

جرعة صغيرة من تلوث المياه أو مقدمة إلى الآثار الصحية السلبية لتلوث المياه

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الأمريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115

الولايات المتحدة الأمريكية

البريد الإلكتروني

sgilbert@inn.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الإضرار

علم السموم المتعلق بتلوث المياه

الاسم: ملوثات المياه

تعريف تلوث المياه: هو تلوث المياه داخل المنازل أو خارجها بأي عامل كيميائي أو فيزيائي أو بيولوجي يُغير الخصائص الطبيعية للمياه، ويُقلل من الاستعمالات المفيدة لها للناس أو للنظام الحيوي

الاستعمال: يجب تجنب استعمال المياه الملوثة ولكن على الإنسان شرب الكثير من المياه النظيفة

الجرعة اليومية الموصى بها: لا شيء من الملوثات (لكن المياه ضرورية للحياة)

الامتصاص: من خلال الجلد والجهاز الهضمي

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأجنة والأطفال، كبار السن، والأشخاص المصابون بمشاكل صحية مزمنة

السمية والأعراض: تعتمد على نوعية الملوثات

حقائق تنظيمية: تضع منظمة حماية البيئة بعض المعايير لملوثات البيئة في الولايات المتحدة

حقائق عامة: تنتج هذه الملوثات بسبب انبعاث مليارات الباوندات من المواد الكيميائية والجزيئات المعلقة سنوياً من الكثير من المنتجات والصناعات وحرق الوقود الاحفوري مثل الفحم الحجري ووقود السيارات، وأيضاً التلوث البكتيري

حقائق بيئية: منتشرة بشكل واسع في البيئة، تؤثر على الحياة البرية وصحة البيئة والإنسان

التوصيات: يجب تقليل تلوث المياه على المستوى العالمي، تجنب تعرض الأطفال والمجموعات الأخرى الأكثر تأثراً للملوثات، توسيع مجالات البحث العلمي حول السمية، والبحث عن مصادر بديلة للطاقة، وتبني المعايير الاحترازية، تقليل استعمال الوقود الاحفوري، ودعم الاتفاقيات والمواثيق الدولية.

حالات للدراسة

نهر كويهاوغا: حرق الملوثات

لا شك أنه أمر غريب حقاً أن نهر كويهاوغا في أوهايو قد اشتعل على الأقل 13 مرة، كان أولها عام 1868. يقع نهر كويهاوغا في الجوف الشمالي الشرقي من أوهايو ويصب في بحيرة ايري، والتي هي إحدى البحيرات العظمى للمياه العذبة في الولايات المتحدة وكندا. تم اعتبار النهر أحد أكثر الأنهار تلوثاً عام 1969 في أمريكا. كان يحتوي على كتل دهنية كثيفة يبلغ سمكها عدة انشات تطفو على السطح، وتكون مليئة بالنفايات في أغلب الأحوال، مما يُشكل وقوداً مغذياً للنيران. تسببت حرائق النهر عام 1952 بخسائر مقدارها مليون دولار. وفي عام 1969، تم تقديم تقرير حريق في مجلة تايمز ولقيت اهتماماً واسعاً. ساعد



التلوث والنيران على تشجيع الجهود لتنظيف النهر، والبعض يعطي فضلاً للحرائق في سن قانون المياه النظيفة واتفاقية "جودة مياه البحيرات العظمى" وإنشاء منظمة حماية البيئة الفيدرالية ومنظمة حماية بيئة أوهايو. أدت هذه القوانين والأنظمة الجديدة إلى تحسين ملحوظ في جودة المياه وذلك من خلال التحكم في التلوث من مصادره.

