ثُمَّ إلى الوفاة. والبلهارسيا أيضًا مرض خطير، وأحيانًا قد يكون قاتلًا، وينجم هذا المرض عن ديدان صغيرة معلقة في مياه غير نظيفة، وينتشر بصورة رئيسة في مناطق إفريقيا الواقعة جنوب الصحراء الكبرى.

إن الكوليرا، وحمى التيفوئيد، والبلهارسيا أمراض يمكن الوقاية منها كليًّا، ومع ذلك لا يمكن الوقاية منها دائمًا في المناطق الريفية والمجتمعات التي تتوافر فيها مياه شرب نظيفة، وينتشر كل من هذه الأمراض عن طريق المياه العادمة التي تلوُّث مياه الشرب، وتحدث عملية التلوُّث هذه في معظم الأحيان في المناطق المنخفضة؛ حيث تكون المياه الجوفية قريبة جدًّا من سطح الأرض؛ إذ يمكن أن تتسرب المياه العادمة في جوف الأرض، وتصل آبار المياه الجوفية إذا لم تتوافر في هذه المناطق مياه نظيفة، ونظام لتصريف المياه.

يفحص العلماء والمسؤولون في الصحة العامة موارد المياه؛ لملاحظة هل تحتوي المياه على مخلوقات حية دقيقة خطيرة.

حقيقة

تقدر منظمة الصحة العالمية أن نحو 290589 جالونًا (1.1 مليون لتر) من المياه العادمة غير المُعالجَة تُطرح في نهر الكنج في الهند كل دقيقة.

سلامة المحيطات

تغطي المحيطات 71% من سطح الأرض، وتحتوي على 97% من جميع مياه الأرض، ولما كانت المحيطات مسطحات مائية ضخمة جدًّا، فإن الناس يعتقدون أنها تمتص الملوثات بصورة مستمرة من دون إلحاق أضرار جسيمة بها، لكن العلماء اكتشفوا أن المحيطات حاليًّا أصبحت أقل قدرة على تحمل الأخطار أكثر مما نتصور.

تنتهي الملوثات في نهاية المطاف في المحيطات؛ لذا قد يتلوَّث سمك التونا في شبكة الصيد هذه بالزئبق، وهو فلز ثقيل سام.

فمياه المحيطات مالحة، لا يمكن استخدامها في الشرب من دون عملية تتطلب نفقات باهظة تُسمى التحلية التي تعمل على إزالة الأملاح من الماء، ولكن مياه المحيطات تحتوي على تنوع هائل من المخلوقات الحية؛ إذ تتراوح من مخلوقات حية وحيدة الخلية إلى الحبار الضخم والحوت، لكن جماعات كثير من الأنواع البحرية آخذة في التناقص، سواء من خلال الآثار الناجمة عن الصيد الجائر أو من التلوُّث.

المياه المثقلة بالمغذيات

تنتقل المغذيات من الأسمدة في المزارع، أو من المياه العادمة إلى الأنهار، وتصب أخيرًا في الخلجان أو المحيطات؛ إن هذه المواد تساعد على الظهور المفاجئ للازدهار الطحلبي؛ حيث تسبب كتل الطحالب استنزاف الأكسجين في المياه أسفل منها، وهذا ما يؤدي إلى هروب الحيوانات المائية أو خنقها، مكونة ما يعرف **بنطاق الموت**، وقد تعرف العلماء في بداية القرن الواحد والعشرين أكثر من خمسين نطاقًا للموت في المياه الشاطئية في جميع أنحاء العالم، وبعضها يحدث بصورة موسمية في الطبيعة؛ ففي فصلي الصيف والربيع من كل عام، يُلاحظ تكون نطاق موت كبير في خليج المكسيك؛ إذ يحمل نهر المسيسبي كميات كبيرة من النُّفايات الزراعية، وينقلها إلى البحر، أما في فصل الخريف، فيتلاشى نطاق الموت عندما تنتشر التيارات في خليج المكسيك، فتقل كمية النُّفايات المغذية.

الفلزات الثقيلة

تُعد الفلزات الثقيلة مثل الزرنيخ والرصاص والزئبق مواد ضارة، ولاسيما بالمخلوقات الحية، وتطلق هذه المواد السامة من محطات إنتاج الطاقة،

طرح القمامة في المحيطات يمكن أن يلوث الشواطئ، ويهدد المخلوقات الحية في الطبيعة.

ومحطات إنتاج المواد الكيميائية وعمليات التعدين، وغيرها من المصادر.

تـذوب هذه الفلزات فـي الماء، وتنتقـل مئـات أو آلاف الكيلومترات عبر الأنهار والجـداول المائية، وفي نهاية المطاف تصـب في المحيط. وتتراكم الفلـزات الثقيلة عادة في السِّلسلة الغذائية في المحيط؛ لذلك فإن الأسماك التي تتغـذى من هذه السلسلة يمكن أن تحمل كميـات من السموم الخطيرة. لقـد أظهرت مأساة مينامـاتا في اليابان فـي أواسط القرن العشرين بوضوح تام كيف تتلوَّث المحيطات بالفلزات الثقيلة الضارة (انظر صفحة 37).

تكون الحموض

يمكـن أن تتفاعـل **انبعاثات** محطات الطاقـة، والمصانـع، والسيارات مع رطوبـة **الغلاف الجوي** لتكون **المطر الحمضـي** الذي يؤدي إلى دمار اليابسة علـى نطاق واسع، ولكنه يُعد خطرًا علـى الحياة في المحيط، وفي الوقت الذي تسقـط فيه الأمطـار الحمضية من الغيمة على اليابسـة، تُسقط الغيمة نفسها الأمطـار الحمضيـة على المحيطـات. وتنتقل أيضًـا هذه الأمطـار الحمضية التـي تسقـط على اليابسة عبـر الأنهار والجـداول المائية، وتصـب أخيرًا في المحيطات.

يمكـن أن يتكـون الحمض مـن خلال تفاعـل كيميائي بين ميـاه المحيط و**ثانـي أكسـيد الكربون** في الهواء، ومع مـرور الزمن ترتفع كمية ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، وبذلك يرتفع مستوى حمضية المحيطات أيضًا.

