

# جرعة صغيرة من الزرنيخ أو مقدمة الى الآثار الصحية السلبية للزرنيخ

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 الامريكي في علم السموم)**

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115

الولايات المتحدة الامريكية

البريد الالكتروني

sgilbert@innnd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

[www.asmalldoseof.org](http://www.asmalldoseof.org) - "A Small Dose of Toxicology"

[www.toxipedia.org](http://www.toxipedia.org) - Connecting Science and People

## الأضبارة

**الاسم:** الزرنيخ

**الاستعمال:** مادة حافظة للخشب، مبيد للآفات، صناعة أشباه الموصلات

**المصدر:** من احتراق الفحم. وموجود في مياه الشرب والبيئة والأدوية الطبية والطعام البحري

**الجرعة الموصى بها يومياً:** لا يوجد (ليس ضرورياً للصحة)

**الامتصاص:** الاستنشاق خلال الرئة، أما في الأمعاء: فالامتصاص عالي للزرنيخ غير العضوي وقليل للزرنيخ العضوي، يمكن امتصاصه خلال الجلد

**الفئات الأكثر تأثراً:** الأطفال

**السُميّة/الأعراض:** الجهاز العصبي الطرفي (تتميل في اليدين والقدمين)، سرطان الجلد (بسبب بلع الزرنيخ) سرطان الرئة (عبر الاستنشاق) زيادة في إفراز صبغة الجلد (خشونة بالجلد) في باطن وظاهر الكف، مضاعفات بالأوعية الدموية

**معايير تنظيمية:** تم تحديد معدلات التعرض والجرعات

- منظمة حماية البيئة – مياه الشرب 10 مايكروغرام/ليتر (0.01 جزء من مليون أو 10 اجزاء من مليار)
- منظمة حماية البيئة – الجرعة المرجعية – 0.3 مايكروغرام/كغم/يوم
- منظمة صحة وحماية العمال – الهواء في مكان العمل 10 مايكروغرام/م<sup>3</sup>
- منظمة "إيه تي أس دي آر" – الحد الأقصى – 0.3 مايكروغرام/كغم/يوم

**حقائق عامة:** تاريخ طويل من الاستعمال كدواء وكسم

**البيئة:** يعتبر من ملوثات البيئة العالمية، يتراكم حيويًا في الأسماك والمحار (على الأغلب في شكل لا يُعتبر خطراً)

**التوصيات:** يجب الابتعاد عنه. كذلك لا تستعمل الخشب الذي تمت معالجته بالزرنيخ، قم بفحص مياه الشرب

## حالات للدراسة

(هنري آدمز)---- وجد نفسه يأخذ أمراً بشكل مفروغ منه وعلى نحو ثابت وبالاعتماد على الغريزة السياسية، وبدون انتظار المزيد من التجارب – وكما أنه مؤمن بأن الزرنيخ يؤدي إلى التسمم – قاعدة أن الصديق في السلطة هو صديق مفقود.

هنري آدمز (1838-1918). تعليم هنري آدمز 1918

## الزرنِيخ في مياه الشرب

إن مشكلة الزرنِيخ في مياه الشرب هي مشكلة عالمية وتؤثر على حياة الملايين من الأشخاص. المستويات العالمية من الزرنِيخ في التراب أو الصخور في منطقة ما تسبب تلوث المياه في تلك المنطقة. عملت الحكومة الفدرالية في الولايات المتحدة لعدة سنوات لوضع معايير ومستويات للزرنِيخ في مياه الشرب. وقامت منظمة حماية البيئة الأمريكية مؤخراً بتقليل المستوى المسموح به من 50 جزء بالمليون (50 مايكروغرام/ليتر) إلى 10 أجزاء بالمليون. هذه المستويات الجديدة ستتطلب قيام بعض البلديات بخطوات إضافية لتنقية المياه خاصةً في غرب الولايات المتحدة. لقد تم تقليل مستوى الزرنِيخ المسموح به لأن التعرض المزمّن لمستويات قليلة من الزرنِيخ قد يُسبب سرطان الجلد وأمراض أخرى. حتى على المستوى الذي إعتُمد حديثاً والبالغ 10 أجزاء بالمليون، فلا زال هناك خطر الإصابة بالسرطان.