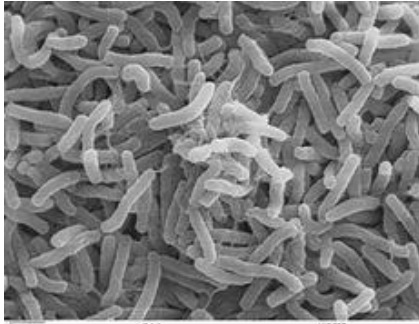
كارثة نهر فلينت: الرصاص في مياه الشرب



قامت مدينة فلينت في ولاية ميتشيغن في 25 نيسان 2014 بتغيير مصدر مياه الشرب من بحيرة هيرون (يتم التزود بها من خلال دائرة المياه والصرف الصحي لديترويت) إلى نهر فلينت. ولكن لم تقم مدينة فلينت بإضافة الكيماويات المثبطة لتآكل للمياه، مما أدى إلى تسرب الرصاص وغيره من الملوثات من الأنابيب القديمة إلى المياه. تم فحص الماء من أحد المنازل في فلينت ووجد بأنه يحتوي على الرصاص بمستوى 13,200 جزء في المليار (المستوى الأقصى للتلوث بالرصاص وفقاً لمنظمة حماية البيئة هو 15 جزء في المليار). بعد أن تم تغيير مصدر المياه، ازداد عدد الأطفال ممن لديهم مستويات مرتفعة للرصاص في الدم بشكل كبير، بالأخص في الأحياء الفقيرة. يُقدر بأن ما بين 6,000 إلى 12,000 طفل قد تعرضوا إلى مياه شرب فيها مستوى رصاص مرتفع. وأشار مركز مكافحة الأمراض الأمريكي بأنه لا يوجد هناك مستوى آمن من التعرض للرصاص، بالأخص عند الأطفال. إن كارثة فلينت تعتبر مأساوية بشكل خاص وذلك بسبب معرفتنا عبر السنوات بأن التعرض للرصاص يؤدي إلى آثار كارثية على الدماغ في مرحلة النمو. فلينت مدينة فقيرة ونسبة كبيرة من سكانها هم من الأمريكيين من أصل أفريقي مما أثار الاهتمام بشكل سريع بأن هذه الكارثة قد تكون حالة من التمييز العنصري البيئي. إن خطوة بسيطة مثل إضافة مثبطات التآكل للماء كان بإمكانها منع المعاناة التي ألمت بأهالي فلينت (انظر الفصل 8 – جرة صغيرة من الرصاص).

مياه الآبار في لندن: تشفي وباء الكوليرا، 1854

قد تتلوث المياه أيضاً بالبكتيريا وعندما يشربها الناس ستصيبهم بالمرض أو قد تسبب لهم الوفاة. والمثال الكلاسيكي هو جرثومة فيبريو كوليرا (انظر الصورة) والتي تُسبب الكوليرا، والذي هو التهاب في الأمعاء الدقيقة. الأعراض الرئيسية تشمل اسهال شديد وتقيؤ، والذي يؤدي بشكل سريع إلى الوفاة. تحصل العدوى بشكل رئيسي من خلال تناول الطعام أو المياه الملوثة. إن شدة الإسهال والتقيؤ تجعلها تسبب الجفاف بسرعة وكذلك عدم توازن في الأملاح. العلاج الرئيسي يتم من خلال محلول إعادة الإماهة الفموي، ولكن إذا لم يستطع المريض تناوله، فهناك السوائل الوريدية. في أرجاء العالم المختلفة، تصيب الكوليرا من 3-5 ملايين شخص وتسبب ما بين 100,000 – 130,000 حالة وفاة سنوياً حسب احصائيات عام 2010. يجب أن يتناول الإنسان البالغ عادة ما يُقارب مئة مليون بكتيريا ليصاب بالمرض. لكن الجرعة أقل لأولئك الذين لديهم نقص في حموضة المعدة. ويعتبر الأطفال من الفئات الأكثر تعرضاً أيضاً، وأعلى معدلات الإصابة تحدث عند الأطفال من عمر سنتين إلى أربع سنوات. كان آخر انتشار كبير للكوليرا في الولايات المتحدة في عام 1910-1911. عادة يُعتبر اتباع إجراءات النظافة الفعالة والالتزام بها كافياً لوقف انتشار الوباء.



لقد قام الطبيب والعالم جون سنو (1813-1858) بإسهام مهم لمحاربة الكوليرا وذلك عندما وجد ارتباطاً بين مرض الكوليرا وشرب المياه في لندن. ويعتبر هذا الطبيب من المؤسسين لعلم الأوبئة، وذلك بسبب عمله في تقصي مصدر تفشي الكوليرا في سوهو في إنجلترا. واقترح الطبيب سنو مصدر البكتيريا التي أدت إلى وباء الكوليرا في العام 1849، حيث أصبح ما قام به مشهوراً إذ أزال الذراع من مضخة تخدم منطقة لندن، موقفاً بذلك انتشار الكوليرا. وفي التقرير الذي يُعد من أفضل التقارير عام 1855، اقترح نموذجاً كاملاً وصحيحاً حول سبب المرض. وفي دراستين ميدانيتين رائدتين استطاع أن يثبت أن التلوث بمياه المجاري من بيوت الناس هي السبب المحتمل جداً كسبب لانتشار الوباء في مرتين تفشى فيهما الوباء في لندن عام 1854. لم يتم تقبل نموذجه مباشرةً،

ولكن تم اعتباره الأكثر احتمالاً خلال السنوات الثلاثين التي تلتها والتي تطور فيها علم الأحياء الدقيقة الطبي. هذه الحادثة أوضحت أهمية أن تكون مياه الشرب آمنة وأن يكون هناك بنية تحتية للصحة العامة من أجل المحافظة على صحة ورفاهية المجتمعات.