يعتقد كثير مـن العلماء أن محيطات الأرض قد ارتفعت حمضيتها بالفعل قليلًا خلال القرن الماضي، فإذا استمرت حمضية المحيطات بالازدياد، فإن بعض الحيوانـات والنباتات المائية ستموت؛ إذ إن بعض المخلوقات الحية لا تستطيع العيش عند زيادة حمضية المياه.

نظرة عن قرب

فضلات البلاستيك

فضلات البلاستيك ضارة بالمحيط؛ لأنها لا تتحلل بسهولة، وقد تتشابك أيضًـا المخلوقات البحرية؛ مثل: طيور البحر والسلاحف والفقمات والحيتان وغيرها بشبكات البلاستيك والأكياس ومواد التغليف البلاستيكية. وأحيـانًـا، تـأكل بعض الحيـوانـات المائية المـواد البلاستيكية خطأً على أنها طعام، فتسد فيها فتحة الجهاز الهضمي، وهذا ما قد يؤدي إلى موتها بسبب الجوع. إضافة إلى أن النُّفايات البلاستيكية تنقل إلى المناطق الساحلية، فتقلل من جمال البيئة الشاطئية وجاذبيتها.

لقد غُمرت معظم نيو أورليانز بالفيضان بسبب فشل السدود في أعقاب إعصار كاترينا، فغطت مياه الفيضانات المدينة بمواد كيميائية سامة.

عندما تحدث الكارثة الطبيعية

يمكن أن تتفاقم التأثيرات السلبية للتلوُّث بصورة كبيرة عند حدوث الكوارث الطبيعية، لقد أصبح الناس في الولايات المتحدة الأمريكية على بينة من هذا الواقع المرير في أعقاب إعصار كاترينا المدمر الذي أصاب مدينة نيو أورليانز، ومناطق أخرى من لويزيانا، وسواحل خليج الميسيسبي في أغسطس عام 2005م.

تحرك إعصار كاترينا البحري من خليج المكسيك إلى منطقة نيو أورليانز في الساعات المبكرة بتاريخ 29 أغسطس من عام 2005م، وبعد عبور مركز الإعصار البحري نيو أورليانز، ضُربت سدود المدينة (جدران لحجز المياه خلفها)، وتكسرت بالعاصفة المصاحبة لها، أو تجاوزتها في مواقع عدة، ونظرًا إلى أن مستوى معظم مدينة نيو أورليانز أقل من منسوب سطح البحر، فقد فاضت المياه بسرعة، وغمرت 80% من مساحة المدينة.

بقيت مدينة نيو أورليانز مغمورة بمياه الفيضانات، وأُخليت معظمها من السكان أسابيع عدة؛ لذا بقيت مياه الفيضانات راكدة فيها مدة طويلة، فامتصت المواد الكيميائية السامة، ونشرتها في المنطقة. وقد يستحيل معرفة انتشار التلوُّث بصورة كاملة في المنطقة كلها.

يخشى خبراء البيئة في أعقاب حادثة كاترينا، وجود خمسة مواقع على الأقل، تحتاج إلى تمويل من خلال برنامج السوبرفاند، وهي التي غمرتها مياه الفيضانات في جنوب شرقي لويزيانا وسواحل المسيسيبي. (للمزيد من المعلومات عن برنامج السوبرفاند، انظر صفحة 53).

وقد حُدِّدت مصادر عدة للتلوُّث بالمواد السامة في نيو أورليانز، ولكن تأثيرها التدميري لا يذكر إلا بعد ضخ مياه الفيضانات في المدينة؛ فعلى بُعد

ميليـن إلى الشمـال من القطاع التجـاري المركـزي للمدينـة، انتشـرت السمـوم مـن **مكب نُفايـات** زراعية، عندما تسربت الميـاه الراكدة من خلال طبقة واقية.

ففـي مـصـفـاة الـبـتـرول ميـرواكس في شـارع بيرنارد باريش المملوكة لشركة نفط مـورفـي الأمـريـكـيـة، جُـرفت خـزانـات نـفـط ضخمة كانت فوق الأرض، وتصدعت بفعل المياه المتحركة، وهذا ما أدى إلى تسرب مليون جالون (3.8 ملايين لتر) من النِّفط الخام إلى دوامـات مياه الفضيانات. ويقدر الخبراء أن ألفًا ومئتي منزل من المنازل المجاورة قد تلوَّثت بشدة من جراء البقع النِّفطية.

الفيضـانات الناجمة عن إعصار كاترينا نشرت المواد السامة التي سببت التلوُّث على جزء كبير من نيو أورليانز، وأعاقت الجهود المبذولة لحماية البيئة.

وهنـاك قلق كبير لدى خبراء البيئة بشأن مرفق نافال كونستركشن باتلشن سنتـر في جولفبـورد الميسيسيبـي الذي غمرتـه المياه في حادثـة كاترينا؛ فقـد استُخدم هـذا المرفق فـي أواخر الستينيـات والسبعينيـات من القرن الماضـي فـي تخزيـن المبيـدات العشبيـة من إنتاج شركة إيجنـت أورانج التي كانت تُستخدم في تجريـد الغابة مـن الأوراق فـي أثناء حرب فيتنـام، ومـع مرور الزمـن تسرَّب هـذا المبيد العشبـي من بعض الخزانـات المكسـورة إلى التربة المجاورة، حيث طُـرح الديوكسين فيها، وهذا ما أظهرته عينـات التربة التي أُخذت بعد حادثة كاترينا؛ حيث وجد أن التربة تحتوي على تراكيز مرتفعـة من الديوكسين فـوق المستوى المسموح به.

نظرة عن قرب

ما مصير مناطقنا الرطبة؟

المنـاطق الرطبـة كالمستنقعات والسبخات، هي مناطق تبقى المياه فوق تربتها معظم أيام السنة، وتشبه الإسفنج؛ لأنها تمتص كميات كبيرة من المياه. إذا كانت الأراضي الرطبة وفيرة وسليمة، وتعرضت لكميات هائلة من مياه الأعاصير البحرية -سواء أكانت من موجات العواصف أم الأمطار- فيمكنها أن تمتص بعض هذه المياه. وبعد أن ضرب الإعصار كاترينا عام 2005م، لاحظ العلماء أن الجنوب الشرقي للويزيانا قد فقد مساحات كبيرة من المناطق الرطبة التـي تـطـورت منـذ عـام 1960م، وافترضوا أن هذه المدينة قد تنجو من الأضرار لو أن المناطق الرطبة امتصت موجة كاترينا.