أما في مناطق أخرى في العالم مثل بنغلادش، فإن مستويات الزرنِيخ المرتفعة في مياه الشرب هي مشكلة حادة تهدد الحياة. تم تشجيع الناس على حفر آبار محلية لتقليل التعرض لمياه الشرب الملوثة بالبكتيريا. لاحقاً تم إكتشاف أن العديد من هذه الآبار تحتوي مياهها على مستويات عالية من الزرنِيخ. يُقدر أن 75 مليون شخص في بنغلادش معرضون إلى مياه ملوثة بالزرنِيخ وستؤدي إلى ما بين 200-270 ألف حالة وفاة من السرطان كل عام. بالإضافة لذلك، يعاني الكثير من هؤلاء الناس أيضاً من تغييرات جلدية على أكف الأيدي وبواطن الأقدام.

## الخشب المُعالج بالضغط

إن أضخم وأكبر استعمال للزرنِيخ على الإطلاق هو في معالجة الخشب لمنع تآكله أو نخره بفعل الحشرات. تستعمل العديد من المركبات، لكن الغالبية العظمى من الخشب تمت معالجته بمبيد للآفات يُسمى زرنِيخ النحاس الكرومي، والذي إستعمل لأول مرة في الأربعينيات (1940). مادة زرنِيخ النحاس الكرومي هو خليط أساسه الماء ومكون من الأملاح اللاعضوية للكروم والنحاس والزرنيخ والتي يتم ادخالها إلى الخشب بقوة الضغط. الخشب الذي يُعالج بهذه المادة لا يزال موجوداً في الشرفات ومعدات ملاعب الأطفال والأثاث المخصص لخارج المنزل والأسيجة، وخشب البناء وأعمدة الكهرباء والأرصعة والدعائم. كمية الزرنِيخ في الخشب المعالج قد تكون كمية كبيرة. قطعة نموذجية من الخشب المعالج طولها ثمانية أقدام وعرضها وارتفاعها يبلغان 2 و 4 إنشات على التوالي، قد تحتوي كمية من الزرنِيخ تصل إلى 15 غم لوضع هذه الأرقام في طريقة أفضل للتقدير، فإن الجرعة القاتلة من الزرنِيخ للإنسان هي 70-200 ملغم أو حوالي 1 ملغم/كغم. اعتباراً من 31 كانون الأول عام 2003، لم يعد زرنِيخ النحاس الكرومي مستعملاً في الخشب المخصص للمنازل والشرفات وأماكن لعب الأطفال. ويوجد حالياً عدد من المواد الحافظة للخشب والخالية من الزرنِيخ في الأسواق وهي مُسجلة للإستعمال لمعالجة الخشب للأغراض المنزلية.

إن المخاطر الصحية الناتجة من التعرض للخشب المُعالج بالزرنِيخ هي محط جدال منذ سنوات، رغم أنه معروف جيداً أن استنشاق النشارة ذات الخشب المُعالج قد تكون خطيرة. في الوضع المثالي، فإن المادة الحافظة للخشب التي تحتوي على الزرنِيخ تصبح مثبتة على الخشب، لكن الأبحاث أثبتت أن الزرنِيخ يرشح من الخشب بفعل الأمطار المتساقطة ويمكن أن يخرج من السطح عند فركه باليد. تلوث التراب بالزرنِيخ تحت شرفات المنازل عادة ما يتجاوز المعايير التي تستوجب تنظيف منطقة من النفايات الخطرة. عندما