المياه: مقدمة

نعرف جميعاً أن الماء (H_2O) ضروري للحياة، وهناك شح متزايد في المياه النظيفة. ما يلي بعض الحقائق المدهشة عن المياه: (1) يعتبر ثلثي وزن الجسم ماء، (2) تغطي المياه حوالي ثلثي سطح الكرة الأرضية ولكن أغلب ذلك الماء ملح، (3) حوالي 3% من هذه المياه هو ماء عذب و 2% متجمد، (4) بالتالي، 1% من المياه السطحية في الأرض صالح للشرب والاستحمام وري المزروعات والطبخ والاستعمال في الصناعات. دورة المياه تصف كيف أن المياه تقوم بدورة بين الغلاف الجوي والمساحات المائية (مثل الأنهار) والنباتات والمحيطات والتربة. إن دورة المياه الطبيعية ضرورية للحصول على مياه نظيفة للشرب. في عام 2016 لم يستطع مليار شخص (من بين 7.4 مليار شخص على الكرة الأرضية) الحصول على مياه نظيفة.

ما الذي يُسبب تلوث المياه؟

مما يثير القلق هو الملوثات التي يضيفها الناس للمياه والتي تسبب آثار صحية غير مرغوب بها لدى الإنسان والحياة البرية. هناك قول مأثور قديم أن "العلاج للتلوث هو التخفيف"، لكن هل هذا صحيح حقيقة؟ نعم إلى حد ما، ولكن على المستوى الواسع فلا. قد يقوم شخص ما باستعمال نهر أو جدول كمكان خاص به لالقاء نفاياته، لكن تصريف حجم نفايات قادم من مدينة يسكنها مليون شخص سيتطلب طريقة مختلفة تماماً. تشبه الأنهار والتجمعات المائية جسم الإنسان في أن لها قدرة محدودة لأيض الملوثات غير المرغوب بها والتخلص منها.

من المهم التمييز بين مصادر التلوث المحددة (النقطية) وغير المحددة (غير النقطية). فالمصادر النقطية مثل القاء النفايات من خلال أنابيب الصرف الصحي إلى الأنهار يتم اكتشافها ومعرفتها ومن ثم إيقافها، ولكن المصادر غير النقطية للتلوث تكون منتشرة ومن الصعب التعرف عليها. على سبيل المثال، المياه التي تنتج من الصرف الزراعي أو المياه التي تتلوث من الطرقات، ليس لها مالك أو مصدر معين. أدناه أمثلة مختلفة حول تلوث المياه. من المهم أيضاً التمييز بين سبب ومصدر تلوث المياه التي تجعلها غير ملائمة للاستهلاك والاستعمال. المسببات الرئيسية لتلوث المياه تشمل الجراثيم المسببة للمرض، الزئبق، ثنائيات الفينيل متعددات الكلور، المغذيات، المضافات العضوية الخصبة/انخفاض الأوكسجين الذائب. مصادر التلوث تشمل الرواسب من الغلاف الجوي، الزراعة، التعديلات المائية، المناجم القديمة، وهذه فقط بعض الأمثلة.

نظرة عامة على الملوثات الكيماوية

تمثل الملوثات الكيماوية مدى متنوع من المواد التي يمكن تصنيفها بطرق مختلفة. بالإضافة إلى التمييز بين المصادر النقطية وغير النقطية المذكورة أعلاه، يمكننا أيضاً أن نعتبر تلوث الهواء بأنه جزئي (مايكرو) وكلي (ماكرو). التلوث الجزئي هو ما نملك القدرة على التحكم به في منازلنا وأماكن العمل والمدارس. على سبيل المثال، سكب الزيت في أنابيب صرف مياه الأمطار أو التخلص من الأدوية غير اللازمة في مياه الحمام يُعتبر تلوث جزئي ويمكننا نحن كأشخاص وفقه. لكن كمجتمع، فإن الزيت أو الأدوية قد يتم اعتبارها تلوث كلي. يتم التعامل مع التلوث الكلي فقط من خلال المجتمع والقرارات التنظيمية الخاصة به مثل تنظيف النهر وتوثر في مساحة واسعة. نحن نملك سيطرة قليلة على التلوث الكلي. ونحن كمحافظين على الأرض علينا مهمة التفكير في أبعاد أربعة: المصادر النقطية وغير النقطية وكذلك تلوث المياه الجزئي والكلي.