التنظيف والوقاية

ملخص

التنظيف والوقاية: يطور العلماء باستمرار مواد كيميائية، ومعدات، وآلات لتنظيف البيئة من التلوُّث، ومع ذلك فإن الحدَّ من التلوُّث أكثر أهمية، ويمكن أن تساعد الحكومات بوضع الحدود المسموح بها لكمية الانبعاثات التي تنتجها المصانع، ويمكن للصناعات أن تساعد إذا استخدمت أشكال طاقة نظيفة، ويمكن للأفراد أيضًا أن يساعدوا عندما لا يُسرفون في استهلاك الطاقة.

الانسكابات النِّفطية في مياه المحيط مدمرة، ولاسيما للطيور التي تعيش على الشاطئ، مثل طيور البطريق في جنوب إفريقيا.

تطرح المصانع المواد الكيميائية في المجاري المائية، وتتجمع مياه الصرف الزراعي في الخلجان؛ وهذا ما يؤدي إلى **ازدهار الطحالب** السامة، ويؤدي تحطم ناقلات النِّفط بسبب العواصف العنيفة إلى انتقال كميات ضخمة من النِّفط إلى الشواطئ القريبة.

إن منع وقوع مثل هذه الكوارث البيئية أمر مُرحب به جدًّا، ولكن يتعين على الناس أن يكونوا قادرين على مواجهة الحوادث التي تحصل.

طرق التنظيف

يطور العلماء والمهندسون باستمرار **طرقًا للمعالجة** للتعامل مع كارثة التلوُّث. وتعني كلمة المعالجة (التنظيف)، أما طرق معالجة التلوُّث فتعتمد على ما توصلت إليه التقنية لتنظيف كل من اليابسة والبحر والهواء الذي لحق به الضرر من جراء التلوُّث، وفي هذه الأيام تعد الهندسة البيئية من أكثر المجالات الهندسية تطورًا؛ لأنها تختص بمعالجة التلوُّث.

يمكن أن يؤدي تسرب نفطي كبير إلى تلوُّث كارثي لقاع المحيط وللشواطئ؛ لذا يبذل العلماء جهودًا كبيرة لتطوير تقنيات لتنظيف المياه من الانسكابات النِّفطية بكفاية وبدقة قدر الإمكان؛ لقد استطاع المتطوعون التقاط طيور البحر وغيرها من الحيوانات وتنظيفها وإنقاذها، ويصف صندوق (نظرة عن قرب) في صفحة 53 بعض طرق المعالجة المستخدمة الآن حيال الانسكابات النِّفطية.

إجراء الحكومة

للحكومات القدرة على **تنظيم** أنشطة شركات القطاع الخاص، ويستطيع المواطنون في الدول الديموقراطية أن يقرروا كيف ستكون السياسيات الحكومية. أما أهم طريقة تستطيع الحكومة أن تتخذها للسيطرة على أنشطة التلوُّث فهي المطالبة بإجراء تخفيضات في التلوُّث الناجم عن الصناعات.

أقـر كونجرس الولايات المتحدة الأمريكية عـام 1970م قانـون الهواء النظيف؛ فوضـع تعليمات لتطوير وقود أنظف، ومتطلبـات صناعة السيارات فـي الولايـات المتحـدة الأمريكيـة لتطويـر مركبـة تقتصـد فـي استهلاك الوقود، وأقـر الكونجرس الأمريكي أيضًا عـام 1972م قانون الماء النظيف؛ فأصـدر القوانين الخاصة بالحد من تلوُّث المياه. إن كثيرًا من هذه القوانين موجـه مباشـرة إلى الصناعات الكبيـرة الملوثة؛ مثل محطـات إنتاج المواد الكيميائيـة، و**مصـانع اسـتخراج المعـادن**، ومنـذ بدايـات سبعينيات القرن الماضـي، عدل الكونجرس الأمريكي قانوني الهـواء النظيف والماء النظيف لجعلهما يتماشيان مع مستجدات قضايا التلوُّث أو تغيراتها.

اتخذت حكومـات الولايات أيضًا بعض الإجراءات؛ ففي يوليو 2007، أقرت ولايـة كارولاينـا الشمالية قانونًا يحظـر بناء البحيـرات أو توسيعها في مزارع الخنازير؛ حيث تلوَّثت الممـرات المائية في ولاية كارولينا الشمالية بشدة بعد إعصـار إفلويد الذي ضرب شرق ولاية كارولينا الشمالية عام 1999م، إذ أدت الفيضانـات إلى ردم بعض بحيـرات الخنازير، وإطلاق مياه الصرف الصِّحي في التجاويف الساحلية ومداخل المحيطات، وتكوين **نطاق موت** في البحيرات، مساحته أربعون ميلًا مربعًا (104 كيلومترات مربعة) في باملیكو ساونت.

السوبرفاند

أقـر الكونجرس الأمريكـي فـي ديسيمبـر مـن عـام 1980م تشريعات الاستجابـة البيئيـة الشاملـة والتعويض والمسؤوليـة، التي وُقعـت في عهد الرئيـس الأمريكي جيمي كارتر لتصبح قانونًا، وعرف هذا القانون بين عامة الناس باسـم (السوبرفاند)؛ أي الممتاز، ويقصد بـه التمويل الإضافي. وقد أدت كارثة (قناة لوف) إلى إصدار تمويل من السوبرفاند بمليارات الدولارات لتنظيف مواقع النُّفايات السامة فـي الولايات المتحدة الأمريكية، وبإذن من **وكالة الحماية البيئية** (EPA) للإشراف على البرنامج.