يلعب الأطفال على الشرفات أو أي سطح خشبي مُعالج بالزرنيخ تتلوث أيديهم بالزرنيخ ويبتلعون بعضاً منه لاحقاً عندما يضعون أيديهم في أفواههم أو عندما يمسكون الطعام. هناك جدال شديد وساخن بين أخصائيي الصحة ومصانع حفظ ومعالجة الخشب ومجموعات المصالح العامة حول مخاطر التعرض للزرنيخ. في عام 2002، توصل منتجوا الخشب المُعالج إلى اتفاق مع منظمة حماية البيئة للتخلص عبر فترات من الخشب المُعالج بالزرنيخ بما في ذلك الشرفات، مرافق أماكن لعب الأطفال والأسيجة وغيرها. مادة زرنِيخ النحاس الكرومي ستبقى موجودة ولكن لاستعمالات تجارية مثل أعمدة الكهرباء. المادة البديلة لمعالجة الخشب والتي سُنستعمل بدلاً من زرنِيخ النحاس الكرومي هي مادة من مشتقات النحاس تسمى رباعي أمونيات النحاس والتي تملك سُمية أقل للبشر من سابقتها.

## مقدمة وتاريخ

أنا أصلي أنه، إذا أراد شريكِي الخبز، أن يطلب مني الخبز، وإذا أراد نبات الساسافراس أو الزرنِيخ، أن يطلبهم مني، وليس بأن يحمل صحنه وكأنني أعرف ما يريد

رالف والدو ايمرسون (1882-1803)

ادرك الناس منذ زمن طويل بأنه واعتماداً على الجرعة، أن الزرنِيخ قد يقوم بعلاج مرضٍ ما أو قد يكون سُمّاً يؤدي إلى الوفاة. الاستعلامات الطبية للزرنيخ لعلاج مرض الزُهري والدسنطاريا الأميبية توقفت عندما بدأ العالم باستعمال البنسلين وغيره من المضادات الحيوية في القرن العشرين. أما حالياً فإن بعض المركبات التي تحتوي الزرنِيخ تُستعمل لعلاج بعض أنواع السرطان. أما كسُم، فيمتلك ثلاثي أكسيد الزرنِيخ العديد من الخصائص المرغوبة: فهو يبدو كالسكر، عديم الطعم، ويلزم فقط حوالي العُشر من الغرام منه لقتل شخص ما. في الوقت الذي تناقص فيه استعماله كسُم للبشر بشكل كبير، فإن استعماله لا يزال مستمراً كمبيد لآفات خاصة في زراعة القطن، وكذلك يُستعمل كمبيد للأعشاب الضارة ومادة حافظة للخشب.

الزرنيخ As  
العدد الكتلي 33  
الوزن الكتلي 74,92

التسمم بالزرنيخ من مياه الآبار يبقى مشكلة عالمية ذات أهمية جدية لصحة الإنسان. عالمياً، هناك أكثر من 75 مليون شخص معرضين للزرنيخ في غرب البنغال وبنغلادش من خلال المياه المثقلة به مما يهدد صحتهم. يوجد هناك ارتفاع في مستوى الزرنِيخ في المياه التي يستعملها السكان في الأرجنتين وتشيلي وتايوان. أما في الولايات المتحدة، فالمنظمات الفيدرالية تجادل بشراة فيما يتعلق بتحديد مستويات الزرنِيخ في الآبار التابعة للبلديات. هذا مهم بشكل خاص للمناطق الواقعة غرب الولايات المتحدة والتي لديها ارتفاع بمعدل الزرنِيخ في مياه الشرب. يمتاز معدن الزرنِيخ بنشاطه التفاعلي، وينتج عنه مركبات متعددة، بعضها عضوي والبعض الآخر لاعضوي، وله تركيب كيميائي معقد. الزرنِيخ اللاعضوي منتشر بشكل واسع في الطبيعة على الغالب بشكله الثلاثي التكافؤ ( $AS^{+3}$ )، ولكنه أيضاً موجود على شكل خماسي التكافؤ ( $AS^{+5}$ ).

الشكل ثلاثي التكافؤ يشمل ثلاثي أكسيد الزرنيخ. أما الزرنيخ العضوي، فهو أقل سُميةً من اللاعضوي، وينتج من عملية حيوية تشمل إضافة مجموعة الميثيل من قِبَل عدة كائنات تشمل الإنسان والمَحرار.