المركبات العضوية المتطايرة

تشكل المركبات العضوية المتطايرة تصنيفاً واسعاً من الكيماويات وتضم منتجات الوقود مثل وقود السيارات والغاز ووقود التدفئة والبنزين والتولوين، بالإضافة إلى المذيبات الكلورية مثل رباعي كلوريد الكربون، وثلاثي كلور الايثيلين وفينيل كلورايد. من البديهي أنه تم استعمال منتجات الوقود في وسائل المواصلات والصناعات التي تشمل التدفئة والتسخين. هناك العديد من الأنظمة تتولى تنظيم ما يتعلق بالمركبات العضوية المتطايرة من خزان الوقود في المنزل إلى محطات المحروقات، وذلك بسبب المخاوف من تأثير هذه المركبات ودورها في تلوث المياه الجوفية. لقد استعملت المذيبات الكلورية بشكل واسع

كمادة منظفة في الصناعة وإزالة السخم والزيت، لكن تسرب هذه المركبات خلال التربة أدى إلى القيام بالكثير من الجهود لتنظيف المواقع الصناعية. على سبيل المثال، إن المياه القريبة من عدد من المواقع العسكرية القديمة قد تلوثت بالمذيبات. وهذا يشمل موقع البحرية الأمريكي ليجون الذي وجد فيه مستوى عالي من بيركلورو ايثلين (وهو مركب للتنظيف الجاف للملابس)، وتراي كلورو ايثيلين، وهو مزيل للزيت والشحم، ومركبات أخرى أيضاً. عادة تتواجد المركبات العضوية المتطايرة بالقرب من المواقع الصناعية القديمة ومكببات طمر النفايات.

إن الآثار الصحية لشرب الماء الملوث بالمركبات العضوية المتطايرة تصبح معقدة أكثر بسبب استنشاق هذه المواد أيضاً، وقد تؤدي هذه المركبات إلى حدوث خلل عصبي وأنواع مختلفة من السرطانات مثل تلك التي تصيب العقد الليمفاوية والدم. تبقى هذه المركبات في الجسم لفترة قصيرة نسبياً (فترة نصف العمر قصيرة) ولكن التعرض المزمن لها قد يكون خطيراً، وبالذات للأطفال الذين يكونون الأكثر تأثراً بآثارها والتعرض لها. لقد تم تحديد أعلى مستوى مسموح به لتلوث المياه بالمركبات العضوية المتطايرة من قبل الولايات المتحدة في أمريكا وكذلك من قبل منظمة حماية البيئة الأمريكية، ولكنها قد لا تكون أخذت أحدث معلومات السموم بعين الاعتبار.

المذيبات المكلورة	منتجات بترولية ومكونات
رباعي كلوريد الكربون	الوقود
1،2-ثنائي كلوريد الايثان	الكاز
1،1-ثنائي كلوريد الايثلين	زيت أو وقود التدفئة
سيس 1،2-ثنائي كلوريد الايثلين	البنزين
ترانس 1،2-ثنائي كلوريد الايثلين	وقود الطائرات والمحركات النفاثة
ميثلين كلورايد	زيت المحركات
رباعي كلوريد الايثلين	ميثل رباعي بيوتل الايثر (إم تي بي إي)
1،1،1-ثلاثي كلوريد الايثان	تولوين
ثلاثي كلوريد الايثلين	زايلين
كلوريد الفينيل	ن-هكسان

المواد العضوية المحمولة مع الماء

تحتوي المياه عادةً على تنوع كبير من الكائنات وتشمل الفيروسات والبكتيريا والطفيليات، والتي يستطيع بعضها التسبب بمشاكل صحية في حال ابتلاعه. ومن الأمثلة الحديثة كان انتشار الكوليرا في هايتي بعد الهزة الأرضية عام 2010، حيث أصيب أكثر من 700,000 شخص وتوفي أكثر من 9,000 شخص. مثال آخر على مرض ينتقل خلال المياه الملوثة هو حمى التيفويد. أما انتشار الطحالب السامة فقد تؤدي إلى تلوث المحار بحمض الدوميك، وهذا سم للأعصاب ويتسبب في التسمم وفقدان الذاكرة والذي قد ينتج عن تناول المحار. إن شرب مياه ملوثة بكائنات ضارة هي مشكلة شائعة في الدول النامية ويجب على المسافرين لها اتخاذ الحيطة والحذر. وعلى الدول الصناعية أن تستثمر في أنظمة المياه في أماكن ودول مختلفة في العالم يفتقر الناس فيها الحصول على مياه نظيفة وآمنة. وتقول منظمة الصحة العالمية: "إن ما يقارب 1,9 مليار شخص في العالم يعتمدون على مصادر مياه ملوثة بالفضلات. هذا ويضطر الكثيرون إلى استعمال تكنولوجيا أنظمة التنقية البيئية لمحاولة منع الأمراض وجعل المياه آمنة للشرب". هذه مشكلة عالمية حالياً وتتطلب الانتباه.