أدت تشريعـات السوبرفاند منذ عام 1980م إلى تنظيف ألف موقع ملوث تقريبًا، ولكن هناك خمس مئة موقع ملوث جديد هي موضع عناية وكالة حماية البيئـة سنويًّا، وعـام 1995م أنهـى الكونجرس الأمريكـي التمويل المستحق لبرنامج السوبرفاند؛ إذ إن البرنامج وُضع في الأساس لتحميل الذين تسببوا في التلوُّث مسؤولية دفع معظم نفقات التنظيف، ولولا موافقة الكونغرس على التمويل، لبقيت نفقات جهود التنظيف على عاتق دافعي الضرائب، وليس على من كان سببًا في التلوُّث.

نظرة عن قرب

معالجة التلوُّث

الكاشطات: أجهـزة تمتص النِّفط العائم على الماء، وتضعه في صهاريج التخزين الموجودة على السفن. ويعمل نـوع مـن الكاشطات عمل المكنسة الكهربائية، حيث تمتص النِّفط من سطح الماء.

الماصات: تتكون من مـواد تمتص النِّفط كما في الإسفنج، وتوضع هذه المـاصـات فـي البـقـع النِّفـطيـة، ثم يُستخرج النِّفط عند امتلائها به.

العوامل المشتتة أو المنظفات: مواد كيميائية تُذيب النِّفط، وتحوله إلى قطرات صغيرة، تُعالج بالعمليات الطبيعية الخاصة بالمحيطات.

عوامـل الترسـيب: مـواد تتفاعل مع النِّفط، وتكون مـواد صلبة تشبه المطاط. هذه الطريقة عملية فقط لكميات قليلة من النِّفط.

العوامل الحيوية: مخلوقات حية دقيقة تتغذى على النِّفط، وتعطي مواد بسيطة، حيث يمكن معالجتها عن طريق عمليات التنظيف الطبيعية في المحيط.

العاملون في البيئة يفحصون التربة.

ماذا يمكنك أن تفعل؟

يعتقد معظم العلماء أن الأرض عانت خسائر جسيمة من التلوُّث الناجم عن الإنسان، ومع ذلك لم يفت الأوان لتغيير الممارسات والعادات السلوكية التي تلوِّث البيئة، إضافة إلى أن الوقاية من التلوُّث أكثر فاعلية من معالجته؛ فدرهم وقاية خير من قنطار علاج، ويمكن للناس جميعهم في أنحاء العالم اتخاذ إجراءات جادة لتخفيض استهلاكهم للمنتجات الاستهلاكية، والخدمات التي ينجم عن استهلاكها **ثاني أكسيد الكربون** في الغلاف الجوي، وبعض هذه الإجراءات تجدها في صندوق (نظرة عن قرب) في صفحة 55.

قلل من بصمة الكربون الخاصة بك

من السهل عليك تكوين صورة ذهنية لبصمتك الكربونية، ولكن ما المقصود **ببصمة الكربون**؟ كل منا يستهلك الطاقة والمنتجات الاستهلاكية؛ حيث إننا في كل وقت نستخدم فيه الطاقة الكهربائية، أو أشكالًا أخرى للطاقة، أو نستخدم منتجًا صناعيًّا (أُنتج في المصنع)، فإننا نسهم في إنتاج كميات قليلة من ثاني أكسيد الكربون التي تتراكم في الغلاف الجوي. ويعتمد الكربون في بصمة الكربون على ثاني أكسيد الكربون الذي يُقاس بالأطنان (للغازات وزن مثل المواد الصلبة)؛ لذا فبصمة الكربون التي تخصك هي وزن ثاني أكسيد الكربون كله الذي تسببتَ في إطلاقه في الغلاف الجوي خلال عام.

يُعد سكان الولايات المتحدة الأمريكية من أكبر المستهلكين للطاقة؛ إذ إن متوسط بصمة الكربون للمواطن الأمريكي تعادل أربعة وعشرين طنًّا متريًّا تقريبًا من ثاني أكسيد الكربون في سنة واحدة، في حين يصل متوسط بصمة الكربون للمواطن في المملكة المتحدة إلى اثني عشر طنًّا متريًّا.

يستطيع المواطنون استخدام طرق عدة لتخفيض بصمة الكربون الخاصة بهم، وعلى الرغم من بساطتها، فإنها تسهم في إحداث تغيرات كبيرة إذا قام بها ملايين الناس في جميع أنحاء العالم.

التدوير

يُعد التدوير (إعادة التصنيع) من الطرق (الخضراء) الصديقة للبيئة في معالجة النُّفايات التي من شأنها أن تتراكم في **مكاب النُّفايات**، حيث يستخدم الناس كميات كبيرة من المنتجات المصنوعة من مواد قابلة للتدوير؛ مثل: الفلزات، والغازات، والأوراق، والبلاستيك، وتتكون مادة البلاستيك جزئيًّا

يستطيع الأفراد الحد من التلوُّث باستخدام مصابيح توفير الطاقة، واستخدام وسائط نقل عامة، وفرز النُّفايات لتدويرها (إعادة تصنيعها).

من النِّفـط، وهي لا تتحلل بسرعة، وهذا ما يجعل تدويرها حلًّا مناسبًا لها يحول دون تراكمها في البيئة، مسببة مشكلة بيئية كبيرة.

عـادة ما تستهلـك عملية صنع المنتجات من مـواد أُعيد تدويرها طاقة أقـل من الطاقة المستخدمة في صنعها من المـواد الخام، وتقلل أيضًا من كميات الموارد الطبيعية التي تستخدمها؛ فالأوراق القديمة يمكن تدويرها، وصنـع منتجات ورقيـة جديدة، مثل أوراق الكتابة. ويعـاد أيضًا تدوير علب الألومنيوم بصهرها، ثم صنع علب ألومنيوم جديدة.

الممارسات التجارية (الخضراء)

يمكن أن تتحمل الصناعات، وغيرها من الأعمال التجارية، مسؤولية منع حـدوث التلوُّث؛ فقد بدأ كبـار الملوثين من أصحاب الأعمال التجارية القيام بممارسـات صديقة للبيئة، في حيـن أن الصناعات التي تطلق **كميات كبيرة مـن الانبعاثـات**، مثل المصاهر ومحطات الطاقـة القائمة على حرق الفحم الحجـري- أضافت **مصـافي** ذات تقنية عالية إلـى المداخن لإزالة الكبريت والنيترات الضارة، أما المصاهر ومحطات إنتاج الطاقة فتستخدم التقنيات لتدوير النُّفايات، فتعيد تصنيعها مرات عدة للحد من الملوثات الناجمة.