لقد تناقص استعمال الزرنيخ ونتاجه بسبب إدراك العالم لسميته وكذلك بسبب وجود بدائل مناسبة. لا يتم استخراج مباشرة ولكنه منتج ثانوي لعملية استخراج النحاس والرصاص والخاصين بالصهر. آخر مصهر في الولايات المتحدة كان ينتج عنه الزرنيخ موجود في منطقة تاكوما بولاية واشنطن وقد تم اغلاقه عام 1985. في العادة ينبعث من المصاهر ثلاثي أكسيد الزرنيخ والذي هو ثلاثي التكافؤ وكذلك الرصاص إلى الغلاف الجوي وكلاهما يتسببان في تلوث البيئة المحلية ويتركان أثراً غير مُرحب به من قِبَل السكان المحليين. إن استعمال الزرنيخ يخضع حالياً لعملية سحب تدريجي مثل استعماله كمادة حافظة للخشب (والمسمى زرنيخ النحاس الكرومي). وانعكس هذا على انخفاض كمية الزرنيخ المستوردة من 20,000 طن متري في عامي 2002 و 2003 إلى أقل من 8000 طن متري عام 2007. يُستعمل الزرنيخ في التكنولوجيا التي تشمل صناعة رقائق للكمبيوتر معتمدة على مادة السيليكون وكذلك في صناعة الزجاج للتحكم بالألوان. أما بخصوص الزرنيخ اللاعضوي فقد توقف استعماله كمبيد للآفات في حقول القطن والبساتين، ولكن لا يزال أحد مركبات الزرنيخ يُستعمل من خلال رشه على حقول القطن. الزرنيخ اللاعضوي ينبعث أيضاً من المولدات الكهربائية التي تعمل على الفحم الحجري، كذلك يستنشق مدخنوا السجائر بعض الزرنيخ من التبغ. مشتقات الزرنيخ العضوي تستعمل أيضاً كمادة مضافة للأعلاف لتشجيع نمو الدواجن والخنازير.

نتعرض بشكل مستمر لمستويات قليلة من الزرنيخ، ولكن البعض قد يتعرض لكميات أكبر من خلال عمل ما أو من خلال مياه الشرب الملوثة بالزرنيخ. يحتوي الهواء العادي على أقل من 0.1 مايكروغرام/م<sup>3</sup> من الزرنيخ وتحتوي مياه الشرب على أقل من 5 مايكروغرام/ليتر، لكن مستوياته في الماء قد تكون أعلى بشكل ملحوظ. يساهم الطعام بأقل من 10 مايكروغرام زرنيخ باليوم ولكن هذا الرقم قد يكون أعلى عند استهلاك الأسماك وخاصة المحار، والتي قد يصل مستوى الزرنيخ فيها إلى تراكم يصل إلى 30 مايكروغرام/غم. معظم الزرنيخ في الطعام هو من النوع العضوي. معدل التعرض اليومي للزرنيخ يبلغ حوالي 20 مايكروغرام/يوم من الغذاء والماء (على افتراض أن معدل الاستهلاك اليومي للماء هو حوالي 2000 مل/يوم ومستوى الزرنيخ 5 مايكروغرام/لتر). تعرض الأطفال للزرنيخ يكون عادة أعلى خاصة إذا كان تركيز الزرنيخ في مياه الشرب قد ازداد. نسبة لحجم الأطفال الصغير، فإن معدل استهلاكهم للماء يصبح كبيراً. أعربت دوائر الصحة في العديد من الولايات وكذلك الجمعيات ذات العلاقة عن قلقها حول تعرض الأطفال بشكل متكرر للزرنيخ بسبب لعبهم على أسطح من خشب مُعالج بالزرنيخ أو مناطق لعب الأطفال. بعض حالات التعرض وكذلك حساب الخطر الممكن تجاوزت المعدلات المقبولة التي وضعتها منظمة حماية البيئة. قد يحصل التعرض للزرنيخ أيضاً عند احتراق الخشب الذي تمت معالجته بالزرنيخ أو من استنشاق نجارته.

### الخصائص البيولوجية

مشتقات الزرنيخ اللاعضوية الذائبة في الماء (مثل ثلاثي أكسيد الزرنيخ) يتم امتصاصها بسهولة من الأمعاء (تقريباً 80-90%). أما مشتقات الزرنيخ العضوية والموجودة في الطعام

امسح هذا الكأس ثلاث مرات.