التلوث بالإشعاعات

إن مخاطر الملوثات المشعة للمياه مقعد بسبب أنها تعتمد على عدد من المتغيرات، تبت الإشعاعات المؤينة جزيئات ألفا أو بيتا، أو أشعة غاما، وجميعها تملك مستويات مختلفة من الطاقة. إن احتمال الخطر يكون أعظم إذا تم بلع الملوثات، مما يعني أن خلايا الجسم تصبح على مقربة من الملوثات التي تبت الإشعاعات. لقد وضحت لنا كارثة مفاعل فوكوشيما دياشي النووية كيف أن تلوث المياه أدى إلى تلوث مصادر الطعام بمواد مشعة مثل السترونشيوم أو السيزيوم المشع. هناك قلق أيضاً بخصوص التريتيوم، والذي هو هيدروجين مشع يتحول إلى ماء بكل سهولة، أو ماء مشع، والذي قد يتسرب من المفاعلات النووية النشطة. بالإضافة لذلك، هناك مواقع ملوثة والتي تم استعمالها خلال الحرب الباردة لإنتاج البلوتونيوم، وكانت هذه غالباً ما تُنشأ بالقرب من الأنهار، مثل الأرض المحفوظة التابعة لمنشأة هان فورد النووية. العناصر المشعة بشكل طبيعي مثل اليورانيوم قد

تتوزع خلال التنجيم وتصبح جزءاً من المخلفات الناتجة من المنجم. إن أكثر مستويات للملوثات المشعة ذات علاقة بالصحة هي تلك التي حددتها منظمة حماية البيئة على النحو التالي:

جزيئات ألفا (طاقة منخفضة) 15 بيكوكوري لكل ليتر

جزيئات بيتا 4 مليريم في السنة (التريتيوم بيتا جزيئات بيتا)

يورانيوم 30 مايكروغرام لكل ليتر (30 جزء في المليار)

الفكرة الرئيسية هي الإبقاء على مستوى الملوثات المشعة في الماء أقل من 4 مليريم في السنة (انظر الفصل 13، جرة صغيرة من الأشعاعات).

الأدوية والمواد الصيدلانية في مياه الشرب

من المصادر المهمة لتلوث المياه والتي تؤدي إلى القلق المتزايد هو الأدوية الصيدلانية، والتي قد تكون أدوية بوصفة طبية أو مكملات غذائية، أو أدوية بدون وصفة، أو مخدرات، أو أدوية بيطرية. ويطلق على هذه المخلفات مصطلح "الملوثات الصيدلانية البيئية التي لا تتحلل". تستطيع المواد الصيدلانية الوصول إلى المسطحات المائية من خلال الصرف الصحي (والتي تحتوي مكونات فعالة أو نواتج أيض من ما يطرحه جسم الإنسان وما يلقيه الإنسان من أدوية لم يعد بحاجة إليها في المرحاض)، أو فضلات الحيوانات، أو مستحضرات العناية الشخصية، أو من خلال تسرب السوائل من أماكن طمر النفايات. من الشائع إيجاد مادة الكافيين (الموجودة في الشاي والقهوة) وكذلك الهرمونات مانعة الحمل في مياه الصرف الصحي. إن صغر حجم الجزيئات الخاصة بالمركبات الصيدلانية يجعل من الصعب والمكلف إزالتها خلال معالجة المياه العادمة، لذلك يمكن لهذه الجزيئات أن تدخل المسطحات المائية أو يُعاد تدويرها إلى شبكة مياه الشرب. إن أفضل طريقة لإبقاء الأدوية غير المرغوب بها بعيداً عن إمدادات مياه الشرب هو بتطبيق برنامج "ترجييع/إرجاع الأدوية"، حيث يتم في هذا البرنامج إيصال الأدوية غير المرغوب بها إلى مكان معين، على الأغلب إلى الصيدليات، ليتم التخلص منها بالطريقة الصحيحة. حالياً يوجد أربع مقاطعات في الولايات المتحدة تقوم بتطبيق هذا البرنامج وهي مقاطعة ألميدا، كينغ، سان فرانسيسكو، وسان ماتيو (للمزيد من المعلومات يمكن زيارة الموقع www.takebackyourmeds.org).

تعزير المياه بالفلورايد

إن إضافة الفلورايد إلى مياه الشرب للسيطرة أو لمنع تسوس الأسنان يبقى لغاية الآن موضوعاً يثير الخلاف في وجهات النظر من الناحية العلمية والأخلاقية. في 25 كانون الثاني من عام 1945، أصبحت مدينة غراند رابيدس في ميتشيغن أول بلدية قامت بإضافة الفلورايد إلى الماء بهدف منع تسوس الأسنان. وتركت مياه منطقة ميوسكيغون المجاورة بدون فلورايد وذلك لأغراض المقارنة. بعد هذه المحاولة، لم يكن هناك إجماع على أن تعزير الماء بالفلورايد يُقلل تسوس الأسنان لدى الأطفال، ومع ذلك، اعتبرت المحاولة انتصاراً للصحة العامة. لا يزال هذا الاجراء مدعوماً من قبل مركز مراقبة الأمراض الأمريكية وبالتالي 70% تقريباً من مياه البلديات في أمريكا يحتوي على الفلورايد. يتواجد الفلورايد أيضاً في عدد من المنتجات للمستهلكين مثل معجون الأسنان (1000-1500 جزء من مليون)، وغسول الفم، وحبوب الفلورايد، والمنتجات الغذائية التي صُنعت باستعمال مياه فلورايد (مثل المشروبات والشوربات المعلبة). وقد قررت منظمة حماية البيئة الأمريكية أن أعلى مستوى للتلوث هو 4 ملغم/ليتر أو 4 جزيئات في المليون. يعتبر هذا ملوثاً طبيعياً في بعض الأنظمة المائية.