توصـي بعض المؤسسـات الحكومية والشـركات بـأن مركباتها يمكن تزويدهـا بوقود E-85، وهو وقود مخلوط مـن 85% **إيثانول** و15% بنزين، وتنبعـث منـه ملوثـات أقل مـن البنزين عند حرقـه، ووضعـت المؤسسات الحكوميـة والشركات أيضًا إرشادات؛ أمـلًا في أن يتقيد بها الناس للتقليل مـن استهلاك الوقود؛ فلو قلل كل شخص مـن استخدام البنزين، لقلل من إنتاج غازات البيت الزجاجي وغيرها من الملوثات.

يوفر تدوير البلاستيك من كمية الطاقة، ويقلل من كمية النُّفايات التي تطرح في المكاب.

نظرة عن قرب

قلِّل من بصمة الكربون الخاصة بك

للتقليل من بصمة الكربون في المنزل وفي حياتك يمكن اتباع الطرق الآتية:

- أطفـئ المصابيـح الكهربائيـة في الأماكن التي لا تستخدمها.
- استخدم مصابيح توفير الطاقة.
- إذا كان الفـرن في منزلـك قديمًا، فاستبـدل بـه فرنًـا أكثـر فاعليـة للطاقة (موفر للطاقة).
- حافـظ علـى بقـاء الثيرموستـات (جهاز لتنظيم درجة الحرارة) على درجـة حـرارة 78°ف (25.6°سـ) فـي الصيـف، و68°ف (20°س) في الشتاء.
- شجـع عائلتك على استخدام سيارة هجينة بدلًا من السيارة العادية.
- استخـدم وسائط النقـل العامة إذا كان ذلك ممكنًا.
- استخدم الدراجـة الهوائية إذا كان ذلك ممكنًا.
- شجـع عائلتـك عنـد السفـر إلـى مسافـات طويلة، على ركوب القطار أو الحافلة بدلًا من الطائرة.
- أسهم فـي تدوير علـب المشروبات الغازيـة المصنوعة من الألومنيوم؛ لأن إنتـاج الألومنيـوم يحتـاج إلـى كميات كبيرة من الطاقة.
- استخـدم الحاسـوب المحمول بدلًا من الحاسوب العـادي، أو استخدم مكتبتك أو حواسيب المدرسة.

قد يؤدي ارتفاع درجة الحرارة في المناطق القطبية إلى القضاء على الدب القطبي؛ لأنه سيؤدي إلى اختفاء سطح المحيط الجليدي.

تحدي ظاهرة الاحترار العالمي

تـزداد كمية ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجـوي للأرض حاليًّا، وقد كانـت فـي تزايد منذ مئتي سنـة، ويعتقد بعض العلماء أن هـذه الزيادة التي نتجـت بفعل الإنسان في زيادة ثاني أكسيـد الكربون وغيره من غازات البيت الزجاجي، أدت إلى تكوين ظاهرة **الاحترار العالمي**.

عام 2007م، أصدرت لجنة الدراسة العلمية التي ترعاها **الأمم المتحدة** (UN) تقريرًا عن ظاهرة الاحترار العالمي، وقد خمن العلماء في هذا التقرير مقـدار الزيادة في درجة حرارة سطح الأرض 1.33°ف (0.74°س) في المدة مـا بين 1906م إلـى 2005م، ويعتقد بعضهم أن معـدل الزيادة في الاحترار (الزيـادة في درجة الحرارة) تسارعت في هذه الأيام، في حين يقدر بعضهم أن الأرض ستسخـن في القرن القادم إلى ما يعـادل 11.5°ف (6.4°س). إن مثـل هذه الزيـادة في درجة حرارة الأرض ستؤدي إلـى تغيرات كارثية، منها ارتفـاع منسوب سطح البحـر، وحدوث الفيضانات، إضافـة إلى أن المناطق الساحلية ستشهد تغيرات عدة.

وثيقة كيوتو

بدأ كل من القادة السياسيين والأفراد باتخاذ إجراءات لتخفيض ظاهرة الاحترار العالمي؛ فعام 1997م اجتمع قادة العالم في كيوتو اليابانية، وأقروا اتفاقيـة دولية عـن الإجراءات التـي يتعين الأخـذ بها للتقليل مـن الاحترار العالمـي، وقد وضعـت الاتفاقية المسماة اتفاقية **كيوتـو** حدودًا لكميات ثاني أكسيـد الكربـون وغيره مـن غازات البيـت الزجاجـي المسموح بهـا للدول المنتجـة له، واقتُـرح أيضًا أن علـى المجتمع الدولي وضع وسائـل لتداول أو تجارة **ائتمانات الكربون** (أرصدة الكربون).

ائتمان الكربون هو الإذن لإنتاج كمية محددة من غاز البيت الزجاجي؛ فالدول التي تنتج كمية أقل من ثاني أكسيد الكربون من الحدود التي حددتها اتفاقية كيوتو لهذه الدول، يمكنها بيع الكربون المتبقي لديها إلى دول أخرى. ويُسمى **نظام تبادل ائتمانات الكربون الغطاء والتجارة**، ويوفر هذا النظام حافزًا اقتصاديًّا للدول؛ كي تتجنب إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون.

لقد وافقت معظم دول العالم على اتفاقية كيوتو، إلا أن أستراليا لم تُقرَّها حتى عام 2007م، ولم تقرَّها أيضًا الولايات المتحدة الأمريكية لغاية الآن.

أنظمة الغطاء والتجارة

تتخذ الأمم والمجتمعات الأفكار الأساسية لاتفاقية كيوتا خطوة إضافية إلى الأمام، فوضعت سقفًا لأنظمة الغطاء والتجارة على المستوى الوطني والمحلي؛ إذ تتلقى هذه الأنظمة والأعمال التجارية، وحتى الأفراد ائتمانات الكربون المتعلقة بها، ثم تقرر كمية الوقود والطاقة الكهربائية، وإنتاج مشتقات البترول وغيرها من المنتجات المستهلكة التي تطلق غاز ثاني أكسيد الكربون؛ إذ يمكن للشركات أو الناس الذين **يوفِّرون الطاقة**، ولديهم أرصدة فائضة من الكربون أن يبيعوها إلى المستهلكين الكبار للطاقة.