يوجد فيه زرنيخ

إني أسمع رسائل من الله

من خلال حشوات أسناني

"المؤلفة آني سكستون" (1928-1974)

البحري فلا يتم امتصاصها بشكل جيد. يمكن أيضاً امتصاص الزرنيخ من خلال الرئتين والجلد. أغلب الزرنيخ في الدم يوجد مرتبطاً مع كريات الدم الحمراء. بعد أن يبتلع الإنسان الزرنيخ اللاعضوي، يتم تحويله حيوياً في الكبد إلى زرنيخ متصل بمجموعة ميثيل ويتم طرحه في البول ولديه فترة نصف العمر حوالي 3-5 أيام. يتم أيضاً اخراج الزرنيخ من الجسم عبر طبقات الجلد الخارجية وكذلك العرق. يتفاعل الزرنيخ مع البروتينات التي تحتوي مجموعات "هيدريد الكبريت" ومن ثم يتركز في الشعر والأظافر. وعند مستويات أعلى من التعرض، تظهر خطوط بيضاء واضحة على الأظافر تسمى خطوط "ميز".

## التأثيرات الصحية

لقد وضعوا له الزرنيخ في اللحم وحدقوا إليه بذعر وهم يراقبوه يأكل. لقد صبوا مادة الستركنين في كوبه واهتزوا عندما رأوه يشربه كله.

المؤلف: الفريد إدوارد هاوس مان (1859-1936)

إن التأثيرات الناتجة عن التسمم الحاد بالزرنيخ معروفة جداً بسبب حدوث حالات انتحار وقتل أو تسمم عن غير قصد به. يُقدّر أن بلغ 70-180 ملغم من ثلاثي أكسيد الزرنيخ قد يكون مميتاً، ولكن ظهور الأعراض يتأخر لعدة ساعات. الأعراض

التي تلي بلع الزرنيخ من خلال الفم تشمل انقباض في البلعوم مع صعوبة في البلع وألم شديد في الأمعاء وتقيؤ وإسهال وتشنجات عضلية وعطش شديد وغيوبة ثم الموت. إذا تمكن المريض من النجاة من أعراض التسمم الحاد، فهناك بالعادة أذى ودمار للأعصاب الطرفية.

الأعراض الناتجة عن التعرض المزمن للزرنيخ عادة تكون متعلقة بالتعرض لمياه الشرب الملوثة. الأعراض التي تظهر في البداية تشمل رائحة ثوم في هواء الزفير، تعرق شديد ألم وضعف في العضلات، وتغيير في اختضاب أو تلون الجلد. أما الأعراض التي تظهر لاحقاً فتشمل الأنيميا، وضعف الإحساس باليد والقدمين بسبب تلف الجهاز العصبي الطرفي (متلازمة القفازات والجوارب)، وأمراض في الأوعية الدموية الطرفية، وتغييرات في الجلد على أكف الأيدي وبواطن الأقدام ولاحقاً يتأثر كل من الكبد والكلية. التغييرات في الجهاز الدوري قد تؤدي إلى غرغرينا في الأطراف وبخاصة في الأقدام والتي يطلق عليها مرض القدم السوداء. زيادة اختضاب أو تلون الجلد وكذلك زيادة طبقة الكاروتين وبالتالي خشونة أكف الأيدي وبواطن الأقدام تحدث بعد 3-6 أشهر من التعرض المتكرر عن طريق البلع لكمية تعادل 0.4 ملغم/كغم/يوم. أغلب الأعراض تتناسب طردياً مع الجرعة وطول فترة التعرض. بكلمات أخرى، فإن التعرض المتكرر لمستويات منخفضة من الزرنيخ عبر فترة طويلة من الزمن قد يؤدي إلى أعراض شبيهة بالتعرض مرة واحدة لمستوى عالٍ.