المخاوف البيئية

التلوث/السُمية الكيميائية

غالباً ما ينتهي الأمر بالملوثات الكيميائية في محيطات وأنهار العالم. تقوم الأسماك والمحارات بأخذ هذه الملوثات من المياه مباشرة أو من خلال أكل مخلوقات أخرى. من الكيماويات السامة التي تلوث المسطحات المائية في مختلف أنحاء العالم هو

الزئبق، والذي يتم اطلاقه من مصانع توليد الطاقة التي تعمل بواسطة الفحم. يتم اطلاق الزئبق بالشكل غير العضوي، ومن ثم تقوم بكتيريا بنحويله إلى الشكل العضوي أو ميثيل الزئبق، والذي يشق طريقه من خلال الهرم الغذائي حيث يتضخم حيويًا (يزيد تركيزه) ويتراكم حيويًا (تزداد كميته الكلية). وفي الوقت الذي يتراكم فيه الزئبق في العضلات فإن المركبات الأخرى مثل "بي سي بي" يتم تخزينها في الدهون. هذه العملية التي تبدأ بالمياه الملوثة، حيث لها تأثير كبير على الحياة البرية وكذلك على الإنسان الذي يستهلك الأسماك والمحار. لقد ساهم هذا في تحفيز المنظمات الحكومية في الولايات وكذلك المنظمات الفيدرالية لإصدار تقارير لتقديم النصح حول استهلاك الأسماك. وكان لهذا القلق المتعلق بموضوع تلوث الأسماك دوراً في توجيه الجهود نحو تنظيف المياه لتقليل مستوى الملوثات فيها وبالتالي في الأسماك.

التلوث الحراري/السُميعة

مُصطلح التلوث الحراري يشمل الآثار الناجمة من ارتفاع أو انخفاض حرارة المياه في الأنهار أو البحيرات بعد أن يتم أخذ المياه من الأنهار أو البحيرات لتبريد العمليات الصناعية. إن الاستعمال الأكثر شيوعاً لهذه المياه هو في مولدات الطاقة الكهربائية التي تعمل بالفحم. كان التصميم المبدئي لهذه المولدات يعتمد على أساس عملية واحدة في وقت ما، حيث يتم أخذ مياه النهر وتسخينها لتوليد البخار ومن ثم يتم اعادتها إلى النهر، ولكن بدرجة عالية نسبياً. أما التصميم الحديثة فلهي نظام مغلق بحيث يستخدم أعمدة تبريد عملاقة لتقوم بخفض درجات الحرارة بشكل كبير. مشكلة المياه الدافئة هي أن محتواها من الأوكسجين أقل من المياه الأبرد، وأيضاً تؤدي إلى موت الأسماك وأنواع أخرى من الحياة البرية التي لا تستطيع احتمال مياه ذات حرارة مرتفعة.

التلوث الناجم عن المناجم والنفايات



يعتبر التلوث من أكبر العوامل التي تساهم في تلويث المياه السطحية والجوفية. التلوث الناجم عن مخلفات المناجم وكذلك ذلك الناتج عن معالجة المواد الخام قد يشتمل على تراكيز عالية من المواد الكيماوية والمعادن مثل الزرنيخ والزرنيق والرصاص والكاديوم وحامض الكبريتيك. على سبيل المثال، يستعمل الزئبق عادةً في استخلاص الذهب، ويمكن أن يحتوي الذهب الخام على تراكيز عالية من الرصاص. كذلك يُعتبر تصريف الأحماض من المناجم أو تدفق المياه الحمضية من المشاكل الخطيرة في مناجم المعادن أو الفحم الحجري والذي يعرض التربة للبيكتيريا كما هو واضح بالصورة المجاورة. قد تحتوي مصارف المناجم أيضاً على مستويات مرتفعة من النيكل والنحاس. كذلك من المهم أن نشير إلى احتمال حدوث اختلال في المياه السطحية بسبب القاء التراب من الحفر المفتوحة أو من إزالة قمم الجبال.