وقد طورت حكومة جمهورية إيرلندا خطة الغطاء والتجارة للوقود المستخدم لديهم، وبموجب هذه الخطة، فإن عدد ائتمانات الكربون الصادرة تطابق التزامات الزعماء الإيرلنديين مع الاتفاقات الدولية ذات العلاقة، مثل اتفاقية كيوتا، وأنشأت الحكومة سوقًا لائتمانات الكربون التي يمكن تداولها.

يعتقد كثير من أنصار البيئة والاقتصاديين، أن (أسواق الكربون) الوطنية أو العالمية -تختلف عن أسواق الأسهم اليوم- التي ستُقام في الوقت المناسب لتبادل ائتمانات الكربون، وسوف تساعد أسواق الكربون على التحكم في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغيرها من غازات البيت الزجاجي، ويجب على هذه الأنظمة أن تساعد الناس في العالم على التقليل بصورة كبيرة من ثاني أكسيد الكربون الذي يتراكم في الغلاف الجوي.

حقيقة

خمن العلماء خلال السنوات الممتدة 1906م حتى 2005م، مقدار الزيادة في درجة حرارة سطح الأرض بمقدار 1.33°ف (0.74°س)، ويعتقد هؤلاء العلماء أن هذه هي أكبر زيادة في درجة الحرارة خلال الحقبة من العام 1000م إلى العام 2000م.

يُطالب كثير من الناس الحكومات ببذل مزيد من الجهود لتخفيض معدل الاحترار العالمي. في الصورة أدناه تجمع لمتظاهرين خارج مؤتمر للأمم المتحدة عام 2005م يتعلق بالتغير المُناخي في مونتريال، في كندا.

الأنشطة

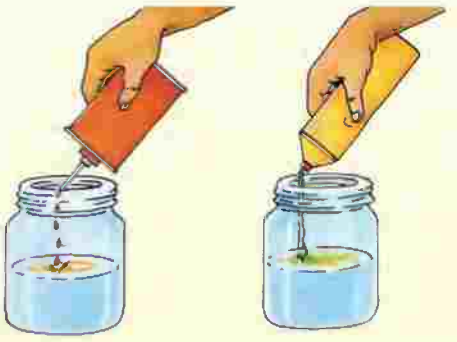
تجربة: إزالة انسكابات النِّفط

المقدمة

درست في هذا الكتاب أن النِّفط مادة سامة يمكن أن تُعد خطرًا على حياة النبات والحيوان. إن التخلص من انسكابات النِّفط صعب جدًّا؛ لذا طور العلماء أدوات وأجهزة خاصة ومنظفات لتحليل النِّفط لإصلاح البيئة. حاول في هذه التجربة مشاهدة دور المنظفات في تحلل انسكابات النِّفط.

المواد والأدوات

- كميات قليلة من الزيت (مثل زيت الخضراوات، أو زيت الزيتون، أو أي زيت منزلي).
- منظف منزلي.
- مرطبان وغطاؤه، مملوء بالماء حتى نصفه.



اتبع خطوات هذه التجربة لمشاهدة الكيفية التي يزيل بها المنظف طبقة الزيت الطافية فوق الماء.

الخطوات

1. أضف قطرات عدة من الزيت إلى الماء في المرطبان.
2. أغلق المرطبان بالغطاء، ثم هزه ثواني عدة. هل اختلط الزيت بالماء؟
3. أضف قطرات عدة من المنظف إلى المرطبان، ثم أغلقه بالغطاء وهزه ثواني عدة. ماذا حدث للزيت؟

مشروع بحث: ابحث عن دليل نوعية الهواء في بلدك

المقدمة

تستخدم كثير من الحكومات دليل نوعية الهواء (AQI)؛ لإعطاء معلومات عن نوعية الهواء لمناطق مختلفة في الدولة، ويُستخدم دليل نوعية الهواء في الولايات المتحدة الأمريكية لقياس خمسة أنواع من التلوُّث، هي التلوُّث بالأوزون، والمواد الصلبة (ويُسمى أيضًا **المواد العالقة**) و1- **ثاني أكسيد الكربون** و2- ثاني أكسيد الكبريت و3- ثاني أكسيد النيتروجين.

يمكن إظهار دليل تلوُّث الهواء على صورة جدول أو خريطة؛ حيث تُستخدم فيه ألوان وأرقام ومصطلحات لبيان نوعية الهواء في المنطقة. ويوضح الجدول في صفحة 59 الفئات المستخدمة في دليل نوعية الهواء في الولايات المتحدة الأمريكية.

الخطوات

1. استعن بمعلمك، أو بأمين المكتبة، أو بآخرين؛ لمساعدتك على البحث عن دليل نوعية الهواء في بلدك على شبكة الاتصالات (الإنترنت). توجد في أسفل هذه الصفحة الروابط الإلكترونية لنوعية الهواء لكثير من الدول.
2. تأمل الجدول أو الخريطة لتحدد أكثر المناطق تلوُّثا. لماذا تتلوَّث بعض المناطق أكثر من غيرها، في رأيك؟

قيم دليل نوعية الهواء (QAI)	مستويات الوعي الصِّحي	الألوان
عندما يكون QAI ضمن هذا المدى:	.... تكون ظروف نوعية الهواء	... يرمز إليها بهذا اللون ...
50-0	جيد	الأخضر
100-51	متوسط	الأصفر
150-101	غير صحي للأشخاص الذين يعانون حساسية	البرتقالي
200-151	ضار	الأحمر
300-201	ضار جدًّا	البنفسجي
500-301	خطير	الكستنائي (الأحمر الداكن)

المصدر: AIRNow.gov.