يتسبب الزرنيخ بحدوث كل من سرطان الرئة وسرطان الجلد. وقد لوحظ سرطان الجلد منذ أكثر من مائة سنة لدى المرضى الذين تمت معالجتهم بمشتقات الزرنيخ، أما سرطان الرئة فقد تم توثيقه في عمال المصاهر الذين يستنشقون غبار الزرنيخ باستمرار. رغم أنه من المؤكد أن الزرنيخ مسرطن للإنسان، إلا أنه من الصعب تأكيد ذلك ودراسته في حيوانات التجارب. يخترق الزرنيخ المشيمة بسهولة، لكن يبدو أنه يخضع لإضافة مجموعة الميثيل للمركبات العضوية منه، مما يقلل من سميته للجنين.

## تقليل التعرض

إن العامل الوحيد الخارق، والذي يمكن أن نسمح له نحن الأشخاص ذوي الآراء العصرية، هو الأشباح: وفيما تعلق بموضوع الأشباح فإنني انصح المؤلف أن لا يفرط في استخدامها. هؤلاء بالتأكيد هم مثل الزرنيخ وغيره من الأدوية الخطرة، يجب اتخاذ الحذر الشديد عند استخدامها...

للمؤلف هنري فيلدينغ 1917

إن السمية الناتجة من التعرض المزمن للزرنيخ معروفة ومؤكدة وأفضل توصية هي تفادي التعرض للزرنيخ كلياً. أكثر مصدر للتعرض للزرنيخ داخل البيوت هو من مياه الشرب الملوثة أو من الخشب الذي تمت معالجته بالزرنيخ. هناك مناطق معينة في الولايات المتحدة حيث المياه ملوثة بالزرنيخ أكثر من غيرها. قامت منظمة حماية البيئة بخفض المستوى المقبول للزرنيخ في مياه الشرب إلى 10 أجزاء من المليار وطلبت من مزودي المياه التقيد بالمعايير الجديدة ابتداءً من كانون ثاني عام 2006.

يجب على الأشخاص تجنب استنشاق نجارة الخشب الناتجة من الخشب المعالج بالزرنيخ، وألا يقوموا أبداً بحرق الخشب المعالج بالزرنيخ أو نشرته. يجب على العائلات التي تملك شرفات وأدوات لعب وأثاث وأي هياكل أو مقتنيات مصنوعة من الخشب المعالج بالزرنيخ اتخاذ الخطوات اللازمة لتقليل التعرض، خاصة الأطفال. إن استعمال الخشب المعالج بالزرنيخ قد تم إلغاؤه تدريجياً في الولايات المتحدة، لكن يُقدر أن هناك حوالي 60 مليار قدم من ألواح الخشب المُعالج بالزرنيخ لا تزال مستعملة بالولايات المتحدة حتى عام 2002، هذه الكمية تكفي لتغطية نصف ولاية كاليفورنيا بخشب يبلغ سمكه 2 إنش. أوصت العديد من المؤسسات في مختلف الولايات بأن يتم طلاء الخشب المُعالج بالزرنيخ والذي قد يلعب عليه الأطفال بشكل متكرر بطلاء أو أي نوع آخر من موانع التسرب لتقليل الإتصال المباشر بالأيدي ومن ثم ابتلاع الزرنيخ. أما هؤلاء الراغبون بإزالة ألواح الخشب المُعالجة بالزرنيخ من الشرفات أو أية هياكل أخرى فيجب عليهم فحص التربة تحت الخشب لمعرفة إذا كان المستوى يفوق معايير الولاية. ودائماً يجب غسل الأيدي عند ملامسة أي منتج مُعالج بالزرنيخ.