تلوث المياه داخل المنازل/جودة المياه

يتم تزويد معظم المنازل في الدول المتقدمة بالمياه، ولكن المياه على الأغلب شحيحة في الدول النامية. يتم مراقبة مياه الشرب للمواطنين الأمريكيين من قبل منظمة حماية البيئة الأمريكية تحت قانون "مياه الشرب الآمنة"، ولكن حوالي 10% من مياه الشرب تأتي من آبار خاصة ولا تخضع للرقابة. نعرف الكثير من المعلومات حول مراقبة مياه الشرب لتقليل الملوثات، ولكن في حالة مدينة فلينت في ولاية ميشيغن، فلقد كان عدم القيام بالمعالجة المطلوبة للمياه السبب الذي أدى إلى تلوث المياه بالرصاص. كذلك يمكن أن تتلوث المياه الجوفية وبالتالي مياه الشرب بالمعادن مثل الزرنيخ من رماد الفحم.

التحكم في تلوث المياه

يتطلب التحكم في تلوث المياه الكثير من الانتباه والوعي للسيطرة على جميع مصادر التلوث، بما في ذلك ملوثات الهواء والتراب. وأسهل إجراء هو السيطرة على مصادر التلوث النقطية مثل محطات معالجة المياه العادمة. العديد من المؤسسات الصناعية الكبيرة تمتلك ما يلزم لتقوم بإجراء معالجة مبدئية للمياه العادمة، وأحياناً تمتلك هذه المؤسسات أنظمة شاملة للمعالجة مصممة للتعامل مع مواد كيميائية معينة. ولكن، هناك خطوات أفضل يمكن اتخاذها وهي تصميم واستخدام عمليات تعتمد على

مواد أقل خطورة. يمكن للمنازل والمزارع حالياً استعمال مبيدات آفات وأسمدة أقل من ذي قبل حيث أن المزارع والمنازل تتحرك باتجاه المعالجة العضوية النباتية.

تلوث المياه وصحة الأطفال

حجم الأطفال صغير ولكن إذا قمنا بالحسابات ما بين كمية التعرض ونسبتهاً إلى وزن جسم الأطفال، سنجد أنهم يأكلون ويشربون ويتنفسون أكثر من الكبار؛ لذلك فإن تعرض الطفل لكمية صغيرة سيتم اعتبارها جرعة كبيرة عند احتسابها بالنسبة إلى وزن الجسم القليل، لذا فإن المياه الخالية من الملوثات لهي شيء أساسي من أجل أطفال أصحاء.

تقليل التعرض

إن تقليل التعرض للمياه الملوثة قد يُشكل تحدياً، ويعتمد على الموقع ومدى التزام المجتمع.

تنظيم تلوث المياه

هناك عدد كبير من الأنظمة والقوانين التي تحكم جودة المياه، والتي تدل على أهمية المياه النظيفة لكل مراحل الحياة. فيما يلي ملخص لأهم القوانين في الولايات المتحدة الأمريكية وكذلك في العالم.

قانون الماء النظيف الأمريكي

تم تمرير "قانون الماء النظيف" لأول مرة من قبل الكونغرس الأمريكي عام 1948 وكان يُعرف باسم "القانون الفيدرالي للتحكم في تلوث الماء". تم إعادة صياغته بالكامل وتوسيعه عام 1972 بسبب أحداث منها تكرار اشتعال نهر كيواهوغا والتي كان آخرها عام 1968. وقد أدخلت تعديلات أساسية عليه عام 1977 وكذلك 1987. لقد كان الاهتمام ضمن "قانون الماء النقي" منصباً على المياه السطحية وليس الجوفية، لكن كان هناك اهتمام بالمياه الجوفية من خلال قوانين أخرى مثل "قانون مياه الشرب الآمنة" و"حماية واستعادة المصادر الطبيعية" و"قانون تنظيف الأماكن الملوثة" (المرجع: وكالة حماية البيئة الأمريكية: ملخص قانون الماء النظيف).

القانون الأمريكي لمياه شرب آمنة

أصبح هذا القانون فعالاً منذ 16 كانون أول عام 1974 وتتم ادارته من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية ويهدف إلى "التأكد أن المواطنين يحصلون على مياه شرب آمنة". لقد وضعت منظمة حماية البيئة معايير متعلقة بالكائنات الدقيقة والكيماويات العضوية وغير العضوية وكذلك المواد المشعة. يتم تطبيق هذه المعايير على حوالي 155,000 شبكة عامة للمياه ولكن ليس على الآبار الخاصة. أما بخصوص المياه المعبأة، فيتم تنظيمها من قبل وكالة الأغذية والأدوية الأمريكية تحت القانون الفيدرالي الخاص بالأغذية والأدوية ومواد التجميل.