عناوين إلكترونية لدليل نوعية الهواء لبعض الدول:

الولايات المتحدة الأمريكية

http://cfpub.epa.gov/airnow/index.cfm?action=airnow.national

كندا

http://airnow.gov/index.cfm?action=airnow.canadamaps

المملكة المتحدة

http://www.airquality.co.uk/archive/index.php

أستراليا (جنوب شمال ويلز)

http://www.environment.nsw.gov.au/airqual/web24hsum.asp

وكالة حماية البيئة (EPA)

http://www.epa.vic.gov.au/air/aq4kids/station_map.asp

يمكنك أن تجد قائمة تتضمن أدلة أخرى من نوعية الهواء على الموقع الآتي:

http://airnow.gov/index.cfm?acton=airnow.world

مسرد المصطلحات

الاحترار العالمي: الاحترار (الارتفاع في درجة الحرارة) التدريجي لسطح الأرض، ويُعتقد أنه تسبب من خلال تراكم غازات البيت الزجاجي في الغلاف الجوي.

الانبعاث: نُفاية المنتج المحمولة جوًّا.

ائتمان الكربون: السماح بإنتاج كمية محددة لغاز البيوت الزجاجية.

الإشعاعات فوق البنفسجية: أي غاز يسهم في ظاهرة البيت الزجاجي (الاحتباس الحراري).

الإلكترون: جسيم صغير جدًّا في الذرة، يحمل شحنة كهربائية سالبة.

الإنتاج الصناعي: عملية صنع المنتجات على نطاق واسع جدًّا.

الإيثانول أو الكحول الإيثيلي: مادة تُتَّخذ وقودًا حيويًّا على نطاق واسع، وتُصنع من النبات أو الطحالب.

الازدهار الطحلبي: التزايد العددي المفاجئ غير العادي للطحالب، الذي يحدث في المسطحات المائية بسبب وجود كميات كبيرة من المغذيات في النُّفايات.

المُغذيات: مواد تساعد النبات على النمو.

أكسيد النيتروجين: المركب الناتج من اتحاد النيتروجين بالأكسجين.

الأمم المتحدة: منظمة عالمية تعمل من أجل السلام العالمي ورخاء الإنسان.

الأوزون: أحد أشكال الأكسجين.

أول أكسيد الكربون: غاز سام لا لون له ولا رائحة.

البترول: اسم آخر للوقود الأحفوري الذي يُسمى النِّفط.

اتفاقية كيوتا: اتفاقية دولية، تضع حدودًا لكميات غازات البيت الزجاجي التي يُسمح للدول بإنتاجها.

بصمة الكربون: كمية ثاني أكسيد الكربون الكلية الناجمة، تحديدًا، عن الأنشطة البشرية.

التحلية: عملية إزالة الأملاح من الماء، مثل ماء البحر.

التعرية: الإزالة التدريجية لنواتج التجوية ونقلها بالرياح أو الماء أو الجليد، أو أي عوامل نقل أخرى.

التلوُّث الحراري: تأثير الماء الساخن (الذي قد يكون نظيفًا) الذي يصرف في الأنهار أو البحيرات أو الجداول.

التحلل أو التفكك: تحطم المواد المعقدة إلى مواد أبسط.

التكاثر: الطريقة التي تنسخ فيها المخلوقات الحية نفسها لكي تستمر في الحياة.

التوربين: جسم يشبه الدولاب الذي يدور باستمرار في محطات إنتاج الكهرباء من حركة الماء أو الهواء.

التوفير أو الحماية: اتخاذ إجراءات لمنع حدوث التلوُّث أو الاستنزاف (الفقدان).

التهوية: تبادل منتظم بين الهواء القديم والهواء الجديد داخل المباني، حيث يتجدد الهواء.

ثاني أكسيد الكربون: غاز لا لون له ولا رائحة، ويطلق عن طريق الاحتراق أو تنفس الحيوانات.

الحرق والترميد: أحد طرق التخلص من النُّفايات عن طريق حرقها تمامًا وتحويلها إلى رماد.

الحمولات أو الشحنات: بضائع (منتجات) تُحمل بإحدى وسائط النقل.

السِّلسلة الغذائية: مجموعة من المخلوقات الحية التي ترتبط معًا، حيث يتغذى كل واحد من المجموعة على مخلوق حي آخر أدنى منه، ويُؤكل من مخلوق حي آخر أعلى منه في السِّلسلة الغذائية.

شبكة الطاقة: نظام شبكي يتكون من المحطات والأسلاك الناقلة، والمستهلكين الذين يستخدمون الطاقة الكهربائية.

الضباب الدخاني (الضبخن): غيمة بنية اللون، تتكون من مزيج غازات ومواد عالقة ناجمة عن الغازات العادمة المنبعثة من السيارات وغيرها التي تستهلك الوقود الأحفوري.

طريقة العلاج: طريقة لإزالة تلوُّث اليابسة والبحر والهواء باستخدام التقنية.

ظاهرة البيت الزجاجي أو الاحتباس الحراري: العملية التي تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوي للأرض عن طريق غازات معينة.

ظاهرة البيت الزجاجي: إشعاعات غير مرئية تقع أسفل اللون البنفسجي في الطيف.

العادم: الغازات المحترقة جزئيًّا، وهي التي تصدر عن معظم السيارات عند تشغيلها.

غاز البيت الزجاجي: غاز يسهم في ظاهرة البيت الزجاجي (الاحتباس الحراري).

الغطاء والتجارة: نظام يكون سوقًا في ائتمانات التلوُّث.

الغلاف الحيوي: جميع الأماكن التي تعيش فيها المخلوقات الحية على وجه الأرض.

الفلز الثقيل: فلز مثل الرصاص والزئبق والزرنيخ، ويمكن أن يتراكم في الأنسجة والأعضاء، ويُعد سامًّا لكثير من المخلوقات الحية.

القطيرات: سوائل على هيئة قطيرات صغيرة جدًّا (رذاذ)، تبقى معلقة في الهواء.

المادة المصنعة: المادة التي ينتجها الإنسان.

المبيد الفطري: السم الذي يقتل الآفات الفطرية.

المبيد الحشري: سم يقتل الآفات، مثل الحشرات.

المبيد العشبي: سم يقضي على الأعشاب الضارة.

متلازمة المباني غير الصِّحية: ظروف نوعية الهواء التي تتطور داخل المباني، عندما يكون الهواء ملوثًا باستمرار.

محطة الطاقة النووية: محطة الطاقة التي تولد الطاقة الكهربائية من مادة إشعاعية.