## معايير تنظيمية

منظمة حماية البيئة – مياه الشرب 10 مايكروغرام/ليتر (10 أجزاء من المليار)

منظمة حماية البيئة – الجرعة المرجعية – 0.3 مايكروغرام/كغم/يوم (التعرض للزرنيخ اللاعضوي)

منظمة أوشا – الهواء في مكان العمل – 0.5 ملغم/م<sup>3</sup>

منظمة "إيه تي أس دي آر" – الجرعة القصوى المرجعية – 0,3 مايكروغرام/كغم/يوم (تعرض مزمن)

## التوصيات والخاتمة

الزرنـيـخ هو سم خطير قديم ومعروف جداً، وهو متشابه مع الرصاص والزنـبـق من ناحية كونه من الملوثات المهمة للبيئة. الزرنـيـخ اللاعضوي سام أكثر بكثير عند مقارنته بالزرنـيـخ العضوي، والذي يتواجد عادة في الطعام البحري. مياه الشرب الملوثة بالرصاص هي أحد المشاكل التي يواجهها العالم قاطبةً ويؤثر على ملايين الأشخاص. يحصل تعرض الإنسان للزرنـيـخ أيضاً من خلال الخشب الذي تمت معالجته به.

إن أفضل توصية يمكن تقديمها هي تفادي التعرض للزرنـيـخ اللاعضوي أو تقليل التعرض له.



## **Additional Resources**

### **Slide Presentation and Online Material**

- A Small Dose of Arsenic [presentation material and references](#). Website contains presentation material related to the health effects of arsenic.

### **European, Asian, and International Agencies**

- World Health Organization. [Arsenic in Drinking Water Fact Sheet](#). [accessed April 9, 2009]

### **North American Agencies**

- Health Canada. [Arsenic in Drinking Water](#). Health Canada provides information on the health effects of arsenic in drinking water. [accessed April 9, 2009]
- US Environmental Protection Agency (EPA). [Arsenic Compounds](#). EPA site has general information and research on arsenic. [accessed April 9, 2009]
- US Environmental Protection Agency (EPA). [Integrated Risk Information System: Inorganic Arsenic](#). Site contains EPA's risk assessment evaluation of inorganic arsenic. [accessed April 9, 2009]
- US Environmental Protection Agency (EPA). [Toxics Release Inventory \(TRI\) Program](#). Site has information on arsenic release in the US. [accessed April 9, 2009]
- US Agency for Toxic Substance Disease Registry. [Toxicology Profile Series: Arsenic](#). [accessed April 9, 2009]
- US National Research Council. [Arsenic in Drinking Water: 2001 Update](#). The NRC report on arsenic can be accessed from the their website. [accessed April 9, 2009]
- US Geological Services (USGS). [Arsenic in Groundwater](#). Site contains a map of United States showing arsenic in water. [accessed April 9, 2009]

### **Non-Government Organizations**

- [SOS Arsenic Poisoning In Bangladesh/India](#). Information in English, German, Spanish, and French on arsenic poisoning in Bangladesh and India. [accessed April 9, 2009]

## References

"Environmentally healthy homes and communities. Children's special vulnerabilities." *Am Nurse*, 33, 6 (2001): 26-38; quiz 39-40.

Hall, A. H. "Chronic arsenic poisoning". *Toxicol Lett*, 128, 1-3 (2002): 69-72.

Jiang, J. Q. "Removing arsenic from groundwater for the developing world—a review". *Water Sci Technol*, 44, 6 (2001): 89-98.

Liu, J., et al. (2002). "[Chronic arsenic poisoning from burning high-arsenic-containing coal in Guizhou, China](#)". *Environ Health Perspect*, 110, 2 (2002): 119- 122.

Pott, W. A., Benjamin, S. A., and R. S. Yang. "Pharmacokinetics, metabolism, and carcinogenicity of arsenic". *Rev Environ Contam Toxicol*, 169, (2001): 165-214.

Rahman, M. M., et al. "Chronic arsenic toxicity in Bangladesh and West Bengal, India--a review and commentary". *J Toxicol Clin Toxicol*, 39, 7 (2001): 683-700.

Smith, A. H., Lingas, E. O., and M. Rahman. "Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency". *Bull World Health Organ*, 78, 9 (2000): 1093-1103.

WHO. "Towards an Assessment of Socioeconomic Impact of Arsenic Poisoning in Bangladesh". World Health Organization, *Sustainable Development and Healthy Environments*, WHO/SDE/WSH/00.4, (2000): 1-42.

Yu, H. S., et al. "Environmental and occupational skin diseases in Taiwan". *J Dermatol*, 28, 11 (2001): 628-631.