قانون منظمة حماية البيئة الخاص بالرصااص والنحاس

نظراً لمعرفة منظمة حماية البيئة بالآثار الصحية السلبية الناتجة عن الرصااص والنحاس، فقد أصدرت منظمة حماية البيئة أول قانون حول الرصااص والنحاس في 7 حزيران عام 1991 وتلى ذلك تعديلات متلاحقة. لا يحدد هذا القانون المستوى الذي يجب عنده اتخاذ اجراءات فقط (وهو 0.015 ملغم/ليتر للرصااص [15 جزء من مليون] و 1.3 ملغم/ليتر للنحاس) ولكنه اشترط المراقبة المستمرة، ووضع المعايير لكمية الرصااص المسموح بها في أنابيب المياه والمواصلات، وضرورة استعمال التكنولوجيا المضادة للصدأ والتآكل. هناك الكثير من الخلافات في الرأي حول طرق أخذ عينات المياه للفحوصات، ولكن على الرغم من كل الجهود فإن أحداث مثل تلك في مدينة فلينت بولاية ميتشيغن تستمر بالحدوث.

ملخص وتوصيات

لا يوجد حدود لتلوث المياه وبالتالي هي قضية اقليمية ووطنية ودولية. للحصول على مياه خالية من الملوثات، يجب الاستثمار والتخطيط. يتم فحص مياه البلديات من مصادرها ويمكن معالجتها، ولكن الاهتمام بالأبار الخاصة فهي مسؤولية مستخدميها. يجب التذكر باستمرار أن الأطفال هم الأكثر تأثراً وأنهم ينمون بفضل المياه النظيفة والجديدة.

Additional Resources

European, Asian, and International Agencies

- World Health Organization (WHO): [Household Water Treatment \(HWT\) Technologies](#). (accessed: March 4, 2016)

“Globally, an estimated 1.9 billion people rely on water supplies that are contaminated with feces. This requires many to use household water treatment (HWT) technologies to help prevent disease and make water safe for drinking.”

- World Health Organization (WHO): [Health topic - Water](#). (accessed: March 4, 2016)

Primarily addresses bacterial contamination of water and sanitation and the need for clean water.

- World Health Organization (WHO): [Pharmaceuticals in drinking-water](#). (accessed: May 18, 2016)

- World Health Organization (WHO): [Chemical hazards in drinking-water](#). (accessed: May 18, 2016)

- World Health Organization (WHO): [Guidelines for Drinking-water Quality \(GDWQ\)](#). (accessed: May 18, 2016)

Covers a broad range of chemicals that can affect drinking-water quality.

- European Environment Agency: [Water](#). (accessed: March 4, 2016)

The EEA coordinates assessments and regulation of water across Europe

North American Agencies

- US National Library of Medicine (NLM): [Environmental Health Student Portal – Water Pollution](#). (accessed: February 28, 2016)

Connecting Middle School Students to Environmental Health Information on water pollution.

- US Environmental Protection Agency (EPA): [Regulatory Information by Topic: Water](#). (accessed: March 4, 2016).

- US Environmental Protection Agency (EPA): [Advisories and Technical Resources for Fish and Shellfish Consumption](#). (accessed: May 18, 2016)

- US Environmental Protection Agency (EPA): [Ground Water and Drinking Water](#). (accessed: June 21, 2016)
- USGS: [Water Science School](#). (accessed: March 4, 2016)
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC): [Healthy Water](#). (accessed: March 4, 2016)
- US EPA: [Summary of the Clean Water Act \(CWA\)](#). (accessed: March 4, 2016)
- US EPA: [Summary of the Safe Drinking Water Act \(SDWA\)](#). (accessed: March 4, 2016)

Non-Government Organizations

- Natural Resources Defense Council (NRDC): [Water Pollution](#). (accessed: February 28, 2016).

The NRDC was founded in 1970 to protect our air, land, and water from the forces of pollution and corporate greed.

- Wikipedia: [Water](#). (accessed: March 4, 2016).

References

Jayde Lovell. "[Q&A: What Really Happened to the Water in Flint, Michigan?](#)" *Scientific American*. March 2, 2016. (accessed March 3, 2016)

Irina Guseva Canu, Olivier Laurent, Nathalie Pires, Dominique Laurier, and Isabelle Dublineau. "Health Effects of Naturally Radioactive Water Ingestion: The Need for Enhanced Studies." *Environ Health Perspect* 119:1676–1680 (2011).

Toxipedia: Fluoride <http://www.toxipedia.org/display/toxipedia/Fluoride> (Accessed: May 18, 2016)

W.K. Kellogg Foundation. "[Managing Lead in Drinking Water at Schools and Early Childhood Education Facilities](#)." February 2016. (accessed March 3, 2016)

Wikipedia: [Camp Lejeune Water Contamination](#) (Accessed: May 18, 2016)

Wikipedia: [Clean Water Act](#) (accessed Feb 28, 2016)

Wikipedia: [Cuyahoga River](#) (accessed March 3, 2016)

Wikipedia: [Water Pollution](#) (accessed Feb 28, 2016)