محطة الطاقة الهيدرومائية: محطة الطاقة التي تنتج الطاقة الكهربائية من طاقة المياه.

مخلفات البرك: برك تحتوي على نُفايات سائلة سامة ناجمة عن عمليات الصهر.

المصاهر: نوع من مصانع المواد الكيميائية التي تستخلص الفلزات من مادة صخرية تُسمى الخام.

المصفاة: نظام للتحكم في تلوُّث الهواء، ينقي الانبعاثات من الملوثات الضارة في محطات الطاقة والمصانع.

المطر الحمضي: مطر يحتوي على تراكيز مرتفعة من الحموض بسبب تلوُّث الهواء.

مكب النفايات: المكان الذي تُطرح فيه القمامة وغيرها من النفايات الصلبة.

الملوِّث: مصدر واحد للتلوُّث.

الملوثات العضوية الدائمة (POP's): مجموعة من المواد الكيميائية الخطيرة المصنعة.

المنتج: ما يُنتج من خلال عملية تصنيع جسم أو مادة ما.

المواد العالقة: قطع صغيرة جدًّا من المواد الصلبة عائمة (عالقة) في الهواء.

المواد الكيميائية العضوية: مركبات كيميائية تحتوي على ذرات الكربون.

المواد الهيدروكربونية: مركبات كيميائية تحتوي على الكربون والهيدروجين.

الموطن: المكان الذي تعيش فيه الحيوانات والنباتات بصورة طبيعية (من دون تدخل الإنسان).

المياه الجوفية: المياه المخزنة في الصخور المسامية في جوف الأرض.

المياه العادمة: المياه التي تحتوي على النُّفايات الناجمة عن الأنشطة البشرية.

النفايات الخطرة: مواد قد تهدد صحة الإنسان، أو تسبب تدهور البيئة.

النِّفط الخام أو البترول: شكل النِّفط الذي يُحصل عليه مباشرة من الأرض.

نطاق الموت: منطقة في المحيط، تكون كمية الأكسجين فيها منخفضة جدًّا، حيث لا تستطيع الحيوانات والنباتات العيش فيها.

النظام النهري: النهر وجميع روافده (جداول مائية صغيرة) حيث تتدفق المياه.

الوقود الأحفوري: ترسبات جوفية تكونت قبل ملايين السنين من بقايا نباتات وحيوانات، ويُعد كلٌّ من الفحم الحجري، والنِّفط، والغاز الطبيعي من أشكال الوقود الأحفوري.

الوقود الحيوي: وقود سائل يتكون من نُفايات بقايا النبات والحيوان، أو أي مصادر بيولوجية.

وكالة حماية البيئة (EPA): وكالة فدرالية تقوم بحماية بيئة الولايات المتحدة الأمريكية من التلوُّث.

مواقع إلكترونية

إيرناو (حالة الهواء الآن)

http://www.airnow.gov

برنامج الدعم الحكومي الذي يقدم معلومات كثيرة تتضمن صفحة الطالب (هواء الأطفال).

تلوُّث الهواء. ما الحل؟

http://www.ciese.org/curriculum/airproj

مشروع تعليمي للصفوف K-12، يستخدم شبكة الاتصالات (الإنترنت)، وبيانات واقعية لتوجيه الطالب لاستكشاف العلوم من خلال ربط أسباب تلوُّث الهواء الطلق بالنتائج.

معهد بلاك سميث

http://www.ciese.blacksmithinstitute.org

معهد يحلُّ المشكلات في العالم النامي، ويشمل قائمة بأكثر الأماكن تلوُّثا في العالم مع توافر روابط إلكترونية.

وكالة التقييم البيئي الكندي

http://www.ciese.ceaa_acee_gc_ca

توفر التقييمات البيئية التي تسهم في اتخاذ قرار مستند إلى بيانات علمية، ويدعم التنمية المستدامة.

وكالة البيئة

http://www.ciese.environment_agency.gov.uk

توفر أدوات لجعل البيئة مكانًا أفضل لك وللأجيال القادمة، وتشمل موارد للمدرسة.

العلوم يوميًا وأخبار التلوُّث

http://www.ciese.sciencedaily.com/news/earth_climate/pollution

تحتوي على أحدث المعلومات وأكثرها صلة بالتلوُّث، وتُحدَّث يوميًّا.

لوحة النتائج

http://www. scorecard.gov

تقدم إجابات عن أكثر الاستفسارات شيوعًا عن التلوُّث، وتتضمن مقارنات بين ولايات الولايات المتحدة الأمريكية ومجتمعاتها من حيث التلوُّث.

وكالة حماية البيئة الأمريكية

http://www.epa.gov

تحتوي على معلومات كثيرة عن التلوُّث والبيئة، وهناك صفحة للطالب.

دليل تلوُّث المياه

http://www.water_pollution.org.uk

يعرض معلومات عن مصادر تلوُّث المياه وكيفية معالجتها.

أخبار العالم: التلوُّث

http://www.wn .com/pollution

تتضمن معلومات وافرة عن التلوُّث، منظمة بطريقة مبسطة.

الكتب

Air Pollution
by J.S and Renee A.Kidd (Chelsea House, 2006)

Earth's Garbage Crisis
By Christiane Dorion (World Almanac Library. 2007)

Pollution
by Louise I.Gerdes. ed., (Greenhaven 2006)

Pollution A to Z
By Richard M.Stapleton, ed. (Macmillan Reference, 2004)

This is My Planet
by Jan Thornhill (Maple Tree Press, 2007)

سلاسل أخرى من منشورات العبيكان

موسوعة الإعجاز العلمي في القرآن الكريم

السماء

الأرض

الإنسان

الحيوان

النبات

الاختراعات و الاكتشافات

الفلك ـ الطب

وسائط التواصل

الاقتصاد

الأدوات الشخصية و المنزلية

الصناعة و التصنيع

الرياضيات

الزراعة

الفنون ـ الحرب

وسائل النقل

الهندسة و فن العمارة

سلا لم التعلم

وسائط النقل

مساكن الحيوانات

في أعماق البحار

عالم الديناصورات.

عالم الحشرات

حيوانات الغابة المطيرة

جسمي

الشاحنات القوية العملاقة

الحيوانات البرية

الطقس